

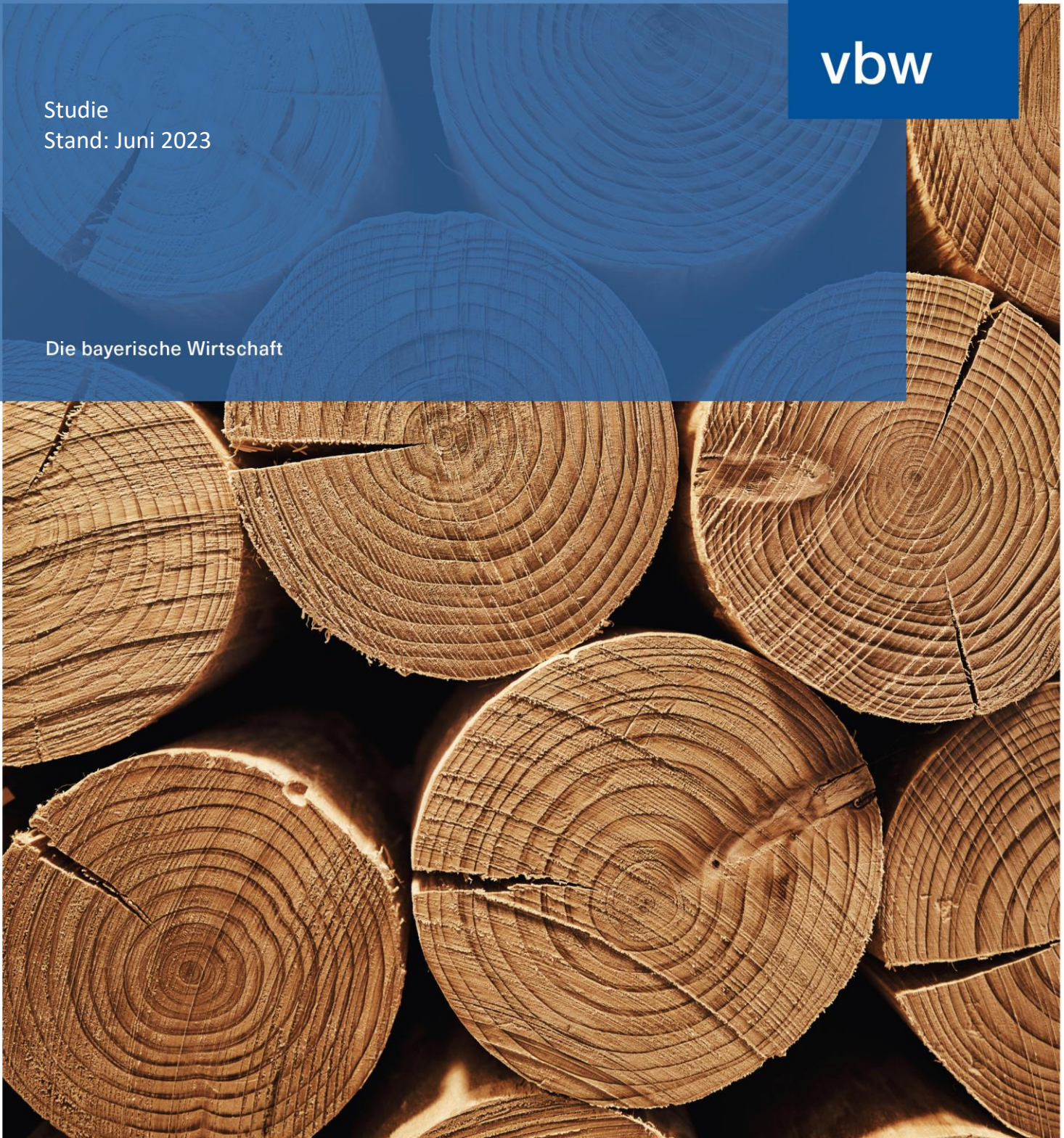
Rohstoffe + Ressourcen | Holz

Holzbaasierte Bioökonomie

Studie
Stand: Juni 2023

Die bayerische Wirtschaft

vbw



Hinweis

Zitate aus dieser Publikation sind unter Angabe der Quelle zulässig.

Vorwort

Chancen der holzbasierten Bioökonomie am Standort nutzen

Nachhaltige Waldbewirtschaftung und Holznutzung spielen nicht nur eine entscheidende Rolle für den Klimaschutz, sondern sind auch die Grundlage für eine kreislauforientierte Bioökonomie. Der vielseitige Werk- und Rohstoff Holz bietet herausragende Verwendungsmöglichkeiten und Substitutionsleistungen. Gerade für Bayern mit seinen großen Waldflächen und dem erheblichen Holzvorrat liegen darin große Chancen.

Unsere Studie zeigt, dass Bayern in verschiedenen Bereichen der holzbasierten Bioökonomie gut aufgestellt ist, es jedoch durchaus weitere Potenziale zu heben gilt. Ziel muss es vor allem sein, diejenigen Felder im Technologieportfolio voranzubringen, in denen weltweit eine besonders dynamische Entwicklung zu erwarten ist.

Die Innovationspotenziale reichen in die verschiedensten Branchen – von der Land- und Forstwirtschaft über die Papier- und Textilindustrie bis hin zur Chemie- und Pharmaindustrie. Grundvoraussetzung, um sie zu erschließen, ist eine uneingeschränkte Fortsetzung der nachhaltigen Waldbewirtschaftung am Standort. „Schützen durch Nutzen“ muss insofern die Devise lauten.

Die vbw tritt für Rahmenbedingungen ein, die der multifunktionalen Rolle von Wäldern und Holz gerecht werden – und geeignet sind, Bayern und Deutschland zu führenden Innovationsstandorten der holzbasierten Bioökonomie zu entwickeln.

Bertram Brossardt

21. Juni 2023

Inhalt

1	Das Wichtigste in Kürze	1
2	Technologieanalyse der holzbasierten Bioökonomie	2
2.1	Methodik Patentanalyse	2
2.2	Überblick über die Bioökonomie	3
2.3	Im Fokus: die holzbasierte Bioökonomie	4
2.3.1	Einordnung und Bedeutung	4
2.3.2	Relevante Technologiebereiche	5
3	Globale Technologieentwicklung in der holzbasierten Bioökonomie	8
3.1	Entwicklung in den Oberkategorien der holzbasierten Bioökonomie	8
3.2	Entwicklung in den Oberkategorien der holzbasierten Bioökonomie	10
3.2	Entwicklung in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie	11
3.3	Ausblick: Technologien in der holzbasierten Bioökonomie mit hohem Potenzial	16
3.2.1	Papierverpackungen	17
3.2.2	Biotreibstoffe	17
3.2.3	Textilien	18
3.2.4	Biopolymere	18
4	Technologieentwicklung in Bayern in der holzbasierten Bioökonomie	20
4.1	Entwicklung in den Oberkategorien der holzbasierten Bioökonomie	21
4.2	Entwicklung in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie	22
5	Bayern im internationalen Vergleich	25
5.1	Internationaler Vergleich in den Einzeltechnologien	26
5.2	Vergleich der Technologieprofile Bayerns, Finnlands und Schwedens	31
5.2.1	Technologieprofil Bayern	31
5.2.2	Technologieprofil Finnland	32
5.2.3	Technologieprofil Schweden	33
5.2.4	Fazit Technologieprofile	35

6	Bayern im nationalen Vergleich	36
7	Regionale Forschungsschwerpunkte in Bayern	41
	Anhang	42
	Ansprechpartner/Impressum	48

1 Das Wichtigste in Kürze

Der Freistaat ist ein wichtiger Forschungsstandort für die holzbasierte Bioökonomie, mit ausbaufähiger Forschungsdynamik

Die vorliegende Studie analysiert auf Grundlage einer Patentanalyse die bayerischen Forschungsaktivitäten in relevanten Technologien der holzbasierten Bioökonomie. Die Produkte der holzbasierten Bioökonomie (Holz, Zellulose, Lignin) bieten eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in den verschiedensten Technologien bzw. Industrien und können dazu beitragen, fossile Ressourcen zu ersetzen oder zu reduzieren. Voraussetzung hierfür ist eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder, welche die Verfügbarkeit der Holzprodukte sichert.

Bayern ist ein wichtiger Forschungsstandort in der holzbasierten Bioökonomie. Die Zahl der Weltklassepatente ist zwischen 2000 und 2021 von 160 auf rund 300 angestiegen. Damit hat die holzbasierte Bioökonomie auch einen wesentlich höheren Anteil an der Bioökonomie insgesamt als im globalen Durchschnitt. Ein Großteil dieser Forschungsaktivitäten ist in Oberbayern verortet. Im internationalen Vergleich liegt Bayern bei den Weltklassepatenten auf einem beachtlichen zehnten Rang (Deutschland: Rang vier). Die Forschungsdynamik in Bayern ist seit 2017 jedoch nur unterdurchschnittlich ausgefallen, und im innerdeutschen Vergleich belegt Bayern Platz drei hinter Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen.

Bayerns Stärken befinden sich vor allem im Bereich der Papiertechnologien. Bayern verfügt über zahlreiche Weltklassepatente in den Technologien Papier/Papierherstellung, Sicherheitspapier und Papierverpackungen. Herausragend ist die Forschungsposition beim Thema Sicherheitspapier – mehr als jedes zehnte Weltklassepatent in dieser Technologie kommt aus Bayern.

Im Rahmen der Studie wurden vier Technologien mit besonders großem Zukunftspotenzial identifiziert: Biopolymere, Verpackungen, Biotreibstoff sowie Textilien auf Basis von Naturfasern und Zellulose. Die Bedeutung von Papierverpackungen nimmt immer mehr zu, da Papierverpackungen vermutlich die einzige echte Alternative zu Plastikverpackungen darstellen. Biotreibstoffe sind eine der wenigen Optionen zur Erreichung eines klimaneutralen Flugverkehrs. Angesichts der Tank- oder Teller-Diskussion dürften Biotreibstoffe zunehmend nur noch aus Holz und Stroh erzeugt werden. Bei Textilien sorgt der Wunsch nach klimaneutraleren und kreislauffähigen Rohstoffen zu einer anziehenden Nachfrage nach Textilien auf Basis von Naturfasern und Zellulose. Biopolymere bieten ebenfalls viel Potenzial, da sie petrochemisch erzeugte Fasern ersetzen können. Sie können unter anderem in Pharmaindustrie, Medizintechnik, Verpackungen und Nahrungsmitteln zum Einsatz kommen, sind oft biologisch abbaubar und einfach in die Kreislaufwirtschaft zu integrieren. In diesen vier Bereichen ist somit global ein erheblicher Bedeutungszuwachs zu erwarten.

2 Technologieanalyse der holzbasierten Bioökonomie

Patentanalyse zeigt die technologische Wettbewerbsfähigkeit Bayerns in der holzbasierten Bioökonomie

Im Rahmen der vorliegenden Analyse werden die technologischen Aktivitäten Bayerns im Bereich der holzbasierten Bioökonomie untersucht und sowohl national wie auch international mit relevanten Konkurrenzstandorten verglichen.

2.1 Methodik Patentanalyse

Die Grundlage der Technologieanalyse ist die Auswertung von Patentdaten.¹ 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.

Die Bedeutung der Forschungs- und Innovationsaktivitäten nimmt weltweit immer mehr zu. Patentanalysen tragen dazu bei, die Stärken und Schwächen einer Region aufzudecken. Nur wer sie kennt, kann Innovationspotenziale entdecken und umsetzen, wo sie bereits vorhanden sind, oder sie schaffen, wo sie bislang noch fehlen. Der Fokus von Patentanalysen liegt dabei naturgemäß ausschließlich auf den Innovationsaktivitäten von Unternehmen und Forschungsinstitutionen. Stärken oder Schwächen in Bereichen der Wertschöpfungskette, die nicht oder weniger von Innovationsaktivitäten der Unternehmen geprägt sind (z. B. Vertrieb, Marketing) können durch Patentanalysen nicht erfasst werden. Das gleiche gilt für Stärken oder Schwächen hinsichtlich Standortfaktoren (z. B. Produktionskosten, Energiekosten, Finanzierungsumfeld, Fachkräfteangebot).

In der vorliegenden Analyse liegt der Fokus auf der Entwicklung der Patente im Bereich der holzbasierten Bioökonomie. Hierfür wurden als erstes Technologiefelder auf Grundlage von Patentklassen und Stichwörtern definiert, welche die relevanten Technologiefelder in diesem Bereich bestmöglich abdecken. Anschließend wurden alle weltweit gültigen Patente identifiziert und den jeweiligen Technologien, Regionen/Ländern und Unternehmen/Forschungseinrichtungen zugeordnet.

Anhand der Entwicklung der Patente pro Jahr kann die Stärke der Patentportfolios der ausgewählten Länder bzw. Regionen analysiert und verglichen sowie die technologische

¹ Weitere Erläuterungen zum verwendeten Patentanalyse-Ansatz finden sich im Anhang der Studie.

Entwicklung seit dem Jahr 2000 aufgezeigt werden. Dabei werden sämtliche aktiven Patente, d.h. auch ältere noch gültige Patente, zum jeweiligen Stichtag (Jahresende) berücksichtigt. Dieses Vorgehen unterscheidet sich von anderen Patentanalysen, bei denen häufig nur neue Patentanmeldungen pro Jahr gezählt werden. Statt nur die Dynamik der Entwicklung zu messen, konzentriert sich der in dieser Studie verwendete Ansatz auf die absolute Größe und Stärke eines Patentportfolios zum jeweils aktuellen Zeitpunkt.

Ein weiteres wichtiges Element der Analyse ist der Fokus auf die Patent*qualität*. Bei unseren Auswertungen werden meistens Bestand und Entwicklung der besten zehn Prozent der Patente pro Technologieausgewiesen – der sogenannten Weltklassepatente. Grundlage für die Bewertung der Qualität ist dabei eine Kombination aus Zitierungen des Patents durch andere Patente bzw. Patentprüfer der Patentämter sowie der regionalen Abdeckung des Patentes. Für Bayern können somit die Patente identifiziert werden, die weltweit zu den Besten gehören.

Der Fokus auf die Weltklassepatente ist sinnvoll, um verzerrende Effekte durch länderspezifische Unterschiede in den Patentierungssystemen zu reduzieren. So werden beispielsweise in China Forscher u.a. mit Steuererleichterungen dazu angehalten, so viel wie möglich zu patentieren, um die Relevanz des Forschungsstandorts China zu erhöhen. Die einfache Messung der Patentaktivität im Hinblick auf Neuanmeldungen überzeichnet die Bedeutung bestimmter Länder und verzerrt das Gesamtbild.

Weitere Erläuterungen zum verwendeten Patentanalyse-Ansatz finden sich im Anhang der Studie

2.2 Überblick über die Bioökonomie

Die Bioökonomie basiert auf der nachhaltigen Nutzung biologischer Ressourcen und biotechnologischer Verfahren, um wirtschaftliche Entwicklung und ökologische Nachhaltigkeit miteinander zu verbinden. Sie zielt darauf ab, fossile Ressourcen zu ersetzen oder zu reduzieren, um eine nachhaltigere Wirtschaftsweise zu ermöglichen. Hierfür nutzt sie die Vielfalt biologischer Ressourcen, einschließlich Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen und Algen, um Produkte, Materialien und Energieträger herzustellen. Durch die Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Ressourcen kann sie zur Verringerung von Treibhausgasemissionen und zum Klimaschutz beitragen.

Die Bioökonomie umfasst alle wirtschaftlichen Bereiche, die erneuerbare biologische Ressourcen zur Herstellung bzw. Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen nutzen. Dazu gehören unter anderem Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Lebensmittelproduktion, Papier- und Textilindustrie, Energiewirtschaft, (agro-)chemische Industrie, Pharmazie und Biotechnologie. Auch Kreislaufwirtschaft zählt zur Bioökonomie. Dabei werden Produkte und Ressourcen möglichst effizient genutzt und Abfälle minimiert.

Die Bioökonomie wird entscheidend durch technologische Innovationen vorangetrieben. In technologischer Hinsicht umfasst die Bioökonomie Technologien, die sich grundsätzlich

mit Pflanzen und Tieren befassen, sowie deren unmittelbare Produkte daraus. In der Technologieanalyse sind die folgenden Bereiche der Bioökonomie zugewiesen:

- Landwirtschaftstechnik, Traktoren und Erntemaschinen
- Biotechnologie für Pflanzen, inkl. gentechnologisch angepasste Erntepflanzen, Samen und Saatgut-Entwicklung, Pflanzenschutzmittel und Dünger
- Satelliten- oder Drohnengesteuerte Präzisionslandwirtschaft
- Bewässerungstechnologie und andere klimaangepasste Technologien wie vertikaler Anbau
- Tierfutter und Aquakulturen
- Algen und Biopolymere
- Biomasse und Biotreibstoffe.

Ein entscheidender Bestandteil der Bioökonomie sind ferner die Waldbewirtschaftung und Holzwirtschaft. Dieser Teilbereich der Bioökonomie – die holzbasierte Bioökonomie – steht im Zentrum der vorliegenden Analyse. Sie stellt auch einen wichtigen Anteil innerhalb der Bioökonomie-Technologien. Aktuell weist der Bereich Bioökonomie global insgesamt 600.000 aktive Patente auf, die holzbasierte Bioökonomie steht für 130.000 Stück (vgl. zur Dynamik in diesen Bereichen auch unter Kapitel 2 und 3).

2.3 Im Fokus: die holzbasierte Bioökonomie

2.3.1 Einordnung und Bedeutung

2.3.1.1 Nachhaltige Waldbewirtschaftung trägt zu einer ökologischeren Wirtschaftsweise bei

Wälder stellen aufgrund der hohen Pflanzendichte pro Quadratmeter – wie es insbesondere in bayerischen Wäldern der Fall ist – eine wichtige biologische Ressource dar. Die Waldbewirtschaftung umfasst Themen wie die Aufforstung, Pflege, Ernte, Wiederherstellung und Umbau zur Anpassung an den Klimawandel. Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung zielt darauf ab, ökologische, wirtschaftliche und soziale Ziele in Einklang zu bringen. Dies beinhaltet den Schutz der Biodiversität, die Erhaltung des Ökosystems, die Sicherung der Holzproduktion als wichtiger nachwachsender Rohstoff, und auch die Förderung der regionalen Entwicklung. Die Waldbewirtschaftung hat auch eine wichtige Funktion im Rahmen der Maßnahmen gegen den Klimawandel. Zu nennen sind hier die Rolle der Wälder als Kohlenstoffspeicher sowie der Ersatz von nicht erneuerbaren Materialien und Produkten durch holzbasierte Materialien. Die Ernte und Verwendung der Waldrohstoffe stehen zudem nicht in Konkurrenz zur Produktion von Nahrung. Des Weiteren bieten Wälder Schutz vor Erosion, tragen zur Wasserspeicherung bei und bieten Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen und Tieren.

2.3.1.2 Holzprodukte können fossile Materialien ersetzen

Die Holzwirtschaft stellt die nächste Stufe der Wertschöpfungskette in der holzbasierten Bioökonomie dar. Holz und Holzprodukte können für eine Vielzahl von Anwendungen verwendet werden, darunter Bau- und Konstruktionsmaterialien, Möbel, Papier, Verpackungen und Biomasse zur Energieerzeugung. Aber auch in Astronautenanzügen, Wundaufgaben, Medikamenten und Batterien kommen Holzbestandteile zum Einsatz. Durch den Einsatz von Holz als Ersatz für fossile Materialien wie Beton, Kunststoffe oder Metalle kann der CO₂-Fußabdruck verringert werden.

Die Nutzung von Holz und Papier ist ideal im Sinne der Kreislaufwirtschaft und einer Rückführung der Rohstoffe ins Ökosystem. Wälder sind zudem auch eine nicht zu ersetzende Rohstoffquelle für zwei wichtige Biopolymere – Zellulose und Lignin. Diese Biopolymere sind eine nachhaltige Alternative zu petrochemischen Rohstoffen.

