Nachhaltige Forst- und Holzwirtschaft als Basis der Bioökonomie

Gabriele Weber-Blaschke

Zusammenfassung

Ziel der Bioökonomie ist die Transformation der auf fossilen Ressourcen basierten zu einer biomassebasierten Wirtschaft. Dabei spielt die Forst- und Holzwirtschaft für den Klimaschutz wegen der Vermeidungs- und Senkenleistung hinsichtlich Treibhausgase eine herausragende Rolle. Neben der traditionellen energetischen und stofflichen Nutzung wird die Bioökonomie der Forst- und Holzwirtschaft mit der innovativen Entwicklung von Produkten aus Reststoffen, wie Textilien, Mikrofasern, Biokunststoffen, Kosmetika und chemischen Grundstoffen, assoziiert. Ziel ist es, die nachwachsende, aber nur begrenzt zur Verfügung stehende Ressource Holz effizient und nachhaltig zu nutzen, unter Zuhilfenahme z. B. der Konzepte Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung. Lebenszyklusanalysen unter Einbeziehung ökologischer, ökonomischer und insbesondere auch gesellschaftlicher Aspekte in Verbindung mit Stoffstromanalysen sind notwendig, um einerseits nachhaltige Produktlinien per se identifizieren zu können, andererseits die Bedürfnisse der Gesellschaft hinsichtlich ihrer Konsum-, aber auch Arbeits- und Lebenswelten auf lokaler, regionaler und globaler Ebene unter Nachhaltigkeitsaspekten berücksichtigen zu können. Es ist hierbei unverzichtbar, auch die traditionellen Nutzungen der biologischen Ressource Holz in die bioökonomische Gesamtbewertung einzubeziehen. Dabei ist als Grundlage der holzbasierten Bioökonomie eine nachhaltige Forstwirtschaft, die das Ökosystem Wald in Gänze bewahrt, unverzichtbar.

Summary

Sustainable forestry and timber management as a basis for bioeconomy

In general, the goal of bioeconomy is the transformation of the fossil-based to a bio-based economy. Within bioeconomy, the forest and wood sector plays an important role in climate protection because of its mitigation potential and sequestration capacity regarding greenhouse gas emissions. Besides the traditional utilization of wood for energy services and material applications, bioeconomic approaches in the forest and wood sector include the innovative development of textiles, micro fibers, bio-plastics, cosmetics and platform chemicals from wood residues. This aims to use the renewable, albeit limited, resource 'wood' more efficiently and sustainably, applying the concepts of a circular economy and cascading resource use. By assessing ecological, economic and social impacts over a product's life cycle, more sustainable product lines can be identified. Such identification has to be based on material flow analyses. Through such analyses, society's demands at the local, regional and global level, regarding not only consumer behavior, but also people's working and living conditions can be assessed under sustainability aspects. It is essential for such analyses to integrate also the traditional uses of wood. A sustainable forest management that preserves the ecosystem 'forest', however, is the fundamental basis for any wood-based bioeconomy.

✉ Prof. Dr. Gabriele Weber-Blaschke, Technische Universität München, Lehrstuhl für Holzwissenschaft, Forschungsbereich Stoffstrommanagement, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising; weber-blaschke@hfm.tum.de

Rundgespräche Forum Ökologie, Bd. 48 »Ökologie und Bioökonomie«, S. 31–46.
© 2019 Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München – ISSN 2366–2875 – ISBN 978–3–89937–246–5

Einführung

Wir haben bereits gehört, dass unter Bioökonomie ganz allgemein die Transformation von einer auf der Nutzung fossiler Ressourcen basierenden zu einer biomassebasierten Wirtschaft verstanden wird (vgl. Haber 2019 in diesem Band). Nun stellt sich die Frage, was dies für die Forst- und Holzwirtschaft bedeutet, besonders unter Einbeziehung der Nachhaltigkeitsaspekte.

Warum hat gerade die Forst- und Holzwirtschaft eine so große Bedeutung für die Bioökonomie? Ein wichtiges Ziel der Bioökonomie ist der Klimaschutz, zu dem die Transformation von der Nutzung fossiler Rohstoffe zu Holz in großem Maße beiträgt. Während die Sektoren Landwirtschaft und Ernährung wesentliche Verursacher von Treibhausgasemissionen sind, ist die nachhaltige Forst- und Holzwirtschaft durch die Treibhausgas-Vermeidungsleistung bei stofflicher und energetischer Substitution von energieintensiveren Nicht-Holz-Produkten sowie durch die Kohlenstoff-Speicherleistung des Waldes und der Holzprodukte charakterisiert (WBAE/WBW 2016).

Auslegung des Begriffs »Bioökonomie«

Die Auslegung des Begriffs »Bioökonomie« ist allerdings nicht einheitlich. Nach Bugge et al. (2016) können wissenschaftliche Artikel, die mit dem Schlagwort »Bioökonomie« in internationalen peer-reviewed Zeitschriften veröffentlicht wurden, in drei »Visionen« eingeteilt werden, die für bestimmte Wirtschaftssysteme stehen (Abb. 1). Die »bio-technology vision« sieht als wichtigstes Ziel das Wirtschaftswachstum, wobei molekularorientiert neue Produkte entwickelt werden sollen und mit diesen technologischen Fortschritten die Ressourcenknappheit gelöst werden soll. Dazu werden sich globale Cluster herausbilden. Die »bio-resource vision« geht ebenfalls vom Wirtschaftswachstum als wichtigstes Ziel aus. Die prozessorientierten Linien zur Erschaffung neuer biobasierter Produkte verlaufen jedoch nicht nur linear, sondern beziehen auch andere Sektoren wie die Abfallwirtschaft ein. Der konzeptionelle Fokus liegt deshalb auf Strategien wie der Kaskadennutzung zur Maximierung der Ressourceneffizienz. Dazu sollen neue Konzepte kreiert werden, die sich im ländlichen Raum umsetzen lassen. Bei beiden »Visionen« liegt der Schwerpunkt auf Seiten der Ökonomie. Bei der dritten Vision »bio-ecology« liegt der Schwerpunkt auf »Bio« im Sinne von »Öko« durch das wichtigste Ziel der Bewahrung der Ökosysteme. Das zugrunde liegende Konzept ist eine systemintegrierte ökologische Wirtschaftsweise, die ebenfalls den ländlichen Raum stärken soll.

Was bedeutet aber nun Bioökonomie für den Holzbereich? In der Charta für Holz 2.0 (BMEL 2018) werden verschiedene Handlungsfelder für eine Holznutzung der Zukunft genannt, darunter »Potenziale von Holz in der Bioökonomie«. Unter dem Begriff Bioökonomie werden dort ganz konkret Produkt- und Verfahrensinnovationen sowohl in traditionellen als auch in neuen Anwendungsfeldern thematisiert. Als weitere Handlungsfelder werden »Bauen mit Holz in Stadt und Land«, »Material- und Energieeffizienz«, »Ressource Wald und Holz« und »Wald und Holz in der Gesellschaft« extra ausgewiesen und jeweils Maßnahmen dazu vorgeschlagen, hinzu kommt das »Querschnittsthema Forschung und Entwicklung«. In der Charta sind damit mehrere zukunftsbestimmende Themenfelder adressiert, wenn auch nicht direkt unter dem Terminus Bioökonomie.

Im Folgenden werde ich zunächst die engere Auslegung des Begriff Bioökonomie weiterverfolgen und die Möglichkeiten der Holznutzung darstellen, mit denen die Ziele der Bioökonomie im Holzsektor erreicht werden können.

