

ROHSTOFFMONITORING HOLZ

Erwartungen und Möglichkeiten



INFRO

THÜNEN



KURZFASSUNG

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

CHARTA
FÜR HOLZ 2.0

KLIMA
WERTE
RESSOURCEN

FNR

Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Text

Prof. Dr. Udo Mantau (INFRO e.K.) unter Mitwirkung von Przemko Döring (INFRO e.K.);
Dr. Holger Weimar, Sebastian Glasenapp, Dr. Dominik Jochem, Klaus Zimmermann (Thünen-Institut)

Redaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR),
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Bilder

Titel: ALESSIO MOIOLA/adobe.stock
Sofern nicht am Bild vermerkt: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Gestaltung/Realisierung

www.tangram.de, Rostock

Druck

www.druckerei-weidner.de, Rostock

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 956
FNR 2018

ROHSTOFFMONITORING HOLZ

Erwartungen und Möglichkeiten



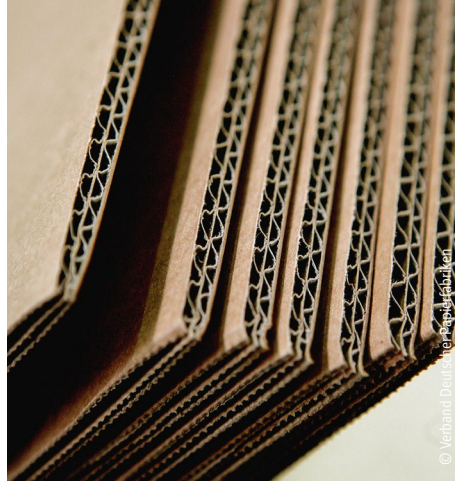


INHALT

1	Wo wird Holz verwendet?	4
2	Warum gibt es so unterschiedliche Kubikmetermaße?	6
3	Warum ist Holzverwendung mehr als die Summe der Bäume?	8
4	Wie bewegt unsere Nachfrage den Holzmarkt?	12
5	Wie belastbar sind die Daten zum Holzmarkt?	20
6	Wie viel Holz ist verfügbar und wovon hängt es ab?	25
7	Was kann Holz zu den Herausforderungen unserer Zeit leisten?	27



© Henry Czaplinski/Stockphoto



© Verband Deutscher Papierfabriken



© Veiger/istockphoto/Stockphoto

EINFÜHRUNG

Den Rohstoff Holz nehmen wir an vielen Stellen unseres Lebens täglich bewusst oder unbewusst wahr. Die Vielfalt der Verwendungen entlang seiner Verarbeitungsstufen macht ihn zugleich zu einem komplexen Rohstoff. Die Anforderungen an das Wissen über den Rohstoff Holz, insbesondere über seine Verwendungsmenge und die Verwendungsformen, wachsen mit der Vielfalt der Themen wie Bioökonomie, Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und erneuerbare Energien. Diese Broschüre möchte daher etwas mehr Transparenz in die wesentlichen Bereiche der Holzverwendung bringen. Der Inhalt richtet sich an Personen, die weniger an detaillierten Daten und Statistiken interessiert sind, aber trotzdem einen Einblick in die mengenmäßigen Grundlagen des Rohstoffs Holz gewinnen möchten. Wer detaillierter einsteigen möchte, findet die Studien des „Rohstoffmonitoring Holz“ in der Mediathek der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (mediathek.fnr.de).

Den wissenschaftlichen Hintergrund dieser Broschüre bildet das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft geförderte Projekt „Rohstoffmonitoring Holz“. Dessen Ziel ist es, die amtliche Statistik in Bereichen zu ergänzen, die sehr spezifisch sind oder so neu, dass sie noch nicht berücksichtigt wurden. Spezifische Informationen des Rohstoffmonitoring Holz sind u. a. erforderlich zur mengenmäßigen Abschätzung der energetischen Holzverwendung, zum Verständnis von stofflichen Kreisläufen und neuerdings auch für Fragestellungen der Bioökonomie, in der fossile Kohlenstoffe zunehmend durch biogene Kohlenstoffe ersetzt werden sollen. Das Rohstoffmonitoring Holz gibt es bereits seit dem Jahr 1999. Dadurch ermöglicht es auch die Nutzung von langfristigen Datenreihen zur Darstellung von Entwicklungen.

Was sind die wichtigsten Fragen zum Holzmarkt? Dazu gibt es sicher unterschiedliche Meinungen, aber auf der Grundlage des erarbeiteten Wissens des Rohstoffmonitoring Holz soll folgenden Fragestellungen nachgegangen werden.

1. Wo wird Holz verwendet?
2. Warum gibt es so unterschiedliche Kubikmetermaße?
3. Warum ist Holzverwendung mehr als die Summe der Bäume?
4. Wie bewegt unsere Nachfrage den Holzmarkt?
5. Wie belastbar sind die Daten zum Holzmarkt?
6. Wie viel Holz ist verfügbar und wovon hängt es ab?
7. Was kann Holz zu den Herausforderungen unserer Zeit leisten?

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BSH	Brettschichtholz
BWI ³	Bundeswaldinventur (Die hochgestellte Ziffer gibt die 1. [1987], 2. [2002] und 3. [2012] BWI an.)
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
Efm	Erntefestmeter (Holzvolumen des liegenden Baumes abzüglich Ernteverluste und Rinde)
FWL	Feuerungswärmeleistung
LDf	Holzfaserdämmstoffplatte (Low Density Fibreboard)
KVH	Konstruktionsvollholz
MDF	Mitteldichte Faserplatte (Medium Density Fibreboard)
MW	Megawatt
OSB	Grobspanplatte (Oriented Strand Board)
Vfm	Vorratsfestmeter (Holzvolumen des stehenden Baumes ab 7 cm Durchmesser)

1 WO WIRD HOLZ VERWENDET?

Nachfolgend wird die Verwendung von Holzprodukten betrachtet, die überwiegend auf dem Rohstoff Holz basieren. Dem schließt sich ein erster Blick in die Wertschöpfungskette vom Rohstoff über die Halbwaren bis zu den Fertigwaren an. Für diese Übersicht beziehen sich die Daten auf das Jahr 2015.

Unter Wertschöpfungskette versteht man die Nutzung eines Rohstoffs in verschiedenen Verarbeitungsstufen. Diese können sehr vielfältig sein, aber am Anfang jeder holzbasierten Wertschöpfungskette steht ein Baum. Bevor der daraus gewonnene Rohstoff Holz einen Nutzen für den Endverbraucher in einem Produkt stiften kann, durchläuft das Holz in der Regel eine Bearbeitung zu einem Zwischenprodukt. Produkte, die keiner weiteren Bearbeitung vor der Nutzung durch Endverbraucher bedürfen, werden Fertigwaren genannt.

Am häufigsten begegnen uns im Alltag Produkte aus Holz wohl in Form von Papierprodukten. Es folgen Holzverwendungen des Baubereichs, der Möbelindustrie und des Verpackungsmarktes. Aber auch die energetische Nutzung hat einen hohen Stellenwert im Alltag, sei es durch eine Zentralheizung mit Pellets oder den Scheitholzofen im Wohnzimmer. Nebenprodukte und Reststoffe der Sägeindustrie werden zudem effizient in Heizkraftwerken zur Wärmeenergieerzeugung genutzt. Darüber hinaus wird Holz in zahlreichen kleineren Verwendungsbereichen eingesetzt. Von Bleistiften über Spielzeug bis hin zu Kochlöffeln ist so ziemlich alles dabei. Auch diese Verwendungsbereiche durchlaufen die Halbwarenstufe und sind somit bei der Rohstoffnutzung berücksichtigt.

Die wichtigsten Zwischenprodukte sind Schnittholz, Holzwerkstoffplatten, Furnier und Sperrholz sowie Holz- und Zellstoff. Diese sogenannten Halbwaren können auch direkt genutzt werden. In der Regel werden sie aber in einem weiteren Prozessschritt zu einem Endprodukt, der Fertigware, weiterverarbeitet.

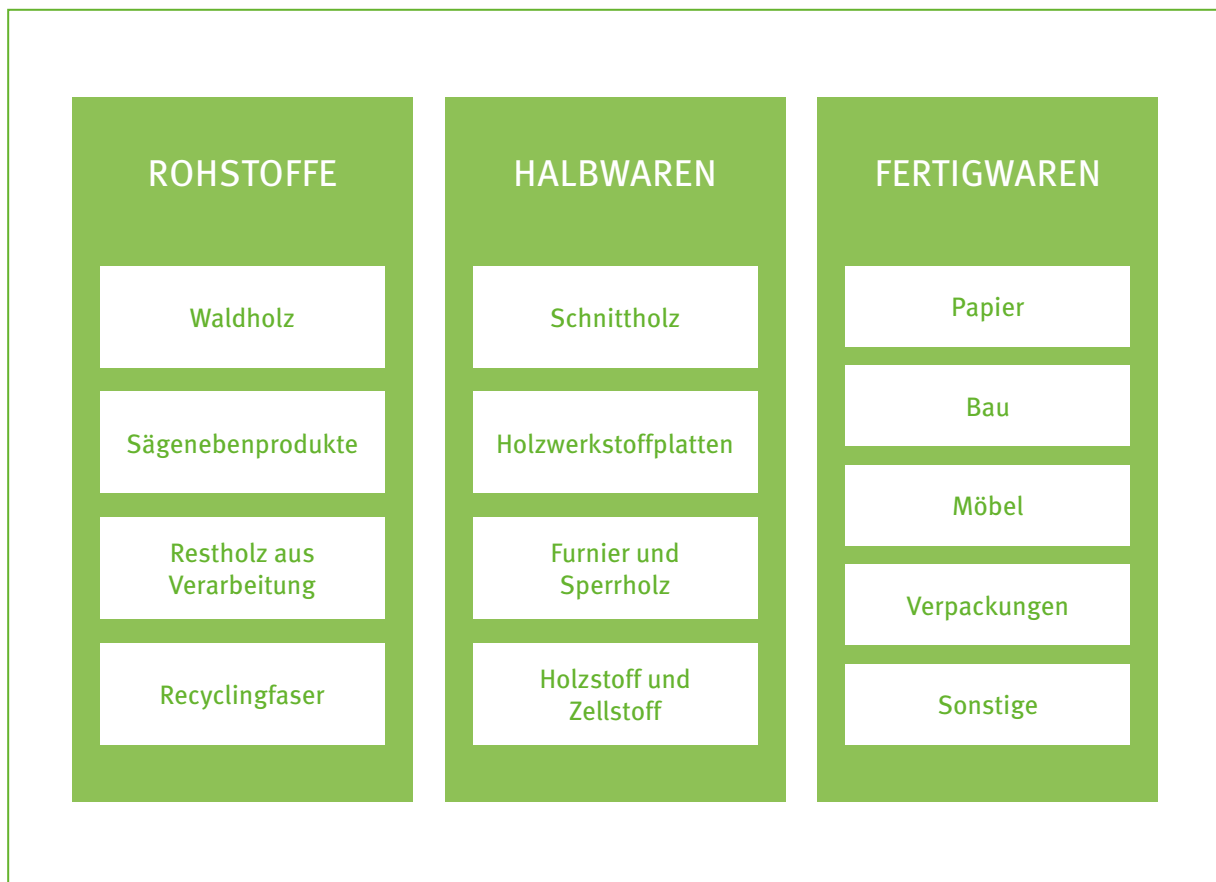


Abb. 1: Die Wertschöpfungskette von Holz



Hackschnitzelproduktion aus der Landschaftspflege



Sternwender für Spanplatten



Rohpapier aufgerollt

Zur Herstellung von Holzhalbwaren werden verschiedene Holzressourcen genutzt. Hierbei wird in erster Linie an den Rohstoff Waldholz gedacht, der auch die wichtigste Holzressource ist. Bei der Bearbeitung von Holz zu Halb- und Fertigwaren entstehen Sägespäne, Kappstücke, Schleifreste und weitere Industrieresthölzer, die als Holzressourcen ebenfalls zur Erzeugung von Halb- und Fertigwaren genutzt werden können. Zum mengenmäßig wichtigsten Restholz zählen die Sägenebenprodukte, denn aus einem Kubikmeter Waldholz fallen beim Sägen ca. 0,6 m³ Schnittholz und 0,4 m³ Restholz (Sägespäne, Hackschnitzel, Kappstücke, Schwarten & Spreiße) an. Bei der Herstellung von Furnier und Sperrholz fallen sogar 50 % Restholz an. Für die Papierproduktion war Altpapier schon immer eine wichtige Ressource, die als „Sekundär-Zellstoff“ zu Pappe und Papier verarbeitet wird. Im Jahr 2017 deckte Altpapier etwa 75 % des Ressourceneinsatzes bei der Papierherstellung. Eine weitere bedeutende Sekundärressource im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist Altholz. Altholz wird überwiegend zur Wärme- und Stromerzeugung, aber auch für die Spanplattenproduktion genutzt.

2 WARUM GIBT ES SO UNTERSCHIEDLICHE KUBIKMETERMAßE?

Somit werden die meisten Holzprodukte aus verschiedenen Holzrohstoffen erzeugt. Die Stoffströme des Holzes in Struktur, Umfang und Zusammensetzung zu quantifizieren ist die Aufgabe des Rohstoffmonitorings Holz. Bevor dies näher betrachtet wird, ist jedoch ein kleiner Exkurs in die Maßeinheiten erforderlich. Vielen ist bekannt, dass Volumen in

Kubikmetern und Massen in Tonnen gemessen werden. Im Holzsektor unterscheidet man jedoch mehrere Kubikmeter und auch verschiedene Tonnen. Neuerdings wird Holz sogar in Energieeinheiten gemessen. An dieser Stelle soll aber eine kleine Einführung genügen. Dazu machen wir einen Spaziergang vom Wald bis in unsere Wohnung.

2. Ist der Kubikmeter des stehenden Baumes (Vfm) identisch mit dem Kubikmeter des aufgeschichteten Holzes, das uns auf dem Weg aus dem Wald am Wegesrand gelegentlich begegnet? Wenn der Baum geerntet wird, bleibt ein Stubben stehen und es fallen Schnittfuge und Fällkerb weg. Außerdem wird die Messung des Durchmessers abgerundet und traditionell wird ein „Übermaß“ von einem Prozent gewährt. Schließlich wird der liegende Baum abzüglich seiner Rinde gemessen und der stehende Baum inklusive seiner Rinde. Das am Wegesrand aufgeschichtete Holz ist das **Erntefestmaß** (Efm) und entspricht somit in etwa dem Vorratsfestmeter abzgl. 10 % Rinde und abzgl. 10 % Ernteverlusten. Laut Bundeswaldinventur wurden zwischen 2002 und 2012 im Durchschnitt 95,9 Mio. Vfm Holz geerntet, was 75,7 Mio. Efm entsprach.

1. Das Volumen des stehenden Baumes im Wald wird in **Vorratsfestmetern** (Vfm) gemessen. Bei einer Waldinventur wird auf Brusthöhe (1,3 m) der Durchmesser des Baumstamms gemessen und über eine Zylinderformel unter Berücksichtigung der Abholzigkeit (Verringerung des Durchmessers mit steigender Höhe) das Volumen des Baumstamms bis zum Mindestdurchmesser von über 7 cm gemessen. Dieses Rundholz mit einem Mindestdurchmesser von über 7 cm wird auch **Derbholz** genannt. Der Begriff Derbholz ist wichtig, weil sich Berechnungen zur nachhaltigen Nutzung auf das Derbholz beziehen. Laut Bundeswaldinventur stehen im deutschen Wald 3.700 Mio. Vfm Derbholz oder 336 Vfm pro Hektar. Der jährliche Zuwachs betrug zwischen 2002 und 2012 121,6 Mio. Vfm Holz.

4. Bevor wir den Wald verlassen, sollte noch der Begriff des **Waldrestholzes** geklärt werden. Zweige, Nadeln, Kronen, Stubben und Wurzeln sind im Erntefestmaß nicht enthalten und gehören zur sonstigen Biomasse. Diese Mengen verbleiben überwiegend im Wald, um die Nährstoffversorgung zu sichern. Im Rahmen der energetischen Nutzung könnten sie zusammen mit dem ansonsten ebenfalls im Wald verbleibenden nicht genutzten Derbholz in Form von Hackschnitzeln in Biomassefeuerungsanlagen zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Das gehackte Waldrestholz wird wie alle geschütteten Holzressourcen (Sägespäne, Rinde) in **Schüttraummeter** (SRm) gemessen. (1 SRm = 0,4 Fm).

3. Aufgeschichtetes Holz wird mit den Lufteinschlüssen zwischen den runden Stämmen in Raummeter (Rm) vermessen oder abzüglich der Lufteinschlüsse in Festmetern (Fm). Scheitholz für den heimischen Kamin wird üblicherweise in Raummeter gemessen und verkauft. Demgegenüber misst der Festmeter (Fm) das solide Holzmaß ohne Lufteinschlüsse (1 Rm = 0,7 Fm). Festmeter (Fm) und Kubikmeter (m³) werden häufig synonym verwendet und bedeuten auch das Gleiche. Die Wahl richtet sich danach ob man gedanklich in Text und Wort eher aus forstlicher Sicht (Fm) oder allgemein (m³) argumentiert. Das kann mitunter etwas irritierend wirken.



Wird das nachwachsende Holz somit in der Wertschöpfungskette aufgrund des Anfalls von Restholz zunehmend verschwendet? „Etwas Schwund ist immer“ sagt der Volksmund und das trifft auch für die Verarbeitung von Holz zu. Aber der überwiegende Teil der anfallenden Resthölzer wird in der Wertschöpfungskette der Holzwirtschaft wieder aufgegriffen und materiell oder energetisch genutzt. In diesem Fall spricht man von Kaskadennutzung. Das Waldrestholz verbleibt als Humus im Wald oder wird zur Erzeugung erneuerbarer Energien verwendet. Die Sägenebenprodukte werden zu Pellets verarbeitet, zu einer Holzwerkstoffplatte gepresst

oder zu Zellstoff verköcht. Das in der Schwarzlauge befindliche Lignin dient der Erzeugung erneuerbarer Energien. In jüngster Zeit wird es auch als geeignetes Ausgangsmaterial für biobasierte chemische Rohstoffe gesehen. Diese Zusammenhänge sind ein zentrales Thema des Rohstoffmonitorings Holz.

