

HOLZROHSTOFFBILANZIERUNG – KREISLAUFWIRTSCHAFT UND KASKADENNUTZUNG

20 Jahre Rohstoffmonitoring Holz



SCHRIFTENREIHE
NACHWACHSENDE
ROHSTOFFE

40

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe e.V.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
info@fnr.de
www.fnr.de

Folgen Sie uns:

www.fnr.de/social-media

Verbundvorhaben Rohstoffmonitoring Holz

FKZ 22005918 (INFRO)

Zuwendungsempfänger

INFRO e. K. – Informationssysteme für Rohstoffe

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

Autor

Prof. Dr. Udo Mantau (INFRO e. K.)

Zitierweise

Mantau, U. (2023): Holzrohstoffbilanzierung, Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung –
20 Jahre Rohstoffmonitoring Holz, Gülzow, FNR, FKZ: 22015918

Für die Ergebnisdarstellung mit Schlussfolgerungen, Konzepten und fachlichen Empfehlungen sowie die Beachtung etwaiger Autorenrechte sind ausschließlich die Verfasser zuständig. Daher können mögliche Fragen, Beanstandungen oder Rechtsansprüche u. Ä. nur von den Verfassern bearbeitet werden. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Veröffentlichung berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei betrachtet und damit von jedermann benutzt werden dürften. Ebenso wenig ist zu entnehmen, ob Patente oder Gebrauchsmusterschutz vorliegen. Die aufgeführten Bewertungen und Vorschläge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder.

Alle Rechte vorbehalten.

Titelbild

Adobe.Stock/DimaCrow

Gestaltung/Realisierung

Kern GmbH, Bexbach

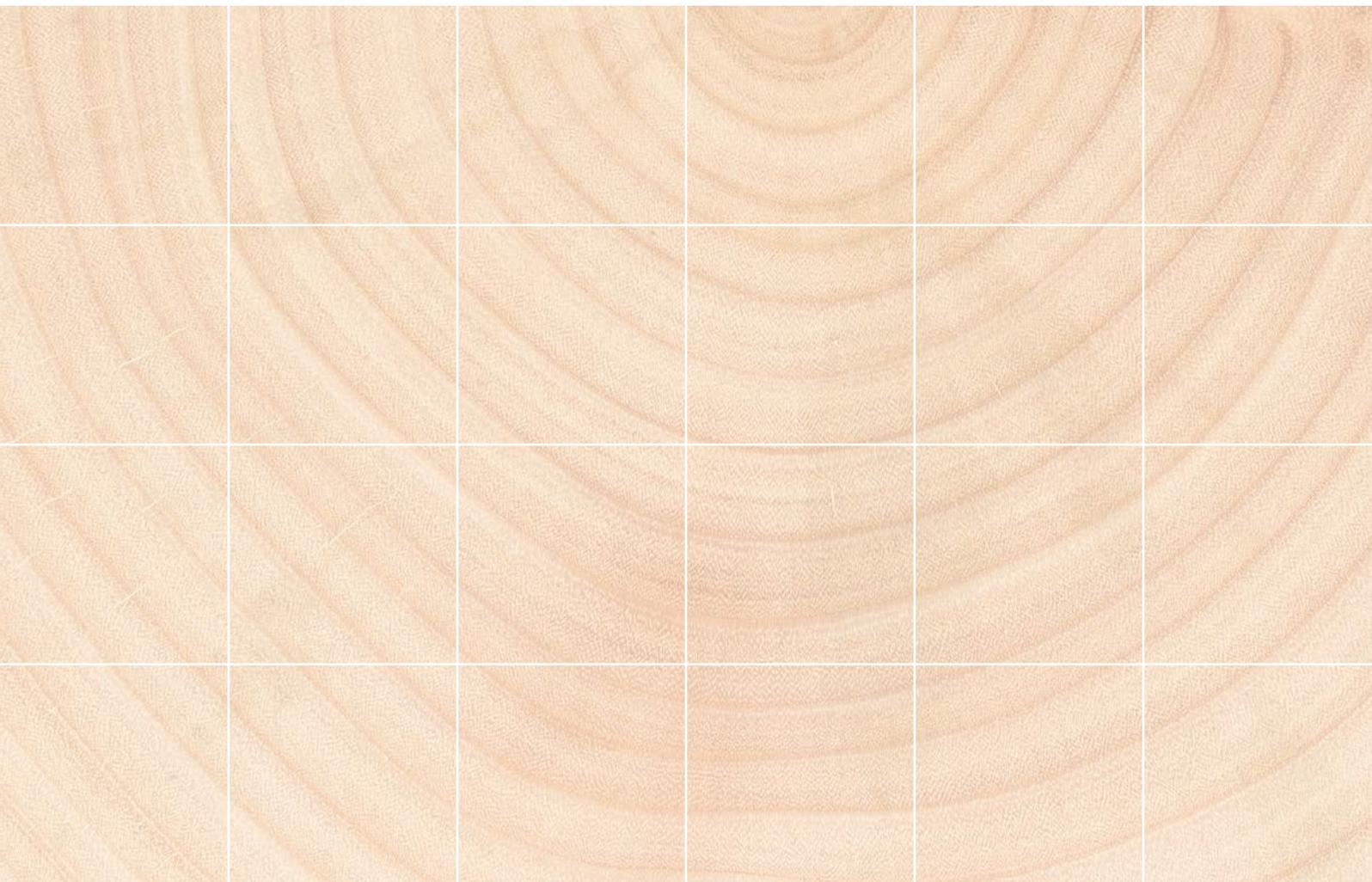
Artikelnummer 1255

FNR 2023

ISBN 978-3-942147-46-0

HOLZROHSTOFFBILANZIERUNG – KREISLAUFWIRTSCHAFT UND KASKADENNUTZUNG

20 Jahre Rohstoffmonitoring Holz



VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser,
mit der Publikation HOLZROHSTOFFBILANZIERUNG – KREISLAUFWIRTSCHAFT UND KASKADENNUTZUNG halten Sie eine umfangliche Datensammlung in den Händen, die Ihnen detaillierte Aussagen zu den Stoffflüssen der Holzrohstoffe und konsistente Daten zur Entwicklung und Struktur des Holzmarktes in Deutschlands liefert.

Die verlässlich aufbereitete Datensammlung ist Ergebnis des vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) von 2018 bis 2022 geförderten wissenschaftlichen Projektes „Systemisches Rohstoffmonitoring Holz“ der INFRO – Informationssysteme für Rohstoffe und des Instituts für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie am Thünen-Institut (TI). Mit den Markterhebungen aller relevanten Sektoren der Holzverarbeitung und -verwendung liegen wichtige Daten von der Säge- über die Holzwerkstoff- bis hin zur Zellstoffindustrie, aber auch zum Altholzaufkommen und dessen Verwendung sowie zur energetischen Holznutzung vor.



In der vorliegenden Publikation hat der INFRO-Geschäftsführer und Universitätsprofessor Dr. Udo Mantau diese Markterhebungen zur Holzrohstoffbilanz Deutschland zusammengeführt. Den Boden für die Holzrohstoffbilanzierung bereitete das Vorgängerprojekt „Rohstoffmonitoring Holz“, an dem INFRO und TI seit 2015 gemeinschaftlich mit der Uni Hamburg gearbeitet hatten. Vorausgegangen waren in den 90er Jahren Studien von Prof. Dr. Mantau und dem Arbeitskreis Sägenebenprodukte zu Rohstoffanteilen in der stofflichen Holzverwendung und zu Datengrundlagen der energetischen Holznutzung, aus denen sich peu á peu die aktuelle Datenerhebung und Berichterstattung entwickelte.

Inzwischen fanden die Daten aus dem Rohstoffmonitoring Holz Eingang in Planungen und Berichte auf verschiedensten Ebenen – etwa in die Waldgesamtrechnung, die nationale Energiestatistik oder in die Einschlagsrückrechnungen. Auch internationale Gremien wie die FAO greifen auf Daten aus dem Rohstoffmonitoring zurück.

An dieser Stelle ergeht also mein herzlicher Dank an den geistigen Vater des Rohstoffmonitorings, Herrn Prof. Dr. Udo Mantau, für seinen mehr als zwanzig Jahre währenden, unermüdlichen Einsatz auf diesem Gebiet. Dank des Rohstoffmonitorings sind wir aktuell deutlich besser in der Lage, Herausforderungen und Chancen datenbasiert einzuschätzen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre.

Ihr

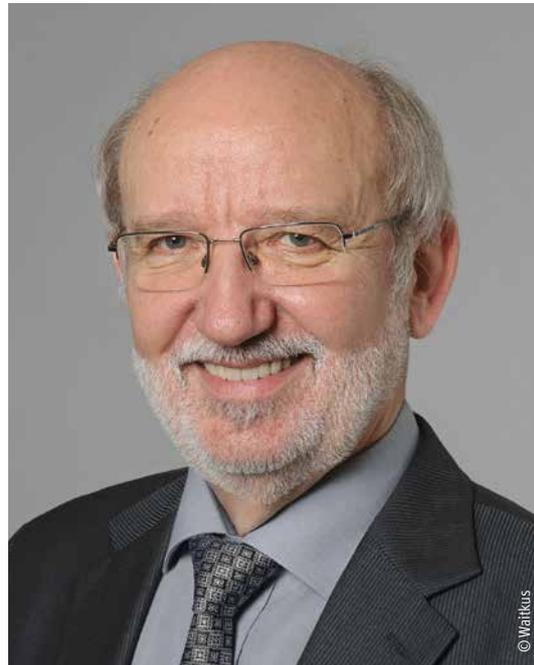
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Andreas Schütte'.

Dr.-Ing. Andreas Schütte
Geschäftsführer Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

VORWORT

Der Vorsitzende des Bioökonomierates, Michael Böcher, stellte in der Ausgabe 6/22 von „Forschung & Lehre“ die Frage nach einem idealen Beratungsprozess. Im Luhmann’schen Sinne basiere Politik auf Macht, während es der Wissenschaft um Wahrheit ginge. Das klassische lineare Modell, wonach Wissenschaft eine Antwort auf eine politische Frage findet, könne die fundamentale Diskrepanz zwischen beiden nicht überwinden. Vielmehr sei es zielführender, wenn eine wechselseitige Beziehung zwischen Fragen und Antworten entstünde.

Das Rohstoffmonitoring hat um das Jahr 2000 seinen Ursprung im Arbeitskreis Sägenebenprodukte. Die Nachfrage nach Holzenergie wuchs zu einem relevanten Wettbewerber um die Holzrohstoffe heran. Es stellten sich Fragen, auf die weder verfügbare Daten noch bestehende Modelle eine Antwort geben konnten.



„Man macht keine Erfahrung ohne die Aktivität des Fragens.“ „Das eigentliche Wesen des Einfalls ist vielleicht weniger, daß einem wie auf ein Rätsel die Lösung einfällt, sondern daß einem die Frage einfällt, die ins Offene vorstößt und dadurch Antwort möglich macht.“ (H. G. Gadamer; Wahrheit und Methode. 2010. S. 368, 372).

Ich hatte das Glück, dass mir im Arbeitskreis Sägenebenprodukte Fragen gestellt wurden, die erst Jahre später in Forschung und Politik an Bedeutung gewannen. Zugleich beeinflussten die Studienergebnisse die Fragestellungen der Teilnehmer des Arbeitskreises, sodass man sich ständig gegenseitig vorantrieb. Vor allem ging es um die Bereitstellung von Daten über Holzmengen und ihre Zusammensetzung. Im allgemeinen Verständnis sind Daten das Futter für Modelle aus denen Erkenntnisse fließen. Das ist eine folgenschwere Unterschätzung der erkenntnisfördernden Wirkung von Daten. „Anschauung ist nicht nur die Quelle der Erkenntnis, sondern sie selbst ist die Erkenntnis.“ (A. Schopenhauer). Erst die Beschaffung neuer Daten für bis dahin unbekannte Phänomene ermöglichte es, Zusammenhänge des Holzmarktes neu zu denken. Daraus entwickelten sich schließlich Holzrohstoffbilanzen und makro-ökonomische Stoffstromanalysen.

Die Bilanzierung ist, neben Fragen und Daten, die dritte innovative Kraft. Mit der Holzrohstoffbilanzierung treten Widersprüche zwischen den verschiedenen Datenquellen und Strukturvorstellungen auf. Das sind Hinweise auf bisherige unzutreffende Anschauungen (Daten) und Begriffe (Modelle). Das Modell der Holzrohstoffbilanzierung hat das strukturelle Wissen über Holzmärkte in vielfältiger Weise erweitert, indem die Stoffströme zwischen den Märkten transparent wurden und sich neue Märkte aufdrängten oder ausdifferenzierten. Dabei standen sie nicht isoliert für sich, sondern mussten sich stets aufs Neue in ein komplexes Kreislaufmodell einfügen. Ich bin dankbar für die Fragen, die Inspiration der Daten und die Widersprüche in ihrem strukturellen Zusammenwirken, die immer wieder aufs Neue zu Fragen führen ...

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Udo Mantau'.

Prof. Dr. Udo Mantau
INFRO e.K. – Informationssysteme für Rohstoffe

INHALT

1	Kernbotschaften zum Aufkommen und zur Verwendung von Holz	5
1.1	Aufkommen und Verwendung	6
1.2	Entwicklung der Verwendungsbereiche	9
1.3	Holzrohstoffeinsatz nach Verwendung	11
1.4	Nadelholz und Laubholzverwendung	12
1.5	Kaskadennutzung	13
2	Holzverwendung	16
2.1	Vorbemerkung	17
2.2	Sägeindustrie	20
2.3	Holz- und Zellstoffindustrie	26
2.4	Holzwerkstoffindustrie	30
2.5	Sonstige Stammholznutzer	36
2.6	Sonstige holzverarbeitende Industrien	40
2.7	Großfeuerungsanlagen (FWL ab 1 MW)	41
2.8	Kleinfeuerungsanlagen (FWL bis unter 1 MW)	44
2.9	Private Haushalte	47
2.10	Sonstige energetische Holzverwendung	51
2.11	Energieholzprodukte	54
2.12	Außenhandel mit Brennholz	57
3	Holzaufkommen	62
3.1	Rundholz (Derbholz)	63
3.2	Waldrestholz	69
3.3	Rinde	71
3.4	Landschaftspflegeholz und KUP	75
3.5	Sägenebenprodukte	77
3.6	Sonstiges Industrierestholz	83
3.7	Schwarzlauge	85
3.8	Altholz	86
4	Holzrohstoffbilanzen und Zusammenfassungen	91
4.1	Vorbemerkungen	92
4.2	Holzrohstoffbilanzen	95
4.3	Kaskadennutzungen	105
4.4	Ausblick	107
5	Anhang	113
5.1	Umrechnungsfaktoren	114
5.2	Glossar	115
5.3	Quellennachweis	117
5.4	Abbildungsverzeichnis	120
5.5	Tabellenverzeichnis	122
5.6	Abkürzungsverzeichnis	123

1

KERNBOTSCHAFTEN ZUM AUFKOMMEN UND ZUR VERWENDUNG VON HOLZ

1.1	Aufkommen und Verwendung	6
1.2	Entwicklung der Verwendungsbereiche	9
1.3	Holzrohstoffeinsatz nach Verwendung	11
1.4	Nadelholz und Laubholzverwendung	12
1.5	Kaskadennutzung	13



**ROHSTOFFMONITORING –
VORGEHENSWEISE**

1.1 Aufkommen und Verwendung

Ein Grundgedanke des Rohstoffmonitorings ist die Erfassung der Holzrohstoffe über die Holzverwendung. Die Statistik über den Einschlag an der Waldstraße sagt nichts oder wenig darüber aus, wo das Holz verwendet wird. Genauso wenig enthält die Statistik über die Warenproduktion Informationen über die Rohwarenzusammensetzung. Somit ist es schwer, wenn nicht unmöglich, Daten entlang des Stoffstroms für ein Kreislaufwirtschaftsmodell zu erhalten. Ein Hersteller eines Produktes kann jedoch Angaben zum eingesetzten Waldholz, Rest- oder Recyclingholz machen. Mit der Information über die Rohstoffzusammensetzung der Holzverwender lassen sich die Rohstoffströme vom Produkt bis zum Rohstoff zurückverfolgen.

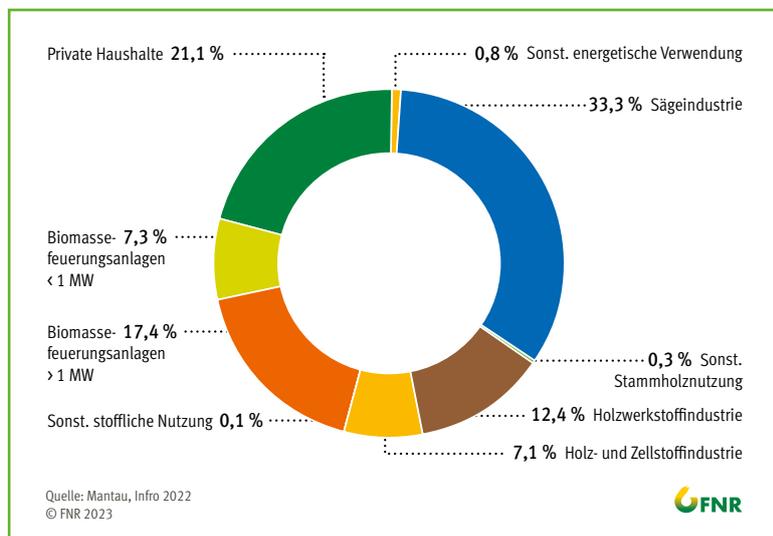
Dies ist der wesentliche Unterschied zwischen der Berechnung makroökonomischer Stoffströme und der Berechnung von Stoffströmen eines Produktionsprozesses. In einer Fabrikanlage lässt sich der Warenstrom vom Einkauf (Input) bis zum Produkt (Output) exakt nachverfolgen. In einer Volkswirtschaft hingegen liegen dafür keine Daten vor. Somit verläuft der Datenfluss in volkswirtschaftlichen Stoffstromanalysen umgekehrt zum Materialfluss. Für derartige Berechnungen sind deshalb zusätzliche Datenerhebungen erforderlich, wie sie im Rohstoffmonitoring Holz seit etwa zwanzig Jahren erfolgen. Materialzusammensetzungen auf verschiedenen Ebenen schaffen die Voraussetzung für die Vermessung und Modellierung der Kreislaufwirtschaft.

Schließlich gibt es Einsatzbereiche, die in der Statistik nicht erfasst sind, wie z. B. die Scheitholzverwendung in privaten Haushalten. Somit ist es folgerichtig, in dieser Darstellung mit den Verwendungssektoren von Holz zu beginnen, aus denen sich, in entgegengesetzter Richtung zum Materialfluss, Rohwaren und Rohstoffe ergeben.

VERWENDER

Die Sägeindustrie ist mit 33,3% der bedeutendste Holzverwender (Abbildung 1.1). Ihr kommt eine wichtige Rolle bei der Mobilisierung des Holzes zu, da sie Stammholz mit höherer Wertigkeit verarbeitet und somit entsprechende Holzpreise zahlen kann. Der Anteil der sonstigen Stammholzverwender (Sperrholz, Furnier, Schwellen) ist kontinuierlich auf 0,3% zurückgegangen, Der Bereich spielt aber für die Wertholzvermarktung immer noch eine wichtige Rolle.

Abbildung 1.1:
Anteile der Holzverwendung
nach Nutzergruppen (2020)



Zur Holzverwendung der Holzwerkstoff-, Holz- und Zellstoffindustrie gehören neben Rundholz aus Endhieb und Durchforstung auch Rest- und Recyclingholz. Das gilt in noch stärkerem Ausmaß für Biomassefeuerungsanlagen, die vor allem in größeren Anlagen Altholz einsetzen. Private Haushalte hingegen setzen in größerem Umfang Scheitholz ein und in zunehmendem Maße Pellets. Energieholzprodukte (z.B. Pellets) erscheinen in der Abbildung nicht, weil sie ein Zwischenprodukt sind. Sie werden später der Verbrennung zugeführt.

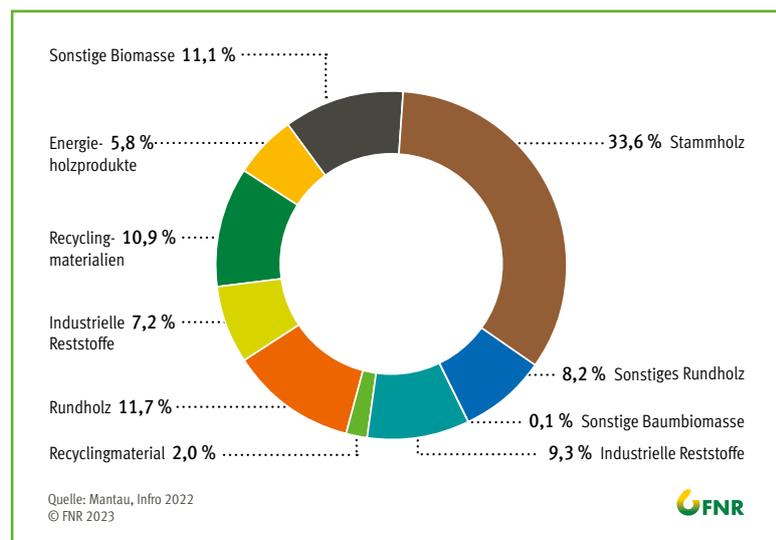
In den letzten Jahren wurden Energieholzprodukte immer bedeutender. Aus kommunikativen Gründen wurden sie zunächst in die Holzrohstoffbilanz aufgenommen. Das stellt aber letztlich eine Doppelzählung dar, weil z.B. die verwendeten Sägespäne zunächst in Pellets umgewandelt werden, aber nicht bereits verbrannt wurden. Um diese Doppelzählung zu vermeiden, kommt man um einen weiteren Zwischenschritt in der Bilanzierung nicht herum. Dieser bietet jedoch zudem die Möglichkeit, mit der Umsetzung von Rohstoffen in gehandelte Rohwaren einen weiteren Aspekt der Holzverwendung zu verdeutlichen.

Das Rundholz (Derbholz) wurde 2020 mit 52,8 Mio. m³ in der stofflichen Nutzung verwendet und zu 14,7 Mio. m³ in der energetischen Nutzung. Bezogen auf alle Rohwaren wurden im Jahr 2020 41,9% Rundholz in der stofflichen und 11,7% in der energetischen Nutzung eingesetzt (Abbildung 1.2).

DEFINITION DERBOLZ

Derbholz ist ein Begriff aus der Waldinventur. Da nicht jeder Keimling erfasst werden kann, liegt die statistische Abschneidegrenze oder Derbholzgrenze bei 7 cm BHD mit Rinde. BHD steht für Brusthöhendurchmesser, was einem Abstand zum Waldboden in Höhe von 1,3 Meter entspricht.

Abbildung 1.2:
Anteile der Rohwaren nach Nutzergruppen (2020)



ENERGIEHOLZPRODUKTE

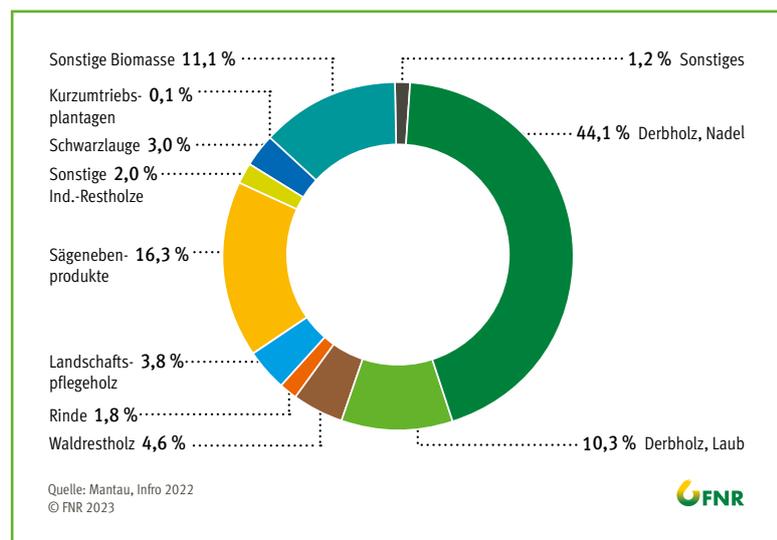
Energieholzprodukte (Pellets, Briketts, Hackschnitzel) machen inzwischen 7,3 Mio. m³ oder 5,8% aller eingesetzten Rohwaren zur Holzverwendung aus. Das verdeutlicht nochmals das Ausmaß der möglichen Doppelzählung und das Erfordernis dieses Zwischenschritts. Rest- und Recyclingmaterial entsprechen 11,3% aller Rohwaren in der stofflichen und 18,1% in der energetischen Nutzung. Zur sonstigen Baumbiomasse zählen Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, Kurzumtriebsholz und Rinde. Sie haben im stofflichen Bereich eine sehr geringe Bedeutung (0,1%). Anders verhält es sich in der energetischen Holznutzung. Zur sonstigen Biomasse zählen im energetischen Bereich, zusätzlich zu den zuvor genannten, noch sonstige, nicht näher definierte Holzrohstoffe. Insgesamt macht diese Gruppe 11,1% der Holzrohwaren aus.

Um das Rohstoffaufkommen insgesamt zu ermitteln, wird der Rohwareneinsatz der Energieholzprodukte auf die dafür eingesetzten Rohstoffsegmente verteilt. Deshalb erhöht es vor allem den Anteil der Sägenebenprodukte (16,3%, Abbildung 1.3).

AUFKOMMEN

Fast die Hälfte (44,1%) der eingesetzten Holzrohstoffe entfallen auf Nadelrundholz oder Nadelderbholz, also Nadelholz mit mehr als sieben Zentimeter Durchmesser. Auf entsprechendes Laubholz entfallen 10,3%. Somit entfallen 54,4% der verwendeten Rohstoffe auf Rundholz (Derbholz), welches die Vergleichsgröße für das berechnete, jährlich nachwachsende Holzaufkommen darstellt. Holz unter der Derbholzgrenze (< 7 cm BHD mit Rinde) zählt zum Waldrestholz (4,6%). Es ist zu einem großen Teil dem Kaminholz zuzurechnen. Letzteres gilt auch für das Landschaftspflegeholz (3,8%), wozu auch Gartenholz zählt. Weitere bedeutende Anteile entfallen auf die Sägenebenprodukte (16,3%) und das wiederverwendete Holz aus dem Entsorgungssystem (Altholz) sowie direkter Verwendung in Haushalten (12,9%).