Traditionelle Holznutzung

Die Bioökonomie ist für den Forst- und Holzbereich nichts Neues. Schon zu Beginn der Menschheit wurden der Wald und sein Holz zur Energiegewinnung und als Rohstofflieferant genutzt. Insbesondere die Zeitspanne zwischen Mittelalter und 19. Jahrhundert wurde »hölzernes Zeitalter« genannt (Hasel 1985). Auch zu dieser Zeit wurde die Holznutzung innovativ weiterentwickelt. So wurde Holz für vielfältige Bereiche genutzt, unter anderem für das Baugewerbe (Blockhäuser bis hin zum Fachwerkhaus), für das Ingenieurwesen (Wasserleitungen, Wind- und Wassermühlen, Brunnen, Brücken, Sägewerke, Schmieden), in der Landwirtschaft (Zäune und Geräte) und für das Handwerk (Tischler, Rechenmacher, Böttcher

	Bio-Technology Vision	Bio-Resource Vision	Bio-Ecology Vision
	Bio-Ökonomie		Bio-Ökonomie
Ziele	Wirtschaftswachstum	Wirtschaftswachstum	Bewahrung der Ökosysteme
Werteerschaffung	Biotechnologie (molekularorientiert)	Neue biobasierte Produkte (prozessorientiert)	Integrierte Produktionssysteme und hochwertige Produkte (systemorientiert)
Innovationstreiber	Forschung und Entwicklung, Patente, Forschungsförderung (lineare Produktion)	Ressourcenverfügbarkeit, Abfallwirtschaft (interaktive Produktion)	Ökologische Wirtschaftsweisen (selbsterhaltende Produktion)
Räumlicher Fokus	Globale Cluster	Ländliche Regionen	Ländliche Regionen
Konzeptioneller Fokus	Technologischer Fortschritt löst Ressourcenknappheit	Kaskadennutzung als Konzept zur Maximierung der Ressourceneffizienz	Integration von »fair trade«, Partizipation in Diskussions- und Entscheidungsprozessen

Abb. 1. »Visionen« der Bioökonomie: Einteilung wissenschaftlicher Artikel (peer-reviewed; weltweite Literaturanalyse) in drei Visionen, die für bestimmte Wirtschaftssysteme stehen. Erläuterungen s. Text. – Verändert nach Bugge et al. 2016, CC BY 4.0.

etc.). Erst mit der Industrialisierung Ende des 19./Anfang des 20. Jahrhunderts, d. h. mit der Nutzung von Kohle, Erdöl, Erdgas etc., wurden der Rohstoff Holz und seine vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten mehr oder weniger in den Hintergrund gedrängt.

Die aktuelle traditionelle Holznutzung lässt sich gemäß der Lebensdauer der Produkte in vier Bereiche einteilen (Abb. 2, Klein & Schulz 2012), vom Baubereich mit ca. 80 Jahren bis zum energetischen Bereich mit ca. einem Jahr durchschnittlicher Lebensdauer. Je langlebiger das Produkt, desto länger ist Kohlenstoff darin gespeichert und CO_2 der Atmosphäre entzogen (Wegener et al. 2010). Wichtig für die Klimaschutzleistung der Holzprodukte ist aber nicht nur die C-Speicherung selbst, sondern insbesondere der Aufbau des Holzproduktespeichers. Die Kollegen von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) haben hochgerechnet, dass in Bayern ca. 75 % des gespeicherten Kohlenstoffs in Holzprodukten des Bauwesens zu finden sind, was die Bedeutung dieses Sektors auch für die Zukunft heraushebt (Klein & Schulz 2012).

Tabelle 1 zeigt die Waldholznutzung in Deutschland (DHWR 2016). Demnach wird Nadelholz überwiegend stofflich genutzt, Laubholz dagegen überwiegend energetisch. Mit der Nutzung von Holz als kurzlebiger Energieträger ist aber kein Aufbau des Holzspeichers möglich. Da in Zukunft durch den Waldumbau in Deutschland vermehrt Laubholz, meist Buche, anteilig vorhanden sein wird, besteht daher die Notwendigkeit, Verfahren und Produkte zu entwickeln, bei denen Laubholz/Buche auch stofflich, möglichst im Bauwesen, verstärkt genutzt werden kann. Aktuell bestehen die Wälder in Deutschland zu 57 % aus Nadel- und zu 43 % aus Laubholz, die bereits heute nachwachsende nächste Waldgeneration besteht jedoch zu 73 % aus Laub- und zu 27 % aus Nadelholz (DHWR 2016).

Das Waldholz (Rundholz; Sägestammholz und sonstiges Derbholz) trägt jedoch nur mit etwa 52 % zu dem jährlichen Holzaufkommen in Deutschland bei. Jedes Jahr kommen aus der be- und verarbeitenden Holzindustrie sowie der Papierindustrie und aus dem Abfallsektor nach Gebrauch von Holzprodukten die sog. sekundären Rohstoffe hinzu. Ihr Anteil am jährlichen Holzaufkommen liegt bei etwa 30 %; es handelt sich v. a. um Sägenebenprodukte aus Sägewerken, um sonstiges Industrierestholz aus der holzverarbeitenden Industrie und aus Zimmereien, um Schwarzlauge aus der Papierindustrie und um

Abb. 2. Aktuelle traditionelle Holznutzung in Bayern und Anteil des in den einzelnen Sparten gespeicherten Kohlenstoffs (C), klassifiziert nach der durchschnittlichen Lebensdauer der Produkte, mit typischen Beispielen. – Daten: Klein & Schulz 2012; Fotos: Holzforschung München HFM (R. Rosin, G. Weber-Blaschke).

Altholz/Gebrauchtholz, das nach der Nutzung von Holzprodukten anfällt. Weitere knapp 15 % des jährlichen Holzaufkommens sind Landschaftspflegeholz, Rinde (lose) und Waldrestholz, zu dem sämtliche bisher nicht verwerteten, nach Abschluss eines Hiebes im Wald verbleibenden oberirdischen holzartigen Baumkompartimente gehören, wie Wipfel, Kronen und Kronenteile, Äste und minderwertiges Stammholz (Mantau et al. 2018).

Die sekundären Rohstoffe werden momentan überwiegend energetisch in Form von Pellets, Hackschnitzel etc. genutzt. Auch hier müssen neue Möglichkeiten gefunden werden, um diese

Tab. 1. Menge des jährlich genutzten Waldholzes (ohne Rinde und Holzreste) in Deutschland sowie Anteil Nadel- und Laubholz, nach Art der Nutzung und Einsatzbereich. – Nach Daten aus DHWR 2016.

		Menge (Mio. m³)	Nadelholz (%)	Laubholz (%)
Gesamt		76 (100 %)	71	29
Stoffliche Nutzung	Sägeindustrie (Bauholz)	35	96	4
	Holzwerkstoffindustrie	9	81	19
	Zellstoff-/Papierindustrie	6	88	12
	Gesamt	50 (66 %)	überwiegend Nadelholz	
Energetische Nutzung	Gewerbliches Energieholz	6	49	51
	Brennholz für private Haushalte	20	42	57
	Gesamt	26 (34 %)	überwiegend Laubholz	

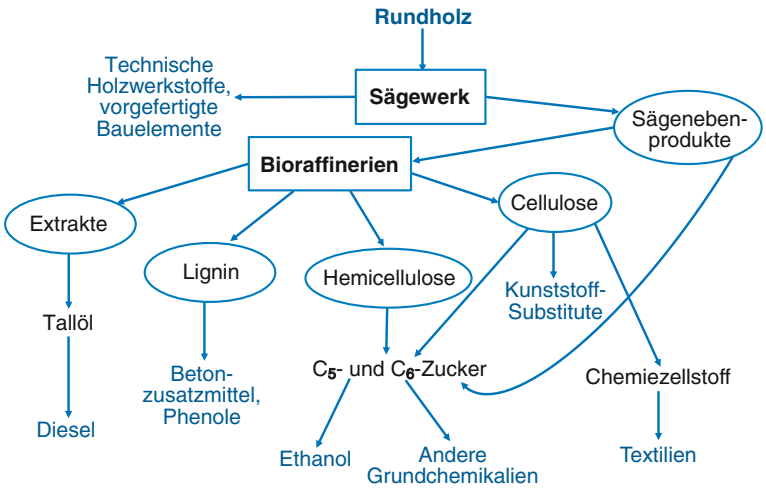

Abb. 3. Schematische Darstellung einer holzbasierten Wertschöpfungskette am Beispiel von Rundholz. Erläuterungen s. Text. – Verändert nach Hurmekoski et al. 2018, CC BY 4.0.