Weil der Rohstoff Holz so unterschiedliche Formen annimmt und in sehr unterschiedlichen Bereichen verwendet wird, richtet sich die genutzte Maßeinheit nach der Nützlichkeit oder auch einfach nur nach der Gewohnheit der Verwender.

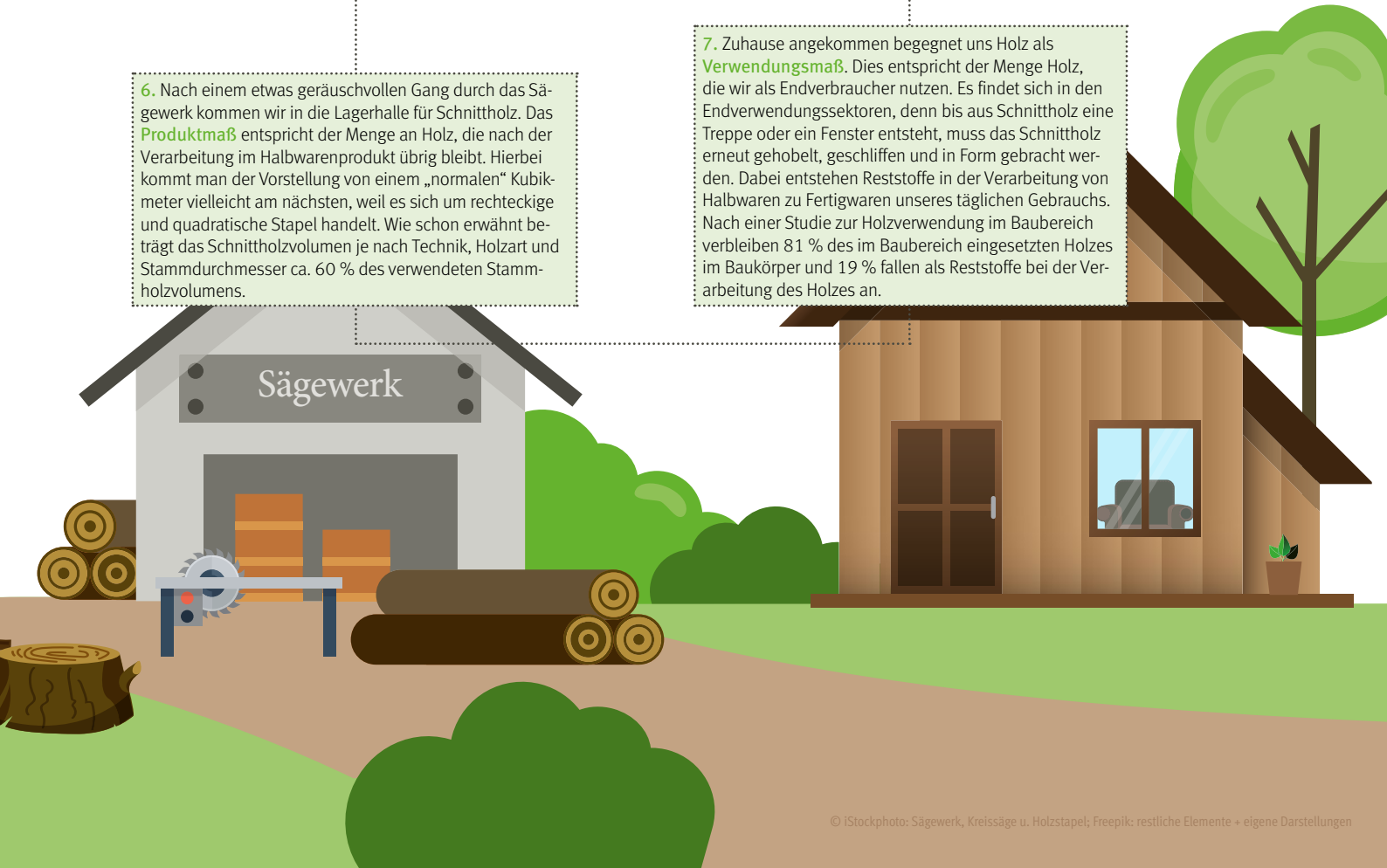
5. Als nächstes begeben wir uns auf den Rundholzplatz des Sägewerks. Am Werkseingang erfolgt eine Messung des gelieferten Holzes. Das **Werkseingangsmaß** ist noch etwas geringer als das Erntefestmaß, weil der Teil des geernteten Holzes mit geringer Qualität im Wald verbleibt. Die Rinde bleibt nach dem Fällen als „Verpackung“ auf dem Transportweg bis zum Verbraucher (Sägewerk, Scheitholz im Haushalt) meist am Stamm. Sie zählt aber nicht mehr zum Holzvolumen.

6. Nach einem etwas geräuschvollen Gang durch das Sägewerk kommen wir in die Lagerhalle für Schnittholz. Das **Produktmaß** entspricht der Menge an Holz, die nach der Verarbeitung im Halbwarenprodukt übrig bleibt. Hierbei kommt man der Vorstellung von einem „normalen“ Kubikmeter vielleicht am nächsten, weil es sich um rechteckige und quadratische Stapel handelt. Wie schon erwähnt beträgt das Schnittholzvolumen je nach Technik, Holzart und Stammdurchmesser ca. 60 % des verwendeten Stammholzvolumens.

9. Da möchte man doch gleich noch etwas mehr darüber lesen und greift zu dieser Broschüre. Als wäre es nicht schon alles kompliziert genug, erfinden Wissenschaftler für ihre Modelle auch noch eigene Kubikmetervarianten. Das **Festmeteräquivalent** (solid wood equivalent; swe) ist eine standardisierte Maßeinheit. Dabei ist es unerheblich, auf welcher Verarbeitungsstufe es verwendet wird. Es wird daher für die Berechnung von Stoffströmen verwendet. Es gibt das Volumen des geernteten Holzes im Festmaß an. Damit wird die Holzverwendung über die gesamte Verarbeitungskette mit der gleichen ursprünglichen Einheit gerechnet, was die Vergleichbarkeit gewährleistet. Manchmal muss es erst noch etwas komplizierter werden, bevor es sich vereinfachen lässt.

8. Nun lässt man sich in den Sessel fallen und hat endlich den Kubikmeter Holz verstanden und greift zur Zeitung. Wie aber wird das darin enthaltene Holz gemessen? Die Zellstoff- und Papierindustrie verwendet vor allem Tonnen als Maßeinheit. Das Holz wird in Tonnen gekauft, der Wassergehalt des angelieferten Holzes wird bestimmt und anschließend rechnerisch abgezogen. So wird die Trockenmasse (Tonnen absolut trocken; t_{atro}) bestimmt. Ähnlich agieren Betreiber von Biomassefeuerungsanlagen, die Biomasse z. B. in Form von Landschaftspflegematerial oder Altholz einkaufen. Je höher der Wassergehalt ist, desto geringer ist die Energieausbeute. Sie nehmen das Material zunächst mit seinem eingehenden Gewicht auf. Das entspricht der „luftgetrockneten“ Tonne (t_{lutro}). Die t_{lutro} ist im Gegensatz zur t_{atro} ein ungenaues Maß, weil der Wassergehalt und der Fasergehalt je nach Holzbeschaffenheit stark schwanken können. Wo immer möglich wird deshalb bei Massenangaben auf die t_{atro} bzw. m^3 umgerechnet.

7. Zuhause angekommen begegnet uns Holz als **Verwendungsmaß**. Dies entspricht der Menge Holz, die wir als Endverbraucher nutzen. Es findet sich in den Endverwendungssektoren, denn bis aus Schnittholz eine Treppe oder ein Fenster entsteht, muss das Schnittholz erneut gehobelt, geschliffen und in Form gebracht werden. Dabei entstehen Reststoffe in der Verarbeitung von Halbwaren zu Fertigwaren unseres täglichen Gebrauchs. Nach einer Studie zur Holzverwendung im Baubereich verbleiben 81 % des im Baubereich eingesetzten Holzes im Baukörper und 19 % fallen als Reststoffe bei der Verarbeitung des Holzes an.



3 WARUM IST HOLZVERWENDUNG MEHR ALS DIE SUMME DER BÄUME?

Die Verwendung von Holz erfolgt für stoffliche und energetische Zwecke. In der stofflichen Nutzung wird Holz für die Herstellung von Halbwaren verwendet. Zu den stofflichen Nutzern zählen vor allem die Sägeindustrie, die Holzwerkstoffindustrie und die Holzstoff- und Zellstoffindustrie. Sektoren mit geringeren Mengen sind z.B. die Furnier- und Sperrholzindustrie, Hersteller von Masten und Stangen/Pfählen, aber auch Gartenbaubetriebe, die Rinde zu Mulch verarbeiten.

Seit Beginn des Jahrtausends ist die energetische Nutzung von Holz stark gestiegen. Zu den Nutzern gehören vor allem die privaten Haushalte mit Holzheizungen und die Biomassefeuerungsanlagen (BMA). Letztere werden noch einmal nach ihrer Größe in BMA ab einem Megawatt (MW) und solche unter einem MW getrennt. Das hat seine Ursache in der Methode des Rohstoffmonitorings. Die Holzverwendung der Biomasseanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung ab 1 MW wird im Rohstoffmonitoring nach Möglichkeit vollständig erfasst (2016: 504 Anlagen). Die kleineren Anlagen z.B. in Handwerksbetrieben oder kommunalen Einrichtungen machen insgesamt 36.572 Anlagen aus und werden daher nicht vollständig, sondern mittels einer Stichprobe erfasst. Zu den sonstigen energetischen Verwendern von Holz gehören Betriebe, die Holz in flüssige oder gasförmige Brennstoffe umwandeln. Dies kam bisher jedoch nur in Versuchsanlagen vor. Im Rahmen der Erfüllung der Ziele erneuerbarer Energieerzeugung bleibt der Bau entsprechender Anlagen aber ein Thema. EnergieproduktHersteller sind vor allem die Produzenten von Pellets, Holzbriketts, Holzkohle oder anderen Formen energetisch verwendbarer Zwischenprodukte. EnergieproduktHersteller erstellen ein Zwischenprodukt, das in Haushalten und BMA verwendet wird.

TAB. 1: STOFFLICHE UND ENERGETISCHE VERWENDUNG VON HOLZROHSTOFFEN

Stoffliche Holzverwendung	Energetische Holzverwendung
Sägeindustrie (Schnittholz)	Private Haushalte
Holzwerkstoffindustrie (Platten)	Biomasse-Großfeuerungsanlagen
Holz- und Zellstoffindustrie	Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen
Sonstige Verwendungen	EnergieproduktHersteller

Wie im vorangegangenen Kapitel gezeigt, setzen sich Holzprodukte aus verschiedenen Holzressourcen zusammen. Dies ist zu berücksichtigen, wenn der Frage nachgegangen wird: „Wie viel Waldholz verwenden wir in welchen Bereichen?“ Holzrohstoffbilanzen vergleichen das Aufkommen und die Verwendung von Holzressourcen. Am Beispiel der nachfolgenden Holzrohstoffbilanz zu Derbholz, also Holz über 7 cm Durchmesser, soll die Funktionsweise erläutert werden.

Die Holzbilanzierung setzt in den Verwendungssektoren an und berücksichtigt deren Rohstoffzusammensetzung. Dadurch ist es möglich, für jeden einzelnen Rohstoff eine Bilanz aufzustellen. Die Summe aller Verwendungen erscheint auf der rechten Seite. Im Jahr 2016 wurden in Deutschland 66,7 Mio. m³ Waldholz (Derbholz) verwendet. Da etwas mehr Derbholz importiert als exportiert wurde und die Lager leicht abgebaut wurden, ergibt sich ein Volumen von 62,5 Mio. m³, das dem Wald in Deutschland entnommen wurde.

TAB. 2: HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR WALDHOLZ (DERBHOLZ)

Aufkommen	Holzrohstoffbilanz				Verwendung
	2016		2016		
	Mio. m ³	%	Mio. m ³	%	
Inlandsverwendung, brutto	66,7	100,0	36,2	54,3	Sägeindustrie
- Import	7,8	11,8	7,2	10,8	Holzwerkstoffe
+ Export	3,5	5,2	6,0	9,0	Holzschliff und Zellstoff
- Lagerveränderung	-0,2	-0,3	0,2	0,3	sonst. stoffliche Nutzung
= Inlandsaufkommen, netto	62,5	93,7	49,6	74,4	stoffliche Nutzung
			0,2	0,3	EnergieproduktHersteller
			0,4	0,6	Energetisch ≥ 1 MW
			1,1	1,6	Energetisch < 1 MW
			15,5	23,2	Hausbrand
			0	0	sonst. energet. Verw.
			17,1	25,6	energetische Nutzung
Insgesamt	66,7	100	66,7	100	Insgesamt

Quelle: Mantau (2018)

Die Sägeindustrie benötigt Stammholz (sägefähiges Derbholz). Sie ist der Hauptabnehmer der Forstwirtschaft (54,3 %) und spielt bei der Mobilisierung des verfügbaren Derbholzes eine wichtige Rolle, weil sie auf größere Stammdurchmesser angewiesen ist und für den Kubikmeter Holz relativ hohe Preise zahlen kann. Der Waldholzverbrauch der Holzwerkstoffindustrie und der Holzstoff- und Zellstoffindustrie ist relativ gering, weil diese in erheblichem Umfang auch Rest- und Recyclingholz verwenden können. Sie nutzen außerdem sogenanntes Industrieholz, das im Gegensatz zum Stammholz geringere Durchmesser aufweist und zum Teil aus der Waldpflege (Durchforstung) stammt. Die Holznutzung in diesen Bereichen ist somit größer als die reine Derbholznutzung. Es fällt auch auf, dass die energetischen Nutzer mit Ausnahme der privaten Haushalte eher wenig Derbholz verwenden. Das liegt daran, dass Pellethersteller vor allem Sägenebenprodukte (95,0 %) verwenden und für Biomassefeuerungsanlagen Derbholz in der Regel zu teuer ist. Sie verwenden eher Altholz und Restholz. Private Haushalte nutzen Waldholz vor allem

in Form von Scheitholz und das wird überwiegend aus Derbholz gewonnen. Untersuchungen des Rohstoffmonitorings ergaben, dass im Jahr 2014 ca. drei Viertel des Derbholzes stofflich und ein Viertel energetisch genutzt wurden. Dabei entfielen 78,1 % des Waldscheitholzes auf Derbholz (ohne Rinde), 5,6 % auf Derbholzrinde und 16,4 % auf Nicht-Derbholz (Äste/Zweige/Waldrestholz). Rinde und Waldrestholz sind in der Bilanz (Tabelle 2) nicht enthalten, sondern wären in eigenen Rohstoffbilanzen darzustellen.

Die folgende kartografische Darstellung zeigt die Anteile der stofflichen und energetischen Nutzung von Derbholz getrennt nach Regionen. Die Größe der Kreise geben die verwendeten Mengen an und die Kuchenstücke die Nutzungen. In waldreichen Regionen wird tendenziell mehr Holz genutzt als in waldärmeren Regionen. Der Anteil der energetischen Nutzung steigt mit dem Laubholzanteil und den traditionellen Präferenzen für energetische Holznutzung, was wiederum eine Folge der Holzverfügbarkeit ist.

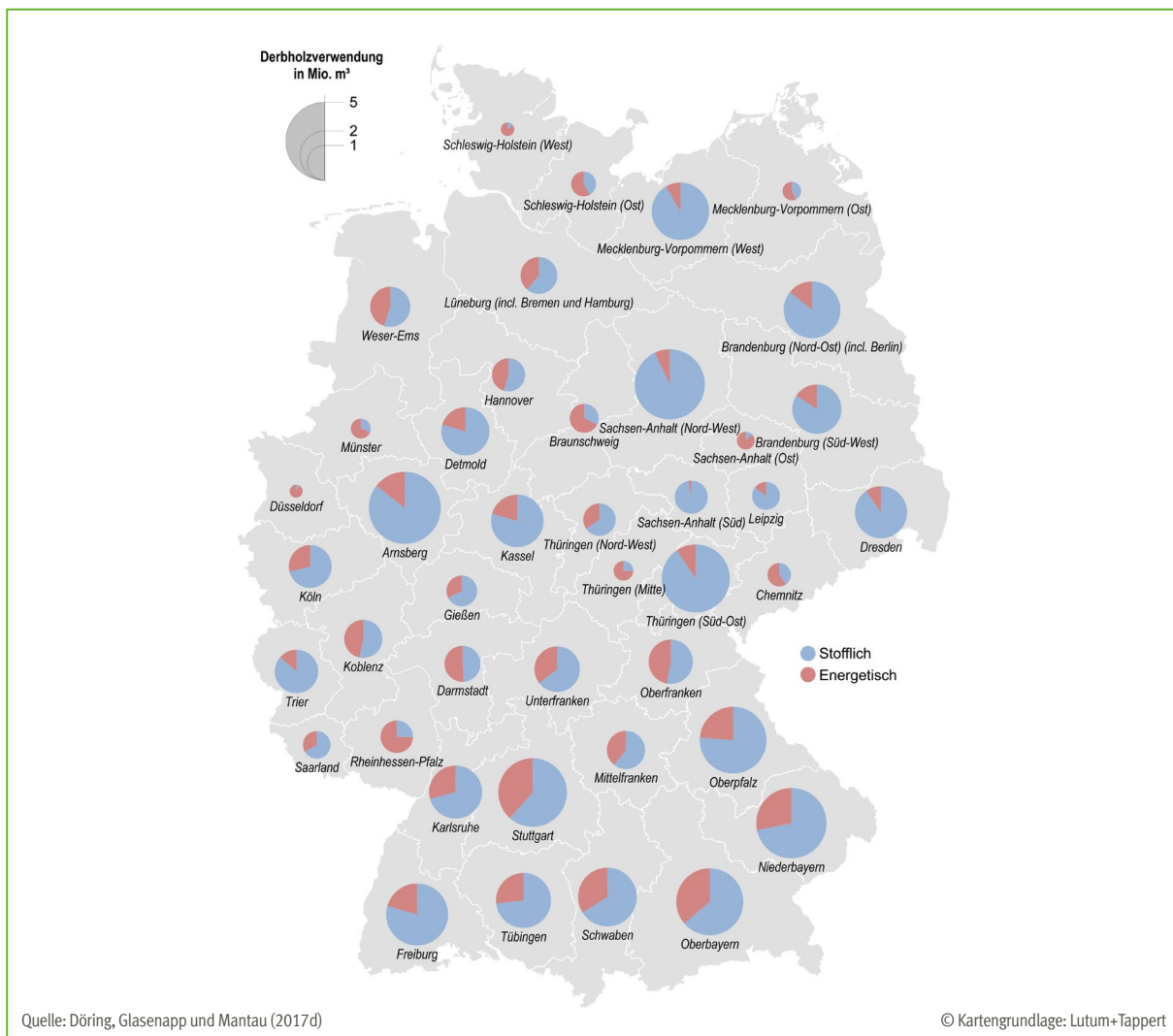


Abb. 2: Derbholzverwendung getrennt nach stofflicher und energetischer Nutzung (WEHAM-Regionen)

Die Papierindustrie in Deutschland hat schon immer Altpapier zur Produktion eingesetzt. Das hat etwas mit der homogenen Struktur des gebrauchten Materials zu tun, mit der Verfügbarkeit in einem dicht besiedelten Land und dem niedrigeren Preis im Verhältnis zum Holz. Bereits im Jahr 1975 betrug der Einsatz von Altpapier (Sekundärfasern) ca. 50 % des insgesamt eingesetzten Fasermaterials. Im Jahr 2016 erreichte die Altpapiereinsatzquote einen Rekordwert von 74,5 % (VDP).

