

# Altholz stofflich nutzen oder thermisch verwerten?

Bei Berücksichtigung der heutigen Rahmenbedingungen ergeben sich keine ökobilanziellen Vorteile für das Recycling

Von Marcus Knauf\*, Bielefeld

Seit einigen Jahren wird intensiv diskutiert, ob und wie die gesetzlichen Grundlagen zum Umgang mit Altholz novelliert werden sollen. Gegenstand der Diskussionen, auch im „Holz-Zentralblatt“, ist die Frage, ob dem Recycling des Altholzes Vorrang vor der energetischen Nutzung eingeräumt werden sollte. Es stellt sich die Frage, ob ein ordnungspolitischer Eingriff in den Altholzmarkt mit einer Privilegierung der stofflichen Altholznutzung dem Ziel des deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetzes „Schutz von Mensch und Umwelt“ gerecht wird. Der vorliegende Beitrag führt in die Thematik ein, indem er die Potenziale für die stoffliche Altholzverwertung in Deutschland bewertet. Die anschließende Analyse kommt zu dem Schluss, dass es aus ökobilanzieller Sicht nicht vorteilhaft ist, Altholz stofflich zu verwenden, solange es ein politisches Ziel ist, den Bioenergieanteil zu erhöhen.

Der Begriff Altholz umfasst nach der deutschen Altholzverordnung Gebrauchtholz und Industrierestholz (§2 AltholzV 2002). Ausdrücklich ausgenommen sind nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz Nebenprodukte, also auch Sägebrennprodukte. Die Altholzverordnung unterscheidet vier Altholzkategorien (ebd.). Diese Einteilung orientiert sich an dem Kontaminierungsgrad des Altholzes und legt damit den Einsatzbereich für die weitere Verwendung fest: Althölzer der Altholzkategorie I sind stofflich weitgehend ohne Einschränkungen verwendbar; Althölzer der Altholzkategorie IV scheiden für eine stoffliche Verwendung aus. Die Altholzkategorien II und III sind prinzipiell und unter Einhaltung der in der Altholzverordnung genannten Schadstoffgrenzwerte für die stoffliche Nutzung geeignet. Die Altholzklassen determinieren gleichzeitig die Entsorgungswege bei einer thermischen Verwertung.

## Altholzaufkommen in Deutschland

Mantau und Bilitewski (2010) haben für 2007 eine Altholzmenge von 9 Mio. t angegeben; davon 6,3 Mio. t Gebrauchtholz. Damit ergibt sich ein Altholzaufkommen von 110 kg pro Einwohner und Jahr. Dieser Wert entspricht der Größenordnung, die in anderen Studien (Marutzky 2004; Müller-Langer et al. 2007) ermittelt wurde. Auf Basis der Marktdaten zum Altholzmarkt von Mantau und Bilitewski (2010) und der Analyse von Müller-Langer et al. (2007) lässt sich abschätzen, dass sich 15 % des Gebrauchtholzes, also rund 1 Mio. t, jeweils den Altholzklassen I und IV und 70 % den Altholzklassen II und III zuordnen lassen. Betrachtet man das gesamte Altholz (inklusive Industrierestholz) hat das Altholz in Altholzkategorie I einen Anteil von einem Drittel am Gesamtaufkommen (2,7 Mio. t); dies entspricht knapp 5 Mio. m<sup>3</sup>. Es ist zu erwarten, dass sich durch eine bessere Sortierung der Anteil des Altholzes der Altholzkategorie I erhöhen lässt.

## Verwendung zur Spanplattenherstellung

Die mit Abstand wichtigste stoffliche Verwendung für Altholz ist der Einsatz zur Herstellung von Spanplatten. Andere oftmals in der Literatur genannten Verwendungen, wie die Herstellung von MDF, OSB oder Zellstoff, haben keine Marktrelevanz. Zwar ist es prinzipiell möglich, Altholz auch hier einzusetzen (z. B. zur Herstellung von MDF, vgl. Erbreich 2004 oder zur Herstellung von OSB, vgl. Loth und Hanheide 2004), jedoch scheidet dies u. a. aus

\* Dr. Marcus Knauf ist Eigentümer des wissenschaftlichen Beratungsunternehmens Knauf Consulting, Bielefeld. Der Artikel basiert auf der Analyse „Waste hierarchy revisited – an evaluation of waste wood recycling in the context of EU energy policy and the European market“ (Knauf 2015). Der Autor erklärt ausdrücklich, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

technologischen oder wirtschaftlichen Gründen aus. Andere Verwendungen haben im Vergleich zum Einsatz in der Spanplattenindustrie in Deutschland eine sehr geringe Bedeutung. Hier wären z. B. der Einsatz im Landschafts- und Gartenbau oder als Streu in der Tierhaltung zu nennen. Im Gegensatz zu Deutschland ist der Einsatz als Streu in der Tierhaltung in anderen Ländern (z. B. Großbritannien) verbreitet (Tolvink Consulting 2011).