Stoffe zunächst in eine stoffliche Nutzung zu überführen.

Während also innerhalb der Bioökonomie beim Waldholz die innovativen Verfahren bei der Buche als Bauholz sowie bei neuen Holzwerkstoffen ansetzen, werden bei den sekundären Rohstoffen innovative Verfahren unter Ausnutzung der Kaskadennutzung benötigt sowie der Aufschluss des Holzes in alle Substanzen in einer sog. Bioraffinerie.

Neue Konzepte der innovativen Holznutzung

Die Abbildung 3 zeigt schematisch ein Beispiel einer neuen innovativen Wertschöpfungskette mit Bioraffinerie[1] (Hurmekoski et al. 2018). Aus Rundholz werden im Sägewerk Massiv- bzw. Furnierholzprodukte zur Weiterverarbeitung zu Baustoffen und Bauelementen hergestellt. Dabei fallen Sägenebenprodukte an, die in einer Bioraffinerie vollständig aufgeschlossen werden können. Zu Bioraffinerien können z. B. Papier- und Zellstoffwerke umgestellt werden, in denen grafische Papiere eine abnehmende Rolle spielen, die aber Cellulose und weitere Stoffteile des Holzes wie Lignin und Hemicellulose aufschließen können. Die entstehenden Substanzen können vielfältig als Treibstoffe, Betonzusatzmittel, Phenole, Ethanol und andere Grundchemikalien genutzt werden und damit fossil basierte Stoffe ersetzen. Die Fasern können als Kunststoffsubstitute verwendet oder, nach besonderen Aufschlüssen, zu Textilien verarbeitet werden. Außer Sägenebenprodukten könnten auch andere sekundäre Holzrohstoffe (s. o.) in Bioraffinerien eingesetzt werden (Hurmekoski et al. 2018).

Die technisch neuartigen Holzwerkstoffe aus verschiedenen Baumarten und vorgefertigten Bauelemente stellen eine besondere innovative Wertschöpfung dar. Der große Vorteil beim Holzbau ist zudem, dass die Errichtung von Gebäuden sehr schnell durchgeführt werden kann. Unter anderen Holzbauten wurde z. B. im Februar 2019 einem Wohngebäude für Asylbewerber in Holzmassivbauweise in Zolling/Landkreis Freising, das innerhalb von nur 6 Wochen errichtet werden konnte, ein Anerkennungspreis des Holzbaupreises 2018 verliehen (StMELF 2019).

Die Potenziale für die neuen Verfahren und Produkte werden in Europa und weltweit als sehr gut eingeschätzt (Jonsson et al. 2017, Hurmekoski et al. 2018). Anhand einer Abschätzung der Entwicklung bis 2030 in den bedeutenden Holzindustrie-Ländern USA, Kanada, Finnland und Schweden werden die größten Primärholzmengen mit

1 In Bioraffinerien wird pflanzliche Biomasse in ihre Bestandteile zerlegt und diese werden möglichst vollständig zur Erzeugung biobasierter Chemikalien, Werkstoffe und Energieträger genutzt.

Abb. 4. Beispiele für innovative Holznutzungen: **a,** aus vorgefertigten Holzbauteilen errichtetes Wohnhaus in der »City of Wood«, Bad Aibling; **b,** T-Shirt aus Buchencellulose (Modal); **c,** Gebäudekonstruktion aus Buchen-Brettschichtholz, LWF Freising. – Fotos: a, c: HFM (R. Rosin, G. Weber-Blaschke); b: Fachschaft Forst, TUM.

steigendem Anteil im Bauwesen (Stammholz für Schnitt-/Furnierholz) sowie im Bereich Textilien (Industrieholz für Zellstoff) verwendet werden. Hohe Zuwächse werden für Chemikalien und Kunststoffe vorwiegend auf Basis von Koppelprodukten aus der Säge- und Zellstoffindustrie erwartet, wenn auch mengenmäßig auf viel niedrigerem, aber wertschöpfungsmäßig auf sehr hohem Niveau (Hurmekoski et al. 2018).

Ein Beispiel für innovative Bauten im Sektor Wohnungsbau ist die »City of Wood« in Bad Aibling, mit mehrstöckigen Häusern aus vorgefertigten Holzbauteilen (Abb. 4a). Beispiele für die stofflich hochwertige Nutzung von Schwach-, Gebraucht- und sonstigem Restholz sind thermoformbares Holz sowie Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe im Autobau (z. B. im »Biofore Concept Car«), Furnierlagen für holzbasierte Leichtbaurohre für Fahrradrahmen, Verbundstoffe aus Sägespänen für Spielbausteine, Kaffeekapseln aus einem Verbund aus Naturfasern und verflüssigtem Lignin, Partikel aus Cellulose in Zahnpasta u. v. m. (siehe auch www.biooekonomie.de). In Freising wird das Potenzial zur stofflichen Verwendung von Laubholz für ein Anbaugebäude der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) genutzt, das aus einer Gebäudekonstruktion mit Buchen-Brettschichtholz besteht (Abb. 4c). Und unsere Studenten an der Fakultät für Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement der TU München haben ihre Studenten-T-Shirts neu aufgelegt, hergestellt diesmal aus Buchencellulose (Abb. 4b).

Umweltwirkungen und Ressourceneffizienz der Holznutzung

Ob diese neuen, innovativen Verfahren und Produkte aber tatsächlich »ökologisch« sind, muss von Fall zu Fall bewertet werden. Eine Methode hierfür ist die Ökobilanzierung, in der der gesamte Lebenszyklus eines Produkts – der ökonomisch gesehen eine Wertschöpfungskette und technisch gesehen eine Produktlinie darstellt –, gemäß den Europäischen Normen DIN EN ISO 14040/14044 analysiert wird (DIN 2006a,b). Im Baubereich reicht der Lebenszyklus zum Beispiel von der Rohstoffbereitstellung durch die Forstwirtschaft bis hin zum Bau eines Gebäudes und der anschließenden stofflichen oder energetischen Nutzung des Gebrauchtholzes nach der Nutzung, siehe auch CEN EN 15804 (DIN 2018). Beim Vergleich von Holzprodukten mit den entsprechenden Nicht-Holzprodukten lassen sich in einem zweiten Schritt die Substitutionseffekte beurteilen. Hierzu kann man ökologische Wirkungskategorien heranziehen, wie in der Ökobilanzierung, aber auch ökonomische und soziale Aspekte ergänzen, sodass alle Nachhaltigkeitsfragen abgedeckt sind (Life

Tab. 2. Beispiel der Wirkungskategorie »Klimaänderung«, berechnet mittels Ökobilanz; Einsparung von Treibhausgasen durch Holznutzung; positive Werte: Einsparung, negative Werte: Belastung. Erläuterungen s. Text. – Eigene Zusammenstellung. Daten aus [1] Rüter 2011 in Knauf et al. 2015, [2] Wolf et al. 2015, [3] Leskinen et al. 2018.