Abbildung 1.3:
Aufkommen der verwendeten Holzrohstoffe (2020)



Bisher wurden überwiegend prozentuale Anteile dargestellt. Dies resultiert daher, dass Holz in vielen Produkten (Schnittholz, Zellstoff) mit verschiedenen dafür verwendeten Holzmenge und Maßeinheiten (m³, t_{atro}) vorkommt, die eine vergleichende Übersicht unmöglich machen würden. Als universelles Vergleichsmaß wurde das Festmeteräquivalent (m³_{SWE}) entwickelt.

DEFINITION FESTMETERÄQUIVALENT

Die Abkürzung „m³_{swe}“ steht für Festmeteräquivalent. Die Abkürzung ist dem englischen Begriff (solid wood equivalent) entnommen. Sie wird immer dann verwendet, wenn Einheiten einer Holzverwendung auf ihren Rohstoffeinsatz zurückgerechnet werden.

Die Rohstoffverwendung ist ein wichtiges Ziel des Rohstoffmonitorings. Die Maßeinheit (m³_{swe}) stellt den Holztransfer zwischen zwei Verwendungsbereichen in Form eines fiktiven, umgerechneten, durchschnittlich verwendeten Waldholzkubikmeters dar. Damit wird der kalkulatorische Unterschied zwischen einem statistisch gemeldeten m³ (z. B. Fm Einschlag) und einem Holzkubikmeter, der von Produkten (Schnittholz) zurückgerechnet wurde (m³_{swe}) deutlich gemacht. Das Festmeteräquivalent geht auf die Entwicklung der Holzrohstoffbilanzen (MANTAU 2004, 2010) zurück und ermöglicht, komplexe Vergleiche zwischen verschiedensten Produkten entlang der gesamten Wertschöpfungskette Holz anzustellen und auf ihren Holzrohstoffanteil zurückzurechnen. Ähnlich verwendete Rohholzäquivalente (m³) sind auf der ersten Verarbeitungsstufe identisch. Sie haben aber den Nachteil, dass sie die Rohstoffverwendung bei mehreren Verarbeitungsstufen überschätzen, da sie Rest- und Recyclinghölzer jeweils vollständig als Holzeinsatz anrechnen und die Rohstoffarten nicht klar trennen. So mag ein Tisch 0,1 m³ Holz enthalten, aber wenn die Tischplatte aus einer Spanplatte besteht und nur das Gestell aus Vollholz ist, so wurden dafür ggf. nur 0,06 m³ Schnittholz (Primärholz) verwendet. Die Abkürzung m³_f wird im skandinavischen Raum für Festmeter (fastkubikmeter) bereits verwendet. Um jegliche Verwechslung zu vermeiden, wird die englische Abkürzung (swe) auch im Deutschen beibehalten. Sie ist auch international etabliert, da sie von der UNECE/FAO übernommen wurde.¹

STOFFLICHE UND ENERGETISCHE HOLZ- VERWENDUNG

1.2 Entwicklung der Verwendungsbereiche

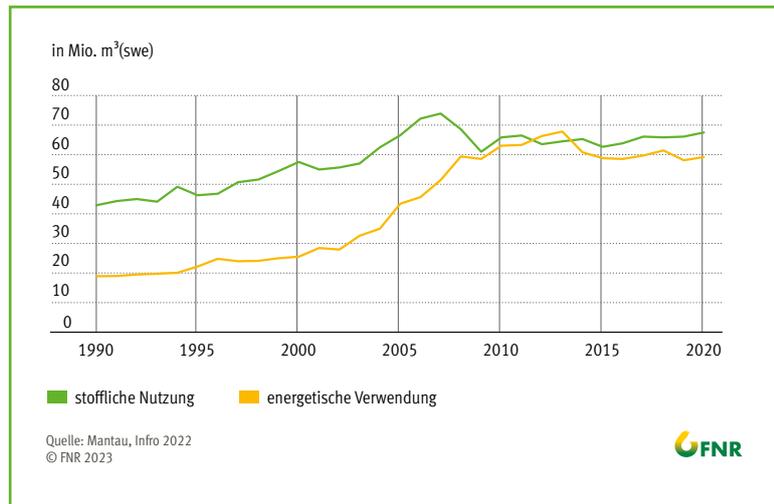
Im Zeitabschnitt zwischen 1990 und 2000 wächst die stoffliche Holzverwendung. Die energetische Holzverwendung ist durch eine stabile Nutzung in Kaminen privater Haushalte und der traditionellen Nutzung von Prozesswärme in holzwirtschaftlichen Betrieben geprägt.

Im Zeitabschnitt von 2001 bis 2014 unterscheiden sich die Entwicklungen. Eine schwache Baumarktentwicklung lässt die stoffliche Nachfrage zunächst stagnieren, dann aber nimmt sie enormen Aufschwung infolge eines starken Binnenwachstums. Im Zuge der Globalisierung wächst zudem der Export. Die Finanzkrise bereitet dem Aufschwung ein jähes Ende.

Die energetische Nutzung ist geprägt von der Förderung erneuerbarer Energien, Abfallvermeidung (Altholz) und stark steigenden Ölpreisen (2005 bis 2010). Sie wächst in dieser Zeit zu einem ernsthaften Wettbewerber der stofflichen Nutzung heran und übertrifft diese sogar kurzzeitig. In der Folge bleibt die stoffliche Nachfrage auf moderatem Wachstumskurs, während die energetische Nachfrage leicht zurückfällt.

¹ FAO/UNECE (2019): *Forest products conversion factors*

Abbildung 1.4:
Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung

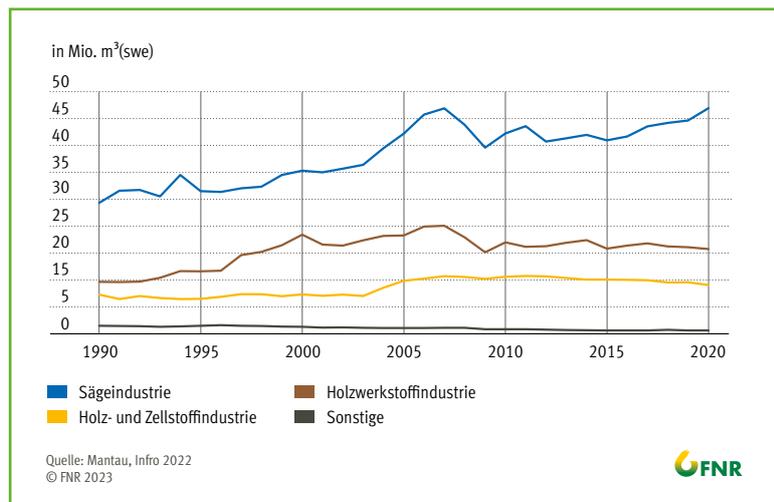


Wesentliche Treiber der energetischen Nachfrage sind Förderimpulse und steigende Energiepreise. Deren Einfluss nimmt um das Jahr 2010 deutlich ab. Die Bedarfsgewohnheiten hatten sich jedoch etabliert und so blieb die Nachfrage auf hohem Niveau. Dass dies bei stark steigenden Energiepreisen nicht so bleiben muss, lehrt die Erfahrung aus den Jahren 2003 bis 2008 wie im Jahr 2022.

STOFFLICHE NUTZUNG

Die stoffliche Nutzung wird von der Sägeindustrie geprägt. Sie profitiert im letzten Jahrzehnt vom Bauboom, während die Holzwerkstoff-, Holz- und Zellstoffindustrie eine stabile bis leicht rückläufige Tendenz aufweisen. Zu den weiteren Verwendern zählen die sonstigen Stammholzverbraucher (Furnier, Sperrholz, Schwellen) sowie neue biobasierte Produkte wie WPC und chemische Grundstoffe. Während die sonstigen Stammholzverbraucher in Deutschland stetig an Bedeutung verloren haben, haben neue biobasierte Produkte eine sehr vielversprechende Perspektive. Allerdings ist ihre mengenmäßige Bedeutung noch gering oder statistisch noch nicht greifbar. Entgegen früheren Darstellungen wurden die Mengen der Mulcher nicht in diese Gruppe aufgenommen (siehe Abschnitt 3.3).

Abbildung 1.5:
Entwicklung der stofflichen Holzverwendung

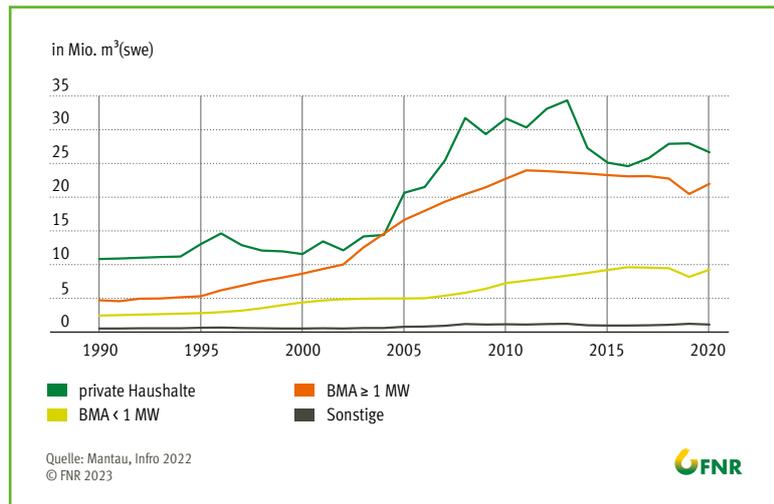


Die größten Holzenergieverwender sind private Haushalte. In den letzten Jahren ging der Waldholzanteil zurück und die Verwendung von Energieholzprodukten nahm zu.

BIOMASSEFEUERUNGS-ANLAGEN

Die Entwicklung der Biomassefeuerungsanlagen ist nicht konjunkturell, sondern von Fördermaßnahmen und den aufgebauten Kapazitäten getrieben. Die Förderung kam zuletzt stärker den kleinen Anlagen zugute. Das Trockenjahr 2019 fiel mit einem Erhebungsjahr zusammen, sodass der Einbruch erkennbar wurde. Im Allgemeinen folgt die Entwicklung der Kapazität. Zu den sonstigen Verwendungen zählen die kurze Periode einer Versuchsanlage für Bio-Kraftstoff (Choren) sowie die Menge an Holzbriketts, die nicht privaten Haushalten zuzuordnen sind, aber vom Statistischen Bundesamt gemeldet werden (vgl. Abschnitt 2.11).

Abbildung 1.6:
Entwicklung der energetischen Holzverwendung

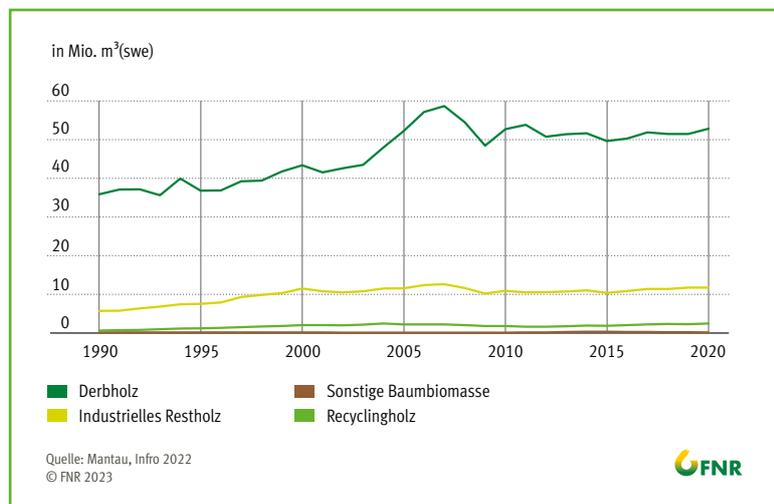


ROHSTOFFEINSATZ IN DER STOFFLICHEN HOLZNUTZUNG

1.3 Holzrohstoffeinsatz nach Verwendung

Der Rohstoffeinsatz in der stofflichen Verwendung ist vom Einsatz von Derbholz (Stammholz und sonstiges Derbholz) geprägt. Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre waren dies 76,7 % des Rohstoffeinsatzes. Nur der Einsatz von Resthölzern hat noch eine beachtliche Mengenbedeutung (16,4%). Sonstiges Baumholz (0,4%; Landschaftspflegeholz, Kurzumtriebsplantagenholz, Waldrestholz, Rinde) kommen eher als Randscheinung vor. Der Einsatz von Recyclingholz (3,0%) ist für die Kreislaufwirtschaft von großer Bedeutung. In der stofflichen Verwendung kommt es fast nur in der Spanplatte vor.

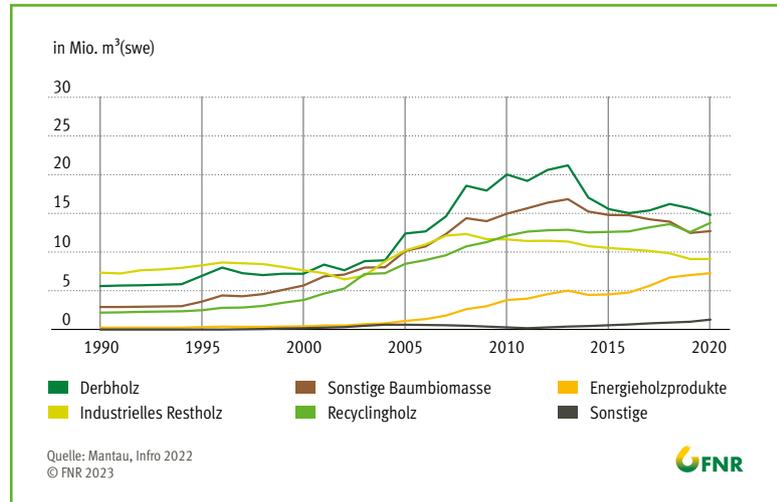
Abbildung 1.7:
Holzrohstoffeinsatz in der stofflichen Verwendung



ROHSTOFFEINSATZ IN DER ENERGETISCHEN HOLZNUTZUNG

In der energetischen Holzverwendung ist der Rohstoffeinsatz deutlich breiter gestreut. Die Mengenachse wurde auf die Hälfte reduziert. Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre betrug der Anteil des Derbholzes 27,9%, der des sonstigen Baumholzes 24,0%, der des direkten Einsatzes von industriellem Restholz 17,0%, der des Recyclingholzes 21,0% und die Energieholzprodukte 8,8%. Für sonstige 1,1% der Holzrohstoffe war eine Spezifizierung nicht möglich.

Abbildung 1.8:
Holzrohstoffeinsatz in der energetischen Verwendung



Die Unterschiede der stofflichen und energetischen Holznutzung zeigen, dass sich der Wettbewerb zwischen beiden nicht pauschal über „Holzeinsatz“ bewerten lässt, sondern sehr differenziert für einzelne Sortimente zu betrachten ist. Nicht alle Sortimente sind gegenseitig substituierbar. Vielmehr sind große Teile der energetischen Nutzung (z. B. Altholz, Landschaftsflugeholz (LPH)) stofflich nicht oder nur bedingt einsetzbar. Zusätzlich müssten auch die unterschiedlichen verwendeten Qualitäten der jeweiligen Sortimente (z. B. Rundholz) einbezogen werden, was im Rahmen des Rohstoffmonitorings nicht möglich ist.

BEDEUTUNG HOLZGRUNDARTEN

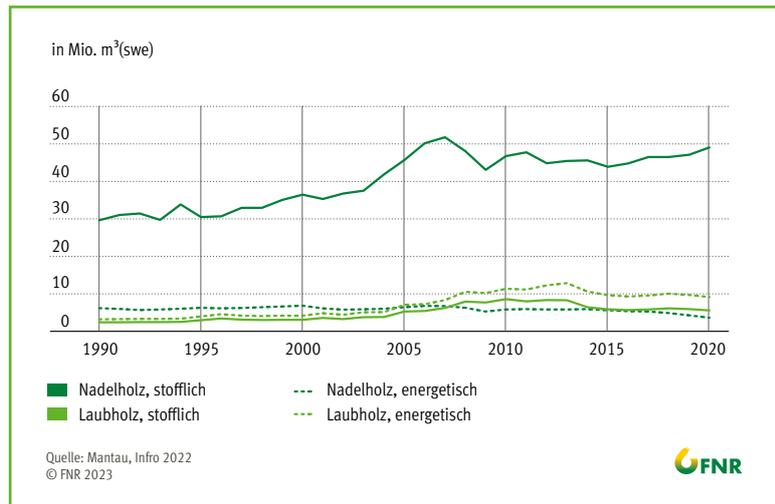
1.4 Nadelholz und Laubholzverwendung

In der stofflichen Verwendung dominiert mit großem Abstand das Nadelholz. Dies ist vor allem eine Folge der Nachfrage im Bauwesen und in der Verpackungsbranche. Selbst in der laubholzaffinere Möbelindustrie finden, unter Berücksichtigung der Reststoffe, Nadel- und Laubholz gleichermaßen Verwendung.

Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre wurden 67,5% Nadelholz stofflich und 7,6% energetisch verwendet. Auf Laubholz entfiel ca. ein Viertel der Holzverwendungen. Dabei hat die energetische Verwendung mit 15,2% eine deutlich höhere Bedeutung als die stoffliche Verwendung (9,6%).

Der Waldumbau in Richtung Laubholz hat viele berechnete waldbauliche Gründe. Angesichts des Bedarfs der Bevölkerung und der Umweltvorteile des Werkstoffs Holz ist die Verwendung bei der Suche nach nachhaltigen Konzepten mitzudenken.

Abbildung 1.9:
Stoffliche und energetische
Holzverwendung nach
Nadel- und Laubholz



HOLZNUTZUNG IN KASKADEN

1.5 Kaskadennutzung

„Kaskadennutzung ist die effiziente Nutzung von Rohstoffen durch Nutzung von Rest- und Recyclingmaterial zur Erweiterung der verfügbaren Biomasse zur stofflichen Nutzung in einem gegebenen System.“ (Vis et al. 2016).

Als die EU-Kommission im Jahr 2014 die Effekte der Kaskadennutzung im Rahmen der Kreislaufwirtschaft untersuchen wollte, lag nur eine empirische Untersuchung vor. Dies war die Stoffstromanalyse Holz (Mantau 2012). Darauf aufbauend wurde das Stoffstrommodell Holz zur Berechnung von Kaskadenfaktoren weiterentwickelt (Mantau, Blanke 2016). Im Bioökonomieprojekt (Bringezu 2020) wurde der Ansatz für Deutschland dynamisch für den Zeitraum 2000 bis 2015 berechnet (Mantau, Blanke 2016). **Mit der Neugestaltung der Holzrohstoffbilanzierung in diesem Bericht sind Kaskadenfaktoren derzeit für den Zeitraum 1990 bis 2020 für alle Sektoren der Holzrohstoffbilanzierung möglich.**

DEFINITION KASKADEN- FAKTOR UND SEKUNDÄR- INPUTRATE

Kaskadenfaktor und Sekundärintputrate beschreiben das gleiche Phänomen auf zwei verschiedene Arten. Der Kaskadenfaktor drückt aus, wie oft Primärholz durch mehrfache Nutzung von sekundärem Material (Rest- und Recyclingholz) verwendet wurde (z. B. 2,0). Die Sekundärintputrate drückt aus, wie groß der Anteil des eingesetzten Sekundärmaterials ist (z. B. 50%).

UNTERSCHIEDLICHE VORAUSSETZUNGEN FÜR KASKADENNUTZUNG

Die Tabelle 1.1 zeigt die Nutzung von Baumholz (Primärholz) und sekundären Holzrohstoffen (Rest- und Recyclingholz). Die Sägeindustrie nutzt ausschließlich Primärholz. Sie produziert jedoch einen großen Teil des Restholzes, das in den übrigen Verwendungen Kaskadennutzungen ermöglicht. Die Holzwerkstoffindustrie nutzt zu zwei Drittel Rest- und Recyclingholz. Beim Zellstoff ist zwischen primär und sekundär (Altpapier) produziertem Zellstoff zu unterscheiden. Aufgrund des hohen Altpapiereinsatzes in Deutschland macht dessen Berücksichtigung einen großen Unterschied. Ohne Sekundärzellstoff liegt die Sekundärintputrate der stofflichen Nutzung bei 21,3%. Unter Einbeziehung des Altpapiers liegt sie bei 52,7%.

Tabelle 1.1:
Kaskadennutzung der
Holzverwendung

Holzverwendung 2020 – Deutschland	Holzver- wendung	Baumholz	Sekundär- holz	Sekundär inputrate
	Mio. m ³ _{swe}	Mio. m ³ _{swe}	Mio. m ³ _{swe}	in %
Schnittholz	42,1	42,1	0,0	0,0
Holzwerkstoffe	16,0	5,5	10,5	65,6
Zellstoff/Holzstoff	9,0	5,2	3,8	41,9
Stoffliche Nutzung I	67,1	52,8	14,3	21,3
Zellstoff aus Altpapier	44,5	0,0	44,5	100,0
Stoffliche Nutzung II	111,7	52,8	58,9	52,7
Energieholz- produkte	7,0	1,1	5,9	84,9
BMA ≥ 1 MW	20,7	1,8	19,0	91,4
BMA < 1 MW	7,3	2,4	4,9	67,5
Haushalte	21,2	15,3	6,0	28,1
Energetische Nutzung	57,3	20,7	36,6	63,9
Gesamt	169,0	73,5	95,5	56,5

KASKADENNUTZUNG BEI ENERGIEHOLZ

Bei der energetischen Nutzung haben BMA ≥ 1 MW aufgrund des hohen Altholzeinsatzes die höchste Sekundärinputrate (91,4%), gefolgt von Energieholzprodukten mit 84,9%. Haushalte haben aufgrund des hohen Scheitholzverbrauchs eine relativ geringe Sekundärinputrate (28,1%).

In diesem Beispiel wurde die Sekundärinputrate der energetischen Verwender nur für deren direkt eingesetzten Holzrohstoffe verwendet, also ohne Energieholzprodukte berechnet. Solche Festlegungen sind nicht wahr oder falsch, sondern zweckmäßig oder unzweckmäßig. Hier folgt es den Zwecken, Energieholzproduzenten sichtbar zu machen und die Sekundärinputrate der ersten aufnehmenden Hand zuzurechnen. Das zeigt zudem, dass die Berechnung der Sekundärinputrate von der Zusammensetzung der Produktgruppen, bzw. der hinterlegten Modellstruktur, abhängt. So wurde bei diesen Berechnungen aus dem Grundgedanken der Kreislaufwirtschaft heraus das Waldrestholz dem Restholz und nicht der primären Biomasse zugerechnet. Näheres dazu und detaillierte Berechnungen im Abschnitt 3.2.

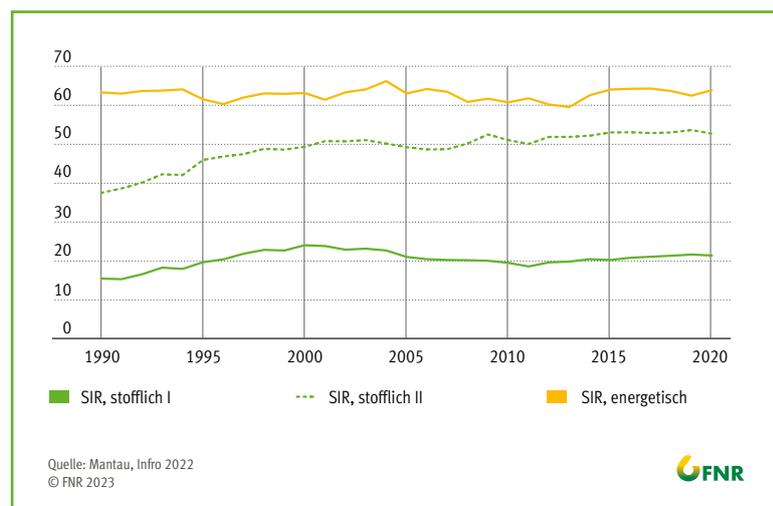
ZEITLICHE ENTWICKLUNG DER KASKADENNUTZUNG

Da das zugrunde liegende Kreislaufwirtschaftsmodell für die Zeit von 1990 bis 2020 mit Daten hinterlegt ist, lassen sich auch Entwicklungen aufzeigen. Die Sekundärinputrate der energetischen Nutzung schwankt relativ stabil um die 62,8% (Abbildung 1.10). Die stoffliche Nutzung II (mit Altpapier) steigt bis zum Jahr 2000 stark an und wächst danach moderat. Die stoffliche Nutzung I fällt kurz nach dem Jahr 2000 sogar wieder zurück. Hintergrund der Entwicklung ist die stark gestiegene Bauholznachfrage, die den Einfluss der Sägeindustrie verstärkt hat.

URSACHEN FÜR NUTZUNGSKASKADEN

Das weist auf einen interessanten Aspekt der Kaskadennutzung hin. Veränderungen volkswirtschaftlicher Sekundärinputraten deuten nicht zwangsläufig auf eine Veränderung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen im technischen Sinne hin. Sie können eine Folge unterschiedlicher Entwicklungen der Branchen (Kapazitätsänderung) sein, aber auch durch effizienteren Rohstoffeinsatz erfolgen. Mantau/Blanke (2016) haben zudem darauf hingewiesen, dass zur Optimierung eines volkswirtschaftlichen Kreislaufwirtschaftssystems nicht einzelne Raten von Bedeutung sind, sondern das System als Ganzes (provision and utilization) zu berücksichtigen ist. So hat die Sägeindustrie nur eine Sekundärinputrate von „0“, aber ohne die von ihr produzierten Reststoffe wäre der Sekundäreinsatz vieler anderer Holzverwendungen nicht möglich.

Abbildung 1.10:
Sekundärinputraten (SIR)
der Holznutzungen in %



Insgesamt weist die stoffliche Holznutzung eine Sekundärinputrate von 52,7 % aus, was einem Kaskadenfaktor von 2,12 bedeutet. Das bedeutet, aus einem Kubikmeter Primärholz werden durch die Nutzung von Rest- und Recyclingmaterial gut zwei Kubikmeter (swe) Holzprodukte hergestellt.

Die Sekundärinputrate der energetischen Nutzung ist mit 63,9% höher, doch folgt ihr keine weitere Nutzungsmöglichkeit. Energetische Holznutzung ist Endnutzung. Die hohe Sekundärinputrate ist vor allem eine Folge der Altholznutzung in Großfeuerungsanlagen und des Einsatzes von Restholz in Energieholzprodukten.

2 HOLZVERWENDUNG

2.1	Vorbemerkung	17
2.2	Sägeindustrie	20
2.3	Holz- und Zellstoffindustrie	26
2.4	Holzwerkstoffindustrie	30
2.5	Sonstige Stammholznutzer	36
2.6	Sonstige holzverarbeitende Industrien	40
2.7	Großfeuerungsanlagen (FWL ab 1 MW)	41
2.8	Kleinfeuerungsanlagen (FWL bis unter 1 MW)	44
2.9	Private Haushalte	47
2.10	Sonstige energetische Holzverwendung	51
2.11	Energieholzprodukte	54
2.12	Außenhandel mit Brennholz	57

2.1 Vorbemerkung

Anpassung der Holzrohstoffbilanzierung

Zum letzten Zyklus der Holzrohstoffbilanzierung² gab es mehrere methodische Veränderungen. So wurden Zwischenprodukte (z. B. Pellets) nicht den Rohstoffen zugerechnet, sondern in einem zusätzlichen Bilanzierungsschritt als Rohwaren zwischen Rohstoffen und Verwendungen aufgenommen. Dadurch werden Doppelzählungen vermieden (vgl. Abschnitt 2.11).