In Deutschland werden 5,5 Mio. m<sup>3</sup> Spanplatten pro Jahr hergestellt (EPF 2017). Bei einem Holzeinsatz von etwa 530 kg<sub>grö</sub> Holz/m<sup>3</sup> (Rüter und Diederichs 2012) lässt sich errechnen, dass insgesamt 3 Mio. t<sub>grö</sub> Holz pro Jahr zur Herstellung von Spanplatten in Deutschland eingesetzt werden. Der Altholzanteil am eingesetzten Rohholz lag 2015 bei 34 % (EPF 2016). Damit ergibt sich bei Berücksichtigung eines Verlustes während der Aufbereitung von etwas mehr als 10 % (Rüter und Diederichs 2012) ein Altholzeinsatz in der deutschen Spanplattenindustrie von 1,1 Mio. t<sub>grö</sub> Altholz, also etwa 1,3 Mio. t<sub>grö</sub>. Diese Zahl deckt sich mit den von Mantau et al. (2012a) veröffentlichten Zahlen. Es liegen keine Marktzahlen vor, die darüber Auskunft geben, ob das in der Spanplattenindustrie eingesetzte Altholz den Sortimenten Industrierestholz oder Gebrauchtholz zuzuordnen ist; ebenso wenig kann eine Aussage über die Altholzklassen des eingesetzten Altholzes getroffen werden.

Mantau et al. (2012a) zeigen auf Basis einer empirischen Befragung, dass der Anteil des in Deutschland stofflich genutzten Altholzes 2010 mit 18,9 % deutlich niedriger liegt als 2001 mit 29,8 %. Dieser Rückgang begründet sich in erster Linie durch einen Rückgang der Spanplattenproduktion in Deutschland (vgl. dazu z. B. Mantau 2012a).

## Potenziale für Ausweitung vorhanden

Mit 34 % liegt der Anteil des Altholzes als Rohstoff für die Spanplattenindustrie in Deutschland etwas über dem europäischen Durchschnitt von 30 % (EPF 2016). Abbildung 1 zeigt, dass es große Unterschiede im Rohstoffmix der europäischen Länder gibt: Der Altholzanteil liegt zwischen 0 % (z. B. Schweden) und 90 % in Italien (ebd.).

Abbildung 1 deutet darauf hin, dass es auch in Deutschland möglich ist, mehr Altholz in einer marktrelevanten Recyclingmöglichkeit stofflich einzusetzen, als es heute der Fall ist. Legt man die Einsatzquoten in Dänemark mit 59 %, in Belgien mit 65 % oder in Italien mit 90 % zugrunde, ergeben sich im Vergleich zu Deutschland mit heute 34 % deutliche Steigerungsmöglichkeiten für einen erhöhten Altholzeinsatz.

Bei der Betrachtung sind jedoch auch technologische Gründe (möglicherweise schlechtere Materialeigenschaften durch einen erhöhten Altholzeinsatz) als auch marktliche Gründe (Akzeptanz der Abnehmer, insbesondere Möbelindustrie) zu berücksichtigen.