Substitution	Einsparung t C / t C Holzprodukt		Bemerkungen
	Durchschnitt	Wertebereiche	
Energetische Nutzung[1,2]			
Energie (thermisch + elektrisch) aus Holz versus Erdöl	0,67[1]	0,02 bis 1,36[2] Wärme aus Holz versus verschiedene Energieträger	Deutschland[1] Bayern[2]
Stoffliche Nutzung[3]			
Gebäude aus Holz – tragende Konstruktion – nicht tragende Konstruktion versus Stahl, Beton, …	 1,30 1,60	 –0,9 bis 5,5 0,2 bis 4,7 (95 % der Werte)	 weltweiter Review: → die meisten Studien
Textilien aus Holzcellulose versus Baumwolle, Synthetik	2,80		→ nur 2 Studien
Chemikalien, Möbel, Verpackung, u.a. versus fossil, metallisch, mineralisch basierte Produkte	1 bis 1,5		→ nur wenige Studien → nur wenige Vergleiche

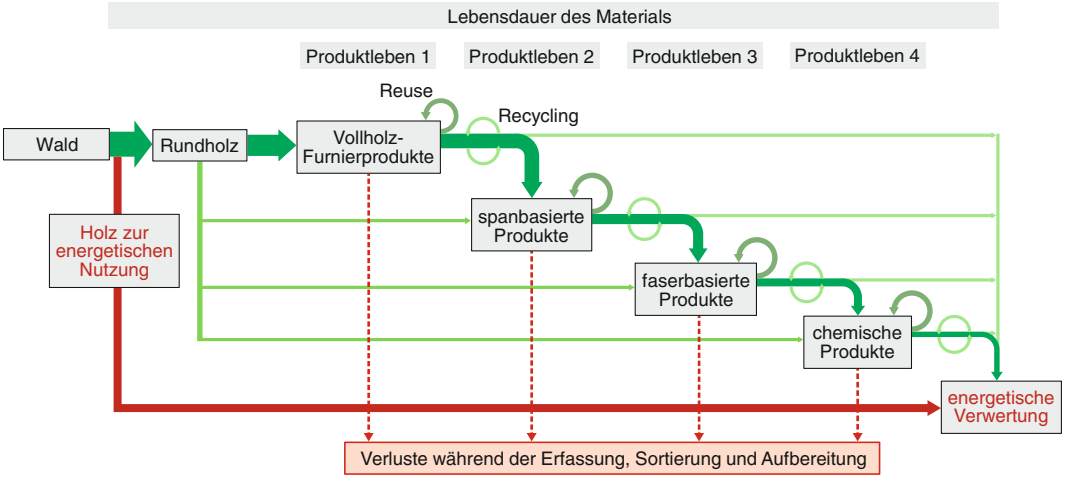

Abb. 5. Übersicht über eine Holzkaskadennutzung als ein Konzept der Kreislaufwirtschaft. – Verändert und ergänzt nach Höglmeier et al. 2016.

Cycle Sustainability Assessment, Guinée 2016). Auf der Inputseite einer ökologischen Bewertung ist z. B. die Ressourceneffizienz ein Indikator hinsichtlich der Wirkung auf den Ressourcen- und Flächenverbrauch. Auf der Outputseite können z. B. anhand der Indikatoren zu Emissionseinsparungen die Wirkungen auf Umwelt und Mensch bewertet bzw. optimiert werden.

Ein wichtiger Indikator für die ökologische Wirkungskategorie Klimaänderung ist das Treibhauspotenzial. Tabelle 2 zeigt anhand von Substitutionsfaktoren, dass Holzprodukte gegenüber Nicht-Holzprodukten in den meisten Fällen Treibhausgase einsparen. Die energetische Nutzung spart z. B. im Durchschnitt 0,67 t Kohlenstoff pro t Kohlenstoff des eingesetzten Holzprodukts ein; bei der stofflichen Nutzung im Gebäudebereich ist das Einsparpotenzial fast doppelt so hoch (Knauf et al. 2015, Wolf et al. 2015). Es gibt aber durchaus auch Bereiche mit negativen Werten, also zusätzlichen Belastungen, je nachdem, wie aufwändig das Holzprodukt hergestellt worden ist und mit welchem Nicht-Holzprodukt es verglichen wird (Leskinen et al. 2018). Insgesamt bleibt jedoch festzuhalten, dass die stoffliche Nutzung bei den traditionellen Holzprodukten generell mehr Treibhaugase einspart als die energetische Nutzung und dass es für innovative Produkte, die neu auf dem Markt sind oder gerade entwickelt werden, noch zu wenig Untersuchungen gibt. Dies gilt auch für Textilien, die besonders vielversprechend sind, da die holzbasierte Cellulose die mit hohen Umweltbelastungen verbundene Baumwolle oder synthetische Fasern substituiert (Leskinen et al. 2018).

Auch der Aspekt Ressourceneffizienz wird immer wichtiger werden, da mit dem Umstieg auf eine Bioökonomie eine gesteigerte Nachfrage und Verknappung des Holzes zu erwarten ist (Risse et al. 2017). Deshalb liegt der Fokus innerhalb der Kreislaufwirtschaft auf der Kaskadennutzung, zunächst mit einer hochwertigen stofflichen Nutzung in möglichst vielen Stufen; erst am Ende steht die energetische Nutzung (Abb. 5, Höglmeier et al. 2016). Dabei schließt die sog. »Circular Economy« auf jeder dieser Stufen nicht nur – wie durch den Kaskadenbegriff impliziert – das Recycling, meist einhergehend mit einem Downcycling, sondern auch den »reuse«, also die möglichst hochwertige Wieder- oder Weiterverwendung, der Produkte ein (Risse et al. 2019). Dies setzt voraus, dass die Produkte von Anfang an entsprechend »designed« sein müssen, was zumindest in der Praxis derzeit noch nicht der Fall ist.

Nun reicht es aber nicht, nur die Produktlinien zu analysieren. Durch die vielen Möglichkeiten der neuen Verarbeitung und Nutzung der Holzroh- und -reststoffe ergeben sich auf regionaler Ebene Verschiebungen der Stoffströme sowohl der Holzprodukte als auch der teilweise substituierten

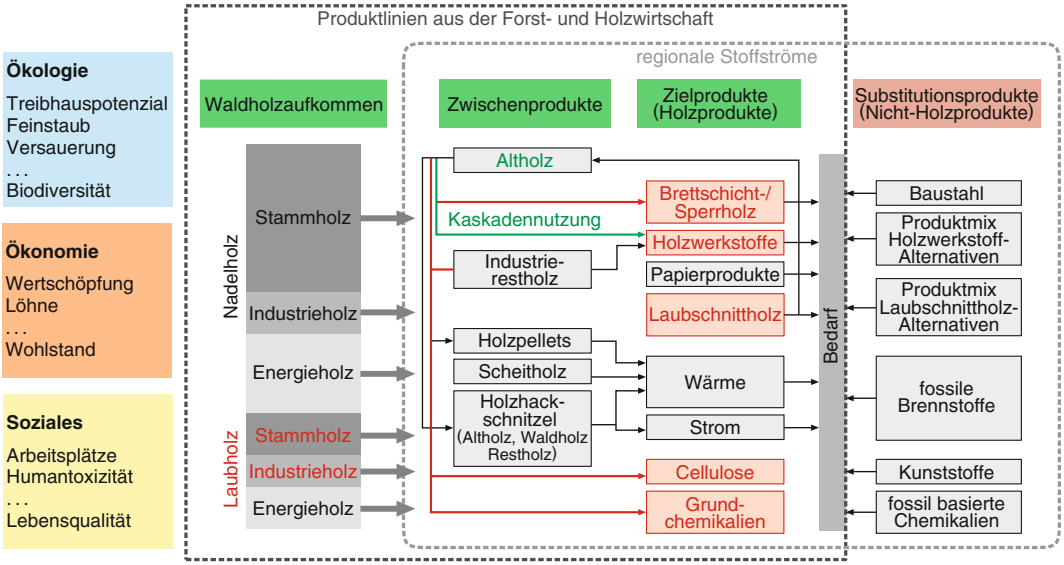

Abb. 6. Modellansatz für eine Nachhaltigkeitsbewertung von Produktlinien aus der Forst- und Holzwirtschaft (**----**) gekoppelt mit (regionalen) Stoffströmen (----) unter Berücksichtigung von Indikatoren für Umwelt-, ökonomische und soziale Wirkungen (links). Grün: Produktlinien, die auf reuse/recycling basieren; Rot: Produktlinien, die überwiegend aus der stofflichen Verwertung von Laubholz stammen. Weitere Erläuterungen s. Text. – Verändert nach Höglmeier et al. 2015, Weber-Blaschke & Friedrich 2015.

