Empfehlungen der Arbeitsgruppe
„Potenziale von Holz in der Bioökonomie“

Thesenpapier
Holzbasierte Bioökonomie

Verfasser: Arbeitsgruppe 2
„Potenziale von Holz in der Bioökonomie“
der Charta für Holz 2.0
des Bundesministeriums für
Ernährung und Landwirtschaft

Stand: 10. Juli 2023

Einleitung

Die AG „Potentiale von Holz in der Bioökonomie“ hat im Verlauf ihrer Tätigkeiten der letzten drei Jahre eine Reihe von Empfehlungen erarbeitet, die Schwerpunkte für den Ausbau einer holzbasierten Bioökonomie detailliert beschrieben haben.

Im Kontext der allgemeinen Entwicklungen der letzten Zeit wurde es von der AG für notwendig erachtet, diese Empfehlungen zu validieren, fortzuschreiben bzw. daraus allgemeine systematisierende Eckpunkte abzuleiten und als „Thesenpapier Holzbasierte Bioökonomie“ zusammenzustellen.

Die Wertschöpfungskette Forst – Holz – Holzwerkstoff- und Zellstoff-/Papierindustrie ist im Begriff, sich um entscheidende, neue Anwendungsfelder zu erweitern.

Innovative Entwicklungen im Holzbau, der Holzbe- und -verarbeitung und der Holzwerkstoff-industrie, die bedeutsame Beiträge zur Ausbau der holzbasierten Bioökonomie liefern, werden bereits von mehreren Arbeitsgruppen im Charta-Prozess ebenso wie vom Cluster Forst und Holz mit allgemeinen Aussagen und Handlungsempfehlungen erfasst.

Dem Rechnung tragend hat sich die AG entschieden, das Thesenpapier auf die Weiterentwicklung bestehender und Etablierung neuer Verfahren und Produkte zu fokussieren und bezieht sich im Wesentlichen auf neuartige Bioraffinieriekonzepte zum Aufschluss lignocellulosebasierter Biomassen und deren diversifizierten neuen Anwendungsfeldern.

1. Systemdefinition und Abgrenzungen

Zusammenfassung: Holz und Bioökonomie sind untrennbar verbunden. Von der heimischen Forstwirtschaft nachhaltig erzeugtes Holz ist eine wichtige Ressource für eine biobasierte Wirtschaft. Holz kann nicht nur für viele Produkte genutzt werden, durch die guten Nutzungspotenziale von Holzreststoffen und seinen hohen Recyclinggrad lässt es sich auch besonders nachhaltig nutzen und kann weniger nachhaltig hergestellte Produkte aus anderen Materialien ersetzen.

Die Entwicklung neuer Produkte einer holzbasierten Bioökonomie steht noch am Anfang. Das Thesenpapier soll die wichtigsten Handlungsfelder und Bedarfe für Forschung und Entwicklung aufzeigen, um diese Entwicklung gezielt zu fördern.

Der Rohstoff Holz und die Bioökonomie sind untrennbar miteinander verbunden. Holz ist in Deutschland die wichtigste stofflich genutzte nachwachsende Ressource. Bioökonomie ist die nachhaltige Erzeugung, Verarbeitung und Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen und zielt auf die Transformation unseres fossil basierten Wirtschaftssystems hin zu einem nachhaltigen Wirtschaften durch die verstärkte Nutzung biobasierter Ressourcen.

Die Vorzüge von Holz kommen dabei besonders zur Geltung. Es wird (überwiegend) in der heimischen Forstwirtschaft nachhaltig erzeugt und kann für die Herstellung unterschiedlichster Produkte genutzt werden. Nicht nur Häuser, Paletten, Schränke oder Papier, auch Chemikalien und Textilien können aus Holz hergestellt werden. Ein weiterer Pluspunkt ist der hohe Recyclinggrad durch die Nutzung von Restholz, Altholz und Altfasern. Resthölzer fallen bei der Be- und Verarbeitung von Holz an und können für viele Verwendungen genauso gut wie Rohholz, das direkt aus dem Wald kommt, eingesetzt werden. Recycelte Altpapierfasern spielen bei der Herstellung von Papier und Pappe eine zentrale Rolle und machen den Großteil der Faserstoffe bei der Papierherstellung aus.

In vielen Fällen sind Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen, die fossilbasierte Produkte ersetzen könnten, noch in der Entwicklung oder in einer frühen Phase des Markteintritts. Etliche Technologien, die in den letzten Jahren speziell für die moderne Be- und Verarbeitung von Holz entwickelt wurden, sind im Vergleich zu Prozessen auf fossiler Basis sehr viel aufwändiger. Entsprechend teuer sind die Produkte, die mit weniger nachhaltigen Produkten auf dem Markt konkurrieren müssen. Neue Produkte der holzbasierten Bioökonomie sind damit nur schwerlich konkurrenzfähig gegenüber fossilbasierten Produkten.

Um das zu ändern müssen Produkte, Prozesse und Technologien so weiterentwickelt werden, dass die Kostendifferenzen verringert werden, und zwar so, dass holzbasierte Produkte, die im Sinne der Bioökonomie entwickelt wurden, ihre Nachhaltigkeit beibehalten. Das vorliegende Thesenpapier dient dazu eine nachhaltige holzbasierte Bioökonomie zu fördern. Dazu werden Strukturen der Bioökonomie in Deutschland und Europa beschrieben, konkrete Handlungsfelder und Bedarfe für Forschung und Industrie aufgezeigt sowie die gesellschaftliche Wahrnehmung reflektiert und mögliche Zielkonflikte adressiert.

Der Einsatz von Holz als Rohstoff zur Gewinnung von Bioenergie ist nicht Bestandteil dieses Thesenpapiers.

2. Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung des Waldes und der Nutzung von Holz

Zusammenfassung: Die Klimaschutzwirkung des Waldes wird derzeit als eine wichtige Entscheidungsgrundlage für nationale und internationale politische Weichenstellungen für eine holzbasierte Bioökonomie angesehen. Dazu werden im Bericht der Europäischen Kommission[1] zwei Alternativen zur Optimierung der Klimaschutzleistungen aufgezeigt. Als eine Alternative werden geringere Holznutzungen zugunsten einer verbesserten Kohlenstoffsenkenwirkung in Wäldern empfohlen. Damit verbunden sind negative sozio-ökonomische Effekte und eine langfristige Sättigung der Senke Wald. Als zweite Alternative werden höhere Nutzungen in vorratsreichen Wäldern mit hohen Schadholzaufkommen (wie dies in Deutschland der Fall ist) empfohlen. In Verbindung mit dem Aufbau zuwachsstarker Mischbestände entsteht ein langfristig gesichertes Holzaufkommen, eine Verbesserung der Biodiversität und Ökosystemleistungen des Waldes zusammen mit einer Erhöhung der Netto-Speicherwirkung in Holzprodukten und einem entsprechenden Beitrag zu den Klimaschutzzielen der EU.

Als Voraussetzung zur Beurteilung dieser Alternativen sind zusätzlich zu den international anerkannten Regelungen zur Bewertung von Klimaschutzleistungen[1] auch ganzheitliche Bewertungen erforderlich, die derzeit nur unzureichend vorliegen. Die Bewertungen der Klimaschutzleistungen beziehen sich bisher in der Regel nur auf den LULUCF-Sektor (Land Use, Land Use Change and Forestry) oder auf holzbasierte Produktsysteme (v.a. Holzbau) und Substitutionsleistungen (v.a. Holzenergie). Die Notwendigkeit einer gesamtheitlichen Bewertung steht auch in Einklang mit den Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim BMEL[2]. Dort wird ebenfalls die Notwendigkeit des Waldumbaus mit entsprechender Holznutzung als Chance für die Versorgung der heimischen Holzwirtschaft und Holzverwendung und einer zukünftigen Bioökonomie gesehen vor allem vor dem Hintergrund sehr hoher Holzvorräte und Schadholzanteile in Deutschland. Damit könnten die positiven sozio-ökonomischen Effekte und die Entwicklung von Schlüsseltechnologien zur Begegnung des globalen Klimawandels auf der Basis einer holzbasierten Bioökonomie in

[1] siehe z. B. Thünen Working Paper „Abschätzung von Substitutionspotentialen der Holznutzung und ihre Bedeutung im Kontext der Treibhausgas-Berichterstattung“

[2] Gutachten des Wissenschaftlichen Beirates für Waldpolitik beim BMEL (2021) "Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel"

Deutschland deutlich befördert und gleichzeitig ein hohes Maß an Biodiversität und Ökosystemleistungen des Waldes langfristig gesichert werden.

Treibhausgasbilanzen werden aktuell als eines der wichtigsten Werkzeuge zur Beurteilung der Nachhaltigen Entwicklung im Bereich Klimaschutz der Vereinten Nationen gesehen (UN Sustainable Development Goals – SDGs). Daher werden im folgenden kurz die gesamthaften Effekte der Waldbewirtschaftung und Holznutzung auf die SDGs näher erläutert und anschließend der Fokus auf die Bedeutung der Treibhausgasbilanzen holzbasierter Produkte gelegt.