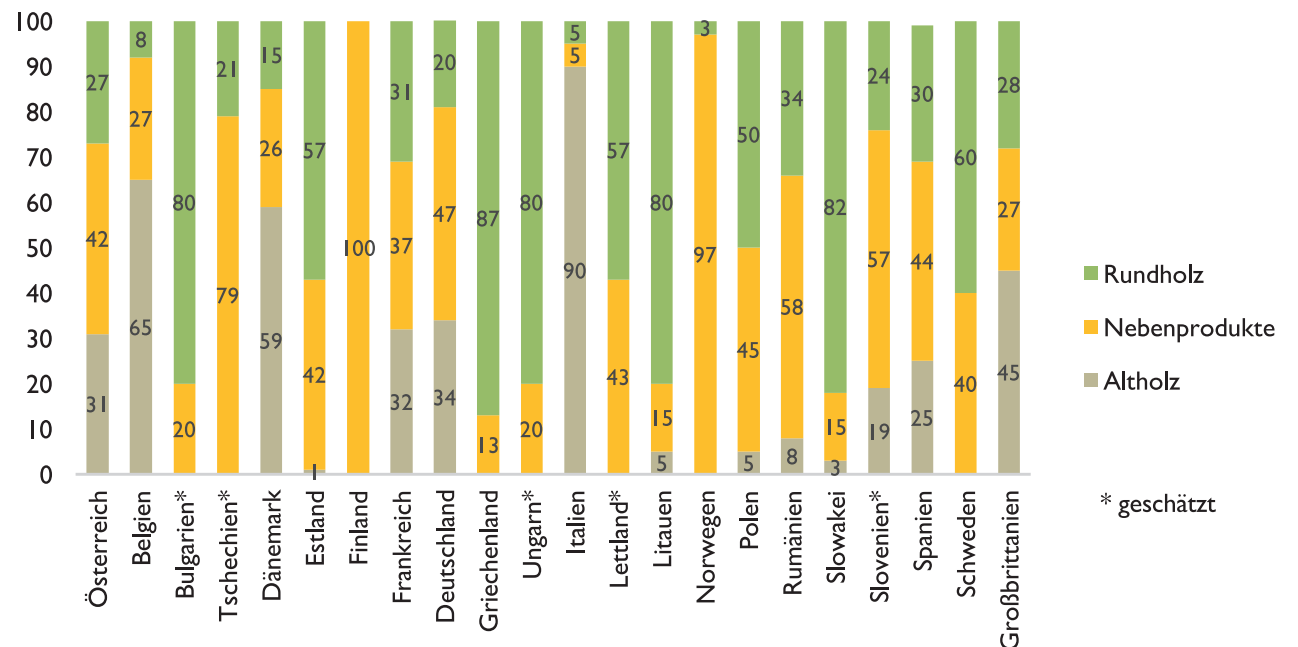


Abbildung 1 Rohstoffmix der Holzwerkstoffindustrie in verschiedenen europäischen Ländern im Jahr 2015 (EPF 2016)



Abbildung 2 Fünfstufige Abfallhierarchie als normative Vorgabe des Kreislaufwirtschaftsgesetzes

## Abfallhierarchie priorisiert stoffliche Nutzung

Legt die Altholzverordnung bislang fest, wie Altholz beschaffen sein muss, um es stofflich einsetzen zu dürfen, wird aktuell diskutiert, ob es zukünftig gesetzliche Auflagen geben soll, Altholz (bzw. bestimmte Altholzsortimente, z. B. A I) stofflich einsetzen zu müssen. Hintergrund dieser Diskussion ist die EU-Abfallrahmenrichtlinie (EU Waste Framework Directive; Europäische Union 2008), die den rechtlichen Rahmen für die Abfallgesetzgebung der Mitgliedsstaaten vorgibt. In Deutschland wurden die EU-Vorgaben durch die Novellierung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG 2012) umgesetzt. Die EU-Abfallrahmenrichtlinie wie auch das

Kreislaufwirtschaftsgesetz priorisieren den Umgang mit Abfall in der fünfstufigen Abfallhierarchie (Abbildung 2): (a) Vermeidung; (b) Vorbereitung zur Wiederverwertung; (c) Recycling; (d) sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung und (e) Beseitigung (§ 6 Abs. 1 KrWG).

## Vorrang für Mensch und Umwelt vor Abfallhierarchie

Die in Abbildung 2 dargestellte Abfallhierarchie wird im Kreislaufwirtschaftsgesetz (§6 Abs. 2 KrWG) im Hinblick auf das übergeordnete Ziel „Schutz von Mensch und Umwelt“ konkretisiert bzw. eingeschränkt: „Ausgehend von der Rangfolge ... soll ... diejenige Maßnahme Vorrang haben, die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen

1. die zu erwartenden Emissionen,
2. das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen,
3. die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie
4. die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen.

Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.“

Für die Beurteilung der Frage, ob die stoffliche Altholznutzung zukünftig Priorität vor der thermischen Verwertung genießen sollte, sind damit vier Fragen entscheidend:

1. Ist das Altholzrecycling aus ökobilanzieller Sicht einer thermischen Verwertung überlegen?
2. Werden durch das Altholzrecycling natürliche Ressourcen geschont?
3. Wie ist die Gefahr zu beurteilen, dass sich durch ein verstärktes Recycling von Altholz Schadstoffe in den hergestellten Produkten anreichern?
4. Welche sozioökonomischen Folgen hat eine vorrangige stoffliche Altholznutzung? Insbesondere die erste Frage nach einer ökobilanziellen Vorteilhaftigkeit einer stofflichen Verwendung ist entscheidend, ob es eine inhaltlich sachgerechte Begründung für einen gesetzlichen Vorrang der stofflichen vor der energetischen Verwertung gibt. Die EU-Abfallrahmenrichtlinie lässt eine Abweichung von der Altholzhierarchie ausdrücklich zu: Bei Anwendung der Abfallhierarchie ... treffen die Mitgliedsstaaten Maßnahmen zur Förderung derjenigen Optionen, die insgesamt das beste Ergebnis unter dem Aspekt des Umweltschutzes erbringen. Dies kann erfordern, dass bestimmte Abfallströme

