

Kreislaufwirtschaft erfolgreich gestalten

Position
Stand: Januar 2025

Die bayerische Wirtschaft

vbw



Vorwort

Erfolgreiche Kreislaufwirtschaft braucht Technologieoffenheit

Die Kreislaufwirtschaft bildet eine wichtige Grundlage für nachhaltiges Wirtschaften. Gesetzgeberische Aktivitäten müssen deshalb neben den ökologischen Zielen auch die ökonomischen und sozialen Dimensionen der Nachhaltigkeit berücksichtigen.

Kreislaufwirtschaftspolitik muss stets den gesamten Produktlebenszyklus im Blick haben. Sie muss sowohl innovationsgetriebene Verbesserungen von Produkten und Verfahren würdigen als auch praxisgerechte Standards für ein nachhaltiges Produktdesign beinhalten. Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Nutzeranforderungen an Produkte müssen im Einklang mit der Verwendung von Recyclingrohstoffen stehen.

Innovationen dürfen nicht durch praxisferne Vorgaben gehemmt werden. Sie sind vielmehr unter der Prämisse der Technologieoffenheit zu fördern. Auf bewährte Verfahren muss bei der Weiterentwicklung aufgebaut werden. Die vbw setzt sich dafür ein, bei der Ausgestaltung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaftspolitik die einzelnen Maßnahmen intensiv auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen.

Unser Positionspapier zeigt auf, was bei der Entwicklung und Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsstrategien grundsätzlich zu beachten ist. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der besonderen Bedeutung technologischer Innovationen für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft und den notwendigen Voraussetzungen für eine zirkuläre Bioökonomie innerhalb der EU.

Bertram Brossardt
24. Januar 2025

Inhalt

Position auf einen Blick	1
1 Transformation zu einer zirkulären Wirtschaft	2
1.1 Ziele und Potenziale der Kreislaufwirtschaft	2
1.2 Ziele und Herausforderungen	2
2 Strategie für Kreislaufwirtschaft entwickeln	4
2.1 Recycling verbessern	4
2.2 Stärker auf Automatisierungslösungen setzen	5
2.3 Herstellerverantwortung differenziert betrachten	5
2.4 Gesamten Produktlebenszyklus in den Fokus nehmen	6
2.5 Zirkuläre, technologische Anwendungen fördern	6
2.6 Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS)	7
3 Technologische Innovationen für die Kreislaufwirtschaft	8
3.1 Beispiele technologischer Innovationen mit zirkulärem Potenzial	8
3.2 Zielgerichtete Innovations- und Technologiepolitik	9
3.3 Innovationsfreundlichen Standort schaffen	10
4 Zirkuläre Bioökonomie in der EU	12
4.1 Nachwachsende Rohstoffe unterstützen die Transformation	13
4.2 Substitutionspotenzial für den Klimaschutz nutzen	13
4.3 Wissensbasiert zu innovativen Lösungen	14
4.4 Grundsätze für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Bioökonomie	14
Anhang: Weiterführende Informationen	15
Ansprechpartner/Impressum	17

Position auf einen Blick

Ganzheitlicher Ansatz zum Aufbau von Stoffkreisläufen erforderlich

Kreislaufwirtschaft ist als umfassender Transformationsprozess der Wirtschaft zu verstehen, der vielfältige Herausforderungen adressiert: Ressourcenknappheit und -effizienz, Einsparung von Treibhausgas-Emissionen und eine nachhaltige Wertschöpfungskette.

Für den Übergang zu einer resilienten und zukunftsfähigen zirkulären Wirtschaft bedarf es einer Strategie, die die Transformation als gesamtgesellschaftliche Aufgabe versteht und die Wirtschaft im Umwandlungsprozess unterstützt. Konzepte zur Kreislaufführung von Materialien und Produkten müssen alle Aspekte der Nachhaltigkeit, also ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen, berücksichtigen und stets den gesamten Lebenszyklus im Blick behalten. Wichtig ist dabei, innovative und wirtschaftsverträgliche Ansätze nicht durch starre Vorgaben und zu hohe Regulierungsdichte zu gefährden.

Gemeinsame, praxisgerechte Regeln für die Herstellung, den Handel und das Recycling von Produkten im EU-Binnenmarkt sind unabdingbar. Neue Recyclingtechnologien und Geschäftsmodelle der Kreislaufwirtschaft bieten große Chancen für innovative, emissionsarme Technologien sowie nachhaltige Produkte und Dienstleistungen. Unternehmen müssen daher aufgrund ihres Wissens über erfolgreiche Verfahren, Rohstoffe und Spezifikationen im Mittelpunkt einer funktionierenden und wettbewerbsorientierten Kreislaufwirtschaft stehen. Industrie und Politik müssen intensiv zusammenarbeiten, damit funktionierende Märkte für Recyclingrohstoffe entstehen können. Entscheidend ist dabei auch die Marktakzeptanz recycelter Stoffe. Hier kann der Staat eine wichtige Vorbildfunktion ausüben.

Technologische Innovationen müssen konsequent und technologieoffen gefördert werden. Sie finden in allen Phasen des Produktlebenszyklus statt und auf ganz unterschiedlichen technologischen Feldern – beispielsweise über die Entwicklung neuer Materialien, Prozessverbesserungen beim Recyclingverfahren oder den Einsatz digitaler Lösungen. Kreislaufwirtschaft muss dementsprechend als Querschnittsthema in die Forschungs- und Technologieförderung integriert werden.

Die zirkuläre Bioökonomie ist ein wichtiger Teil der Kreislaufwirtschaft. Eine zentrale Funktion erfüllt dabei die Land- und Forstwirtschaft durch die Bereitstellung nachwachsender Biomasse. Hier muss auf die Erfassung und Erschließung heimischer Rohstoffpotenziale gesetzt werden. Für die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Waldbewirtschaftung muss der Leitgedanke „Schützen durch Nutzen“ maßgeblich sein. Eine wettbewerbsfähige Bioökonomie benötigt außerdem einfache, klare und gerechte Nachhaltigkeitskriterien, Technologieneutralität sowie eine zügige Integration von Kohlenstoff in die Energiemärkte.