2.1 Beitrag der Waldbewirtschaftung und Holznutzung zu den UN-Zielen für Nachhaltige Entwicklung

Die Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals – SDG) sind politische Zielsetzungen der Vereinten Nationen, welche weltweit der Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene dienen sollen (siehe www.un.org/sustainabledevelopment). Sie wurden in Anlehnung an den Entwicklungsprozess der Millenniums-Entwicklungsziele (MDGs) entworfen und traten am 1. Januar 2016 mit einer Laufzeit bis 2030 in Kraft. Auch die 2002 erstmals beschlossene Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie orientiert sich an den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen.

Mit der am 10. März 2021 beschlossenen Weiterentwicklung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie hat sich das Bundeskabinett für eine Transformation wichtiger Wirtschaftsbereiche wie Energie, Klimaschutz, Kreislaufwirtschaft, Wohnen, Verkehr, Ernährung und Landwirtschaft ausgesprochen. Damit bildet die Rohstoff- und Energiewende einen wesentlichen Bestandteil zur Erreichung der Ziele in Deutschland und ist auch für die Charta Holz 2.0 sehr relevant.

In Deutschland tragen die nachhaltige Nutzung von Wäldern und die Verwendung von Holz als erneuerbaren Energieträger und Rohstoff für klimafreundliche Bauweisen, Wohnungseinrichtungen, Verpackungen, Textilien und Grundstoffen der Chemieindustrie unmittelbar zu einer Vielzahl der 17 SDGs bei:

1. Keine Armut: Der Cluster Forst und Holz bildet mit ca. 1. Mio. Beschäftigten in Deutschland eine wesentliche Säule für nachhaltiges Einkommen und Wohlstand vor allem im ländlichen Raum.

3. Gesundheit und Wohlergehen: Der Wald ist ein Ort der Erholung und leistet dabei positiven Beitrag auf Gesundheit und Wohlergehen. Nebenbei produziert er lebenswichtigen Sauerstoff und kühle Luft für Siedlungsräume im Sommer. Zusätzlich hat die Verwendung von Holz in Gebäuden positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden, das Wohnklima und den Wohnkomfort.

4. Hochwertige Bildung: Der Wald bildet einen hochwertigen Lernort für Kindergärten und Schulen in ganz Deutschland. Viele wissenschaftliche Fachrichtungen orientieren sich am Vorbild von Bäumen und den Eigenschaften von Holz wie z. B. in der Architektur und dem Leichtbau oder nutzen chemische Grundstoffe von Holz wie in der Medizin, Pharmazie und Kosmetik.

6. Sauberes Wasser und Sanitärversorgung: Niederschläge werden im Wald von Verunreinigungen gefiltert und stehen der Gesellschaft als hochwertiges Trinkwasser zur Verfügung. Durch die Wasserspeicherwirkung des Waldes wird der Abfluss verzögert, der Grundwasserspiegel stabilisiert und Hochwasser vermieden.

7. Bezahlbare und saubere Energie: Die bei der nachhaltigen Nutzung des Waldes entstehenden Nebenprodukte wie Durchforstungsholz, Kronen und Äste bilden zusammen mit den Nebenprodukten der holzverarbeitenden Industrie die Grundlage für erneuerbare, weitgehend klimaneutrale, speicherfähige und regional verfügbare Energieträger, die einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende vor allem im Wärmesektor leisten.

8. Menschenwürde, Arbeits- und Wirtschaftswachstum: Die nachhaltige Nutzung des Waldes bietet seit vielen Jahrhunderten qualifizierten Arbeitnehmern einen gesicherten und angesehenen Arbeitsplatz. Die Verwendung von Holz in einer Kreislaufwirtschaft ermöglicht im Gegensatz zu mineralischen Rohstoffen ein kontinuierliches Wirtschaftswachstum durch die ständige Neubildung des Rohstoffes in räumlicher Nähe zur Verarbeitung.

9. Industrie, Innovation und Infrastruktur: Die Verwendung des nachwachsenden Rohstoffes Holz bietet für eine nachhaltige und innovative Bioökonomie im Kreislauf einen unverzichtbaren Rohstoff. Holzbe- und -verarbeitende Technologien bilden eine globale Schlüsselkompetenz zur Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit heimischer Unternehmen.

11. Nachhaltige Städte und Gemeinden: Holz bietet als einziger Dämm- und Baustoff die Möglichkeit einen sehr langfristigen CO_2-Produktspeicher aufzubauen, der die CO_2-Speicherwirkung des Waldes verlängert und damit langfristig die Klimaschutzwirkung verstärken kann.

12. Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster: Die Verwendung holzbasierter Ge- und Verbrauchsgüter aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern mit hoher Artenvielfalt und Erholungswirkung bieten in einer Kreislaufwirtschaft die Möglichkeit, endliche und energieintensive Ressourcen zu schonen und damit verbundene Umweltschäden zu vermeiden.

13. Maßnahmen zum Klimaschutz: Holz besteht zu ca. 50 % aus Kohlenstoff, der von Bäumen der Atmosphäre entzogen wird. Zur Begrenzung der Erderwärmung auf unter 1,5 °C (Pariser Klimaschutzabkommen 2015) ist die Aufrechterhaltung der CO_2-Bindungsleistung der Wälder und ein zusätzlicher Ausbau der Speicherwirkung von holzbasierten Produktsystemen zusätzlich zu Maßnahmen zur Reduktion weiterer fossiler CO_2 Emissionen sowohl national als auch global geeignet.

15. Leben an Land: Der Wald bildet ca. 1/3 der Landesfläche in Deutschland und bietet im Vergleich zu Siedlungs- und Agrarflächen einer deutlich höheren Anzahl von Pflanzen und Tieren einen artgerechten Lebensraum. Der vor allem durch den Klimawandel verursachte und notwendig werdende Waldumbau und die Weiterführung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung auf ganzer Fläche kann die Biodiversität und die Artenvielfalt im Wald weiter steigern.

Abb. 1: Sustainable Development Goals und direkte positive Einflüsse durch die nachhaltige Nutzung von Wald und Holz als Energieträger und Rohstoff (schwarz umrandet). (Quelle: verändert nach: https://www.nachhaltigkeitsrat.de/)

Neben den direkten Auswirkungen auf die genannten SDGs haben global gesehen die nachhaltige Nutzung des Waldes und von Holz als Energieträger und Rohstoff auch indirekt auf die weiteren SDGs positive Auswirkungen. So vermeidet das Einkommen aus dem Wald und die Nutzung von Waldfrüchten die globale Ausprägung von Hungersnöten (SDG 2); die Wasserfilterfunktion intakter Waldökosysteme verhindern Erosion und den Eintrag von Schadstoffen in Flüsse und Ozeane (SDG 14) und die dezentrale regionale Energieversorgung ermöglicht eine friedliche nachhaltige Entwicklung in vielen Krisenregionen der Erde (SDG 16), die in der Regel als endliche Abbaustätten fossiler oder mineralischer Ressourcen geprägt sind.

2.2 Ökobilanzen zur Bewertung von Maßnahmen zum Klimaschutz (SDG 13)

Eine wesentliche Methode zur Identifikation und zur Quantifizierung der Umweltleistungen ist die Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment – LCA). Die Anwendung dieser Vorgaben ist im Bausektor bereits weit verbreitet. Um Verwendern innovativer holzbasierter Produkte der Bioökonomie (z. B. für Textil, Pharma, Chemie) entsprechende Kennzahlen als Entscheidungsgrundlage zur Beurteilung der Umwelt- und Klimaschutzleistungen dieser Produkte bereitstellen zu können, wäre eine Erhebung und Bereitstellung entsprechender Umweltkenndaten analog zum Bausektor sinnvoll. Für die Treibhausgas-Bilanzen in entsprechenden Produktsystemen ist die getrennte Ausweisung biogener Kohlenstoffe sinnvoll wie z.B. in EN 15804.

Ein wesentliches Kriterium zur Beurteilung einer Ökobilanz stellt die Wirkungskategorie „Global Warming Potential“ dar, das auf der Grundlage von Treibhausgas (THG) – Bilanzen erstellt wird. Die THG-Bilanz liefert derzeit neben ökonomischen und sozialen Effekten eine sehr wichtige Entscheidungsgrundlage für nationale und internationale politische Weichenstellungen. Dazu werden im EU-JRC Bericht[3] zwei Alternativen zur Verbesserung der Klimaschutzleistungen aufgezeigt:

[3] EU JRC report (2021) “Brief on the role of the forest-based bioeconomy in mitigating climate change through carbon storage and material substitution”.

1. Als Standard werden Einschränkung der Holznutzung zugunsten einer verbesserten Kohlenstoffsenkenwirkung in Wäldern empfohlen. Damit verbunden sind negative sozio-ökonomische Effekte und eine langfristige Sättigung der Senke Wald (Key Message 1 + 2).
2. Alternativ werden höhere Nutzungen in vorratsreichen Wäldern empfohlen, die aktuell ein hohes Schadholzaufkommen und damit eine hohe Dringlichkeit zum Waldumbau, wie dies in Deutschland der Fall ist, aufweisen. In Verbindung mit dem Aufbau zuwachsstarker Jungbestände entsteht ein höheres Holzaufkommen (erst mit hohem Schadholzanteil, später mit hohem Schwachholzanteil) mit der Möglichkeit zur nachhaltigen Versorgung einer zukünftigen holzbasierten Bioökonomie, einer Erhöhung der Netto-Speicherwirkung in Holzprodukten und einem entsprechenden Beitrag zu den Klimaschutzzielen der EU bis 2050 (Key messages 4 - 6).