Fortsetzung auf Seite 756

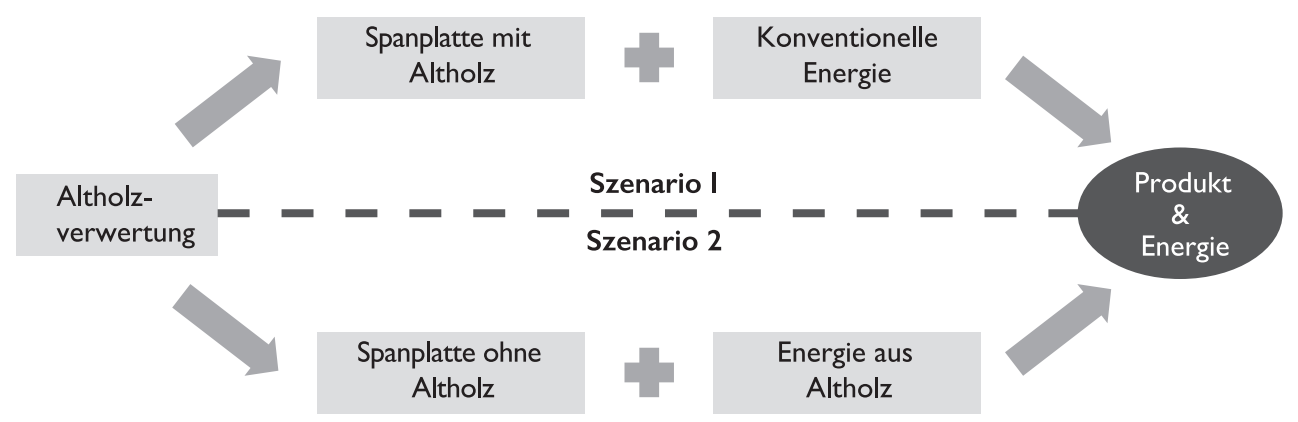


Abbildung 3 Ökobilanzielle Analyse „Spanplatte mit Altholz vs. Spanplatte ohne Altholz“ von Rivela et al. 2006 (n. Knauf 2015)

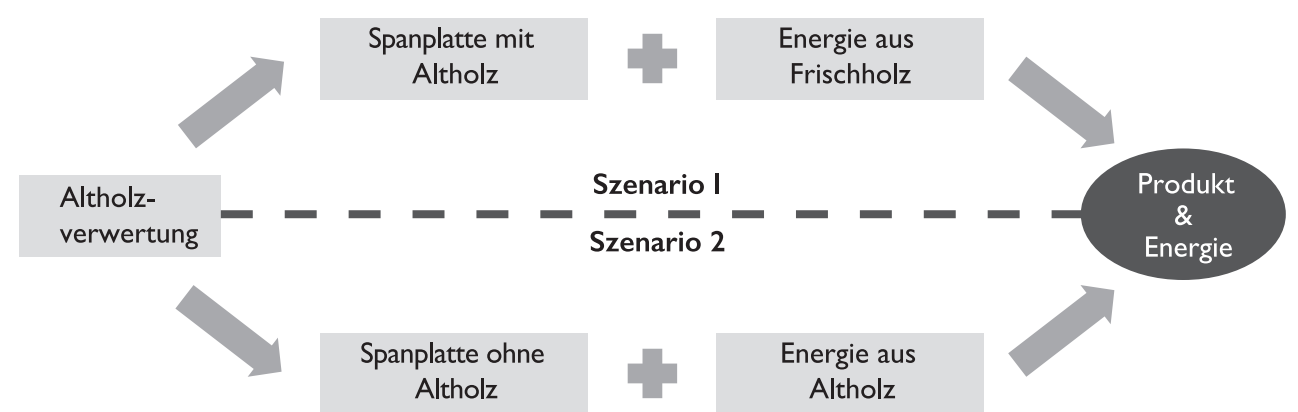


Abbildung 4 Ökobilanzielle Analyse „Spanplatte mit Altholz vs. Spanplatte ohne Altholz“ von Rivela et al. 2006 unter der Annahme einer vollständigen Nutzungskonkurrenz bei Primärrohstoffen (nach Knauf 2015)

## Altholz stofflich nutzen oder thermisch verwerten?

Fortsetzung von Seite 755

von der Abfallhierarchie abweichen, sofern dies durch Lebenszyklusdenken hinsichtlich der gesamten Auswirkungen der Erzeugung und Bewirtschaftung dieser Abfälle gerechtfertigt ist (Art. 4.1). Die nachfolgenden Betrachtungen fokussieren daher auf die ökobilanzielle Bewertung des Altholzrecyclings; sie knüpfen an die Darstellung von Knauf (2015) an.

### Ökobilanz: Vorteil für Spanplatten aus Altholz

Zahlreiche Studien vergleichen die ökologischen Lasten der stofflichen mit denen der energetischen Altholznutzung (Frühwald et al. 2000; Höglmeier et al. 2014; Rivala et al. 2006; Merrill und Christensen 2009; Kim und Song 2014). Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen die stoffliche Verwendung des Altholzes in der Spanplattenindustrie und die Herstellung von Spanplatten. Die vorgelegten Studien unterscheiden sich zum Teil in den von ihnen gewählten Systemräumen, so vergleichen Frühwald et al. (2000) Cradle-to-gate eine Spanplatte aus Frischholz mit einer aus 50 % Altholz; Merrill und Christensen (2009) vergleichen eine Platte aus 100 % Frischholz mit einer Platte aus 100 % Altholz. Höglmeier et al. (2014; 2015) betrachten verschiedene Nutzungskaskaden. Rivala et al. (2006) stellen die Umweltauswirkungen der Herstellung einer Spanplatte aus Frischholz und dem Einsatz des Altholzes in der thermischen Verbrennung der Spanplatte aus Altholz und dem Einsatz fossiler Energieträger gegenüber (Abbildung 3).