Angesichts der vielfachen Anwendungsmöglichkeiten gibt es kaum echte nachhaltige Alternativen zum Rohstoff Holz. Allerdings weist die Beschaffenheit der Holzbestandteile gewisse Eigenschaften auf, die den Einsatz in verschiedenen Bereichen erschweren. Die Umwandlung von Zellulose oder Lignin in hochwertige nachhaltige Kunststoffe erfordert etwa komplexe Verfahren und Technologien, welche gleichzeitig wirtschaftlich rentabel sein müssen. Ein anderes Beispiel ist die stärkere Nutzung von Holz als Rohstoffquelle für Treibstoffe als Ersatz für petrochemische Treibstoffe.

Neue Ansätze und Technologien sind daher nötig, um die Nutzung von Holz und Waldressourcen weiter zu optimieren und eine noch stärkere Verbreitung der Rohstoffe in verschiedenen Industrien und Einsatzgebieten zu erreichen.

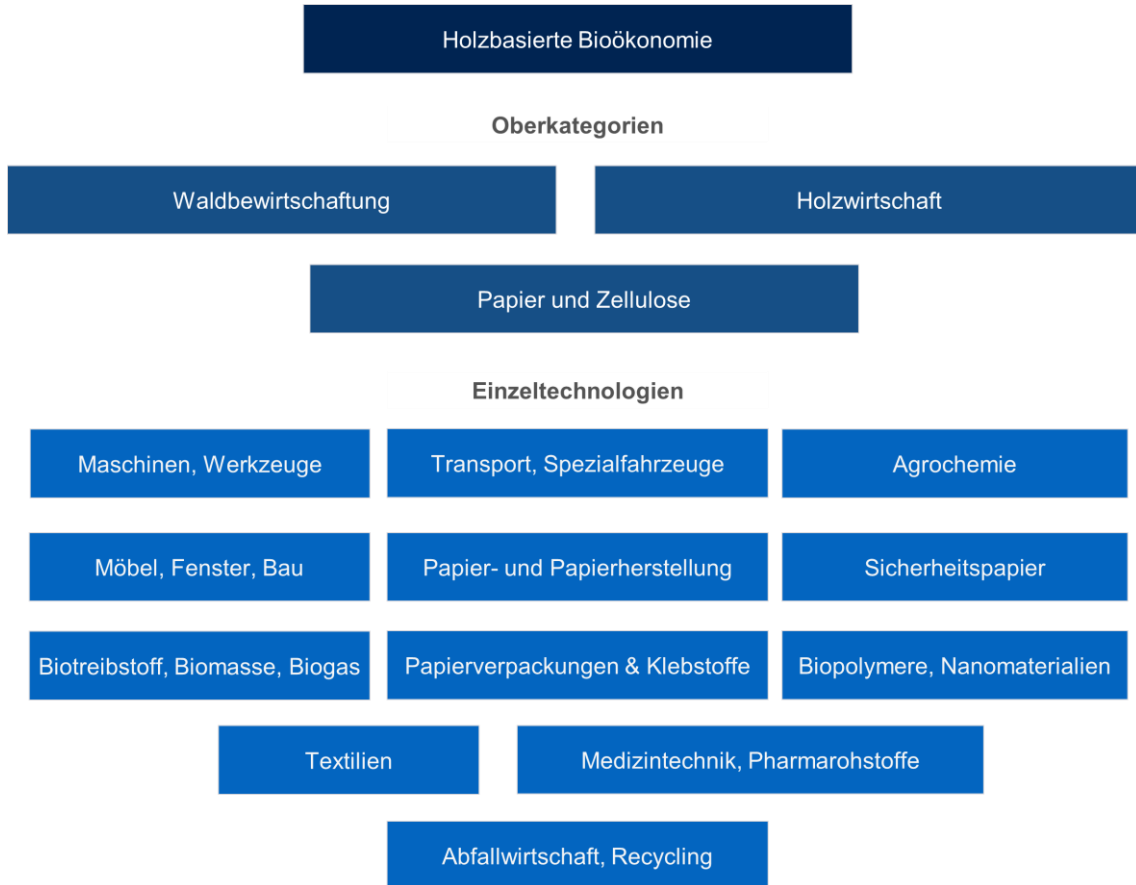
Eine stärkere Nutzung in verschiedensten Anwendungsbereichen bedingt allerdings, dass ausreichend Holz bzw. Zellulose und Lignin auch zur Weiterverarbeitung zur Verfügung stehen. Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder ist somit eine zentrale Voraussetzung für die Umsetzung von technologischen Innovationen in der holzbasierten Bioökonomie.

2.3.2 Relevante Technologiebereiche

Diese Technologien umfassen die Waldbewirtschaftung, den Anbau von Bäumen, die Ernte und die Weiterverarbeitung von Holz als Rohstoff. Sie lassen sich in drei Oberkategorien sowie zwölf Einzeltechnologien unterteilen.² Die Abbildung auf der folgenden Seite gibt einen Überblick über die Technologieeinteilung. Formatieren Sie bitte mit den Formatvorlagen „Verzeichnis 4“ bzw. „Verzeichnis 5“ (bzw. 1-Verzeichnis 4 schmal und 1-Verzeichnis 5 schmal).

² Eine inhaltliche Beschreibung der verschiedenen Technologien findet sich im Anhang.

Abbildung 1
Technologiefelder der holzbasierten Bioökonomie



Quelle: EconSight

Anzumerken ist, dass im Folgenden bei fast allen Technologien nur Patente berücksichtigt wurden, die einen klaren inhaltlichen Bezug zur Wald- oder Holzwirtschaft haben. Ausnahmen gelten insofern für Möbel/Fenster/Bau einerseits und Papier- und Papierherstellung andererseits: Die Technologie Möbel/Fenster/Bau beinhaltet im Möbel-Bereich auch Patente, bei denen der Einsatz von Holz nicht explizit erwähnt ist. Möbel, wie z. B. Stühle oder Schränke werden generell in einem Holzbezug verstanden oder könnten aus Holz sein, ohne dass dies speziell erwähnt wird. Daher ist es nur unzureichend möglich, Patente im Möbel-Bereich in Holzmöbel und Kunststoffmöbel einzuteilen. Dies bewirkt, dass auch Kunststoffartikel oder Gegenstände aus Metall oder Glas im Möbelfeld miteingeschlossen werden. Ein vergleichbares Problem bezüglich der inhaltlichen Abgrenzung besteht auch bei der Technologie Papier- und Papierherstellung, wofür neben Holz mineralische Reststoffe („Steinpapier“) und Polymere (insb. Polypropylen, dann „Synthetic Paper“) in Betracht kommen. Diese beiden Technologien sind auch deshalb in Bezug auf die Patenzahlen grösser als die anderen Technologien.

Insgesamt stehen somit als Ergebnis zwölf Technologien, welche die gesamte Tiefe und Breite der holzbasierten Bioökonomie aus patentbasierter Technologiesicht bestmöglich abdecken. Die Auflistung dieser Technologien zeigt auch, dass Innovationen im Bereich der holzbasierten Bioökonomie nicht nur für Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft relevant sind, sondern auch für zahlreiche andere Branchen wie etwa die Textilbranche oder die Life Sciences-Branchen.

3 Globale Technologieentwicklung in der holzbasierten Bioökonomie

Aufhellung der Rahmenbedingungen lässt für die nächsten Jahre ein Wiederanziehen der Forschungsdynamik erwarten.

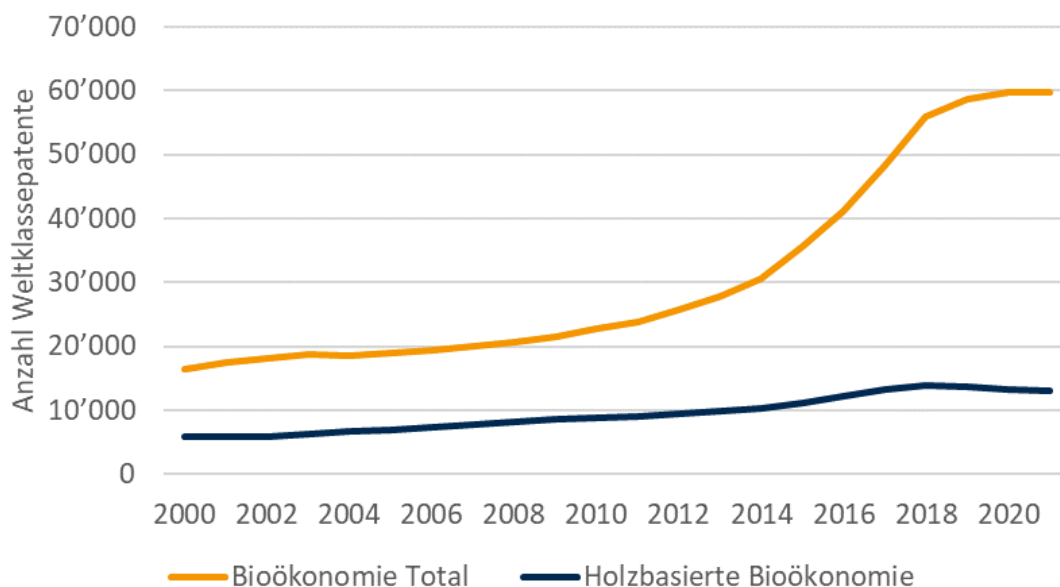
3.1 Entwicklung in den Oberkategorien der holzbasierten Bioökonomie

Die globalen Forschungsaktivitäten im Bereich der Bioökonomie haben sich in den letzten 20 Jahren insgesamt dynamisch entwickelt. Im Zeitraum 2000 bis 2021 hat sich die Zahl der aktiven Patente in diesem Bereich von rund 160.000 auf knapp 600.000 fast vervierfacht. Per Definition werden die 10 Prozent der weltweit am besten bewerteten Patente in einer Technologie als Weltklassepatente bezeichnet.

Im Bereich der holzbasierten Bioökonomie war zwischen 2000 und 2021 ein Anstieg des gesamten Patentbestands von knapp 60.000 auf knapp 130.000 zu beobachten.

Abbildung 2

Entwicklung der Weltklassepatente seit 2000



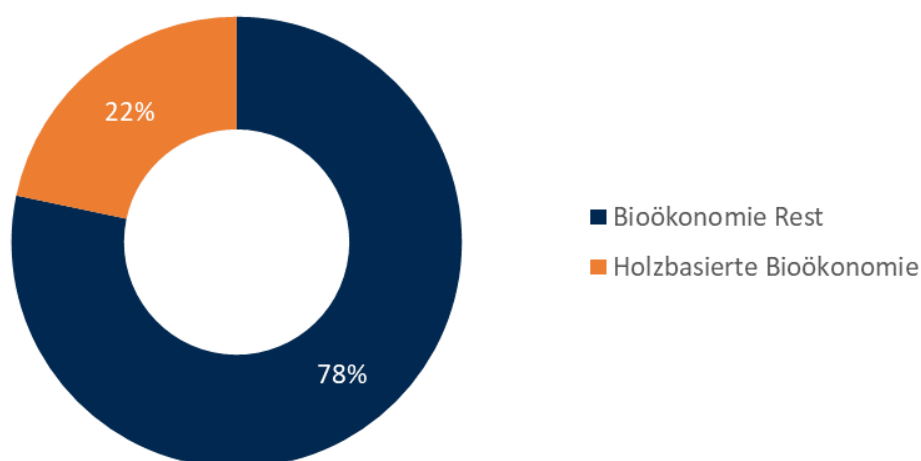
Quelle: EconSight

Aufgrund des geringeren Wachstumstempos in der holzbasierten Bioökonomie hat sich der Anteil an den gesamten Patenten in der Bioökonomie verkleinert. Lag der

entsprechende Anteil der holzbasierten Bioökonomie im Jahr 2000 noch bei 36 Prozent, hat sich dieser Wert bis 2021 auf 22 Prozent reduziert.

Abbildung 3

Anteil holzbasierte Bioökonomie an Patenten der gesamten Bioökonomie, 2021



Quelle: EconSight

Auffällig ist, dass sowohl in der gesamten Bioökonomie als auch in der holzbasierten Bioökonomie die Patentzahlen zwischen 2014 und 2018 stark gestiegen sind, seitdem jedoch das Wachstumstempo nachgelassen hat. Eine Rolle hierbei spielt, dass die chinesischen Forschungsaktivitäten in der Bioökonomie zeitweise massiv ausgeweitet wurden, aber in den letzten Jahren eine Abschwächung zu verzeichnen war. Die chinesische Entwicklung läuft damit parallel zu den Zielen der dortigen politischen Fünfjahrespläne. In früheren Fünfjahresplänen war die Entwicklung einer grünen Gesellschaft mit ausgeprägter Landwirtschaft auf hohem technischem Niveau wichtiges Entwicklungsziel. Im letzten Fünfjahresplan wechselte der Fokus auf die Förderung von High-Tech-Industrien. Gerade bei den staatsnahen chinesischen Unternehmen und den Hochschulen dürfte dies zur Innovationszurückhaltung im Bereich der (holzbasierten) Bioökonomie beigetragen haben.

Aber auch in den führenden westlichen Ländern hat die Innovationsdynamik in der (holzbasierten) Bioökonomie in der zweiten Hälfte der 2010er Jahre nachgelassen. Ein Bremsfaktor war diesbezüglich sicherlich die Unsicherheit darüber, ob der Wald und Produkte aus dem Wald überhaupt wirtschaftlich genutzt werden können, gerade um daraus mit komplexen Prozessen hochwertige und oft auch hochpreisige Produkte herzustellen. Diese Unsicherheit hat die Innovationsbereitschaft belastet. Exemplarisch ist dies etwa am deutlichen Einbruch der Innovationstätigkeiten in den USA zum Thema Biotreibstoffe zu erkennen. Auch die während der 2010er Jahre auf globaler Ebene noch überwiegend recht

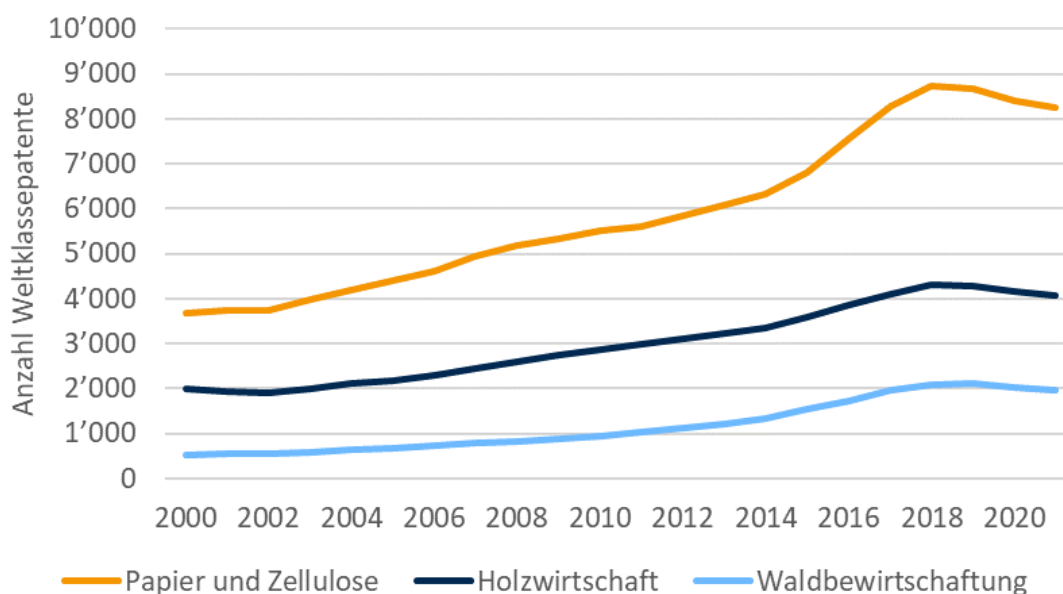
tiefen Energiepreise sowie die damaligen noch weniger strikten Klimaschutzvorgaben haben es erschwert, hochkomplexe Güter der holzbasierten Bioökonomie zu entwickeln und zu wettbewerbsfähigen Preisen am Markt zu verkaufen.

3.2 Entwicklung in den Oberkategorien der holzbasierten Bioökonomie

Betrachtet man die technologische Entwicklung innerhalb der holzbasierten Bioökonomie genauer, fällt auf, dass ein Großteil der globalen Forschungsaktivitäten im Bereich Papier und Zellulose zu verzeichnen ist. Im Jahr 2021 gab es rund 8.000 Weltklassepatente in diesem Bereich, das entspricht mehr als der Hälfte aller Weltklassepatente in der holzbasierten Bioökonomie. Die Zahl der Weltklassepatente in den Bereichen Holzwirtschaft und Waldbewirtschaftung lag 2021 mit rund 4.000 bzw. knapp 2.000 deutlich tiefer.

Abbildung 4

Entwicklung der Weltklassepatente in den drei Oberkategorien



Anmerkung: Einige Patente sind mehreren Kategorien zugeteilt, daher ist die Summe der drei Kategorien grösser als das Aggregat holzbasierte Bioökonomie.

Quelle: EconSight

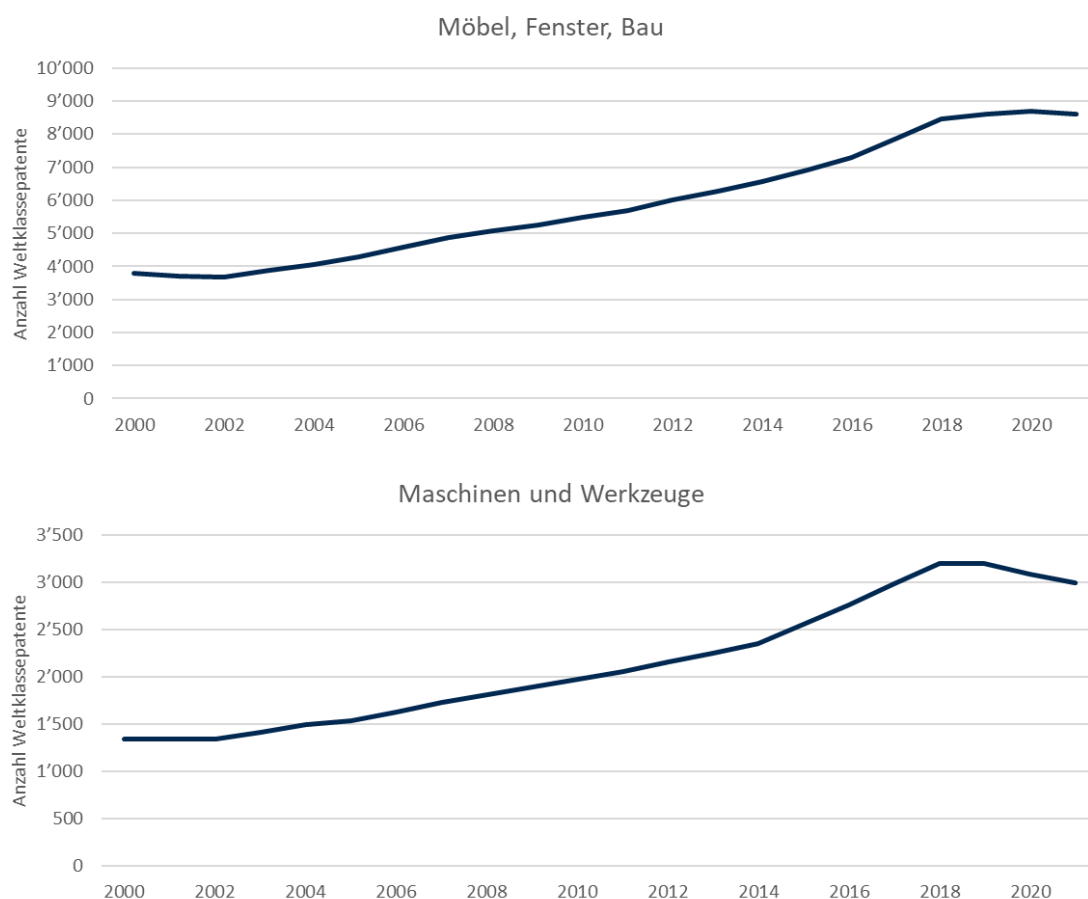
Die hohe Zahl an Patenten im Bereich Papier und Zellulose ist nicht überraschend, da die Patente der Papierindustrie vollständig dieser Oberkategorie zugerechnet werden und generell mehr Patente entlang der Wertschöpfungskette entstehen als bei der Grundstoffherstellung. Papier und Zellulose haben zudem durch die hohe Verbreitung in vielen Produkten des täglichen Lebens eine sehr breite Anwendungspalette.