1 Transformation zu einer zirkulären Wirtschaft

Potenziale der Kreislaufwirtschaft heben

Die Kreislaufwirtschaft ist als umfassender Transformationsprozess der Wirtschaft zu verstehen, der vielfältige Herausforderungen adressiert: Ressourcenknappheit und -effizienz, Einsparung von Treibhausgas-Emissionen und eine nachhaltige Wertschöpfungskette.

1.1 Ziele und Potenziale der Kreislaufwirtschaft

Ziel der Kreislaufwirtschaft ist es, Produktion, Verbrauch, Entsorgung und Geschäftsmodelle so auszugestalten, dass Abfälle, Emissionen, Rohstoff- und Energieverbrauch verringert werden.

Damit kann die Transformation der traditionellen Linearwirtschaft hin zur Kreislaufwirtschaft einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten. Da mehr als die Hälfte der globalen Treibhausgas-Emissionen in direktem oder indirektem Zusammenhang mit der Materialwirtschaft stehen, bietet der Umstieg auf die Kreislaufwirtschaft ein erhebliches CO₂-Einsparungspotenzial.

Unternehmen können ihren Ressourceneinsatz senken und damit unter anderem Kosten sparen sowie Abhängigkeiten reduzieren. Die Sicherung der Rohstoffversorgung stellt eine wachsende Herausforderung dar. Ursachen dafür sind der weltweit steigende Rohstoffbedarf, eine Konzentration auf Anbieterseite sowie Handelsbeschränkungen. Viele Erzeugnisse bayerischer Unternehmen enthalten zudem Rohstoffe, die nur in wenigen Regionen der Welt vorkommen, wie zum Beispiel Seltene Erden. Insbesondere Bestandteile von Zukunftstechnologien wie Windkraft, Elektromobilität und Halbleiter sind oftmals nur sehr begrenzt verfügbar. Zirkuläres Wirtschaften kann signifikant dazu beitragen, diese Rohstoffknappheit zu entschärfen.

1.2 Ziele und Herausforderungen

Das Modell der Kreislaufwirtschaft beginnt und endet mit dem Rohstoff. Rohstoffe durchlaufen in dieser Form des Wirtschaftens verschiedene Daseinsformen bis sie meist in leicht abgeänderter Form erneut den Kreislauf beschreiten. Die verschiedenen Stationen dieses Produktlebenszyklus bieten gleichzeitig einzelne Ansatzpunkte für neue Wertschöpfung: Zirkuläres Produktdesign, ressourcenschonende Produktion, ressourcenschonender Vertrieb, Verlängerung des Nutzungszeitraums durch Wiederverwendung und Reparatur, Sammlung und Rückführung, Recycling und Herstellung von Sekundärrohstoffen.

Abbildung 1

Elemente der Kreislaufwirtschaft



Quelle: Wissenschaftlicher Dienst des Europäischen Parlaments

Während es in vielen Teilbereichen unserer Wirtschaft schon etablierte Systeme und vielversprechende Ansätze gibt, steht die Kreislaufwirtschaft insgesamt betrachtet noch eher am Anfang. Schätzungen gehen davon aus, dass gegenwärtig nur 7,2 Prozent der globalen Wirtschaft zirkulär aufgestellt sind und zuletzt sogar ein Rückgang zu verzeichnen war. Noch bestehen vielfältige technische, betriebswirtschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen für die Transformation.

Es lohnt sich, die bestehenden Hürden abzubauen und die Potenziale der Kreislaufwirtschaft zu heben. Sie ermöglicht insbesondere die Vereinbarkeit ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeitskriterien, aber auch der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit und kann den Übergang zu einer resilienten und zukunftsfähigen Wirtschaft unterstützen. Dafür bedarf es einer Strategie, die die Transformation als gesamtgesellschaftliche Aufgabe versteht und die Wirtschaft im Umwandlungsprozess unterstützt.

2 Strategie für Kreislaufwirtschaft entwickeln

Kreislaufwirtschaft mit ganzheitlicher Strategie voranbringen

Eine umfassende Strategie für Kreislaufwirtschaft muss einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen. Bei der Entwicklung von Konzepten zur Kreislaufführung von Materialien und Produkten ist darauf zu achten, alle Aspekte der Nachhaltigkeit, also ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen gleichermaßen zu berücksichtigen.

Wichtig ist zudem ein technologieneutraler Ansatz. Um Kreislaufwirtschaft umfassend zu ermöglichen, müssen Hemmnisse beseitigt werden, beispielsweise für das chemische Recycling. Ausschreibungen dürfen den Einsatz von Rezyklaten nicht ausschließen, und Normen sind für den Einsatz von Sekundärrohstoffen anzupassen. Andererseits muss die Technologieförderung Themen wie Trenn- und Sortiertechniken oder das Recycling von Batterien in den Fokus nehmen. Ein weiterer entscheidender Baustein ist die Nutzung digitaler Technologien, etwa zur Erfassung verwendeter Baustoffe.

2.1 Recycling verbessern

Recycling setzt die Recyclingfähigkeit von Materialien und eine Stärkung der entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten voraus. Wir benötigen einen technologie-neutralen, diskriminierungsfreien Rechtsrahmen für mechanische und chemische Recyclingverfahren. Um der Komplexität von kunststoffhaltigen Abfallströmen gerecht zu werden, müssen innovative Lösungen für die stoffliche Verwertung unter Einschluss des chemischen Recyclings möglich sein. Ein Beispiel ist chemisches Recycling zur stofflichen Weiternutzung beispielsweise von Verpackungsreststoffen zur Produktion von neuem Rohstoff für die Kunststoffherstellung in Raffinerien.