Die Berücksichtigung der Rinde wurde geändert, um Inkonsistenzen im Rechenprozess zu vermeiden (vgl. Abschnitt 3.3). Die Verwendung von Rinde außerhalb der dargestellten Verwendungssektoren (Mulcher) geht nicht mehr in die Gesamtbilanz mit ein, sondern nur noch die verwendete Rinde in den aufgeführten Sektoren der Holzverwendung. Das Kapitel Rinde stellt die Verwendung von Rinde insgesamt ausführlicher als bisher dar.

Ferner wurde die Holzrohstoffbilanzierung neu strukturiert, um für die Waldholzmodellierung passgenauere Daten liefern zu können. Die Differenzierung dafür geht über die hier dargestellte Struktur hinaus. Die Methode der Holzrohstoffbilanzierung wurde mit der Modellierung der Stoffstromanalyse Holz zu einer konsistenten Einheit verschmolzen. Gab es bisher für einzelne Rohstoffe „Partielle Holzrohstoffbilanzen“, so ist es nun möglich geworden, in den Verwendungssektoren „Input-Output-Bilanzen“ für den Produktionsprozess darzustellen.

Der Außenhandel mit Holz war bisher implizit in den Berechnungen enthalten. Er wurde aus Gründen der Vereinfachung nicht dargestellt. Hierzu wurden Formen der Darstellung gefunden, die nun die Holzrohstoffbilanzierung mit sektoralen Betrachtungen (Produktion, Export, Import) in Verbindung bringen (Marktsektoren). Dadurch ist ein System von Bilanzierungen entstanden, mit dem die unterschiedlichen Aspekte komplexer Marktstrukturen anschaulich verdeutlicht werden können. Alle Darstellungen erfolgen für das Jahr 2020, doch liegen sie über ein Dashboard vollständig für den Zeitraum 1990 bis 2020 vor und werden im Anhang in 10-Jahresschritten dargestellt. Sofern strukturelle Aspekte aus Erhebungen dargestellt werden, beziehen sie sich auf das Erhebungsjahr.

Warum Holzrohstoffbilanzen und jetzt auch noch mehr davon? Die erste Holzrohstoffbilanz (Mantau 2004) wurde vor allem zur übersichtlichen Darstellung der komplexer gewordenen Holzmarktstrukturen Anfang des Jahrtausends entwickelt. Methodisch leistet sie jedoch auch Unterstützung bei der Datenüberprüfung und Datengenerierung. Durch die Bilanzierung werden Widersprüche in den Daten offenbar und mit zunehmender Vervollständigung eines Datensystems lassen sich Datenlücken leichter erschließen. Die ersten Holzrohstoffbilanzen schufen zugleich unbewusst die Voraussetzung für spätere Kreislaufwirtschaftsmodelle. Denn in einem Kreislauf muss – wie in einer Bilanz – jeder Fluss einen Anfang und ein Ende, also eine Buchung und eine Gegenbuchung, haben.

² Mantau U. et al. (2018) Rohstoffmonitoring Holz, Ed. FNR – Report numbers 955, 956, 957

DEFINITION BILANZARTEN

Bilanzarten und ihre Funktion

Holzrohstoffbilanz: Sie ist die ursprüngliche Form der Holzrohstoffbilanzierung und stellt alle Rohstoffsektoren allen Verwendungssektoren gegenüber. Dabei berücksichtigt sie den Rohstoffmix in den Verwendungssektoren und rechnet auf den Rohstoffeinsatz zurück.

Partielle Holzrohstoffbilanzen: Sie schließen eine Informationslücke der Holzrohstoffbilanz, aus der nicht hervorgeht in welchen Bereichen ein einzelner Rohstoff verwendet wird. Damit kann spezifisch dargestellt werden, in welchen Verwendungssektoren z.B. Waldholz oder Altholz verwendet wird.

Input-Output-Bilanzen: Sie bilanzieren den Produktionsprozess nach In- und Outputmengen und sind weiter gefasst als die Holzrohstoffbilanzierung. So fließt die Rinde im vollen Umfang der Erntefestmeter Rundholz als Inputvolumen ein. Sie wird Teil der Verwendung (Input) oder wird als Verlust, bzw. marktfähiges Rindenangebot (Reststoff) auf der Outputseite verbucht. In der Holzrohstoffbilanzierung fließt nur die im Produkt verarbeitete Rinde ein. Sie bilden somit den gesamten Stoffstrom ab.

Marktsektoren: Die Produktion aus der Input-Output-Bilanz stellt die Verbindung zur üblichen Markt Betrachtung mit Produktion, Lager, Im- und Export und berechnetem Konsum her. Damit wird die Brücke der Holzrohstoffbilanzierung (Output Produkt) zu den Endwarenssektoren (z.B. Bau, Möbel, Verpackung, Papier) hergestellt, die jedoch nicht mehr Inhalt dieser Publikation sind.

Begriffe der Holzrohstoffbilanzierung

Zusätzlich zum stichwortartigen Glossar soll auf die Verwendung, den Zusammenhang und die Begründung wichtiger Holzbegriffe zunächst eingegangen werden. Dies folgt dem Wittgenstein'schen Sprachverständnis, womit sich ein Satz nicht nur aus seinen Worten und seiner Grammatik verstehen lässt, sondern auch aus dem zuvor und danach Gesagten, sowie dem Umfeld, in dem er gesagt wird.

Baumholz: Der Begriff umfasst alle Holzrohstoffe aus primärer Produktion. Er wurde eingeführt, weil im Rahmen der Stoffstromanalyse das Baumholz als zusammengefasster Stoffstrom dargestellt sein kann. Es besteht aus Rundholz, Landschaftspflegeholz sowie Holz aus Kurzumtriebsplantagen.

Der Begriff **Rundholz** wird synonym zum **Derbholz** (Holz über 7 cm Brusthöhendurchmesser über Rinde, BHD) verwendet. Für Leser/innen, die nicht vom Fach sind, sei darauf hingewiesen, dass der Begriff Derbholz von besonderer Bedeutung ist, weil Waldinventuren Holz bis zur Derbholzgrenze erfassen. Daraus ergeben sich Vorrat und Zuwachs des Waldholzes. Beide sind wichtige Größen zum Vergleich von Waldwachstum und holzwirtschaftlicher Nutzung. Der Forstexperte wird einwenden, dass Rundholz im geernteten Zustand i. d. R. unter Rinde gemessen wird. Praktisch ist das statistische Rauschen zwischen zwei Messsystemen manchmal unvermeidlich.

Waldrestholz ist im biologischen Sinne auch überwiegend Baumholz. Für die Stoffstromanalyse oder Kaskadennutzungen ist Waldrestholz jedoch vor allem Restholz. Man kann auch von **primärem Restholz** in Ergänzung zum **sekundären Restholz** sprechen. Zu sekundären Reststoffen (weniger abstrakt: **industrielle Reststoffe**) gehören Sägenebenprodukte, sonstiges Industrierestholz und Schwarzlauge. Resthölzer (z. B. Sägespäne) fallen in einem Produktionsprozess (Sägewerk) unvermeidlich an, der auf ein anderes Produktionsziel (Schnittholz) gerichtet ist.

Im Rahmen der Holzrohstoffbilanzierung dient die Bildung von Gruppenbegriffen der Übersichtlichkeit. Der Begriff **Baumbiomasse** fasst in Ergänzung zum Baumholz auch das Waldrestholz und die Rinde.

Recyclingmaterialien befanden sich bereits in einer Verwendung (Bau, Möbel, Zeitung). Sie sind Holzrohstoffe (Altholz, Altpapier) die nach Sammlung und ggf. Aufbereitung erneut der stofflichen oder energetischen Verwendung als Recyclingmaterial zugeführt werden.

Rohstoffe und Rohwaren: Rohstoffe bezeichnen das natürliche oder anders vorkommende Material ohne spezielle Zuordnung in der Nutzung. Rohwaren sind Rohstoffe, die in irgendeiner Weise eine Zuordnung erfahren haben. Diese Differenzierung wurde durch die Energieholzprodukte ausgelöst. So sind Pellets ein Energieprodukt. Sie werden aber erst in einem Haushalt der Energieverwendung zugeführt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurde zwischen Holzrohstoffen (z. B. Sägenebenprodukten) und Holzverwendungen die Kategorie der Holzrohwaren (z. B. Pellets) eingeführt. Im Falle von Sägenebenprodukten besteht physisch nicht der geringste Unterschied zwischen dem anfallenden Rohstoff und der verwendeten Rohware als Sägenebenprodukt. Im Rahmen der Revision der Holzrohstoffbilanzierung wurde aus der Not (Energieholzprodukte) eine Tugend gemacht, indem alle Rohstoffe (Altholz, Schwarzlauge) den Verwendungsgruppen (Baumholz, Recyclingmaterial, Reststoffe) der stofflichen oder und energetischen Verwendung zugeordnet wurden (Abschnitt 4).

Mit **Stammholz** im Sinne der Holzrohstoffbilanzierung ist nicht die Holzsortierung an der Waldstraße (Einschlagsstatistik) gemeint, sondern die Holzverwendung in bestimmten Sektoren. Zum Stammholz zählt alles Rundholz, das in Sägewerken und „sonstigen Stammholz verarbeitenden Branchen“ (z. B. Sperrholz) verarbeitet wird. Mit dem Begriff wird zugleich eine Brücke zur Waldholzmodellierung geschlagen. Stammholz ist überwiegend der forstlichen Endnutzung zuzurechnen.

Sonstiges Rundholz ist Derbholz, das nicht in den zuvor genannten Branchen verwendet wird. Das kann sowohl eine stoffliche (Holzstoff) oder energetische (Scheitholz) Verwendung sein. Es kann aus Durchforstung oder Endhieb gewonnen werden, ist aber immer Rundholz im Sinne von Derbholz (> 7 cm BHD). Sofern aus Erhebungen hervorgeht, dass in der Produktion (z. B. Spanplatten) auch Holz unter 7 cm Durchmesser stofflich verwendet wird, ist dieses dem Waldrestholz zuzuordnen.

2.2 Sägeindustrie

STRUKTUR DER SÄGEINDUSTRIE

Die Sägeindustrie ist durch eine sehr breit gestreute Betriebsgrößenstruktur geprägt. Zu ihr gehören kleine Dorfsägen, die für den regionalen Bedarf produzieren ebenso wie große Industrieanlagen, die den Weltmarkt beliefern. Kleinere Sägewerke können im aussetzenden Betrieb, je nach Bedarf oder im Zusammenhang mit anderen Erwerbseinkommen (Landwirtschaft) wirtschaftlich bestehen. Sie leisten einen Beitrag zur regionalen Wirtschaft. Um überregional oder international bestehen zu können, bedarf es Kostenstrukturen, die eher mit großen Einheiten zu erreichen sind (Größenkostenvorteile). Die Anzahl der Sägewerke insgesamt ist seit Jahren rückläufig. Davon sind überproportional die mittleren Sägewerke betroffen. Die folgende Tabelle zeigt die Verteilung der Schnittholzproduzenten nach Einschnittgrößenklassen für das Jahr der letzten Erhebung (2018).

Die Verteilung des Einschnittvolumens nach Einschnittgrößenklassen verhält sich spiegelverkehrt zur entsprechenden Verteilung der Betriebsanzahl.

Tabelle 2.1: Anzahl der Sägewerksbetriebe und Einschnitt nach Einschnittgrößenklassen

2018 Einschnittgrößenklasse	Schnittholzindustrie		Rundholzeinschnitt	
	Anzahl	%	Mio. Fm	%
1–999 Fm	828	47,0	0,262	0,7
1.000–4.999 Fm	447	25,4	1,087	2,8
5.000–19.999 Fm	288	16,3	2,755	7,0
20.000–99.999 Fm	130	7,4	4,902	12,5
100.000–499.999 Fm	52	3,0	11,557	29,5
500.000 Fm und mehr	17	1,0	18,583	47,5
Insgesamt	1.761	100,0	39,147	100,0

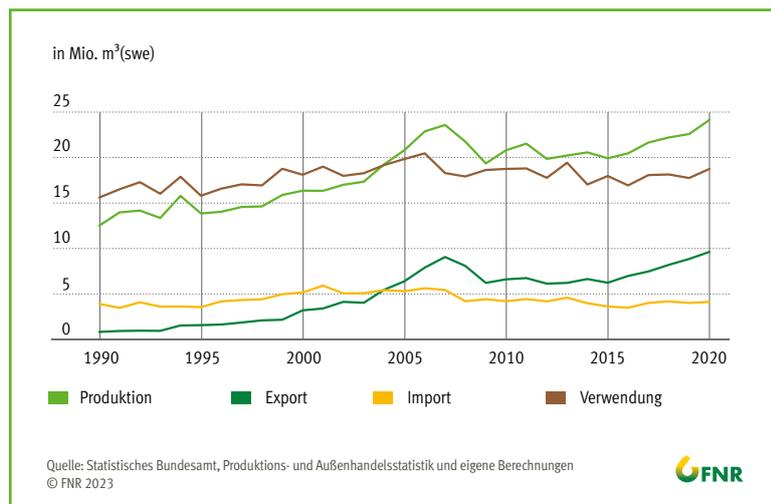
Quelle: Döring, P.; Giesecking, L.; Mantau, U. 2020: Sägeindustrie 2018

Entwicklung der Nadelschnittholzproduktion

Die Entwicklung der Produktion verläuft in der Sägeindustrie für Nadel-schnittholz völlig anders als für Laubschnittholz. Die Nadelschnittholzindustrie war bis Anfang der 90er Jahre eher eine klein- bis mittelständische Industrie. Dann trafen mehrere fördernde Rahmenbedingungen ein. Die Vereinigung und der folgende Bauboom (1989–1995) führten zu einer hohen Nachfrage in den Neuen Bundesländern. Da die Fertighausindustrie, die vor allem Holzbau ist, die Nachfrage auch ohne örtliches Handwerk beliefern konnte, hatte der Holzbau Wettbewerbsvorteile. Ein für die Forstwirtschaft tragisches Ereignis, wie die großen Sturmereignisse (Vivian/Wibke, 1989/1990) führte für die Holzwirtschaft zu günstigen Einkaufsbedingungen. Mit dem Aufbau in den Neuen Bundesländern wurden neue Sägewerksbetriebe gefördert. Mit steigenden Investitionsmöglichkeiten entwickelte die Sägeindustrie zudem Produkte wie Konstruktionsholz (KVH, BSH), die im Baubereich weitere Anwendungsmöglichkeiten (Hallenträger) erschlossen. Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stieg die Nachfrage nach Sägenebenprodukten und machten aus dem ehemaligen Problemfall einen attraktiven und gut verkäuflichen Rohstoff.

Die Sägeindustrie baute ihre Vorwärtsintegration durch eigene Pelletwerke, Biomassekraftwerke und Vorprodukte für die Bauwirtschaft aus. Somit bildeten sich immer größere Produktionsanlagen, die leichter Exportmärkte erschließen konnten. Der Hausbauboom in den USA und die Importbeschränkungen der USA für kanadisches Schnittholz gaben den bereits vorhandenen Exportaktivitäten einen kräftigen Schub. Wie die Grafik zeigt, brach die Nachfrage mit der Finanzkrise zum Teil wieder ein, aber der Strukturwandel in der Nadel schnittholzindustrie war vollzogen und hielt sich auf deutlich höherem Niveau. Die Schnittholzproduktion erhält durch internationale Nachfrage und höhere Präferenzen für klimafreundliches Bauen aktuell wieder Wachstumsimpulse.

Abbildung 2.1:
Entwicklung der
Marktsektoren von
Nadelschnittholz



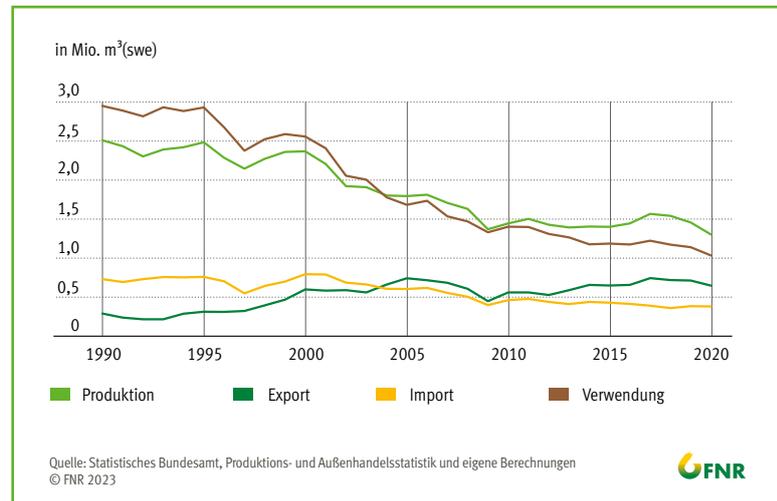
Entwicklung der Laubschnittholzproduktion

Ganz anders verläuft die Entwicklung des Marktes für Laubschnittholz. Die Produktion und der Verbrauch von Laubschnittholz sind während der gesamten Betrachtungsperiode rückläufig. Im Außenhandel wächst der Export schneller als der Import, wodurch die Inlandsverwendung noch stärker zurückgeht als die Produktion.

Es passt so gar nicht in eine Zeit, in der Laubbäume für gemischte Waldbestände immer bedeutender werden. Die Ursachen sind vielfältig und können hier nur zum Teil erörtert werden. Im Baubereich findet Laubholz überwiegend im Innenbereich statt (z. B. Treppen, Parkett). Für den materialintensiveren Bereich der Konstruktion vom Dachstuhl, bis zum Fertighausbau wird fast ausschließlich Nadelholz verwendet. Selbst jedes aus Stein gebaute Haus hat einen Dachstuhl aus Nadelholz. Es ist leichter, einfacher zu bearbeiten und in der Regel preisgünstiger. Nicht zuletzt hat die gradschaftige Form des Nadelholzes Verarbeitungsvorteile gegenüber Laubhölzern, die sich nach kurzem Stammabschnitt in zahlreiche Äste aufgliedern. Dies ist zwar schön anzusehen, aber schwer zu verarbeiten. Auch im Verpackungssektor (Paletten) dominiert das leichtere, weiche Nadelholz. Im Möbelsektor hingegen hat massives Laubholz größere Anteile, aber wenn man Holzwerkstoffe (z. B. Spanplatten) hinzunimmt, wird selbst im Möbelsektor mehr Nadel- als Laubholz verwendet. Zum Teil ist das ein Folgeeffekt, da Spanplatten große Anteile von Sägebeneprodukten und Altholz verwenden, die weitgehend aus Nadelholz bestehen.

Die ökonomischen Ursachen wurden zum Teil bereits angesprochen. Der Hauptgrund für den zurückhaltenden Einsatz von Laubholz ist dessen aufwändigere Verarbeitung. Laubholz ist schwerer, härter und vielfältiger in der Form. Das erschwert automatisierte Verarbeitungsprozesse. Somit wird Laubholz nicht selten als Stammholz oder Schnittholz in Länder mit geringeren Arbeitskosten exportiert und kommt als Parkettfrieze oder Sperrholz wieder zurück.

Abbildung 2.2:
Entwicklung der
Marktsektoren von
Laubschnittholz



SUBSTITUTION VON NADELHOLZPRODUKTEN

Nicht unerwähnt bleiben soll, dass es zahlreiche Forschungsanstrengungen und Entwicklungen gibt, um die Verwendung von Laubholz zu erleichtern. Die Baubuche ist ein Beispiel, mit der bereits Marktreife erreicht wurde. Dies schlägt sich statistisch in anderen Produktkategorien nieder. Dennoch stellt die Substitution von Nadelholzprodukten durch Laubholzprodukte eine der größten Herausforderungen der künftigen Holzverwendung dar.

Die Sägeindustrie spielt dabei eine wichtige Rolle, weil sie mit dem Stammholz das Hauptprodukt der Forstwirtschaft kauft. Dies führt zu der Frage nach dem Holzvolumen, das in der Sägeindustrie verwendet wird.

MELDESCHWELLEN

Wie für andere Branchen auch, gibt es in der amtlichen Statistik eine Meldeschwelle für berichtspflichtige Betriebe. Sie wurde ab dem Jahr 2007 (Produktionsstatistik) und 2009 (Holzbearbeitungsstatistik) von 5.000 m³ Einschnitt in Abhängigkeit des wirtschaftlichen Schwerpunktes auf Betriebe mit mindestens zehn Mitarbeitern erhöht. Somit weist die amtliche Statistik nicht das volle Produktionsvolumen aus. Ein weiterer möglicher Grund für eine Untererfassung ist die Integration von Weiterverarbeitungsprozessen in der Sägeindustrie (Hobelware, Platten). Diese führt ggf. dazu, dass Schnittholz, das intern weiterverarbeitet wird, nicht immer auch als Rohware zur Statistik gemeldet wird. Für die Rohstoffverwendung in der Sägeindustrie, aber auch für die Bestimmung des Anfalls von Reststoffen, ist die Kenntnis der gesamten Produktion von Bedeutung. Eine sehr detaillierte Analyse dieser Effekte erfolgte von Przemko Döring (2020).

Rohstoffeinsatz in der Sägeindustrie

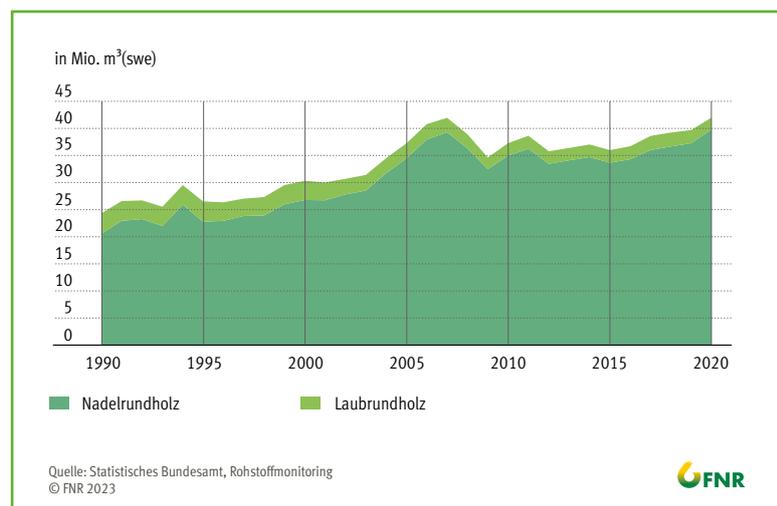
Zunächst erfolgt über das Rohstoffmonitoring eine Hochschätzung der in der offiziellen Statistik nicht erfassten Schnittholzproduktion. Für die Jahre 2002, 2005, 2010, 2015 und 2018 wurden Erfassungsquoten der Produktionsstatistik getrennt nach Nadel- und Laubholz bestimmt. Demnach stieg die Erfassungsquote zwischen den Jahren 2002 und 2018 für Rauware aus Nadelholz von 77 % auf 80 %, während die für Rauware aus Laubholz tendenziell von knapp 40 % auf 34 % abnahm. Die geringere Erfassungsquote liegt auch an der größeren Bedeutung kleinerer Sägewerke im Laubholzbereich.

Anschließend wird über Ausbeutefaktoren (eingesetztes Stammholz zu produziertem Schnittholz) auf das dafür benötigte Sägestammholz zurückgerechnet. Die Werte zwischen den Erhebungsjahren werden anhand der Entwicklung der Produktionsstatistik interpoliert. Das Beispiel zeigt, dass beide Quellen erforderlich sind, um ein möglichst realistisches Bild zu erhalten. Das Statistische Bundesamt liefert kontinuierliche Zeitreihen, während das Rohstoffmonitoring in Erhebungsjahren das Produktionsvolumen ergänzt und die Zusammensetzung der Rohwaren bestimmt.

STAMMHOLZEINSATZ IN DER SÄGEINDUSTRIE

Die folgende Abbildung zeigt den Stammholzeinsatz in der Sägeindustrie. Im Jahr 1990 betrug der Nadelholzanteil 84,6 % und der des eingeschnittenen Laubholzes noch 15,4 %. Da die Nadelstammholzverwendung kräftig expandierte, während die Laubstammholzverwendung tendenziell leicht zurückging, verringerte sich der Laubholzanteil auf 5,2 %, was gleichbedeutend mit der Aussage ist, dass 94,8 % des Einschnitts im Jahr 2020 Nadelholz war. Ursache für dieses deutliche Missverhältnis zu den waldbaulichen Zielsetzungen ist die Nachfrage der Verbraucher in den Bereichen Bau, Verpackung, Möbel und Papier, denen die Konsequenz vermutlich nicht einmal bewusst ist.

Abbildung 2.3:
Entwicklung des
Rohholzeinsatzes in
der Sägeindustrie



Sektoren des Prozesses und des Marktes

Ergänzend zu den bisherigen Grafiken gibt die folgende Input-Output-Bilanz und die Verbindung zu den Marktsektoren über die Produktion einen Marktüberblick in Zahlen. Der linke Teil (Tabelle 2.2) stellt den Produktionsprozess in Form von errechneten Festmeteräquivalenten (m^3_{swe}) dar. Die Sägeindustrie verwendet definitionsgemäß nur Stammholz. Im Vergleich zu vielen anderen Holzprodukten verwendet sie keine Rest- und Recyclinghölzer. Dafür ist sie ein großer Lieferant von Reststoffen in Form von Sägenebenprodukten, die z. B. bei der Spanplattenproduktion oder für Pellets zum Einsatz kommen. Auf der Outputseite erscheint zunächst das Produkt, dann Reststoffe, Verluste und falls relevant Verdichtung oder Verbrennung.