Die höchste Forschungsdynamik war jedoch in der Kategorie Waldbewirtschaftung zu beobachten, wo sich die Zahl der Weltklassepatente seit 2000 fast vervierfacht hat. Der Wald bzw. die Nutzung der Waldressourcen ist durch die deutlich gestiegene Bedeutung von Klimaschutz und Nachhaltigkeit einerseits, aber auch durch gestiegene Preise für fossile Energieträger und viele andere Rohstoffe andererseits zuletzt stärker in den Fokus von Politik und öffentlicher Wahrnehmung geraten. Ob das dauerhaft die Innovationstätigkeit beflügelt, hängt allerdings nicht zuletzt davon ab, ob es gelingt, die Bedeutung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und der entsprechenden Holznutzung (im Gegensatz zur Stilllegung von Wäldern) in Politik und Gesellschaft zu verankern.

3.2 Entwicklung in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie

Auf Ebene der Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie gibt es deutliche Unterschiede in Bezug auf das Patentwachstum bzw. den Verlauf im Zeitablauf. In der gemessen an den Patentzahlen größten Einzelkategorie Möbel, Fenster, Bau hat sich der aktive Patentbestand im Zeitraum 2000 bis 2021 mehr als verdoppelt (von knapp 3.800 auf rund 8.600). Eine ähnliche Dynamik war auch bei Maschinen und Werkzeugen zu beobachten, wo die Patentzahlen im gleichen Zeitraum von rund 1.350 auf knapp 3.000 gestiegen sind.

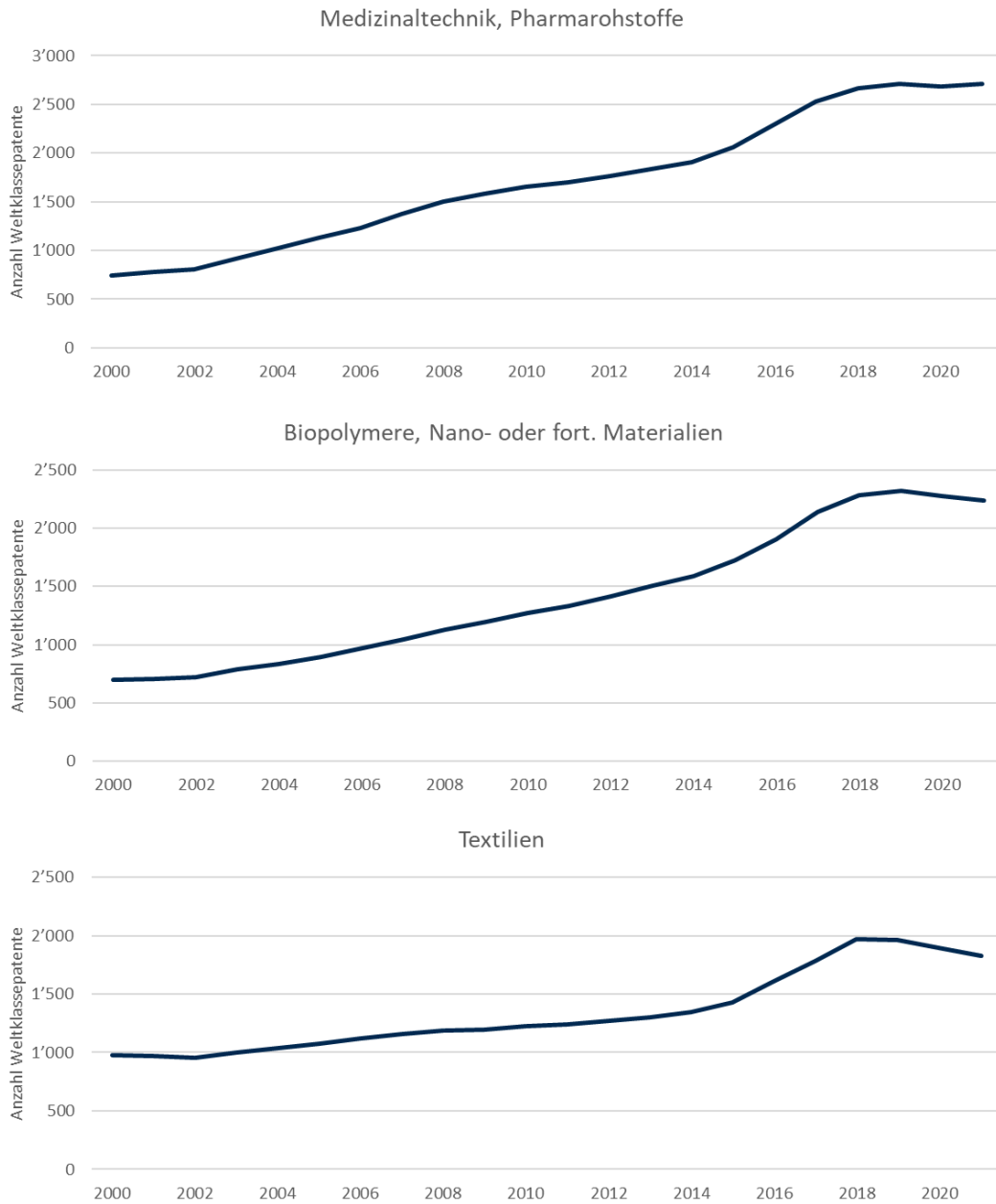
Abbildung 5
Entwicklung Weltklassepatente in den Einzeltechnologien (Teil 1)



Quelle: EconSight

Eine überdurchschnittlich hohe Wachstumsdynamik war bei den Technologien Medizinal-technik und Pharmarohstoffen sowie Biopolymeren zu verzeichnen. In diesen beiden Technologien haben sich die Bestände an Weltklassepatenten seit 2000 mehr als verdreifacht. Etwas weniger schwungvoll war die Entwicklung bei den Textilien auf Basis von Naturfasern und Zellulose, wo sich die Weltklassepatente knapp verdoppelt haben.

Abbildung 6
Entwicklung Weltklassepatente in den Einzeltechnologien (Teil 2)

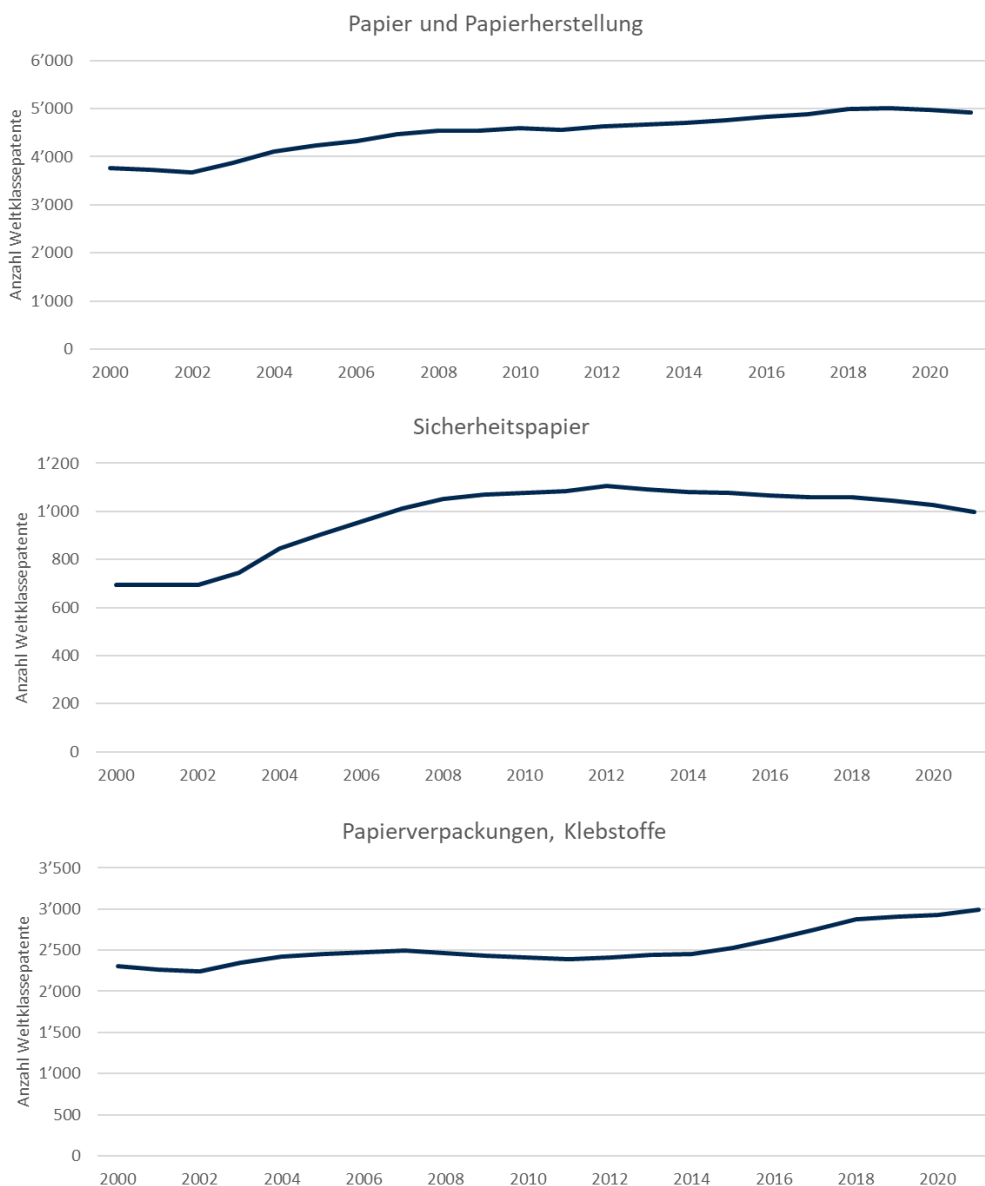


Quelle: EconSight

Nur wenig gestiegen sind dagegen die Patente in den Bereichen Papier und Papierherstellung sowie Sicherheitspapier (Banknoten, Ausweise usw.). Hierzu beigetragen haben strukturelle Trends, die die Nachfrage und damit auch die Innovationstätigkeit bremsen (Wandel von Print- zu Onlinemedien, Trend hin zu digitalen Zahlungsmitteln anstelle von Banknoten). Dynamischer verlief die Entwicklung dagegen bei den Papierverpackungen und

Zellulose-Klebstoffen, wo unter anderem das Wachstum im Online-Handel für eine starke Nachfrage nach Verpackungen sorgt, und daher auch hohe Innovationsanreize bestehen.

Abbildung 7
Entwicklung Weltklassepatente in den Einzeltechnologien (Teil 3)



Quelle: EconSight

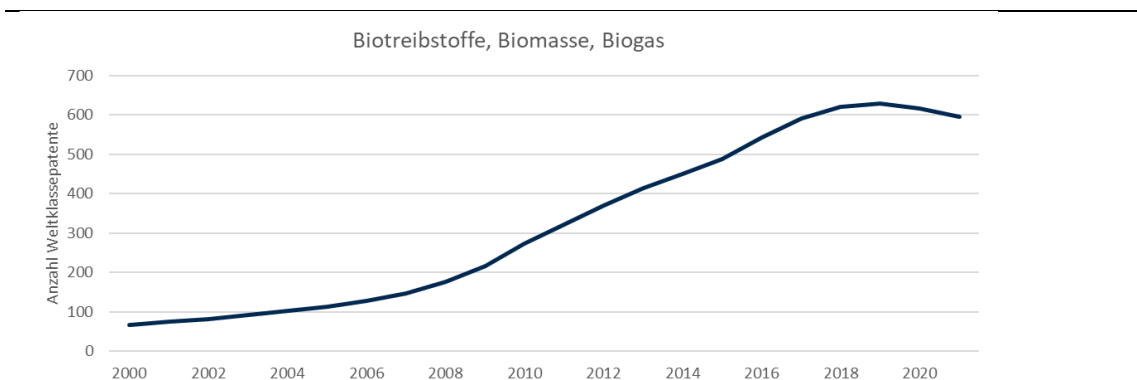
Unter den gemessen an den Patenzahlen kleineren Technologiefeldern war das höchste Wachstum in der Technologie Biotreibstoff, Biomasse, Biogas zu beobachten. Trotz des sehr hohen Wachstums lag die Gesamtzahl an Weltklassepatenten 2021 mit genau 600 Stück aber immer noch vergleichsweise tief.

Holz- und Holzreste sind ähnlich wie Stroh- und andere Agrarreste verhältnismäßig schwer aufzuschließen, um sie für eine Energieproduktion zugänglich zu machen. Die Holzreste-Biomasse muss mit Hitze und Säuren, biotechnisch oder mit komplexen Katalysatoren erst für die weitere Verarbeitung in handhabbare Moleküle zerlegt werden. Im reinen Treibstoff-Umfeld stehen die Biotreibstoffe zudem mit den industriell einfacher zugänglichen synthetischen Treibstoffen im Wettbewerb, die (im Gegensatz zu petrochemischen Treibstoffen) ebenfalls klimaneutral produziert werden können. Dies erschwerte für die tendenziell teureren Biotreibstoffe bisher eine Durchsetzung am Markt.

Aktuelle Indikatoren deuten aber zumindest in einigen europäischen Ländern auf eine verstärkte Innovationsaktivität in den nächsten Jahren hin, insbesondere da laufende Prototypen-Anlagen und reife Innovationen bereits vorliegen. Zudem ist die Nutzung einfach verwertbarer Rohstoffe wie Zucker oder Weizen aus ethischer Perspektive (Diskussion „Tank oder Teller“) und auch mit Blick auf die Biodiversität zunehmend umstritten.

Abbildung 8

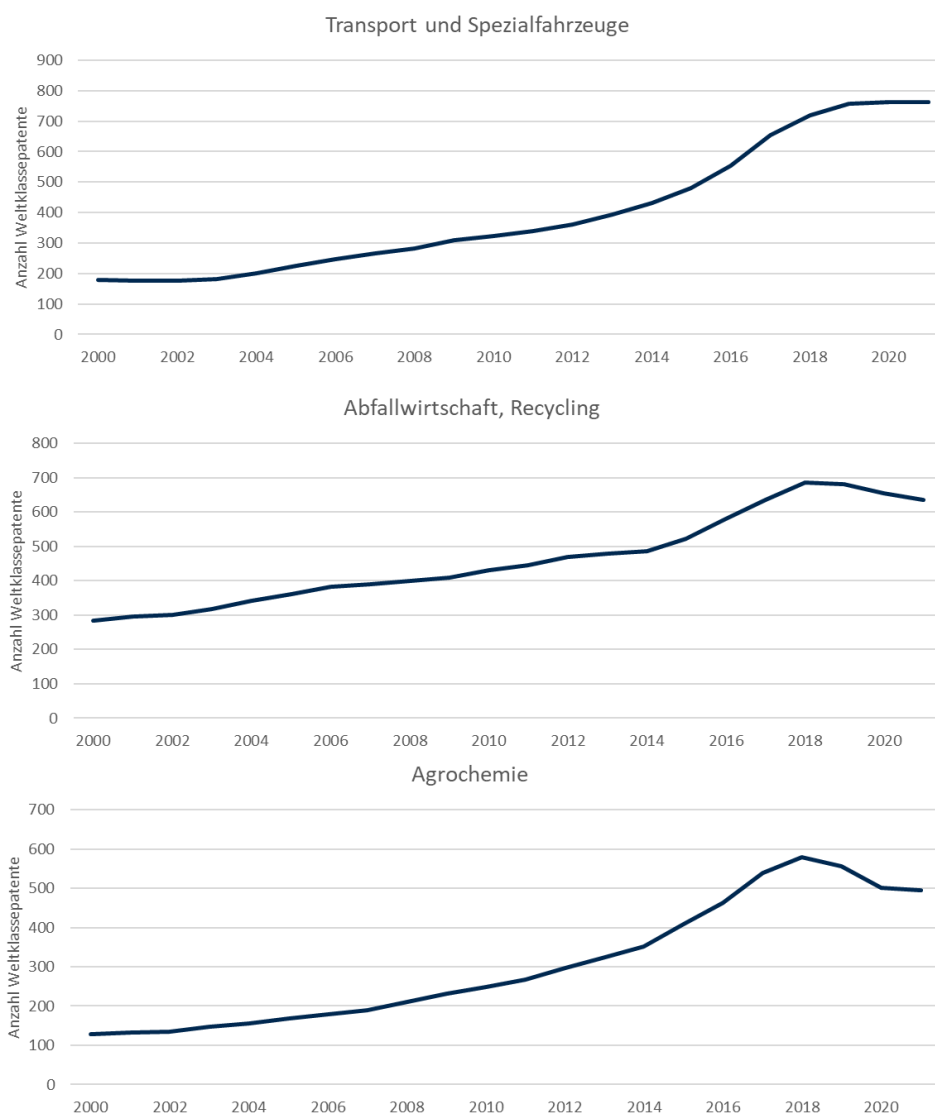
Entwicklung Weltklassepatente in den Einzeltechnologien (Teil 4)



Quelle: EconSight

Auch bei den Technologien Agrochemie sowie Transport und Spezialfahrzeuge war ein schwungvoller Anstieg der Weltklassepatente zu verzeichnen. Etwas weniger dynamisch verlief die Entwicklung in der Technologie Abfallwirtschaft und Recycling (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9
Entwicklung Weltklassepatente in den Einzeltechnologien (Teil 5)



Quelle: EconSight

3.3 Ausblick: Technologien in der holzbasierten Bioökonomie mit hohem Potenzial

Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, hat die globale Forschungsdynamik im Bereich der holzbasierten Bioökonomie seit 2018 nachgelassen. Die Rahmenbedingungen für Investitionen haben sich jedoch zuletzt deutlich aufgehellt. Im Zuge der wachsenden Bedeutung der Kreislaufwirtschaft steigt etwa die Nachfrage nach Holzprodukten zum Ersatz von Kunststoffen. Zudem sorgen auch die höheren Energiepreise dafür, dass die Wettbewerbs-

fähigkeit von holzbasierten Produkten (z. B. Biotreibstoffen) zunimmt. Auch die weltweit verschärften Klimaschutzziele erhöhen die relative Attraktivität von Produkten der holzbasierten Bioökonomie im Vergleich zu auf fossilen Rohstoffen basierenden Produkten. Daher ist davon auszugehen, dass die Abschwächung der Innovationsaktivitäten in den letzten Jahren nur ein Zwischentief darstellt und die Forschungsdynamik zukünftig wieder stärker an Schwung gewinnt. Die Zukunftsaussichten unterscheiden sich jedoch für die zwölf Einzeltechnologien. Im Folgenden werden die Technologien mit besonders hohem Wachstumspotenzial auf globaler Ebene hervorgehoben.

3.2.1 Papierverpackungen

Die Bedeutung von Papierverpackungen nimmt immer mehr zu. Papierverpackungen stellen die einzige echte Alternative zu Plastikverpackungen dar, welche aus verschiedenen Perspektiven immer stärker unter Druck geraten. Papierverpackungen und Karton haben grundsätzlich die größte Chance in die Kreislaufwirtschaft integriert zu werden, wenn sie technologisch die Anforderungen seitens der Kunden ebenso erfüllen wie diejenigen der Recycling-Industrie (Beispiele Strohhalme und Milchkarton).

Es bietet sich auch durch die Verknüpfung mit Sicherheitselementen ein wachsender Markt hochwertiger Verpackungen zum Schutz, zur Nachverfolgung und zur Authentifizierung von teureren Gütern, wie Medikamenten. Es ist zu erwarten, dass dieser Bereich noch deutlich weiterwächst.

Auf globaler Ebene ist traditionell Japan sehr aktiv in der Forschung im Bereich Papierverpackungen, während China vor allem bei Verpackungsmaschinen eine hohe Forschungsdynamik aufweist.