Altpapier wird darüber hinaus auch im Bausektor in Form von Dämmstoffen verwendet. Dies geschieht jedoch in verhältnismäßig geringen Mengen. Die energetische Verwendung ist ebenfalls sehr gering.

Eine Arbeit zur Kaskadennutzung in der EU ergab, dass nur ein Drittel der in den Verkehr gebrachten Holzprodukte als Altholz wieder auftaucht. Das hat einen guten und einen schlechten Grund. Der gute Grund ist, dass Holz lange in der Verwendung gespeichert wird und damit auch eine dauer-

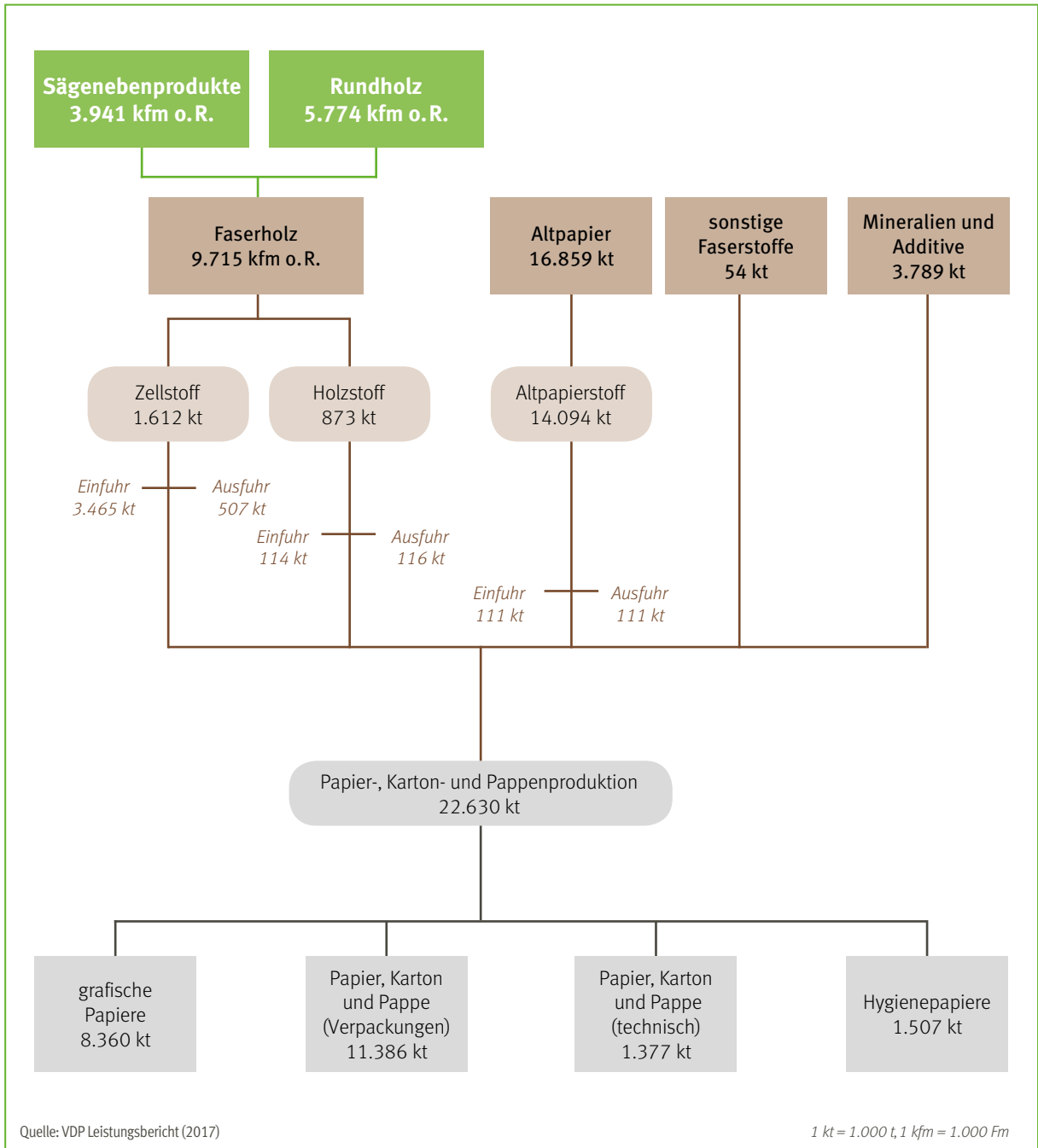


Abb. 3: Vom Rohstoff zum Papier (2016)

hafte Kohlenstoffsenske darstellt. Der schlechte Grund liegt in den kaum entwickelten Sammelsystemen in vielen EU-Ländern. Deutschland bildet da eher eine von wenigen positiven Ausnahmen. In Deutschland gibt es gut 1.000 Entsorgungsbetriebe, die Altholz annehmen und 6,6 Mio. t einer erneuten Nutzung zuführen, denn Altholz darf seit 2005 nicht mehr deponiert werden.

Das Rohstoffmonitoring Holz erfasst in separaten Erhebungen sowohl die Aufkommens- als auch die Verwendungsmengen einzelner Holzrohstoffe. Indem Aufkommen und Verwendung gegenübergestellt werden, lassen sich die Daten auf Plausibilität prüfen. 6,5 Mio. t des insgesamt im Jahr 2016 verwendeten Altholzes wurden in Großfeuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) ab 1 MW (BMA \geq 1 MW) genutzt. Kleinf Feuerungsanlagen (BMA $<$ 1 MW) nutzten nur wenig Altholz (0,1 Mio. t). Aus der Studie zur Holzwerkstoffindustrie ist bekannt, dass im Jahr 2015 1,8 Mio. m³ Altholz zur Holzwerkstoffproduktion verwertet wurden. Für 2016 fortgeschrieben entspricht das 1,9 Mio. m³ bzw. 1,1 Mio. t. Somit wurden Erhebungen zufolge in Deutschland insgesamt 7,7 Mio. t Altholz energetisch und stofflich verwendet. Welches Aufkommen steht dem gegenüber?

Nach dieser Studie wurden im Jahr 2016 6,6 Mio. t im Entsorgungssystem erfasst. Zusätzlich trug der Außenhandel zum Aufkommen bei. Laut Außenhandelsstatistik wurden 1,4 Mio. t Altholz exportiert und 2,6 Mio. t importiert (Destatis 2018; UBA 2018). Abzüglich der bereits durch die Entsorgungsbetriebe erfassten Importmenge in Höhe von 0,3 Mio. t entspricht das einem Außenhandelsaldo in Höhe von 1,0 Mio. t Altholz. Das Aufkommen lag damit nur um 0,1 Mio. t unter den aufaddierten Verwendungen.

immer geht der Vergleich von Aufkommen und Verwendung so gut auf, aber dann ist es ein Hinweis auf noch ungeklärte Mengen.

Der Altholzmarkt wird von vielen Faktoren beeinflusst. So ist der Markt geprägt von konkurrierenden Marktteilnehmern, nicht vorhersehbaren Altholzqualitäten und der Auswirkung der Konjunktur auf die Möbelnachfrage oder den aktuellen Aufschwung im Bausektor. Der Altholzpreis hat auf das Altholzaufkommen einen eher geringen Einfluss. Ein geflügeltes Wort besagt: „Niemand stellt seinen Wohnzimmerschrank zum Sperrmüll an die Straße, weil der Altholzpreis steigt.“ Wohl aber haben die Preise für die Energiegewinnung aus Holzfeuerungen und die Situation im europäischen Ausland einen Einfluss auf den deutschen Altholzmarkt. So führte Deutschland 2016 mehr Altholz ein als aus, obwohl der Inlandspreis bereits wegen des hohen Angebotes tief gesunken war. Dies liegt zum Teil daran, dass im Ausland die entsprechenden Aufbereitungs- und Verarbeitungsanlagen nicht vorhanden sind. Neben den genannten Faktoren beeinflusst auch der Gesetzgeber den Altholzmarkt grundlegend. Die umwelt- und energiepolitischen Gesetzgebungen und Verordnungen (z. B. Kreislaufwirtschaftsgesetz/Abfallgesetz, Altholzverordnung, Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), Biomasseverordnung), welche die Abfallentsorgung und -verwertung regeln, unterliegen Veränderungen. Beispielsweise hat das EEG zum Anstieg der energetischen Nutzung von Altholz beigetragen. Das Auslaufen der Fördermaßnahmen ab dem Jahr 2021 wird den Markt in der Übergangsphase vor Probleme stellen. Die Altholzverordnung, welche den Umgang mit Altholz regelt, wird zwecks Anpassung an den heutigen Stand voraussichtlich im Jahr 2019 novelliert werden. Die Auswirkungen der Novellierung sind noch nicht absehbar.

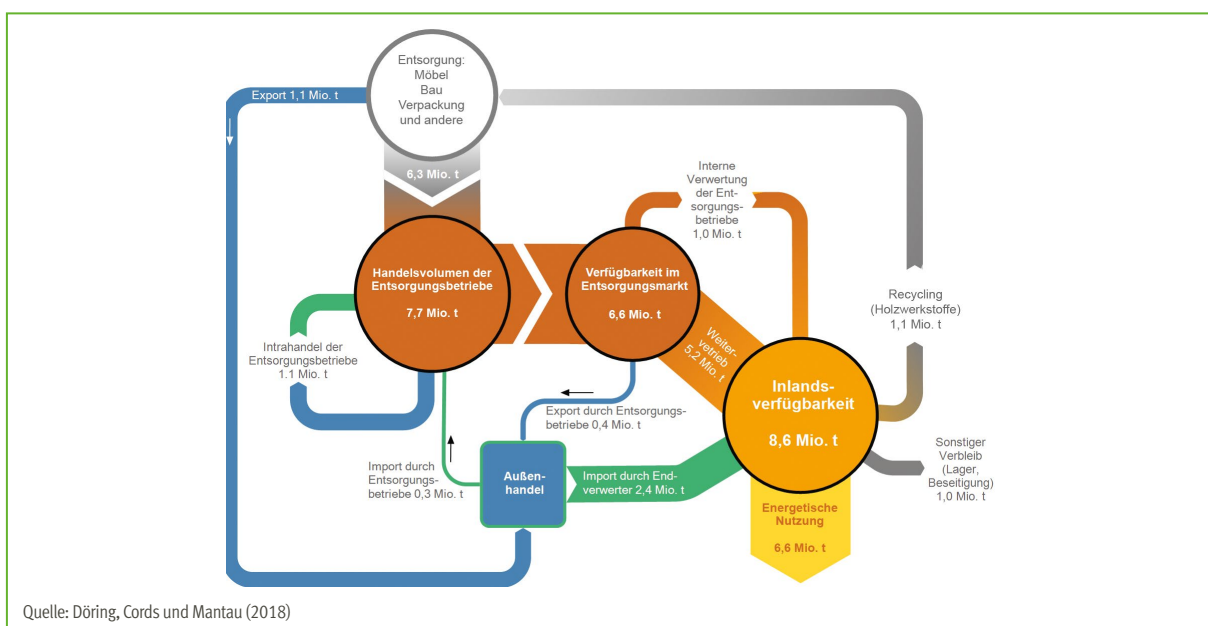


Abb. 4: Stoffströme des Altholzentsorgungsmarktes 2016

4 WIE BEWEGT UNSERE NACHFRAGE DEN HOLZMARKT?

Bis Mitte der 90er-Jahre stagnierte der stoffliche Holzrohstoffverbrauch weitgehend. In der zweiten Hälfte der 90er-Jahre setzte ein moderater Aufwärtstrend ein, der ab 2003 eine enorme Beschleunigung erfuhr. Hintergrund der Entwicklung waren eine starke Binnennachfrage und zunehmende Chancen der deutschen Holzwirtschaft im Export aufgrund des weltwirtschaftlichen Wachstums im Rahmen der Globalisierung. Die Weltwirtschaftskrise bremste die Expansion deutlich ab. Seither befindet sich die stoffliche Nachfrage in einer Seitwärtsbewegung.

Die energetische Verwendung schwenkte bereits Ende der 90er-Jahre auf einen moderaten Wachstumstrend ein. Die einsetzenden Förderprogramme bewirkten Anfang des neuen Jahrtausends eine kräftige Belebung. Diese wurde durch den sprunghaft steigenden Ölpreis im Jahr 2005 nochmals nach oben katapultiert. Ein Abschwung, wie bei der stofflichen Nachfrage, war nicht zu erkennen. Aber auch bei der energetischen Nachfrage setzte ab 2009 eine Seitwärtsbewegung ein. Sie war weniger konjunkturell bedingt als dadurch, dass die durch das EEG geförderten Biomassefeuerungsanlagen ihren Kapazitätsausbau weitgehend abgeschlossen hatten. Außerdem führten warme Winter und moderate Ölpreise zu einem Ende des Scheitholzbooms.

Der Holzverbrauch insgesamt (Waldholz, Restholz, Recycling) stieg zwischen 1990 und 2016 von 64,8 Mio. m³ auf ca. 127,4 Mio. m³ (Festmeteräquivalent). Die stoffliche Verwendung wuchs zwischen 1990 und 2016 von 45,9 Mio. m³ auf 63,7 Mio. m³. Das entsprach 38,8 % oder im Durchschnitt +1,5 % pro Jahr. Die energetische Verwendung wuchs im gleichen Zeitraum von 18,9 Mio. m³ auf 63,8 Mio. m³. Das entsprach einem Zuwachs um +237,6 % oder im Durchschnitt +9,1 % pro Jahr und damit etwa der 6-fachen Steigerung der stofflichen Verwendung. Inzwischen liegen stoffliche und energetische Holzverwendung (einschließlich Energieholzprodukte) mit knapp 65 Mio. m³ auf gleichem Niveau und weisen eine ähnliche Entwicklung auf.

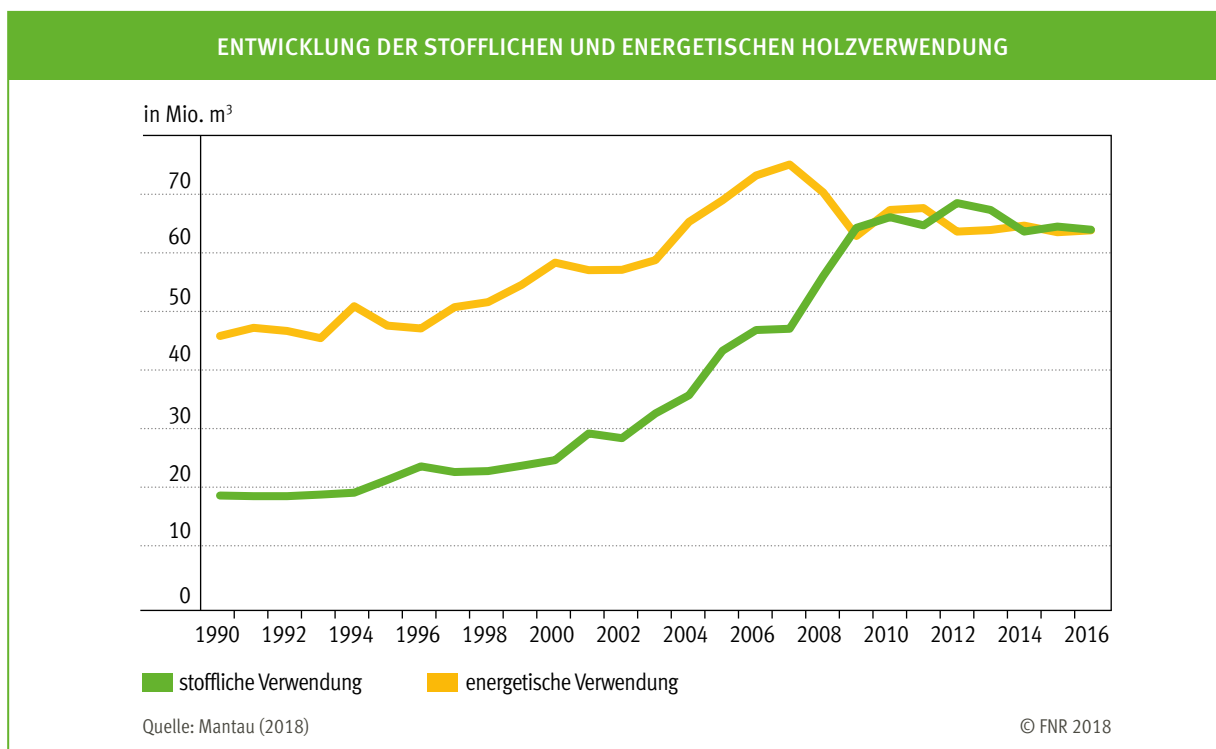


Abb. 5: Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung

Nach diesem allgemeinen Überblick werden im Folgenden die stofflichen und energetischen Verwendungssektoren näher betrachtet.