Insgesamt arbeiten die verschiedenen Autoren heraus, dass die stoffliche Altholznutzung ökobilanziell vorteilhaft ist. Wichtigster Grund für die ökologische Vorteilhaftigkeit ist die niedrigere Holzfeuchte von Altholz im Vergleich zu Frischholz (z. B. Sägebrennprodukte, Rundholz). Damit wird bei der Trocknung von Altholz deutlich weniger Primärenergie benötigt (vgl. die Quantifizierung bei Frühwald et al. 2000). Bei einem erhöhten Altholzeinsatz kann sich nachteilig bemerkbar machen, dass durch die geringere Spanqualität der Altholzspäne ggf. ein höherer Holz- bzw. Klebstoffeinsatz notwendig ist. Dieser Effekt wird aber in Ermangelung von Daten nicht genau quantifiziert und kann im Vergleich zu dem bestimmenden Effekt der Holzfeuchte als untergeordnet bewertet werden. Kim und Song (2014) beziehen in ihren Betrachtungen auch die fortdauernde Speicherung des Kohlenstoffs in der recycelten Platte ein und bewerten sie als weiteren positiven Effekt des Recyclings. Knauf und Frühwald (2015) beziehen sich auf die Kaskadennutzung von Holz und begründen die Vorteilhaftigkeit des Altholzrecyclings, indem sie für das Recycling die gleiche (positive) Substitutionswirkung annehmen wie bei dem erstmaligen Einsatz von Frischholz.

### Veränderte Betrachtung durch europäische Energiepolitik

Die bisher vorgelegten Studien belegen den ökologischen Vorteil des Altholzrecyclings im Sinne der Abfallhierarchie. Diese Studien berücksichtigen jedoch nicht die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen und Auswirkungen der europäischen Energiepolitik, die Biomasse als wichtigen Energieträger beim Ausbau der erneuerbaren Energieträger vorsieht (Europäische Union 2009; Europäische Kommission 2010; Bentsen und Felby 2012). Die folgende Betrachtung bezieht die Rahmenbedingungen der europäischen Energiepolitik mit der angestrebten vermehrten Nutzung von Biomasse als Energieträger in die Analyse der Altholznutzung mit ein.

Neben der politisch angestrebten verstärkten Nutzung von Biomasse als alternativem Energieträger ist auch eine deutlich steigende Brennholznutzung in Privathaushalten zu beobachten, so ist in Deutschland z. B. der Einsatz von Brennholz als Energieträger in Privathaushalten von 12 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr

(2000) auf 34 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr (2010) gestiegen (Mantau 2012b). Diese Steigerung ist zu einem großen Teil unabhängig von einer direkten politischen Förderung von Bioenergie, sondern ergibt sich als Marktreaktion auf steigende Preise fossiler Energieträger. Durch politische und marktliche Treiber ergibt sich eine steigende Nutzungskonkurrenz von stofflicher und energetischer Holznutzung, die sowohl Rohholz als auch Sekundärrohstoffe (Altholz) betrifft.

### Ökobilanzierung bei stärkerer Biomassenutzung

Die Holzsortimente zur Herstellung von Spanplatten und Energieholz stehen in direkter Konkurrenz zueinander. Würden in Deutschland statt 1,5 Mio. t Altholz zukünftig 3 Mio. t Altholz zur Spanplattenherstellung eingesetzt, hätte das zur Folge, dass 1,5 Mio. t Frischholz weniger zur Spanplattenherstellung eingesetzt werden müssten (bei gleichem Produktionsvolumen und gleicher Rohstoffausnutzung). Es ist unter den gegenwärtigen Bedingungen davon auszugehen, dass diese Holzmenge an Frischholz wahrscheinlich vollständig zur (Bio-)Energiegewinnung eingesetzt wird. Zum einen lässt sich diese Annahme aus der Bioenergiepolitik ableiten, zum anderen besteht eine hohe Marktnachfrage nach Brennholz (sowohl in Privathaushalten als auch von Biomassekraftwerken), die sich eher erhöhen wird – unterstellt man langfristig (wieder) steigende Preise für fossile Energieträger. Diese Betrachtung berücksichtigt die vorhandene und sich nach Mantau et al. (2010) verschärfende Nutzungskonkurrenz von energetischer und stofflicher Nutzung bei Frischholz. Nicht betrachtet wird hier eine weitere Mobilisierung zusätzlicher Holzmenge durch steigende Marktpreise. Bezieht man die politischen und marktlichen Rahmenbedingungen einer Nutzungskonkurrenz beim Primärrohstoff in die Betrachtungen von Rivala et al. (2006) aus Abbildung 3 mit ein, so müsste man die Szenarien so verändern, dass in Szenario 1 Energie aus Biomasse bzw. Frischholz statt aus konventioneller Energie berücksichtigt wird (Abbildung 4).