Nicht-Holzprodukte, die einen bestimmten Bedarf decken sollen. Dadurch ergeben sich Änderungen der Umweltwirkungen (u. a. Treibhauspotenzial, Feinstaub, Versauerung, Biodiversität) und zudem der ökonomischen (u. a. Wertschöpfung, Löhne, Wohlstand) und sozialen (u. a. Arbeitsplätze, Humantoxizität, Lebensqualität) Wirkungen, die mittels verschiedener Indikatoren bewertet werden können.

Abbildung 6 zeigt exemplarisch einen Modellansatz für die Nachhaltigkeitsbewertung von mit (regionalen) Stoffströmen gekoppelten Produktlinien (weiterentwickelt aus Höglmeier et al. 2015). Ein bestimmter Bedarf wird einerseits durch Holzprodukte und andererseits durch Nicht-Holzprodukte gedeckt; je mehr Holz wir verwenden, desto weniger Nicht-Holzprodukte werden benötigt. Wir konnten in einer Fallstudie für Bayern zeigen, dass bei einer Verschiebung der Holznutzung von einer stofflichen zu einer energetischen Nutzung (weil z. B. fossile Energieträger eingespart werden sollen) bei weiterer Erfüllung der Bedürfnisse nicht nur die Treibhausgasemission zunehmen, sondern auch die Wertschöpfung geringer wird und Arbeitsplätze verlorengehen, da dann in der verarbeitenden Industrie auf Seiten der stofflichen Nutzung weniger produziert wird und deshalb weniger Arbeitsplätze nötig sind (Weber-Blaschke & Friedrich 2015, Friedrich et al. 2016).

Bezüglich der Altholz- und Kaskadennutzung (grün markiert in Abb. 6) konnten wir feststellen, dass wir tatsächlich Treibhausgase einsparen können, allerdings weniger als ursprünglich erwartet. Dies liegt daran, dass derzeit unter »Altholznutzung« im Grunde nur die Verwertung von Hackschnitzel aus Altholz zur Spanplattenproduktion zu verstehen ist (Höglmeier et al. 2014, 2015). Hier ist ein Upgrading notwendig, d. h. eine höherwertige Verwendung von Altholz (Risse et al. 2019). Zudem ist es notwendig, die innovativen Produktlinien, die aus dem steigenden Aufkommen an Laubholz resultieren (rot markiert in Abb. 6), in Kombination mit den veränderten Stoffströmen unter Nachhaltigkeitsaspekten zu untersuchen, um Optimierungspotenziale herauszufinden. Auch Möglichkeiten der Bioraffinerien sind hier einzubeziehen.

Die Kernaussagen zur innovativen Holznutzung und ihrer Bewertung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es ist eine steigende Holznachfrage zu erwarten aufgrund der Abkehr von fossilen Rohstoffen, global auch durch eine steigende Bevölkerung und durch Angleichung der Lebensstandards.
- Im Zuge des Waldumbaus zur Anpassung an den Klimawandel werden wir in Zukunft in Deutschland mehr Laubholz bekommen.
- Deshalb sind insbesondere Laubholz, Schwachholz, Gebraucht- und sonstiges Restholz in die stoffliche Nutzung zu bringen, und
- hochwertige Produkte sind zu bevorzugen, wozu ein »design for reuse/recycling« notwendig ist.
- Innovative Holzprodukte müssen mittels Ökobilanzen untersucht werden, da sie nicht per se »ökologisch« sind.
- Zurzeit liegt der Fokus auf der Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Es sollten aber auch andere Umweltwirkungen sowie ökonomische und soziale Wirkungen, die auch die beiden anderen Nachhaltigkeitssäulen abdecken, in die Analysen einbezogen werden.
- Ökobilanzen einzelner Produktlinien sind mit regionalen Stoffströmen zu koppeln, um umfassende Entscheidungen treffen zu können.
- Hinsichtlich der Klimaschutzleistung sind die Kohlenstoffsenken und -quellen des Waldspeichers sowie des Holzproduktespeichers zu berücksichtigen.

Ansprüche an den Wald und Erhaltung des Ökosystems Wald

Die Forstwirtschaft als Grundlage der Holzwirtschaft hat allerdings nicht nur die Holznutzung, sondern auch andere Ansprüche an den Wald zu berücksichtigen. Die menschliche Gesellschaft und Kultur bringen Ansprüche an den Wald hervor (z. B. bezüglich Holznutzung, Boden-, Wasser-, Klimaschutz, Landschafts- und Naturschutz, Erholung), die wiederum eine Nachfrage nach Ökosystem(dienst)leistungen erzeugen (Bürger-Arndt 2012; Abb. 7). Damit diese den Menschen zur Verfügung gestellt werden können, müssen die Ökosystemeigenschaften (z. B. Baumarten, Waldstrukturen) sowie die daraus folgenden Ökosystemfunktionen, also das gesamte Ökosystem Wald, erhalten werden. Die Bioökonomie ist ein Konzept, das durch den erhöhten Anspruch an die Verfügbarkeit von Holz einen großen Einfluss auf die Bewirtschaftung des Waldes hat. Diese wiederum hat, z. B. durch die notwendige Wahl der Baumarten und Umtriebszeiten, Einfluss auf die Ökosystemeigenschaften und -funktionen. Dazu kommt der Einfluss des Klimawandels auf den Wald, sodass die Bewirtschaftung entsprechend auch auf eine Klimaanpassung ausgerichtet werden muss.

Was bedeuten die Ansprüche der Bioökonomie nun für eine nachhaltige Forst- und Holzwirtschaft?

Nachhaltige Forst- und Holzwirtschaft

Die erwartete steigende Nachfrage nach Holz aus dem Wald fordert die Ausweitung der forstwirtschaftlichen Rohstoffbasis, die allerdings auf einer nachhaltigen Forstwirtschaft beruhen muss. Vielfältige Möglichkeiten der zusätzlichen Holzbereitstellung werden dabei vorgeschlagen, z. B. die Nutzung ungenutzten Potenzials im Laubholzbereich, waldbauliche Maßnahmen wie Erstaufforstungen, Kurzumtriebsplantagen und Agroforstwirtschaft, ein Wechsel der Baumarten (z. B. von Fichte zu Douglasie), eine Verkürzung der Umtriebszeit, ein integrierter Pflanzen-/Forstschutz, die Forstpflanzenzüchtung und die Nutzung des Waldrestholzes (siehe BMEL 2018).

Notwendigkeiten für eine nachhaltige Forstwirtschaft sind jedoch, dass die standörtlichen und landschaftsbezogenen Ökosystemfunktionen, insbesondere die Bestandesstabilität, Nährstoffnachhaltigkeit, Biodiversität etc., berücksichtigt werden und dass Zielkonflikte, die sich aufgrund der unterschiedlichen Ansprüche ergeben, gemeinsam gelöst werden. Die integrierte, multifunktionale, naturnahe Waldbewirtschaftung bietet in Auslotung und ggf. Priorisierung einzelner Ansprüche und Ziele dafür einen guten Ansatz.

Auch die Ausweitung der holzwirtschaftlichen Rohstoffbasis setzt eine nachhaltige Holzwirtschaft voraus. Die Möglichkeiten einer Ausweitung sind hier z. B. in technologischen, logistischen und prozesstechnischen Innovationen, im Bereich (Holz)Industrie 4.0, Biotechnologie und Bioraffinerie, in Kaskadennutzung, Kreislaufwirtschaft und Circular Economy, in der Holzgewinnung im urbanen Raum (»urban mining« des Holzlagers) und im design for reuse/recycling zu finden.