Als Voraussetzung zur Beurteilung dieser Alternativen wird eine ganzheitliche Bewertung vorgeschlagen: „A holistic assessment is essential to guide policies that ensure that the forest-based bioeconomy makes an effective and resilient contribution to climate change mitigation (Key message 6[4]).

Dies steht auch in Einklang mit den Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim BMEL[5]. Dort wird ebenfalls die Notwendigkeit des Waldumbaus mit entsprechender Holznutzung als Herausforderung für die Versorgung der heimischen Holzwirtschaft und Holzverwendung und einer zukünftigen Bioökonomie gesehen:

„Mit der zu erwartenden Verringerung der Produktivität der Wälder und Verschiebung der Baumartenzusammensetzungen hin zu mehr Laubholz wird langfristig die Versorgung mit dem Rohstoff Holz insbesondere aus heimischen Wäldern eine große Herausforderung. Dies erfordert auch eine Anpassung der nachgelagerten Holzwirtschaft und Holzverwendung. Dafür müssen Wertschöpfungsketten etabliert werden, die die wirtschaftliche und klimawirksame Nutzung von Holzrohstoffen aus heimischer Waldbewirtschaftung optimieren und die Transformation zu einer Bioökonomie als Grundlage neuer umweltfreundlicher Produkte stützen.“ (WBW-Gutachten Zusammenfassung, S. V)

Als Beitrag zum EU-Green Deal wird insbesondere die Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten und die Substitution von Materialien mit nachteiliger Ökobilanz gesehen:

„Die Waldgebiete in der EU sollen daher sowohl qualitäts- als auch flächenmäßig verbessert werden, um die EU-Ziele für eine Klimaneutralität und eine Verbesserung der Umwelt zu erreichen. Durch Aufforstungen sowie die Wiederherstellung geschädigter Wälder kann die Absorption von CO_2 erhöht und gleichzeitig die Widerstandsfähigkeit der Wälder verbessert und die kreislauforientierte Bioökonomie befördert werden. Teil des Green Deals ist auch die „Renovierungswelle“ und die Initiative „Neues Europäisches Bauhaus“, in denen die Potenziale biogener Materialien insbesondere von Holz in Bezug auf C-Speicherung und Substitution von Materialien mit nachteiliger Ökobilanz betont werden.“ (WBW-Gutachten, S. 53)

Aus den Empfehlungen der Europäischen Kommission, dem WBW-Gutachten und den Erfahrungen der Mitglieder der AG Potenziale von Holz in der Bioökonomie im Rahmen der Charta Holz 2.0 am BMEL wird damit folgender Handlungsbedarf für die Ökobilanzierung von Produktsystemen der holzbasierten Bioökonomie gesehen:

[4] Rüter, S. et al. 2016. CLIMWOOD2030 „Climate benefits of material substitution by forest biomass and harvested wood products: Perspective 2030“
[5] Gutachten des Wissenschaftlichen Beirates für Waldpolitik beim BMEL (2021) "Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel".

- Durchführung normenkonformer Ökobilanzen analog zum Bausektor für repräsentative Produkte der holzbasierten Bioökonomie im Rahmen bestehender Programme des BMEL
- Strukturierte Organisation der Ergebnisse und Veröffentlichung in Ökobilanz- -Datenbanken für repräsentative Produktsysteme der holzbasierten Bioökonomie
- Erstellung regionalspezifischer THG-Bilanzierungen unter Berücksichtigung ganzheitlicher Ansätze (siehe z. B. für British Columbia in Kanada[6])

Eine Aktualisierung und Erweiterung von Kennzahlen der Umwelt- und Klimaschutzleistungen holzbasierter Produkte um bisher nicht erfasste innovative Produktsysteme einer holzbasierten Bioökonomie erscheinen zwingend notwendig. Es besteht ansonsten die Befürchtung, dass Nutzungseinschränkungen für eine Erhöhung der Senkenwirkung des Waldes an Bedeutung gewinnen könnten und damit die Rohstoffversorgung holzbasierter Unternehmen in Deutschland und Europa langfristig gefährdet wird. Damit könnten die positiven sozio-ökonomischen Effekte und die Entwicklung von Schlüsseltechnologien zur Begegnung des globalen Klimawandels auf der Basis einer holzbasierten Bioökonomie in Deutschland deutlich eingeschränkt werden.

3. Wertschöpfungskette Holz und die Strukturen zur Förderung der BÖ in der EU, D und den Bundesländern

Zusammenfassung: Die Wertschöpfungsketten des Rohstoffs Holz verändern sich fortlaufend. Zudem ist erkennbar, dass die Nachfrage nach Holz in den letzten Jahren angestiegen ist. Weitere Dynamik und Nachfragesteigerung nach Holz sind mit einer zunehmenden Produktvielfalt durch die Zielsetzungen für eine biobasierte Wirtschaft zu erwarten. Es ist daher wichtig, dass die Bioökonomie-Strategien der EU, der Bundesregierung und der Länder die strukturelle Stärkung der Bioökonomie-Forschung weiterführt und dabei mögliche Konfliktfelder adressiert.

Die Europäische Förderung innerhalb HORIZON EUROPE setzt besonders auf die Private-Public-Partnerships, die öffentliche Förderung mit privatem Kapital verbinden und dadurch eine große Hebelwirkung entwickeln. Innerhalb des Europäischen Förderprogrammes HORIZON 2020 (2014 – 2020) bzw. HORIZON EUROPE (seit 2021) spielt die BBI JU (Bio-Based Industry Joint Undertaking) für die zirkulare Bioökonomie eine herausragende Rolle.

Die Bundesregierung hat seit 2010 rund 2,4 Mrd. Euro in die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Bioökonomie investiert. Davon entfallen knapp eine Milliarde Euro auf die projektbezogene Förderung und rund 1,4 Mrd. Euro auf die institutionelle Förderung von Forschungseinrichtungen der öffentlichen Hand.

Eine gemeinsame Übersicht über die verschiedenen Ansätze der deutschen Bundesländer ist nicht verfügbar. Den vorliegenden Strategien ist gemeinsam, dass sie neben der Innovationsförderung bestehender Wirtschaftsstrukturen vor allem die regionalen Aspekte und die Zukunftsfähigkeit regionaler Wertschöpfung betonen und steuern. Dabei ist erkennbar, dass die Bundesländer das Thema unterschiedlich wichten und entsprechend budgetieren.

Innerhalb der Wertschöpfungskette Wald und Holz ist eine dynamische Veränderung der Abnehmerstruktur zu erwarten. Vor allem die neuen Anwendungsfelder der holzbasierten

[6] Smyth, C.E., Xu, Z., Lemprière, T.C. 2020. Climate change mitigation in British Columbia's forest sector: GHG reductions, costs, and environmental impacts. Carbon Balance Management 15:21. https://doi.org/10.1186/s13021-020-00155-2.

Biochemie haben perspektivisch das Potentiel die Wertschöpfungskette – von der Holzernte und -bringung über die Sortimente und deren wirtschaftliche Verwertung neu zu definieren. Dabei wird die Sägeindustrie nach wie vor das wesentliche Segment des Stoffflusses darstellen. Innovationen in Form neuer Sägeprodukte und Hightech-Werkstoffe (BSH, BSP, LVL etc.) stützen diese Position. Im Bereich des Industrieholzes zeigen sich zwei Trends:

1. Zellstoffwerke der klassischen Papieranwendung erweitern ihr Produktportfolio durch komplettere Nutzung der Holzanteile, vor allem beim Lignin und den Hemicellulosen bis hin zu mehr textilem Zellstoff,
2. die Laubholznutzung lässt neue Bioraffinerietypen entstehen, deren Ziel die Herstellung von Plattformchemikalien für die chemische Industrie ist (Abb. 2).