Stoffliche Holzverwendung

Sägeindustrie

Im Rohstoffmonitoring wurden für 2015 insgesamt 2.070 Schnittholzproduzenten ermittelt. In 1.433 Sägewerken wurde überwiegend Nadelholz eingeschnitten, 218 Sägewerke waren Laubholzbetriebe und 419 Sägewerke waren Mischbetriebe, die Nadel- und Laubholz einschnitten. Die 2.070 Sägewerke schnitten im Jahr 2015 36,0 Mio. m³ Stammholz ein. In 64 Sägewerken mit jeweils mehr als 100.000 m³ Einschnitt (3,1 % der Sägewerke) wurden 27,1 Mio. m³ oder 75,2 % des Stammholzes eingeschnitten. Es kennzeichnet die Struktur der Sägeindustrie, dass zu ihr sowohl kleine „Bauernsägen“ im ländlichen Raum als auch industrielle Großbetriebe gehören, die auf dem Weltmarkt aktiv sind.

Im Allgemeinen werden kleinere Betriebe (unter 10 Mitarbeitern) nicht in der amtlichen Statistik berücksichtigt. Für Rückschlüsse auf das genutzte Holz kann es jedoch von Bedeutung sein. Im Rohstoffmonitoring wird deshalb angestrebt, alle Sägewerke zu erfassen. Die Erfassungsquote der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes lag im Vergleich zum Rohstoffmonitoring 2015 für Rauware aus Nadelholz

bei 87,3 %, während die für Rauware aus Laubholz bei nur 38,1 % lag. Der niedrige Erfassungsgrad beim Laubschnittholz liegt einerseits an einer relativ großen Anzahl kleinerer Betriebe und andererseits an der Integration größerer Betriebe in die Weiterverarbeitung. Dadurch wird nicht der Einschnitt gemeldet, sondern der Betrieb meldet erst die weiterverarbeiteten Produkte.

Die Sägeindustrie hat sich seit 1990 von einer kleinständischen, regionalen Branche zu einer international wettbewerbsfähigen Branche entwickelt. Das war die Folge mehrerer verschiedener Einflussfaktoren. In der Folge der deutschen Wiedervereinigung kam es zu einem Bauboom (1989–1995). Gleichzeitig waren die Einkaufspreise für Rundholz aufgrund der Jahrhundertstürme (Vivian/Wibke, 1989/1990) auf Jahre hinaus relativ niedrig. In den neuen Bundesländern wurden nach der Vereinigung Investitionen durch EU-Förderung angeregt. Die bessere finanzielle Ausstattung ermöglichte Produktentwicklungen wie Konstruktionsvollholz (KVH) und Brettschichtholz (BSH), die im Bausektor neue Anwendungen und damit auch weitere internationale Märkte erschlossen. Das EXPO-Dach ist ein Beispiel dafür. Die Sägeindustrie profitierte auch von der EEG-Förderung, denn plötzlich entstanden für Schnittholzreststoffe attraktive Absatzmärkte, die Sägenebenprodukte zu umworbene Produkten machten. Von Nischen abgesehen bedarf es einer gewissen Größe, um auf den internationalen Märkten präsent zu sein. Das gelang zunächst auf dem amerikanischen Markt und verstetigte sich dann durch die Globalisierung.

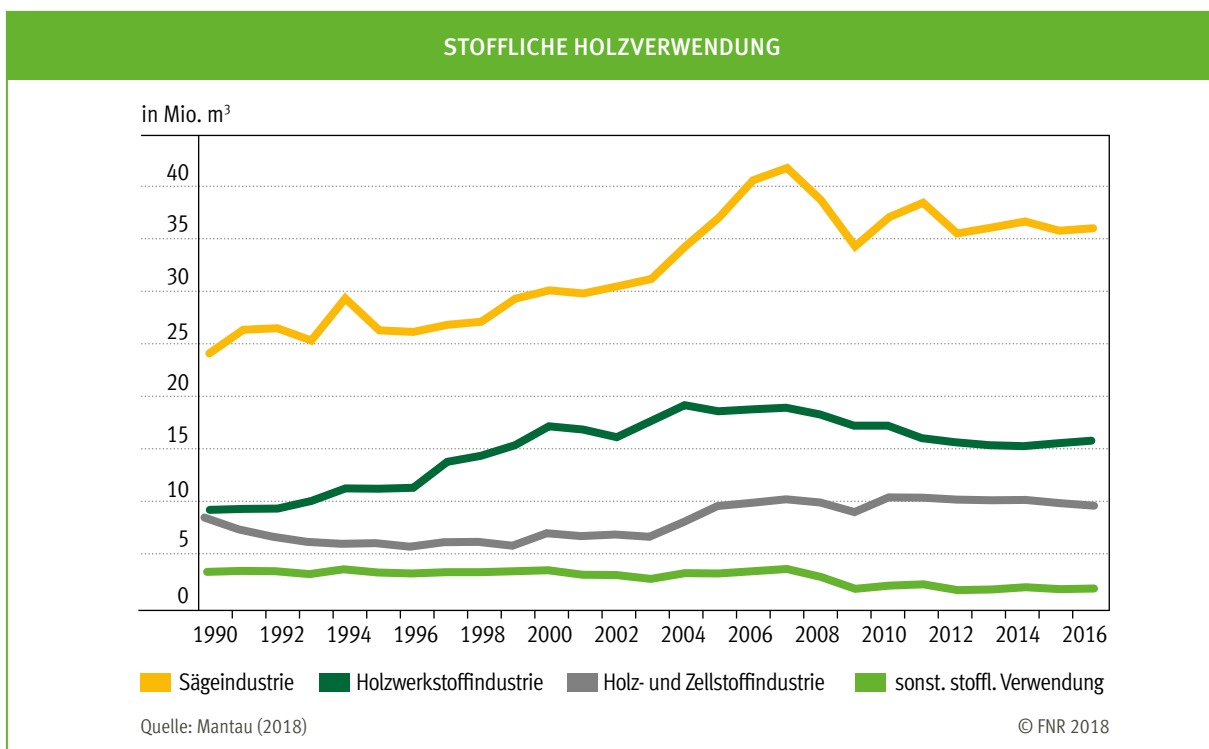


Abb. 6: Entwicklung der stofflichen Holzverwendung

Holzwerkstoffindustrie

Die Holzwerkstoffindustrie stellt vor allem industriell gefertigte Plattenprodukte her. Sie hatte ihre große Zuwachsphase in den 50er- und 60er-Jahren, als für einen Massenbedarf Möbel und im Baubereich ein günstiger Rohstoff benötigt wurde. Die Nierentische gelten inzwischen als Kultobjekte jener Zeit. Danach war der Markt erst einmal gesättigt und die Produktion stagnierte. Mitteldichte Faserplatten eroberten die Möbelfronten, aber verdrängten damit teilweise auch Spanplatten. Allerdings führte der Wettbewerbsdruck zu großen effizienten Produktionsanlagen. Im Rahmen der wirtschaftlichen Belebung und der Öffnung der Grenzen nach Osten belebte sich ab Mitte der 90er-Jahre auch der Markt für Holzwerkstoffe erneut. Die Aufbauleistung ähnelte der in der Aufbauphase der westlichen Länder. Mit der Finanzkrise setzte jedoch auch für die Plattenindustrie eine neue Konsolidierungsphase ein. Neue Anwendungsbereiche für z. B. die Holzfaserdämmplatte stabilisierten den Abschwung, der inzwischen beendet ist.

Das mengenmäßig wichtigste Produkt der Holzwerkstoffindustrie ist immer noch die Spanplatte, die in der Möbelindustrie und im Baubereich zum Einsatz kommt. Die mitteldichte Faserplatte (MDF) eignet sich besser für Anwendungen im Oberflächenbereich und findet z. B. in Möbelfronten einen wichtigen Einsatzbereich. Eine typische Anwendung für die hochverdichtete Faserplatte (HDF) sind hingegen Rückwände von Schrank- und Regalmöbeln. Ein stark wachsendes Segment sind die Holzfaserdämmstoffplatten (LDF). Die Erhebung zur Holzwerkstoffindustrie ergab, dass im Jahr 2015 in Deutschland in 32 Betriebsstätten, die auf 25 Standorte verteilt waren, Holzwerkstoffplatten produziert wurden. Seit der Finanzkrise 2009/2010 hat sich die Anzahl der Spanplattenwerke um 3 und die Anzahl der MDF/HDF-Werke um 2 verringert.

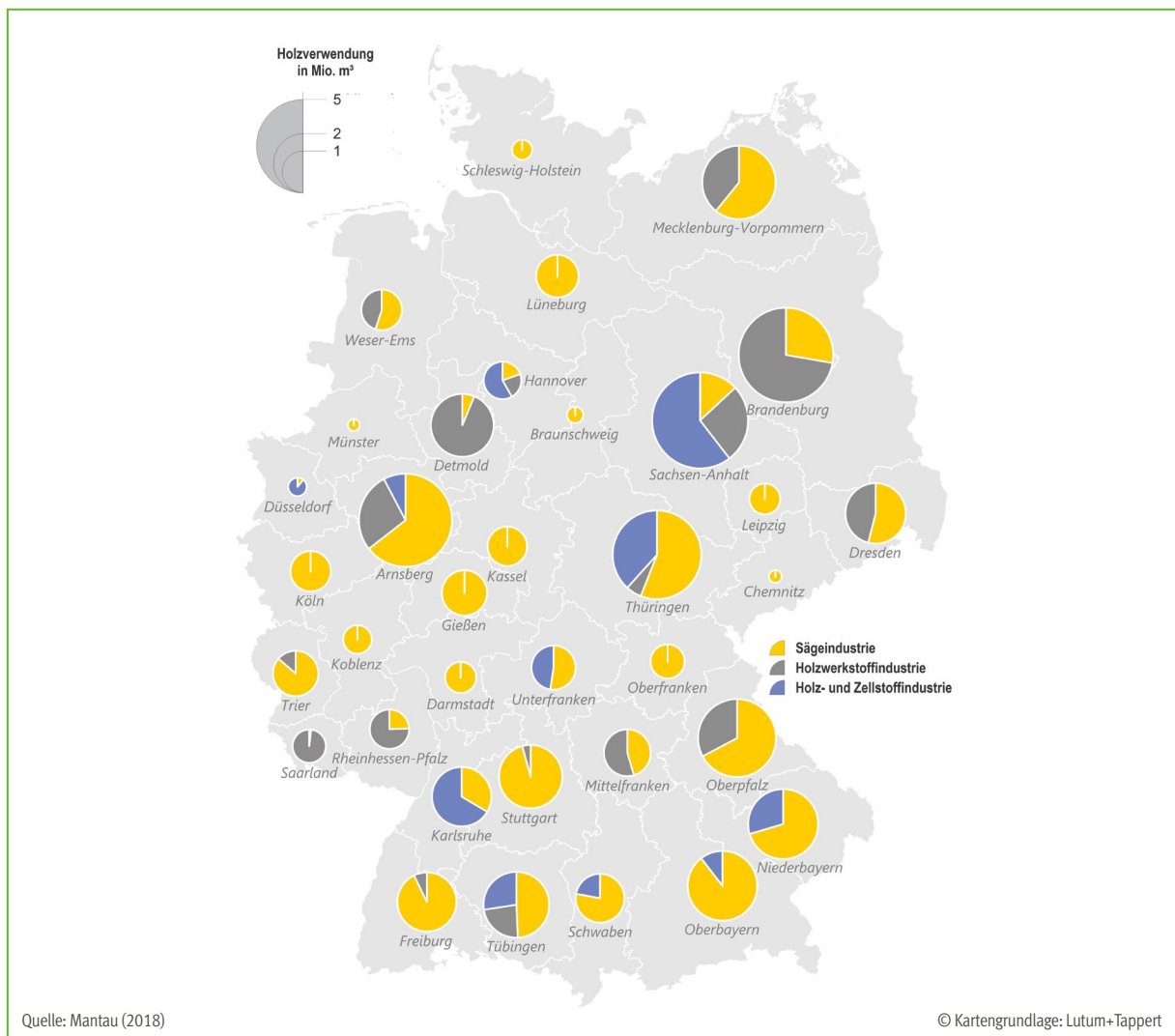
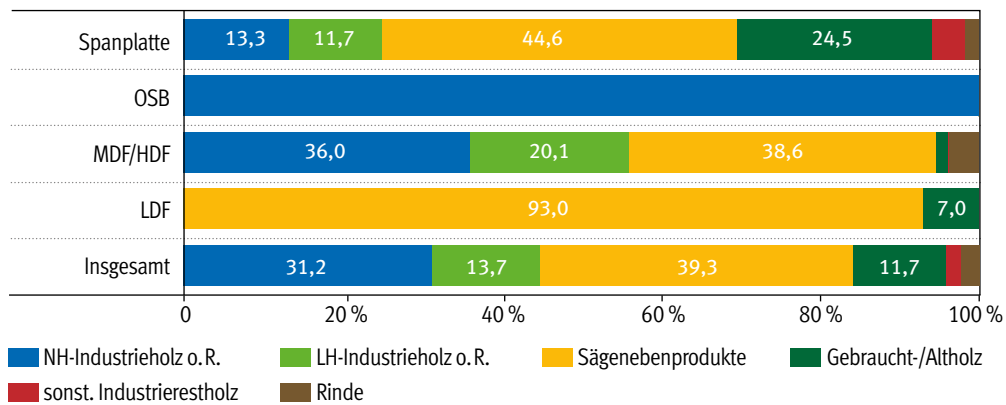


Abb. 7: Standorte der Holzindustrie

HOLZROHSTOFFVERWENDUNG IN DER HOLZWERKSTOFFINDUSTRIE 2015



Quelle: Döring, Glasenapp und Mantau (2017a)

© FNR 2018

Abb. 8: Holzrohstoffverwendung nach Produktgruppen und Holzsortimenten

Abbildung 8 stellt die Verteilung der verwerteten Holzsortimente der Holzwerkstoffindustrie im Jahr 2015 getrennt nach den Produktgruppen dar. Der Holzverbrauch der Branche ist sehr vielfältig. Dafür ist vor allem die Spanplatte ein gutes Beispiel. Spanplattenproduzenten verwerteten 44,6 % Sägenebenprodukte, 24,5 % Altholz, 25,0 % Nadelholz- und Laubindustrieholz und 5,9 % sonstige Sortimente. Für die neuartigen Holzwerkstoffplatten „Oriented Strand Boards“ (OSB) wird zur Herstellung der langen breiten Späne (strands) ausschließlich Nadelindustrieholz genutzt. MDF/HDF-Produzenten verwendeten zu annähernd gleichen Teilen Nadelindustrieholz und Sägenebenprodukte. Holzfaserdämmstoffplatten (LDF) wurden zu 93,0 % aus Sägenebenprodukten (Hackschnitzel) erzeugt.

Holz- und Zellstoffindustrie

Der Holzrohstoffverbrauch der Holz- und Zellstoffindustrie betrug im Jahr 2015 10,0 Mio. Festmeter (Fm). Aufgrund der gegenläufigen Produktionsentwicklungen (Reduzierung der Holzstoff- und Steigerung der Zellstoffproduktion) blieb der Holzverbrauch zwischen 2005 und 2015 annähernd gleich. Die Papier- und Zellstoffindustrie ist nicht so sehr von Investitionsgütermärkten (Bau, Möbel) abhängig. Als Hersteller von Produkten des täglichen Verbrauchs unterliegen sie deutlich moderateren konjunkturellen Schwankungen. So sank der Verbrauch in der Finanzkrise deutlich weniger als bei Schnittholz und Holzwerkstoffplatten. Einen Hausbau oder die Anschaffung neuer Möbel kann man leicht aufschieben. Bei Hygieneartikeln und Schulheften ist das schon schwieriger.

Im Folgenden wird die Verwendung der Rohstoffe im Jahr 2015 getrennt nach den Produktgruppen dargestellt.

Holzstoff wird durch mechanisches Heraustrennen der Holzfasern gewonnen. Bei der Produktion von Zellstoff wird das Rohholz zunächst zu Hackschnitzeln zerkleinert. Die Hackschnitzel werden in einer chemischen Lösung gekocht, wobei das Lignin herausgelöst wird, um reines Fasermaterial zu gewinnen.

Im Jahr 2015 wurden zur Herstellung von Holzstoff 2,4 Mio. m³ Rohholz eingesetzt. Der Holzbedarf wurde zu 84,0 % mit Nadelindustrieholz und 16,0 % mit Sägenebenprodukten gedeckt. Für die Zellstoffproduktion wurden 7,6 Mio. Fm Rohholz benötigt. Der höhere Holzeinsatz in der Produktion von chemischem Zellstoff hat seine Ursache im höheren Marktvolumen, aber auch im Produktionsverfahren. Während bei der Produktion von chemischem Zellstoff Rohholz in Faser und Lignin (Schwarzlauge) aufgetrennt wird, werden sie beim mechanisch hergestellten Holzstoff nur geschliffen. Bei der Produktion von chemischem Zellstoff entfielen 45,5 % auf Sägenebenprodukte und 43,5 % auf Nadel- und 11,0 % auf Laubindustrieholz. Auch der hohe Anteil an Sägenebenprodukten hat seine Ursache im Produktionsverfahren. Zellstoff benötigt für die Kochung Hackschnitzel. In großen Sägewerken können Hackschnitzel für die Zellstoffproduktion aufbereitet werden. Man spart sich damit das Hacken der Rundhölzer im Zellstoffwerk.