3.2.2 Biotreibstoffe

Biotreibstoffe sind neben den synthetischen Treibstoffen, die allerdings bisher oft nicht klimaneutral hergestellt werden, die wohl einzige echte Alternative zur Erreichung eines klimaneutralen Langstreckenverkehrs, insbesondere dem Fliegen. Diese Biotreibstoffe werden aufgrund der Tank- oder Teller-Diskussion kurz- bis mittelfristig nur noch aus Pflanzenabfällen erzeugt werden können, und hier spielt Holz neben Stroh die wichtigste Rolle.

In diesem Bereich rechnen wir daher mit einem hohen Wachstumspotenzial, vorausgesetzt holzbasierte Biotreibstoffe können sich dank weiterer technologischer Fortschritte gegen die Konkurrenz der synthetischen Treibstoffe durchsetzen, und die (nachhaltige) Bewirtschaftung von Wäldern wird nicht weiter eingeschränkt. Technologisch ist hier Europa stark, während sich in den USA die Innovationstätigkeiten zuletzt abgeschwächt haben und China bislang vergleichsweise wenig aktiv ist. Prototypen und kleinere Anlagen sind in Europa bereits in Betrieb und es ist viel Know-How vorhanden.

3.2.3 Textilien

Textilien auf Basis von Naturfasern und Zellulosen haben eine lange Tradition und beide Marktsegmente, die der Gewebe („woven“) und auch die der Vliese („non-woven“), sind in den letzten Jahrzehnten sehr stark von meist günstiger herstellbaren und funktionellen Kunststofffasern verdrängt worden. Hier dürfte zukünftig ein gegenläufiger Trend einsetzen und auch die Patententwicklung deutet darauf hin, dass neue Produkte auf Basis von Naturfasern und Zellulosen im Kommen sind. Die Gründe hierfür sind vergleichbar mit dem zunehmenden Einsatz von Holz im Bau, d.h. insbesondere der Wunsch nach klimaneutralen und kreislauffähigen Rohstoffen in der Textilindustrie. Die Natur- und Zellulosefasern stehen dabei allerdings in Konkurrenz zu anderen Biopolymeren, die direkt Kunststofffasern klassischer Art ersetzen können (z. B. Polyhydroxyalkanoate (PHA, PHB) oder Polymilchsäure (PLA)) und ebenfalls klimaneutral hergestellt werden können. Des Weiteren ist zu erwarten, dass nach dem bereits erfolgreichen PET-Recycling von Flaschen nun auch ein zunehmendes Recycling von PET-Textilien kommen wird. Bei Textilien auf Basis von Naturfasern und Zellulose sind Asien und insbesondere China technologisch führend. Zusammenfassend bleibt das Umfeld für Naturfasern und Cellulosen aus Holzrohstoffen komplex, bietet aber durchaus viel Potential.

3.2.4 Biopolymere

Die Zahl der Patente für Biopolymere z. B. als petrochemische Kunststoff-Alternative ist im letzten Jahrzehnt deutlich gewachsen, doch auch dieser Bereich hatte in den letzten Jahren mit dem schwierigen Marktumfeld zu kämpfen. Ähnlich wie die Biotreibstoffe waren auch Biopolymere bislang nur zu hohen Kosten herstellbar oder reichten in der Funktionalität nicht an die klassischen Kunststoffe heran. Biopolymere sind aber in Pharma, Medizintechnik, Verpackungen und Nahrungsmitteln beliebte Rohstoffe, die noch viel Potenzial haben, da sie naturnäher, oft biologisch abbaubar und einfacher in die Kreislaufwirtschaft zu integrieren sind.

Grundsätzlich kann man holz- und zellulosebasierte Biopolymere von anderen zumeist bakteriell oder biotechnisch hergestellten Polymeren (z. B. Polyhydroxyalkanoate oder Polymilchsäure) unterscheiden. Beide Typen werden im Markt in Konkurrenz treten, unterscheiden sich aber in ihren Eigenschaften. Biotechnisch hergestellte Polymere werden bis heute ähnlich wie die Biotreibstoffe oft noch aus zuckerhaltigen Rohstoffen gewonnen, was langfristig keine Option ist (siehe oben). Die Verwendung von Holz- und Bioabfällen, aber auch die Nutzung von abgeschiedenem CO₂ wird daher bereits aktiv erforscht. Zellulose-basierte Biopolymere und daraus abgeleitete Materialien sind leichter aus Holz zu gewinnen, aber technologisch komplex zu verarbeiten und eignen sich oft aufgrund der Eigenschaften nicht zum direkten Austausch von Plastik. Das Wachstumspotenzial ist jedoch hoch, insbesondere da Zellulose-basierte Biopolymere in Segmenten mit hoher Wertschöpfung (z. B. Pharma oder Medizintechnik) zum Einsatz kommen können.

In Europa, Japan und den USA werden Biopolymere bereits seit längerem erfolgreich erforscht und auch produziert, aber der breite Durchbruch steht noch aus. China forscht

ebenfalls verstärkt an Biopolymeren, um den Ersatz petrochemisch erzeugter Fasern zu ermöglichen und hat bereits klare Produktionsziele publiziert. Hier wird sich ein breites Feld vieler Varianten und Anwendungen entwickeln, was sich in den Patenten bereits ablesen lässt. Zellulose-basierte Biopolymere dürften dabei eine wichtige Rolle spielen.

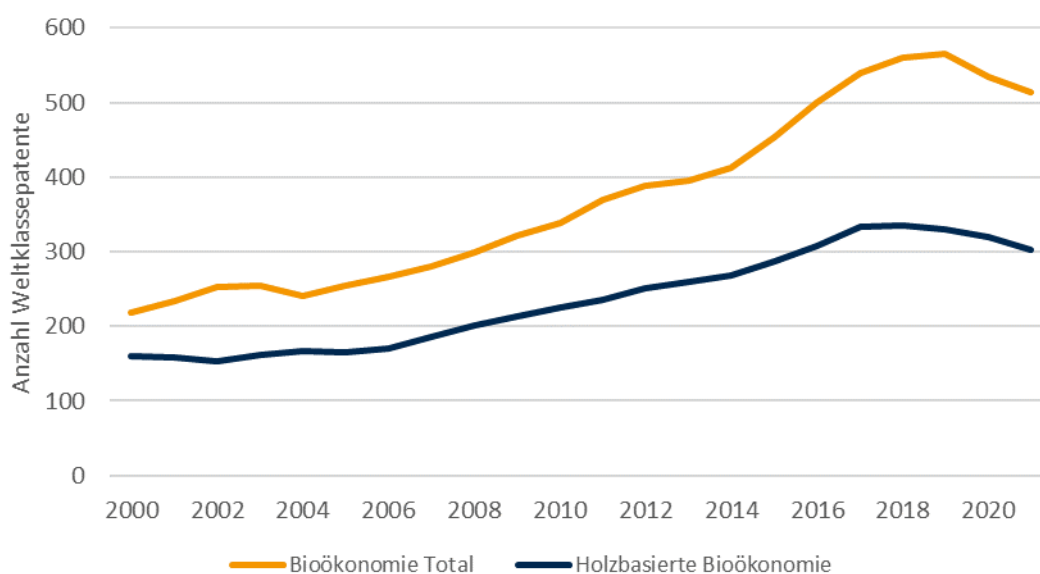
4 Technologieentwicklung in Bayern in der holzbasierten Bioökonomie

Innerhalb der Bioökonomie ist die Bedeutung holzbasierter Technologien in Bayern überdurchschnittlich hoch

In Bayern hat sich die Zahl der Weltklassepatente in der Bioökonomie zwischen 2000 und 2021 von rund 220 auf über 500 mehr als verdoppelt. Im Bereich der holzbasierten Bioökonomie stiegen die Weltklassepatente von 160 auf rund 300. Damit war die Dynamik in der holzbasierten Bioökonomie mit einem jährlichen Patentwachstum von 3,1 Prozent jedoch etwas geringer als auf globaler Ebene (Welt: + 3,8 Prozent). Auch in Bayern hat sich seit 2018 das Patentwachstum abgeschwächt.

Abbildung 10

Entwicklung der Weltklassepatente in der (holzbasierter) Bioökonomie seit 2000 in Bayern

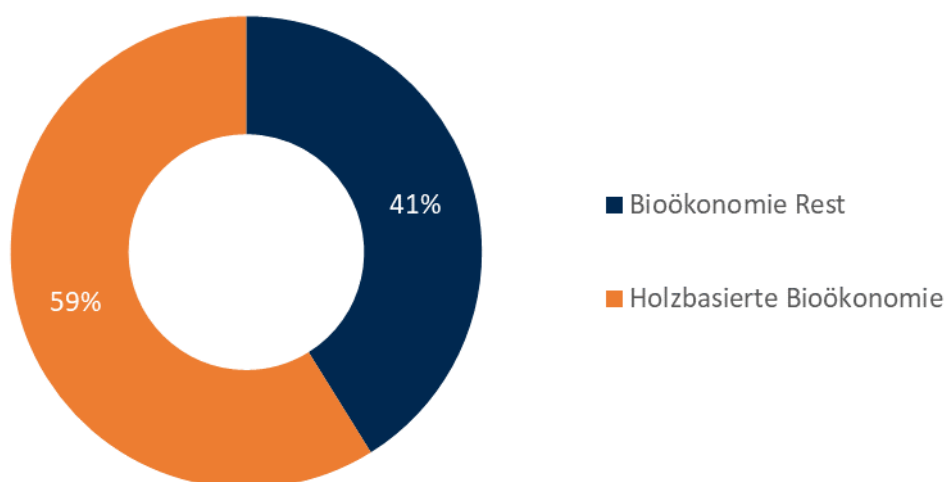


Quelle: EconSight

Trotz der im globalen Vergleich leicht unterdurchschnittlichen Patentdynamik ist in Bayern die Bedeutung der holzbasierten Bioökonomie innerhalb der gesamten Bioökonomie wesentlich grösser als im weltweiten Vergleich. In Bayern stammt mehr als jedes zweite Weltklassepatent in der Bioökonomie aus der holzbasierten Bioökonomie, während der entsprechende globale Anteil lediglich bei gut einem Fünftel liegt. Dies zeigt, dass die holzbasierte Bioökonomie in Bayern eine bedeutende Rolle spielt.

Abbildung 11

Anteil der holzbasierten Bioökonomie an der gesamten Weltklassepatenten in der Bioökonomie in Bayern im Jahr 2021



Quelle: EconSight

4.1 Entwicklung in den Oberkategorien der holzbasierten Bioökonomie

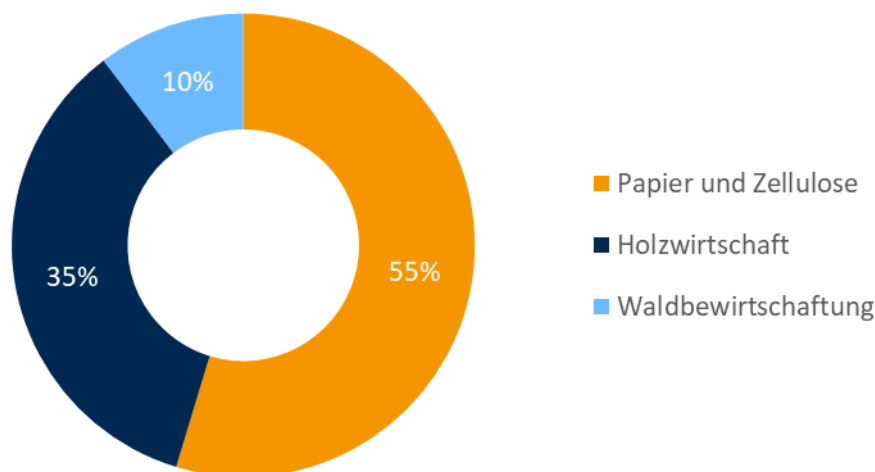
Genau wie auf globaler Ebene stammen auch in Bayern die meisten Weltklassepatente in der holzbasierten Bioökonomie aus der Oberkategorie Zellulose und Papier (175 Weltklassepatente im Jahr 2021). Die Papierindustrie ist eine wichtige Branche in Bayern und umfasst eine Vielzahl von Unternehmen, die sich mit der Herstellung verschiedener Arten von Papierprodukten befassen. Bayern hat zudem eine gute Infrastruktur für das Papierrecycling und die Faseraufbereitung. Es gibt Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die innovative Technologien zur Trennung von Papierfasern, zur Entfernung von Druckfarben und zur Wiederverwertung von Papier entwickeln. Dies spiegelt sich auch in der hohen Zahl an Weltklassepatenten wider.

Aber auch die Zahl der Weltklassepatente im Bereich Holzwirtschaft lag 2021 in Bayern bei über 100. Bayern hat eine lange Tradition in der Holzverarbeitung und beherbergt zahlreiche Unternehmen, die Forschung betreiben und innovative Holzprodukte herstellen.

In der Kategorie Waldbewirtschaftung gab es 2021 zwar nur 33 aktive Weltklassepatente in Bayern, doch das Patentwachstum lag mit durchschnittlich 5,4 Prozent pro Jahr seit 2000 höher als in den beiden anderen Oberkategorien (Papier und Zellulose: +3,3 Prozent p.a., Holzwirtschaft: +2,8 Prozent p.a.).

Abbildung 12

Anteile der drei Oberkategorien an den gesamten Weltklassepatenten in der holzbasierten Bioökonomie in Bayern im Jahr 2021



Quelle: EconSight

4.2 Entwicklung in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie

Betrachtet man Technologieentwicklung in Bayern in den zwölf Einzeltechnologien, fallen einige regionale Besonderheiten auf. Beispielsweise ist sowohl die relative Bedeutung als auch die Dynamik in der Technologie Sicherheitspapier in Bayern wesentlich höher als im globalen Schnitt (siehe Tabelle 1). Die starke Position Bayerns lässt sich dadurch erklären, dass in Bayern weltweit führende Anbieter für Sicherheitspapier ansässig sind.

Auch in den anderen Papiertechnologien war die Patentdynamik in Bayern höher als im globalen Schnitt, was nochmals die wichtige Rolle der regionalen Papierindustrie bestätigt. Zellulosefasern spielen aber auch außerhalb der Papierindustrie in Bayern eine zunehmend wichtige Rolle. Beispielsweise wird in Bayern an der Nutzung von Zellulose als Verstärkungsmaterial in Verbundwerkstoffen geforscht, welche dann in verschiedenen Branchen wie der Automobil- oder der Bauindustrie zum Einsatz kommen können. Solche Entwicklungen tragen zur Schaffung neuer Wertschöpfungsketten bei.

Tabelle 1

Entwicklung der Weltklassepatente in den Technologien der holzbasierten Bioökonomie in Bayern

Technologie	Weltklasse- Patente 2021 in Bayern	Bayerns Anteil an den globalen Welt- klassepatenten	Wachstum 2000 – 2021 p.a. in Bayern	Wachstum 2000 – 2021 p.a. Welt
Möbel, Fenster, Bau	303	3.5%	3.5%	4.0%
Papier und Papierherstellung	184	3.7%	3.9%	1.3%
Sicherheitspapier	116	11.6%	8.2%	1.8%
Maschinen und Werkzeuge	90	3.0%	4.3%	3.9%
Papierverpackungen, Klebstoffe	82	2.7%	3.6%	1.3%
Textilien	50	2.7%	4.2%	3.0%
Biopolymere, Nano- oder fort. Materialien	40	1.8%	3.1%	5.7%
Medtech und Pharmarohstoffe	25	0.9%	4.0%	6.3%
Transport und Spezialfahrzeuge	12	1.6%	1.4%	7.2%
Abfallwirtschaft, Recycling	12	1.9%	0.9%	3.9%
Agrochemie	6	1.2%	0.0%	6.6%
Biotreibstoffe/Bio- masse/Biogas	6	1.0%	1.9%	11.0%
Holz-basierte Bioökonomie	302	2.3%	3.1%	3.8%

Quelle: EconSight

Es gibt aber auch Technologien, in denen die Zahl der Weltklassepatente in Bayern im Vergleich zur globalen Entwicklung klar unterdurchschnittlich gewachsen ist. Dies gilt insbesondere für die Technologien Transport und Spezialfahrzeuge, Agrochemie, Abfallwirtschaft und Recycling sowie Biotreibstoffe/Biogas/Biomasse. In diesen vier Technologien ist auch die absolute Zahl an Weltklassepatenten in Bayern noch überschaubar.

Betrachtet man die in Kapitel 2 identifizierten Technologiebereiche mit hohem Wachstumspotenzial, lassen sich folgende Schlüsse ziehen. Im Bereich Papierverpackungen und Klebstoffe ist Bayern dank seiner starken regionalen Papierindustrie technologisch sehr gut positioniert. Die Zahl der Weltklassepatente ist hoch und auch die Forschungsdynamik fiel in den letzten zwanzig Jahren überdurchschnittlich aus. Vielversprechend ist in diesem Zusammenhang insbesondere auch das starke Know-how beim Thema Sicherheitspapier, da hier Wachstumspotenzial besteht bei der Herstellung von hochwertigen Verpackungen zum Schutz und zur Nachverfolgung von hochwertigen Gütern wie z. B. Medikamenten. Bayerns Unternehmen dürften von der steigenden Nachfrage nach hochwertigen Papierverpackungen profitieren. Wertvoll ist auch die starke Präsenz der Maschinenindustrie in Bayern im Papier- und Kartonumfeld.

Ebenfalls gut aufgestellt ist Bayern im Bereich Textilien auf Naturfaser- bzw. Zellulose-Basis. Das regionale Forschungs-Know-how und die Forschungsdynamik sind hoch.

Bei den Biopolymeren verfügt Bayern zwar ebenfalls über einige Weltklassepatente, allerdings war die Forschungsdynamik hier in der Vergangenheit nur unterdurchschnittlich. Das Wachstumspotenzial in dieser Technologie ist hoch, es gibt jedoch starke internationale Konkurrenz.

Im Bereich Biotreibstoffe/Biomasse/Biogas besteht in Bayern zwar grundsätzlich Potenzial angesichts der ansässigen Firmen und der regionalen Industriestruktur. Allerdings fallen hier auf der Forschungsseite die Aktivitäten bislang sehr überschaubar aus. Somit ist fraglich, ob Bayern hier in technologischer Hinsicht zukünftig eine relevante Rolle spielen kann.

Voraussetzung für die Nutzung der Wachstumspotenziale im Bereich Papierverpackungen aber auch in den anderen Technologiebereichen ist allerdings, dass ausreichend Holz, Zellulose und Lignin zur Weiterverarbeitung in Bayern zur Verfügung steht. Die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder in Bayern spielt somit eine zentrale Rolle für die zukünftige bayerische Wettbewerbsposition in diesen Bereichen.

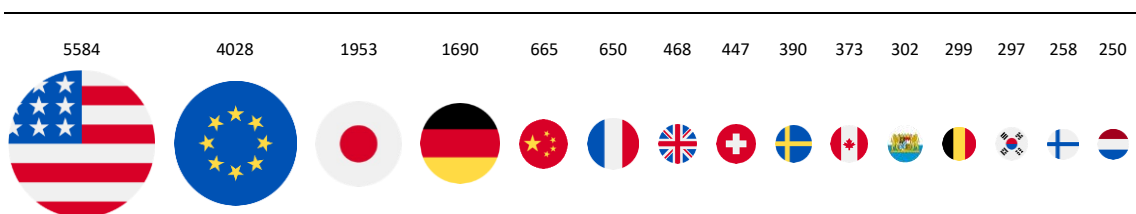
5 Bayern im internationalen Vergleich

Bayern spielt international vor allem bei Papiertechnologien eine wichtige Rolle.

Die Forschungsaktivitäten in Bayern in der holzbasierten Bioökonomie erreichen im internationalen Vergleich ein beachtliches Niveau. 2021 konnte Bayern insgesamt 302 Weltklassepatente verzeichnen und lag damit auf Rang 10, vor Belgien, Südkorea und Finnland.