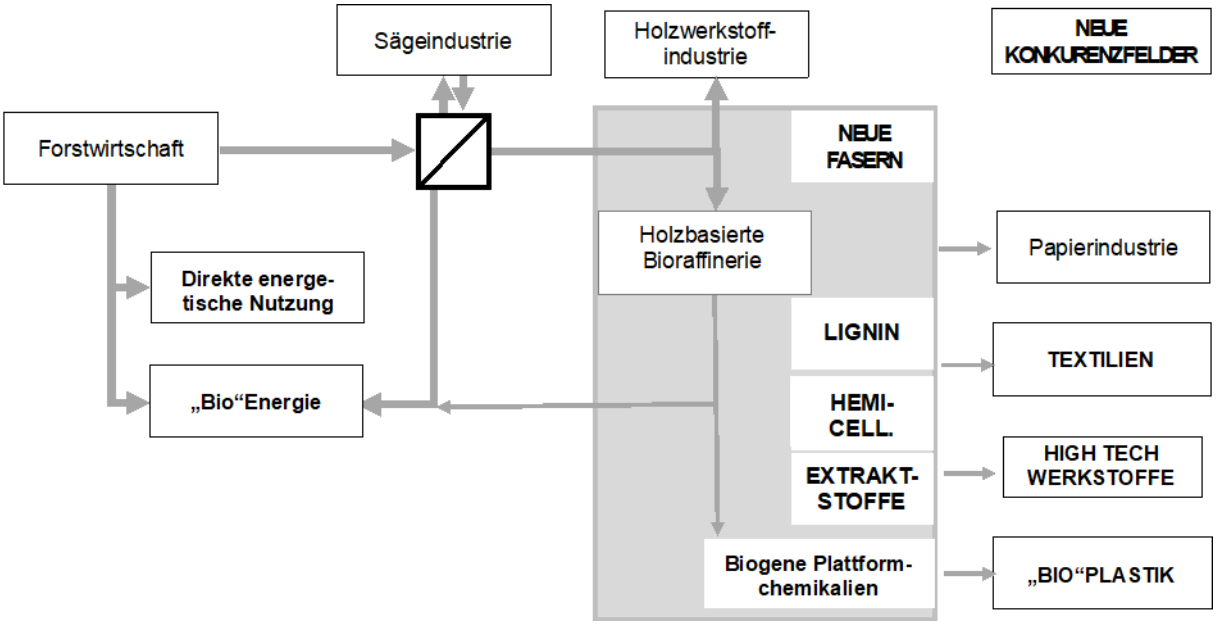

Abb. 2: Mögliche neue Konkurrenzfelder um den Rohstoff Holz durch die industrielle Bioökonomie (Miletzky, F. Holzbasierte Bioökonomie. Chancenerhöhung durch konsequente Kaskadennutzung In: 19. Holztechnologisches Kolloquium, Dresden 2021 ISBN 978-3-86780-666-4)

In der traditionellen Wertschöpfungskette belieferte die Forstwirtschaft in erster Linie die Säge- und Holzindustrie mit Stamm- bzw. Vollholz. Restsortimente aus der Holzbringung und aus der Sägewirtschaft, Durchforstungsholz und minderwertigere Sortimente gingen teilweise in die energetische Verwertung, überwiegend aber in die Holzwerkstoffindustrie und die Zellstoffindustrie.

Die Wertschöpfungskette Forst – Holz – Holzwerkstoff- und Zellstoff-/Papierindustrie ist im Begriff, sich um entscheidende, neue Anwendungsfelder zu erweitern, die den Druck auf die Rohholzbereitstellung perspektivisch deutlich erhöhen werden. Die energetische Holznutzung hat die Abnahmestruktur bereits deutlich verschoben; 2012 wurden 51 % der zur Verfügung stehenden Holzrohstoffe in Deutschland energetisch verwertet[7].

Mit der verstärkten Orientierung auf biobasierte Rohstoffe erweitert sich der Kreis der potentiellen und tatsächlichen Abnehmer entscheidend: die energetische Nutzung erhält eine stärkere Bedeutung, nicht nur durch den Hausbrand, sondern auch durch industrielle KWK-

[7] Mantau U. Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015. Universität Hamburg, Zentrum für Holzwirtschaft, 2012, 65 S.

Nutzungen mit dem Ziel der Defossilisierung und die Erzeugung von Bioenergieträgern. Es ist möglich, dass die Umrüstung bestehender Kohlekraftwerke und die Entstehung neuer industrieller Biomasse-Heizkraftwerke den Bedarf nach oben treiben könnte. Darüber hinaus ist auch eine wachsende Konkurrenz um die Sägerestholzsortimente möglich, da sie in chemischen Prozessen für die Erzeugung von Plattformchemikalien eingesetzt werden könnten.

Die Zellstoffwerke wandeln sich hin zu Bioraffinerien, die neben dem früher einzigen stofflichen Produkt (Papier-)Zellstoff künftig vermehrt auch Lignin, Hemicellulosen und weitere chemische Stoffe wie Tallöl und Terpentin zur Verfügung stellen. Auch diese bieten die Chance für neue Plattformchemikalien und Materialien. Neue Anwendungen für technische Fasern lassen auch innovativere Sortimente in diesem Bereich entstehen. Die Bedeutung dieser Einheiten für die Energieversorgung bleibt erhalten. Durch die heute mangelnde Nutzbarkeit von Laubhölzern im Vollholz- und Holzwerkstoffbereich bestehen gute Voraussetzungen für die rein chemische und energetische Nutzung dieser Sortimente.

Eine Studie des Thünen-Institutes Hamburg[8] zeigt auf Basis des Global Forest Products Model (GFPM), wie sich neue Trends in der Produktwertschöpfung und gesellschaftliche Trends auf die voraussichtliche Waldnutzung umschlagen. In verschiedenen Szenarien (vereinfacht: weiter so, Bioökonomie-Inseln oder BÖ-Wandel) wird demonstriert, dass es massive Verschiebungen geben kann, vor allem getrieben durch die verbesserten Möglichkeiten der Holzwerkstoffindustrie (Laubholznutzung!) und den stark wachsenden Bedarf an Textilien, dessen Befriedigung nicht durch Baumwolle o.a. natürliche Fasern abdeckbar ist. Das soll der Szenarienbetrachtung folgend vorrangig auf Kosten von Sägeprodukten sowie der Papiererzeugung geschehen, ist aber von konkreten wirtschaftlichen Faktoren wie Preis- und Nachfrageelastizitäten abhängig.

Betrachtet man Entwicklungen in Deutschland im Vergleich zu z. B. skandinavischen Ländern oder Ländern, in denen die Holzwirtschaft eine höhere Bedeutung besitzt, so wird erkennbar, dass Umsetzungsprozesse dort sehr konsequent getrieben und seitens staatlicher Förderinstrumente unterstützt werden. Hier spielt auch die EU-Förderung eine wichtige Rolle (z. B. SPINNOVA, UPM u.a.).

Im Folgenden werden einige wichtige - jedoch keine vollständige Übersicht darstellende - Förderinstrumente verschiedener Körperschaften vorgestellt:

Förderinstrumente der Europäische Union

Die Europäische Union hat im Jahr 2012 die Europäische Bioökonomie-Strategie verabschiedet. Unter der Leitung der Kommissarin für Forschung und Innovation wurde die Strategie mitunterzeichnet von den Kommissaren für Landwirtschaft und ländliche Entwicklung, für Umwelt, für Maritime Angelegenheiten und für Industrie und Unternehmertum. Das Forschungs- und Innovationsprogramm HORIZON EUROPE ist für die Jahre 2021-2027 mit einem Gesamtbudget von 96,6 Mrd. € ausgestattet, wovon strukturell knapp 9 Mrd. € für Themen der Bioökonomie incl. Lebensmittel und Umweltfragen vorgesehen sind.[9]

Die Europäische Förderung innerhalb HORIZON EUROPE setzt besonders auf die Private-Public-Partnerships, die öffentliche Förderung mit privatem Kapital verbinden und dadurch eine große Hebelwirkung entwickeln. Die Förderung durch die EU-Kommission setzt primär

[8] C. Morland und F. Schier. Modelling Bioeconomy Scenario Pathways for the Forest Products Markets with Emerging Lignocellulosic Products. Sustainability 2020, 12, 10540; doi:10.3390/su122410540

[9] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Horizon Europe, budget: Horizon Europe - the most ambitious EU research & innovation programme ever. Publications Office, 2021. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f107d76-acbe-11eb-9767-01aa75ed71a1/language-en

auf Leadership der Wirtschaft unter Einbeziehung von Forschungseinrichtungen; diesem Ansatz folgen die Private-Public-Partnerships (PPP), die als Konsortium oder als eingetragene Gesellschaft existieren können. Besonders die PPPs BBI JU und SPIRE 2.0 sind hier zu nennen.

Innerhalb der Europäischen Abstimmung, insbesondere durch die skandinavischen Länder, Finnland und Schweden, sowie Österreich forciert, spielt die Aktivität der Forest based sector Technology Platform (FTP) eine besondere Rolle, die als Reaktion auf die sich entwickelnde Bioökonomie-Programmatik der EU-Kommission bereits 2006 gegründet worden ist. Die FTP ist offizieller Partner der Kommission für den Teil Bioökonomie des H. EUROPE-Programmes und vereint ursprünglich die europäischen Verbände CEPI, CEI-Bois, Eustafor und CEPF. Inzwischen hat sich die FTP zu einer internationalen Gesellschaft entwickelt, in der neben den o.g. Verbänden auch Unternehmen als Mitglieder sowie weitere nationale Körperschaften und Forschungseinrichtungen als assoziierte Mitglieder involviert sind. Die vorliegende, abgestimmte Strategische Innovations- und Forschungsagenda SIRA 2030 der FTP (https://www.forestplatform.org/strategic-research-innovation/) ist aus diesen Konsultations-prozessen zwischen Europäischen Verbänden, einzelnen Länderministerien und der EU-Kommission (insbesondere DG AGRI) entstanden:

„European Partnership for Future Forests and Forestry: strengthening transnational R&I cooperation in the forest-based sector and beyond"

> *Lead: DG AGRI, associated: DG RTD, DG ENV, DG GROW, DG CLIMA*
> *The Partnership proposal has been initiated by the 30 partners from 18 countries in the ForestValue ERA-NET Cofund1, the ForestValue partnerships being widely spread across EU geographic regions and even encompassing further global areas involving 12 EU Member States, 4 Associated Countries, and 2 Third Countries. Since then, the proposal has been developed in a "revision team" called together by SCAR SWG Forest2 (incl. FTP3 and EFI4), the work being led by the Ministry of Agriculture and Forestry in Finland, the coordinating organisation of ForestValue."*

Innerhalb des Europäischen Förderprogrammes HORIZON 2020 (2014 – 2020) bzw. HORIZON EUROPE (seit 2021) spielt die BBI JU (**B**io-**B**ased **I**ndustry **J**oint **U**ndertaking) für die zirkulare Bioökonomie eine herausragende Rolle. Es scheint, dass dieses Fördermodell seitens deutscher Unternehmen zu wenig genutzt wird, wie die folgende Aufstellung (Abb. 3) zeigt. Kein Flagship Projekt aus zurückliegender Periode oder dem 2020er Call sind in Deutschland platziert.