Im Jahr 2015 wurden insgesamt 2,6 Mio. t Holz- und Zellstoff produziert. Die Verringerung des Produktionsvolumens der Holzstoffindustrie ist auf Werksschließungen einerseits und eine rückläufige Kapazitätsauslastung andererseits zurückzuführen. Die Steigerung des Produktionsvolumens der Zellstoffindustrie hing im Wesentlichen mit dem Kapazitätsausbau der bestehenden Sulfatzellstoffwerke zusammen.

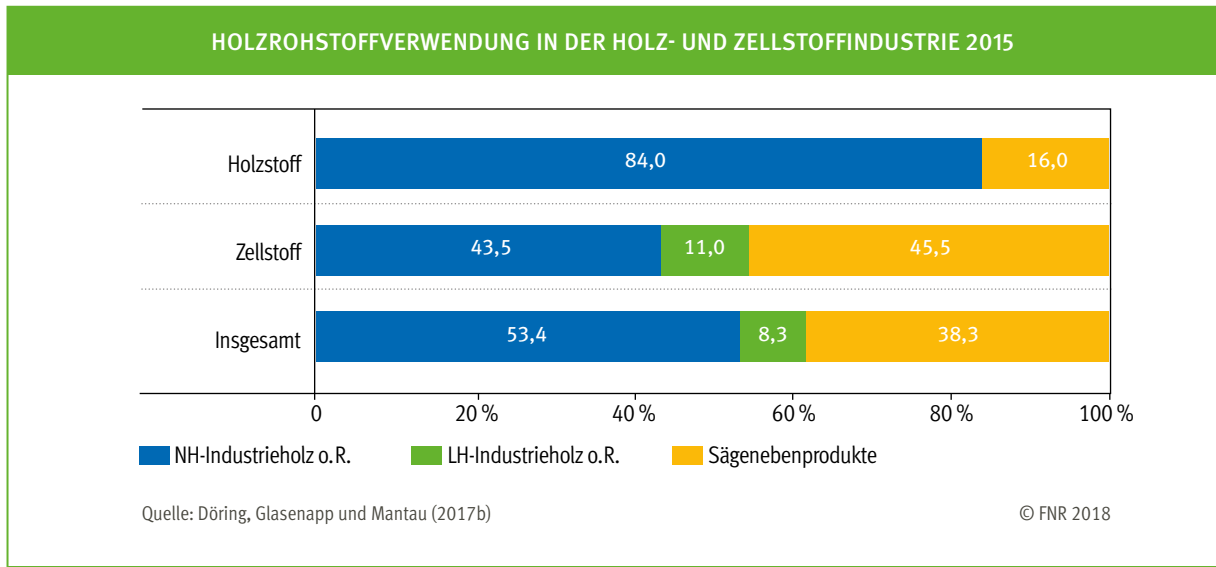


Abb. 9: Holzrohstoffverwendung in der Holz- und Zellstoffindustrie 2015

Noch bis in die 90er-Jahre hinein konnte in Deutschland kein Sulfatzellstoff produziert werden, weil Wasser- und Luftemissionen den gesetzlichen Auflagen nicht gerecht wurden. Technologische Entwicklungen überwand das Emissionsproblem, sodass mit den Industrieansiedlungen in den neuen Bundesländern auch zwei Sulfatzellstoffwerke errichtet wurden. Frühere Produktionseinschränkungen sind mit ein Grund, weshalb Deutschland heute noch hohe Importe für Sulfatzellstoff aufweist. Von den bisher genannten Branchen kam die Zellstoffindustrie mit den geringsten Produktionseinbußen aus.

Angetrieben durch den Logistikboom und Zuwächse im Versand- und Onlinehandel stieg der Verbrauch von Verpackungspapieren ungebrochen. Der Verbrauch von Druck- und Schreibpapieren verlief relativ stabil. Das Sorgenkind der Papierbranche sind weiterhin die Zeitungsdruckpapiere. Die Änderung in der Nutzung von Medien führte zu einem Rückgang des Verbrauchs an Zeitungsdruckpapieren. Die letzte Gruppe umfasst Hygiene- und Spezialpapiere. Die Trends verlaufen unterschiedlich. Während zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2015 die Produktion von Hygienepapieren wuchs, ging der Verbrauch von Spezialpapieren tendenziell zurück. Daraus kann insgesamt abgeleitet werden, dass die Zellstoffproduktion in Deutschland, von moderaten konjunkturellen Schwankungen abgesehen, weitgehend stabil verlaufen wird.

Energetische Holzverwendung

Eine wichtige Aufgabe des Rohstoffmonitoring Holz ist die Bereitstellung von Daten zur energetischen Holznutzung. Während es bei der stofflichen Holznutzung darum geht, die

Produktionsdaten um Daten zur Rohstoffverwendung zu ergänzen, fehlten und fehlen für die energetische Nutzung sogar die Grundlagen zur Verbrauchsbestimmung. Da inzwischen die Hälfte des Holzverbrauchs auf die energetische Nutzung entfällt, ist deren Erfassung ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeitskontrolle.

Private Haushalte

Der Energieholzverbrauch von privaten Haushalten wird in keiner Statistik erfasst und der gemeldete Einschlag für energetische Zwecke erfasst nur eine Teilmenge. Im Rohstoffmonitoring werden etwa alle drei bis vier Jahre ca. 10.000 private Haushalte nach ihrer Verwendung von Holz für energetische Zwecke befragt.

In der Studie zum Jahr 2010 wurde ein Brennholzverbrauch in privaten Haushalten von ca. 32,0 Mio. Fm ermittelt, wovon etwa drei Viertel bzw. 23,6 Mio. Fm auf Waldscheitholz entfielen. Davon waren 18,6 Mio. Fm Derbholz und 5,0 Mio. Fm Äste/Zweige (Waldrestholz). Während der Winter 2010 viele Frosttage aufwies, verlief der Winter 2014 verhältnismäßig milde. Somit war es nicht überraschend, dass der Brennholzverbrauch im Jahr 2014 auf 27,6 Mio. Fm zurückging. Auf das mengenmäßig wichtigste Brennholzsortiment Waldscheitholz entfielen 19,7 Mio. Fm. Davon waren 15,3 Mio. Fm Derbholz und 4,4 Mio. Fm Äste/Zweige (Waldrestholz). Die Holzverwendung in privaten Haushalten ist deutlich stärker von Frosttagen abhängig als die Verwendung in Biomassefeuerungsanlagen, die mit EEG-Förderung Strom erzeugen.

Die Anzahl der bewohnten Wohnungen stieg zwischen 2010 und 2014 um +0,6 Mio. bzw. +1,8 %. In derselben Zeit stieg die Anzahl der mit Holz heizenden Haushalte

VERWENDETE BRENNHOLZSORTIMENTE IN PRIVATEN HAUSHALTEN 2014

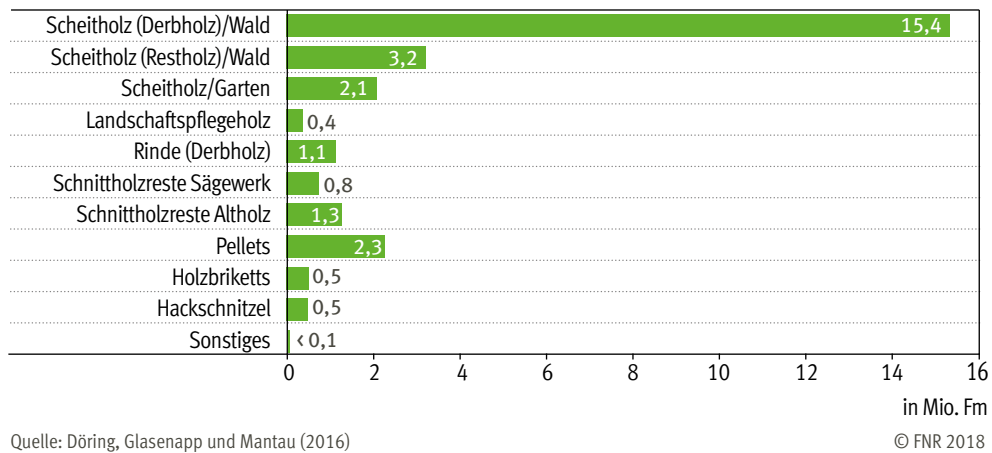


Abb. 10: Verwendete Brennholzsortimente in privaten Haushalten im Jahr 2014

überproportional (+0,7 Mio. bzw. +10,9 %). Die Anzahl der Pelletverbraucher nahm von ca. 221.000 auf ca. 491.000 zu. Die Anzahl der Pelletheizungen ist etwas geringer als die Anzahl der Pelletverbraucher, weil Pellets auch anderweitig (z. B. Anfeuern, Einstreu) verwendet werden können. Aufgrund dieser Entwicklungen ist davon auszugehen, dass die Gruppe der Haushalte, die größere Anteile ihres Wärmebedarfs über Holzbrennstoffe deckten, gestiegen war und das

strukturelle Potenzial des Brennholzverbrauchs gegenüber dem Jahr 2010 weiter zugenommen hat.

Das Volumen des gesamten Scheitholzlagers in privaten Haushalten belief sich im Jahr 2014 auf 49,2 Mio. Fm. Dies entsprach etwa der 2,3-fachen Menge des jährlichen Scheitholzverbrauchs in privaten Haushalten. Im Jahr 2014 verbrauchten Haushalte zu 62,4 % Laubholz und zu 37,6 % Nadelholz.

ENERGETISCHE HOLZVERWENDUNG

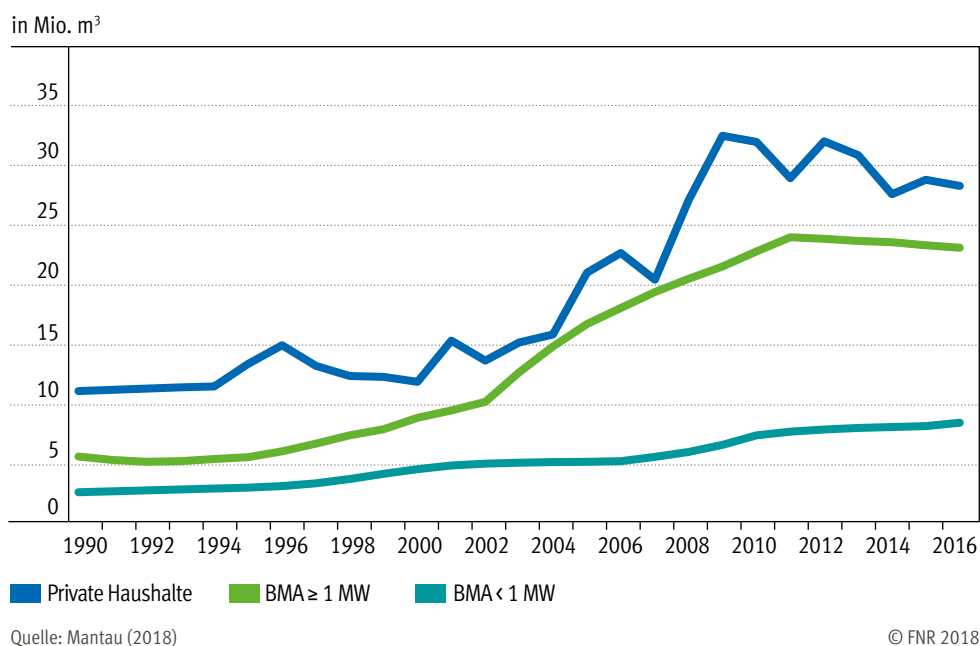


Abb. 11: Entwicklung der energetischen Holzverwendung

Biomassefeuerungsanlagen

Der Holzverbrauch von Biomassefeuerungsanlagen, die durch das EEG gefördert werden, unterscheidet sich deutlich von dem privater Haushalte. Im Jahr 2016 wurden im Rahmen des Rohstoffmonitorings Holzfeuerungsanlagen ab 1 MW Feuerungswärmeleistung erfasst. Danach gab es 504 Anlagen ab dieser Größe. Der errechnete Holzverbrauch lag im Jahr 2016 bei 13,3 Mio. t_{utro}. Das entspricht 19,2 Mio. Fm Holz. Nachstehende Grafik zeigt für das Jahr 2016 die Anteile der einzelnen Holzsortimente.

Den größten Anteil an den Holzsortimenten hatte Altholz mit einer Verbrauchsmenge von 6,5 Mio. t (48,6 %). Relativ groß ist auch der Anteil von Landschaftspflegematerial. Das ist Holz, das z.B. von städtischen Gartenbaubetrieben bei der Pflege von Parks geerntet wird. Unter Sonstiges wurden nicht genauer definierbare Holzrohstoffe, wie z.B. Siebreste, Holzhackschnittel unbestimmter Herkunft, aber auch die in der Befragung separat erhobenen Sortimente Schnellwuchsplan-

tagenholz und Pellets/Briketts zusammengefasst. Letztere Sortimente wurden jedoch, wie auch Altpapier, so gut wie nicht genutzt.

Zur Ermittlung der Grundgesamtheit für Holzfeuerungen in Kleinf Feuerungsanlagen wurden Bestandszahlen des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) für Holzfeuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. Bundesimmissionschutzverordnung (BimSchV) verwendet. Danach gab es im Jahr 2016 36.572 Anlagen dieser Größenordnung. Eine Stichprobenerhebung für das Jahr 2016 ergab in dieser Gruppe eine Holzverwendung von 6,5 Mio. t_{utro}. Das entspricht 8,2 Mio. m³ Holz.

Die verwendeten Holzsortimente in Kleinf Feuerungsanlagen unterscheiden sich deutlich von denen in Großfeuerungsanlagen. Derbholz und Waldrestholz haben bei kleineren Anlagen größere Bedeutung. Das hat vermutlich auch seine Ursache darin, dass Kommunen ca. 20 % des deutschen Waldes

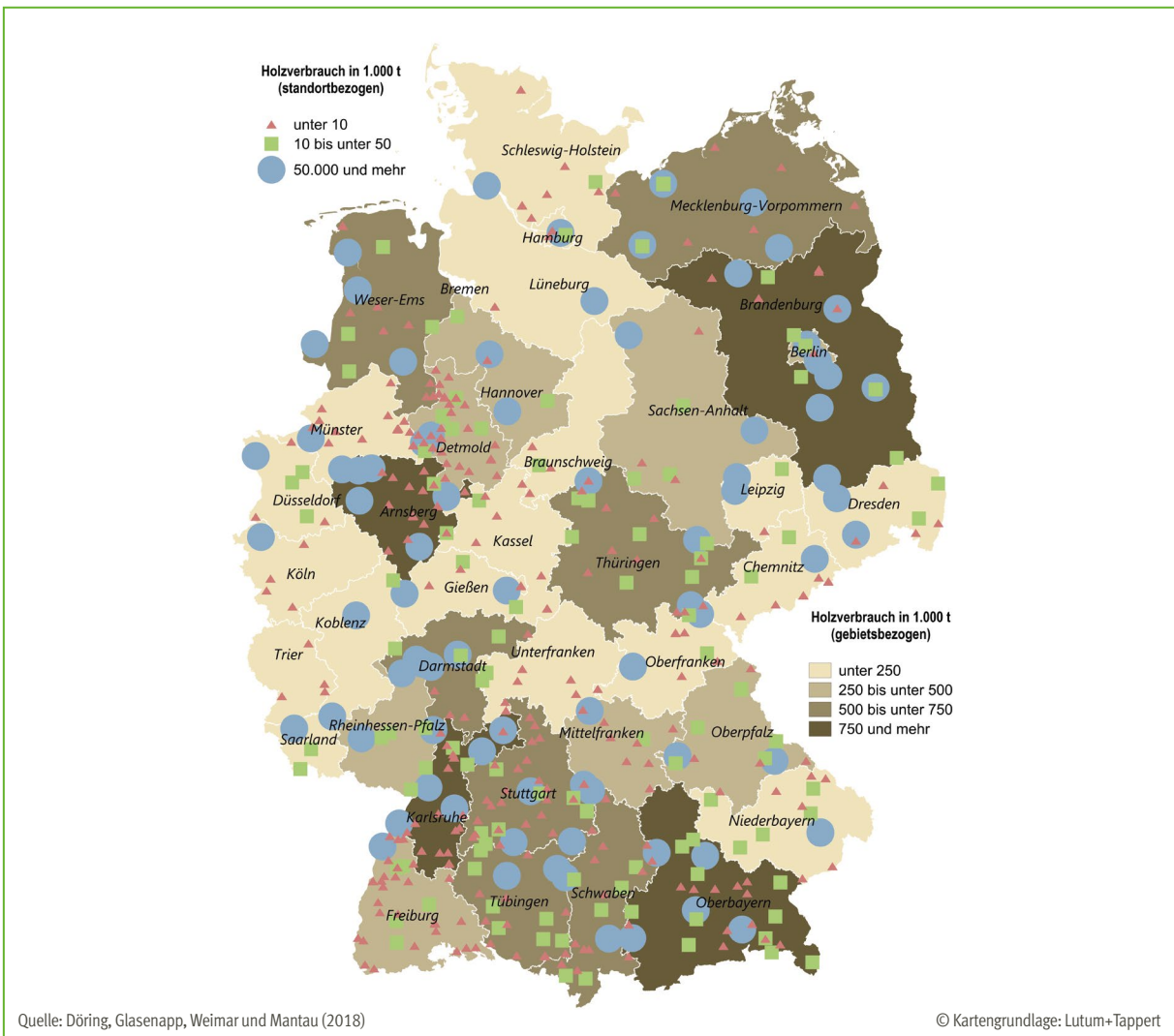


Abb. 12: Standorte der Holzfeuerungen nach Größenklassen des Holzverbrauchs nach Regierungsbezirken

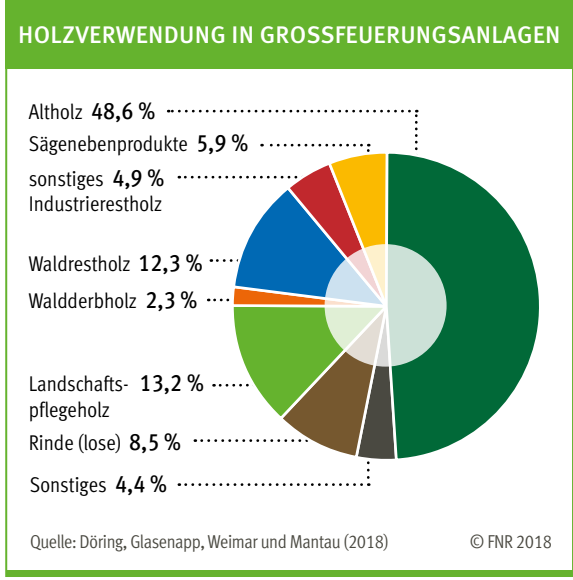


Abb. 13: Anteile der eingesetzten Holzsortimente in Großfeuerungsanlagen (BMA ≥ 1 MW)

besitzen und ihren Rohstoff selbst nutzen. Die wichtigsten Holzsortimente für Feuerungsanlagen unter 1 MW waren in absteigender Reihenfolge Waldrestholz (31,4 %), Sägenebenprodukte (18,4 %), Waldderbholz (13,7 %), Landschaftspflegeholz (15,9 %) und Pellets/Briketts (7,3 %). In der Kategorie Sonstiges werden Alt- bzw. Gebrauchtholz, Rinde (lose), Schnellwuchsplantagenholz und Hackschnitzel unbestimmter Herkunft (Sonstige Brennholzsortimente) zusammengefasst.