Eine rechtssichere Definition von chemischem Recycling als Recycling im abfallrechtlichen Sinne ist sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene erforderlich, damit dieses unabhängig vom Abfallstrom einen Beitrag zur Erfüllung aller relevanten Recycling- und Rezyklateinsatzquoten leisten kann.

Innovationsgetriebene Verbesserungen müssen so rasch wie möglich berücksichtigt werden können. Dafür ist eine stetige Prüfung und Revision der Kriterien für den Einsatz von Sekundärrohstoffen erforderlich. Leistungs- und Innovationsfähigkeit, Sicherheit und Nutzeranforderungen an Produkte müssen im Einklang mit der Verwendung von Recyclingmaterialien stehen. Verbindliche Vorgaben zur Verwendung solcher Materialien setzen voraus, dass es dafür Märkte in ausreichendem Maße zu wettbewerbsfähigen Preisen und in der geforderten Qualität gibt. Regelungen sollte es daher nicht allgemein, sondern nur produktspezifisch geben.

Der Staat muss im Wege seiner Vorbildfunktion einen angemessenen Beitrag für die Markteröffnung leisten, indem er für seine Beschaffungsvorgänge gezielt auf recycelte beziehungsweise rezyklierbare Produkte und Rohstoffe setzt.

Es ist im Sinne gleicher Wettbewerbsbedingungen darauf zu achten, dass gerade im Bereich des Abfallrechts ein einheitlicher Vollzug erfolgt und die Nichtbeachtung von Vorschriften sanktioniert wird.

2.2 Stärker auf Automatisierungslösungen setzen

Um die Entwicklung wirtschaftlich tragfähiger und skalierbarer Kreislaufwirtschafts- bzw. Recyclinglösungen gezielt zu fördern, muss der Staat bei seinen Initiativen insbesondere auf Automatisierungslösungen setzen, um eine wettbewerbsfähige Verwertung am Standort zu ermöglichen. Das betrifft sowohl Massenprodukte wie Smartphones oder Platinen, aber auch Lösungen für Batterien aus Elektrofahrzeugen. Letztere werden erst in einigen Jahren in so großer Zahl verfügbar sein, dass sich entsprechende Geschäftsmodelle lohnen, während mit der Weiterentwicklung der Verfahren und dem Aufbau von Anlagen bereits jetzt begonnen werden muss.

Zirkuläres Potenzial im Textilrecycling

Alttextilien fallen in erheblicher Menge an und tragen in hohem Maße zum Abfallaufkommen bei. Im Rahmen der vom Bayerischen Wirtschaftsministerium, der vbw und des Verbandes der Bayerischen Textil- und Bekleidungsindustrie (VTB) geförderten Studie *Ökonomische Potenziale des Textilrecyclings und der Wasserstoffherzeugung aus Textilabfällen* in Bayern wurden verschiedene Recyclingverfahren untersucht und bewertet. Es liegen demnach erhebliche Chancen im Textilrecycling und im Aufbau einer textilen Kreislaufwirtschaft in Bayern. Dies gilt insbesondere für das mechanische Recycling. Hier gilt es, den Aufbau von hochmodernen Anlagen im industriellen Maßstab an geeigneten Standorten mit hohen Stoffströmen konsequent zu fördern. Eine Raumanalyse bescheinigt vor allem dem Ballungsraum Augsburg entlang der A8 eine günstige Infrastruktur bezüglich Abfallaufkommen, Logistik und Forschungs- und Industriekompetenz und damit ideale Bedingungen zum Aufbau einer textilen Kreislaufwirtschaft.

Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht im Bereich der Sortiertechnologie für Bekleidungstextilien, um die Weiterverwendung zu stärken.

2.3 Herstellerverantwortung differenziert betrachten

Für eine erfolgreiche Kreislaufwirtschaft muss Herstellerverantwortung differenziert und zweckmäßig gestaltet werden können. Ziel muss sein, im Wege privatwirtschaftlicher

Verantwortung für Stoffkreisläufe effiziente Systeme zu erreichen. Dabei muss auf bereits bestehende Erfahrungen der Wirtschaft mit von Herstellern getragenen und seit Jahrzehnten erfolgreichen Rücknahmesystemen der Papierindustrie, der Chemischen Industrie, der Mineralölwirtschaft oder der Stahlindustrie aufgebaut werden. Bereits vorhandene und erfolgreich arbeitende Rücknahmesysteme der Wirtschaft dürfen nicht gefährdet werden.

2.4 Gesamten Produktlebenszyklus in den Fokus nehmen

Konzepte zur Kreislaufführung von Materialien und Produkten müssen stets den gesamten Lebenszyklus im Blick behalten.

Zirkuläres Potenzial im Bausektor

Der Bausektor gehört zu den Branchen mit dem größten Verbrauch an Primärressourcen. Damit steckt in den Bauwerken ein enormes materielles Potenzial, welches nach einem ordnungsgemäßen Rückbau entweder als Recyclingbaustoff wiedereingesetzt oder für weitere Wirtschaftszweige genutzt werden kann. Das jährliche Potenzial spiegelt sich in den Bau- und Abbruchabfällen, die mit jährlich 228 Millionen Tonnen die mengenmäßig wichtigste Abfallgruppe in Deutschland bilden.