Abbildung 13

Bestand an Weltklassepatenten in der holzbasierten Bioökonomie 2021

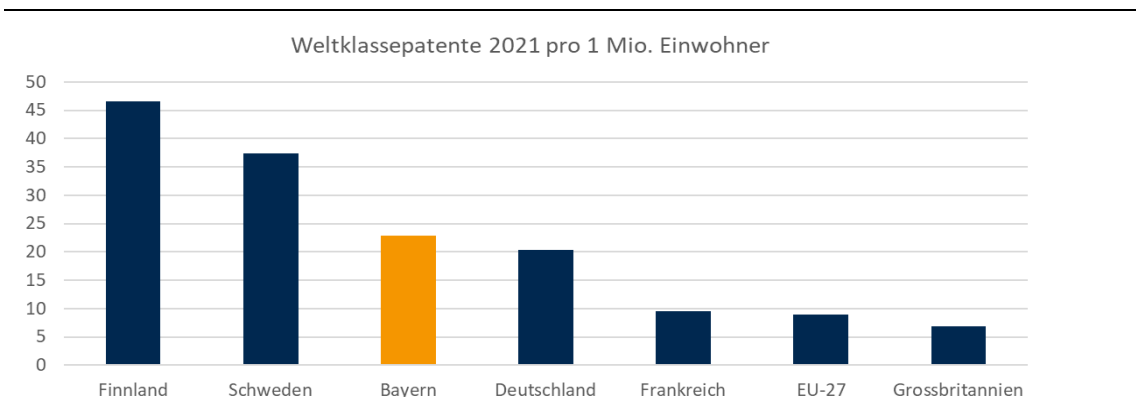


Quelle: EconSight

Bayerns Anteil an den deutschen Weltklassepatenten lag 2021 bei knapp 20 Prozent. Betrachtet man die Weltklassepatente pro Kopf liegt Bayern (23 Weltklassepatente pro 1 Mio. Einwohner) im Vergleich der ausgewählten europäischen Konkurrenzstandorten auf Rang drei. Die Zahl der Weltklassepatente pro Kopf ist in Bayern etwas höher als im deutschen Schnitt (20) und mehr als doppelt so hoch wie in Frankreich, Großbritannien und der EU insgesamt. Allerdings liegt Bayern deutlich hinter Finnland (47) und Schweden (37).

Abbildung 14

Weltklassepatente pro Kopf in der holzbasierten Bioökonomie 2021

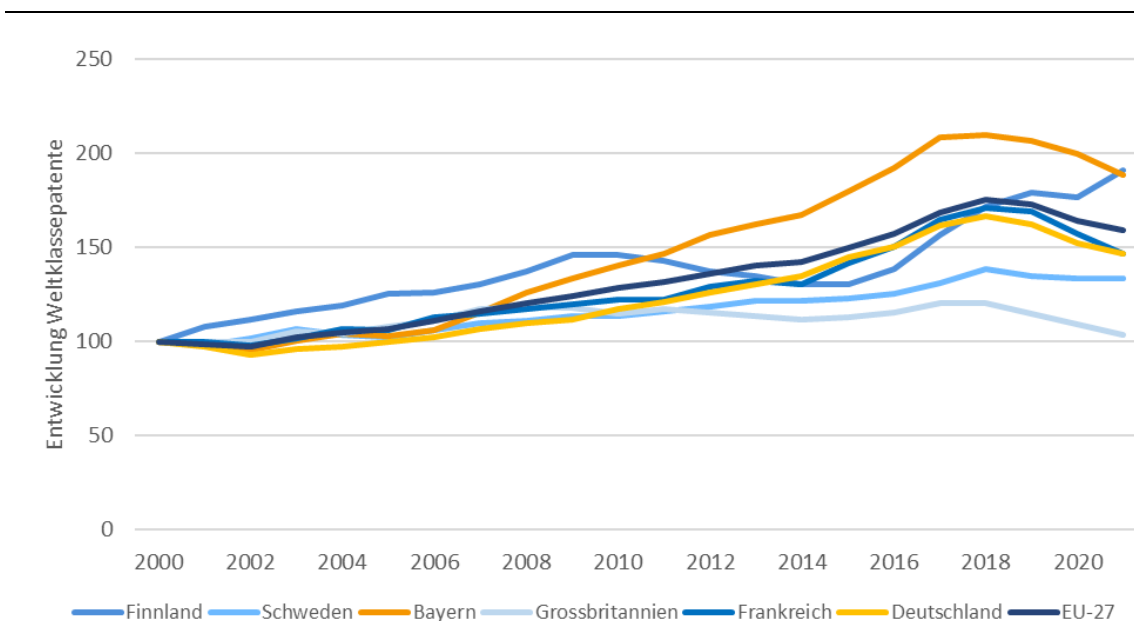


Quelle: EconSight

Hinsichtlich der Entwicklung der Weltklassepatente fällt auf, dass Bayern bei der Forschungsdynamik unter den Vergleichsstandorten sehr gut abschneidet. Nur in Finnland ist die Zahl der Weltklassepatente im Zeitraum 2000 bis 2021 geringfügig stärker als in Bayern gewachsen, wobei Finnland erst in den letzten Jahren an Bayern vorbeiziehen konnte.

Abbildung 15

Entwicklung der Weltklassepatente in der holzbasierten Bioökonomie



Indexiert, 2000 = 100, Quelle: EconSight

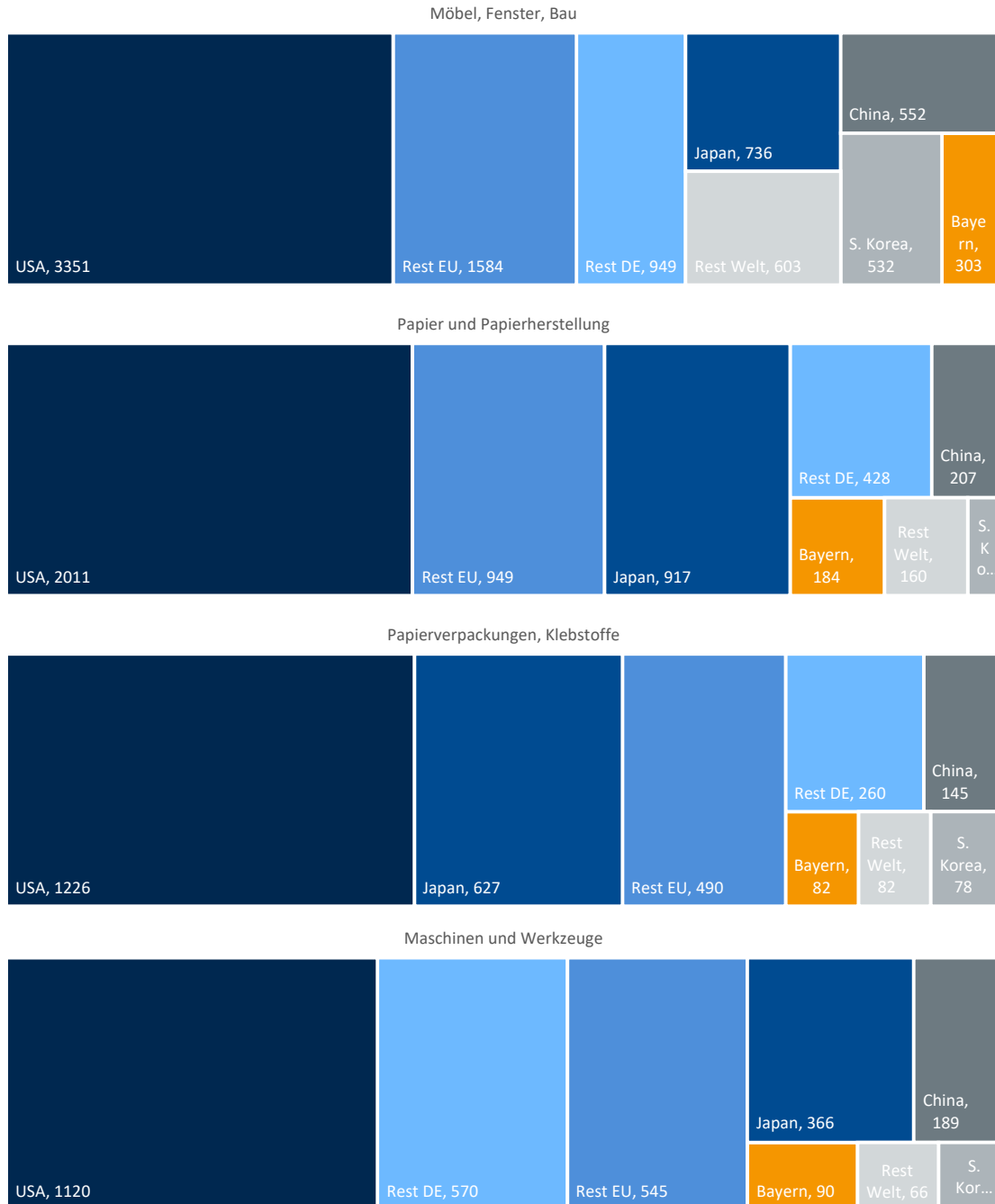
5.1 Internationaler Vergleich in den Einzeltechnologien

Betrachtet man die wichtigsten Länder bzw. Regionen weltweit in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie, bleibt Bayern ein bedeutender Akteur in der Spitzenforschung. In den vier größten Technologien (Möbel/Fenster/Bau, Papier/Papierherstellung, Papierverpackungen/Klebstoffe, Maschinen/Werkzeuge) hat Bayern jeweils einen Anteil zwischen drei und vier Prozent an den gesamten globalen Weltklassepatenten.

Die führende Forschungsnation in diesen Technologien sind die USA. Die europäischen Länder schneiden stark bei Maschinen und Werkzeugen ab, Japan ist vor allem beim Thema Papier und Papierherstellung gut positioniert. China hat in den letzten Jahren zwar in vielen Bereichen aufgeholt, z. B. bei Verpackungsmaschinen, ist aber bei der Zahl der Weltklassepatente immer noch deutlich kleiner als die USA, Japan und auch Deutschland.

Abbildung 16

Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie im Jahr 2021 nach Ländern/Regionen, Teil 1



Quelle: EconSight

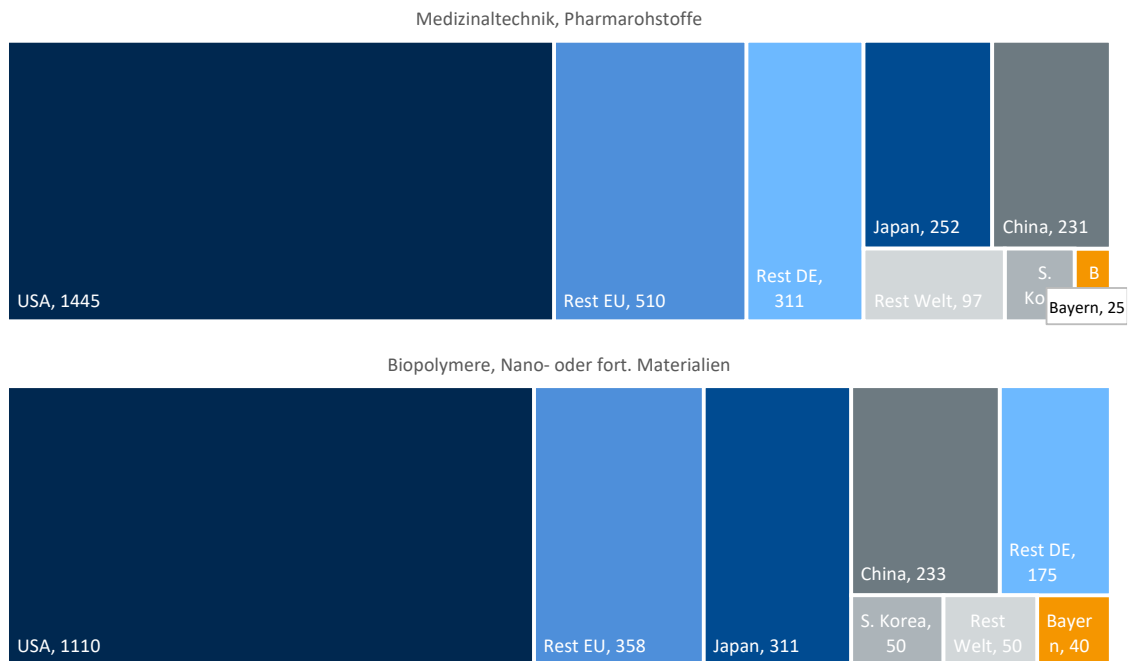
Bei Biopolymeren und im Bereich Medizinaltechnik und Pharmarohstoffe ist der technologische Vorsprung der USA noch grösser als in den anderen Technologien. Fast jedes zweite Weltklassepatente stammt in diesen Technologien aus den USA.

Bayern spielt in diesen beiden Technologien eine weniger prominente Rolle (Weltanteil von 1,8 Prozent bei Biopolymeren bzw. 0,9 Prozent im Bereich Medizinaltechnik und Pharmarohstoffe).

Relativierend ist an dieser Stelle zwar auf die beträchtlichen Größenunterschiede der betrachteten Länder/Regionen hinzuweisen; gleichwohl liegt der Anteil Bayerns an den globalen Weltklassepatenten über *alle* Technologien hinweg aber bei beachtlichen 2,7 Prozent.³

Abbildung 17

Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie im Jahr 2021 nach Ländern/Regionen, Teil 2



Quelle: EconSight

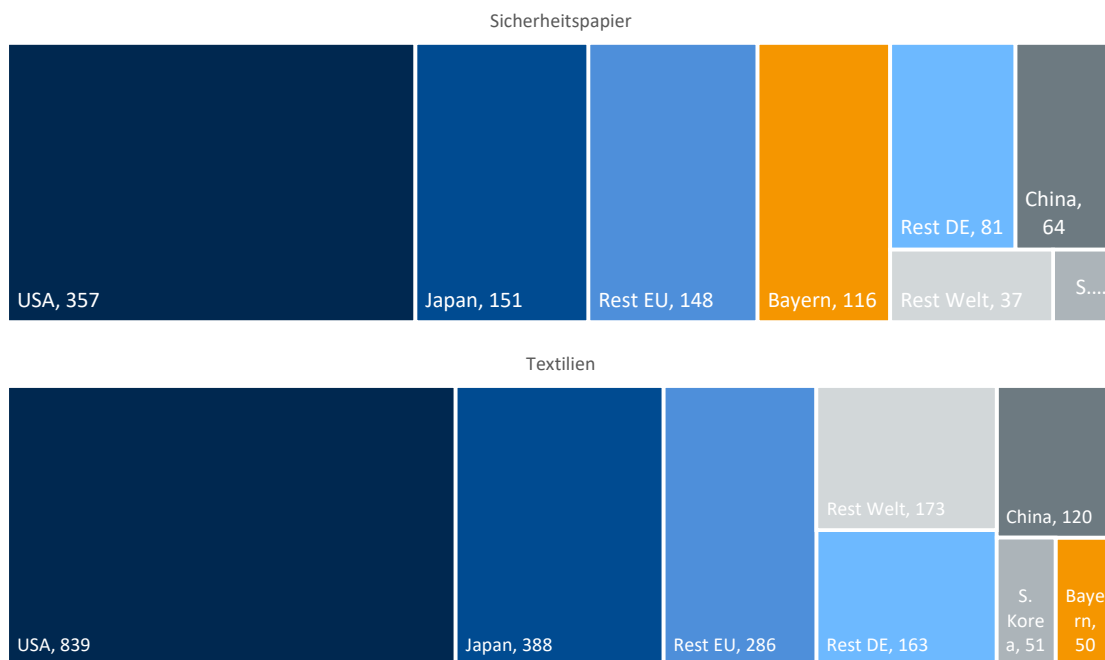
Bei den etwas kleineren Technologien der holzbasierten Bioökonomie sticht aus bayerischer Perspektive klar die Technologie Sicherheitspapier heraus. Mit 116 Weltklassepatenten verfügt Bayern hier über einen Anteil an den globalen Weltklassepatenten von fast 12 Prozent. Damit liegt Bayern vor China und nur knapp hinter Japan.

³ Datengrundlage sind alle regionalisierten Patente weltweit (OECD Regpat). Zum bayerischen Anteil in den Technologien der holzbasierten Bioökonomie siehe oben Tabelle 1.

Des Weiteren ist Bayern auch bei Textilien auf Basis von Naturfasern und Zellulose gut positioniert mit einem Weltanteil von knapp drei Prozent. Die USA sind auch in dieser Technologie erneut an der Spitze, zudem fällt die starke Forschungsposition Japans auf.

Abbildung 18

Zahl der Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie im Jahr 2021 nach Ländern/Regionen, Teil 3

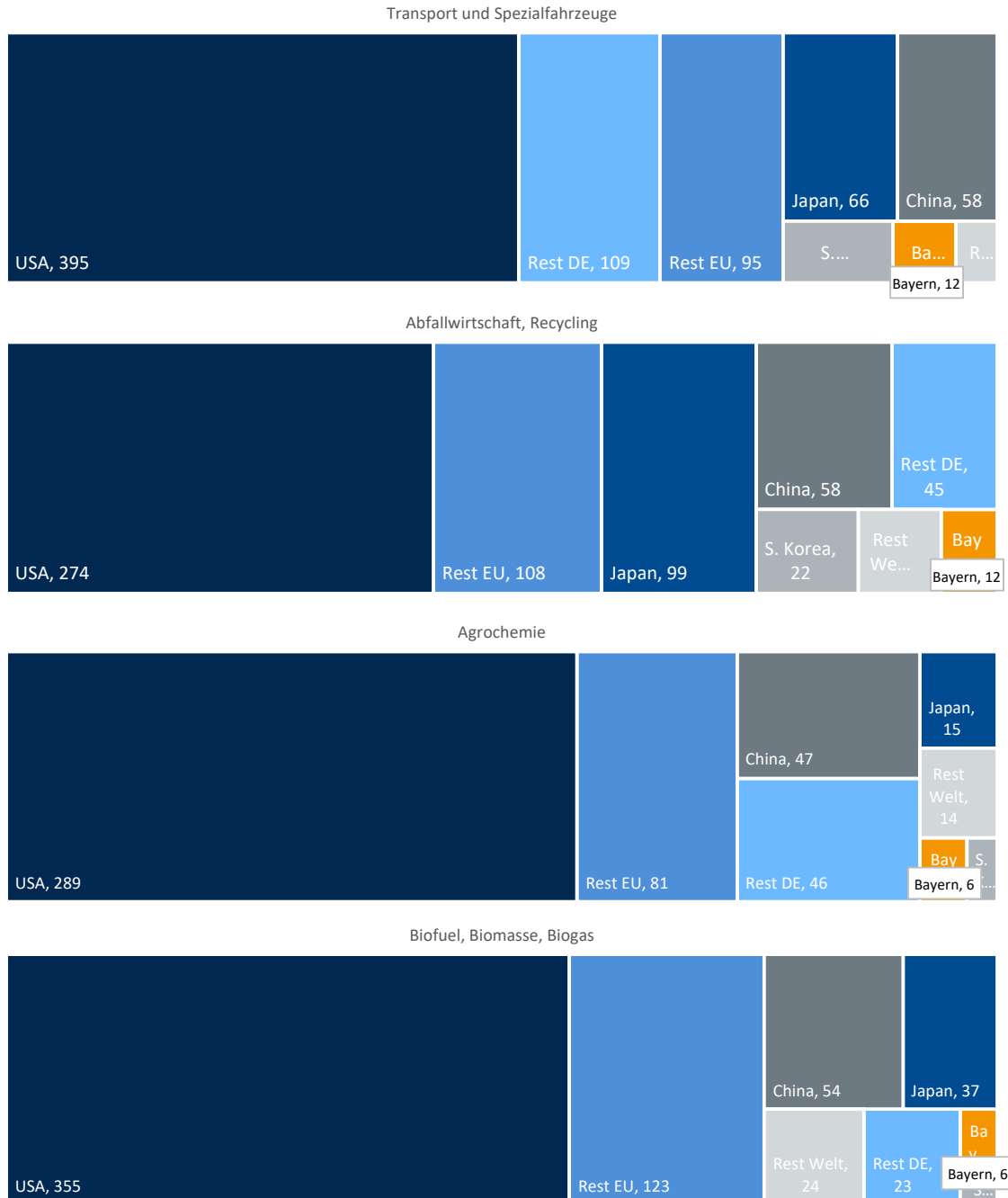


Quelle: EconSight

Bei den restlichen Technologien (Transport/Spezialfahrzeuge, Abfallwirtschaft/Recycling, Agrochemie, Biotreibstoffe/Biomasse/Biogas) spielt Bayern dagegen eine vergleichsweise kleine Rolle im internationalen Vergleich mit einem Anteil an den gesamten Weltklassepatenten von jeweils zwischen einem und zwei Prozent.