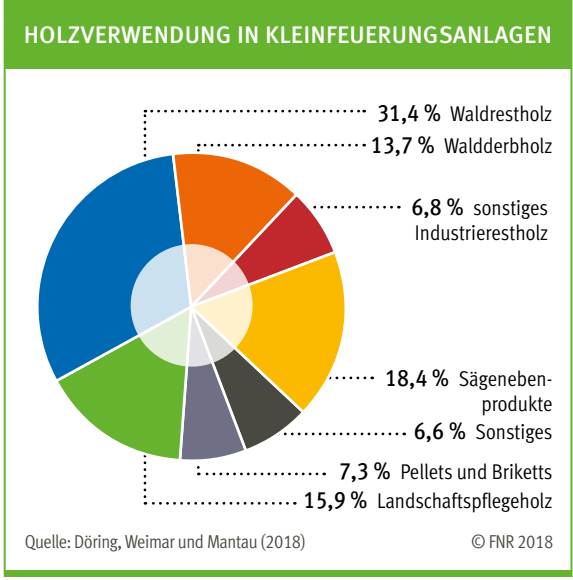


Abb. 14: Anteile der eingesetzten Holzsortimente in Kleinfeuerungsanlagen (BMA < 1 MW)

„Was also bewegt den Holzmarkt und warum nutzen wir Holz?“ Die Einflussfaktoren auf die Holzverwendung sind sehr vielfältig. Sie reichen von konjunkturellen Einflüssen bis zu Witterungseinflüssen. Die Politik beeinflusst die Holzverwendung durch rechtliche Vorschriften und fördernde Maßnahmen. Holzverwender handeln oft auch entsprechend traditioneller Gewohnheiten, was mit dem Vorkommen an Holz insgesamt und den Holzarten zusammenhängt. Gewerbliche Verwender sind eher preisgesteuert, als der private „Lustburner“, der zur Adventszeit nicht auf die Kaminwärme verzichten möchte.



Reststoffe sind ein vollwertiger Rohstoff

5 WIE BELASTBAR SIND DIE DATEN ZUM HOLZMARKT?

Ein wesentliches Charakteristikum der Holzrohstoffbilanz ist die Berechnungsrichtung. Ausgangspunkt der Berechnungen sind die Verwendungssektoren und nicht der Wald als Rohstofflieferant. Der Grund ist darin zu suchen, dass viele aktuelle Fragestellungen nicht beantwortet werden können, wenn der Rohstoffmix einer Verbrauchseinheit nicht bekannt ist.

Die Einschlagsstatistik weist zwar einzelne Sortimente aus, aber die sind nach Dimension, Qualität und Verwendung so sortiert, wie es der Waldbesitzer einstuft. Wenn der Waldbesitzer ein Sortiment an der Waldstraße als Stammholz ausweist, kann der Verwender dennoch sowohl ein Sägewerk (Nutzung als Stammholz) als auch ein privater Haushalt (Nutzung als Scheitholz) sein. Außerdem hat die Einschlagsstatistik das gleiche Problem mit vielen kleinen Betrieben (in diesem Fall den Waldbesitzern) wie vermutlich alle anderen Statistiken auch: sie ist unvollständig.

Die Holzmenge, die man für ein Produkt wie eine Holzwerkstoffplatte benötigt, kann man recht genau über technische Umrechnungsfaktoren bestimmen (z.B. 1,3 m³ Holz für 1,0 m³ Spanplatte). Das sagt aber noch nichts darüber, ob Waldholz, Sägenebenprodukte oder Altholz eingesetzt wurden. Zur Erstellung einer Holzrohstoffbilanz sind somit empirische Erhebungen erforderlich.

Rechentechnisch weist die Holzrohstoffbilanz einen großen Vorteil auf. Da sie ein geschlossenes System darstellt, muss ein Zufluss in einem Sektor einen Abfluss in einem anderen Sektor auslösen. Die Berechnungen erlauben einen Gegencheck, der es erleichtert, Datenfehler aufzudecken. Darüber hinaus wird das Schätzen im Falle von Datenlücken erleichtert bzw. der Schätzfehler umso mehr begrenzt, je größer der Anteil der bereits bekannten Daten ist.

Bekanntermaßen kommt Holz in den verschiedensten Maßeinheiten vor. In einer Bilanz wird jedoch ein einheitliches Verrechnungsmaß benötigt. Dies ist bei der Holzrohstoffbilanz das „Festmeteräquivalent“. Ein Festmeteräquivalent gibt das Volumen des geernteten Holzes im Festmaß an.

Umrechnungsfaktoren können zwischen Zeitpunkten und zwischen Regionen unterschiedlich sein, da sich mit jeder Veränderung im Rohstoffmix auch der Wassergehalt oder die Dichte des Holzes ändern können. Ein Kubikmeter Fichte wiegt etwa 470 kg, während ein Kubikmeter Buche auf etwa 690 kg kommt. Bei ständig wechselnden Umrechnungsfaktoren ginge die Vergleichbarkeit verloren. Deshalb ist es wichtig, die verwendeten Umrechnungsfaktoren offenzulegen, damit die Berechnungen nachvollziehbar sind. Sofern es keinen gewichtigen Grund gibt, sollten die Umrechnungsfaktoren jedoch stabil gehalten werden.

Das Ziel einer Holzrohstoffbilanz ist die systematische Darstellung aller Holzrohstoffströme. Dies kann in Bilanzen für einzelnen Holzrohstoffe (Tabelle 2, Seite 8) erfolgen, um die Verwendung des Rohstoffs darzustellen oder in Prozessbilanzen. Prozessbilanzen (Tabelle 4, S. 21) fassen alle Rohstoffströme zusammen und bilden damit auch die Kaskadennutzungen mit ab, also die mehrfache Nutzung eines Rohstoffes durch Verwendung von Rest- und Recyclinghölzern. Die folgende Übersicht einer Prozessbilanz stellt die einzelnen Verwendungssektoren zu Gruppen zusammen. Von der Verwendungsseite wird über die Rohstoffmixe einzelner Verwender auf den Rohstoffmix insgesamt auf der Aufkommenseite geschlossen.

TAB. 3: VERWENDETE UMRECHNUNGSFAKTOREN DER HOLZROHSTOFFBILANZ

Sortiment	erf. Einheit	in t _{atro}	in m ³	t _{atro} in m ³	m ³ in t _{atro}
Stammholz	Fm	0,48	1,00	2,083	0,480
Industrieholz (sonst.)	Fm	0,52	1,00	1,923	0,520
Waldrestholz/Schwachholz	Fm	0,52	1,00	1,923	0,520
Sägenebenprodukte	Fm	0,47	1,00	2,128	0,470
Rinde	SRm	0,18	0,33	1,833	0,545
sonstiges Industrierestholz	m ³	0,47	1,00	2,128	0,470
Altholz	t _{lutro}	0,80	1,73	2,163	0,462
Landschaftspflegematerial	t _{atro}	1,00	1,98	1,980	0,505
Pellets	t _{lutro}	0,90	1,91	2,128	0,470
Mittelwert				2,037	0,492

Quelle: Mantau (2018)

Diese Sichtweise ermöglicht es überhaupt erst, die verwendeten Rohstoffe zu quantifizieren und in ihrer Entwicklung darzustellen, denn weder die Verwendung von Industrierestholz noch die von verholztem Landschaftspflegematerial wird aufkommenseitig empirisch erfasst. So kann auch das verwendete Waldholz weiter differenziert werden. Im Jahr 2016 entfielen 44,8 % auf Nadelstammholz. „Stammholz“ ist hier verwendungsseitig definiert als Holz, das in der Sägeindustrie verarbeitet wird. Laubstammholz wird zu 3,2 % in der Sägeindustrie verwendet. Das sonstige Derbholz, also alles Holz über

7 cm Durchmesser, das nicht in der Sägeindustrie verarbeitet wird, entfällt zu 20,7 % auf sonstiges Nadelderbholz und zu 21,4 % auf sonstiges Laubderbholz. Diese Mengen enthalten sowohl stoffliche Verwendungen (Holzwerkstoffplatte, Holz- und Zellstoff) als auch energetische Verwendungen (Scheitholz). Waldrestholz hat einen Anteil von 9,8 % am verwendeten Waldholz. Knapp die Hälfte davon sind Äste und Zweige in der Haushaltsverwendung.

TAB. 4: SEKTOREN DER HOLZROHSTOFFBILANZ (PROZESSBILANZ)

Holzrohstoffbilanz			
Aufkommen			Verwendung
Holzrohstoffe aus der Forstwirtschaft	Nadelstammholz	Sägeindustrie	Holzindustrie
	Laubstammholz	Furnier- und Sperrholzindustrie	
	Waldrestholz	Zellstoffindustrie	
	Rinde	Holzwerkstoffindustrie	
Holzbiomasse außerhalb des Waldes	Landschaftspflegematerial	sonstige traditionelle Holznutzungen	energetische Holznutzung
	Kurzumtriebsplantagen	Biomasseanlagen ≥ 1 MW	
Industrierestholz (IRH)	Sägenebenprodukte	Biomasseanlagen < 1 MW	Raffinerie
	sonstiges festes IRH	private Haushalte	
	Schwarzlauge	Raffinerien zur stofflichen Nutzung	
Recycling	Altholz	Brennstoffraffinerien	EnergieproduktHersteller
Energieprodukte	Pellets und Briketts	Pelletproduzenten und andere	Bilanzausgleich
Bilanzausgleich	unbestimmtes Aufkommen	unbestimmte Verwendung	Bilanzsumme
Bilanzsumme	Aufkommen, insgesamt	Verwendung, insgesamt	

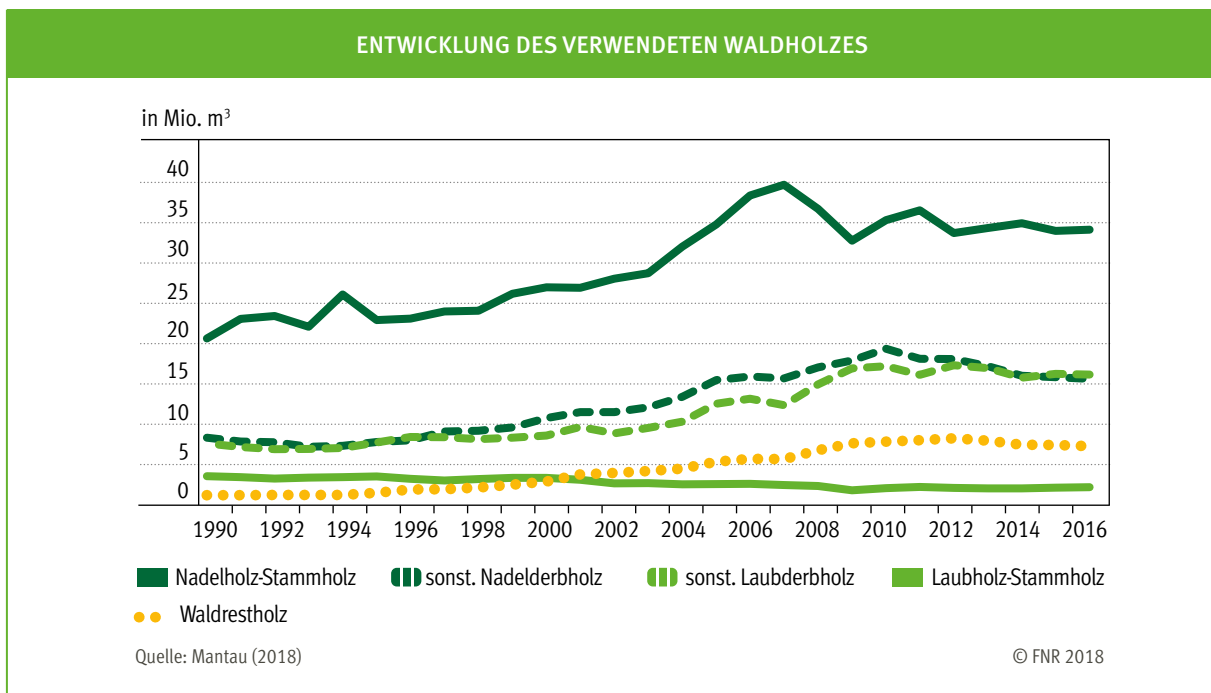


Abb. 15: Entwicklung des verwendeten Waldholzes

Zu den sonstigen Holzrohstoffen zählen Sägebeneprodukte, Altholz, sonstiges Industrierestholz (einschließlich Schwarzlaube), Landschaftspflegematerial und Rinde.

Im Jahr 2016 entfielen 34,6 % der sonstigen Holzrohstoffe auf Sägerestholz. Durch eine steigende Aktivierung des Altholzes erreichte das Altholzaufkommen im Jahr 2016 einen Anteil von 30,4 % an den sonstigen Holzrohstoffen. Der Anteil des verwendeten sonstigen Industrierestholzes ist in den letzten Jahren gesunken und erreicht nur noch einen Anteil von 6,2 %. Die Ursache könnte das hohe Angebot an Altholz und der damit verbundene Preisverfall sein, sodass Teile des sonstigen Industrierestholzes nicht mehr direkt verkauft werden konnten, sondern gelagert oder dem Altholz zugeführt wurden. Der Anteil des verwendeten verholzten Landschaftspflegematerials ist kontinuierlich gestiegen und erreichte 2016 11,2 %. Die Verwendung von loser Rinde hängt sehr eng mit der Verwendung von Derbholz zusammen und stagniert in den letzten Jahren mit etwa 9,5 %.

Mit dem Einschnitt stellt die Sägeindustrie 14,1 Mio. m³ Sägebeneprodukte zur Verfügung. Es werden jedoch 16,7 Mio. m³ verwendet. Das liegt daran, dass Reste von Schnittholzprozessen auch anderswo anfallen. So nutzen z. B. private Haushalte 0,8 Mio. m³ Schnittholzreste energetisch, die aus ihrer eigenen Verarbeitung von Schnittholz anfielen.

Von den 15,7 Mio. m³ der Holzwerkstoffindustrie entfallen 45,9 % auf Industrieholz (sonstiges Derbholz). Bei der Holzstoff und Zellstoffindustrie sind es 61,1 % von insgesamt 9,8 Mio. m³.

Die größte energetische Verwendung entfällt auf private Haushalte mit 28,3 Mio. m³ im Jahr 2016, gefolgt von Großfeuerungsanlagen mit 23,0 Mio. m³. Kleinfeuerungsanlagen kommen auf einen Verbrauch von 8,2 Mio. m³.

Energieholzprodukte (Pellets und Briketts) nehmen eine gewisse Sonderstellung ein. Sie stellen keine energetische Endnutzung dar, sondern sind ein Zwischenprodukt wie auch Holzkohle, Anmachholz etc. Im Rahmen einer Prozessbilanz gehören sie als Zwischenprodukt dazu, weil über sie die Holzverwendung kalkuliert wird. Sofern man die energetische und stoffliche Nutzung voneinander trennen möchte, kann man sie aus der Betrachtung herauslassen. Ohne Energieholzproduzenten beträgt die Bilanzsumme 123,0 Mio. m³. Davon entfielen 51,5 % auf die stoffliche und 48,5 % auf die energetische Verwendung.

Holzrohstoffe aus dem Wald machen 61,6 % der verwendeten Holzbiomasse aus. Landschaftspflegeholz gehört zur Gruppe der Holzbiomasse außerhalb des Waldes und trägt mit 4,3 % zum Aufkommen bei. Holz aus Kurzumtriebsplantagen hat nach wie vor nur einen geringen Anteil. Die Statistik weist eine Fläche von 5.600 ha aus. Bei einem Ertrag von 10 t/ha Frischmaterial entspräche dies ca. 60.000 m³ (Festmeteräquivalent). Allerdings lassen sich diese Mengen in der Nutzung nur schwer nachweisen. Das liegt einerseits an der geringen Menge, andererseits aber auch daran, dass Plantagenholz in gehackter Form kaum vom Landschaftspflegematerial oder vom Waldrestholz zu unterscheiden und vermutlich zum Teil in diesen Mengen enthalten ist. Ggf. kommt es auch zu Handelsströmen, in denen gehackte Hölzer aus den verschiedenen Quellen vermischt werden.