Tabelle 2.2:
Input-Output-Bilanz und
Marktsektoren der Säge-
industrie (2020)

		Prozess in Mio. m^3_{swe}		in Mio. m^3	
	Input		Output		Markt
Nadelschnittholzindustrie					
Baumholz	39,840	Produkt	24,143	Produktion	24,143
Rinde	5,020	Reststoff	19,221	Export	9,691
Reststoffe	0,000	Abgang	1,496	Import	5,177
Recycling	0,000			Lager- veränd.	-0,088
Input	44,859	Output	44,859	Verwen- dung	19,717
Laubschnittholzindustrie					
Baumholz	2,168	Produkt	1,308	Produktion	1,308
Rinde	0,236	Reststoff	1,027	Export	0,656
Reststoffe	0,000	Abgang	0,070	Import	0,390
Recycling	0,000			Lager- veränd.	0,002
Input	2,405	Output	2,405	Verwen- dung	1,040
Schnittholzindustrie, insgesamt					
Baumholz	42,008	Produkt	25,450	Produktion	25,450
Rinde	5,256	Reststoff	20,247	Export	10,347
Reststoffe	0,000	Abgang	1,566	Import	5,567
Recycling	0,000			Lager- veränd.	-0,085
Input	47,264	Output	47,264	Verwen- dung	20,756

Quelle: Rohstoffmonitoring, Statistisches Bundesamt

Rinde ist eine gute Verpackung beim Transport von Rundholz. Sie wird vor dem Einschnitt entfernt und energetisch oder anders (Mulch) verwendet. Zur Rückrechnung auf die Baumrinde geht man von Aufschlägen auf das entrindete Holz von 12,6 % für Nadelholz und von 10,9 % für Laubholz aus.³ Die berechnete Rinde des stehenden Stamms im Wald kommt jedoch nicht im Sägeprozess vollständig an. Verluste bei der Holzernte, dem Transport oder beim Bugsieren auf dem Holzplatz reduzieren die Rindenverfügbarkeit. Entsprechend der ITOC-Studie wurde von einem Verlust in Höhe von 29,8 % ausgegangen, unabhängig davon, wo dieser Verlust zwischen stehendem Baum im Wald und Verarbeitungsprozess im Sägewerk anfällt. In der Prozessbilanzierung geht die Rinde vollständig in kalkulierter Form ein und erscheint auf der Outputseite als Reststoff (potenzielles Angebot) und Verlust.

ZUSAMMENFÜHRUNG VON STOFFSTROM- UND MARKTANALYSE

Es ist das Ziel dieser Überarbeitung des Rohstoffmonitorings, die Methoden der Holzrohstoffbilanzierung, der Stoffstromanalyse Holz und der Marktanalyse datentechnisch zusammenzuführen. Letzteres erfolgt mit der folgenden Tabelle exemplarisch für das Jahr 2020. Die rechte Seite der Tabelle zeigt die Sektoren des Schnittholzmarktes. Die rechnerische Verwendung ergibt sich aus der Produktion unter Abzug der Exporte und Hinzufügung der Importe. Der Schnittholzmarkt wird in Kubikmeter Schnittholz dargestellt und weist einen positiven Außenhandelsaldo aus. Wenn das Lager abgebaut, bzw. der Verwendung zugeführt wird, erhöht sich die Verwendung entsprechend. Deshalb trägt die Lagerveränderung, in Bezug auf die Verwendung, ein negatives Vorzeichen beim Lageraufbau.

Zu den statistischen Quellen

Grundlage für die Bestimmung der Rohstoffanteile oder Nachschätzungen von Mengen bildet das Rohstoffmonitoring mit den dargestellten Berichten (Liste am Ende des Kapitels). Für die Darstellung der sektoralen Entwicklung (Produktion, Außenhandel) und Interpolationen wurde die GENESIS-Datenbank des Statistischen Bundesamtes ab 2002 verwendet. Frühere Daten basieren auf den entsprechenden Fachserien oder Zusammenstellungen der ZMP-Marktbilanzen. Daten zur Lagerhaltung sind den BMEL Holzmarktberichten entnommen. Die Systematiken ändern sich im Zeitablauf bzw. einzelne Daten werden nicht gemeldet und müssen nachgeschätzt werden. Produktgruppen müssen ggf. neu zusammengestellt werden. Somit sind für die Darstellung kontinuierlicher Reihen über lange Zeiträume zahlreiche Berechnungen durch systematische Änderungen erforderlich. Deren Darstellung würde den Rahmen dieser Publikation sprengen, sodass die verkürzte Form „Rohstoffmonitoring, Statistisches Bundesamt“ verwendet wird.

³ Mantau et al. (2016)

Eigene Berechnungen sind nahezu in allen Grafiken und Tabellen enthalten. Auf den Hinweis „eigene Berechnung“ wird verzichtet. Weitere Hinweise finden sich im Literaturverzeichnis.

Abweichungen in der Spaltensumme

Bei Hochrechnungen kann es vorkommen, dass mit Teilmengen von Betrieben gearbeitet wird. Dadurch kann es in der Zusammenfassung zu Rundungen kommen, sodass die Summe einer Spalte geringfügig abweichen kann.

Das Phänomen tritt auch auf, wenn statistische Datenquellen zu größeren Einheiten (Millionen) zusammengefasst werden. Ebenso kommt es zu Summenabweichungen, wenn Prozentsätze gerundet werden.

Da es sich in den genannten Fällen um korrekte Rundungen handelt, werden sie auch so dargestellt. Die Alternative wäre ein manipulativer Eingriff, der bei komplexen Systemen (Dashboard) zudem den Algorithmus zerstört.

2.3 Holz- und Zellstoffindustrie

STRUKTUR DER HOLZ- UND ZELLSTOFFINDUSTRIE

Im Vergleich zur Sägeindustrie ist die Industriestruktur, als Folge der notwendigen Anlagengröße, der Holz- und Zellstoffindustrie eher übersichtlich. Die Anzahl belief sich 2019 auf 14 Werke und die Produktionskapazität betrug 2,713 Mio. t. Dazu wurde eine Holzrohstoffmenge in Höhe von 9,508 Mio. m³_{swe} verarbeitet. Das hohe Volumen (m³) im Verhältnis zur Masse (t) ist eine Folge des Fasergewinnungsprozesses, bei dem neben Zellstoff in etwa gleichem Umfang Reststoff (Schwarzlauge) anfällt. Dafür sind bei der Produktion des mechanisch gewonnenen Holzstoffs pro Tonne 2,483 m³_{swe} erforderlich und beim chemisch gewonnenen Zellstoff 4,703 m³_{swe}.

Tabelle 2.3:
Anzahl und Kapazität der Holz- und Zellstoffindustrie

2019 Industriestruktur	Zellstoffindustrie		Kapazität	
	Anzahl	%	Mio. t	%
Holzstoff	8	56,3	1,078	39,7
Sulfatzellstoff	4	29,6	0,620	22,9
Sulfatzellstoff	2	14,1	1,015	37,4
Insgesamt	14	100,0	2,713	100,0

Quelle: Giesecking, L.; Döring, P.; Mantau, U. (2020)

IN DER ZELLSTOFFPRODUKTION EIN „ZWERG“ – IN DER PAPIERPRODUKTION EIN „RIESE“

Im internationalen Kontext ist Deutschland bei der Zellstoffproduktion ein „Zwerg“, bei der Papierproduktion hingegen ein „Riese“. Legt man die FAO-Statistik zugrunde, lag die Produktion der Holz- und Zellstoffindustrie in Deutschland im Jahr 2020 in Europa auf Rang 4 und in der Welt auf Rang 15. Die Papierindustrie hingegen rangierte in Europa auf Platz 1 und weltweit immer noch auf Platz 5. Wie ist der Widerspruch zu erklären?

**PRODUKTIONS-
HEMMNISSE**

Die Sulfatzellstoffherstellung war lange Zeit mit erheblichen Emissionen für Wasser und Luft verbunden. Somit war sie im dicht besiedelten Deutschland aufgrund der Umweltauflagen nicht möglich und konzentrierte sich stattdessen auf Skandinavien und Amerika. Allerdings ist Sulfatzellstoff u. a. aufgrund seiner Festigkeit wichtigster Grundstoff bei den meisten Papierprodukten. Da die Produktion in Deutschland auf die Herstellung von Sulfitzellstoff und Holzstoff beschränkt war, blieb sie im Größenwachstum begrenzt. Inzwischen sind auch Sulfatzellstoffwerke so gut gekapselt, dass sie weitgehend ohne Luft- und Wasseremissionen betrieben werden können. Um das Jahr 2004 wurden auch in Deutschland zwei Sulfatzellstoffwerke gebaut. Da hatte sich die deutsche Papierindustrie jedoch längst zu einer Recyclingindustrie etabliert. Das lag auch deshalb nahe, weil Deutschland mit seiner großen Einwohnerzahl ein hohes Altpapieraufkommen hat.

Entwicklung der Holz- und Zellstoffindustrie

Bis zum Jahr 2010 verlief die Produktion für Holzstoff weitgehend stabil. Danach geht die Kapazität um ein Drittel zurück und die Produktion sinkt fast um die Hälfte.

**75 % DER PAPIER-
PRODUKTION AUS
ALTPAPIER**

Im Zellstoffbereich verläuft die Entwicklung etwas anders. Wie bereits erwähnt, ist die inländische Produktion im Vergleich zur Verwendung eher gering und macht etwa ein Viertel der Verwendung aus. Der Kapazitätsaufbau um das Jahr 2004 ist in der Abbildung nicht so deutlich zu erkennen wie in der Holzverwendung. Die inländische Verwendung ist sehr stark von Importen geprägt, aber Deutschland ist zugleich auch ein nennenswerter Exporteur von Zellstoff. Sowohl beim Holzstoff als auch beim Zellstoff (Sulfit) ist ein tendenzieller Rückgang ab 2010 zu beobachten. Das dürfte eine Folge der verbesserten Recyclingtechnologien sein, die den Anteil des Altpapiers an der Papierproduktion inzwischen auf ca. 75 % hat ansteigen lassen. Insgesamt ist die Entwicklung der Holz- und Zellstoffindustrie in Deutschland eher leicht rückläufig.

Abbildung 2.4:
Entwicklung des
Marktes von Holzstoff

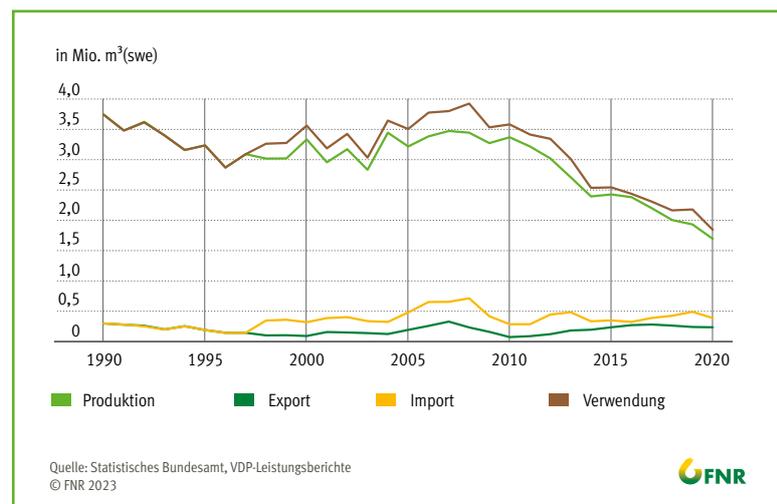
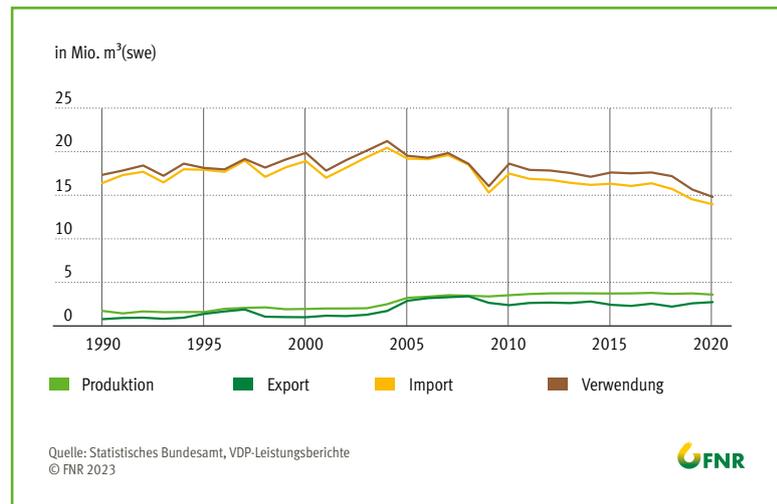


Abbildung 2.5:
Entwicklung des
Marktes für Zellstoff



Rohstoffeinsatz in der Holz- und Zellstoffindustrie

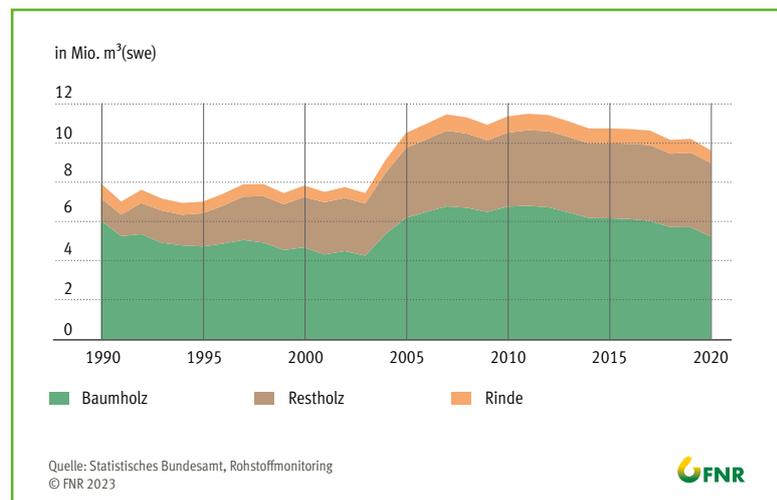
Die Darstellung des Holzeinsatzes in der Holz- und Zellstoffindustrie erfolgt für beide Bereiche gemeinsam. Die zuvor veranschaulichte Entwicklung zeichnet sich auch in der Rohstoffverwendung ab. Nach einem Kapazitätsaufbau um das Jahr 2004 herum bleibt die Holzverwendung zunächst konstant und geht etwa ab dem Jahr 2010 tendenziell zurück. Zugleich ist der Einsatz von Resthölzern gestiegen.

Die ausgewiesene Rinde wird nicht im Produkt verarbeitet. Sie ist als rechnerischer Input (Baumrinde) enthalten und fließt im Stoffstrom auf der Outputseite als Rindenverlust und potenzielles Marktangebot (Reststoff) heraus. Das schließt eine interne energetische Verwendung mit ein. Die würde bei den Biomassefeuerungsanlagen verbucht.

SCHWARZLAUGE

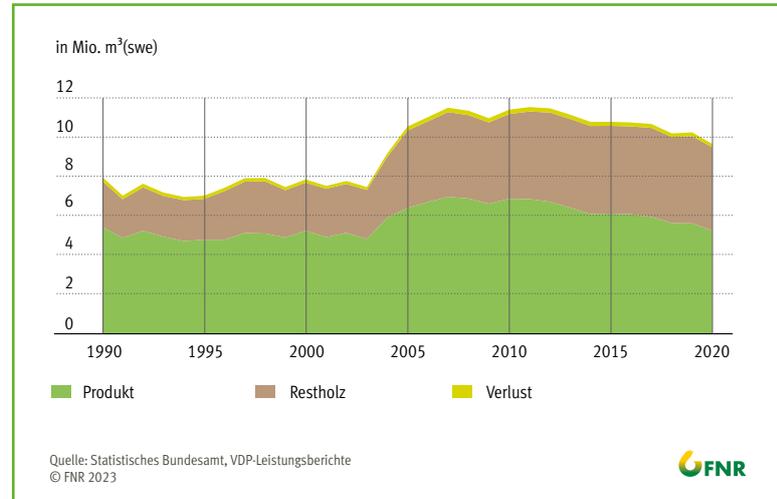
So wie die Sägeindustrie etwa 40% des eingesetzten Rundholzes als Restholz für andere Produktionsprozesse bereitstellt, fällt bei der chemischen Zellstoffproduktion etwa die Hälfte des eingesetzten Holzes als Ablauge (Schwarzlauge) an. In diesem Fall wäre der Begriff „Reststoff“ passender, aber das würde nur zu einem weiteren Begriff ohne Erkenntnisgewinn führen. Aus der Abbildung ist deutlich erkennbar, dass deren Anteil mit dem größeren Anteil an chemischen Zellstoff gestiegen ist.

Abbildung 2.6:
Entwicklung des Rohholzeinsatzes in der Holz- und Zellstoffindustrie



Derzeit wird die Schwarzlauge in der Zellstoffindustrie energetisch in Großfeuerungsanlagen genutzt. Potenziell ist sie aber auch ein Rohstoff für Bioraffinerien.

Abbildung 2.7:
Entwicklung des Outputs
in der Holz- und Zellstoff-
industrie



45 Mio. m³ SEKUNDÄR- ZELLSTOFF (ALTPAPIER)

Input-Output-Bilanz und Marktsektoren

Die Daten zum Produktionsprozess wurden bereits weitgehend besprochen. Die Abgänge ergeben sich überwiegend aus den berechneten Rindenverlusten. Die folgende Marktbilanz weist die hohe Außenhandelstätigkeit bei chemischem Zellstoff aus. Auf die Hintergründe wurde eingangs eingegangen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Sekundärzellstoff (Altpapier) in den Berechnungen nicht enthalten ist. Mit 44,5 Mio. m³_{swe} wäre die Gesamtbilanz für Zellstoff vom Einsatz von Recyclingmaterial geprägt.

Tabelle 2.4:
Input-Output-Bilanz und
Marktsektoren der Holz- und
Zellstoffindustrie (2020)

Prozess in Mio. m ³ _{swe}				in Mio. m ³ _{swe}	
Input		Output		Markt	
Holzstoffindustrie					
Baumholz	1,367	Produkt	1,687	Produktion	1,687
Rinde	0,172	Reststoff	0,121	Export	0,227
Reststoffe	0,320	Abgang	0,051	Import	0,377
Recycling	0,000			Lagerver- änd.	0,000
Input	1,859	Output	1,859	Verwen- dung	1,838
Zellstoffindustrie					
Baumholz	3,851	Produkt	3,547	Produktion	3,547
Rinde	0,475	Reststoff	4,103	Export	2,695
Reststoffe	3,443	Abgang	0,119	Import	13,907
Recycling	0,000			Lagerver- änd.	0,000
Input	7,769	Output	7,769	Verwen- dung	14,759
Holz- und Zellstoffindustrie					
Baumholz	5,219	Produkt	5,234	Produktion	5,234
Rinde	0,647	Reststoff	4,224	Export	2,922
Reststoffe	3,763	Abgang	0,170	Import	14,285
Recycling	0,000			Lagerver- änd.	0,000
Input	9,628	Output	9,628	Verwen- dung	16,597

Quelle: Rohstoffmonitoring, Statistisches Bundesamt, VDP-Leistungsberichte

2.4 Holzwerkstoffindustrie

Struktur der Holzwerkstoffindustrie

Zur Holzwerkstoffindustrie werden hier die Spanplatten, OSB-Platten, Faserplatten (MDF, HDF) und die Leichtbauplatten (LDF, Dämmplatte) gezählt.

Grundsätzlich und aus technologischer Sicht zählen auch Furnier- und Sperrholz zu den Holzwerkstoffen, da man zu den Holzwerkstoffen Produkte zählt, die aus Zwischenprodukten (Fasern, Furniere) zu einem Halbwarenprodukt (Faserplatte, Sperrholz) zusammengefügt werden.

Aus Sicht des Rohstoffmonitorings ist es hingegen zweckmäßig, Furniere und Sperrholz zu einer Gruppe hinzuzufügen, für die ähnlich wie für das Schnittholz vor allem wertvolleres Stammholz zum Einsatz kommt.

Es gab 2020 in Deutschland 22 Produktionsstandorte der Holzwerkstoffindustrie. Aufgrund von integrierten Standorten mit mehreren Produktionslinien betrug die Anzahl der Betriebsstätten 29.

Tabelle 2.5:
Anzahl der Betriebsstätten
und Kapazität der Holzwerkstoffindustrie (2020)

2020	Holzwerkstoffindustrie		Kapazität	
	Anzahl	%	Mio. m ³	%
Spanplatte	12	41,4	5,778	46,8
OSB	3	10,3	1,297	10,5
Faserplatte	11	37,9	3,972	32,2
Dämmplatte	3	10,3	1,290	10,5
Insgesamt	29	100,0	12,337	100,0

Quelle: Giesecking, L.; Döring, P.; Mantau, U. (2020)

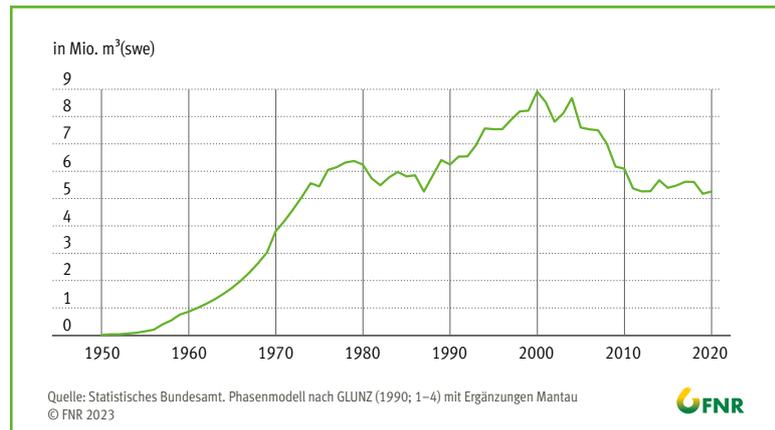
Entwicklung der Holzwerkstoffindustrie

Bevor die Entwicklung der Holzwerkstoffindustrie wie in anderen Abschnitten beschrieben wird, soll hier die Spanplatte in einer längeren Übersicht hervorgehoben werden. Sie repräsentiert wie kaum ein anderes Produkt die deutsche Industriegeschichte und zugleich ist es ein gutes Beispiel für das Marketingkonzept des Produktlebenszyklus.

DIE SPANPLATTE

In der Aufbauphase nach dem Zweiten Weltkrieg beginnt die Produktion zunächst schleppend. Das Produkt hat noch nicht seine volle Reife erreicht und die Märkte sind nicht entwickelt, bzw. es fehlt ihnen die Kaufkraft. Dies ändert sich in der Expansionsphase zwischen 1960 und 1970. Das Produkt entspricht zunehmend den Verwendungsanforderungen und der Einrichtungsbedarf ist riesig. Ein standardisierter Werkstoff zum günstigen Preis passt genau in diese Zeit der „Nierentische“. Im folgenden Jahrzehnt geht die Expansion mengenmäßig zwar weiter, aber der Preiswettbewerb zwischen den Unternehmen wächst gravierend. Nur wer die Kosten senken kann, kann sich weiter behaupten. Das geht in dieser Zeit am ehesten über Größenwachstum (economics of scale). So reduziert sich die Anzahl der Werke zwar fast um die Hälfte, deren Produktionskapazität steigt jedoch deutlich an, weil die Produktion der einzelnen Werke stärker wächst. Neben der internen Dynamik in der Branche kommt in den 80er Jahren eine Abschwächung der wirtschaftlichen Entwicklung hinzu. Mit einem weitgehend homogenen, vergleichbaren Produkt lässt sich unter den Umständen kaum noch Geld verdienen. Spanplattenwerke diversifizieren durch Vorwärtsintegration, produzieren Möbelteile vor oder werden im Messebau tätig. Wie viele andere Branchen führt die Vereinigung in den 90er Jahren zu einem kräftigen Aufschwung. Der große Bedarf an Neubau wird vor allem durch Fertighäuser gedeckt, in der auch die Spanplatte Verwendung findet. Die Osterweiterung führt zum Aufbau von Produktionsstätten in den osteuropäischen Ländern. Für ein weiteres Jahrzehnt kann das Produktionsniveau noch weitgehend gehalten werden, da durch die Globalisierung der Export stabilisierend wirkt. Mit der Finanzkrise bricht die Produktion jedoch deutlich ein und fällt auf das Produktionsniveau der 80er Jahre zurück.

Abbildung 2.8:
Spanplatte repräsentiert
Industriegeschichte

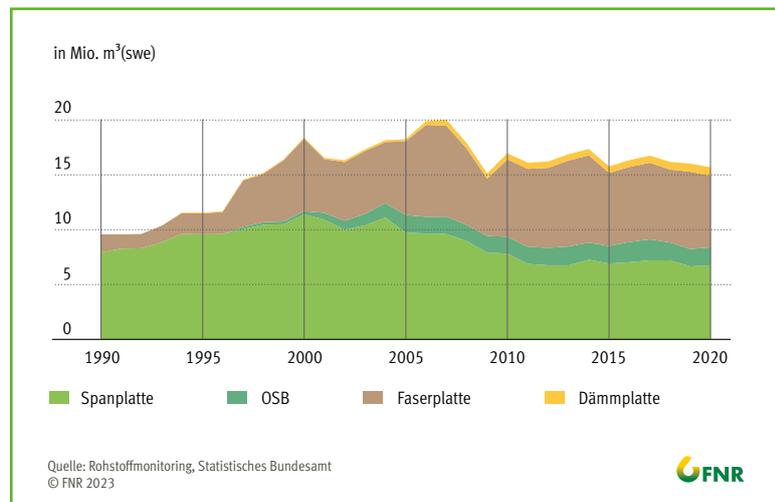


DIE FASERPLATTE

Neben dieser produktinternen Dynamik spielt aber auch die Entwicklung weiterer Plattenarten eine Rolle. So entwickeln sich die Faserplatten zu einem Wettbewerber der Spanplatte in der Möbelbranche und die OSB-Platte übernimmt Marktanteile der Spanplatte im Baubereich.

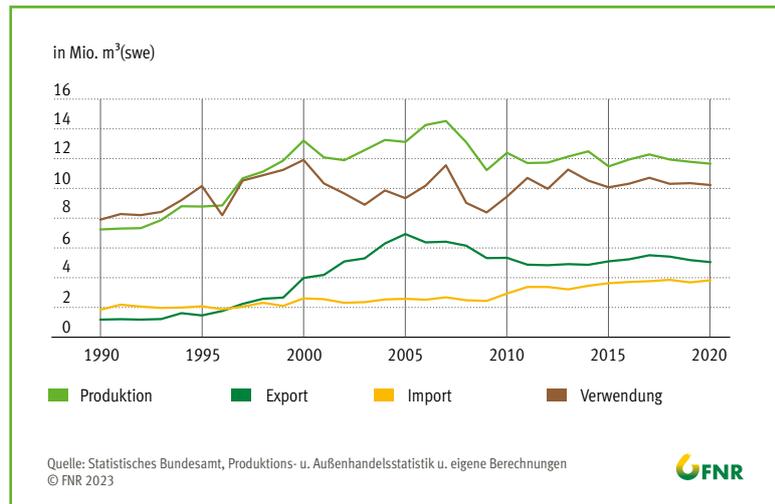
Die folgende Grafik stellt die Entwicklung der Holzwerkstoffindustrie entsprechend der Verwendung der Holzrohstoffe dar. Der Aufschwung bis zum Jahr 2010 ist sehr stark von der Marktdurchdringung der Faserplatten geprägt. Nach Überwindung der Finanzkrise verharrt die Holzverwendung oberhalb eines Niveaus von 15 Millionen m³_{swe} Holzwaren. Neben dem Aufbau von Produktionskapazitäten für OSB-Platten gewinnt in den letzten Jahren auch die Faserdämmplatte an Bedeutung.