Bei all diesen Technologien sind erneut die USA ganz vorne bei der Zahl der Weltklassepatente. Ansonsten fällt die starke Forschungsposition Deutschlands bei der Technologie Transport und Spezialfahrzeuge auf.

Abbildung 19
Zahl der Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie im Jahr 2021 nach Ländern/Regionen, Teil 4



Quelle: EconSight

5.2 Vergleich der Technologieprofile Bayerns, Finnlands und Schwedens

Bayern hat gegenüber Finnland und Schweden in einigen Technologien Nachholbedarf

Im Folgenden werden die Forschungsaktivitäten in Bayern mit den Konkurrenzstandorten Finnland und Schweden verglichen. Finnland und Schweden wurden dabei als Vergleichsregionen ausgewählt, da die drei Standorte einige Gemeinsamkeiten aufweisen. Erstens verfügen alle drei Regionen über große Waldressourcen und somit über eine gute Grundlage für die holzbasierte Bioökonomie. Zweitens gibt es in den drei Regionen eine etablierte Holzverarbeitende Industrie mit hoher Bedeutung für die regionale Wirtschaft. Drittens besitzen alle drei Standorte eine hohe Forschungskompetenz in der holzbasierten Bioökonomie (siehe insbesondere Abbildung 14).

Die Forschungsaktivitäten der drei Standorte werden anhand von Technologieprofilen verglichen. Technologieprofile stellen zum einen den Umfang der regionalen Forschungsaktivitäten in der holzbasierten Bioökonomie im Detail dar (Größe der Kugeln im Technologieprofil), zum anderen zeigen sie die globale Wettbewerbsfähigkeit. Setzt man die Patentaktivität einer Region in Relation zur weltweiten Patentaktivität, so ergibt sich der Weltanteil der Region an dieser Technologie (Y-Achse des Technologieprofils). Dies zeigt die Bedeutung einer Region in dieser Technologie. Die Entwicklung des weltweiten Anteils über zwei Zeitpunkte hinweg zeigt die Zunahme oder Abnahme der Wettbewerbsfähigkeit einer Region im Laufe der Zeit (X-Achse des Technologieprofils).

Im Gegensatz zu den bisherigen Auswertungen haben wir als Analysezeitraum für die Technologieprofile jedoch den Zeitraum 2017 bis 2021 gewählt. Der Fokus liegt somit auf der Entwicklung der Forschungsaktivität am aktuellen Rand.

5.2.1 Technologieprofil Bayern

Das Technologieprofil für Bayern gibt nochmal einen aktuellen Überblick über die technologischen Stärken und Schwächen.

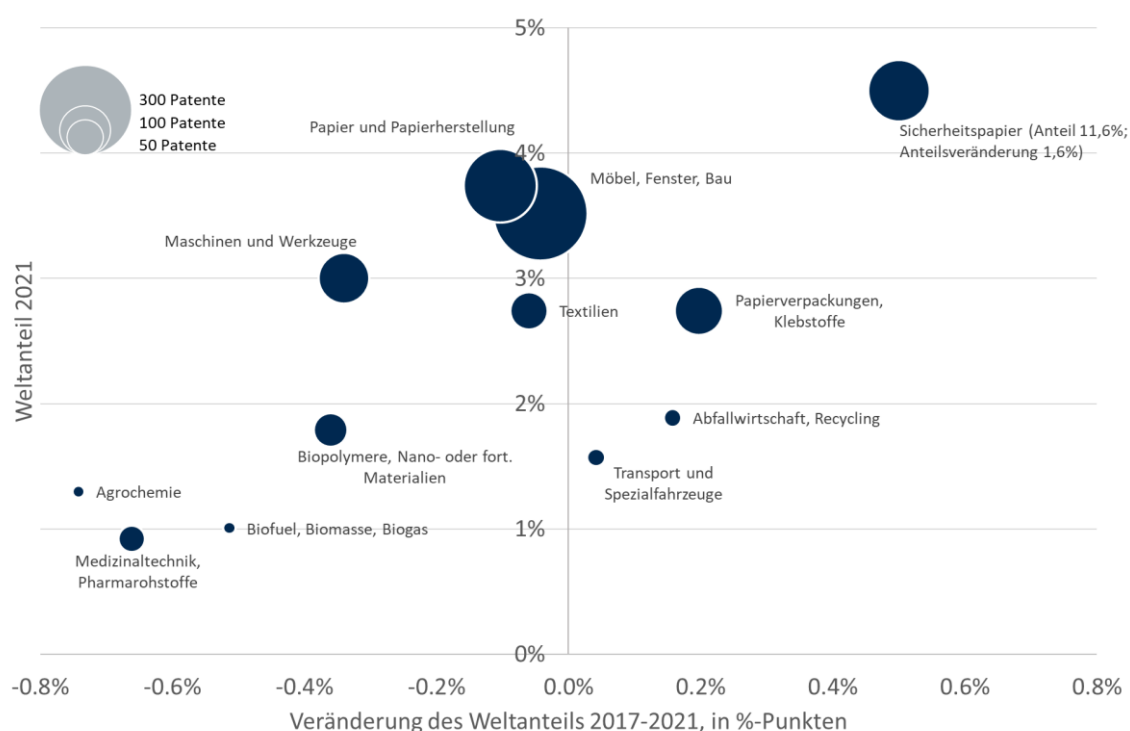
Während Bayern die Zahl der Weltklassepatente in der holzbasierten Bioökonomie seit 2000 insgesamt stark erhöhen konnte, zeigt das Technologieprofil, dass die Dynamik in den letzten fünf Jahren nur unterdurchschnittlich war. In vielen Technologien, insbesondere bei Agrochemie, Medizinaltechnik/Pharmarohstoffe, Biotreibstoffe/Biomasse/Biogas und Biopolymeren, ist der Anteil Bayerns an den globalen Weltklassepatenten zuletzt gesunken.

Besser ist die Situation beim Sicherheitspapier. Hier konnte Bayern seine bereits hervorragende Position seit 2017 weiter verbessern. Auch bei Papierverpackungen und Klebstoffen gab es eine positive Entwicklung. Der Weltanteil bei Abfallwirtschaft und Recycling ist ebenfalls gestiegen, der Umfang der regionalen Forschungsaktivitäten ist aber noch gering.

In den regional bedeutenden Technologien Papier/Papierherstellung, Möbel/Fenster/Bau und Textilien ist der Weltanteil seit 2017 recht stabil geblieben, d.h. die Zahl der Weltklassepatente ist in Bayern entsprechend dem globalen Schnitt gewachsen.

In den vier in Kapitel 2 identifizierten Technologien mit hohem Zukunftspotenzial verlief die Technologieentwicklung in Bayern zuletzt eher verhalten. Nur bei Papierverpackungen/Klebstoffen hat sich der Weltanteil Bayerns seit 2017 erhöht, bei Textilien ist er stabil geblieben und bei Biopolymeren und Biotreibstoffen hat sich die Forschungsposition verschlechtert.

Abbildung 20
Technologieprofil Bayern



Quelle: EconSight

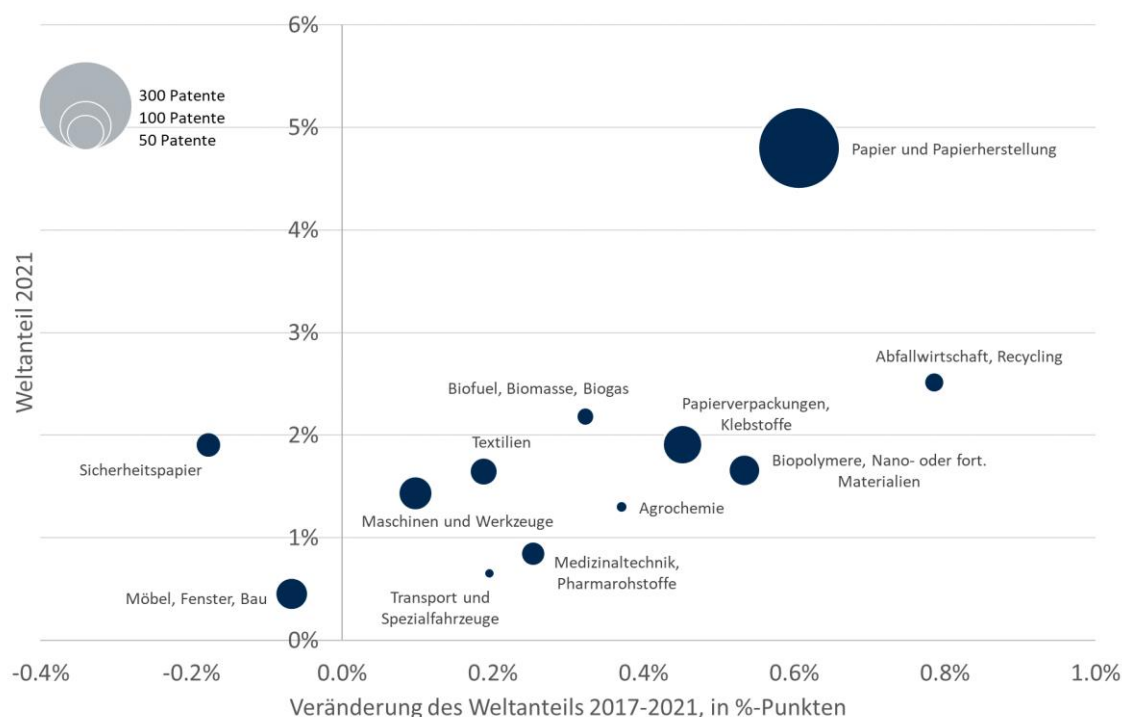
5.2.2 Technologieprofil Finnland

Finnlands Technologieprofil zeigt einen starken Forschungsfokus auf die Technologie Papier und Papierherstellung. Hier verfügt das Land über mehr als 230 Weltklassepatente, dies entspricht einem Weltanteil von fast fünf Prozent.

Die Zahl der Weltklassepatente in den anderen Technologien ist deutlich kleiner. Auffällig ist aber, dass Finnland seit 2017 seinen Weltanteil in fast allen Wald- und Holztechnologien ausbauen konnte, vor allem auch in vielversprechenden Technologien wie Papierverpackungen, Biotreibstoffe sowie Biopolymere. Die einzigen negativen Ausnahmen waren die beiden Technologien Sicherheitspapier und Möbel/Fenster/Bau.

Die Forschung in Finnland wird dabei insbesondere von staatlichen Forschungseinrichtungen wie dem Technischen Forschungszentrum Finnlands (VTT) entscheidend vorangetrieben. Das VTT forscht unter anderem an der Entwicklung von innovativen Papier- und Verpackungsmaterialien mit verbesserten Eigenschaften wie Barrierefähigkeit, Festigkeit, Haltbarkeit und Nachhaltigkeit sowie auch an neuartigen zellulosebasierten Materialien und Anwendungen.

Abbildung 21
Technologieprofil Finnland



Quelle: EconSight

5.2.3 Technologieprofil Schweden

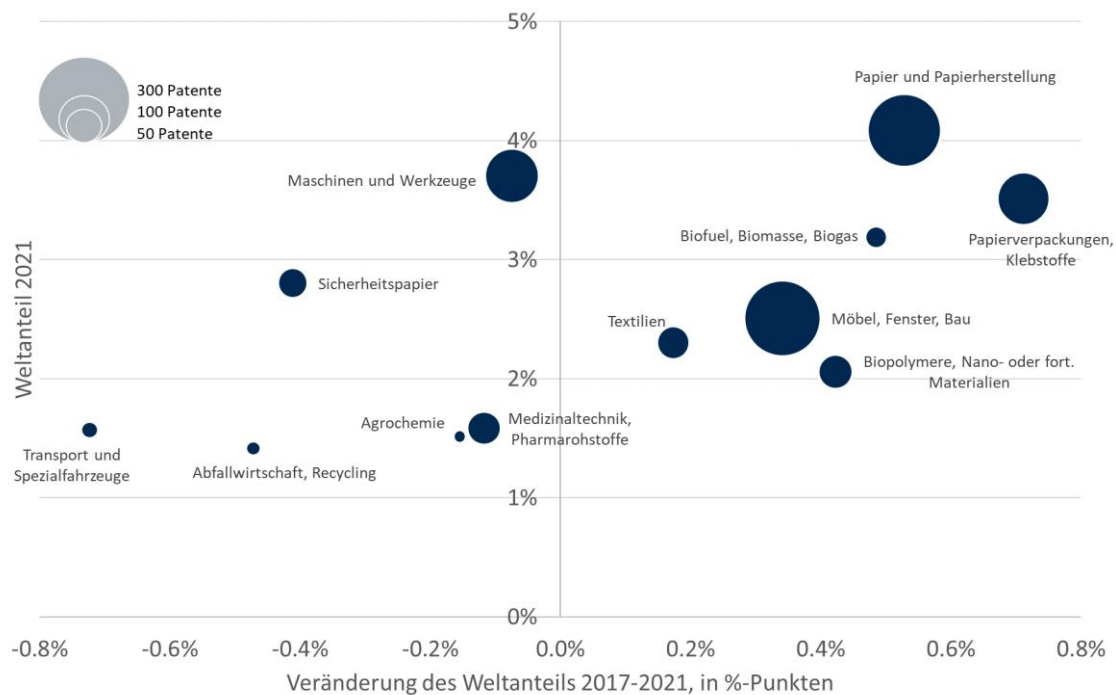
Schweden ist einer der größten Holzproduzenten und Exporteure weltweit und verfügt über eine lange Tradition in der nachhaltigen Forstwirtschaft. Das Land ist auch ein wichtiger Forschungsstandort in der holzbasierten Bioökonomie und wies in den letzten Jahren

eine insgesamt überdurchschnittliche Forschungsdynamik aus. Ein wichtiger Forschungsakteur ist dabei das RISE Innventia Forschungsinstitut.

Technologisch ist Schweden ähnlich aufgestellt wie Finnland mit einem klaren Fokus auf den Technologien Papier und Papierherstellung (201 Weltklassepatente) sowie Papierverpackungen und Klebstoffe (105). Hier konnte Schweden seinen Weltanteil an den globalen Weltklassepatenten seit 2017 weiter ausbauen. Im Gegensatz zu Finnland ist Schweden aber auch sehr aktiv im Bereich Möbel/Fenster/Bau (216), auch hier ist die Zahl an Weltklassepatenten in Schweden stärker gewachsen als der globale Schnitt.

Leicht unterdurchschnittlich hat sich die Zahl der Weltklassepatente dagegen in den Feldern Medizinaltechnik und Pharmarohstoffe entwickelt. Zudem verfügt Schweden über kaum Forschungsaktivitäten in den Bereichen Transport/Spezialfahrzeuge sowie bei Abfallwirtschaft und Recycling.

Abbildung 22
Technologieprofil Schweden



Quelle: EconSight

5.2.4 Fazit Technologieprofile

Die Analyse der Technologieprofile zeigt, dass Bayern im Vergleich zu Finnland und Schweden seit 2017 bei der technologischen Wettbewerbsfähigkeit in der holzbasierten Bioökonomie tendenziell an Boden verloren hat. Bayern konnte zwar seine starke Forschungsposition bei Sicherheitspapier und Papierverpackungen weiter ausbauen, ansonsten stagnierte bzw. schrumpfte der bayerische Anteil an den globalen Weltklassepatenten jedoch.

Finnland konnte dagegen seine Position im globalen Forschungswettbewerb in fast allen Technologien verbessern. Schweden weist zwar nur bei der Hälfte der betrachteten Technologien einen Anstieg des Weltanteils aus, bei den für das Land besonders wichtigen Bereichen wie etwa Möbel/Fenster/Bau und Papier/Papierherstellung resultierte jedoch eine klare Verbesserung der Forschungsposition.

Auch in den vier Technologien der holzbasierten Bioökonomie mit besonders hohem Zukunftspotenzial (Biopolymere, Verpackungen/Klebstoff, Biotreibstoffe, Textilien) überzeugen die beiden skandinavischen Länder mit einer überwiegend sehr hohen Dynamik. In Bayern sieht das Bild dagegen verhaltener aus. Bei Papierverpackungen konnte Bayern seine Forschungsposition weiter verbessern, bei Biotreibstoffen und Biopolymeren ist der Weltanteil an den globalen Weltklassepatente dagegen gesunken. Dies ist ein Warnsignal für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit in diesen Technologien mit großem Potenzial. Hier sollte aktiv gegengesteuert werden, um die Chancen nachhaltiger Innovationen in der holzbasierten Bioökonomie zu nutzen.

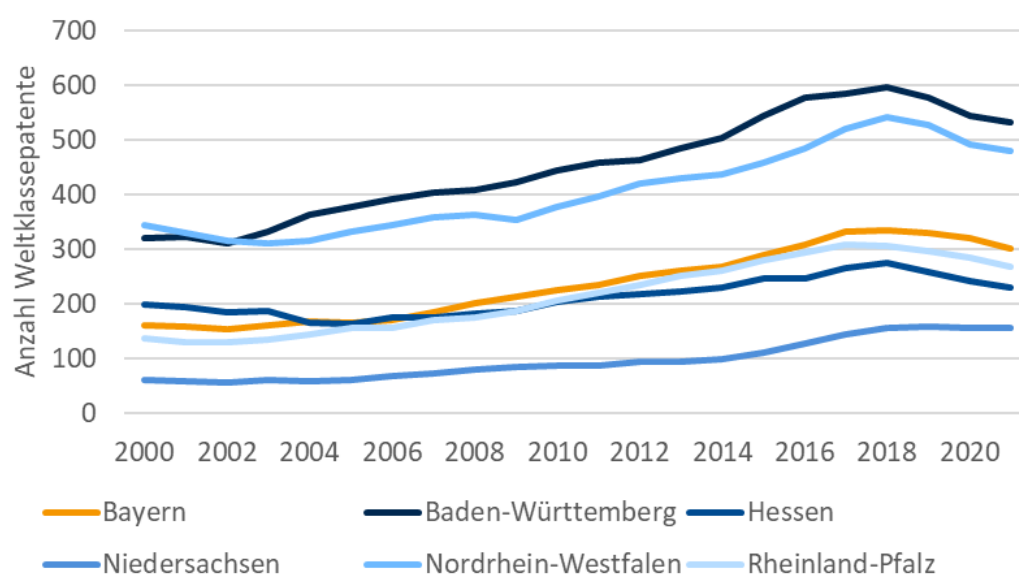
6 Bayern im nationalen Vergleich

Bayern ist innerhalb Deutschlands der drittichtigste Forschungsstandort

Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen dominieren die deutsche Forschungslandschaft in der holzbasierten Bioökonomie. Baden-Württemberg liegt ganz vorne mit über 500 Weltklassepatenten im Jahr 2021 (2543 Gesamtpatente). Wichtige Schwerpunkte in Baden-Württemberg umfassen die nachhaltige Forstwirtschaft sowie die Holzverarbeitung mit einem Fokus auf Holzwerkstoffen, -bau und -veredelung. Viele Patente aus Baden-Württemberg werden dabei von großen im Bundesland ansässigen Industrieunternehmen vor allem aus dem Chemie-Bereich entwickelt. Nordrhein-Westfalen folgt mit knapp unter 500 Weltklassepatenten auf dem zweiten Rang (2102 Gesamtpatente) vor Bayern mit rund 300 Weltklassepatenten auf Platz drei (1531 Gesamtpatente).