Die Gegenüberstellung der Szenarien in Abbildung 4 führt zu einer anderen ökobilanziellen Bewertung des Altholzrecyclings im Vergleich zur energetischen Altholznutzung. Der ökobilanzielle Vorteil der eingesparten Trocknungsenergie ist nicht mehr gegeben, denn die Vorteile bei der Altholzspanplatte entsprechen in etwa den Nachteilen, die bei der Verbrennung frischen Holzes mit einem niedrigen Heizwert entstehen bzw. wirken sich positiv bei der Verbrennung von Altholz aus. Auch die Betrachtung des Holzspeichers (wie bei Kim und Song 2014) ist irrelevant, weil in beiden Szenarien in etwa gleich viel Holz im Holzprodukt gespeichert gebunden ist. Man könnte von einem ökobilanziellen Nullsummenspiel sprechen. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die mechanische Aufbereitung des Altholzes zu Spänen sich durch einen höheren Energieaufwand bemerkbar macht; zugleich ist die Spausbeute etwas geringer als bei Frischholzspänen. Unterschiedliche regionale Rahmenbedingungen (Versorgung mit Frischholz, Logistik Altholz und Nähe zu Kraftwerken und Entfernung zu Spanplattenanlagen) ergeben ggf. Unterschiede, die aber je nach Ausprägung sowohl die Vorteilhaftigkeit des Szenarios 1 als auch die des Szenarios 2 in Abbildung 4 belegen können. Für das in Szenario 1 dargestellte Altholzmanagement spricht, dass die Bioenergie aus Frischholz als etwas flexibler zu bewerten ist, weil sie mehr Anwendungen ermöglicht (Pellet, andere Anlagen usw.); für das Altholzmanagement in Szenario 2 spricht, dass das Altholzmanagementsystem vereinfacht werden könnte, was sich in niedrigen Umweltlasten für die Logistik (Sammeln, Transport und Sortierung) bemerkbar machen kann. Insgesamt bedarf eine solche Bewertung der Standort berücksichtigenden Detailanalyse; jedoch wird davon ausgegangen, dass

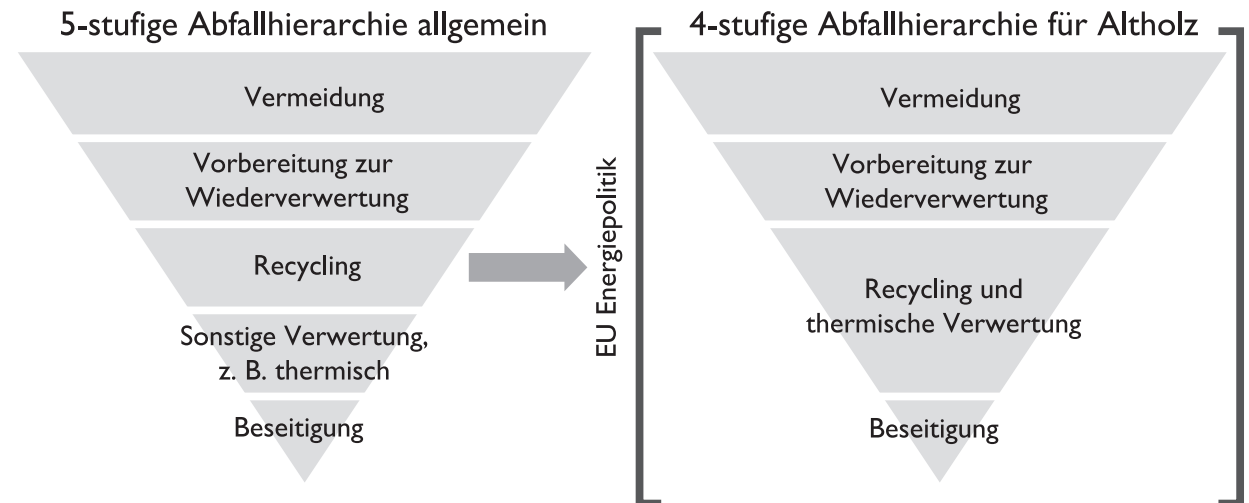


Abbildung 5 Für die Nutzung von Altholz angepasste vierstufige Abfallhierarchie (nach Knauf 2015)

mögliche Effekte im Vergleich zu dem wichtigsten Effekt aus der Differenz der Trocknungsenergien nachrangig sind. In einer vertiefenden Analyse sollte ebenfalls geprüft werden, ob ggf. ein Teil des für die Energiegewinnung zusätzlich eingesetzten Frischholzes durch Freilufttrocknung (d. h. ohne technische Trocknung) eingesetzt wird; bei der Holzwerkstoffproduktion versucht man eine Freilufttrocknung bislang zu vermeiden.

### Alternativen zur Altholznutzung aus Ökobilanzsicht

Die bisherigen Betrachtungen haben sich auf die Herstellung von Spanplatten als wichtigster Verwendung für Altholz bezogen. Für andere Verwendungen wie Tierstreu oder Mulch im Garten- und Landschaftsbau ergeben sich unter den Annahmen der Abbildung 4 eher Vorteile für Szenario 2, in dem eine energetische Nutzung vorgesehen ist. Dies hängt damit zusammen, dass im Gegensatz zur Spanplattenfertigung, bei der stets trockenes Holz in der Platte verwendet wird, das für Tierstreu eingesetzte Holz zu einem großen Anteil als ungetrocknetes Material (Schätzungen von Marktteilnehmern gehen von 50 % aus) und im Garten- und Landschaftsbau überwiegend auch als ungetrocknetes Material eingesetzt wird. Der Einsatz des Altholzes in dieser Anwendung bietet damit grundsätzlich keine ökobilanziellen Vorteile im Vergleich zur energetischen Verwertung, ist wahrscheinlich in den meisten Fällen (in denen als Alternative feuchtes Frischholz stofflich eingesetzt werden kann) sogar als nachteilig zu bewerten.