Abbildung 2.9:
Entwicklung des Marktes
für Holzwerkstoffe nach
ihrer Bedeutung für die
Holzverwendung



Nach Zusammenfassung der Produktions- und Außenhandelsdaten ergibt sich für die Holzwerkstoffe insgesamt eine sektorale Entwicklung entsprechend Abbildung 2.10. Die Darstellung erfolgt in Kubikmeter Platten. Holzwerkstoffplatten haben sehr unterschiedliche Dichten und damit unterschiedliche Holzanteile. Die Produktion übersteigt in den letzten zehn Jahren die inländische Verwendung etwa um 1,5 Mio. m³. Nach Überwindung der Finanzkrise verlaufen Produktion, Export und Import weitgehend stabil. In der Abbildung ist der deutliche Exportaufschwung zwischen 1995 und 2005 erkennbar. Im letzten Jahrzehnt wurden in Deutschland pro Jahr mehr als zehn Millionen Kubikmeter Platten verwendet.

Abbildung 2.10:
Entwicklung der Markt-
sektoren für Holzwerkstoffe



Die folgende Abbildung gibt das Ergebnis der Erhebung zum Rohholzeinsatz in der Holzwerkstoffindustrie im Jahr 2020 wieder. Es ist ein Beispiel für die primärstatistischen Erhebungen, die bei allen Sektoren der Holzverwendung durchzuführen sind, um den Rohstofffluss quantitativ nach unterschiedlichen Rohwaren zu bestimmen. Zwischen den Erhebungsjahren können die Anteile deutlich schwanken. Das zeigt die Notwendigkeit der Wiederholung solcher Erhebungen. Im Durchschnitt erfolgten sie im Rohstoffmonitoring alle drei Jahre.

**UNTERSCHIEDE IM
ROHWARENEINSATZ**

Die Spanplatte weist eine sehr diverse Struktur auf und ist bisher das einzige stoffliche Produkt, das eine größere Menge von Recyclingmaterial (Altholz; 36,2%) aufnimmt. Die OSB-Platte verarbeitet überwiegend Material mit langer zusammenhängender Faserstruktur (Hobelspäne), die aus Rundholz gewonnen werden. In früheren Erhebungen war dies ausschließlich Nadelholz. In der aktuellen Erhebung kamen kleinere Mengen Laubholz und Sägenebenprodukte hinzu. Die Faserplatten verwenden zum überwiegenden Teil Sägenebenprodukte. In der Holzwerkstoffindustrie werden somit insgesamt 32,6% Baumholz, 50,4% Restholz, 15,7% Recyclingmaterial und 1,3% Rinde verarbeitet.

Abbildung 2.11:
Rohwareneinsatz bei der
Herstellung von Holzwerk-
stoffplatten in % (2020)

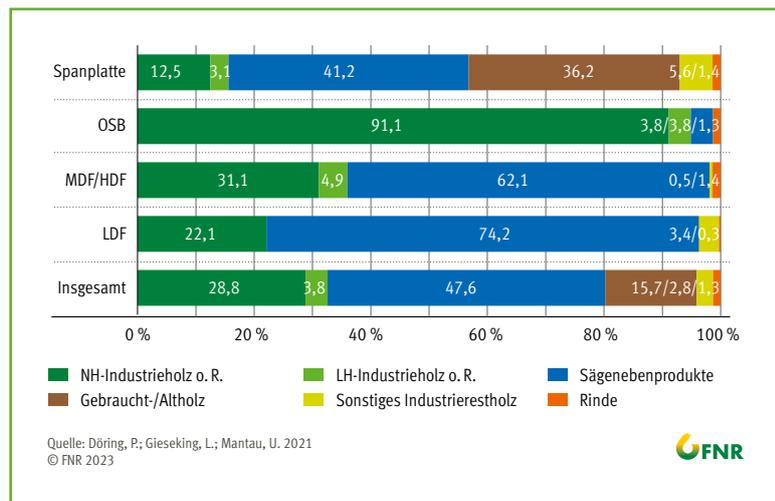
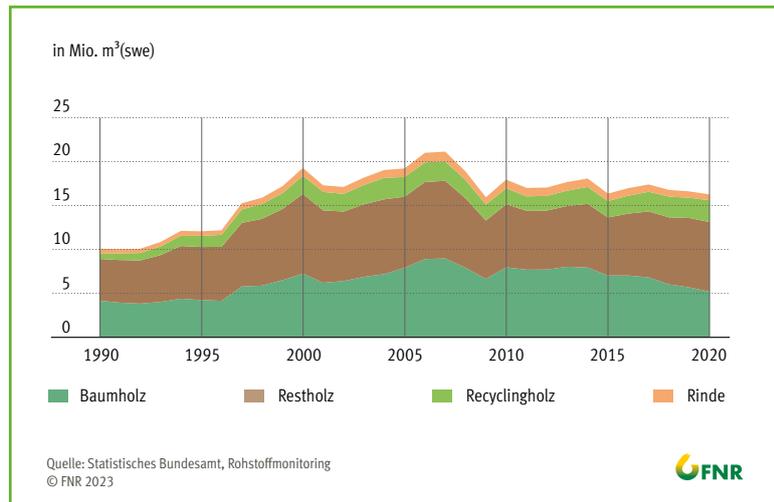


Abbildung 2.12:
Entwicklung des Rohwareneinsatzes in der Holzwerkstoffindustrie



Input-Output-Bilanz und Marktsektoren

Die Darstellung der Input-Output-Bilanzen mit den Marktsektoren ist zum einen eine Ergänzung zu den vorangegangenen Marktdarstellungen. Zum anderen sollen an dieser Stelle auch quantitative Größenordnungen, ergänzend zu den Grafiken, in Datenform dargestellt werden. Sie sind aber auch ein weiteres Kontrollinstrument für die Analyse, da man über ein Dashboard die Jahre 1990 bis 2020 flexibel abrufen kann und so auf Inkonsistenzen aufmerksam wird. Auch in der Marktforschung dienen Bilanzen als gutes Kontrollinstrument. Nur der Bezug auf „offizielle Daten“ allein reicht für konsistente Berechnungen nicht aus. Im Rahmen einer Kreislaufanalyse müssen sie auch in sich stimmig sein.

Abbildung 2.13:
Entwicklung der Input-Output-Sektoren in der Holzwerkstoffindustrie

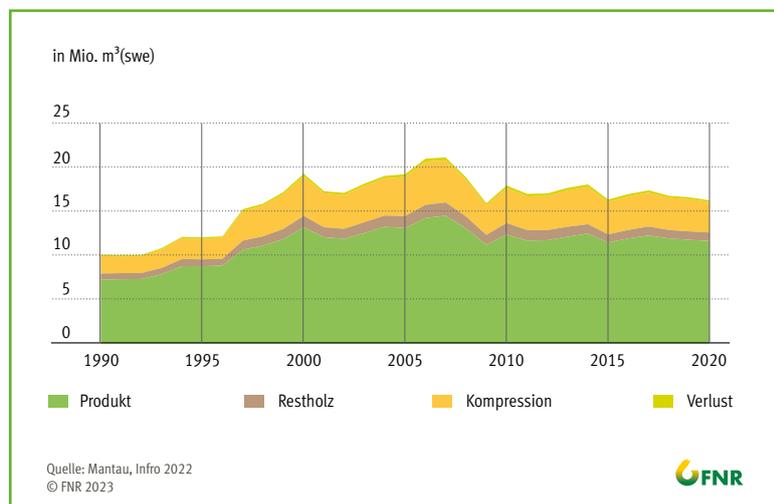


Tabelle 2.6:
Input-Output-Bilanz und
Marktsektoren der Holz-
werkstoffindustrie (2020)

Prozess in Mio. m ³ _{swe}				in Mio. m ³ _{swe}	
Input		Output		Markt	
Spanplatte					
Baumholz	1,013	Produkt	5,259	Produktion	5,259
Rinde	0,144	Reststoff	0,349	Export	1,680
Reststoffe	3,253	Abgang	0,034	Import	1,968
Recycling	2,475	Verdicht.	1,243		
Input	6,885	Output	6,885	Verwen- dung	5,547
OSB					
Baumholz	1,642	Produkt	1,263	Produktion	1,263
Rinde	0,207	Reststoff	0,206	Export	0,511
Reststoffe	0,000	Abgang	0,062	Import	0,856
Recycling	0,000	Verdicht.	0,318		
Input	1,849	Output	1,849	Verwen- dung	1,608
MDF/HDF					
Baumholz	2,345	Produkt	3,832	Produktion	3,832
Rinde	0,290	Reststoff	0,353	Export	2,612
Reststoffe	4,078	Abgang	0,086	Import	0,702
Recycling	0,000	Verdicht.	2,441		
Input	6,713	Output	6,713	Verwen- dung	1,921
LDF					
Baumholz	0,171	Produkt	1,290	Produktion	1,290
Rinde	0,022	Reststoff	0,044	Export	0,236
Reststoffe	0,601	Abgang	0,006	Import	0,297
Recycling	0,000	Verdicht.	-0,547		
Input	0,793	Output	0,793	Verwen- dung	1,350
Insgesamt					
Baumholz	5,171	Produkt	11,644	Produktion	11,644
Rinde	0,662	Reststoff	0,952	Export	5,040
Reststoffe	7,932	Abgang	0,189	Import	3,823
Recycling	2,475	Verdicht.	3,456	Lagerver- änd.	0,216
Input	16,240	Output	16,240	Verwen- dung	10,210

Quelle: Mantau, Infro 2022

2.5 Sonstige Stammholznutzer

Die sonstigen Holzverwendungen werden in zwei Gruppen aufgeteilt. Zu den „Sonstigen Stammholznutzern“ zählen Furnier- und Sperrholzindustrie sowie Schwellenhersteller.

STAMMHOLZEINSATZ IN DER FURNIERINDUSTRIE

Furnierindustrie

Eine große Herausforderung bei der Untersuchung der Furnierindustrie ist die Abgrenzung der Betriebe, die ihr zugerechnet werden. Näheres dazu ist der Studie Giesecking/Mantau 2020 zu entnehmen. In Deutschland wurden 2019 insgesamt 343.676 m³ Furnier produziert. Für die gesamte Fertigung wurden 632.735 Fm Rundholz verarbeitet. Mit einem Umfang von 266.398 m³ wurde jedoch ein Großteil der Produktion von Unternehmen für die interne Weiterverarbeitung (z.B. Sperrholz) verwendet. Dies entsprach einem Anteil von 77,5%. Dieser Anteil kann insgesamt den Schäl-furnieren zugeordnet werden. Da für die eigentliche Auswertung jedoch ausschließlich Hersteller von klassischen Furnieren, also Deck-, Unter- und Absperrfurnier, untersucht werden sollten, wurden diese Unternehmen in der weiteren Erhebung nicht weiter berücksichtigt. So beinhaltete die Grundgesamtheit der deutschen Furnierindustrie schließlich 19 Unternehmen. Diese umfassten ein Produktionsvolumen von 77.278 m³. Hierfür wurden insgesamt 142.980 Fm Rundholz verarbeitet. Das entspricht einer eng gefassten Definition der Furnierindustrie. Dabei wurden 0,9% Nadelholz, 97,9% Laubholz und 1,2% Tropenholz eingesetzt.

Tabelle 2.7:
Stammholzeinsatz in der
Furnierindustrie nach Art
der Furniere in m³

2020 Industriestruktur	Produktion	
	in m ³	%
Dekorative Furniere	77.278	22,5
Furniere für Sperrholz	58.298	17,0
Sonstige Furnierhersteller	208.100	60,6
Insgesamt	343.676	100,0

Quelle: Giesecking, L.; Mantau, U. 2020: Furnierindustrie 2019

Sperrholzindustrie

Die Marktabgrenzung der Sperrholzindustrie ist nicht minder problematisch wie die der Furnierindustrie (Giesecking/Karstedt/Mantau 2020). Zur Abgrenzung wurde eine gesperrte Verleimung (kreuzweise) und mindestens eine Furnierschicht angenommen.

Nach einem aufwändigen Selektionsprozess wurden im Jahr 2019 13 Sperrholzbetriebe identifiziert, die den Kriterien entsprachen und im Inland produzierten. Sie produzierten 2019 104.867 m³ Sperrholz. Hierfür wurden 184.208 Fm Stammholz und 21.655 m³ Halbwaren verarbeitet.

STAMMHOLZEINSATZ IN DER SPERRHOLZ-INDUSTRIE

Sperrholzproduzierende Betriebe können auch Vorprodukte einsetzen und diese oder Stammholz aus dem Ausland beziehen. Für die Fragestellung des Rohstoffmonitorings ist die im Inland bezogene Menge von Interesse. 89% der Sperrholzproduktion werden aus Stammholz hergestellt. Hierbei ist zu beachten, dass die Rohstoffe und Halbwaren aus ei-

gener Produktion und aus Zukauf stammen können. 11 % der Produktion werden ausschließlich aus zugekauften Halbwaren gefertigt.

Der Rundholzimport war mit 1.050 m³ sehr gering. Von der im Inland verwendeten Menge entfielen 54,6 % auf Nadelholz und 45,4 % auf Laubholz. Dabei kommt Nadelholz eher in den Mittellagen zum Einsatz.

Tabelle 2.8: Rundholzeinsatz in der Sperrholzindustrie in Mio. m³_{swe}

2020	Menge	
	in m ³	%
Rundholzeinsatz		
Nadelholz	100.600	54,6
Laubholz	83.608	45,4
Insgesamt	184.208	100,0

Quelle: Giesecking, L.; Mantau, U. 2020: Furnierindustrie 2019

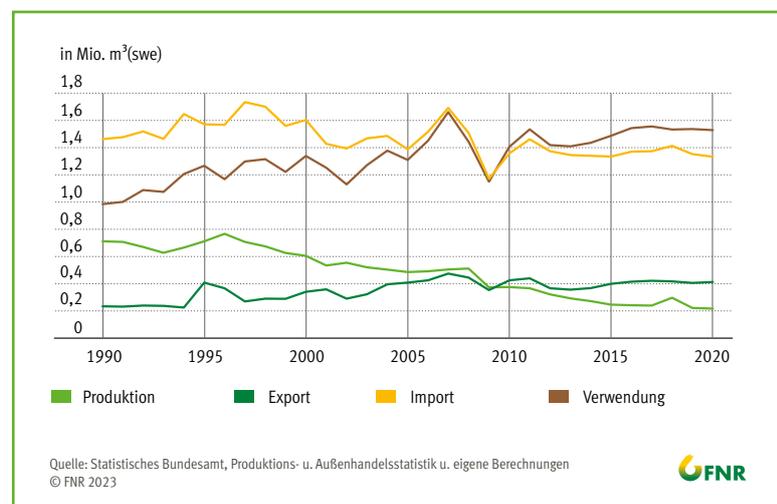
Die Gruppe der sonstigen Stammholzverwendungen ist offen für weitere Ergänzungen. Neben Furnier und Sperrholz wurden noch Bahnschwellen aufgenommen, die in der Statistik 2020 mit 32.000 m³ geführt werden.

Entwicklung der sonstigen Stammholz verarbeitenden Industrien

Die Verwendung der Stammholz verarbeitenden Industrien ist vor allem durch das Sperrholz geprägt. Obwohl Deutschland nur noch ca. 0,1 Mio. m³ Sperrholz produziert, werden immer noch ca. 1,2 Mio. m³ verwendet. Folglich wird der überwiegende Teil durch Importe gedeckt. Da Deutschland traditionell im Sperrholzgeschäft etabliert ist, ist es eine Handelsdrehscheibe geblieben, sodass auch größere Mengen Sperrholz exportiert werden.

Sperrholz und Furnier haben ein ähnliches Problem wie Laubschnittholz. Es fehlen wettbewerbsfähige Verarbeitungskapazitäten. Somit bleiben der Industrie nur spezialisierte Nischenmärkte. Massenware ist günstiger zu importieren. Bei Bahnschwellen liegt der Mengenrückgang an der Substitution durch die Betonschwellen. Holzschwellen dürften nur noch als Ersatz für bestehende Gleise oder in speziellen Anwendungen benötigt werden.

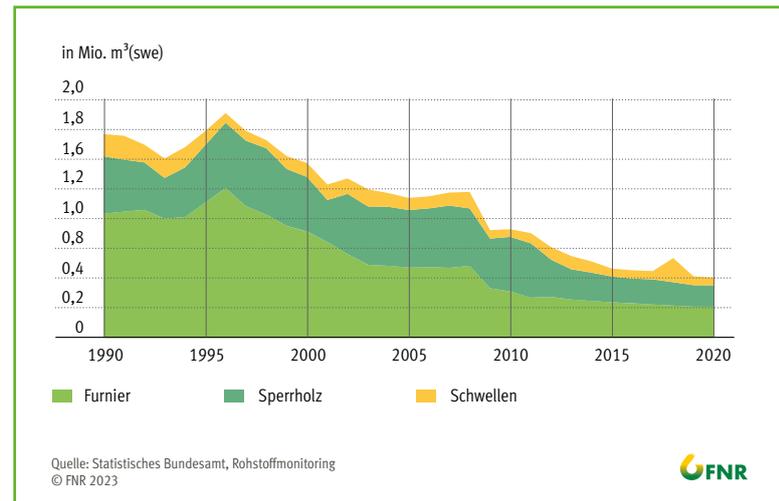
Abbildung 2.14: Entwicklung der Marktsektoren der Stammholz verarbeitenden Industrie



Rohstoffeinsatz in der sonstigen Stammholz verarbeitenden Industrie

Der Furnier- und Sperrholzmarkt unterlagen zwei Internationalisierungswellen. Die erste erfolgte bereits in den 70er Jahren, als noch große Mengen Tropenholz aus Übersee verarbeitet wurden. Im Rahmen der entwicklungspolitischen Ziele der Exportländer bestand deren Politik darin, Wertschöpfungsprozesse zurückzuholen. Importierende Länder folgten den günstigeren Arbeitskosten und verlagerten ihre Produktion in die Länder der Tropen.

Abbildung 2.15:
Entwicklung des Stammeinsatzes in sonstigen stammholzverarbeitenden Industrien



Die zweite Internationalisierungswelle ist in der Abbildung 2.15 gut erkennbar. Obwohl längst Holzarten der nördlichen Breitengrade die Holzverwendung bestimmten, waren die Produktionskosten weiterhin ein Treiber, durch den große Teile der Produktion nach Osteuropa abwanderten.

Input-Output-Bilanz und Marktsektoren

In dieser Gruppe gibt es noch Entwicklungspotenzial. So sind vor allem integrierte Produktionsprozesse ein Erfassungsproblem. Das gilt für sonstige Furnierhersteller (Holzbesteck) oder für Bauprodukte, die nicht aus Vorprodukten erzeugt werden (Baubuche). Im Gegensatz dazu wird z. B. aus Schnittholz erzeugtes Brettschichtholz in der Rohholzverwendung erfasst.

Die beiden Beispiele zeigen, dass zur Vollständigkeit künftig auch Bereiche außerhalb der Halbwarenmärkte in den Blick genommen werden müssen. Deren Bedeutung könnte größer werden als die hier betrachteten Märkte.

Tabelle 2.9: Input-Output-Bilanz und Marktsektoren der sonstigen Stammholz verarbeitenden Industrien (2020)

Prozess in Mio. m ³ _{swe}				in Mio. m ³ _{swe}	
Input		Output		Markt	
Furnier					
Baumholz	0,143	Produkt	0,077	Produktion	0,077
Rinde	0,016	Reststoff	0,077	Export	0,058
Reststoffe	0,000	Abgang	0,005	Import	0,082
Recycling	0,000	Verdicht.	0,000		
Input	0,159	Output	0,159	Verwendung	0,101
Sperrholz					
Baumholz	0,210	Produkt	0,105	Produktion	0,105
Rinde	0,025	Reststoff	0,122	Export	0,351
Reststoffe	0,000	Abgang	0,007	Import	1,446
Recycling	0,000	Verdicht.	0,000		
Input	0,235	Output	0,235	Verwendung	1,199
Schwellen					
Baumholz	0,052	Produkt	0,032	Produktion	0,032
Rinde	0,006	Reststoff	0,024	Export	0,000
Reststoffe	0,000	Abgang	0,002	Import	0,000
Recycling	0,000	Verdicht.	0,000		
Input	0,058	Output	0,058	Verwendung	0,032
Stammholz verarbeitende Industrien					
Baumholz	0,405	Produkt	0,214	Produktion	0,214
Rinde	0,046	Reststoff	0,223	Export	0,410
Reststoffe	0,000	Abgang	0,014	Import	1,528
Recycling	0,000	Verdicht.	0,000		
Input	0,451	Output	0,451	Verwendung	1,332

Quelle: Mantau, Info 2022

Vergleicht man die Studie zur Holzwerkstoffindustrie und zur Holz- und Zellstoffindustrie mit den Studien zur Furnier- und Sperrholzindustrie, so war der Arbeitsaufwand in etwa gleich. Die Mengenrelevanz ist jedoch ungleich höher bei den erstgenannten.

Somit kann man die Frequenz der Erhebungen in weniger relevanten Märkten vermindern. Offizielle Statistiken stehen aber vor den gleichen Problemen und können große Datenprobleme beinhalten, wie ein Vergleich verschiedener Quellen zu Furnier und Sperrholz gezeigt hat (Gieseking/Karstedt/Mantau 2020). Die Strukturen solcher Märkte, die weitaus komplexer sind als die simple Vorstellung von Angebot und Nachfrage, lernt man nur in der intensiven Recherche nach Daten kennen.

2.6 Sonstige holzverarbeitende Industrien

BERÜCKSICHTIGTE PRODUKTE

Die Aufteilung der sonstigen Branchen in „sonstige Stammholz verarbeitende“ und „sonstige holzverarbeitende“ Industrien erfolgt mit dem Zweck einer passgenaueren Abstimmung zur Waldholzmodellierung. Die Gruppe der „sonstigen holzverarbeitenden Industrien“ bilden derzeit WPC und chemische Grundstoffe. Man könnte die Gruppe somit auch „neue biobasierte Produkte“ nennen, doch soll sie zunächst offen bleiben für ein breiteres Produktspektrum. Den meisten neuen oder relativ neuen Produktgruppen ist gemein, dass keine offiziellen Daten vorliegen und nur wenige Angaben zu ihrem Marktvolumen.

WPC: Wood Polymer Composites (Holz-Polymer-Werkstoffe)

WPCs wurden zunächst als Terrassendielen eingesetzt, decken aber inzwischen auch andere Nutzungsbereiche wie Fassadenbekleidungen ab. Ihr Holzanteil schwankt zwischen 30% und 80%. In Deutschland liegt er eher oberhalb des Durchschnitts. Für die Berechnungen wurden 50% Holzanteil und 50% Kunststoffe angenommen. Für die Produktion einer Tonne WPC würde demnach eine halbe Tonne Holz eingesetzt werden, was etwa einem Volumen von einem Kubikmeter Holz entspricht.

Das Nova-Institut (2009) schätzte für 2007/08 eine Produktionsmenge von 12.000 bis 15.000t WPC. Aktuelle, eigene Recherchen ergaben für die Zeit 2020/21 sieben nachweisbare Produzenten, die nach telefonischen Angaben oder Internetrecherchen zwischen 114.000 und 126.900t WPC produzierten. Für das Jahr 2020 wurde ein Produktionsvolumen von 114.000t angenommen. Zur Bildung einer geschlossenen Datenreihe wurde mangels weiterer Daten linear interpoliert. Als Rohwaren kamen ausschließlich Sägenebenprodukte zum Einsatz.

Holz als Chemierohstoff

Auch die Herstellung von Zellstoff durch das Sulfat- oder Sulfiterverfahren ist ein chemischer Produktionsprozess. In diesem Abschnitt geht es um Verfahren zur Herstellung chemischer Grundstoffe. Solche sind bisher in Deutschland nur als Versuchsanlagen bekannt. Es ist von einer geringen derzeitigen Holzverwendung in Höhe von 4.000m³ auszugehen. Als eingesetzte Rohware wurden Sägenebenprodukte angenommen. Bei der

Verarbeitung im großindustriellen Maßstab dürfte aber auch – wie in der Zellstoffindustrie – vermehrt Rundholz zum Einsatz kommen.

Schätzungen innerhalb der Roadmap Bioraffinerien gehen für eine Synthesegas-Bioraffinerie wie Leuna von einem Bedarf von rund 450.000 Tonnen Buchenhackschnitzeln aus, also etwa einer knappen Million Kubikmeter Laubholz. Im Grunde handelt es sich bei dieser Kategorie um einen Platzhalter im Rohstoffmonitoring für künftige Entwicklungen. Insbesondere bei der Bildung von Verwendungsszenarien künftiger Entwicklungen kann man diesen Bereich nicht unberücksichtigt lassen.

WACHSTUMS- ERWARTUNGEN

Das Potenzial dieser Produktgruppe ist enorm groß. Erneuerbare Bio-Monoethylenglykole (BioMEG) dienen als Basismaterial für die Herstellung von PET-Flaschen, Verpackungsmaterialien, Textilien aus Polyester und Kühlmitteln. Erneuerbare Bio-Monopropylenglykole (BioMPG) können für Waschmittel, Enteisungsmittel, Parfüm und Kosmetik verwendet werden. Die Beispiele der Bioraffinerieanlage Borregard in Norwegen oder Lenzkirch in Österreich (Viskose) zeigen, dass die Möglichkeiten des Holzeinsatzes in diesen Bereichen auch technologisch schon lange möglich sind. Als Ersatz für ölbasierte chemische Grundstoffe sind biologisch abbaubare Kunststoffe und deren Entwicklung zudem für die Erreichung ökologischer Ziele erwünscht.

Der Frage nach der Holzverfügbarkeit wird in diesem Bericht nicht näher nachgegangen. Da die 4. Bundeswaldinventur 2022 abgeschlossen ist und Ergebnisse 2024 zu erwarten sind, wäre dies spekulativ bzw. schon bald veraltet. Umso näher wünschenswerte Holzverwendungen an die Grenzen einer erschöpflichen Ressource stoßen, desto wichtiger wird die Feinsteuerung mit empirisch gestützte Daten zur Holzverwendung (Rohstoffmonitoring) und zur Holzverfügbarkeit (Bundeswaldinventuren).

2.7 Großfeuerungsanlagen (FWL ab 1 MW)

Struktur der Großfeuerungsanlagen

Im Erhebungsjahr 2019 wurden 409 Holzfeuerungsanlagen ab 1 MW Feuerungswärmeleistung (FWL) identifiziert. Mehrere an einem Standort befindliche Feuerungskessel bzw. Anlagen, die ein und demselben Unternehmen angehören, werden dabei jeweils zu einer Anlage zusammengefasst (Döring/Weimar/Mantau, 2021).