Gebäude müssen aus der Perspektive ihres gesamten Lebenszyklus entworfen, betrieben, modernisiert und demontiert werden. Die Lebenszyklusanalyse (LCA) dient der ganzheitlichen Berücksichtigung und Bewertung der Umweltwirkungen von Gebäuden. Sie ist mit der Betrachtung aller Stoff- und Energieströme im Bauwesen ein wirkungsvolles Werkzeug, um bereits im Planungsprozess umweltbezogene Eigenschaften unterschiedlicher Entwurfsansätze optimieren zu können. Die entsprechenden Bewertungsmethoden sind gerade im Hinblick auf die Vorteile einer Kreislaufnutzung weiterzuentwickeln. Die Dokumentation der verwendeten Materialien – auch im Bestand – bietet großes Potenzial für das Baustoffrecycling. Vorhandene Datenbanken müssen ergänzt, verknüpft und um Annahmen zu Sanierungs- und Abrisszyklen ergänzt werden.

Details finden sich in der vbw-Studie *Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten* von Juli 2021 und den entsprechenden Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats der Bayerischen Wirtschaft.

2.5 Zirkuläre, technologische Anwendungen fördern

Technologische Innovationen sind ein Schlüssel zu einer erfolgreichen Kreislaufwirtschaft. Das Heben von Automatisierungspotenzialen, die Verbesserung von Recycling und von Prozess- und Produktdesign unter Berücksichtigung des gesamten Produktlebenszyklus – all dies erfordert den gezielten Einsatz von Technologien und vor allem optimierte und

neue technologische Anwendungen. Wie die Entstehung technologischer Anwendungen für die Kreislaufwirtschaft gezielt gefördert werden können, führt das folgende Kapitel aus.

2.6 Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS)

Im Dezember 2024 wurde die nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie verabschiedet. Konkrete Absenkungsziele für den Rohstoffeinsatz pro Kopf sind darin nicht enthalten. Lediglich der Rohstoffeinsatz für den Konsum privater Haushalte, der im Konsumindikator der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie abgebildet wird, soll bis zum Jahr 2030 kontinuierlich im Vergleich zum Jahr 2010 gemindert werden. Um die NKWS umsetzen zu können, soll eine verlässliche und klare Plattformstruktur geschaffen werden, die über den Kabinettsbeschluss und die Legislaturperiode hinaus die Einbindung von Wirtschaft, Gesellschaft und Wissenschaft sicherstellen soll.

Die NKWS muss nun sinnvoll umgesetzt werden, wobei die Stakeholder-Plattform eine wichtige Rolle spielt. Sie sollte auch für einen Dialog zwischen Bund, Ländern und Wirtschaft für den Vollzug zirkulärer Rahmenbedingungen genutzt werden.

Es sollten zunächst solche Ziele und Maßnahmen betrachtet werden, bei denen die Bundesregierung über einen tatsächlichen Gestaltungsspielraum verfügt. Insbesondere bei Querverbindungen zu den Themen Klimaschutz, Digitalisierung, Normung und Standardisierung sowie öffentliche Beschaffung sollte der Bund geeignete Prozesse zur Verknüpfung der oftmals noch unverbundenen Themenbereiche entwickeln. Zudem ist es erforderlich, dass die Umsetzung der Strategie als Aufgabe der gesamten Bundesregierung identifiziert wird.

Bei allen rechtlichen Rahmenbedingungen mit direktem Bezug zum Funktionieren des Wettbewerbs auf dem europäischen Binnenmarkt, wie zum Beispiel Produktdesign, Rezyklateinsatzquoten und Emissionshandel, sollten nationale Regeln vermieden und stattdessen in enger Abstimmung mit der Praxis europäische Lösungen aktiv mitgestaltet werden.

3 Technologische Innovationen für die Kreislaufwirtschaft

Zirkuläres Potenzial in wichtigen Technologiefeldern stärken

Innovationsaktivitäten lassen sich entlang sechs zentraler Funktionen für das Erreichen einer zirkulären Wirtschaft beschreiben.

- Die *zirkuläre Rohstoffnutzung* verfolgt die Verwendung erneuerbarer Rohstoffe, von Sekundärrohstoffen oder gut zu recycelnden Rohstoffen in einem zirkulären Produkt- und Produktionsdesign.
- Die *Plattform-Ökonomie* erhöht die Nutzungsrate von Produkten, zumeist mithilfe digitaler Technologien.
- *Product-as-a-Service* stellt Nutzungswert und Funktion eines Produktes in den Vordergrund.
- Die *Verlängerung des Lebenszyklus von Produkten* erfolgt durch Reparatur, Erweiterungen und Weiterverkauf.
- Im Bereich *Ressourcenrückgewinnung* geht es um die Wiedergewinnung von Rohstoffen und fortgeschrittene Recycling-Lösungen, die hochwertige Rezyklate produzieren. Innovationen umfassen hier z. B. Verfahren zur Herstellung von Sekundärrohstoffen wie Kunststoffrezyklaten und zur Rückgewinnung von Rohstoffen und Metallrohstoffen für Zukunftstechnologien.
- Zu guter Letzt bedarf es auch *systemischer Ansätze*, die durch das Etablieren neuer Strukturen den Übergang zwischen dem bereits genutzten Produkt und der Wiedereinbringung in den Rohstoffkreislauf ermöglichen.

Technologische Lösungen können hier überall ansetzen. Eine Kreislaufwirtschaftsstrategie muss daher auch gezielt die Rolle technologischer Innovationen adressieren. Sie muss mit konstruktiven Maßnahmen zur Förderung innovativer, technologischer Lösungen unterfüttert werden und darüber hinaus Ansätze enthalten, die diese Anwendungen und Produkte in den bestmöglichen Einsatz für die Kreislaufwirtschaft bringen.