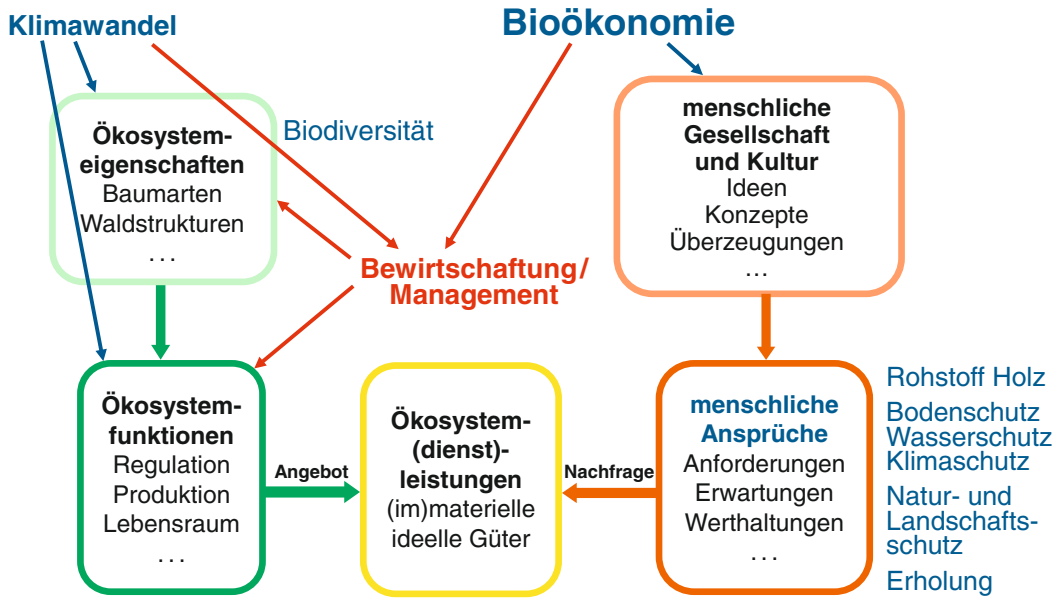

Abb. 7. Schematische Darstellung der Wechselwirkungen zwischen den vom Ökosystem Wald bereitgestellten (Angebot) und vom Menschen eingeforderten (Nachfrage) Ökosystem(dienst)leistungen und den Wirkungen von Bioökonomie und Klimawandel. – Verändert nach Bürger-Arndt 2012.

Als Notwendigkeiten für eine nachhaltige Holzwirtschaft müssen aber Substitutionspotentiale analysiert und justiert, die Umweltwirkungen entlang des Lebenszyklus berücksichtigt sowie die Stoffströme einbezogen werden (vgl. Abb. 6). Zudem müssen auch ökonomische und soziale Aspekten in die Nachhaltigkeitsbewertung integriert werden.

Ausblick: Mission des Bayerischen Bioökonomierates

Als Ausblick möchte ich die Mission des Sachverständigenrats Bioökonomie Bayern (2019a) anführen, die alle Nachhaltigkeitsaspekte – mit Klimaschutz und Biodiversität für die ökologische Säule, Ressourceneffizienz und Wohlstandssicherung für die ökonomische Säule und globale Gerechtigkeit für die soziale Säule – adressiert. Aus ihr lässt sich ableiten, dass die Ökosysteme am Anfang der biobasierten Wertschöpfungskette stehen, es also ohne nachhaltige Forstwirtschaft keine nachhaltige holzbasierte Bioökonomie gibt. Hinzu kommt – und hier zitiere ich Professor Vogt vom Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern (2019b) –, »dass die Natur als Schöpfung einen Eigenwert hat und so die Bioökonomie als In-Wertsetzung der Natur eine ethische Herausforderung ist«.

Und so komme ich am Schluss meines Vortrages noch einmal auf die unterschiedlichen in der wissenschaftlichen Literatur klassifizierten Konzepte bzw. Visionen der Bioökonomie zurück: »bio-technology vision«, »bio-resource vision« und »bio-ecology vision«. Wenn man Bioökonomie nicht nur als technologische Innovationsentwicklung oder als Konzept eines Wirtschaftssystems sieht, sondern als gesellschaftliches Konzept, so gibt es nach Winkel (2017) noch einen nächsten Schritt, die »bio-society vision«, in der auch die Bevölkerung als Konsument, als Nutzer nicht nur von Produkten, sondern auch von Ökosystemen direkt oder indirekt, in die »Biologisierung/Ökologisierung« des Lebens und Arbeitens einbezogen werden muss.

Danksagung

Herzlicher Dank geht an das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie an das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft für die Finanzierung der zitierten Projekte des Lehrstuhls für Holzwissenschaft der Technischen Universität München.

Literatur

BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Hrsg.). 2018: Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. Charta für Holz 2.0. – Bonn, 58 S.

Bugge, M. M., T. Hansen & A. Klitkou. 2016. What is the bioeconomy? A review of the literature. – Sustainability, 8 (7): 691; doi: 10.3390/su8070691.

Bürger-Arndt, R. 2012. Waldfunktionen und Ökosystemleistungen im Kontext aktueller wissenschaftlicher und politischer Diskurse. – Vortrag beim Workshop Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis, Workshop III: Wälder, 24.–27. September 2012, BfN, Internationale Naturschutzakademie, Insel Vilm.

DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.). 2006a. DIN EN ISO 14040:2006. Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen. – Deutsche und Englische Fassung; ISO-Norm EN 14040:2006.

– 2006b. DIN EN ISO 14044:2006. Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen. – Deutsche und Englische Fassung; ISO-Norm EN 14044:2006.

– 2018. DIN EN 15804/A2:2018-04 – Entwurf. Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. – Deutsche und Englische Fassung; aktueller Entwurf zu der CEN-Norm EN 15804:2012+A1:2013 (2014).

DHWR (Deutscher Holzwirtschaftsrat e. V., Hrsg.). 2016. Roadmap Holzwirtschaft 2025. – Berlin, 58 S.; https://www.dhwr.de/docs/dhwr_roadmap_holzwirtschaft_2025_web.pdf [abgerufen 07.06.2019].

Friedrich, S., F. Härtl, M. Wilnhammer, C. Lubenau & G. Weber-Blaschke. 2016. Konkurrenz um Holz. Mögliche Auswirkungen auf Forstwirtschaft, Holzverwendung und Nachhaltigkeit. – LWF aktuell, 109: 4–7.

Guinée, J. 2016. Chapter 3. Life cycle sustainability assessment: What is it and what are its challenges? – In: Clift, R. & A. Druckman (eds.): Taking Stock of Industrial Ecology. Springer Internat. Publishing, SpringerOpen: 45–68; https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-20571-7_3 [abgerufen 07.06.2019].

Haber, W. 2019. Ökologie und Bioökonomie: Einführung in das Rundgespräch. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Ökologie und Bioökonomie. Pfeil, München: 11–15.

Hasel, K. 1985. Forstgeschichte. Ein Grundriß für Studium und Praxis. – Pareys Studientexte, Nr. 48, Hamburg und Berlin, 258 S.

Höglmeier, K., G. Weber-Blaschke & K. Richter. 2014. Utilization of recovered wood in cascades versus utilization of primary wood – a comparison with life cycle assessment using system expansion. – International Journal of Life Cycle Assessment, 19 (10): 1755–1766.

– 2015. LCA-based optimization of wood utilization in southeast Germany under special consideration of a cascading use of wood. – Journal of Environmental Management, 152: 158–170.

– 2016. Kaskadennutzung von Altholz in Bayern. Mengenpotenziale aus dem Gebäudebestand und ökologische Bewertung. – LWF aktuell, 109: 8–11.

Hurmekoski, E., R. Jonsson, J. Korhonen, J. Jänis, M. Mäkinen, P. Leskinen & L. Hetemäki. 2018. Diversification of the forest industries: role of new wood-based products. – Canadian Journal of Forest Research. 48 (12): 1417–1432; doi: 10.1139/cjfr-2018-0116.