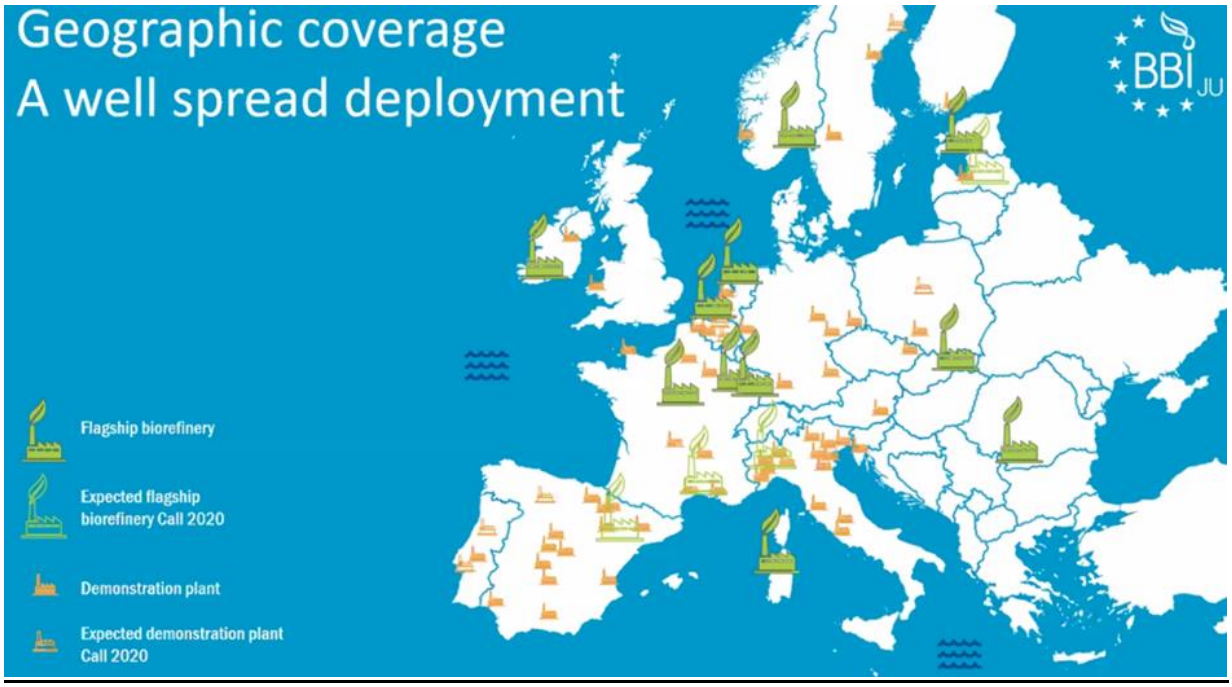

Abb. 3: Geographic coverage – a well spread deployment. Quelle: Philippe Mengal, World Bioeconomy Roundtables, 18.05.2021, https://wcbef.com/events/upcoming-events/world-bioeconomy-roundtables/

Dabei ist der Effekt erheblich: man rechnet allein aus den sogenannten Flagship-Projekten mit 3.500 direkten und 10.000 indirekten Arbeitsplätzen; die Förderung aus der BBI JU dafür beträgt 228 Mio. € bei einer einem privaten Investitionsvolumen von 1,3 Mrd. €[10].

Im europäischen Kontext ist erkennbar, dass die industrielle Umsetzung von Bioökonomie im Bereich der chemischen Industrie in Deutschland noch erhebliche Anstrengungen benötigt, vor allem aber Dynamik, wenn die Zahlen für 2013 mit denen von 2008 verglichen werden.

[10] Philippe Mengal, Executive Director, Bio-based Industries Joint Undertaking; World Bioeconomy Roundtables, 18.05.2021. https://wcbef.com/events/upcoming-events/world-bioeconomy-roundtables/

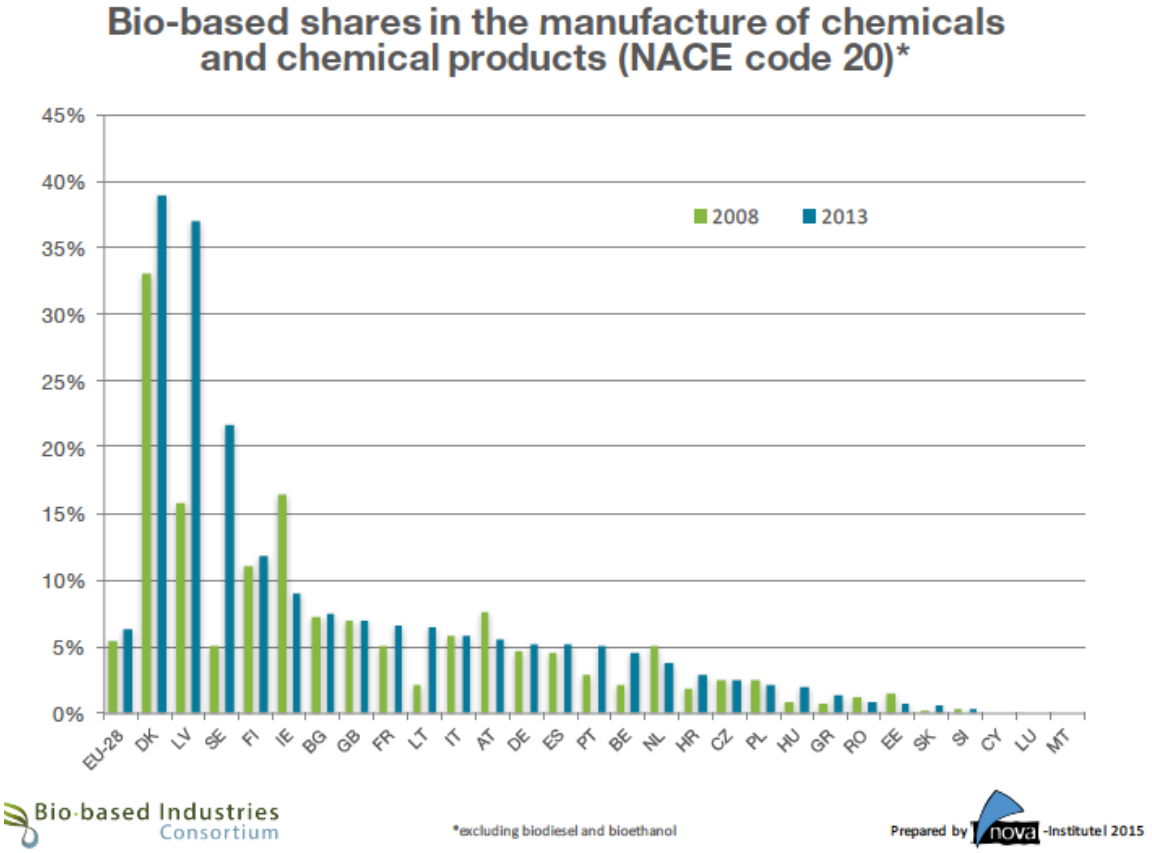

Abb. 4: Bio-based share in the manufacture of chemicals and chemical products (NACE code 20). Quelle: Piotrowski et al. European Bioeconomy in Figures. Nova-Institut for Ecology and Innovation. Hürth. 2016

<u>Bioökonomieförderung in Deutschland:</u>

In der Definition der Bundesregierung umfasst die Bioökonomie „die Erzeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen. Bioökonomische Innovationen vereinen biologisches Wissen mit technologischen Lösungen und nutzen die natürlichen Eigenschaften biogener Rohstoffe hinsichtlich ihrer Kreislauffähigkeit, Erneuerbarkeit und Anpassungsfähigkeit. Die Bioökonomie birgt das Potenzial, neuartige Produkte und Verfahren hervorzubringen, um Ressourcen zu schonen und Wohlstand zu schaffen“[11]. Zwei übergeordnete Leitlinien flankieren die Ziele und Maßnahmen der Nationalen Bioökonomiestrategie, die vorrangig von den Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) sowie Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) getragen wird:

1. Die erste Leitlinie verweist auf biologisches Wissen und fortschrittliche Technologien als Pfeiler eines zukunftsfähigen, nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaftssystems.
2. Die zweite Leitlinie zielt auf die Rohstoffbasis der Wirtschaft, die durch biogene Ressourcen nachhaltig und kreislauforientiert ausgerichtet werden soll.