3.1 Beispiele technologischer Innovationen mit zirkulärem Potenzial

Bayerische Technologien im Bereich *Recycling* hatten einen Weltanteil von 1,6 Prozent in 2019. Zwischen 2010 und 2023 hat sich die weltweite Zahl der Recycling-Weltklassepatente allein im Bereich der bioökonomischen Prozesstechnologien von knapp 2.000 auf über 6.000 Stück mehr als verdreifacht. Der Bereich hat eine hohe Relevanz für die Transformation und hohes ökonomisches Potenzial. Wichtig ist hier die Weiterentwicklung verschiedener Recyclingverfahren wie lösemittelbasiertes und chemisches Recycling und die Verankerung der Recyclingfähigkeit im Produktdesign. Ein besonderer Fokus sollte auf Lösungen für die wachsende Anzahl gebrauchter Batterien für Elektrofahrzeuge und Massenprodukten wie dem Smartphone liegen.

Technologien für CO₂-Filter, -Abscheidung und -Bindung (CCUS) zählen zu den Recycling-technologien. Die technologischen Möglichkeiten sind aktuell noch aufwendig und kostenintensiv. Bayern hält hier 2022 einen Weltanteil von 1,5 Prozent mit leichtem Rückgang gegenüber 2015. Bei der Nutzung von CO₂ als Input für Produktionsprozesse ist eine überdurchschnittliche Forschungsdynamik zu beobachten. Die Zahl der auf CO₂ als Input basierenden Weltklassepatente in der Bioökonomie stieg seit 2010 von 2.400 auf fast 6.000 im Jahr 2023.

Im Bereich Industrie spielen *Additive Fertigungsverfahren* (3D-Druck) eine wichtige Rolle etwa für die zeitlich unbegrenzte Bereitstellung von Ersatzteilen. In der Technologie hielt Bayern 2022 einen Weltanteil von 7,3 Prozent mit Zuwachs von mehr 1,5 Prozent gegenüber 2017. Mittels dieser Verfahren können auch aus Plastikabfällen neue Komponenten oder Produkte hergestellt werden beziehungsweise neue Konstruktionslösungen entwickelt werden, die mit weniger Material auskommen.

Zur Abfallvermeidung und Rückgewinnung von *Rohstoffen im Bau* können digitale Technologien einen Betrag leisten, zum Beispiel durch den Einsatz von Building Information Modeling (BIM) zur Modellierung des Lebenszyklus eines Bauwerkes. Es ist die entscheidende Basis für die Umstellung auf eine echte Kreislaufwirtschaft und muss zum Standard für alle Bauwerke der öffentlichen Hand werden.

Weitere technologische Innovationen finden sich in auf der Seite www.vbw-zukunftsrat.de insbesondere unter den Schwerpunktbereichen *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen* und *Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten*.

3.2 Zielgerichtete Innovations- und Technologiepolitik

Mit der *Hightech-Agenda* setzt der Freistaat Bayern auf die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit in wichtigen Schlüsseltechnologien – ein starkes Signal für die Wirtschaft und den Standort. Zusätzlich zu den Investitionen in Hochschulen, Forschung und digitale Infrastruktur, müssen auch die wichtigen Transformationsaufgaben von Gesellschaft und Wirtschaft einbezogen werden, hier im Besonderen der Übergang zu einer kreislauffähigen, resilienten Wirtschaft.

Die Schwerpunkte der Hightech-Agenda haben einen deutlichen Bezug zu technologischen Innovationen für die Kreislaufwirtschaft (Cleantech, 3D-Druck, KI, Robotik). Dennoch ist es wichtig, zirkuläres Wirtschaften auch als übergeordnetes Querschnittsthema in der Technologieförderung zu verankern. Ganzheitliche Herangehensweisen (Systemdenken, Systems Engineering) sind unabdingbar und müssen ebenfalls verankert werden. Dies gilt gleichermaßen für Förderprogramme und -Strategien auf Bundes- und EU-Ebene.

Ein Ansatzpunkt können dabei Erkenntnisse sein, wie sie die vbw Studie *Holzbasierende Bioökonomie* liefert. Sie analysiert auf Grundlage einer Patentauswertung die globalen Forschungsaktivitäten in relevanten Technologien der holzbasierten Bioökonomie. Dabei wurden vier Technologien mit besonders großem Zukunftspotenzial identifiziert: Bio-

polymere, Verpackungen, Biotreibstoff sowie Textilien auf Basis von Naturfasern und Zellulose. Bayern steht bei den Weltklassepatenten der holzbasierten Bioökonomie auf einem beachtlichen zehnten Rang, innerhalb Deutschlands allerdings nur auf Platz drei. Beim Ausbau der bayerischen Aktivitäten kann einerseits an heutige technologische Stärken etwa im Papierbereich angeknüpft werden, andererseits können im Technologieprofil aber auch weitere besonders zukunftssträchtige Bereiche (siehe oben) gezielt gestärkt werden.

Wichtige Elemente des *Transfers* sind der Aus- und Aufbau bayerischer Technologietransferzentren und zusätzliche Pilot- und Demonstrationsanlagen im industriellen Maßstab (z.B. CO₂-Abscheidung und -Nutzung, Wasserstoffwirtschaft, Elektrifizierung von industriellen Prozessen).

Auch Anwenderzentren spielen eine wichtige Rolle, weil sie insbesondere kleineren Unternehmen einen sehr praxisorientierten Zugang zu neuen Technologien ermöglichen und gleichzeitig im Austausch sichtbar wird, wo gegebenenfalls Weiterentwicklungsbedarf besteht. Hier sollten entweder dezidiert oder als Teil einer ganzheitlichen Betrachtung neue technologische Anwendungen für die Kreislaufwirtschaft den Unternehmen zugänglich gemacht werden.

Technologieoffenheit muss Leitgedanke staatlichen Handelns sein: definiert werden Ziele, nicht aber der konkrete Weg dorthin. Schließlich darf „Null Risiko“ beziehungsweise „Null Schadstoff“ nicht der entscheidende Maßstab sein, anders als es gegenwärtig Teile des EU-Rechtsrahmens propagieren. Richtig ist vielmehr, das akzeptable Risiko beziehungsweise den im Einzelfall angemessenen Grenzwert zu definieren sowie vor allem auch die Chancen der technologischen Neuerung in die Rechnung mit einzustellen.