Jonsson, R., E. Hurmekoski, L. Hetemäki & J. Prestemon. 2017. What is the current state of forest product markets and how will they develop in the future? – In: Winkel, G. (ed.): Towards a sustainable European forest-based bioeconomy: Assessment and the way forward. What science can tell us, Vol. 8. European Forest Institute, Joensuu, Finnland: 126–131.

Klein, D. & C. Schulz. 2012. Die Kohlenstoffbilanz der Bayerischen Forst- und Holzwirtschaft. – Abschlussbericht 09/12. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, 184 S.

Knauf, M., M. Köhl, V. Mues, K. Olschofsky & A. Frühwald. 2015. Modeling the CO_2-effects of forest management and wood usage on a regional basis. – Carbon Balance and Management, 10: 13; doi: 10.1186/s13021-015-0024-7.

Leskinen, P., G. Cardellini, S. González-García, E. Hurmekoski, R. Sathre, J. Seppälä, C. Smyth, T. Stern & P. J. Verkerk. 2018. Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. – From Science to Policy 7. European Forest Institute, Joensuu, Finnland: 28 S.

Mantau, U., P. Döring, H. Weimar, S. Glasenapp, D. Jochem & K. Zimmermann. 2018. Rohstoffmonitoring Holz. Erwartungen und Möglichkeiten. – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR, Hrsg.), Gülzow, 32 S.

Risse, M., G. Weber-Blaschke & K. Richter. 2017. Resource efficiency of multifunctional wood cascade chains using LCA and exergy analysis, exemplified by a case study for Germany. – Resources, Conservation & Recycling, 126: 141–152.

– 2019. Eco-efficiency analysis of recycling recovered solid wood from construction into laminated timber products. – Science of the Total Environment, 661: 107–119.

Rüter, S. 2011. Welchen Beitrag leisten Holzprodukte zur CO_2-Bilanz? – AFZ-DerWald, 15: 15–18.

StMELF (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten). 2019. Holzbaupreis Bayern 2018. – München: 26–27; http://www.stmelf.bayern.de/wald/Holzbaupreis2018 [abgerufen 07.06.2019].

Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern. 2019a. Die Grundsätze der Bioökonomie in Bayern. – Stand:

Januar 2019, Straubing, 11 S.; http://www.biooekonomierat-bayern.de/dateien/Publikationen/SVB_Grundsätze_der_Bioökonomie_in_Bayern.pdf [abgerufen 29.05.2019].

– 2019b. Globale Herausforderungen – biobasierte Chancen. – Positionen der Mitglieder des Sachverständigenrats Bioökonomie Bayern: Prof. Dr. Markus Vogt; http://www.biooekonomierat-bayern.de/index.php/biooekonomie/herausforderungen-und-chancen [abgerufen 07.06.2019].

WBAE/WBW (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlicher Verbraucherschutz und Wissenschaftlicher Beirat Waldpolitik beim BMEL). 2016. Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. – Gutachten. Berlin, 480 S.

Weber-Blaschke, G. & S. Friedrich. 2015. Stoffliche oder energetische Holznutzung? Auswirkungen einer Verschiebung der Holznutzung auf ökologische, soziale und ökonomische Indikatoren. – AFZ-DerWald, 23: 23–25

Wegener, G., A. Pahler & M. Tratzmiller. 2010. Bauen mit Holz = aktiver Klimaschutz. – Ein Leitfaden. Holzforschung München, Technische Universität München, 22 S.

Winkel, G. 2017. Policy conclusions. – In: Winkel, G. (ed.): Towards a sustainable European forest-based bioeconomy: assessment and the way forward. – What science can tell us, Vol. 8. European Forest Institute, Joensuu, Finnland: 153–160.

Wolf, C., D. Klein, G. Weber-Blaschke & C. Schulz. 2015. Treibhausgasvermeidung durch Wärme aus Holz. – LWF-Merkblatt, 34, 4 S.

Diskussion

I. Kögel-Knabner: Sie hatten die stoffliche Nutzung von Holzreststoffen als Basis zur Herstellung von Grundchemikalien erwähnt. Nach meinem Verständnis ist das durchaus machbar und konzeptionell durchbearbeitet, aber ökonomisch zumindest derzeit für die chemische Industrie nicht sinnvoll. Es ist teurer, Holzreststoffe einzusetzen und daraus Rohstoffe für Chemikalien zu erzeugen, als diese direkt aus Erdöl herzustellen. Stimmt das?

G. Weber-Blaschke: Das ist momentan tatsächlich noch der Fall. Es braucht aber auch hinsichtlich des chemischen Aufschlusses neue innovative Verfahren. Es gibt verschiedene Verfahren, mit denen Fichte zur Papierherstellung aufgeschlossen werden kann, aber das heißt noch lange nicht, dass damit das Lignin und die Hemizellulosen so separiert und rein vorliegen, wie von der chemischen Industrie benötigt. Auch bei Baumarten wie der Eiche oder anderen mit phenolischen Inhaltsstoffen im Kernholz funktionieren bestimmte Aufschlüsse nicht oder das Lignin ist zur Weiterverwertung nicht rein genug. Hier brauchen wir dringend Innovationen, da man sich bisher in Deutschland hauptsächlich auf die Fichte konzentriert hat. Die Ökonomie spielt dabei natürlich auch eine wichtige Rolle, aber sobald die Nachfrage steigt und Erdöl teurer wird, werden sich die Bedingungen ändern.

I. Kögel-Knabner: Können Sie noch etwas zur Art der Holzernte und ihren Auswirkungen sagen? Ich habe den Eindruck, dass es auch da Potenzial für Verbesserungen gibt. Wie weit ist man da schon?

G. Weber-Blaschke: Da ist man eigentlich schon sehr weit. Wenn man sie regelkonform ausführt, ist die Holzernte kein Problem, weil die Rückegassen z. B. 30 Meter Abstand haben und man nicht in den Bestand hineinfährt und dadurch den Waldboden im Bestand nicht verdichtet. Man sollte möglichst auch bei Anwendung von Harvestern die Nadeln usw., also das Waldrestholz, wegen der Nährstoffnachhaltigkeit komplett auf dem Waldboden zurücklassen. Wenn der Fahrer gut geschult ist, kann auch ein Harvester eingesetzt werden, ohne Schäden zu hinterlassen. In der Theorie ist da sehr viel möglich, in der Praxis wird es aber vermutlich sehr unterschiedlich gehandhabt.

B. Jessel: Ich stimme Ihnen in vieler Hinsicht vollkommen zu, wenn Sie den Blick auf Prinzipien wie Kaskadennutzung und Kreislaufwirtschaft lenken – beides wichtige Punkte im Kontext der Bioökonomie – und die begrenzte Fläche ansprechen. Denn die Fläche ist ja genau die Crux bei der Sache, da sie nun einmal verschiedensten Ansprüchen genügen muss und dabei limitiert ist; ich werde versuchen, auf das Problem begrenzter Flächenverfügbarkeit in meinem Beitrag näher einzugehen. Auf einer Ihrer zuletzt gezeigten Folien standen aber Punkte, die sich durchaus widersprechen. Sie sprachen einerseits von Verkürzung der Umtriebszeiten, dem Wechsel von der Fichte auf die Douglasie, bekanntlich ja eine fremdländische Baumart, und Agroforestry. Andererseits standen auf derselben Folie die Begriffe nachhaltige und naturnahe Forstwirtschaft. Durch die zuerst genannten Punkte tut sich aber ein Gegensatz auf zu den bisherigen Errungenschaften naturnaher Waldbaukonzepte. Können Sie näher ausführen, wie man diesen Gegensatz letztlich auflösen kann?