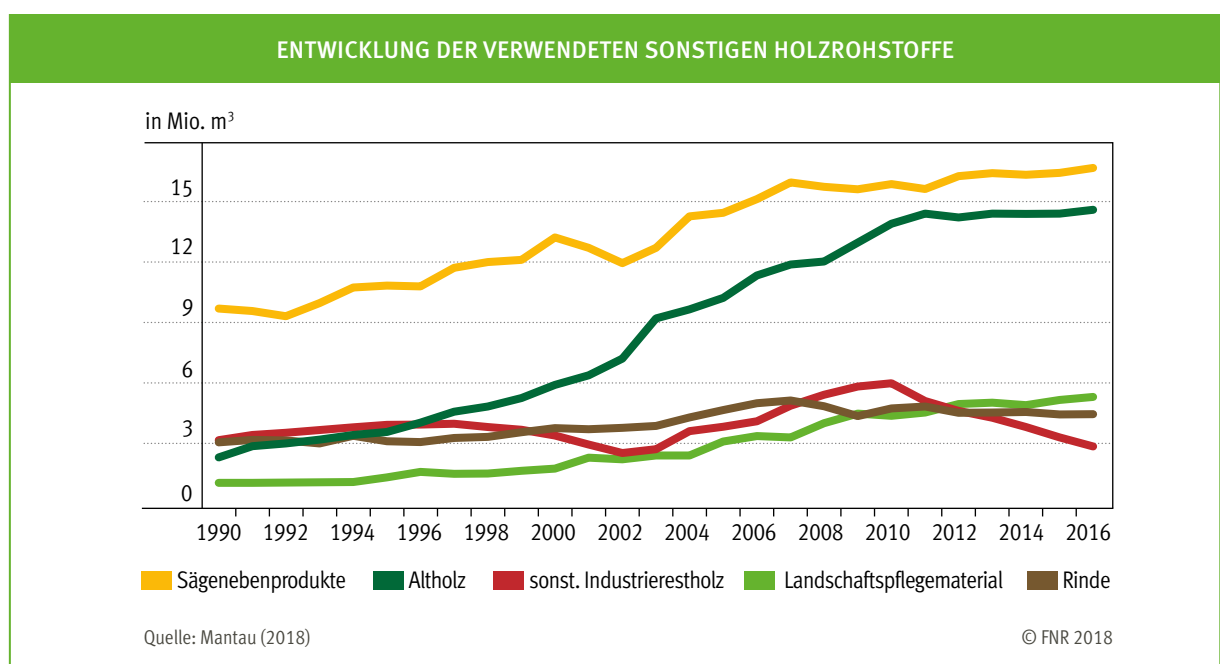


Abb. 16: Entwicklung der verwendeten sonstigen Holzrohstoffe

In der Summe macht die verholzte, primäre Biomasse (Waldholz, Landschaftspflege und Kurzumtrieb) mit 66,9 % exakt zwei Drittel des Aufkommens aus. Entsprechend kommt ein Drittel aus anderen Quellen. Ein Bilanzausgleich ist erforderlich, weil sich nicht alle Verwendungen bestimmten Holzrohstoffen zuordnen lassen.

Die Befragungen des Rohstoffmonitorings zu einzelnen Verwendungssektoren finden nicht jährlich statt. Die Fortschreibung der Befragungsergebnisse für die Zwischenjahre erfolgt über Verbrauchsindikatoren. So wird die Produktion der Sägeindustrie, einschließlich kleinerer Sägewerke, über die Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes fortgeschrieben. Für den Energieholzverbrauch der privaten Haushalte werden die Zwischenjahre über einen Regressions-

ansatz, der u.a. Frosttage und Energiepreise berücksichtigt, fortgeschrieben. Diese Form der „Dynamisierung“ des Monitorings ist erforderlich, um kontinuierliche Datenreihen zu erhalten.

Die folgende Holzrohstoffbilanz vergleicht das Anfangsjahr der Betrachtungsperiode 1990 mit dem letzten Jahr der Berechnungen 2016. Insgesamt hat sich die Nutzung von Holzrohstoffen fast verdoppelt (+97,2 %). Das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate in 26 Jahren in Höhe von +3,7 %. Die stoffliche Nutzung stieg in diesem Zeitraum um 40,3 % oder +1,5 % jährlich. Die energetische Verwendung von Holz machte hingegen einen Sprung um +218,2 % von 18,7 Mio. m³ auf 59,5 Mio. m³. Das entspricht einer jährlichen Zuwachsrate von +8,1 %.

TAB. 5: PROZESSUALE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR DAS JAHR 2016

Aufkommen	Holzrohstoffbilanz				Verwendung
	2016		2016		
	Mio. m ³	%	Mio. m ³	%	
Sägestammholz	36,2	28,5	36,2	28,5	Sägeindustrie
sonstiges Derbholz	30,4	23,9	15,7	12,3	Holzwerkstoffe
Waldrestholz	7,4	5,8	9,8	7,7	Holzschliff und Zellstoff
Rinde	4,3	3,4	1,7	1,4	sonst. stoffliche Nutzung
Landschaftspflegematerial	5,4	4,3			
Kurzumtriebsplantagen	0,0	0,0	23,0	18,1	Energetisch ≥ 1 MW
Sägenebenprodukte	16,7	13,1	8,2	6,5	Energetisch < 1 MW
sonstiges Industrierestholz	3,0	2,3	28,3	22,2	Hausbrand
Schwarzlaube	3,9	3,0	0	0	sonst. energet. Verw.
Altholz	14,6	11,5			
Holzenergieprodukte	4,2	3,3	4,2	3,3	EnergieproduktHersteller
Bilanzausgleich	1,1	0,9	0	0	Bilanzausgleich
Insgesamt	127,2	100	127,2	100	Insgesamt

Quelle: Mantau (2018)

TAB. 6: VERGLEICH DER HOLZROHSTOFFBILANZ ZWISCHEN DEN JAHREN 1990 UND 2016

Aufkommen	Holzrohstoffbilanz						Verwendung
	1990	2016	Δ	1990	2016	Δ	
	Mio. m ³			Mio. m ³			
Sägestammholz	24,3	36,2	11,9	24,3	36,2	11,9	Sägeindustrie
sonstiges Derbholz	16,0	30,4	14,4	9,4	15,7	6,3	Holzwerkstoffe
Waldrestholz	1,4	7,4	6,0	8,7	9,8	1,1	Holzschliff und Zellstoff
Rinde	2,9	4,3	1,4	3,2	1,7	-1,5	sonst. stoffliche Nutzung
Landschaftspflegemat.	1,2	5,4	4,2	45,6	63,4	17,8	stoffliche Nutzung
Kurzumtriebsplantagen	0,0	0,0	0,0	5,4	23,0	17,7	Energetisch ≥ 1 MW
Sägenebenprodukte	9,7	16,7	6,9	2,4	8,2	5,9	Energetisch < 1 MW
sonstiges Industrierestholz	3,3	3,0	-0,3	10,9	28,3	17,3	Hausbrand
Schwarzlaube	2,5	3,9	1,4	0,0	0,0	0,0	sonst. energet. Verw.
Altholz	2,8	14,6	11,8	18,7	59,5	40,9	energetische Nutzung
Holzenergieprodukte	0,2	4,2	4,0	0,2	4,2	4,0	EnergieproduktHersteller
Bilanzausgleich	0,2	1,1		0	0		Bilanzausgleich
Insgesamt	64,5	127,2	62,7	64,5	127,2	62,7	Insgesamt

Quelle: Mantau (2018)

Abgesehen von übersichtlichen Bilanzen unterstützt das Rohstoffmonitoring auch spezielle Fragestellungen. Wie bereits weiter oben erwähnt, bildet die amtliche Einschlagsstatistik den Holzeinschlag nicht vollständig ab. Für Abschätzungen hinsichtlich der Nutzungsintensität und verfügbarer Rohholzpoteziale ist sie daher nicht geeignet. Diese Informationslücke kann mit der Einschlagsrückrechnung geschlossen werden. Zentrale Grundlage dafür sind die Daten aus dem Holzrohstoffmonitoring. Ähnlich wie zur Erstellung der Holzrohstoffbilanz wird auch bei der Einschlagsrückrechnung eine verwendungsseitige Abschätzung vorgenommen. Es wird auf Grundlage der Ergebnisse aus dem Rohstoffmonitoring ermittelt, welche Rohholzmengen aus dem Wald zur stofflichen und energetischen Nutzung in die Industrie und in die Haushalte fließen. Weiterhin werden Bestandesänderungen von Rohholzlagern im Wald (gefälltes Holz) und in der Industrie sowie der Außenhandel mit Rohholz berücksichtigt.

Wichtig ist an dieser Stelle, dass die Entnahme vom Waldrohholz nicht mit dem Einschlag gleichzusetzen ist. Es können beispielsweise Anteile an gefälltem Rohholz im Wald verbleiben. Diese Mengen werden eingeschlagen, aber nicht genutzt. Dies trifft sowohl für Derbholz als auch für Nicht-Derbholz zu. Vom eingeschlagenen Derbholz verbleiben derzeit etwa 4 % bei Nadelholz und 8 % bei Laubholz im Wald und werden nicht genutzt. In diesen Fällen handelt es sich um sogenanntes nicht verwertetes Derbholz (NVD). Demgegenüber wird allerdings auch Nicht-Derbholz (NDH), also Holz mit einem Durchmesser unter 7 cm, genutzt. Derzeit wird Waldrestholz ausschließlich energetisch genutzt. Das Nutzungsvolumen von Nicht-Derbholz ist abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren, wie z. B. der Kälte des Winters und von der Art der Berechnung dieses nicht ganz leicht zu bestimmenden Sortiments.

Als weitere wichtige Komponente bei der Ermittlung des Holzeinschlags müssen Bestandsveränderungen von Rohholzlagern berücksichtigt werden. Insbesondere nach schweren Sturmereignissen können im Wald große Lager mit Rohholz aufgebaut werden. Diese Mengen sind im Jahr des Sturmereignisses als Einschlag zu bewerten. Die Einlagerung und damit der Abfluss des Sturmholzes aus dem Lager hin zu einer stofflichen oder energetischen Verwendung kann über mehrere Jahre erfolgen. Diese Nutzung von Rohholz wird bei der verwendungsseitigen Einschlagsermittlung so berücksichtigt, dass sie im Jahr der Nutzung als Entnahme aus Lagerbeständen und nicht als Einschlag gewertet wird. Im längeren Zeitverlauf der Holzeinschlagsrückrechnung sind so besonders die großen Sturmwürfe im Jahr 2000 (Lothar) und im Jahr 2007 (Kyrill) als deutliche Einschlagsspitzen zu erkennen. Insgesamt zeigt der Holzeinschlag in Deutschland in den letzten Jahren einen leicht rückläufigen Trend.



Holzerntefläche

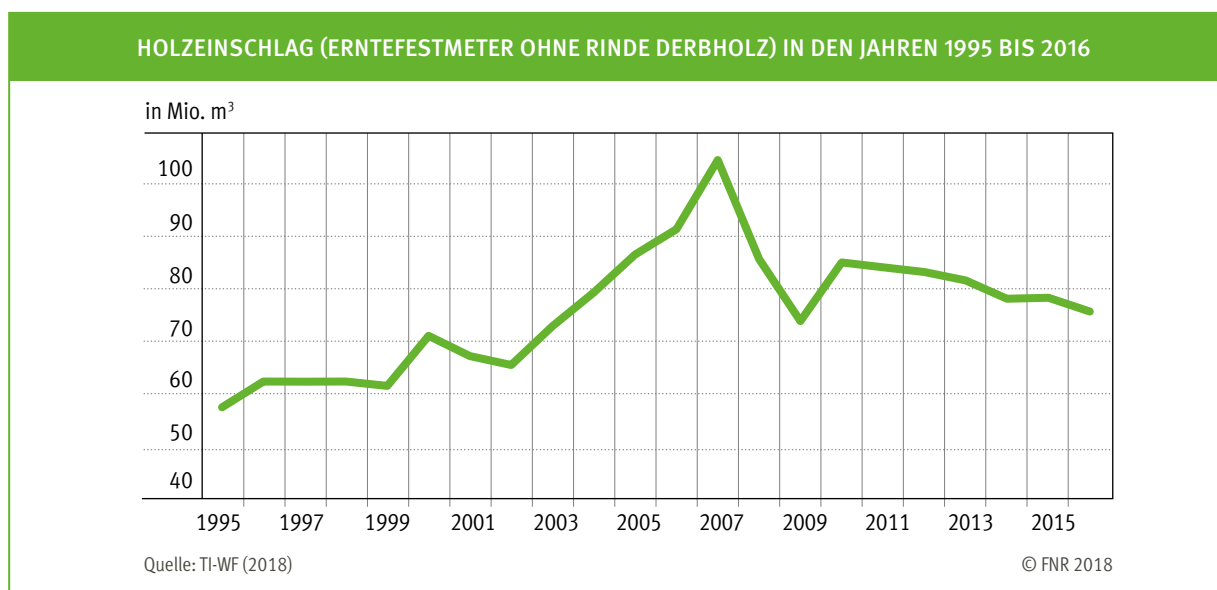


Abb. 17: Der Holzeinschlag (Efm o.R. Derbholz) in den Jahren 1995 bis 2016 nach verwendungsseitiger Rückrechnung

6 WIE VIEL HOLZ IST VERFÜGBAR UND WOVON HÄNGT ES AB?

Waldinventuren ermitteln zahlreiche Zustands- und Entwicklungsparameter des Waldes. Für Betrachtungen in diesem Zusammenhang ist vor allem der durchschnittliche, jährliche Zuwachs von Bedeutung, weil er eine Orientierung für eine nachhaltige Nutzung ist. In den Jahren zwischen der zweiten Bundeswaldinventur (BWI²) und der dritten Bundeswaldinventur (BWI³) wuchsen 11,2 m³ je Hektar zu, was für die gesamte Fläche einem Zuwachs von 121,6 Mio. m³ (Vfm) entspricht. Abzüglich der Ernteverluste und der Rinde entsprach dies einer theoretischen jährlichen Nutzung in Höhe von 75,7 Mio. m³ (Efm).

Wald kann unter Nachhaltigkeitsbedingungen nach unterschiedlichen Zielsetzungen bewirtschaftet werden. Auf der Grundlage der Waldinventuren modelliert die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) das Rohholzpotenzial für die nächsten vier Jahrzehnte. Vor der Entwicklung der WEHAM-Szenarien wurden in einem Stakeholder-Beteiligungsprozess mit verschiedenen Interessengruppen zwei Szenarien entwickelt. Das Holzpräferenzszenario und das Naturschutzpräferenzszenario geben nachhaltige Nutzungsmöglichkeiten auf der Grundlage folgender Annahmen wieder.

Mit beiden Szenarien wird eine Bandbreite nachhaltiger Nutzungsmöglichkeiten aufgezeigt. Welches Szenario bzw. welcher Kompromiss zwischen beiden gewählt wird, entscheidet der gesellschaftliche Prozess im Rahmen einer Bewertung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielsetzungen und im Rahmen der bestehenden Gesetze.

Die nachfolgenden Ausführungen zeigen auf, wie sich die Nutzung von Holz im Vergleich zu den Szenarien entwickelt hat. Dazu werden die Nutzungsdaten des Rohstoffmonitorings für das Jahr 2016 mit den jährlichen Zuwächsen der WEHAM-Szenarien verglichen. Für einen Vergleich empfiehlt es sich, den durchschnittlichen jährlichen Zuwachs der Hauptbaumarten der WEHAM-Periode 2013 bis 2052 zu wählen.

Etwa 90 % der stofflichen Nutzung entfallen auf Nadelholz. Die hohe Nadelholzverwendung in der stofflichen Nutzung hat verschiedene Ursachen. Endwarenmärkte wie Bau und Verpackung präferieren vor allem das leichtere Nadelholz. Zudem lässt sich die Verarbeitung von Nadelholz sowohl technisch als auch ökonomisch in fast allen stofflichen Verwendungsbereichen besser realisieren als die von Laubholz.

TAB. 7: NACHHALTIGE WALDBEWIRTSCHAFTUNG: VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN

Holzpräferenzszenario	Naturschutzpräferenzszenario
Laubholzflächenanteil von derzeit 42 % beibehalten.	Laubholzflächenanteil um +15 % erhöhen.
Nadelholzflächenanteil von derzeit 58 % beibehalten.	Nadelholzflächenanteil um -19 % absenken.
Anteile des schnell wachsenden Nadelholzes (z. B. Douglasie) um 17 % erhöhen.	Anteile nichtheimischer Baumarten (z. B. Douglasie) beibehalten.
Umtriebszeit deutlich reduzieren.	Umtriebszeit (Erntezeitpunkt) erhöhen.
Holzvorrat von 336 m ³ /ha auf 289 m ³ /ha reduzieren.	Holzvorrat von 336 m ³ /ha auf 374 m ³ /ha erhöhen.
Status quo naturschutzfachlicher Maßnahmen im Wald erhalten, aber nicht weiter erhöhen.	Höhere Nutzungseinschränkungen auf Flächen mit reduziertem Holzaufkommen, aber auf Gesamtfläche beibehalten.
Totholzvorrat von derzeit 14,7 m ³ /ha beibehalten.	Totholzvorrat von derzeit 14,7 m ³ /ha auf 35 m ³ /ha erhöhen.