Darüber hinaus müssen bestehende und neu geschaffene technologische Potenziale auch ausgeschöpft werden, um im Sinne eines Dienstes an der Gesellschaft langfristig bestmöglich Resilienz – sowohl im Sinne von Stabilität als auch von Weiterentwicklung – zu gewährleisten. Das heißt einerseits, die Forschungsergebnisse müssen in Innovationen am Standort umgesetzt werden, in Produktion und Wertschöpfung. Andererseits müssen diese Anwendungen und Produkte dann auch bestmöglich zum Einsatz kommen, in der Breite der Wirtschaft ebenso wie beispielsweise in der Verwaltung.

3.3 Innovationsfreundlichen Standort schaffen

Innovationsfreundlichkeit wird auch vom *Rechtsrahmen* und dem gesellschaftlichen Klima bestimmt. Daher muss die öffentliche Hand in ihrer Vorbildfunktion einerseits neue Technologien selbst anwenden, dies z. B. durch den Bau zirkulärer Gebäude und den konsequenten Einsatz von Sekundärrohstoffen im staatlichen bzw. öffentlichen Bau erfolgen. Horizontales Recycling von Baustoffen – auch beispielsweise von Holz – ist ebenso zu fördern wie innovative Planungskonzepte.

Andererseits muss der Staat für einen begünstigenden Rechtsrahmen sorgen. So hat die Kreislaufwirtschaft in Verbindung mit technologischen Innovationen z. B. im Produktdesign und beim Recycling ein großes Potenzial. Bei der konkreten weiteren Ausgestaltung dieser Bereiche ist entscheidend, dass auf die Kohärenz mit geltendem Recht (beispielsweise der REACH-Regulierung) geachtet wird, gemeinsame Standards und Anreize für ein nachhaltiges Produktdesign sowie für Rezyklate geschaffen werden und die Förderung von Innovationen klar im Fokus steht (z. B. neue Recyclingverfahren, bessere Rezyklat-Qualität). Pauschale Materialdiskriminierungen etwa im Bereich Kunststoffe müssen vermieden werden, während es für recycelte Rohstoffe bessere Marktchancen zu schaffen gilt.

Im *Start-up-Bereich* hält Bayern eine Spitzenposition. Viele dieser jungen Unternehmen bieten auch Innovationen für die Kreislaufwirtschaft. Neben der generellen Stärkung dieses Sektors, können beispielsweise über regelmäßige Wettbewerbe bzw. Challenges und eine entsprechende Ausgestaltung von Vergabeverfahren gezielt nach Lösungen für die zirkuläre Wirtschaft gefördert werden. Challenges setzen mittlerweile auch die Agentur für Sprunginnovationen ein. Wenn verschiedene Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft parallel um Erfolge auf einem Gebiet wetteifern, und notwendige Förderung dabei unbürokratisch gewährt werden kann, sind wesentlich schnellere Erfolge möglich. Die notwendigen Mittel dazu sollte der Bund schon auf Grund der erheblichen möglichen Effekte für den Klimaschutz bereitstellen.

Notwendig ist zudem eine aktive *Standortpolitik* für die Transformation zur Kreislaufwirtschaft. Hier geht es um die Abbildung der gesamten Wertschöpfungskette, insbesondere in Bereichen mit viel Potenzial wie der Bauwirtschaft und Automobilwirtschaft. Etablierte Unternehmen sowie Neuansiedlungen müssen im Transformationsprozess begleitet werden: mit Informationen, Beratung über die bestehenden Möglichkeiten und Chancen sowie Unterstützung bei der Vernetzung und der Verbreitung von Best Practice, auch mit weiteren Pilotprojekten, Demonstrations- und Anwendungszentren.

Die *digitale Transformation* ist und bleibt der Treiber für alle anderen Technologien und letztlich auch für die künftige Wertschöpfung am Standort. Viele technologische Lösungen für die Kreislaufwirtschaft, beispielsweise in den Bereichen Plattform-Ökonomie, Product-as-a-Service und systemische Ansätze, basieren auf digitalen Anwendungen. Richtig ist daher eine Fortsetzung der konsequenten Unterstützung der Digitalisierung, von der Spitzentechnologie bis hin zu niedrighwelligen Förderangeboten wie dem Digitalbonus. Dies fördert einerseits die Entstehung digitaler, zirkulärer Lösungen, andererseits ist nur so der Transfer in die Breite der Unternehmen möglich.

4 Zirkuläre Bioökonomie in der EU

Für eine nachhaltige Rohstoffversorgung der Wirtschaft

Zirkuläre Bioökonomie ist ein Motor der Kreislaufwirtschaft. Sie vereinbart wirtschaftliche Nachhaltigkeit und Wertschöpfung mit Klima- und Umweltschutz. Im Hinblick auf Klimawandel, Ressourcenknappheit und Abhängigkeiten bei der Rohstoffversorgung kann eine zirkuläre Bioökonomie eine wichtige Rolle in der Transformation spielen. Sie stellt Kreislaufwirtschaft und die Nutzung erneuerbarer Rohstoffe in den Vordergrund und leistet damit einen Beitrag zur Versorgungssicherheit Bayerns, Deutschlands und Europas. Die Land- und Forstwirtschaft liefert mit nachhaltiger Biomasse wichtige Rohstoffe für eine biobasierte Kreislaufwirtschaft. Erneuerbare Materialien, Dienstleistungen und Produkte werden bereitgestellt und können bis zum Ende ihrer Lebensdauer genutzt, wiederverwendet und recycelt werden, um dann in Energie umgewandelt zu werden.