G. Weber-Blaschke: Ich habe im Fach Bodenkunde promoviert und da gilt immer das eiserne Gesetz des Standörtlichen. Von daher möchte ich keine pauschalen Antworten geben. Es gibt Bestände und Standorte, für die die Douglasie sehr gut geeignet ist, sofern sie nicht in Monokultur bzw. in einem zu hohen Anteil gepflanzt wird. Es gibt Untersuchungen, nach denen in Mischungen von Buchen und Douglasien die Produktion sehr viel höher ist als in einem reinen Buchenwald,[1] und sie hat durch die bessere Abbaubarkeit der Nadeln auch eine günstigere Wirkung auf den Boden als beispielsweise die Fichte. Von daher sollte man aus meiner Sicht die Douglasie nicht pauschal ablehnen, aber man muss jeweils den

1 Thurm, E. A., E. Uhl & H. Pretzsch. 2017. Douglasie: eine leistungsstarke und klimarobuste Mischbaumart. – LWF aktuell, 113: 20–23.

Standort, den Bestand, die Forstschutzsituation, die Historie und die Rahmenbedingungen eines Waldbestandes beachten, die z. B. in einem Kommunalwald am Stadtrand ganz anders sind als in einem Privatwald in ländlichen Regionen. Meine Empfehlung ist daher, standörtlich und bestandesmäßig alle Funktionen zu berücksichtigen und bei Zielkonflikten bestimmte Funktionen zu priorisieren, aber dabei die anderen Funktionen nicht zu vernachlässigen.

B. Hoppe: Der Zustand, der derzeit die Wälder prägt, nämlich das Vorwiegen der Koniferen, der Fichten, ist historisch gesehen ja nicht der ursprüngliche Zustand in Mitteleuropa. Man geht davon aus, dass noch vor etwa 500 Jahren wesentlich mehr Laub- und Mischwald existiert hat und dass die Koniferenkulturen durch spätere Aufforstungen entstanden sind, weil sie schnell wachsen.

G. Weber-Blaschke: Das ist richtig. Es kommt auch der geschichtliche Hintergrund dazu, dass wir Reparationszahlungen leisten mussten, sodass Fichten schnell in verschiedene Gebiete gebracht worden sind, um diese Zahlungen erbringen zu können. Dabei gibt es auch heute durchaus Zielkonflikte. Die Nadelhölzer speichern tatsächlich hinsichtlich ihrer Klimaschutzleistung mehr Kohlenstoff, da sie produktiver sind. Deshalb denkt man jetzt auch an die Douglasie, die aber möglicherweise in anderen Bereichen (Forstschutzsituation, Biodiversität) weitere Überlegungen erfordert. Aber die Idee, zu Laubholz-Mischbeständen umzubauen, ist schon lange da und das zeigt sich jetzt auch schon in den Wäldern. Wir sind daher auf einem guten Weg, aber im Forst dauert eine solche Umstellung natürlich wesentlich länger als zum Beispiel in der Landwirtschaft.

G. Haszprunar: War mit »Buche« immer die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und nicht die Hainbuche (*Carpinus betulus*) gemeint? Und ich möchte empfehlen, die Robinie nicht ganz zu vergessen, eine Baumart, die sehr trockene und sehr heiße Bedingungen aushält und die mindestens so schnell wächst wie die Fichte, also auch wirtschaftlich sehr interessant ist. Als Leguminose braucht sie keinen Dünger und sie braucht vor allem auch keine Aufforstung, da sie nach dem Schlag aus dem Wurzelstock wieder treibt. Dadurch bekommt man sie zugegebenermaßen schlecht wieder los – aber meistens will man sie ja behalten.

G. Weber-Blaschke: Ja, mit Buche war ausschließlich die Rotbuche gemeint. Mit den zukünftigen Erwartungen bezüglich des Klimawandels werden im Moment vielfältige Holzarten durchgegangen. Kürzlich gab es z. B. ein Statussymposium mit Vorträgen zur Edelkastanie. Dabei stellt sich natürlich immer auch die Frage nach der Nutzung: Wie lässt sich das Holz aufschließen und ist es für das Bauwesen geeignet? Auch das verfolgen wir derzeit für viele Baumarten.

G. Haszprunar: Ich möchte noch einen zweiten Punkt einbringen. Sie haben beim Bauholz erwähnt, dass einzelne vorgefertigte Elemente, die modular verbaut werden, sehr viel leichter sind als die klassischen (Stahl)betonelemente. Da bietet es sich in der aktuellen Wohnbaukrise geradezu an, auf bereits bestehende, drei- oder vierstöckige Gebäude noch ein oder zwei Stockwerke mit solchen Holzmodulen daraufzusetzen. Das geht sehr schnell, verbraucht keinen neuen Grund und würde meiner Ansicht nach das derzeitige Wohnproblem substanziell mildern.

G. Weber-Blaschke: Das wird tatsächlich schon gemacht, aus genau diesen Gründen.

V. Auer: Ihrem Vortrag kann ich nur zustimmen, möchte jedoch gerne die Gelegenheit nutzen, aus Sicht der Arbeitsgruppe Holzbasierte Bioökonomie der Technischen Hochschule Rosenheim einige Herausforderungen zu ergänzen. Sie haben gesagt, man kann Sägenebenprodukte in neuen Verfahren für innovative Produkte einsetzen. Mir ist nicht bekannt, dass derzeit am Markt Sägenebenprodukte in großen Mengen vorhanden wären, um sie dafür einzusetzen. Es ist auch so, dass im Sägebereich, der etwa 80 % der am Markt verfügbaren Sägenebenprodukte liefert, seit Jahren die Ausbeute zugunsten der Menge der Nebenprodukte abnimmt.[2] Als zweites möchte ich den Bereich Laubholz und

2 Döring, P., S. Glasenapp & U. Mantau. 2017. Sägeindustrie 2015. Einschnitt- und Produktionsvolumen. – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR, Hrsg.), Gülzow-Prüzen; Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, 23: 38–65.

Laubholzprodukte ansprechen. 80 % aller Holzprodukte basieren auf Nadelholz. Diese können nicht 1:1 durch Laubholz substituiert werden. Gibt es dafür zum Beispiel hybride Lösungen?

Beispielsweise besitzt die Buche Eigenschaften, welche die Anwendung im Außenbereich nur schwer ermöglichen, weshalb auch Buchen-Furnierschichtholz (LVL, laminated veneer lumber) und -Brettschichtholz (BSH) entsprechende Probleme haben, sofern sie der Witterung ausgesetzt sind. Hier sehe ich einen enormen Forschungsbedarf, damit wirklich die Mengen an Laubholz, die künftig anfallen werden, auch stofflich verarbeitet werden können. Derzeit liegt beim Laubholz der energetische Nutzungsanteil der frischen Faser, das heißt der direkte Weg vom Wald in die Energie, in Deutschland bei über 60 %. Ich denke, hier ist viel Potenzial vorhanden, weil in diese 60 % nicht nur Waldrestholz eingeht, sondern auch andere Sortimente eingehen müssen, wenn man die Zahlen mit den aktuellen Einschlagsstatistiken vergleicht.

G. Weber-Blaschke: Da stimme ich Ihnen zu. Ich hatte gehofft, dass in meinem Beitrag herauszuhören war, dass gerade die Herausforderung, Laubholz in die stoffliche Nutzung zu bringen, eine ganz wichtige ist. Die Sägenebenprodukte werden natürlich auch für Pellets eingesetzt, damit energetisch verwertet, und sie werden in der Spanplattenindustrie genutzt. Mit dem gezeigten regionalen Schema können wir überlegen, was bei verschiedenen künftigen Änderungen passieren wird und wie sie ökonomisch zu bewerten sind. Auch da sehe ich große Herausforderungen.

U. Schwair: Sie haben sich bei der Holznutzung auf Deutschland bezogen. Wenn ich weltweit sehe, dass der Urwald abgeholzt wird und dann Eukalyptus zur Herstellung von Papier gepflanzt wird, so sollte das eigentlich nicht die Zukunft sein.

G. Weber-Blaschke: Da haben Sie vollkommen recht. Aber nachdem ich heute die einzige Sprecherin aus dem Forst- und Holzbereich bin, konnte ich nicht noch mehr Themen ansprechen.