Quelle: Oehmichen et al. (2017)

TAB. 8: VERGLEICH DER HOLZVERWENDUNG 2016 MIT DEN WEHAM-POTENZIALEN 2013–2052

Derbholzverwendung (ohne Lagerbestandsveränderung)	Summe		Nadelholz		Laubholz	
	Mio. m ³	%*	Mio. m ³	%*	Mio. m ³	%*
Inlandsverwendung	66,6	107,1	49,4	111,5	17,2	96,1
Außenhandelsaldo	4,4	7,1	5,1	11,5	-0,7	-3,9
Waldholznutzung	62,2	100	44,3	100	17,9	100
Mittleres jährliches Nutzungspotenzial nach WEHAM	Mio. m³	%*	Mio. m³	%*	Mio. m³	%*
Holzpräferenzszenario	104,7	168,3	67,9	153,2	36,8	205,6
Naturschutzpräferenzszenario	78,2	125,7	53,3	120,3	24,9	139,1

Quelle: Mantau (2018), Oehmichen et al. (2017)

* Basis der Prozentwertberechnung ist die Waldholznutzung



Durch Mischwald geprägtes Landschaftsbild

Trotz der relativ hohen Nadelholznutzung liegt die aktuelle Inlandsverwendung (49,4 Mio. m³) noch unter der unteren Grenze (53,3 Mio. m³) des potenziellen Nutzungskorridors. Der Abstand der inländischen Nadelholznutzung beträgt zum Naturschutzpräferenzszenario 9,0 Mio. m³ und zum Holzpräferenzszenario 23,6 Mio. m³.

Der Flächenanteil des Laubholzes liegt bei 42 % (BWI³). Der Anteil am durchschnittlichen, jährlichen Zuwachs beträgt im Naturschutzszenario 31,8 % und im Holzpräferenzszenario 35,1 %. Die Nutzung des Laubholzes an der Nutzung im Jahr 2016 insgesamt beträgt 28,8 %, wovon der überwiegende Teil energetische Nutzung ist. Die Reserven liegen beim Laubholz – aufgrund der geringeren Nutzung – höher als beim Nadelholz, wie die letzte Spalte der Tabelle 8, Seite 25 zeigt.

Die folgende Darstellung vergleicht den Nutzungskorridor mit der inländischen Verwendung insgesamt, also ohne Berücksichtigung des Außenhandels. Damit wird ausgedrückt, inwieweit Deutschland seine Holzverwendung aus eigenem Aufkommen decken kann. Die Daten zeigen, dass die aktuelle Verwendung unterhalb des Nutzungskorridors liegt.

Eine Berechnung des Waldrestholzpotentials erfolgt weder in der Bundeswaldinventur (BWI) noch in der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM). Das hat gute Gründe, denn beide Rechensysteme sind auf Holz über 7 cm Brusthöhendurchmesser (Derbholz) ausgerichtet.

Im Rahmen eines EU-Forschungsprojektes wurde zur Bestimmung des Waldrestholzpotentials das ITOC-Modell (from Inventory TO Consumer needs) entwickelt. Darin wird zunächst die Baumbiomasse insgesamt im Verhältnis zum nachwachsenden, stehenden Derbholz berechnet. Anschließend werden Nutzungsraten für Zweige, Nadeln, Kronen, Stubben und Wurzeln, aber auch zu den rückgewinnbaren Ernteverlusten und dem bisher nicht genutzten Derbholz gesetzt. Technologische und ökologische Einschränkungen grenzen deren Nutzung jedoch erheblich ein. Obwohl z. B. der Anteil der Wurzeln an der Baumbiomasse gut 20 % ausmacht, werden sie in Deutschland aus vielerlei Gründen so gut wie nicht genutzt.

Im Naturschutzpräferenzszenario wurden die Restriktionen als doppelt so streng angenommen wie im Holzpräferenzszenario. Im Naturschutzpräferenzszenario sind 15,9 % des theoretischen Waldrestholzpotentials nutzbar und im Holzpräferenzszenario 30,6 %. Da sich auch die Ausgangswerte deutlich unterscheiden, liegt das Potenzial im Naturschutzpräferenzszenario bei 11,2 Mio. m³ und im Holzpräferenzszenario bei 29,0 Mio. m³ (Festmeteräquivalent). Die Auffassungen darüber, wie viel Waldrestholz nutzbar ist, gehen sehr weit auseinander. Das zeigt sich auch in dem Nutzungskorridor, der zwischen 11,2 und 29,0 Mio. m³ liegt. Die aktuelle Nutzung in Deutschland liegt bei 7,4 Mio. m³, wovon etwa 3,5 Mio. m³ auf die Brennholznutzung in privaten Haushalten entfallen

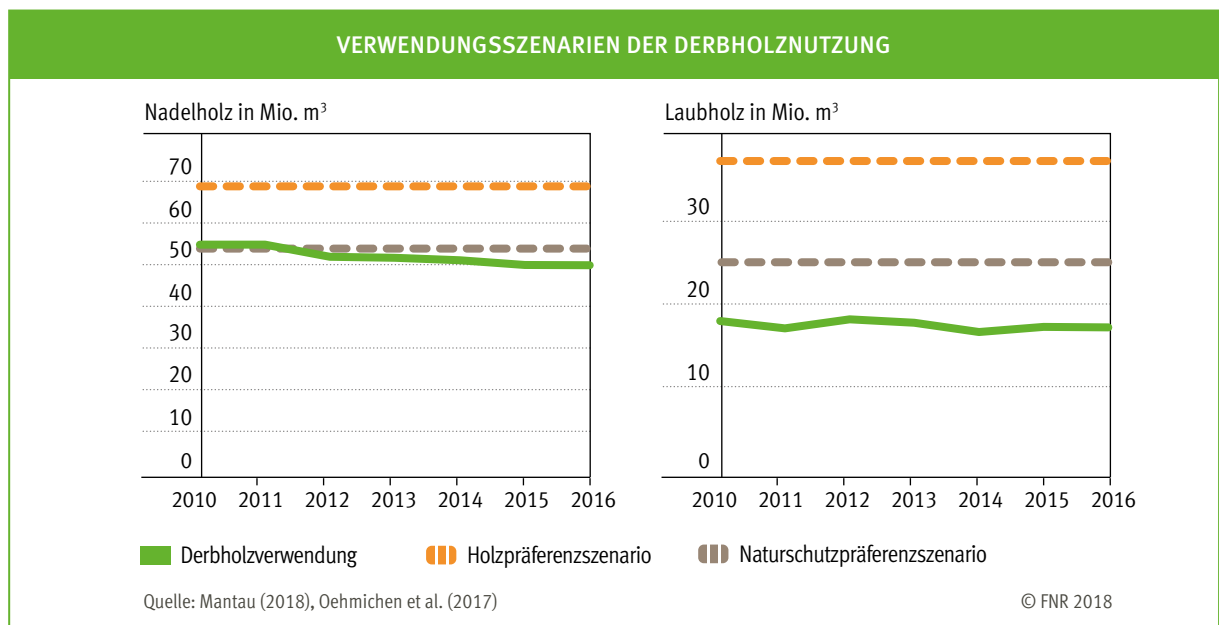


Abb. 18: Vergleich der Derbholzverwendungen mit den Nutzungskorridoren der WEHAM-Szenarien

7 WAS KANN HOLZ ZU DEN HERAUSFORDERUNGEN UNSERER ZEIT LEISTEN?

Wie die vorangehende Tabelle 8 (Seite 25) ausweist, liegt der nachhaltige Nutzungskorridor in Deutschland zwischen 78 und 105 Mio. m³. Die derzeitige Nutzung liegt bei 67 Mio. m³ und abzüglich des Importüberschusses liegt die Entnahme bei 62 Mio. m³. Somit nutzt Deutschland derzeit deutlich weniger als nachwächst und baut, wie schon in den vergangenen dreißig Jahren seit der ersten Bundeswaldinventur (1987), weiter Reserven im Wald auf, die später genutzt werden können oder als Kohlenstoffsенке im Wald verbleiben.

Wie die Berechnung von Nutzungskorridoren zeigt, hängt das Potenzial sehr stark von dem gesellschaftlichen Konsens über Waldbehandlung und Holznutzung ab. Dieser richtet sich nach den ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeitsüberlegungen. Wissenschaft kann nur die Bandbreite möglicher Handlungsoptionen aufzeigen, innerhalb der sich der gesellschaftliche Konsens bilden kann. Derzeit wird eine Ausweitung der Holznutzung nicht durch natürliche Grenzen verhindert, sondern durch die Nachfrage.

Strukturell zeigt sich, dass Nadelholz ein tendenziell höheres Zuwachspotenzial hat. Die stoffliche Nutzung ist überwiegend Nadelholznutzung. Daraus folgt, dass auch die Nutzungskaskaden (Mehrfachnutzungen durch Rest- und Recyclingholz) vor allem in der Folge von Nadelholznutzung entstehen. Ungeachtet dessen sind waldbauliche Entscheidungen in Bezug auf Bestandsstabilität und Zukunftstauglichkeit zu treffen, wofür Mischbestände eine große Bedeutung haben. Eine Bewertung über die dafür erforderlichen Holzartenanteile liegt außerhalb der hier dargestellten Untersuchungen.

Große Nachfrageschübe gingen in den letzten zwanzig Jahren vor allem von der energetischen Nutzung aus. Die Nachfrage von Großfeuerungsanlagen dürfte ihren Höhepunkt erreicht haben und nach Ablauf der EEG-Förderung eher zurückgehen. Auch bei den übrigen Holzenergienutzern zeichnen sich derzeit keine großen Expansionsschübe ab. Die vorhandenen Reserven lassen somit eine Steigerung der stofflichen Verwendung zu. Geht man von einer vollständigen Deckung des Bedarfs durch inländische Holzrohstoffe aus, läge die Reserve bis zum Naturschutzpräferenzszenario bei 11 Mio. m³ und bis zur Mitte des Nutzungskorridors bei fast 25 Mio. m³ (Derbholz). Letzteres entspräche einer Steigerung der Holzverwendung um dreißig Prozent. Damit zeigt sich aber auch, dass eine Verdopplung des Holzverbrauchs, wie er in den letzten 30 Jahren erfolgte, in den kommenden 30 Jahren – nach aktueller Datenlage – nicht möglich sein wird.

Gesellschaftliche Zielsetzungen für erneuerbare Energien und die Umstellung von einer auf fossilen Kohlenstoffen basierenden Ökonomie hin zu einer von biogenen Kohlenstoffen getragenen Bioökonomie stellen enorme Herausforderung an die Rohstoffverfügbarkeit. Wenn die Erwartungen groß und die Möglichkeiten begrenzt sind, gilt es, sie effizient zu nutzen.

Die Entwicklung biogener Substitutionsgüter für petrochemische Produkte wird zunehmend vorangetrieben. Im Holzsektor bestehen bereits marktfähige Bioraffineriekonzepte, bei denen z. B. Hemizellulosen aus der Schwarzlauge abgezogen werden, um diese dann zu verarbeiten. Die Aufbereitung von biogenen Ressourcen zu Plattformchemikalien, die Ausgangsbasis für eine Vielzahl an Weiterverwendungen (z. B. biologisch abbaubare Kunststoffe) ist, sind der Grundstein für die Substitution von fossilen Rohstoffen.

Die Wachstumsmöglichkeiten, die durch das vorhandene Potenzial gegeben sind, können durch effiziente Nutzung in stofflichen Materialkreisläufen gesteigert werden. Das setzt stoffliche Nutzung voraus, denn durch stoffliche Nutzung entstehen Reststoffe und Recyclingmaterialien. Die energetische Nutzung von Holz bietet insbesondere in privaten Haushalten noch große Effizienzpotenziale, sodass mit gleichem Rohstoffeinsatz mehr Wärmeerzeugung möglich wäre.



Brennholznutzung in privaten Haushalten

Je näher sich die Nutzung auf die Potenzialgrenze zubewegt, desto wichtiger werden Instrumente, die die nachhaltige Nutzung messen. Dabei sind empirische Erhebungen erforderlich, die die amtliche Statistik für bestimmte Fragestellungen ergänzen. So schafft die Einschlagsrückrechnung Sicherheit bei der Bewertung der mengenmäßigen, nachhaltigen Nutzung. Hierzu werden mit dem Rohstoffmonitoring weiterhin wichtige Datengrundlagen geschaffen. Daten müssen in Entscheidungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen umgesetzt werden. Dafür haben sich Holzrohstoffbilanzen bisher bewährt. Dies gilt nicht nur für die dargestellten Zusammenhänge, sondern vor allem auch für die doppelte Buchführung der Stoffströme des Rohstoffs Holz, weil sich dadurch die Datengrundlagen wechselseitig kontrollieren lassen.

Die anstehenden Herausforderungen in Form von Kreislaufwirtschaftsprozessen und bioökonomischen Materialströmen gehen aber darüber hinaus. In einer für die Generaldirektion GROW der EU-Kommission durchgeführten Studie „Study on the optimised cascading use of wood“ wurden die Grundlagen für ein Bilanzsystem der gesamten Wertschöpfungskette gelegt. Die Schwierigkeit hierbei ergibt sich aus den Endwarenssektoren. Deren Produktstruktur (z. B. Gebäu-

de, Möbel) ist erheblich komplexer als die eher homogene Produktstruktur von Halbwaren (Schnittholz, Platten). Ohne Materialkenntnisse der Endwaren lassen sich aber weder Kreisläufe von Materialien berechnen noch Auswirkungen der Bioökonomie. In dem genannten EU-Projekt zur Kaskadennutzung wurden Grundlagen gelegt, die über die derzeit verfügbaren Holzrohstoffbilanzen hinausgehen. Sie folgen damit den Fragestellungen von Politik und Wirtschaft und stellen weitere Anforderungen an das Konzept der Holzrohstoffbilanzen:

1. Prozessuale Rohstoffverfügbarkeit und Halbwaren (derzeitiger Stand)
2. Halbwaren und Endwarenbilanz (Bau, Möbel, Verpackung, Papier etc.)
3. Endwaren und Nutzungsbilanz (Entnahme, Speicherung, Recycling, Energie, Deponie, Verluste)
4. Veränderungen im Biomassestrom und Holzvorrat (aktive und passive Speicherung, Biosphäre, CO₂)

Damit stehen Rohstoffmonitoring und Holzrohstoffbilanzierung vor weiteren Herausforderungen, um in Zukunft Entscheidungsträger in Wirtschaft und Politik mit Informationen zu unterstützen.



LITERATUR

Studien des aktuellen Rohstoffmonitorings

Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2016): Rohstoffmonitoring Holz. Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2014. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Teilbericht. Hamburg.

Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017a): Rohstoffmonitoring Holz. Holzwerkstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Teilbericht. Hamburg.

Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017b): Rohstoffmonitoring Holz. Holz- und Zellstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Teilbericht. Hamburg.

Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017c): Rohstoffmonitoring Holz. Sägeindustrie 2015. Einschnitt- und Produktionsvolumen. Hamburg.

Döring, P.; Cords, M.; Mantau, U. (2018): Rohstoffmonitoring Holz. Altholz im Entsorgungsmarkt. Aufkommen und Verwertung 2016. Teilbericht. Hamburg.

Döring, P.; Glasenapp, S.; Weimar, H.; Mantau, U. (2018): Rohstoffmonitoring Holz. Die energetische Nutzung von Holz in Biomassefeuerungsanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2016. Teilbericht. Hamburg.

Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U. (2018): Rohstoffmonitoring Holz. Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2016. Teilbericht. Hamburg.

Mantau, U. (2018): Holzrohstoffbilanzen und Stoffströme des Holzes – Entwicklungen in Deutschland 1987 bis 2016. Schlussbericht. Hamburg.

Sonstige verwendete Studien

BMEL (2016): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse zur Bundeswaldinventur. Herausgeber Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). www.bundeswaldinventur.de

Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017d): Regionale Derbholzverwendung und Vergleich zum WEHAM-Derbholzpotenzial.

Glasenapp, S.; Döring, P.; Blanke, C.; Mantau, U. (2017): Entwicklung von Holzverwendungsszenarien. Abschlussbericht zum WEHAM-Projekt. Waldklimafonds AP 3.2. FKZ 28W-C-4-043-02. 43 S.

Jochem, D.; Weimar, H.; Bösch, M.; Mantau, U.; Dieter, M. (2015): Estimation of wood removals and fellings in Germany: a calculation approach based on the amount of used roundwood. *Eur J Forest Res* 134(5):869-888, DOI: 10.1007/s10342-015-0896-9.

Mantau, U.; Döring, P.; Hiller, D. (2013): Holzeinsatz im Bauwesen – Verwendungsstrukturen nach Gebäuden und Gewerken. In: Weimar, H., Jochem, D. (eds) (2013) Holzverwendung im Bauwesen – Eine Marktstudie im Rahmen der „Charta für Holz“. Hamburg: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 356 p, Thünen Rep 9.

Mantau et al. (2016): From inventory to consumer biomass availability – the ITOC model. *Annals of Forest Science* (2016) 73:885-894. DOI: 10.1007/s13595-016-0582-1.

Oehmichen, K.; Dunger, K.; Gerber, K.; Klatt, S.; Röhling, S. (2017): WEHAM AP2. www.weham-szenarien.de

TI-WF (2018): Holzeinschlag und Rohholzverwendung [online]. Hamburg: Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie. Zu finden unter: www.thuenen.de/de/wf/zahlen-fakten/produktion-und-verwendung/holzeinschlag-und-rohholzverwendung/, zitiert am: 05.04.2018.

Vis, M.; Mantau, U.; Allen, B. (Eds.) (2016): Study on the optimized cascading use of wood. No 394/PP/ENT/RCH/14/7689. Final report. Brussels 2016. 337 pages, FNR 2018.

Zimmermann, K.; Schütz, T.; Weimar, H. (2018): Analysis and modeling of timber storage accumulation after severe storm events in Germany. *Eur J Forest Res*, DOI: 10.1007/s10342-018-1116-1.

Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 956
mediathek.fnr.de
FNR 2018



Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe e.V.