Die EU-Kommission benennt die Bioökonomie als Schlüssel zur Wettbewerbsfähigkeit und wirtschaftlichen Transformation der EU. Im Arbeitsprogramm 2024 wurden dafür mit der Biotech und Biomanufacturing Initiative wichtige Grundlagen gelegt. Diese Initiativen gilt es nun zügig umzusetzen, beispielsweise mit der Etablierung des Biotech Hubs sowie der Durchführung einer Studie zur Vereinfachung des rechtlichen Rahmens für Biotechnologie. Dringend notwendig ist zudem die Überarbeitung der zuletzt 2018 angepasste Bioökonomie-Strategie.

Die Bioökonomie betrifft viele verschiedene Politikfelder, auf denen sie jeweils prioritär und mit dem Ziel politischer Kohärenz und Effizienz verfolgt werden muss. Mit dem Green Deal, dessen wesentliches Ziel die Erreichung von Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 ist, hat die EU-Kommission bereits Strategien und Regularien für Klimawandel und Biodiversität auf den Weg gebracht, die die Verwendung von Biomasse betreffen. Dazu gehören die EU Biodiversitätsstrategie (2020), die EU-Waldstrategie (2021), die Erneuerbare-Energien-Richtlinie RED III, die EU-Verordnung über entwaldungsfreie Lieferketten, die EU-Verordnung über Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) sowie die EU-Taxonomie-Verordnung. Eine detaillierte Einordnung der genannten EU-Vorhaben bzw. -Regulierungen findet sich in unserer Position *Zukunftsfähige Wälder durch nachhaltige Holznutzung*. Aktuell drohen insbesondere mit der sog. Entwaldungsverordnung massive Bewirtschaftungshemmnisse, auf die wir in der Position *EU-Verordnung zu entwaldungsfreien Lieferketten* eingehen.

Ökologische Nachhaltigkeit kann nur gelingen, wenn Maßnahmen auch wirtschaftlich nachhaltig sind. Alle Maßnahmen müssen daher auch auf Sicherstellung globaler Wettbewerbsfähigkeit und stabile Rahmenbedingungen zielen sowie ausreichend Planungssicherheit für Zukunftsinvestitionen bieten.

4.1 Nachwachsende Rohstoffe unterstützen die Transformation

Die Sicherstellung einer Versorgung mit nachhaltiger Biomasse wie Holz ermöglicht die Transformation hin zu einer zirkulären Bioökonomie. Diese wichtige ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Funktion der nachhaltigen Land- und Forstwirtschaft muss Berücksichtigung finden. Der Einsatz nachwachsender, heimischer Rohstoffe muss daher erhalten bleiben. Die EU-Verordnung über entwaldungsfreie Lieferketten muss daher entbürokratisiert werden.

Weitere solche Rohstoffpotenziale sollten erschlossen und genutzt werden und im Einklang mit den regionalen Gegebenheiten auf Ebene der Mitgliedstaaten reguliert werden. Gerade angesichts der sehr unterschiedlichen Verhältnisse ist das Subsidiaritätsprinzip zu wahren. Die EU sollte vielmehr eine Bioökonomie fördern, die sich die Vielfalt der Lieferketten in den einzelnen Regionen zunutze macht und durch Diversifizierung die Resilienz stärkt.

4.2 Substitutionspotenzial für den Klimaschutz nutzen

Das umfangreiche Substitutionspotenzial nachhaltig gewonnener, erneuerbarer Materialien muss anerkannt werden. Die Bioökonomie ermöglicht einerseits die Substitution fossiler Produkte, andererseits auch eine erhöhte, langfristige Kohlenstoffbindung durch die verstärkte stoffliche Nutzung holzbasierter Rohstoffe. Auf diese Weise wird die Ressource Holz im Rahmen der Kreislaufwirtschaft effizient und nachhaltig genutzt und leistet entlang der Wertschöpfungskette einen Substitutionsbeitrag. Das gilt für erneuerbare Produkte ebenso wie für wiederverwertbare.

Das Prinzip der Kaskadennutzung sollte dabei als anzustrebendes Ziel verfolgt, nicht jedoch als pauschale ordnungsrechtliche Vorgabe durchgesetzt werden. Das gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass ohne energetische Verwertung der dringend erforderliche Waldumbau hin zu klimastabilen Wäldern nicht möglich ist, da rund die Hälfte der anfallenden Holzsortimente aktuell nur energetisch wertschöpfend verwertet werden kann. Das Ziel der Kaskadennutzung kann nur marktgesteuert über Angebot und Nachfrage erreicht werden. Die europäischen Bioraffinerien sind zudem ein Schlüsselfaktor für die Entnahme und Speicherung von Kohlendioxid und Lieferanten von biogenem CO₂ für die aufstrebende Wasserstoffwirtschaft und PtX-Produkte. Unsere Studie *Holzbasierte Bioökonomie* (vbw/EconSight, Juni 2023) sowie die Kurzstudie *Bayerns Position in den wichtigsten Prozesstechnologien der Bioökonomie* (vbw/EconSight, November 2024) zeigen eindrucksvoll, wie groß die Innovationspotenziale quer durch verschiedenste Industrien und Branchen sind: von der Land- und Forstwirtschaft über die Chemie- und Pharmaindustrie bis hin zur Nahrungsmittel-, Konsumgüter-, Papier- und Textilindustrie.

4.3 Wissensbasiert zu innovativen Lösungen

Die EU will zu Recht auf Forschung und Innovation setzen. Die Forschungsförderung ist dennoch weiter zu stärken. Auf EU-Ebene würde sich gerade ein Querschnittsthema wie die (zirkuläre) Bioökonomie für breit angelegte, missionszentrierte Programme anbieten. Im aktuellen Forschungsrahmenprogramm findet sich davon noch zu wenig, und es fehlt insgesamt an deren Hinterlegung mit finanziellen Mitteln, auch auf der nationalen Ebene. Weitere wichtige Aspekte sind Anwendungsorientierung und Wissenstransfer. Grenzüberschreitende Wissensnetzwerke sollten durch die Förderung gemeinsamer Forschungsmöglichkeiten – etwa im Rahmen von Horizont Europa – finanziert werden, der Schwerpunkt aber auf der Anwendung vor Ort liegen.