Ökobilanzielle Vergleiche zur Altholzverwendung (Altholzrecycling versus Einsatz zur Bioenergienutzung) berücksichtigen oftmals nicht die alternative Verwendung des durch das Recycling eingesparten Frischholzes. Diese Betrachtungsweise muss vor dem Hintergrund der europäischen Energiepolitik und den Marktverhältnissen auf dem europäischen Energiemarkt infrage gestellt werden. Unter der realistischen Annahme, dass das bei der Plattenherstellung eingesparte Frischholz dann alternativ energetisch eingesetzt wird, verändert sich die Bewertung und es ergibt sich keine grundsätzliche ökobilanzielle Vorteilhaftigkeit des Altholzrecyclings. Aus diesem Grund muss die Abfallhierarchie für die Altholznutzung (erst stofflich, dann energetisch) infrage gestellt werden.

### Gefahr der Kontamination

Es erscheint damit fraglich, ob ein ordnungspolitischer Eingriff im Altholzmarkt mit einer Priorisierung der stofflichen Altholznutzung, wie sie die Abfallhierarchie vorgibt, gerechtfertigt ist. Dies gilt insbesondere, wenn man die „ban on the mixing of hazardous waste“ (European Union 2008, Art. 18) berücksichtigt: Die Schadstoffanreicherung durch kontaminiertes Altholz in den Produkten wird zwar durch die Einführung von Schadstoffklassen (z. B. für Deutschland: AltholzV 2002) und eine verbesserte Analytik (z. B. NIR-Technik, vgl. z. B. Mauruschat et al. 2016) minimiert; es verbleibt jedoch ein Risiko, dass auch verunreinigtes Material im Produktkreislauf verbleibt; vergleiche dazu auch die Darstellung von Felner (2017) im „Holz-Zentralblatt“ vom 19. Mai.

### Fazit

Vor dem Hintergrund der hier auf Basis der ökobilanziellen Analysen dargestellten Überlegungen sollte die Abfallhierarchie in Bezug auf das Altholz noch einmal überdacht werden: Wegen der Besonderheiten der Biomassenutzung müssten Recycling und thermische Verwertung als gleichwertig betrachtet werden. Deshalb wird für die Altholzverwertung von Knauf (2015) eine vierstufige Abfallhierarchie vorgeschlagen (Abbildung 5).

Insgesamt lässt sich zusammenfassen:

1. Das Altholzrecycling bietet – bei Berücksichtigung der Rahmenbedingungen der europäischen Energiepolitik – aus ökobilanzieller Sicht keine Vorteile gegenüber der thermischen Verwertung.
2. Geht man von der Annahme aus, dass es lediglich zu einer Verschiebung der stofflichen und energetischen Sortimente kommt, wird durch ein verstärktes Recycling auch keine höhere Ressourceneffizienz erreicht.
3. Bei der stofflichen Altholznutzung besteht ein Restrisiko der Kontamination in den Produkten.
4. Durch einen höheren Aufwand für Trennung und Sortierung des Altholzes für ein Recycling im Gegensatz zu einer thermischen Verwertung sind höhere energetische Aufwendungen und höhere gesamtwirtschaftliche Kosten zu vermuten.

Diese vier Argumente sprechen eindeutig dafür, entsprechend der Einschränkungen in § 6 Abs. 2 KrWG (siehe oben), bei einer Novellierung der Altholzverordnung auf eine ordnungspolitische Priorisierung der stofflichen Nutzung zu verzichten.

Die Aussage, dass die stoffliche Verwertung des Altholzes unter den getroffenen Annahmen keine Vorteile gegenüber der energetischen Nutzung bietet, bezieht sich nur auf die Betrachtungen zum Altholzeinsatz und ist nicht übertragbar auf die Beurteilung der erstmaligen Nutzung des Waldholzes. Zahlreiche Studien untersuchen mittels Ökobilanzansatz den erstmaligen Einsatz von Holz und kommen zum eindeutigen Ergebnis, dass die zunächst stoffliche Nutzung der direkten energetischen Nutzung aus ökobilanzieller Sicht deutlich überlegen ist (z. B. Taverna et al. 2007, Frühwald und Knauf 2013).