Die Tabelle 2.10 zeigt die Anlagenanzahl und den Holzverbrauch getrennt nach FWL-Klassen. In der Summe lag der Holzverbrauch im Jahr 2019 bei 11,0 Mio. t. Andere in 2019 ggf. ebenfalls eingesetzte Biomasse wie z. B. Schwarzlauge ist in dieser Aufstellung nicht enthalten. Die Daten zur Schwarzlauge werden über die Erhebung zur Zellstoffindustrie ermittelt und in der Bilanzierung den Großfeuerungsanlagen über 1 MW zugerechnet.

In der Tabelle 2.10 folgt auf Anlagenzahl die durchschnittliche FWL in MW und die Holzverwendung in der jeweiligen Größenklasse. 33,2% der gesamten Holzverwendung entfällt auf 72 Anlagen (17,6%) in der Größenklasse 20 bis unter 50 MW.

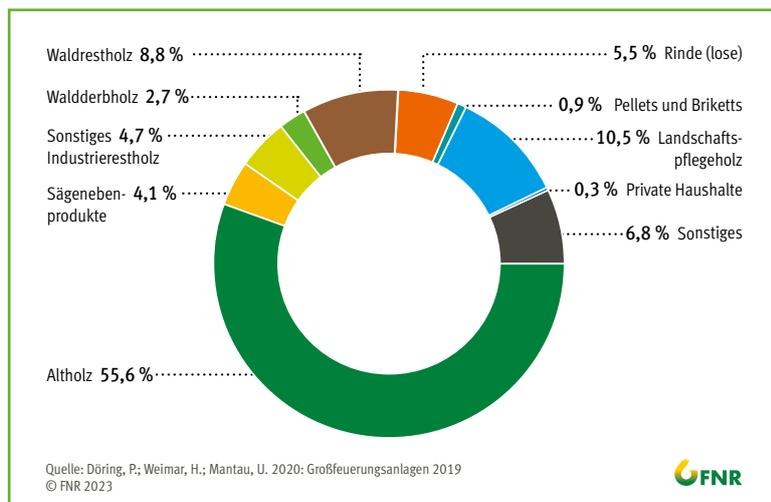
Tabelle 2.10:
Anlagenanzahl und
Holzverbrauch getrennt
nach FWL-Klassen

FWL-Klasse in kW	BMA > 1 MW		Ø FWL MW	Holzverwendung	
	Anzahl	in %		1.000 t	in %
1.000–4.999	188	46,0	2,4	490	4,4
5.000–9.999	50	12,2	7,0	384	3,5
10.000–19.999	60	14,7	14,8	1.365	12,4
20.000–49.999	72	17,6	32,0	3.648	33,2
50.000–99.999	30	7,3	64,0	3.332	30,3
100.000 und mehr	9	2,2	175,9	1.787	16,2
Insgesamt	409	100,0	18,3	11.005	100,0

Quelle: Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U., U. 2020: Großfeuerungsanlagen 2019

Den größten Anteil an den Holzsortimenten hatte Altholz mit einer Verbrauchsmenge von 6,1 Mio. t (55,6%). Die Sortimente Sägenebenprodukte (0,5 Mio. t) und sonstiges Industriestholz (0,5 Mio. t) als Kuppelprodukte der Holzbe- und verarbeitenden Industrien hatten zusammen einen Anteil von 8,8%. Eine relativ große Bedeutung kam auch dem Waldrestholz mit 1,0 Mio. t bzw. 8,8% zu. Die Verbrauchsmengen von Landschaftspflegeholz und loser Rinde betragen mit Anteilen von 10,5% bzw. 5,5% 1,2 Mio. t bzw. 0,6 Mio. t. Industrieholz (Waldderbholz) hatte mit 0,3 Mio. t einen Anteil von 2,7%. Unter „Sonstiges“ (6,8%) fielen nicht genauer definierbare Holzressourcen, wie z. B. Siebreste oder Holzhackschnitzel unbestimmter Herkunft.

Abbildung 2.16:
Anteile der eingesetzten
Holzsortimente am
Holzverbrauch in
BMA > 1MW (2019)



**UMRECHNUNG IN
ZIELEINHEITEN**

Entwicklung der Großfeuerungsanlagen

Es gehört zu den Grundprinzipien des Rohstoffmonitorings, die Befragten zu der Maßeinheit (ggf. mehrere) zu befragen, in der sie denken und handeln. So wird das Erfahrungswissen des Befragten kongruent erfasst. Die Umrechnung in die Zieleinheit erfolgt im Anschluss. Bei Biomasseanlagen ist die verwendete Maßeinheit die Tonne im lufttrockenen Zustand (t_{lutro}). Aufgrund des unterschiedlichen Wassergehalts erfolgt zunächst eine Umrechnung in absolut trockene Tonnen (t_{atro}) und anschließend in Festmeteräquivalente (m^3_{swe}). Die erfasste Menge von 11,0 Mio. t_{lutro} entsprach 7,9 Mio. t_{atro} oder 16,5 Mio. m^3_{swe} . Die unterschiedliche Bedeutung des Wassergehaltes erkennt man daran, dass sich die prozentuale Verteilung der Rohwarenzusammensetzung mit der Maßeinheit ändert.

Tabelle 2.11:
Umrechnung von
erfassten t_{luro} in m^3_{swe}

Holzsortiment	1.000 t_{luro}	%	1.000 t_{atro}	%	1.000 m^3_{swe}	%
Altholz	6.124	55,6	4.924	62,7	10.650	64,4
Sägeneben- produkte	457	4,1	281	3,6	598	3,6
Sonstiges In- dustrierestholz	515	4,7	427	5,4	908	5,5
Waldderbholz	296	2,7	188	2,4	362	2,2
Waldrestholz	969	8,8	547	7,0	1.051	6,4
Rinde (lose)	610	5,5	316	4,0	659	4,0
Pellets und Briketts	100	0,9	90	1,1	191	1,2
Landschafts- pflegeholz	1.156	10,5	626	8,0	1.239	7,5
Schnell- wuchsplantage	33	0,3	29	0,4	56	0,3
Sonstiges	746	6,8	425	5,4	817	4,9
Insgesamt	11.006	100,0	7.851	100,0	16.529	100,0

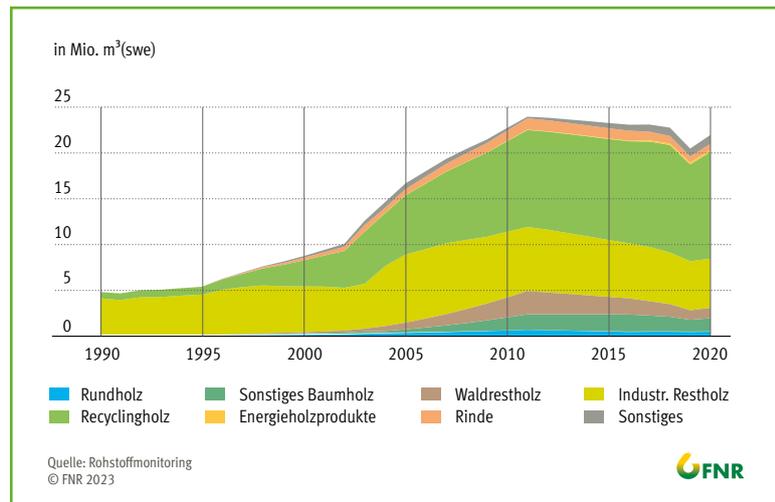
Quelle: Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U., U. 2020: Großfeuerungsanlagen 2019

Entwicklung des Rohwareneinsatzes in Großfeuerungsanlagen

In der ersten Periode der Darstellung kamen Großfeuerungsanlagen vor allem in der Zellstoffindustrie und in der traditionellen Holzindustrie vor. In der Holzindustrie wurde schon immer Biomasse energetisch genutzt. Mit dem Stromeinspeisungsgesetz und dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, 25.02.2000) kam es zu einer Belebung der energetischen Holzverwendung. Der Brennstoffbedarf stieg ab 2003 deutlich an, und der Kapazitätsaufbau setzte sich bis zum Jahr 2011 fort. Die EEG-Förderung für eine neu errichtete Anlage wurde für 20 Jahre gewährt. Der moderate Rückgang ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass früh erstellte Anlagen bereits aus der Förderung laufen oder bei älteren Anlagen sich Reparaturleistungen bis zum Ende der Förderleistung nicht mehr amortisieren und die Anlage stillgelegt wurde. Dafür spricht auch der Rückgang der Anlagenzahl (-18,8 %) zur Studie aus dem Jahr 2019.

Zwischen den Erhebungsjahren ist der relativ gleichförmige Verlauf durch die lineare Interpolation der Daten zu erklären. Dafür spricht, dass die Anlagen i. d. R. auch mit voller Kapazität laufen, da die Förderung unabhängig von Marktbewegungen ist. Das Erhebungsjahr 2019 stellte insofern eine Ausnahme dar, als es ein besonderes Trockenjahr war, in dem auch das eingesetzte Holz weniger Wassergehalt aufwies. Ein geringerer Wassergehalt bewirkt einen höheren Heizwert und reduziert so die benötigte Holzmenge bei gleicher Leistung. Bei wärmeproduzierenden Anlagen kann die höhere Außentemperatur zu einem geringen Bedarf geführt haben. Dafür spricht der starke Rückgang in Anlagen mit weniger als 10 MW. Kleinere Anlagen produzieren eher Wärme, große Anlagen eher Strom. Der gleiche Effekt ist im Jahr 2019 auch bei Anlagen unter 1 MW zu beobachten gewesen.

Abbildung 2.17:
Entwicklung des Rohwareneinsatzes in Großfeuerungsanlagen



Die Darstellung der Input-Output-Bilanz wird im folgenden Abschnitt für alle Verwender von Holzenergie zusammenhängend dargestellt.

2.8 Kleinf Feuerungsanlagen (FWL bis unter 1 MW)

Struktur der Kleinf Feuerungsanlagen

Die Trennung zwischen den Biomassefeuerungsanlagen, im Folgenden auch verkürzt Biomasseanlagen genannt, hat erhebungstechnische Gründe. Während die Anzahl der Großfeuerungsanlagen eine Erfassung aller Anlagen grundsätzlich ermöglicht, ist dies bei ca. 45.000 Kleinf Feuerungsanlagen/Heizungen ausgeschlossen und auch nicht erforderlich. Eine Zufallsstichprobe scheidet jedoch am fehlenden Adressmaterial für eine Zufallsauswahl. Bereits die Beschaffung dieser Adressen zur Befragung ist eine Herausforderung. Dies ist auch in vielen weiteren Bereichen des Rohstoffmonitorings der Fall und wird an dieser Stelle nur beispielhaft beschrieben. Nähere Angaben zur Methodik ist der Studie Döring/Weimar/Mantau (2021) zu entnehmen, die hier zusammengefasst wird.

Zur Bestimmung der Anlagenzahl insgesamt gibt es Melderegister. Bis zur Studie im Jahr 2016 wurde die Grundgesamtheit anhand der FWL auf Basis von Listen des Schornsteinfegerhandwerkes selbst erstellt. Bis zur Studie für das Jahr 2019 stellte der Zentralinnungsverband (ZIV) eine eigene Statistik nach Nennwertleistung (NWL) auf, sodass es sinnvoll erschien, auf die offizielle Quelle zu wechseln. Die NWL wurde mit einem Wirkungsgrad von 90% in FWL umgerechnet.

Der ZIV legte auch Daten für zurückliegende Jahre vor. Dadurch ergab sich für das Jahr 2016 eine neue Grundgesamtheit sowie eine veränderte Aufteilung der Anlagen auf die Klassen. Die Grundgesamtheit für das Jahr 2016 bestand nunmehr aus 44.867 Anlagen gegenüber der Anzahl von 36.572 Anlagen wie sie für die Berechnungen in der Vorgängerstudie verwendet wurde. Solche Brüche stellen ein grundsätzliches Problem dar, sind jedoch Realität der Datenerhebung in sonst unbekanntem Marktsegmenten. Statistische Fehlerberechnungen sind nur sinnvoll, sofern es sich um Zufallsphänomene handelt. Zur Vertrauensbildung bleibt damit in Fällen dieser Art nur die detaillierte Darstellung der Vorgehensweise und der transparente

Umgang mit der verwendeten Lösung auftretender Probleme. Aus diesem Grunde finden sich in den Studien des Rohstoffmonitorings detaillierte Beschreibungen der Vorgehensweise, aber keine Berechnungen des Zufallsfehlers. Dessen Anwendung ist nur sinnvoll, wenn die Voraussetzung von Zufallsfehlern gegeben ist. Auch statistische Ämter weisen bei ihren Erhebungen selten Zufallsfehler aus.

BESTIMMUNG DER GRUNDGESAMTHEIT

Zur Bestimmung der Grundgesamtheit wurden von der Gesamtzahl der Anlagen in den jeweiligen FWL-Klassen ab 16 kW die Anlagen herausgerechnet, die privaten Haushalten zuzuordnen waren. Dazu wurden wiederum bis zu einer NWL von 100 kW die MAP-Förderdaten zugrunde gelegt. Demnach betrug der Anteil der Nichthaushalte im Leistungsbereich 16–50 kW 2,9%, im Leistungsbereich 51–100 kW waren dies 29,1% (Biomasseatlas). Im Leistungsbereich ab 101 kW wurde angenommen, dass es sich ausschließlich um Anlagen von Nichthaushalten handelte. Nachstehende Tabelle zeigt die auf dieser Basis abgeleitete Grundgesamtheit der Anlagen im NWL-Leistungsbereich 16–900 kW. Die Darstellung wird ergänzt durch eine Umrechnung auf FWL-Klassen. Danach beträgt die berechnete Grundgesamtheit 43.029 Anlagen mit einem ermittelten Holzverbrauch in Höhe von 6,2 Mio. t_{intro}.

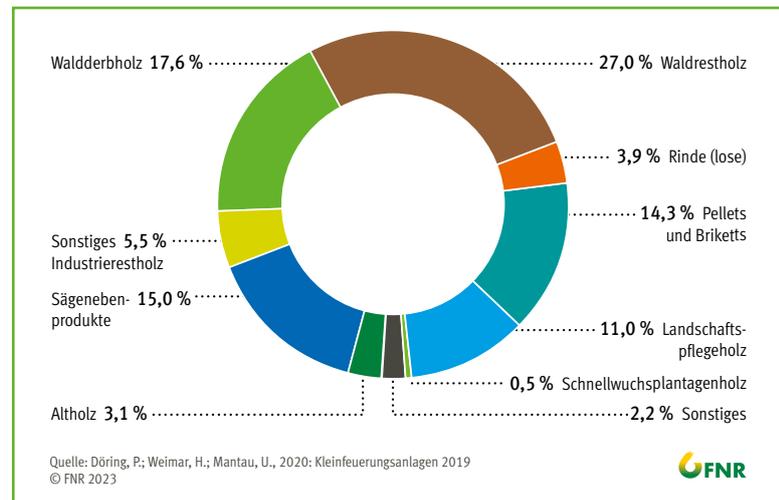
Tabelle 2.12: Anlagenanzahl und Holzverbrauch getrennt nach NWL- und FWL-Klassen (2019)

NWL in kW	FWL in kW	BMA < 1 MW		Holzverwendung	
		Anzahl	in %	1.000 t	in %
16–100	18–111	23.515	54,6	1.200	19,3
101–500	112–556	17.637	41,0	3.206	51,4
601–900	557–999	1.877	4,4	1.826	29,3
Insgesamt		43.029	100,0	6.232	100,0

Quelle: Annahmen und eigene Berechnungen nach ZIV 2020 sowie Biomasseatlas

Ein Vergleich zwischen der Zusammensetzung der Rohwaren in Großfeuerungsanlagen (Abbildung 2.16) und in Kleinfeuerungsanlagen (Abbildung 2.18) zeigt deutliche Unterschiede in der Verwendung der Rohwaren. Während bei Großfeuerungsanlagen die energetische Verwendung von Altholz eine dominante Rolle spielt, kommt sie bei Kleinfeuerungsanlagen kaum vor. Demgegenüber haben Waldrestholz (27,0%), Derbholz (17,6%), Sägenebenprodukte (15,0%), und Pellets/Briketts (14,3%) eine deutlich größere Bedeutung.

Abbildung 2.18: Anteile der eingesetzten Holzsortimente in BMA < 1 MW (2019)

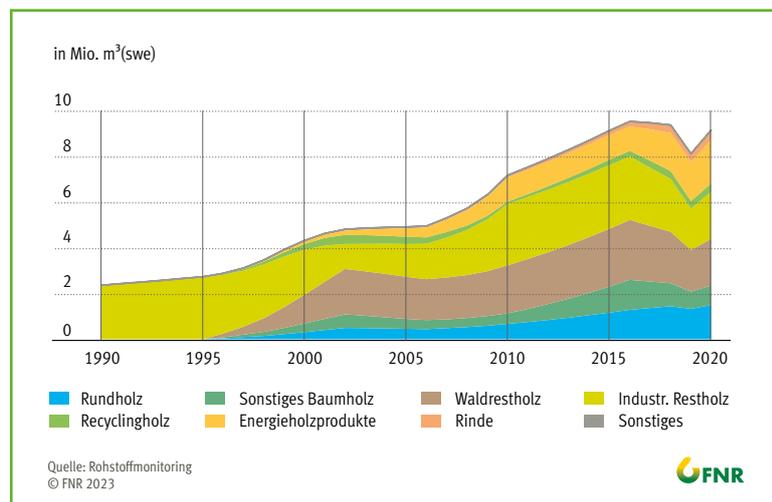


Für nähere Erläuterungen zu Hintergründen der Umrechnung und Fortschreibung der Daten wird auf den vorangegangenen Abschnitt und die Studie zu Kleinfeuerungsanlagen verwiesen (Döring/Weimar/Mantau 2021).

Entwicklung des Rohstoffeinsatzes in Kleinfeuerungsanlagen

Kleinfeuerungsanlagen werden vor allem in Kommunen und gewerblichen Betrieben genutzt. Sie unterscheiden sich einerseits von privaten Kleinanlagen in privaten Haushalten und andererseits von Großanlagen ab 1 MW FWL. Ursprünglich dürften sie vor allem in holzwirtschaftlichen Kleinbetrieben vorgekommen sein. Dabei wurden sie mit den anfallenden industriellen Resthölzern zur Wärmeerzeugung bestückt. Mit dem EEG tritt ab dem Jahr 2020 eine Veränderung ein. Kommunen sind auch Waldbesitzer und dürften in der Folge wärmeerzeugende Anlagen mit Waldrestholz betrieben haben. Der Anteil des Industrierestholzes bleibt weitgehend konstant. Mit Einführung eines Bonus für nachwachsende Rohstoffe (NAWARO 2012) wächst der Anteil des Rundholzes. Energieholzprodukte gewinnen ab dem Jahr 2000 kontinuierlich an Bedeutung.

Abbildung 2.19:
Entwicklung des Rohholzeinsatzes in Kleinfeuerungsanlagen



An dieser Stelle erfolgt die Darstellung der Inputseite der Bilanzen für alle Verwender von Holzenergie. Eine Marktdarstellung ist nicht möglich, da Im- und Exporte nicht den Verwendern zugerechnet werden können. Eine Übersicht des Außenhandels erfolgt im Abschnitt 2.12. Auf der Outputseite der Prozessbilanz stehen vor allem die Verbrennung und Verluste in Form von Asche und zugewiesenen Rindenverlusten zwischen Wald und Anlage.

Die Unterschiede in der Nutzung von Rohwaren zur Erzeugung von Wärme und Energie wurden zum Teil schon angesprochen. An dieser Stelle werden sie für das Jahr 2020 vergleichend dargestellt.

Es zeigen sich deutliche Schwerpunkte. Während bei Großfeuerungsanlagen Recyclingmaterial (53,4 %) und Reststoffe (29,9 %) dominieren, ist die Streuung Kleinfeuerungsanlagen breiter: Reststoffe (44,7 %), Baumholz (25,7 %) und Energieholzprodukte (20,9 %). Bei privaten Haushalten ist es vor allem das Scheitholz (57,2 %), gefolgt von Energieholzprodukten (19,3 %).

Tabelle 2.13:
Vergleich der eingesetzten
Rohwaren in der energeti-
schen Holznutzung (2020)

Input in Mio. m ³ _{swe}					
BMA ab 1 MW			BMA unter 1 MW		
Baumholz	1,781	8,1 %	Baumholz	2,362	25,7 %
Rinde	0,668	3,0 %	Rinde	0,417	4,5 %
Reststoffe	6,565	29,9 %	Reststoffe	4,112	44,7 %
Recycling	11,732	53,4 %	Recycling	0,376	4,1 %
E-produkte	0,211	1,0 %	E-produkte	1,922	20,9 %
Sonstige	0,996	4,5 %	Sonstige	0,000	0,0 %
Input	21,953	100 %	Input	9,190	100 %
Private Haushalte			Insgesamt		
Baumholz	15,258	57,2 %	Baumholz	19,400	33,6 %
Rinde	1,025	3,8 %	Rinde	2,111	3,7 %
Reststoffe	3,302	12,4 %	Reststoffe	13,980	24,2 %
Recycling	1,630	6,1 %	Recycling	13,738	23,8 %
E-produkte	5,133	19,3 %	E-produkte	7,266	12,6 %
Sonstige	0,310	1,2 %	Sonstige	1,305	2,3 %
Input	26,658	100 %	Input	57,800	100 %

Quelle: Mantau, Infro 2022

2.9 Private Haushalte

Struktur der privaten Haushalte

Während es sich bei den Biomasseanlagen um weitgehend unbekannte Grundgesamtheiten handelt, ist die Grundgesamtheit der Haushalte in Deutschland durch das Statistische Bundesamt gut dokumentiert.

SEGMENTIERUNG NACH BEWOHNERGRUPPEN

Über die Holzverwendung in privaten Haushalten gab es zu Beginn des Jahrhunderts keine verlässlichen Daten. Die ersten beiden Befragungen erfolgten aus eigener Initiative im Rahmen von Studien zum Holzeinsatz bzw. Bauproduktverwendungen im Modernisierungsmarkt. Da im Baubereich Eigenheimeigentümer eine bedeutende Rolle spielen hingegen in einer Mietwohnung sowohl Vermieter als auch Mieter Ausgaben tätigen, wurde die Segmentierung nach Bewohnergruppen durchgeführt. Die Vorgehensweise erwies sich auch für die Hochrechnung von Energieholzverwendung in privaten Haushalten als zielführend und wurde bis dato beibehalten (Thünen 2022). Hier werden die Befragungsergebnisse der Studie 2018 vorgestellt. Die Fortschreibung schließt die Studie zum Jahr 2020 mit ein.

Für die vorliegende Studie zum Jahr 2018 wurden 10.102 Haushalte über ein Mailpanel zu ihrem Brennholzverbrauch befragt. Es wurden nur Fragebogen gewertet, die einer der Hochrechnungsgruppen eindeutig zuzuordnen waren. Ferner wurde ein Gewichtungsfaktor verwendet, der die Repräsentativität erhöhte, wodurch unterrepräsentierte Probanden stärker gewichtet wurden und umgekehrt.

Tabelle 2.14:
Stichprobe und Grundgesamtheit der Befragung in privaten Haushalten (2018)

	Stichprobe		Grundgesamtheit	
	Anzahl	%	Anzahl in 1.000	%
Haushalte	7.981	100,0	36.966	100,0
ohne Holzcentralheizung	7.810	97,9	35.880	97,1
in Ein-, Zweifamilienhaus	3.465	43,2	16.694	45,2
bewohnt vom Eigentümer	2.704	33,7	12.800	34,6
bewohnt vom Mieter	761	9,6	3.894	10,5
in Mehrfamilienhaus	4.345	54,7	19.186	51,9
bewohnt vom Eigentümer	921	11,4	3.245	8,8
bewohnt vom Mieter	3.424	43,3	15.942	43,1
mit Holzcentralheizung, primär Holz	171	2,1	1.086	2,9

Quelle: Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. 2020

Tabelle 2.15 verdeutlicht die große Bedeutung der Ein- und Zweifamilienhäuser. 85,8 % der Brennholzverbraucher entfallen auf diese Gruppe. Entsprechend gering ist der Anteil in Mehrfamilienhäusern. Das verdeutlicht nochmals die Bedeutung des Hochrechnungsansatzes nach Bewohnergruppen, der sich für Bauprodukte bewährt hat. Auch Kamine und Zentralheizungen sind Bauprodukte.

Die Anzahl der Brennholzverwender lag im Jahr 2018 bei 6,6 Mio. Haushalten oder 17,9 % aller Haushalte. Bei Eigentümern von Ein- und Zweifamilienhäusern ist der Anteil der Brennholzverwender mit 39,3 % besonders hoch. In Mehrfamilienhäusern sind deutlich mehr Holzheizungen in Eigentumswohnungen zu finden.

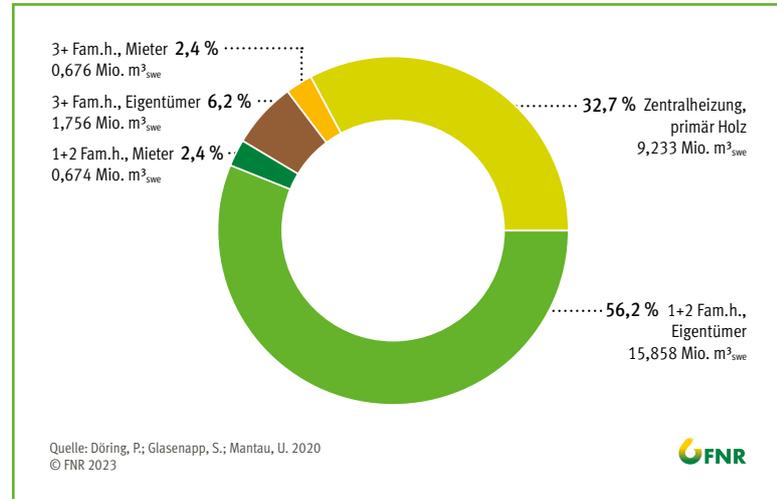
Tabelle 2.15:
Brennholznutzer nach Bewohnergruppen (2018)

	Brennholzverwender		Haus- halte (HH)	Brenn- holz- ver- wender
	Anzahl in Mio.	in %	Anzahl in Mio.	% an HH
Haushalte	6,625	100,0	36,966	17,9
ohne Holzcentralheizung	6,625	100,0	36,966	17,9
in Ein-, Zweifamilienhaus	5,685	85,8	17,535	32,4
bewohnt vom Eigentümer	5,347	80,7	13,609	39,3
bewohnt vom Mieter	0,338	5,1	3,926	8,6
in Mehrfamilienhaus	0,940	14,2	19,431	4,8
bewohnt vom Eigentümer	0,678	10,2	3,447	19,7
bewohnt vom Mieter	0,262	4,0	15,984	1,6

Quelle: Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. 2020

Die Verteilung des Holzeinsatzes zeigt, dass traditionell die Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern mit Einzelfeuerungsanlagen die bedeutendste Gruppe der Brennholzverwender darstellt (56,2%). Zunehmend gewinnt der Holzeinsatz in Zentralheizungen an Bedeutung und zieht große Verwendungsanteile auf sich (32,7%).