Abbildung 23

Entwicklung der Weltklassepatente in der holzbasierten Bioökonomie im nationalen Vergleich



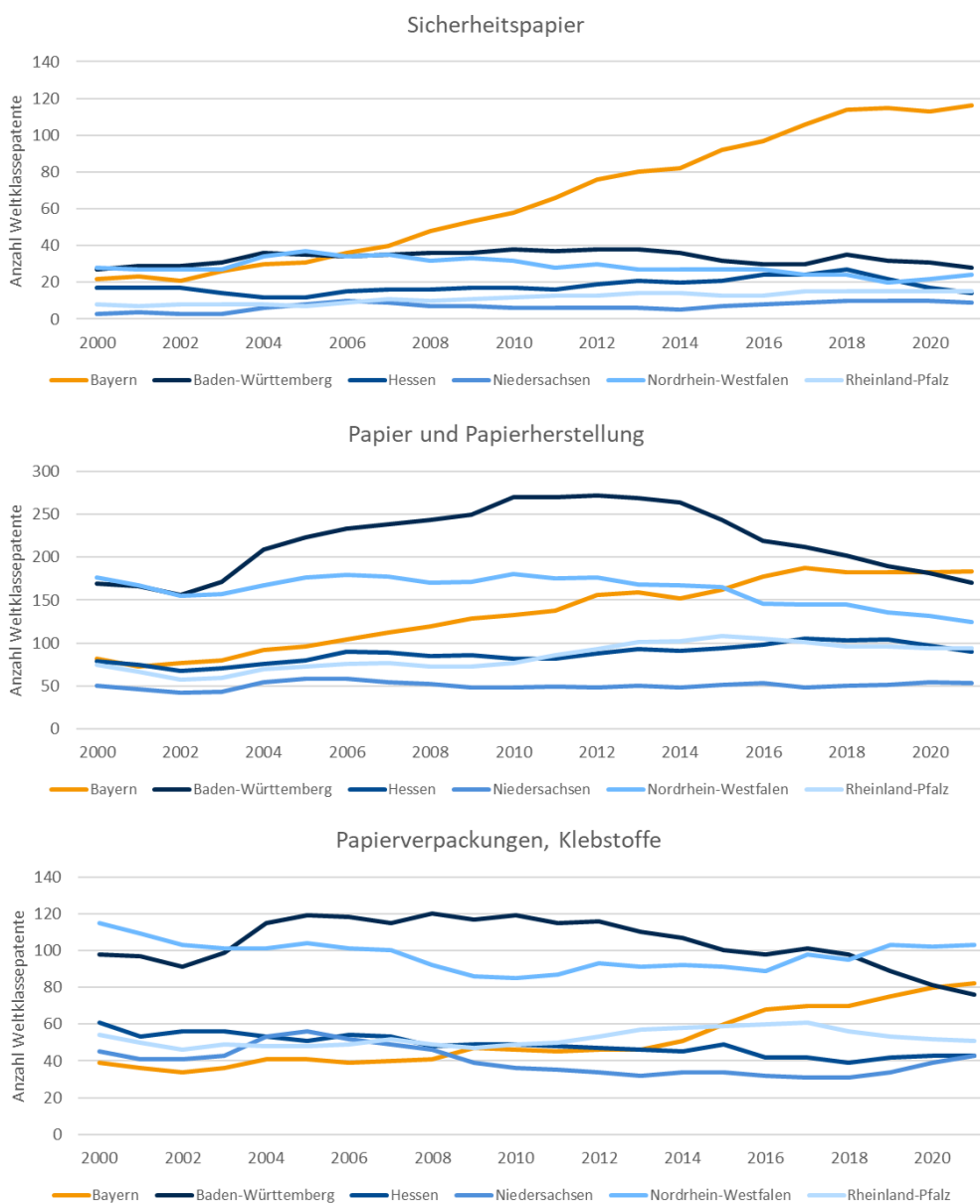
Quelle: EconSight

Hinsichtlich der Forschungsdynamik liegt Bayern im vorderen Mittelfeld. Bayern konnte die Zahl der Weltklassepatente seit 2000 stärker erhöhen als Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Hessen, in Niedersachsen und Rheinland-Pfalz war die Dynamik aber noch höher. Abgesehen von Niedersachsen ist jedoch in allen analysierten deutschen Regionen die Zahl der Weltklassepatente seit 2018 rückläufig gewesen.

Die Analyse der Einzeltechnologien zeigt erneut Bayerns starke Position im Papierbereich. Vor allem beim Sicherheitspapier nimmt Bayern eine Ausnahmestellung ein und verfügt über mehr Weltklassepatente als die anderen deutschen Regionen zusammengenommen. Auch bei Papier/Papierherstellung kommen die meisten Weltklassepatente aus Bayern und bei Papierverpackung/Klebstoffen liegt Bayern auf Platz 2 hinter Nordrhein-Westfalen.

Abbildung 24

Entwicklung der Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie im nationalen Vergleich, Teil 1

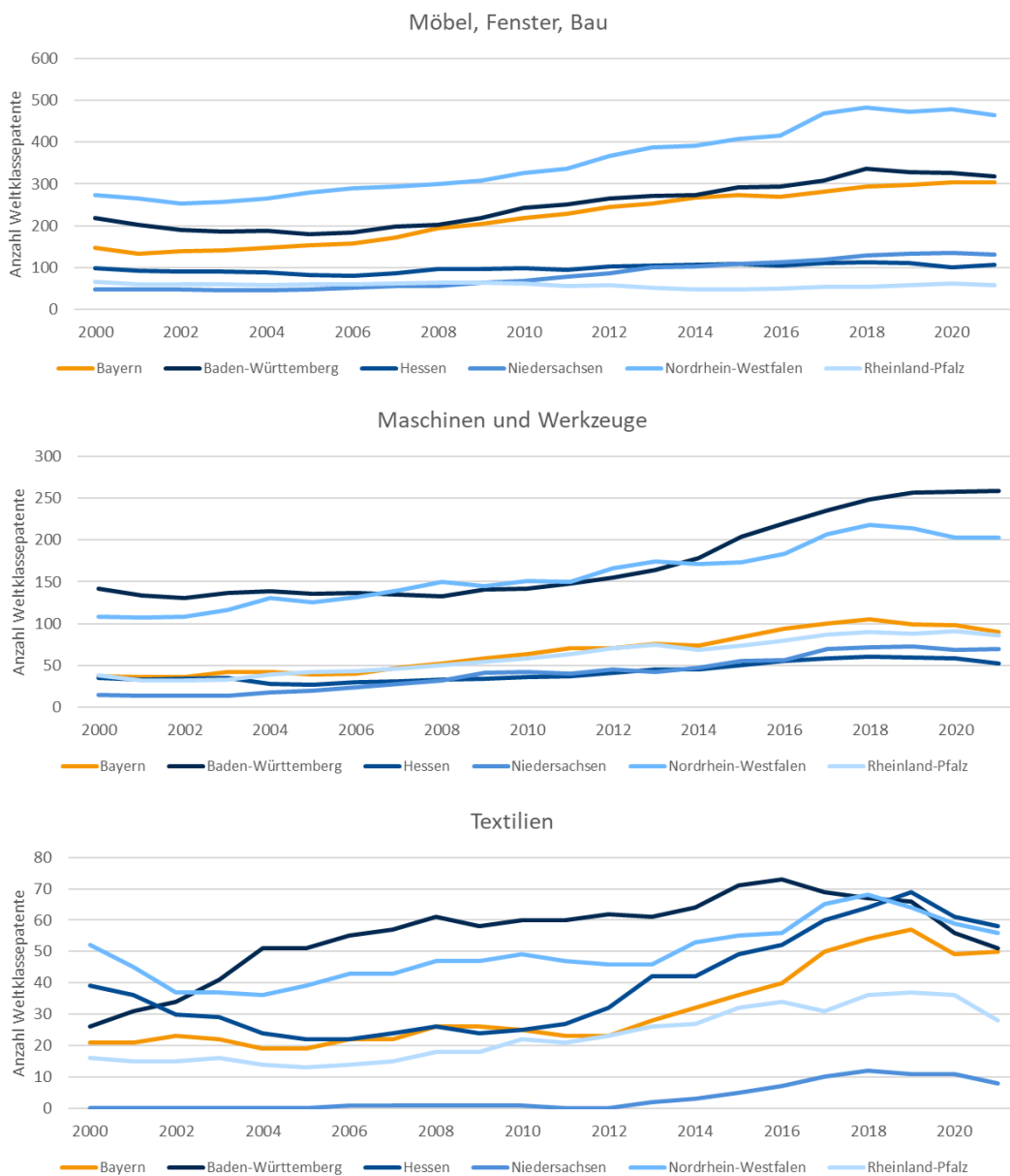


Quelle: EconSight

Beim Technologiefeld Möbel, Fenster, Bau liegt Nordrhein-Westfalen auf Platz 1. Bayern belegt fast gleichauf mit Baden-Württemberg die dritte Position. Gut positioniert ist Bayern zudem bei Textilien aus Naturfasern bzw. Zellulose. Bei Maschinen und Werkzeugen liegt Bayern zwar auf dem dritten Rang, allerdings ist hier der Rückstand auf das Führungsduo aus Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen hoch.

Abbildung 25

Entwicklung der Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie im nationalen Vergleich, Teil 2

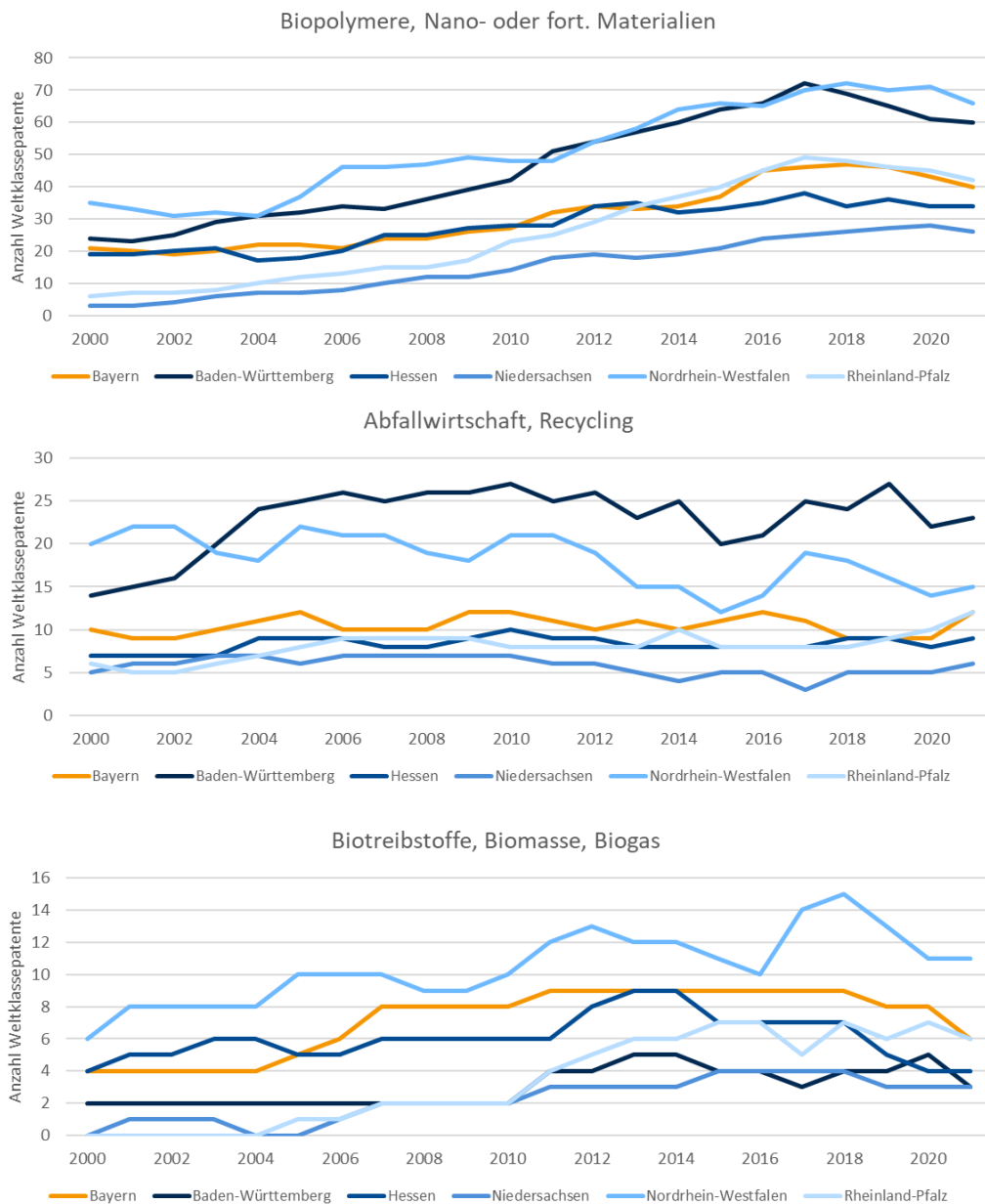


Quelle: EconSight

Bei den drei Technologien Biopolymere, Abfallwirtschaft/Recycling und Biotreibstoffe/Biomasse/Biogas liegt Bayern im innerdeutschen Vergleich im Mittelfeld. Die absolute Zahl der Weltklassepatente ist jedoch bei den Themen Abfallwirtschaft/Recycling und Biotreibstoffe/Biomasse/Biogas sehr klein.

Abbildung 26

Entwicklung der Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzbasierten Bioökonomie im nationalen Vergleich, Teil 3

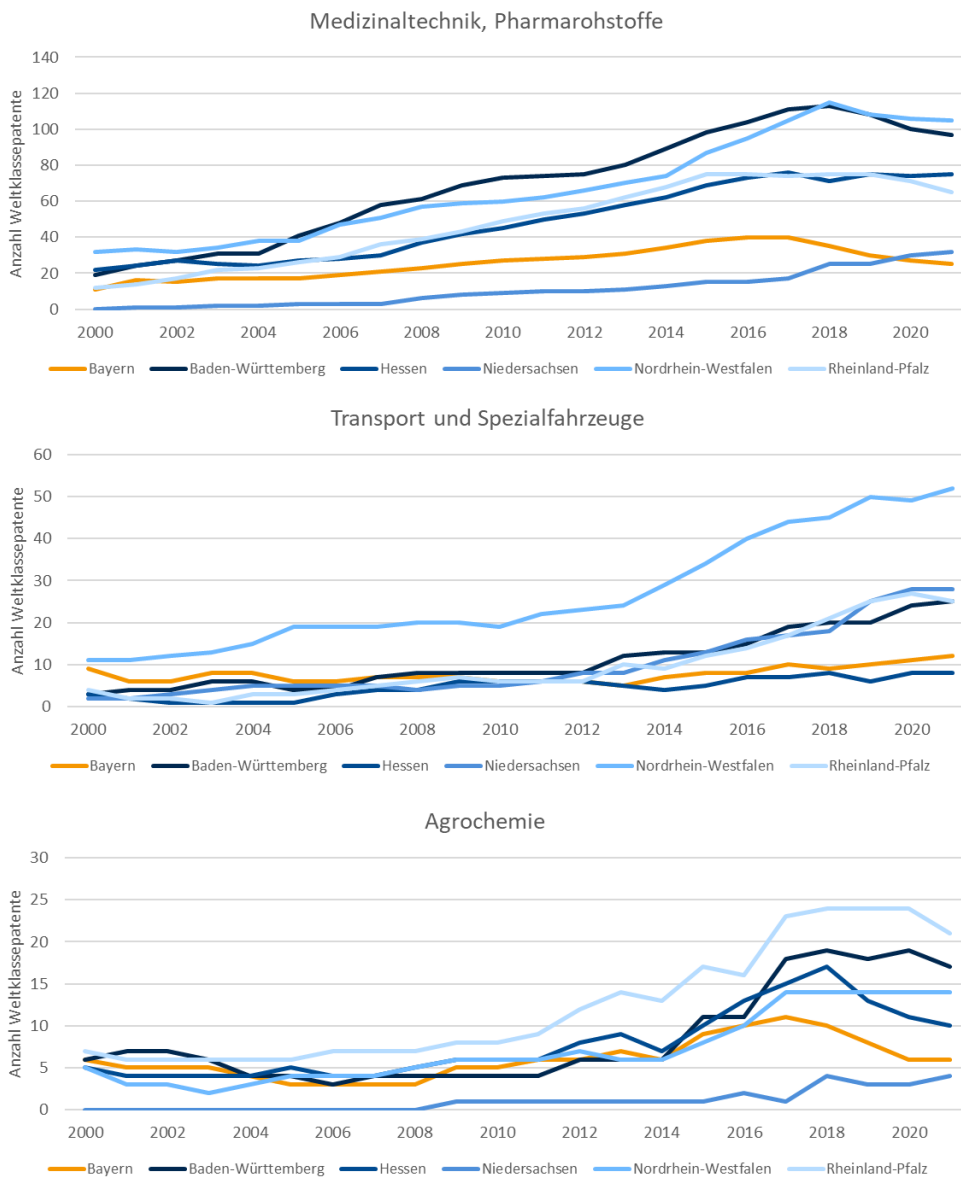


Quelle: EconSight

Abgeschlagen ist Bayern bei der Nutzung von holzbasierten Produkten in der Medizinal-technik bzw. bei Pharmarohstoffen. Auch bei den Technologien Transport /Spezialfahr-zeuge und Agrochemie liegt Bayern auf einem der hinteren Ränge.

Abbildung 27

Entwicklung der Weltklassepatente in den Einzeltechnologien der holzba-sierten Bioökonomie im nationalen Vergleich, Teil 4



Quelle: EconSight

7 Regionale Forschungsschwerpunkte in Bayern

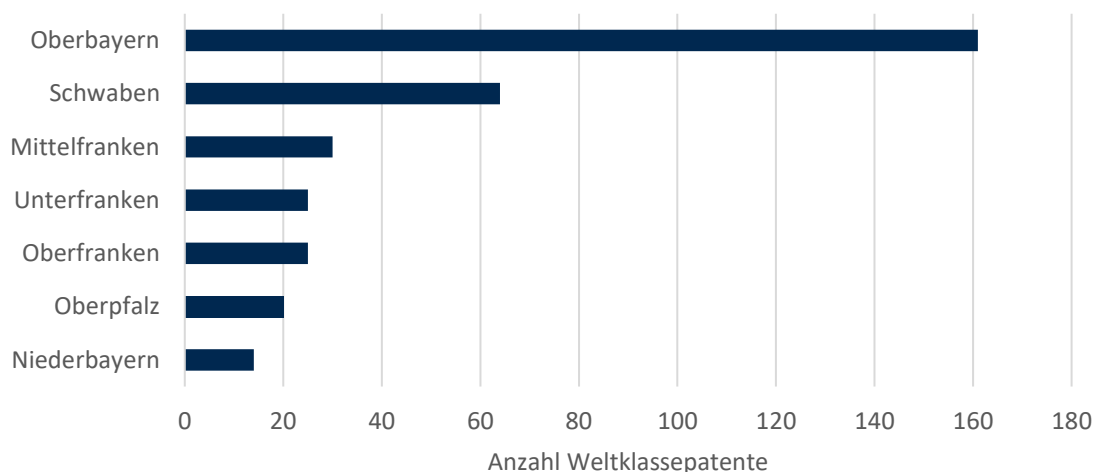
Oberbayern ist mit großem Abstand das wichtigste bayerische Forschungszentrum in der holzbasierten Bioökonomie

Ein Großteil der bayerischen Forschungsaktivitäten in der holzbasierten Bioökonomie findet in Oberbayern statt.⁴ Im Jahr 2021 gab es insgesamt 160 Weltklassepatente aus Oberbayern, damit liegt die Region im bayerischen Vergleich weit vorne auf dem ersten Rang. Schwaben folgt mit 64 Weltklassepatenten auf dem zweiten Platz.

In allen Technologien verfügt Oberbayern über die meisten Weltklassepatente, besonders bei Sicherheitspapier und Papier/Papierherstellung ist der Vorsprung beträchtlich. Einzig in den beiden Technologien Möbel/Fenster/Bau sowie Maschinen und Werkzeuge ist Schwaben auf Augenhöhe mit Oberbayern.

Abbildung 28

Aktive Weltklassepatente in der holzbasierten Bioökonomie im Jahr 2021 im bayerischen Vergleich



Quelle: EconSight

⁴ Die geografische Zuordnung der Patente erfolgt anhand der Wohnsitze der beteiligten Erfinder. Ist auf einem Patent ein Forscher mit einer Adresse in Oberbayern genannt, wird dieses Patent Oberbayern zugeordnet. Sind mehrere Forscher aus unterschiedlichen Regionen Bayerns beteiligt, wird das Patent auch mehreren Regionen zugeordnet (vgl. auch Anhang).