Seit 2010 hat die Bundesregierung rund 2,4 Mrd. Euro in die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Bioökonomie investiert. Davon entfallen knapp eine Milliarde Euro

[11] Nationale Bioökonomiestrategie. BMEL 2020

auf die projektbezogene Förderung und rund 1,4 Mrd. Euro auf die institutionelle Förderung von Forschungseinrichtungen der öffentlichen Hand[12].

Das Informationsportal www.bioökonomie.de hat 2020 eine erneute Umfrage zu den Bioökonomie-Forschungsaktivitäten durchgeführt. Dabei wurde erhoben, dass die Zahl der Forschungseinrichtungen, die sich mit Bioökonomie-relevanten Themen beschäftigen, in den vergangenen vier Jahren deutlich gestiegen ist (2016: 745 | 2020: 823 Forschungsinstitute, + 10,5%). Gegenüber 2018 ist das Gesamtbudget (2020: 2,78 Mrd. Euro | 357 Institute) zwar leicht angestiegen, die zur Verfügung stehenden Finanzmittel pro Institut blieben allerdings etwa gleich (2018: 2,57 Mrd. Euro | 317 Institute). Auch der prozentuale Anteil der Drittmittel am Gesamtbudget blieb nahezu identisch (2018: 68,4%, 2020: 70,2%). Die Frage der Anwendungsorientierung in der Bioökonomie-relevanten Forschung sieht die überwiegende Mehrheit in konkretem industriellem Nutzen gegeben – wie bereits 2018 wurde an oberster Stelle die Land- und Forstwirtschaft (58%) genannt, gefolgt von der Ernährungswirtschaft (41,7%). Etwa ein Drittel der befragten Institute forscht an Themen, die für die Chemie- (32,2%) und die Energiebranche (31,4%) relevant sind, und etwa ein Viertel hat die Pharmaindustrie (24,1%) im Visier. Es folgen der Maschinen- und Anlagenbau (19%), die Bauwirtschaft (16,5%), die Automobilindustrie (14,6%), die Konsumgüterindustrie (13,4%) und die Textilwirtschaft (10,1%).“

Initiativen wie das Bioeconomy-Camp im Herbst 2021 führen junge Forschende zusammen.

Es sind keine zusammenfassenden Aussagen zur praktischen Umsetzung und zum Investitionsgeschehen im Bereich der industriellen Bioökonomie öffentlich verfügbar. Eine Initiative der Bundesregierung, vergleichbar zu den Reallaboren der Energiewende, die vor allem die Innovation strukturell und technologisch voran bringen sollen, ist derzeit offenbar nicht vorgesehen.

Beispiele aus den Bundesländern in Deutschland:

Eine gemeinsame Übersicht über die verschiedenen Ansätze der deutschen Bundesländer ist nicht verfügbar. Auf www.biooekonomie.de ist eine Übersicht über Forschungsakteure erhältlich – jedoch ohne programmatische oder regionale Zuordnungen. Den vorliegenden Strategien ist gemeinsam, dass sie neben der Innovationsförderung bestehender Wirtschaftsstrukturen vor allem die regionalen Aspekte und die Zukunftsfähigkeit regionaler Wertschöpfung betonen und steuern.

a) Baden-Württemberg

Das Land hat 2019 als erstes in Deutschland eine „Landesstrategie Nachhaltige Bioökonomie in Baden-Württemberg“ unter Federführung der Ministerien für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft sowie für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz veröffentlicht. Sie verfolgt den Ansatz, bei den Wirtschaftsakteuren Impulse für eine nachhaltige, auf biologischen Ressourcen basierende Wirtschaftsweise in Baden-Württemberg zu setzen. Dabei werden 4 Ziele verfolgt:

(1) mit innovativen biologischen Konzepten erneuerbare oder recycelfähige Rohstoffquellen erschließen und den Einsatz fossiler Rohstoffe signifikant senken.

(2) Reduktion der Treibhausgasemissionen, Schonung natürlicher Ressourcen, Erhalt der Biodiversität

[12] Ex-ante-Evaluation für ein Förderprogramm „Industrielle Bioökonomie“, Abschlussbericht. PtJ 2020. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/ex-ante-evaluation-foerderprogramm-industrielle-biooekonomie.pdf?__blob=publicationFile&v=6

(3) BW als Beispielland für eine Transformation hin zu einer nachhaltigen und kreislauforientierten Wirtschaftsform
(4) Stärkung der ländlichen Räume, regionale Wertschöpfung und zukunftsfähige Arbeitsplätze

In verschiedenen Handlungsfeldern werden die Belange der Bioökonomie-Wirtschaft, der öffentlichen Verwaltung und Gestaltung des Rechts, der Digitalisierung und HighTech-Industrie, der Energiewende und der Sicherung der biologischen Vielfalt verknüpft. Kernelemente sind sogenannte „Bio-Fabriken“ als Pilot- und Demonstrationsvorhaben, die bestimmte Technologiefelder beispielhaft im industriellen und regionalen Maßstab voranbringen sollen. Ein weiteres Herzstück aus Sicht der Forschung und Entwicklung ist das „Technikum Laubholz“. Schließlich umfasst die Strategie auch die Weiterbildung von Fachkräften und Verwaltungsangestellten, um die Ziele auch auf allen Ebenen materialisieren zu können.

b) Bayern

Unter Federführung des Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie und unterstützt durch den Sachverständigenrat Bioökonomie wurde 2020 die Bayerische Landesstrategie ZUKUNFT.BIOÖKONOMIE.BAYERN. entwickelt und publiziert.

Die Bayerische Bioökonomiestrategie verfolgt dabei folgende Ziele:

(1) Reduzierung des Verbrauchs fossiler Rohstoffe durch die Umsetzung einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Wirtschaftsweise und die Entwicklung nachhaltiger, biobasierter Technologien, Prozesse und Produkte
(2) Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz sowie zum Schutz der Biodiversität
(3) Beitrag zur Umsetzung der Zielsetzungen des Klimaschutzprogramms Bayern 2050 und der bayerischen Klimaschutzoffensive, insbesondere der gesetzlich bindenden Ziele eines Bayerischen Klimaschutzgesetzes
(4) Förderung des offenen Dialogs und Ermöglichung der gesellschaftlichen Teilhabe, um Akzeptanz und Verständnis für die Bioökonomie in der Gesellschaft zu erreichen
(5) Beitrag zum bayerischen Weg des „Schützens und Nutzens“ der heimischen nachwachsenden Rohstoffe. Durch die Bioökonomie werden diese in Wert gesetzt und neue Einkommensperspektiven sowie Arbeitsplätze im ländlichen und urbanen Raum geschaffen bzw. gesichert
(6) Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und Erschließung neuer Märkte durch richtungsweisende Verwendung nachwachsender Rohstoffe sowie Rest- und Abfallstoffe möglichst nach dem Prinzip der Koppel- und Kaskadennutzung. Dadurch werden die Entwicklung neuer Technologien, Materialien und Werkstoffe sowie der nötigen Verfahren für innovative Produkte angestoßen. Damit entstehen neue Arbeitsplätze im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems
(7) Bestrebung führender Standort für nachhaltige Produkte und Produktionsweisen und damit Vorbild für andere Regionen zu sein
(8) Stärkung der Wissenschaft zum weiteren Aufbau biologischen Wissens sowie eines zielgerichteten Wissenstransfers in die Wirtschaft

Herausgehoben werden die Belange der Einbettung der Bioökonomie in übergreifende Politikprogramme (Bund, EU) sowie andere Bereiche wie Digitalisierung und zukunftsfähige Energieversorgung. Ebenfalls werden die Notwendigkeiten zum Dialog und zur Akzeptanz der Strategie in allen gesellschaftlichen Ebenen benannt. In Bezug auf die industrielle Umsetzung und Anwendung werden vor allem die Kreislaufwirtschaft und die CO_2-Bepreisung betont. Konkret wird ein investorenfreundliches Umfeld zur Bereitstellung von Privatkapital und die Unterstützung von Unternehmensgründungen

und Innovationsmanagement betont. Die Bayerischen Förderinstrumente BayFOR, Bayerische Forschungsstiftung und Bayern Innovativ werden gezielt eingebunden.

c) Sachsen-Anhalt, Sachsen
Die BioEconomy e. V. besteht aus einem Verbund von Unternehmen, Forschungsinstituten und Bildungseinrichtungen zur Grundlagenerarbeitung einer biobasierten Wirtschaft. Dafür verknüpft sie die Branchen der Holz- und Forstwirtschaft, der chemischen Industrie, der Kunststoffindustrie und die des Anlagenbaus miteinander. Holz als vielseitiger Rohstoff dient dabei als Ausgangsrohstoff für neue holzbasierte Materialien, Werkstoffe und Produkte. Dieser Bereich wurde im Rahmen der bis 2017 stattgefunden BMBF-Spitzenclusterförderung maßgeblich vorangetrieben und geprägt (http://www.bioeconomy.de/). Technologische Kernkompetenz des Spitzenclusters ist die Entwicklung, Skalierung und Anwendung von innovativen technischen Prozessen für die nachhaltige Nutzung biobasierter Rohstoffe aus dem Non-food Bereich für die Herstellung werthaltiger Produkte für verschiedene Industriebereiche. Hierbei liegt die maßgebliche Technologiekompetenz für die Lieferung und Aufbereitung des Rohstoffes Holz sowie dessen werkstofflicher Verwertung im Holzcluster Rottleberode. Die Kompetenz für die Weiterverarbeitung der Chemiegrundstoffe liegt im Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland, insbesondere bei den Unternehmen am Standort Leuna, und den Fraunhofer Partnern IAP, PAZ und IWMH. Die Kompetenz der energetischen Verwertung von verbleibenden Reststoffströmen wird durch das DBFZ Leipzig und die weiteren Partner des Bioenergie Netzes Leipzig abgedeckt, das Monitoring der Stoffströme durch das UFZ Leipzig.