Abbildung 2.20:
Brennholzverwendung nach
Bewohnergruppen (2018)



HOLZSORTIMENTE

Erwartungsgemäß bildet das Scheitholz aus dem Wald den größten Anteil der eingesetzten Holzsortimente (64,5%). Es ist von großer Bedeutung, dass Erhebungen die Herkunft von Scheitholz differenziert abfragen. Scheitholz kommt zwar überwiegend aus dem Wald, aber auch aus Gartenholz (8,3%) und aus Holz der Landschaftspflege (1,4%) und wird in Scheite aufbereitet. Diese Menge würde andernfalls dem Waldholz zugerechnet und damit die Waldholznutzung zu hoch ausweisen.

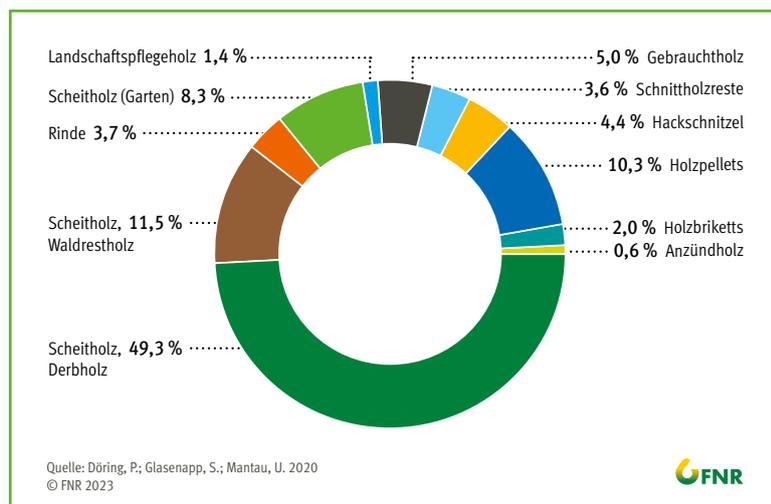
Ferner ist zu beachten, dass sich die 18,2 Mio. m³ Scheitholz aus dem Wald zu 76,4% auf Derbholz, 17,8% auf Ast- und Knüppelholz (Waldrestholz) und 5,7% Scheitholzrinde aufteilen. Mit dem nachwachsenden Holz in Erntefestmeter sind somit 13,9 Mio. m³ und nicht 18,2 Mio. m³ zu vergleichen.

Holzrohstoffe, die einem weiteren Ver- oder Bearbeitungsprozess unterzogen wurden, machen einen zunehmenden Anteil (16,8%) an den Holzverwendungen aus (Holzpellets 10,3%, Holzbriketts 4,4%, Hackschnitzel 2,0%, Anzündholz 0,6%).

Die Lagervorräte der privaten Haushalte beliefen sich im Jahr 2018 auf 52,7 Mio. Fm. Dies entsprach etwa der 2,6-fachen Menge des jährlichen Scheitholzverbrauchs.

Bezüglich des Scheitholzes aus dem Wald verbrauchten Haushalte im Jahr 2018 zu 60,8% Laubholz und zu 39,2% Nadelholz.

Abbildung 2.21:
Anteile der eingesetzten
Holzsortimente (2018)



Weitere Auswertungen nach Merkmalen (ohne „keine Angabe“) ergaben:

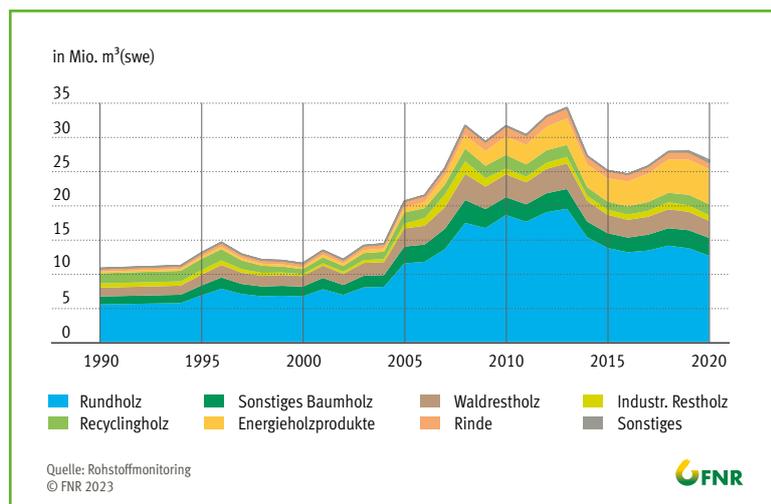
- Brennholzverbraucher leben zu 32,3% in Innenstädten sowie Vorstädten und zu 67,2% stadtnah oder stadtfern.
- In Ortsgrößen bis 20.000 Einwohner leben 68,0% der Brennholzverwender.
- Nach dem Lebenszyklusmodell entfallen 45,1% der Brennholzverwender auf „ältere Familien“.
- Bei einem Drittel der Brennholzverwender liegt das Haushaltsnettoeinkommen über 3.000€.
- 45,6% der Brennholzverwender sind älter als 50 Jahre.
- Auf Angestellte entfallen 54,1% der Brennholzverwender.
- Auf Waldbesitzer entfallen 11,0% der Brennholzverwender und 21,3% der Brennholzverwendung.

Entwicklung des Rohwareneinsatzes in privaten Haushalten

Die Entwicklung ist von drei Entwicklungsphasen geprägt. Bis Mitte der 90er Jahre stieg die jährliche Verwendung nur langsam (+0,9%). Lediglich die Wiedervereinigung führte zu einem Niveausprung (+36,5%). In dieser Phase dominierte die traditionelle Kaminholzverwendung. Ab dem Jahr 2000 bildeten sich deutlich höhere Steigerungsraten heraus. Diese waren eine Folge der aufkommenden Fördermaßnahmen und stark steigenden Energiepreise. So führten die dramatischen Ölpreisteigerungen ab dem Jahr 2005 zu einer entsprechenden Belebung der Brennholzverwendung. Energie- und Holzmarkt verschmolzen in dieser Zeit miteinander.

Zwischen 2009 und 2013 wächst die Verwendung langsamer und ist auch von kalten Wintern (z.B. 2010) geprägt. Mit der Studie zum Jahr 2014 ergab sich erstmals ein Rückgang. Die Holzverwendung lag bei 28,3 Mio. m³ und bleibt danach auf deutlich niedrigerem Niveau. Eher warme Witterung senkt die Verwendung von Einzelfeuerungsanlagen (Scheitholz). Energieholzprodukte, insbesondere Pellets, steigen weiter mit der wachsenden Zahl von Zentralheizungen. Man darf gespannt darauf sein, wie die Energiepreisteigerungen des Jahres 2022 auf die Nachfrage wirken. Da vor allem Zusatzheizungen darauf reagieren werden, dürfte die Verwendung des Scheitholzes wieder deutlich steigen, nachdem es Marktanteile an Energieholzprodukte abgegeben hatte.

Abbildung 2.22:
Entwicklung des
Rohwareneinsatzes in
privaten Haushalten



2.10 Sonstige energetische Holzverwendung

Struktur der sonstigen energetischen Holzverwendung

Von einer „Struktur“ kann man in diesem Bereich kaum sprechen. Es handelt sich mehr um ein Auffangbecken. Der Titel bleibt aus systematischen Gründen bestehen. Wie auch bei der stofflichen Verwendung gibt es eine Vielzahl von Nischen, in denen energetische Verwendung erfolgen kann. Die Modellstruktur ist so angelegt, dass eine unbegrenzte Anzahl von Holzrohstoffbilanzen für Nischenanwendungen zu einer Gruppe aggregiert werden können.

Bio-Treibstoffe (Biomass to Liquid, BtL)

Energiepolitische Zielsetzungen streben mit der Förderung erneuerbarer Energien den Einsatz erneuerbarer Rohstoffe auch für den Verkehrsbereich an. Dafür werden vor allem Agrarpflanzen eingesetzt. Versuche mit Holz wurden in Deutschland von „Sun-Diesel“ in Choren unternommen. Inzwischen wurden die Versuche eingestellt. Derzeit sind keine Verbrauchsmengen in diesem Bereich bekannt. In den ersten Jahren des Aufbaus der Anlage in Choren waren fünf Betriebe mit einer Leistung von jeweils 500.000 Liter Biofuel im Gespräch. Das wäre eine zusätzliche Holzverwendung in Höhe von ca. 12,5 Mio. m³_{swe} gewesen. Das Beispiel zeigt, dass dieser Bereich durchaus Bedeutung erhalten kann und wird deshalb als offene Position beibehalten. Außerdem ist das Konzept der Holzrohstoffbilanzierung nicht auf Deutschland beschränkt und in anderen Ländern kann es durchaus Bedeutung erlangen.

Unbekannte Verwendung von Holzbriketts

Holzbriketts kamen bis zum Jahr 2018 in der Statistik nicht vor. Sie sind im Rohstoffmonitoring ein interessantes Beispiel der Behandlung von weitgehend unbekanntem Märkten. Die einzige Quelle, die die Verwendung von Holzbriketts systematisch auswies, war das Rohstoffmonitoring in seinen Studien zur Energieholzverwendung in privaten Haushalten (Mantau 2004; Mantau/Sörgel 2006; Hick/ Mantau 2008; Mantau 2012; Döring/Glasenapp/Mantau 2016; Döring/Glasenapp/Mantau 2020; Jochem/Glasenapp/Weimer 2022). Dabei handelte es sich aber stets nur um die Verwendung in privaten Haushalten. Die Haushaltsstudie zum Jahr 2018 wies 0,564 Mio. m³_{swe} für Holzbriketts aus und die Studie für 2020 0,690 Mio. m³_{swe}. Das entspricht nach Umrechnung 0,361 Mio. t_{lutro} Holzbriketts.

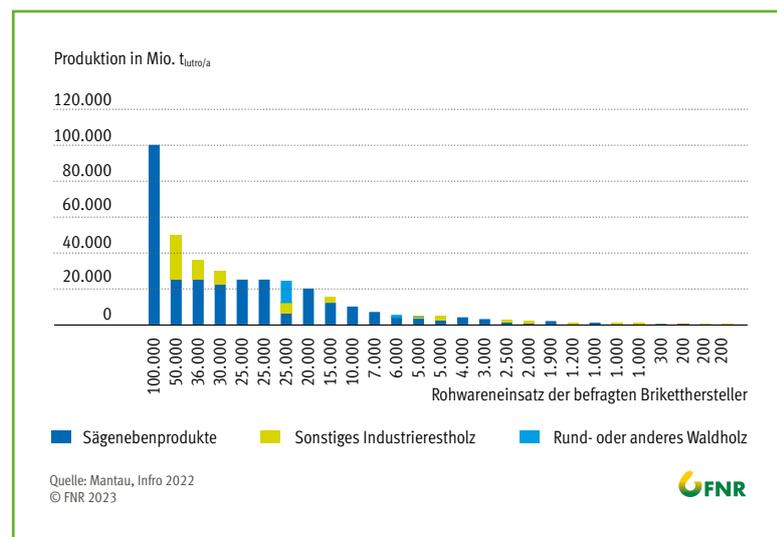
Mit der neuen Systematik der Produktionsstatistik berichtete das Statistische Bundesamt im Jahr 2020 erstmals über Holzbriketts zum Jahr 2019 (GP19-162915003; Briketts, Scheiten aus Sägespänen u.Ä. zusammengepresst). Mit 0,841 Mio. t_{utro} entsprach dies 1,605 Mio. m^3_{swe} und stellte eine kaum beachtete Sensation dar. Datenlücken und Datenwidersprüche sind aber kein Problem, sondern eine Chance, etwas hinzuzulernen.

Recherchen ergaben, dass zahlreiche Holzbrikettpressen für Durchsatzleistungen zwischen 410 und 1.050 kg pro Stunde in den letzten Jahren verkauft wurden (www.brikettieren.de/brikettpressen/holzbrickettpresse). Die Zahl erschien so groß und ist ungesichert, sodass sie hier nicht dokumentiert wird. Mit der Aufnahme in die Produktionsstatistik ist eine belastbare Grundlage für das Produktionsvolumen gegeben. Es zeichnet sich jedoch bereits ab, dass die Gesamtmenge eher noch größer ist, da kleine und mittlere Handwerksbetriebe auch für den Eigenbedarf oder Direktverkauf pressen. Sie dürften unterhalb der statistischen Abschneidegrenze liegen.

Zudem scheint in dem Markt eine außerordentliche Dynamik vorzuliegen, da sich die vom Statistischen Bundesamt angegebene Menge von 2020 0,841 Mio. t_{utro} im Jahr 2021 um ein Drittel erhöhte (1,272 Mio. t_{utro} oder 2,429 Mio. m^3_{swe}). Das Jahr 2021 liegt jedoch außerhalb des hier betrachteten Zeitrahmens.

Mit der Übernahme der Daten des Statistischen Bundesamtes als gegebenes Produktionsvolumen bleibt ungeklärt, welche Rohwaren dafür eingesetzt werden. Eine Internetrecherche und anschließende Telefonbefragung bei 27 Brikettherstellern mit 0,377 Mio. t_{utro} Produktionsvolumen ergab folgenden Input von Holzrohwaren in den befragten Betrieben. In Abbildung 2.23 werden die Einzelergebnisse der Befragung ausgewiesen, um die Datenbasis offenzulegen.

Abbildung 2.23:
Rohwareneinsatz der
befragten Briketthersteller
(2022)



In der Summe entfielen 79,5% auf Sägenebenprodukte, 16,5% auf sonstiges Industrierestholz und 4,0% auf Rund- oder anderes Waldholz. Der anteilige Laubholzeinsatz konnte nicht von allen Betrieben für die jeweiligen Sortimente angegeben werden. Nach den vorhandenen Angaben betrug er bei Sägenebenprodukten 1,8%, bei sonstigem Industrierestholz 7,5% und bei Waldholz 8,0%. In der Summe aller Einzelangaben lag er bei 3,0%.

**VORGEHENSWEISE
HOLZBRIKETT**

Abschließend stellt sich die Frage, wie das vorhandene Wissen im Rohstoffmonitoring Eingang findet. Dazu bedarf es zunächst einer kontinuierlichen Datenreihe, was angesichts der Brüche und der relevanten Menge eine Herausforderung ist bzw. Mut zur Lücke erfordert.

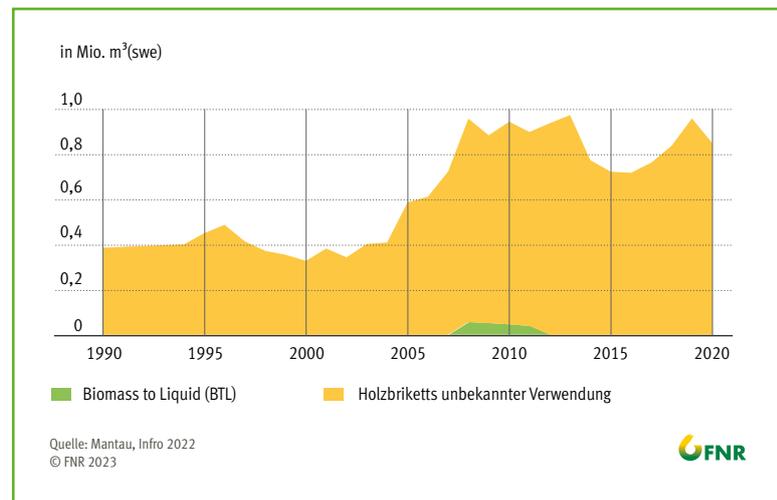
Die statistisch gemeldete Zahl für das Jahr 2020 macht die 2,3-fache Menge der bis dahin empirisch erhobenen Menge in privaten Haushalten aus und eine hohe Dunkelziffer ist nicht auszuschließen. Deshalb wäre es eine deutliche Unterschätzung der Verwendung, würde man rückwirkend allein mit den festgestellten Mengen in privaten Haushalten arbeiten. Somit wurde die Menge des Jahres 2020 (0,841 Mio. t_{utro}) anhand der Veränderungsrate der Entwicklung der Brikettverwendung in privaten Haushalten rückwärts interpoliert.

Die so gewonnene Datenreihe fließt in den Sektor Energieholzprodukte als Brikettproduktion ein, während die bisherige Datenreihe zur Brikettverwendung in privaten Haushalten unverändert bestehen bleibt. Die Restmenge wird der Verwendung dieses Abschnittes sonstiger Energieholzverwendungen zugerechnet.

Aufgrund der Anmerkungen mehrerer Gesprächsteilnehmer der Recherche liegt die Vermutung nahe, dass große Teile dieser Mengen in Handwerksbetrieben produziert und verwendet oder verkauft werden. Das bleibt der Klärung weiterer Erhebungen (z. B. Kleinf Feuerungsanlagen) vorbehalten.

Abgesehen von der kurzfristigen BtL-Produktion ist die Entwicklung dieses Sektors für Holzbriketts eine Restrechnung und Aufgabenstellung für die Zukunft. Ihr Vorteil besteht darin, dass die Menge im Rechensystem der Holzrohstoffbilanzierung enthalten ist und die Problemstellung herausgearbeitet wurde.

Abbildung 2.24:
Entwicklung des Rohwareneinsatzes in sonstigen Energieholznutzungen



2.11 Energieholzprodukte

Struktur des Marktes für Energieholzprodukte

Zu den Energieholzprodukten zählen in diesem Abschnitt Pellets, Holzbriketts und Holzkohle. Für die Holzrohstoffbilanzierung ist die inländische Produktion relevant. Der Außenhandel von Energieholz wird im folgenden Abschnitt behandelt.

Pellets

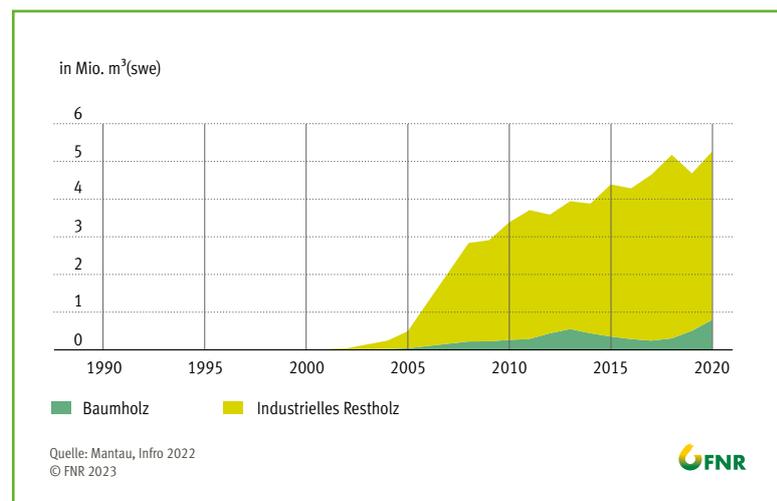
Pellets sind ein relativ junges Produkt. Die Anfänge der Produktion wurden in der Studie Mantau et al. (2006) dargestellt. Sie bildet die Grundlage für die Quantifizierung der frühen Phase der Marktentwicklung.

Mit wachsender Bedeutung des Marktes berichtet der Deutsche Energieholz- und Pelletverband (DEPV) aus Erhebungen bei Mitgliedsbetrieben. Seit 2009 berichtet auch das Statistische Bundesamt über Produktion und Außenhandel. Die Daten stimmen weitgehend überein. Die Erhebungen bei Mitgliedsbetrieben weisen eine etwas größere Schwankung als die des Bundesamtes auf. Im Durchschnitt der Jahre 2011 bis 2020 betrug die Differenz weniger als ein Prozent. In einzelnen Jahren kann sie bis zu fünfzehn Prozent betragen. Für diese Berechnungen wurden die Daten des Statistischen Bundesamtes verwendet, um die Vergleichbarkeit zum Außenhandel herzustellen.

Die Handelseinheit von Pellets ist Tonne im lufttrockenen Zustand, der bei Pellets mit ca. 10 % Wassergehalt angenommen wird. Es wird eine Umrechnungszahl von 1,00 Tonnen Pellets sowie Holzbriketts zu 1,91 m³_{swe} angenommen.

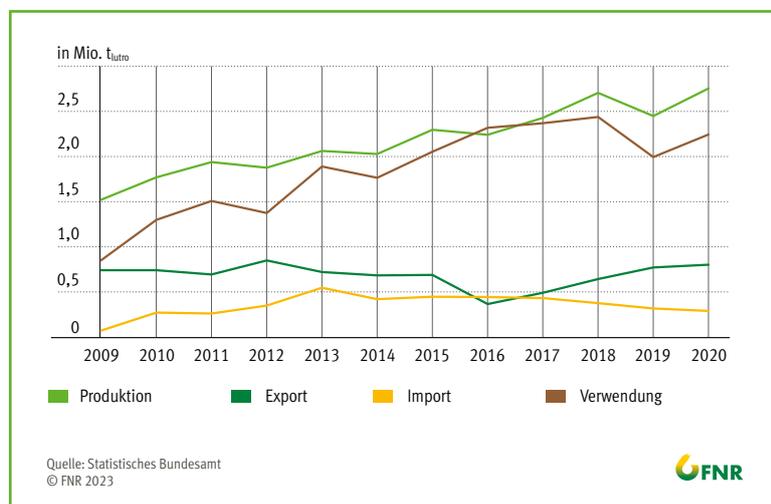
Die Anteile des Rohwareneinsatzes gehen in der Periode 2012 bis 2020 auf Daten des DEPV zurück. Zuvor wurde nach Recherchen eine fixe Verteilung von 92,3 % Sägenebenprodukte, 7,2 % Nadelrundholz und 1,7 % Laubrundholz angenommen.

Abbildung 2.25:
Entwicklung des
Rohwareneinsatzes in
der Pelletindustrie



Ab der Produktionserhebung des Jahres 2009 lässt sich der Markt für Pellets mit konsistenten Datenreihen darstellen. Die Abbildung 2.26 weist eine kontinuierlich steigende Pelletproduktion aus. Das Hitze- und Trockenjahr 2019 macht sich auch in diesem Segment mit einer sinkenden Verwendung bemerkbar. Es zeigt auch, wie der Export als Ventil für binnenwirtschaftliche Überschüsse genutzt wird.

Abbildung 2.26:
Entwicklung des Marktes
für Pellets

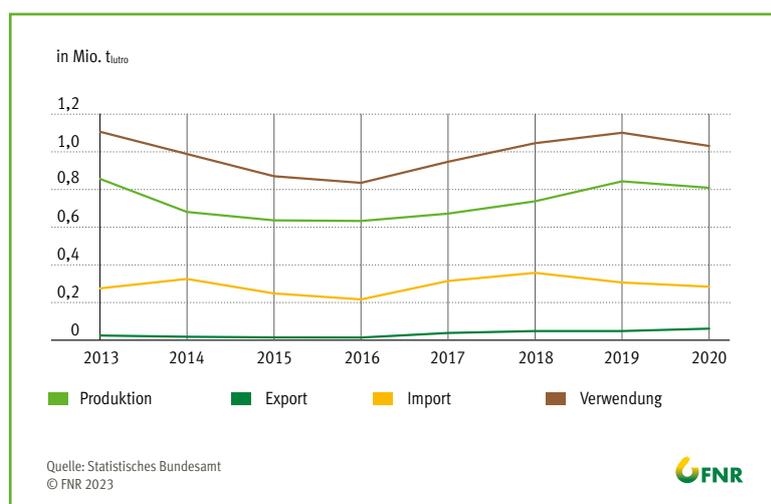


Holzbricketts

Auf die Ableitung der Daten für Holzbricketts wurde im Abschnitt 2.10 ausführlich eingegangen.

Die Produktionsdaten (Bricketts, Scheiten aus Sägespänen u.Ä. zusammengepresst; GP19-162915003) wurden erst ab dem Jahr 2019 berichtet und rückwirkend abgeleitet (siehe Abschnitt 2.10). Daten im Außenhandel zu „Holzabfälle, Sägespäne und Holz Ausschuss gepresst“ lagen schon länger vor, aber mit sehr unterschiedlichen Warennummern und nicht klarer Abgrenzung zum Altholz. Somit steht die Entwicklung unter dem Vorbehalt der gemachten Annahmen.

Abbildung 2.27:
Entwicklung der Markt-
sektoren für Holzbricketts



Als Ergebnis der vorhandenen, belastbaren empirischen Grundlagen zeichnen sich aber dennoch zwei Aspekte klar ab. Der Markt ist deutlich größer als bisher angenommen und er ist sehr stark von Importen geprägt. Die Verwendung ist wie schon erwähnt unklar. Sofern auch Holzbriketts mit Altholzanteilen importiert werden, was nach der statistischen Systematik möglich wäre, ist zudem eine Verwendung als Mitverbrennung (co-firing) in Industrieanlagen denkbar.

Holzkohle

Bei Holzkohle denkt man weder unbedingt an Holzenergienutzung in privaten Haushalten noch an eine Produktion in Deutschland. Die Holzkohleproduktion ist mit Feinstaubemissionen verbunden und wurde in Deutschland bisher nur mit einer Sondergenehmigung für Anlagen mit historischem Hintergrund betrieben.

Nach eigenen Recherchen produzierten von 10 dokumentierten Anlagen in Deutschland 5 Anlagen weniger als 100t pro Jahr. 3 Anlagen lagen im Bereich 100 bis 400 Tonnen und 2 Anlagen über 1.000t. Der überwiegende Teil der in Deutschland verwendeten Holzkohle wird importiert.

Nach der WWF-Studie „Grillkohle 2020 – Eine EU-Marktanalyse“ kommt importierte Holzkohle meist aus zweifelhaften Quellen in Osteuropa oder aus tropischen Gebieten und verursacht dort Entwaldung und trägt zur Klimaerwärmung bei.

In der Studie Hennenberg et al. (12/2022) des Umweltbundesamtes wurde der Holzaußenhandel mit Energieholz detailliert untersucht (Mantau). Im Zeitraum 2010 bis 2020 kamen im Jahresdurchschnitt aus Polen 70.439 Tonnen, aus Paraguay 32.677 und aus Nigeria 19.811 um nur die drei bedeutendsten Lieferländer zu nennen.