Anhang

Wie sind Patente in der Studie definiert?

In dieser Studie werden die Begriffe Patente und Patentfamilien synonym verwendet. Technisch gesehen ist der Begriff „einfache Patentfamilie“ oder „simple family“ korrekt. Eine „simple family“ ist eine Gruppe von Patentdokumenten, die eine einzige Erfindung mit identischem technischem Inhalt abdecken. Die Patente einer „simple family“ haben alle genau die gleiche Priorität. Die Prioritätsfrist beginnt mit der ersten Anmeldung einer Erfindung in einem beliebigen Land. Innerhalb der folgenden zwölf Monate ist der Anmelder berechtigt, die gleiche Erfindung in anderen Ländern zu patentieren. Für diese Folgeanmeldungen kann der Anmelder das Prioritätsdatum der ersten Anmeldung in Anspruch nehmen. Das bedeutet, dass für diese weiteren Anmeldungen dieses Prioritätsdatum bei der Beurteilung der Neuheit der Erfindung beachtet wird.

Aktives Patentportfolio zum Stichtag 31.12.2021 statt Neuanmeldungen

In dieser Studie werden die Patente nach dem Stichtags-Konzept identifiziert und gezählt. Dies bedeutet, dass nur alle aktiven und veröffentlichten Patentfamilien und Patentanmeldungen zum jeweiligen Stichtag in den Analysen berücksichtigt werden. Es werden nur Patentfamilien gezählt, die zumindest ein rechtsgültiges Patent oder eine hängige Anmeldung aufweisen. Dieses Vorgehen unterscheidet sich von anderen Patentanalysen, bei denen z. B. nur neue Patentanmeldungen pro Jahr gezählt oder alle Patente - auch inaktive - verwendet werden. Statt nur die Dynamik der Entwicklung zu messen, konzentriert sich der in dieser Studie verwendete Ansatz auf die absolute Größe und Stärke eines Patentportfolios zum jeweils aktuellen Zeitpunkt. Der Stichtag der Datenerhebung (31. Dezember 2021) umfasst alle bis heute veröffentlichten, erteilten Patente und anhängigen Anmeldungen.

Was sind Weltklassepatente?

Für diese Studie liegt der Fokus in den meisten Auswertungen auf den zehn Prozent der am besten bewerteten Patente pro Technologie – den Weltklassepatenten. Um die Qualität der einzelnen Patente zu bestimmen, wird die Länderabdeckung und die Zitierungshäufigkeit ermittelt. 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 (Eigeneinschätzung). EconSight legt besonderen Wert auf eine realistische Länderklassifikation, denn obwohl ein Patent in vielen Ländern angemeldet werden kann, sind strategisch nur einige wenige Länder relevant. Gemessen wird deshalb, ob ein Patent die "kritische Masse" erreicht hat (mehrere große Länder wie die USA, China, Japan, Europa, aber auch zentrale mittelgroße Länder wie Großbritannien, Deutschland, Südkorea). Ob ein Patent zusätzlich in vielen kleinen Ländern aktiv ist, ist für die Grundqualität unerheblich.

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 (Fremdeinschätzung). EconSight legt auch 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 Erfinder weniger wert als die Zitierung durch ein großes Unternehmen wie Alphabet.

Die individuelle Patentstärke als Kombination aus relevanter Länderabdeckung (Erreichung einer «kritischen Masse») und relevanter Zitierhäufigkeit («business-relevante» Zitierungen) lässt darauf schließen, welche Auswirkung eine Patentfamilie auf den Wettbewerb hat und erlaubt eine quantifizierbare Einteilung in wichtige Patente und weniger wichtige Patente. EconSight legt den Schwerpunkt der Analyse auf die sogenannten Weltklassepatente: die besten zehn Prozent aller Patente innerhalb einer definierten Technologie, gemessen an der individuellen Patentstärke.

Länderzuordnung nach Erfinderadresse

Ein Patent ist das Ergebnis von Forschungsarbeiten, die in der Regel von mehr als einem Forscher, 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 wem sie zugeschrieben werden sollen. In dieser Studie erfolgt die geografische Zuordnung anhand der Wohnsitze der beteiligten Erfinder. Ist beispielsweise auf einem Patent ein Forscher mit einer Adresse in Bayern genannt, wird dieses Patent Bayern zugeordnet. Sofern es sich um eine Forschungskoooperation mit zusätzlichen Forschern aus anderen Ländern handelt, so wird das Patent auch diesen Ländern zugeordnet – es wird davon ausgegangen, dass die technologische Kompetenz in jedem beteiligten Land vorhanden ist. Der Sitz des anmeldenden Unternehmens ist für diese Analyse nicht relevant. Es ist beispielsweise möglich, dass an einem Patent eines Unternehmens mit Sitz in Deutschland nur Forscher mit Wohnort in den USA beteiligt waren, da das Unternehmen einen Forschungsstandort in den USA unterhält. In diesem Fall würde das Patent den USA zugeordnet werden, da die Forschungsleistung ausschliesslich dort erbracht worden ist.

Detaillierte Technologiedefinitionen für die holzbasierte Bioökonomie

Die meisten Patentanalysen verwenden entweder breite Technologiefelder oder sehr spezifische Patentklassen. Beide Konzepte haben Vor- und Nachteile. Technologiefelder, die sich hauptsächlich auf die etablierten Technologiefelder der WIPO (World Intellectual Property Organisation) stützen, strukturieren die Patentlandschaft in breite Kategorien und helfen bei der Identifizierung von groben Forschungsschwerpunkten einzelner Länder, sind aber zu alt für Aussagen zur technologischen Zukunftsfähigkeit. Individuelle Patentklassen hingegen bilden den Kern des Patentklassifikationssystems, sind aber zu technisch und oft zu spezifisch für strategische Analysen. EconSight verwendet deshalb mit der Entwicklung von spezifischen Technologiedefinitionen einen "Mittelweg" zwischen beiden Konzepten, um die technologischen Aktivitäten von Unternehmen, Forschungsinstitutionen, Regionen und Ländern bestmöglich zu erfassen. Jede Technologie basiert auf Abfragen einer Reihe von Patentklassen und fachspezifischen Stichworten. Für diese Studie wurden 15

Technologien definiert, welche aktuelle technologische Trends in der holzbasierten Bioökonomie bestmöglich aufgreifen. Die Technologien werden im Folgenden beschrieben.

Bioökonomie

Die Bioökonomie umfasst alle Bereiche der Technologien, die sich grundsätzlich mit Pflanzen und Tieren befassen, sowie deren unmittelbare Produkte daraus, soweit sie in direktem Bezug dazu stehen. In erster Linie enthalten sind daher die Bereiche Landwirtschaftstechnik, Traktoren und Erntemaschinen, Biotechnologie für Pflanzen, inkl. gentechnologisch angepasste Erntepflanzen, Samen und Saatgut-Entwicklung, Pflanzenschutzmittel und Dünger, digital implementierte Landwirtschaft, wie die Satelliten oder Drohnengesteuerte Präzisionslandwirtschaft, Bewässerungstechnologie und andere Klimaangepasste Technologien und vertikaler Anbau, Tierfutter und Aquakulturen, Algen und Biopolymere, Biomasse und Biotreibstoffe, sowie alles rund um die Waldbewirtschaftung, Anbau von Bäumen, Ernte und die Weiterverarbeitung von Holz als Rohstoff.

Waldbewirtschaftung

Im Technologiefeld Wald ist eingeschlossen das Aufforsten und Kultivieren von Bäumen, das Beobachten von Wäldern (eingeschlossen Waldbrandüberwachung und Waldmessungen mit Satelliten/Remote Sensing), Wetter- und Regenfallmessungen, aber auch das Ernten und Abholzen.

Holzwirtschaft

Das Technologiefeld Holzwirtschaft enthält alles rund ums Holz, von der Ernte des Stamms mit Sägen, den Werkzeugen und Maschinen für die Holzverarbeitung bis zur Nutzung von Holz in diversen Bereichen, wie z. B. im Bauwesen (Türen, Treppen, Dächer) mit Holz, Holzlaminate und Fußböden, Holzeinlagen in diversen Gegenständen bis zum Auto, sowie die Verarbeitung von Holz bis zur Trennung des Lignins, Verwendung von Lignin in Chemie und als Rohstoff anderer Art. Ebenfalls enthalten ist die Verwendung von Holzabfällen als Biomasse und Biotreibstoffe, als Ersatzmaterial in Reifen bis zum Einsatz in Redox-Flow Batterien.

Papier und Zellulose

Pflanzen und auch Bäume bestehen zum größten Teil aus den Komponenten Lignin und Zellulose. Während das Lignin als außerhalb der Pflanze instabiler Rohstoff wenig gezielt genutzt wird, ist die Zellulose der wohl wichtigste Grundbaustein einer Pflanze für die weitere Nutzung. Das Technologiefeld Zellulose schließt alle Technologien ein, die sich mit der Verarbeitung von Zellulosen befassen, sei es als Bindemittel, Lack- oder Farbbestandteil, als Rohstoff für Tabletten und Medikamenten oder für Textilien. Der größte Anwendungsbereich ist aber die Papierindustrie. Da Zellulose nichts anderes als ein Zuckerpolymer ist, können kurzkettige Zellulosen z. B. als Stärke eingesetzt, als langkettige Polymere dagegen in Textilien oder als Naturfasern Verwendung finden. Zellulosen können auch zu Folien («Cellophan») oder Klebstoffen umgewandelt werden.

Agrochemie

In diesem Technologiefeld werden die Themen Wald, Holz und Zellulose auf die biotechnologischen und agrochemischen Technologie-Bereiche eingeschränkt. Maßgeblich handelt es sich hier um Erfindungen im Bereich der Waldentwicklung- und Messung, Dünger-, Saatgut und Pflanzenschutz im Bereich der Bäume und Wälder. Diese Bereiche waren historisch eher auf die Nutzbäume ausgerichtet (Fruchtbäume, Plantagen), sind in den letzten Jahren aber vermehrt im Zusammenhang mit dem Klimaschutz im Fokus.

Textilien

Das Technologiefeld Textilien im Zusammenhang mit Wald, Holz und Zellulose ist ein Gebiet diverser Verwendung von einerseits Naturfasern oder Zellulose aus dem Holzumfeld (Bäume oder Baumwolle) oder dem gezielten Einsatz von Zellulose, auch verarbeiteter Zellulose, im Textilumfeld (z. B. Zellulose regeneratfasern (zellulosische Chemiefasern) wie Viskose, Lyocell, Modal oder Rayon, aber auch zur Beschichtung). Textilien umfassen dabei «woven»- wie auch «non-woven», d.h. Gewebe, Gewirke oder Gestricke gegenüber den Vliesen und Mikrofaser-Textilien. Insbesondere letztere sind einerseits im Reinigungs- und Verbrauchsartikelumfeld, aber auch im Medizinal- und Hygieneumfeld sehr weit verbreitet.

Papier und Papierherstellung

Das Technologiefeld Papier umfasst das gesamte Gebiet der Papiere, von Pulpe, Papierchemie, über Papierherstellung bis zum Papierrecycling. Es werden auch spezifische Segmente der papierbezogenen Druckindustrie integriert. Da Papier oft als synonym zu Zellulose und daher meist gar nicht im Bezug zur Zellulose erwähnt wird, steht dieses Gebiet für sich alleine und ist daher grösser als die Gebiete Holz, Wald und Zellulose, obwohl sich jedes Papier auf seinen Rohstoff zurückbeziehen lassen kann. Die Papierindustrie steht aber für sich alleine in Schlüsselworten und Konzepten, und wird daher hier ebenso betrachtet, nicht zuletzt da es anzunehmen ist, dass man Papier und seine Herkunft automatisch zu seiner Rohstoffquelle Holz/Baum/Zellulose bezieht und dies nicht explizit erwähnt. Bei einem «Fachmann» als erfindungsrelevante Person ist zu erwarten, dass auch er diesen Bezug kennt und man dies daher nicht spezifisch beschreiben muss.

Abfallwirtschaft und Recycling

Dieses Gebiet umfasst die Abfallwirtschaft von allen Produkten, die im Zusammenhang mit Holz und Papieren stehen, aber auch das Papierrecycling selbst. Recycling kann neben dem klassischen Wiederverwenden von Papierabfällen auch das Wiederverwenden von Abfällen direkt aus dem Herstellungsprozess bedeuten, so wie z. B. in der Papierindustrie die Reinigung und Wiederverwendung von Wasser.

Papierverpackungen, Klebstoffe

Das Technologiefeld Papierverpackung umfasst alle Technologien rund um Verpackungen aus Papier, und steht damit ähnlich wie die Papierindustrie ebenfalls für sich alleine. Auch hier werden die Ursprünge auf Holz und Zellulose als gegeben vorausgesetzt und nicht explizit verwendet. Im Feld werden jedoch auch nachhaltige Verpackungen und Klebstoffe

erfasst, diese jedoch nur wenn der Holz-/Zellulose-Bezug eindeutig erwähnt wird, da hier dieser Bezug nicht vorausgesetzt werden kann.

Möbel, Fenster, Bauwesen

Das Technologiefeld Möbel und Holz im Bauwesen umfasst zum einen die gesamte Möbelindustrie, ohne spezifische Einschränkung auf Holz, sowie den Einsatz von Holz im Baubereich, d.h. Fenster, Türen, Böden, Dächer, Fassaden usw. aus Holz. Während im Baubereich der Einsatz von Holz explizit erwähnt werden muss, um gerechnet zu werden, werden Möbel ganz generell in diesem Technologiefeld dargestellt. Möbel, wie z. B. Stühle oder Schränke werden generell in einem Holzbezug verstanden oder könnten aus Holz sein, ohne dass dies speziell erwähnt wird. Dies wiederum bewirkt, dass auch Kunststoffartikel oder Gegenstände aus Metall oder Glas im Möbelfeld miteingeschlossen werden, es geht hier jedoch um die Branche als Ganzes. Eine Reduktion auf die begrifflich beschriebene explizite Verwendung von Holz im Möbelbereich griffe jedoch zu kurz, da man auch hier den Bezug zur Rohstoffquelle als gegeben voraussetzen kann (siehe Papier-Definition). Zudem ist eine Erfindung im Möbelumfeld zumeist sehr spezifisch auf einzelne Elemente, wie ein Schubladenauszug in einem Küchenschrank, bei dem nach der Definition der Offenbarungsnotwendigkeit eines Patents jedem Fachmann klar ist, dass dieser Schrank aus Holz sein kann, ohne dass dies spezifisch erwähnt werden muss.

Biotreibstoffe, Biomasse, Biogas

Kohlenstoffhaltige Naturerzeugnisse sind der Rohstofflieferant für höher-energetische Energiespeichermaterialien auf Kohlenstoffbasis, wie Methan, Benzin oder Kerosin. Insbesondere zuckerhaltige Stoffe sind dabei besonders einfach in Treibstoffe oder Biogase umzuwandeln, CO₂ dagegen ist aufwändiger umzuwandeln. Da zuckerhaltige Produkte wie Weizen oft auch Nahrungsmittel sind, ist dies weder politisch noch ethisch vertretbar. Dagegen sind Holz- und Pflanzenabfälle ideale Quellen für die Umwandlung in Energiespeichermaterialien, bedürfen aber aufwändigeren Aufschlusstechnologien der langkettigen Zellulosen. In diesem Technologiefeld werden die diversen Erfindungen im Bereich der Umwandlung von Holz/Wald/Zellulose-basierten Naturprodukten in Biotreibstoffe, Biogas oder Biomasse zusammengefasst. Dabei wird nicht unterschieden, ob die Kohlenstoffquelle direkt oder über eine Vergasung umgewandelt werden, bzw. ob dies chemisch (z. B. Aufschluss), mikrobiologisch (Bakterien) oder über einen Synthesegas-Schritt erfolgt.

Biopolymere, Nano- oder fort. Materialien

Zellulose ist der wohl am häufigsten vorhandene Biopolymer und auch das häufigste Biomolekül der Welt überhaupt. In diesem Technologiefeld werden alle Technologien rund um Zellulose, unabhängig von Typ oder Form, wasserlöslich als Stärke oder als Nanozellulose oder verarbeitet in Form von Zellulose-Ethern oder Estern, bzw. alle Varianten der Zellulose aus natürlichen Quellen zusammengefasst. Dabei ist wichtig, dass der Bezug zur Nachhaltigkeit, bio-basierte, aus natürlichen Quellen oder Naturfaser-Charakter in den Erfindungen spezifiziert ist. Das reine Aufbauen, Umwandeln oder Verwenden von Zellulosen undefinierter oder künstlicher Art sind nicht enthalten. Damit ist das Gebiet eher eingeschränkt auf den nachhaltigen Bezug (Quelle des Materials) ausgerichtet, im Gegensatz zum allgemeinen Zellulose-Feld. Als Biopolymer steht Zellulose oft in Konkurrenz zu PLA

(Polymilchsäure), PHA/PHB (Polyhydroxybutyrat) und anderen Biopolymeren aus nachwachsenden Quellen, und hat durch seine natürliche Hydrophilie (Wasserneigung) im Gegensatz zu anderen oder auch petrochemischen Polymeren Vor- aber auch Nachteile. Der Entwicklungsaufwand Zellulose als Biopolymer in Konkurrenz zu klassischem Plastik einzusetzen ist höher. Als Naturfaser ist es aber sehr verbreitet (Hanf, andere Pflanzenfasern) und findet im Technologiefeld seinen Platz bei vielen Verbund- und Baustoffen und auch bei Gummis. Auch im Pharmabereich werden Zellulosen wegen ihrer Naturnähe und Abbaubarkeit eingesetzt.

Sicherheitspapiere

Sicherheitspapiere umfasst den weiten Bereich der Banknoten, Passpapiere und weitere zumeist Druckwaren, die spezielle Sicherheitselemente aufweisen. Die Sicherheitselemente können im Papier selbst, im mehrlagigen Aufbau verschiedener Schichten oder in der Integration von eigentlich papierfremden Elementen in die Druckerzeugnisse sein (z. B. Hologramme). Die Sicherheitspapiere gehen dabei über klassische hoheitliche Artikel hinaus und finden auch in Verpackungen hochwertiger Erzeugnisse (wie Medikamente) oder Tickets und Labels eine breite Anwendung.

Transport und Spezialfahrzeuge

Dieses Gebiet umfasst einerseits die Spezialfahrzeuge rund um den Wald, also die Walderntefahrzeuge wie auch Fahrzeuge zum Aufforsten. Darüber hinaus ist aber auch die Verwendung von Holz in klassischen Autos beinhaltet, wie z. B. Holzeinlagen im Autoinnenraum.

Maschinen und Werkzeuge

Holzverarbeitende Werkzeuge, wie Sägen und Hobel, sowie Maschinen zur Verarbeitung von Stämmen wie auch von Zellulosen werden hier zusammen analysiert. So handelt es sich sowohl um Kleingeräte als auch um große Maschinen zur Herstellung von Paletten oder Wellpappe. Es gibt eine gewisse Überlappung zu den Papierverpackungen, da auch diese oft mit größeren Verpackungsanlagen gefertigt werden.

Medizinaltechnik und Pharmarohstoffe

Insbesondere Zellulose findet in der pharmazeutischen Industrie eine breite Anwendung. So beinhalten sehr viele Arzneimittel und galenische Darreichungen, wie Tabletten, Zellulosen als Bindemittel, sie sind aber auch in aktiven Wirkstoff-Präparationen enthalten. Als bioabbaubare und natürliche Biopolymere werden sie zudem in der Medizinaltechnik eingesetzt. Besonders häufig kommen Zellulosen oder auch Zellulose-basierte Fasern in der Wundheiltechnik, Kosmetik und Hygiene zur Anwendung.

Ansprechpartner/Impressum

Christine Völzow

Geschäftsführerin, Leiterin der Abteilung Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-251
christine.voelzow@baymevbm.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

© vbw Juni 2023

Weiterer Beteiligter

Kai Gramke, Klaus Jank,
Dr. Jochen Spuck

EconSight

Tiersteinerrain 126
CH-4059 Basel
T +41 61 811 10 10
info@econsight.ch
www.econsight.ch