### Literatur

- AltholzV, 2002. Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV). s.l.
- Bentsen, N.S., Felby, C., 2012. Biomass for energy in the European Union – a review of bioenergy resource assessments. *Biotechnology for Biofuels* 5, 25. doi:10.1186/1754-6834-5-25
- Erbreich, M., 2004. Die Aufbereitung und Wiederverwendung von Altholz zur Herstellung von Mitteldichten Faserplatten (MDF). Dissertation Fachbereich Biologie, Universität Hamburg.
- EPF [European Panel Federation], 2016. Annual Report 2015/2016. Brüssel.
- EPF [European Panel Federation], 2017. Guide 2017. Brüssel.
- Europäische Kommission, 2010. Energy 2020 – a strategy for competitive, sustainable and secure energy. Brüssel.
- Europäische Union, 2008. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. s.l.
- Europäische Union, 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Brüssel.
- Felner, H., 2017. Altholzverordnung: vollziehen

oder novellieren? Nur was unzweifelhaft hinsichtlich von Schadstoffen bewertet werden kann, ist stofflich verwertbar, alles andere nur thermisch. *Holz-Zentralblatt* 143, 463-463.

Frühwald, A., Scharai-Rad, M., Hasch, J., 2000. Ökologische Bewertung von Holzwerkstoffen. Ergänzt in den Bereichen Spanplattenrecycling und OSB-Bilanzen. *Schlussbericht*, November 2000. Hamburg.

Höglmeier, K., Weber-Blaschke, G., Richter, K., 2014. Utilization of recovered wood in cascades versus utilization of primary wood – a comparison with life cycle assessment using system expansion. *Int J Life Cycle Assess* 19, 1755-1766. doi:10.1007/s11367-014-0774-6

Höglmeier, K., Weber-Blaschke, G., Richter, K., 2015. Effiziente Erfassung und Aufbereitung entscheidend. *Holz-Zentralblatt* 141, 108-109.

Kim, M.H., Song, H.B., 2014. Analysis of the global warming potential for wood waste recycling systems. *Journal of Cleaner Production* 69, 199-207. doi:10.1016/j.jclepro.2014.01.039

Knauf, M., 2015. Waste hierarchy revisited – an evaluation of waste wood recycling in the context of EU energy policy and the European market. *Forest Policy and Economics* 54, 58-60. doi:10.1016/j.forpol.2014.12.005

Knauf, M., Frühwald, A., 2013. Beitrag des NRW-Clusters Forst-Holz zum Klimaschutz. *Langfassung der Studie*. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster.

KrWG, 2012. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG). s.l.

Loth, R., Hanheide, M., 2004. Entwicklung eines mehrstufigen Anlagenverfahrens zur Verarbeitung von Restholz zur Erzeugung von hochwertigen OSB-Spänen für die Herstellung von OSB-Platten (Spanplatten aus großflächig orientierten Spänen). *Abschlussbericht für ein Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)*. B. Maier Zerkleinerungstechnik GmbH, Bielefeld.

Mantau, U., 2012a. Standorte der Holzwirtschaft – Holzrohstoffmonitoring. *Holzwerkstoffindustrie Kapazität und Holzrohstoffnutzung im Jahr 2010*. Hamburg.

Mantau, U., 2012b. Standorte der Holzwirtschaft – Holzrohstoffmonitoring. *Energieholzverwendung in privaten Haushalten*. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft, Hamburg.

Mantau, U., Bilitewski, B., 2010. Stoffstrom-Modell-Holz. Bestimmung des Aufkommens, der Verwendung und des Verbleibs von Holzprodukten. *Forschungsbericht für den Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP)*. Celle.

Mantau, U., Saal, U., Prins, K., Steierer, F., Lindner, M., Verkerk, H., Eggers, J., Leek, N., Oldenburger, J., Asikainen, A., Anttila, P., 2010. EUwood – Real potential for changes in growth and use of EU forests. Hamburg.

Marutzky, R., 2004. Biomassen auf Basis von Holz als Brennstoffe in Österreich, der Schweiz und Deutschland. *Nutzungssituation – theoretische und reale Potentiale – Qualitäten – Wettbewerbssituation – Preistendenzen*. Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), Braunschweig.

Mauruschat, D., Plinke, B., Aderhold, J., Gunschera, J., Meinschmidt, P., Salthammer, T., 2015. Application of near-infrared spectroscopy for the fast detection and sorting of wood-plastic composites and waste wood treated with wood preservatives. *Wood Sci. Technol.* 50, 315-331. doi:10.1007/s00226-015-0785-x

Merrill, H., Christensen, T.H., 2009. Recycling of wood for particle board production: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management & Research* 27, 781-788. doi:10.1177/0734242X09349418

Müller-Langer, F., Witt, J., Thran, D., Schneider, S., 2007. Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung. *Endbericht*, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Leipzig.

Rivala, B., Moreira, M.T., Muñoz, I., Rieradevall, J., Feijoo, G., 2006. Life cycle assessment of wood wastes: A case study of ephemeral architecture. *Science of The Total Environment* 357, 1-11. doi:10.1016/j.scitotenv.2005.04.017

Taverna, R., Hofer, P., Werner, F., Kaufmann, E., Thüning, E., 2007. CO<sub>2</sub>-Effekte der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. *Szenarien zukünftiger Beiträge zum Klimaschutz*. Bern.

Tolvik Consulting, 2011. *The UK Waste Wood Market*. s.l.