Strukturelle Besonderheiten in Deutschland:

Auf Basis dieser Beispiele ist anzumerken, dass sich das föderale System in Deutschland als sehr heterogen darstellt und - abhängig von Finanzkraft, aktuellen Regierungen, politischen Parteien und deren Programmatik – unterschiedlich ambitionierte oder keine Ansätze bestehen.

Im Gegensatz z. B. zu Skandinavien haben wir in Deutschland eine andere Struktur der forstbasierten Industrie. Große Konzerne, die Wald besitzen und die gesamte Wertschöpfungskette repräsentieren, also alle Zwischenprodukte selbst herstellen und daher unmittelbar selbständig Gesamtentscheidungen treffen können, sind in Deutschland nicht vorhanden. Die klein- und mittelständische Wirtschaftsstruktur sowie die Eigentümerstrukturen beim Forst und das föderale System erschweren durchgängige Programme, die alle Sektoren gleichermaßen einschließen.

Um diesen Wirtschaftsbereich stärker einbinden zu können, stellen die außeruniversitären Forschungseinrichtungen, die im Cluster Bioökonomie der ZUSE-Gemeinschaft vereint sind, eine chancenreiche Gruppierung dar. An den Instituten der ZUSE-Gemeinschaft ist umfangreiche Expertise und Kompetenz zu einem breiten Spektrum an Bioökonomie-Forschungsgebieten angesiedelt. Überwiegend branchenorientiert aufgestellt liefern sie signifikante Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsbeiträge zur Bioökonomie, insbesondere zum Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen in konkrete Technologien, Produkte und Dienstleistungen in mittelständische Unternehmensnetzwerke. Deren weitergehende Vernetzung ist das Ziel des ZUSE-Clusters[13].

[13] https://www.zuse-gemeinschaft.de/ueber-uns/inhalte/cluster-biooekonomie

4. Forschungsbedarf für Prozesse und Produkte der Bioökonomie

Zusammenfassung: Der Wissenstransfer aus der Forschung in die Industrie ist unzureichend, vor allem weil es an geeigneten Werkzeugen fehlt, um Forschungsergebnisse in die Anwendung zu bekommen. Schwerpunkte des FuE-Bedarf liegen in der (Weiter-)Entwicklung von Verarbeitungstechnologien, von Verfahren zur höherwertigen Nutzung von Alt- und Kalamitätshölzern und von Verfahren für neue Materialkombination und neue Fügetechniken.

In den letzten Jahren wurden von den unterschiedlichsten Fördergebern in Deutschland maßgebliche FuE-Projekte im Bereich der holzbasierten Bioökonomie durch Bereitstellung großer Fördersummen gefördert. Leider ist es bis jetzt jedoch noch nicht im gewünschtem Maße gelungen, den Wissenstransfer aus der Forschung in die Industrie, vor allem in die der klein- und mittelständischen Industrie praktisch umzusetzen. Wertvolle Forschungsergebnisse gelangen so nicht oder nicht schnell genug zur Anwendung.

Insofern ist die Entwicklung und Bereitstellung geeigneter Werkzeuge und Informationsplattformen für diesen unbedingt erforderlichen Wissenstransfer zu empfehlen. Ob es sich dabei um moderne integrierende Datenbankkonzepte, gefüttert mit Projektinformationen aller Fördergeber oder um Sachinformationen der Projektbeteiligten handeln soll, bleibt zu diskutieren. Fakt ist, dass die Forschungsergebnisse im vorwettbewerblichen Bereich systematisch, allgemein und einfach zugänglich gehalten werden müssen. Unter der Voraussetzung des Vorhandenseins einer geeigneten und dauerhaft gewarteten Informationsplattform sollten prozedural-routinemäßige Informationsverpflichtungen den geförderten Projektpartnern auferlegt werden.

Parallel dazu sind Formate zu entwickeln, die den FuE-Fortschritt im Themengebiet systematisch und in allgemeiner Form regelmäßig für einen breiten Interessenten- und Nutzerkreis veröffentlichen und zur Umsetzung einladen.

In der (Weiter-)Entwicklung von Verarbeitungstechnologien liegt ein Schwerpunkt des FuE-Bedarfs. Laubhölzer weisen produkt- und technologieabhängig für die Holzwerkstofffertigung ungünstige Ausgangsbedingungen auf, so dass für dimensionsschwache Laubholzsortimente kaum wirtschaftlich tragfähige Wertschöpfungskonzepte existieren. Ein Lösungsansatz ist die die **Entwicklung von Lamellierungsverfahren**, mit denen bei der Herstellung von konstruktiven Werkstoffen die Rohstoffeffizienz erhöht werden kann. Dies gilt auch dann, wenn ausschließlich Laubholz verwendet wird oder wenn Mono-Material-Hybride, die aus verschiedenen Laubhölzern bzw. aus Laub- und Nadelhölzern bestehen, hergestellt werden.

Um holzbasierte Faserstoffe auch in höherwertigen Anwendungen einsetzen zu können, fehlt es an technologischen **Verfahren zur Herstellung hochfester Verbundwerkstoffe** oder Werkstoffverbünde.

Es gibt vielversprechende Ansätze, um bei Holzwerkstoffe durch **Veredlungsmaßnahmen** bzw. Modifizierungstechniken neuartige Eigenschaften zu erzielen. Die entsprechende Forschung sollte intensiviert werden, insbesondere im Bereich der Prozessentwicklung und Verfahrensentwicklung.

In Deutschland fallen große Mengen an **Alt- und Kalamitätsholz** an, deren **höherwertige Nutzung** stofflich oder als Rohstoff für eine chemische Nutzung im Sinne einer Kaskadennutzung wünschenswert wäre. Benötigt wird dafür Folgendes:

- Entwicklung neuartiger Sortierungs- und Trenntechnologie (hoher Desintegrationsgrad wünschenswert),
- Erforschung und Entwicklung neuer Techniken zur stofflichen und chemischen Nutzung,

- Anpassung und Optimierung geeigneter Aufschlussverfahren,
- Entwicklung und Optimierung thermochemischer, chemokatalytischer, biotechnologischer Verfahren zur Komponententrennung.

Das vielfältige Nutzungsspektrum von Holz lässt sich erweitern, wenn Holz mit anderen Materialien und Werkstoffen kombiniert wird. Dies geschieht vielfach durch **Fügetechniken** wie Keilzinkung, die Verklebung oder andere Verbindungstechniken. Bisher verfügbare Techniken wurden vor allem für Nadelhölzer entwickelt und berücksichtigen nicht die Besonderheit von Laubhölzern. Folgender FuE-Bedarf wird gesehen:

- Entwicklung neuer Materialkombinationen von Holz mit anderen Materialien
- Entwicklung leichter Materialien/-kombinationen („funktionalisierter Leichtbau“)
- Entwicklung neuer Fügetechniken und Klebstoffe / Klebfügen für (Laub-) Holz

5. Innovations- und Umsetzungsbedarf in industrielle Wertschöpfung

Zusammenfassung: Trotz zunehmender Nutzungkonkurrenz und abnehmender Verfügbarkeit diverser Sortimente, ist das Potenzial von Holz als Roh- und Werkstoff noch nicht ausgeschöpft. Es gilt wirtschaftliche Steuerungselemente zu entwickeln, die die Kaskadennutzung und die strukturerhaltende Nutzung gegenüber der energetischen Nutzung präferieren. Für eine praxiswirksame Umsetzung von Forschungsergebnissen gilt es Incentive Systeme aufzubauen und die Einbindung von privatem Kapital in Form von Private Public Partnership zu stärken. Zwei Aspekten kommt bei der industriellen Wertschöpfung eine besondere Bedeutung zu.

Die stoffliche Nutzung von Nebenprodukten und Rinden der Sägeindustrie sollte verstärkt unterstützt werden, z. B. in Form von Reallaboren, in denen übergreifende Lösungsansätze zur stofflichen Nutzung vorhandener Sägewerks-Nebenprodukte und Rinden bei gleichzeitiger Umsetzung nachhaltiger, alternativer Energiekonzepte erprobt werden.

Durch den angestoßenen Waldumbau werden in den nächsten 20 bis 30 Jahren verstärkt große Mengen an Durchforstungshölzern mit einem hohen Laubholzanteil anfallen. Deren Nutzung muss langfristig konzipiert werden.