Maßnahmen müssen immer auf eine wissenschaftlich fundierte Grundlage aufbauen, z. B., um das tatsächliche Biomassepotenzial in Deutschland und der EU zu erfassen. Es ist unbedingt notwendig in Monitoring und den Aufbau einer Datengrundlage zu investieren. Die Potenziale einer zirkulären Wertschöpfungskette und nachhaltig erzeugter Materialien müssen aufgezeigt, anerkannt und gefördert werden. Das gilt in besonderem Maße auch für die Anrechnung der Substitutionspotenziale im Rahmen von LULUCF.

Eine intensivere Einbindung von praxisbezogenem Wissen und Erfahrungswissen der Land- und Forstwirte verbessert außerdem die sachbezogenen Lösungen und unterstützt den politischen Entscheidungsprozess für optimale Rahmenbedingungen.

4.4 Grundsätze für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Bioökonomie

Um das Innovationspotenzial der Bioökonomie ausschöpfen zu können, bedarf es Rahmenbedingungen, die ein auch auf internationaler Ebene wettbewerbsfähiges Wirtschaften ermöglichen. Die EU ist hier in mehrfacher Hinsicht gefordert:

- Allgemein gilt es, den Grundsatz der Technologieneutralität zu wahren und geeignete Signale zur Sicherung von Investitionen zu geben.
- Ein funktionierender Binnenmarkt ist für die industrielle Wettbewerbsfähigkeit der EU elementar. Dies betrifft unter anderem die Gewährleistung effizienter Energiemärkte. Für Kohlenstoff – namentlich auch biogenen – Wasserstoff und alternative Kraftstoffe gilt es, zügig die Voraussetzungen für funktionierende Märkte zu schaffen.
- Nachhaltigkeitskriterien müssen einfach, klar und gerecht innerhalb wie außerhalb der EU angewandt werden. Die bestehende Regulierung ist bereits sehr komplex und in Teilen inkonsistent. Der Fokus muss nun auf der Umsetzbarkeit liegen – sowohl für die Unternehmen, die keinen zusätzlichen bürokratischen Belastungen ausgesetzt werden dürfen, als auch für die Behörden, wenn es beispielsweise um die Einhaltung unserer Standards durch außereuropäische Lieferanten geht.

Die Rahmenbedingungen, wie sie etwa der Green Deal setzt, müssen der multifunktionalen Rolle von Wäldern sowie dem Beitrag von Waldbewirtschaftern und der forstbasierten Wertschöpfungskette zum Erreichen einer klimaneutralen Wirtschaft Rechnung tragen. „Schützen durch Nutzen“ muss der Leitgedanke sein.

Anhang: Weiterführende Informationen

Umwelt

vbw Position *Der Europäische Green Deal*, September 2024
vbw Position *EU-Umweltpolitik zukunftsfest gestalten*, Juni 2024
vbw Position *EU-Chemikalienstrategie erfolgreich gestalten*, Oktober 2024
vbw Position *Leitlinien für die deutsche Umweltpolitik*, Januar 2025

Energie und Klima

vbw Position *Energiepolitik*, Mai 2024
vbw Position *Klimapolitik*, Juli 2024
vbw Position *Carbon Management*, November 2024
vbw Position *Aufbau der Wasserstoffwirtschaft*, Juni 2024
vbw Position *Sustainable Finance*, Januar 2024
vbw Studie *12. Monitoring der Energiewende*, März 2024
vbw Studie *Strompreisprognose bis 2045*, Oktober 2024
vbw Studie *Internationaler Energiepreisvergleich für die Industrie*, Oktober 2023
vbw Studie *Analyse CO₂-Infrastrukturbedarf in Bayern*, November 2024
vbw Leitfaden *Brennstoffemissionshandel – Status Quo und Basiswissen*, August 2023
vbw Leitfaden *ETS 2 – separates Emissionshandelssystem für Inverkehrbringer von Brennstoffen*, September 2024
vbw Leitfaden *CO₂-Grenzausgleich – Folgen für Unternehmen*, Juni 2024
vbw Leitfaden *Treibhausgasneutralität – Umsetzung im Unternehmen*, Mai 2024

Rohstoffe

vbw Studie *Rohstoffsituation der bayerischen Wirtschaft*, Dezember 2024
vbw Studie *Holzbasierte Bioökonomie*, Juni 2023
vbw Position *Sichere Rohstoffversorgung*, Dezember 2024
vbw Position *Zukunftsfähige Wälder durch nachhaltige Holznutzung*, August 2024
Studie *Ökonomische Potenziale des Textilrecyclings und der Wasserstoffherzeugung aus Textilabfällen in Bayern*, Mai 2023
vbw Position *EU-Verordnung zu entwaldungsfreien Lieferketten*, April 2024

Forschung und Technologie

vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen.*, Dezember 2020
Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft: Handlungsempfehlungen *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen.*, Dezember 2020
vbw Studie *Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten.*, Juli 2021
Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft: Handlungsempfehlungen *Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten.*, Juli 2021
vbw Position *Technologische Innovationen fördern*, Januar 2025
vbw-Studie *Technologieprofile Bayern: Die Position des Freistaats und seiner Regierungsbezirke in Zukunftstechnologien*, Januar 2024

vbw Studie *Bayerns Position in den wichtigsten Prozesstechnologien der Bioökonomie*,
November 2024

Ansprechpartner/Impressum

Johanna Yaacov

Abteilung Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-135

johanna.yaacov@vbw-bayern.de

Dr. Peter Pflieger

Abteilung Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-253

peter.pflieger@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

© vbw Januar 2025