<u>Barriere Markteinführung</u>

Dass dem Rohstoff Holz eine zunehmende, wesentliche Bedeutung zur Erreichung der Klimaschutzziele und der Defossilierung unserer Wirtschaft beigemessen wird, darf man mittlerweile voraussetzen. Dennoch kann man noch nicht davon ausgehen, dass von einem breiten gesellschaftlichen Konsens zur zunehmenden stofflichen Nutzung des Rohstoffs Holz ausgegangen wird. Das Potential dieses Roh- und Werkstoffes ist noch nicht hinlänglich erkannt und gehoben. Daher gilt es weiterhin mit geeigneten Maßnahmen, die Marktdurchdringung von holzbasierten Produkten, Technologien und Geschäftsmodellen in der Gesellschaft zu steigern.

Allerdings muss in diesem Zusammenhang auf die zunehmende Nutzungskonkurrenz zum Roh- und Werkstoff und auf die auch hier absehbaren Grenzen in der Verfügbarkeit diverser Sortimente als offensichtliches Spannungsfeld der verschiedenen Verarbeitungspfade eingegangen werden und entsprechende Kompromisslösungen im Auge behalten werden. Wirtschaftliche Steuerungselemente zur bevorzugten Anwendung der Kaskadennutzung existieren nicht und sollten entwickelt werden. Insbesondere die strukturerhaltende

Holznutzung als Material und Werkstoff gegenüber der bilanziell emissionsfrei gestellten energischen Nutzung bedarf einer Austarierung.

Barriere Verfahrensentwicklung

Nach wie vor krankt die bundesdeutsche Forschungsförderung an der praxiswirksamen Umsetzung der z. T. brillanten Forschungsergebnisse und Ansätze. Zu bemängeln ist, dass es für die Universitäten und Forschungseinrichtungen keine wirksamen Förderinstrumente zur Überwindung des s.g. „Valley of Death“ zur Fortführung der Forschungsergebnisse in Richtung Technology Readiness Level (TRL) 7, 8 und 9 gibt. Hier wird oftmals auf das Wirken, das Engagement von Start up´s/Spin Off vertraut, die aber zu Beginn sehr häufig finanziell nicht in der Lage sind, ihre neuen Ideen und Forschungsergebnisse in praxiswirksame Fertigungsstrukturen mit einem TRL 8 bis 9 umzusetzen.

Ziel muss es daher sein, ein Incentive-System aufzubauen, das Entwicklungsforschung und Translationsforschung miteinander verknüpft und aktiv aufeinander zugehen lässt. Es erscheint – auch auf Grund der bereits angesprochenen spezifischen deutschen Eigentümerstruktur – sinnvoll und überlegenswert, die durch die EU-Kommission erfolgreich etablierten Private-Public-Partnerships als Modell auch für die deutsche Förderlandschaft zu entwickeln, um neben der öffentlichen Förderung auch privates Kapital zu rekrutieren.

Ein weiterer Ansatz für die Umsetzung von wirtschaftlich relevante Forschungsergebnissen wäre, Translationszentren für bestimmte Sektoren zu entwickeln, die Verfahren vom Pilot- zum Demo-Maßstab weiterführen. Hierzu sind sowohl Translationsanlagen denkbar als auch die finanzielle Abfederung von Risiken in Betrieben (insbesondere KMUs).

Nutzung von Nebenprodukten und Rinden

Die Nutzung von Nebenprodukten und Rinden der Sägeindustrie sollte unbedingt aktiviert und intensiv unterstützt werden, da diese Stoffe gegenwärtig nach wie vor häufig nur energetisch genutzt werden. Hierbei sind zukünftig erweiterte Forschungsaktivitäten zu etablieren, zumal in den letzten Jahrzehnten hierzu in Deutschland kaum geforscht wurde.

Bei diesen Arbeiten ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass für die Zellstoff- und Papierindustrie damit gleichzeitig neuartige, innovative, nachhaltige Energieerzeugungskonzepte zu entwickeln sind, da deren hauptsächliche Energiequellen – eben die Nebenprodukte der Sägeindustrie – anderweitig stofflich genutzt werden sollen und zur Energieerzeugung nur noch eingeschränkt zur Verfügung stehen.

Denkbar sind s.g. „Reallabore“ zum Thema Bioökonomie analog zu des „Reallaboren Energiewende“ zu schaffen/zu unterstützen/zu fördern. Somit könnten in größeren regionalen Strukturen übergreifende Lösungsansätze zur stofflichen Nutzung vorhandener Sägewerks-Nebenprodukte und Rinden bei gleichzeitiger Umsetzung nachhaltiger, alternativer Energiekonzepte gefördert werden. Ein Praxisbeispiel auf Bundesländer-Ebene entsteht derzeit mit dem „Technikum Laubholz“ in Baden-Württemberg, das sich die Überwindung des „Valley of Death“ vorgenommen hat mit ersten Anwendungen zur Herstellung von Carbonfasern auf der Basis von holzbasierter Zellulose und Lignin (siehe www.technikumlaubholz.de). Weitere „Reallabore“ mit industrieller Beteiligung und regional differenzierten Schwerpunkten könnten dieses Thema deutlich mehr Gewicht verleihen.

Optimierung von Wertschöpfungsketten und –kreisläufen in der (Laub-) Holzindustrie

Durch die Schadereignisse in der deutschen und mitteleuropäischen Wald- und Forstwirtschaft, dem damit verbundenem Ausfall in der zuverlässigen Rundholzbereitstellung der bislang gängigen Nadelholzbaumarten Fichte/ Tanne/Kiefer muss die effektive Nutzung von alternativen Laubholzsortimenten entlang bestehender, aber auch neu zu denkender und zu etablierender Wertschöpfungsketten und -netze hochpriorisiert im Vordergrund stehen. Es wird sehr intensiv am Waldumbau in Richtung resilienter, stabiler Mischwälder gearbeitet, so

dass in den nächsten 20 bis 30 Jahren mit großen Mengen Durchforstungshölzer (großteils Laubholz!) zu rechnen ist. Die stoffliche, kaskadierte Nutzung aller anfallenden Laubholzsortimente muss langfristig konzipiert, vorbereitet und optimiert werden.

6. Gesellschaftliche Wahrnehmung und Zielkonflikte

Zusammenfassung: Zwar ist Bioökonomie als nachhaltige Wirtschaftsform der Zukunft gesellschaftlich und politisch anerkannt, aber Holz als wichtiger heimischer Rohstoff ist nur unzureichend in den Transformationsprozess eingebunden. Die Politik ist gefordert, die Strategie zur Entwicklung der Bioökonomie mit einer Rohstoffstrategie für Aufkommen und Nutzungspotenziale des nachwachsenden Rohstoffs Holz zu unterlegen.

Die Umstellung der Wirtschaft von fossiler Rohstoffen auf nachwachsende Rohstoffe ist in Deutschland grundsätzlich konsensfähig. Mit der Verabschiedung der nationalen Bioökonomiestrategie der Bundesregierung im Januar 2020 erfolgte ein klares Bekenntnis der Politik zur Bioökonomie als notwendige Folge der Umstellung der Wirtschaftsbasis von fossilen zu nachwachsenden Rohstoffen, um die Folgen des Klimawandels zu bekämpfen. So heißt es dort:

„(…) Das Ziel muss es sein, den Verbrauch von fossilen Ressourcen wie Kohle und Erdöl zu verringern. Stattdessen braucht es einen Wandel hin zu einer Wirtschafts- und Lebensweise auf der Grundlage nachwachsender Rohstoffe – der Bioökonomie.“

Aus Sicht der AG Potenzial von Holz in der Bioökonomie der Charta für Holz 2.0 fehlt in Folge dieses gesellschaftlichen Grundkonsenses eine entsprechende politische Rohstoffstrategie: Die Bedeutung von Holz als strategische Ressource für eine Rohstoffwende in Deutschland mit dem Ziel einer nachhaltigen Bioökonomie wird von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik noch nicht ausreichend wahrgenommen. Dies liegt wirtschaftlicherseits an einer eingeschränkten Kostenwettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe im Vergleich zu fossilen Rohstoffen. Genau sind dies:

- die fehlende Einbeziehung der Kosten für Anbau-, Ernte- und Aufbereitung bei fossilen Rohstoffen und
- die unausgewogene monetäre Abgeltung positiver und negativer Umwelteffekte bei fossilen und nachwachsenden Rohstoffen.

Der Ausbildung einer Bioökonomie auf Basis nachwachsender Rohstoffe entgegen steht ein gesellschaftlicher Trend gegen die Bewirtschaftung von Wäldern. Daraus folgen verschiedene politische Leitlinien. Im Einzelnen sind dies

- ein starker politischer Fokus auf die Kohlenstoffsenke und damit den systematischen Aufbau von Holzvorräten im Wald im Rahmen von Klimaschutzmaßnahmen und
- weitere Nutzungsverbote im Wald zur vermeintlichen Stärkung der Biodiversität.

Ein Ineinanderwirken von gesellschaftlichem Rohstoffbedarf zur Stärkung der Bioökonomie und einer entsprechenden Rohstoffpolitik auf den politischen Ebenen der EU, von Bund und Ländern stellt eine unabdingbare Voraussetzung zur Realisierung der Potenziale einer Bioökonomie dar. Ein gerechterer Vergleich aller relevanten Kosten zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen wäre geeignet, um den Kostenwettbewerbsnachteil zu verringern und die Marktdurchdringung deutlich zu beschleunigen. Dazu sollten geeignete monetäre Steuerungsinstrumente entwickelt und implementiert werden.