Somit stellt sich auch für das Rohstoffmonitoring die Frage, ob es eine relevante Produktion in Deutschland geben kann oder ob es bei historischen Kleinanlagen bleibt und die Mengen aus dem Ausland importiert werden.

Hierzu brachten aktuelle eigene Recherchen interessante Erkenntnisse. So gab die Firma proFagus GmbH an, nach DIN EN ISO 9001 zu arbeiten und Holzkohle in geschlossenen Prozessen herzustellen. Dank der hohen Prozess-temperatur in der Retorte werden Säuren und Teere verbrannt bzw. extrahiert und weiter aufbereitet (destilliert). Sie sickern nicht, wie im Meiler- und Köhlverfahren üblich, in den Boden. Die Produktion lag bei gut 30.000t. Drei Tonnen unbehandeltes Buchenholz werden zu einer Tonne Grill-Holzkohle und zwei Tonnen Nebenprodukten (Säuren, Teere) verarbeitet. Das entspricht einem Umrechnungsfaktor von 4,5 m³ Buchenholz pro Tonne Holzkohle. Im internationalen Bereich geht man eher von 6,0 m³/t aus.

Unter diesen Voraussetzungen könnte sich der Markt für Holzkohle auch zu einer relevanten Binnenproduktion entwickeln. Nach den erwähnten Recherchen liegt das Produktionsvolumen in Deutschland derzeit bei 40.000 Tonnen Holzkohle. Im Mittel wurde von einem Umrechnungsfaktor von 5 m³_{swe} pro Tonne Holzkohle ausgegangen.

Als Rohware wird vor allem Buchenholz eingesetzt. Im Jahr 2020 kamen in der Produktion 200.000 m³_{SWE} zum Einsatz. Der Rohwareneinsatz beim Import (6 m³_{SWE} pro t) belief sich auf eine knappe Mio. m³_{SWE}. In den Jahren zuvor lag er etwa bei 1.3 Mio. m³_{SWE}.

Letzteres ist eine Folge des Jahres 2020, als durch die Corona-Pandemie so manche Gartenparty ausgefallen sein dürfte. Der Import sank von ca. 220.000 t in den Vorjahren auf 165.000 t im Jahr 2020.

Abbildung 2.28:
Entwicklung des Marktes
für Holzkohle



Für das Rohstoffmonitoring könnte der Markt zunehmend von Interesse sein. Wenn die Problematik der importierten Ware stärker ins Bewusstsein dringt und inländische Unternehmen eine umweltfreundliche Alternative in relevanten Mengen anbieten können, wird die Bedeutung der Inlandsproduktion voraussichtlich wachsen.

2.12 Außenhandel mit Brennholz

HANDELSBILANZ

Die Ausführungen dieses Abschnitts basieren auf einer Außenhandelsanalyse des Verfassers in der UBA-Studie zur aktuellen Nutzung und Förderung der Holzenergie (Hennenberg et al. 2022). Abweichungen ergeben sich durch die inzwischen aktualisierte Haushaltsbefragung durch Thünen (2022) und geringfügige Aktualisierungen des Altholzimports. Die Schlussfolgerungen bleiben unverändert.

In Deutschland wurden 2020 insgesamt (ohne Holzkohle) 20,629 Mio. t Holzenergieprodukte verwendet. Die Inlandsproduktion lag etwa auf dem gleichen Niveau (20,489 Mio. t). Das bedeutet aber nicht, dass kein Außenhandel stattgefunden hätte. Den Importen in Höhe von 2,571 Mio. t standen Exporte in Höhe von 2,441 Mio. t gegenüber. Der Saldo belief sich auf -0,131 Mio. t. Bei Holzpellets war Deutschland 2020 mit einer halben Million Tonnen Nettoexporteur. Bei anderen Holzenergieprodukten war der Außenhandelsaldo negativ.

Tabelle 2.16:
Bedeutung des Außenhandels für die Holzenergienutzung in Deutschland nach Sortimenten in Mio. t_{luro} (2020)

in Mio. t	Produktion	Export	Import	Saldo (Ex-Im)	Inlandsverwendung
Brennholz*	8,902	0,190	0,206	-0,015	8,918
Holzpellets	2,755	0,801	0,289	0,511	2,243
Holzbriketts	0,806	0,050	0,259	-0,209	1,015
Altholz	8,035	1,399	1,817	-0,418	8,453
Summe	20,498	2,441	2,571	-0,131	20,629
Holzkohle	0,040	0,032	0,165	-0,133	0,173

* ohne Rinde
Quelle: nach Hennenberg et al. (2022)

Betrachtet man die Sortimente und Sektoren nach ihrem Anteil an der Inlandsverwendung, so hat Deutschland insgesamt eine ausgeglichene Handelsbilanz. 99,4 % der Inlandsverwendung werden durch Inlandsproduktion gedeckt. Zu größeren Defiziten kommt es bei den Holzbriketts und bei der Holzkohle.

Tabelle 2.17:
Bedeutung des Außenhandels für die Holzenergienutzung in Deutschland nach Sortimenten in % zur Inlandsverwendung im Jahr 2020

in % 2020	Produktion	Export	Import	Saldo (Ex-Im)	Inlandsverwendung
Brennholz*	99,8	2,1	2,3	-0,2	100,0
Holzpellets	122,8	35,7	12,9	22,8	100,0
Holzbriketts	79,4	4,9	25,5	-20,6	100,0
Altholz	95,1	16,6	21,5	-4,9	100,0
Summe	99,4	11,8	12,5	-0,6	100,0
Holzkohle	23,1	18,2	95,1	-76,9	100,0

Quelle: nach Hennenberg et al. (2022)

Im Folgenden werden die Dimensionen der In- und Outputströme und der Marktsektoren dargestellt, um ihre Größenordnungen zu verdeutlichen.

Vom gesamten Inputstrom entfallen 75,4 % auf Pellets, 21,8 % auf Holzbriketts und 2,8 % auf Holzkohle. Der Reststoff ist eine Folge des rechnerischen Rindenaufkommens und der Verlust entspricht dem rechnerischen Rindenverlust. Bei Holzkohle wird keine Rinde unterstellt. Die Verluste entsprechen den Säuren und Teeren. Diese könnte man auch als Reststoffe sehen, aber da sie in der Holzrohstoffbilanzierung den Bilanzraum verlassen, fallen sie unter Verluste. Theoretisch ließen sich Verluste auch noch in physische Verluste und Bilanzaustritt (out of balance) trennen.

Tabelle 2.18:
Input-Output-Bilanz und
Marktsektoren der Energie-
holzprodukte (2020)

Prozess in Mio. m ³ _{swe}				in Mio. t _{intro}	
Input		Output		Markt	
Holzpellets					
Baumholz	0,794	Produkt	2,755	Produktion	2,755
Rinde	0,100	Reststoff	0,070	Export	0,801
Reststoffe	4,467	Abgang	0,030	Import	0,289
Recycling	0,000	Verdicht.	2,507	Lagerver- änd.	0,000
Input	5,361	Output	5,361	Verwen- dung	2,243
Holzbriketts					
Baumholz	0,061	Produkt	0,806	Produktion	0,806
Rinde	0,008	Reststoff	0,005	Export	0,058
Reststoffe	1,478	Abgang	0,002	Import	0,281
Recycling	0,000	Verdicht.	0,733	Lagerver- änd.	0,000
Input	1,547	Output	1,547	Verwen- dung	1,029
Holzkohle					
Baumholz	0,200	Produkt	0,040	Produktion	0,040
Rinde	0,000	Reststoff	0,000	Export	0,032
Reststoffe	0,000	Abgang	0,160	Import	0,165
Recycling	0,000	Verdicht.	0,000	Lagerver- änd.	0,000
Input	0,200	Output	0,200	Verwen- dung	0,173
Insgesamt					
Baumholz	1,056	Produkt	3,601	Produktion	3,601
Rinde	0,107	Reststoff	0,075	Export	0,891
Reststoffe	5,945	Abgang	0,192	Import	0,735
Recycling	0,000	Verdicht.	3,240		
Input	7,108	Output	7,108	Verwen- dung	3,445

Quelle: Mantau, Infro 2022

Damit enden die Beschreibung und Analyse der Verwendungssektoren. Dem Konzept der Holzrohstoffbilanzierung entsprechend ergeben sich die Berichte des Holzaufkommens aus dem Einsatz an Rohwaren in den Verwendungssektoren.

Im Rahmen des Rohstoffmonitorings (1999–2021) wurden bisher folgende Studien erstellt (verfügbar auf www.infro.eu):

Sägeindustrie	<p>Mantau, U.; Sörgel, C. (2003): Standorte der Holzwirtschaft. Sägeindustrie. Hamburg.</p> <p>Sörgel, C.; Mantau, U.; Weimar, H. (2006): Standorte der Holzwirtschaft. Aufkommen von Sägenebenprodukten und Hobelspänen. Hamburg.</p> <p>Döring, P.; Mantau, U. (2010): Standorte der Holzwirtschaft. Sägeindustrie – Einschnitt und Sägenebenprodukte 2010. Hamburg.</p> <p>Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017): Sägeindustrie 2015. Einschnitt- und Produktionsvolumen. Hamburg.</p> <p>Döring, P.; Giesecking, L.; Mantau, U. (2020): Sägeindustrie 2018. Einschnitt- und Produktionsvolumen. Hamburg.</p>
Holz- und Zellstoffindustrie	<p>Mantau, U.; Sörgel, C. (2003): Standorte der Holzwirtschaft. Sägeindustrie. Hamburg.</p> <p>Mantau, U.; et al. (1999): Standorte der Holzwirtschaft. Sägeindustrie, Zellstoff- und Holzschliffindustrie, Holzwerkstoffindustrie, Altholzexporte nach Italien. Hamburg.</p> <p>Mantau, U.; Weimar, H.; Wierling, R. (2002): Standorte der Holzwirtschaft. Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie, Außenhandelsstatistik. Hamburg.</p> <p>Mantau, U.; Sörgel, C. (2004): Standorte der Holzwirtschaft. Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie. Hamburg.</p> <p>Sörgel, C.; Mantau, U. (2006): Standorte der Holzwirtschaft. Holz- und Zellstoffindustrie 2005. Hamburg.</p> <p>Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017): Holz- und Zellstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Hamburg.</p> <p>Giesecking, L.; Döring, P.; Mantau, U. (2020): Holz- und Zellstoffindustrie 2019 – Entwicklung der Produktionskapazität und Faserrohstoffnutzung. Teilbericht im Projekt Rohstoffmonitoring Holz. Hamburg 2020.</p>
Holzwerkstoffindustrie	<p>Mantau, U., et al. (1999): Standorte der Holzwirtschaft. Sägeindustrie, Zellstoff- und Holzschliffindustrie, Holzwerkstoffindustrie, Altholzexporte nach Italien. Hamburg.</p> <p>Mantau, U.; Weimar, H.; Wierling, R. (2002): Standorte der Holzwirtschaft. Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie, Außenhandelsstatistik. Hamburg.</p> <p>Mantau, U.; Sörgel, C. (2004): Standorte der Holzwirtschaft. Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie. Hamburg.</p> <p>Sörgel, C.; Mantau, U. (2006): Standorte der Holzwirtschaft. Holzwerkstoffindustrie 2005. Hamburg.</p> <p>Mantau, U. (2012): Standorte der Holzwirtschaft. Holzrohstoffmonitoring. Holzwerkstoffindustrie. Kapazität und Holzrohstoffnutzung im Jahr 2010. Hamburg.</p> <p>Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017): Holzwerkstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Hamburg.</p> <p>Döring, P.; Giesecking, L.; Mantau, U. (2021): Holzwerkstoffindustrie 2020. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Hamburg.</p> <p>Mantau, U.; Sörgel, C. (2004): Standorte der Holzwirtschaft. Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie. Hamburg.</p> <p>Sörgel, C.; Mantau, U. (2006): Standorte der Holzwirtschaft. Holzwerkstoffindustrie 2005. Hamburg.</p>

Mantau, U. (2012): Standorte der Holzwirtschaft. Holzrohstoffmonitoring. Holzwerkstoffindustrie. Kapazität und Holzrohstoffnutzung im Jahr 2010. Hamburg.

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

Döring, P.; Giesecking, L.; Mantau, U. (2021): Holzwerkstoffindustrie 2020. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Hamburg.

Furnier- und
Sperrholzindustrie

Giesecking, L.; Mantau, U. (2020): Furnierindustrie 2019. Industriestruktur und Produktionsvolumen. Teilbericht im Projekt Rohstoffmonitoring. Hamburg 2020.

Giesecking, L.; Karstedt, M.; Mantau, U. (2020): Sperrholzindustrie 2019. Industriestruktur- und Produktionsvolumen. Teilbericht im Projekt Rohstoffmonitoring. Hamburg 2020.

Kleinfeuerungsanlagen

Musialczyk, C.; Mantau, U. (2007): Die energetische Nutzung von Holz in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen im Jahr 2006. Hamburg.

Mantau, U.; Möller, B.; Jochem, D. (2012): Die energetische Nutzung von Holz in Biomasseanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2010. Hamburg.

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

Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U. (2021): Die energetische Nutzung von Holz in Biomassefeuerungsanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2019. Hamburg.

Energieholzverwendung

Mantau, U.; Kaiser, C.: Holzeinsatz im Modernisierungsmarkt – Wohnungsbau. Holzabsatzfonds 2002

Mantau, U. (2004): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2002 – Abschließender Forschungsbericht. Hamburg.

Mantau, U.; Sörgel, C. (2006): Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Hamburg.

Hick, A.; Mantau, U. (2008): Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Hamburg.

Mantau, U. (2012): Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2010. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Hamburg.

Thünen (2022): Energieholz in privaten Haushalten. Projekt laufend

Energieholzprodukte

Mantau, U.; Sörgel, C.; Weimar, H.; Langenberg, G. (2006): Aktuelle Entwicklungen und Perspektiven des Pelletmarktes. Hamburg 2006, 100 S.

3 HOLZAUFKOMMEN

3.1	Rundholz (Derbholz)	63
3.2	Waldrestholz	69
3.3	Rinde	71
3.4	Landschaftspflegeholz und KUP	75
3.5	Sägenebenprodukte	77
3.6	Sonstiges Industrierestholz	83
3.7	Schwarzlauge	85
3.8	Altholz	86

3.1 Rundholz (Derbholz)

AUFKOMMEN UND VERWENDUNG

Die Verwendung von Rundholz wird nach Stammholz und sonstigem Rundholz ausgewiesen. Dabei lässt sich für beide Bereiche nach Nadel- und Laubholz unterscheiden. Eine getrennte Darstellung von Stammholz und sonstigem Rundholz ist möglich, würde aber die Bilanzierung unnötig aufblähen. Im Konzept der Holzrohstoffbilanzierung werden die Begriffe Stammholz und sonstiges Rundholz nach der Verwendung unterschieden. Stammholz entspricht der Summe aus Sägeindustrie und sonstiger Stammholznutzung. Alle übrigen Bereiche entsprechen sonstigem Rundholz. In der zusammenfassenden Rundholzbilanzierung werden die Verwender ohnehin einzeln aufgeführt. Sofern eine Differenzierung zusätzliche Informationen beinhaltet, wird sie im Text aufgenommen.

NADELRUNDHOLZ

Auf der rechten Seite der partiellen Holzrohstoffbilanz für Nadelrundholz sind die Verwender aufgeführt. In der Summe wurden 55,6 Mio. m³_{swe} Nadelrundholz verwendet. Davon entfielen 39,8 Mio. m³_{swe} (71,6 %) auf Stammholz und 15,7 Mio. m³_{swe} (28,2 %) auf sonstiges Rundholz. Nadelrundholz wird zu 88,5 % stofflich genutzt und zu 11,5 % energetisch. Der größte stoffliche Verwender ist die Sägeindustrie (71,6 %) und der größte energetische Verwender sind die privaten Haushalte (8,6 %).

Tabelle 3.1: Partielle Holzrohstoffbilanz für Nadelrundholz

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR NADELRUNDHOLZ					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{swe}	in %	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung 2020
Rundholz, Nadel			39,8	71,6	Sägeindustrie
Inlandsverwendung	55,6	100,0	4,7	8,4	Holzwerkstoffe
– Import	4,2	7,6	4,6	8,3	Holzschliff und Zellstoff
+ Export	12,1	21,8	0,1	0,2	Sonst. Stammholzverw.
+ Δ Industrielager	–0,1	–0,1	0,0	0,0	Sonst. stoffl. Holzverw.
= Aufkommen	63,5	114,1	49,2	88,5	Stoffliche Verwendung
			0,8	1,5	EnergieproduktHersteller
			0,2	0,3	Energetisch ≥ 1 MW
			0,6	1,2	Energetisch < 1 MW
			4,8	8,6	Private Haushalte
			0,0	0,1	Sonst. energet. Verw.
			6,4	11,5	Energetische Verwendung
Inlandsverwendung	55,6	100,0	55,6	100,0	Insgesamt

Quelle: Mantau, Info 2022

Die linke Seite der Bilanz geht von der berechneten Inlandsverwendung aus und berücksichtigt zusätzlich den Außenhandel und, so weit verfügbar, die Veränderung der Lagerhaltung. Wird das Lager abgebaut (-) kommt Holz in den Markt, das nicht dem Wald entnommen wird. Wird das Lager aufgebaut (+), wird Rundholz eingelagert, das nicht in die Verwendung geht. Aufgrund hoher Kalamitäten (Käferholz) wurden 2020 12,4 Mio. m³ Nadelrundholz exportiert. 4,1 Mio. m³ wurden importiert. Sie gehen in die Verwendung oder können zum Teil auch reexportiert werden. Bei Außenhandelsdaten handelt es sich nicht um eine Rückrechnung. Somit steht „(swe)“ in Klammern, weil in der Spalte erfasste, wie auch zurückgerechnete Kubikmeter stehen.

Im Jahr 2020 wurden im Inland von den Bereichen der Holzverwendung 55,6 Mio. m³_{swe} Nadelrundholz genutzt. Durch Außenhandelsaktivitäten erhöhte sich das entnommene Holzaufkommen aus dem Wald auf 63,5 Mio. m³_{swe}.

Der Vergleich der partiellen Holzrohstoffbilanzen für Nadel und Laubrundholz gibt interessante Aufschlüsse über die Verwendungsgewohnheiten.

LAUBRUNDHOLZ

In der Summe wurden 12,7 Mio. m³_{swe} Laubrundholz verwendet. Davon entfielen 2,5 Mio. m³_{swe} (19,7%) auf Stammholz und 10,2 Mio. m³_{swe} (80,3%) auf sonstiges Rundholz. Das Verhältnis ist fast entgegengesetzt zum Nadelrundholz. Das erklärt sich zum einen aus der Wuchsform des Laubholzes, das deutlich weniger Stammanteile hat (Verfügbarkeit), zum anderen aus dem größeren Verarbeitungsaufwand (Kosten) und den Nutzungsnachteilen (Präferenzen der Verbraucher) in den meisten Verwendungsbereichen. Diese Umstände beeinflussen in starkem Maße die Art der Nutzung.

Laubrundholz wird zu 28,1% stofflich genutzt und zu 71,9% energetisch. Der größte stoffliche Verwender ist die Sägeindustrie (17,0%) und der größte energetische Verwender sind die privaten Haushalte (62,0%).

Tabelle 3.2: Partielle Holzrohstoffbilanz für Laubrundholz

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR LAUBRUNDHOLZ					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{SWE}	in %	Mio. m ³ _{SWE}	in %	Verwendung 2020
Rundholz, Laub			2,2	17,0	Sägeindustrie
Inlandsverwendung	12,7	100,0	0,5	4,1	Holzwerkstoffe
– Import	0,4	3,1	0,6	4,8	Holzschliff und Zellstoff
+ Export	1,2	9,1	0,3	2,3	Sonst. Stammholzverw.
+ Δ Industrielager	–0,2	–1,4	0,0	0,0	Sonst. stoffl. Holzverw.
= Aufkommen	13,3	104,6	3,6	28,1	Stoffliche Verwendung
			0,0	0,0	Energieprodukthersteller
			0,2	1,6	Energetisch ≥ 1 MW
			0,9	6,7	Energetisch < 1 MW
			7,9	62,0	Private Haushalte
			0,2	1,6	Sonst. energet. Verw.
			9,2	71,9	Energetische Verwendung
Inlandsverwendung	12,7	100,0	12,7	100,0	Insgesamt

Quelle: Mantau, Info 2022

Besonderheiten im Außenhandel sind nicht erkennbar, was auch drauf zurückzuführen ist, dass Laubholz vom Befall durch Borkenkäfer nicht entsprechend betroffen war. 2020 wurden 1,2 Mio. m³ Laubrundholz exportiert und 0,4 Mio. m³ importiert.

Im Jahr 2020 wurden im Inland von den Bereichen der Holzverwendung 12,7 Mio. m³_{SWE} Laubrundholz genutzt. Durch Außenhandelsaktivitäten erhöhte sich das erforderliche Holzaufkommen aus dem Wald auf 13,3 Mio. m³_{SWE}.

ZUSAMMENFASSUNG RUNDHOLZ (DERBHOLZ)

Schließlich lassen sich die Bereiche zu einer Rundholzbilanz zusammenfassen. Im Jahr 2020 wurden in Deutschland 68,4 Mio. m³_{SWE} für inländische Verwendungen genutzt. Unter Berücksichtigung des Außenhandels erhöhte sich das Aufkommen für Inlands- und Auslandsnutzung insgesamt auf 76,8 Mio. m³_{SWE}. 77,2% der inländischen Verwendung erfolgt stofflich. 22,8% werden energetisch verwendet. Vor allem private Haushalte (18,5%) nutzen Rundholz energetisch. Für die Zielsetzung der Holzrohstoffbilanzierung ist die Unterscheidung von Rundholz und Scheitholz nicht von Bedeutung. Entscheidend ist, dass es sich dabei um Derbholz handelt. Ast- und Knüppelholz werden dem Waldrestholz zugerechnet. Scheitholz aus dem Garten wird in der Bilanz als Landschaftspflegeholz verbucht.

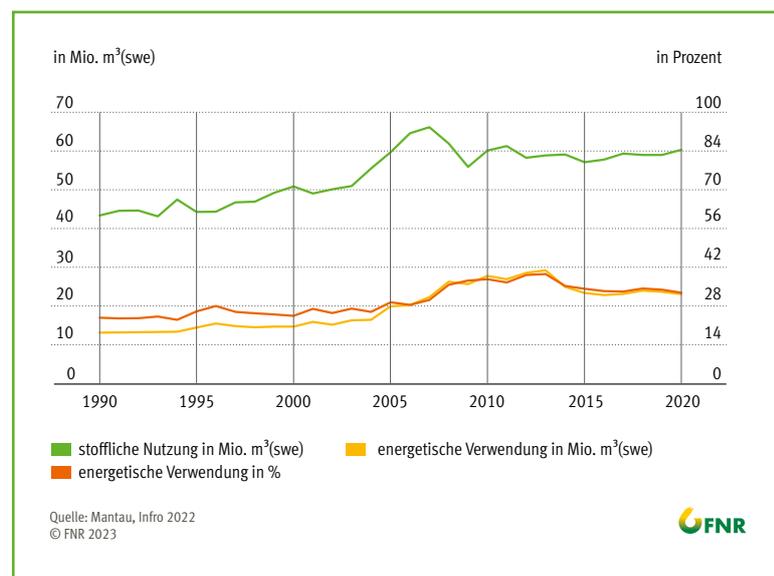
Tabelle 3.3: Partielle Holzrohstoffbilanz für Rundholz (Derbholz)

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR RUNDHOLZ (DERBHOLZ)					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{swe}	in %	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung 2020
Rundholz, Insgesamt			42,0	61,4	Sägeindustrie
Inlandsverwendung	68,4	100,0	5,2	7,6	Holzwerkstoffe
- Import	4,6	6,8	5,2	7,6	Holzschliff und Zellstoff
+ Export	13,3	19,5	0,4	0,6	Sonst. Stammholzverw.
+ Δ Industrielager	-0,3	-0,4	0,0	0,0	Sonst. stoffl. Holzverw.
= Aufkommen	76,8	112,3	52,8	77,2	Stoffliche Verwendung
			0,8	1,2	Energieprodukthersteller
			0,4	0,5	Energetisch ≥ 1 MW
			1,5	2,2	Energetisch < 1 MW
			12,7	18,5	Private Haushalte
			0,2	0,3	Sonst. energet. Verw.
			15,6	22,8	Energetische Verwendung
Inlandsverwendung	68,4	100,0	68,4	100,0	Insgesamt

Quelle: Mantau, Info 2022

Neben der übersichtlichen Darstellung holzwirtschaftlicher Zusammenhänge war es von Beginn an das Ziel der Holzrohstoffbilanzierung, auf den Einschlag zurückzurechnen. Im Jahr 2004 konnte so für den Einschlag in Deutschland nachgewiesen werden, dass dieser in der Statistik um 24,4 % unterschätzt wurde (Mantau 2004, S. 22). Inzwischen gehört die Einschlagsrückrechnung zur offiziellen statistischen Berichterstattung (Thünen, Einschlagsrückrechnung, 2020).

Abbildung 3.1:
Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung von Rundholz sowie Anteil energetischer Nutzung

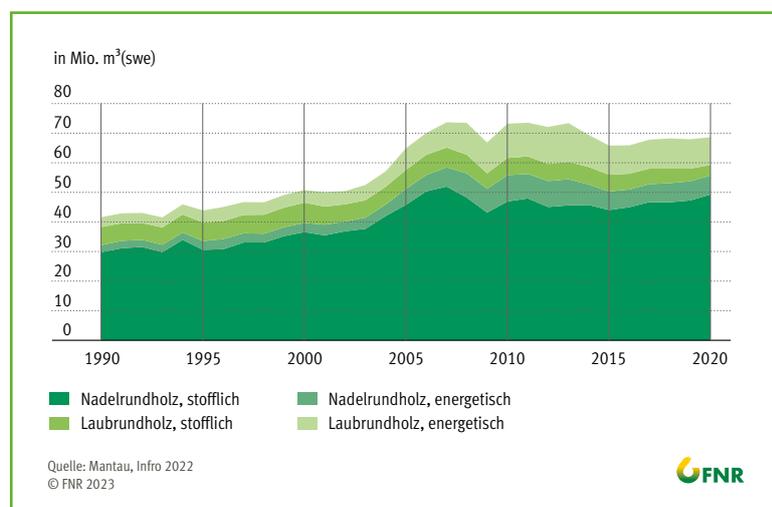


ENTWICKLUNG DER RUNDHOLZVERWENDUNG

Die Abbildung 3.1 zeigt die zeitliche Entwicklung der stofflichen und energetischen Rundholzverwendung. Nachdem die energetische Verwendung in den privaten Haushalten ihren Höhepunkt 2013 erreicht hatte, fiel ihr Anteil wieder unter 20 % zurück.

Die Abbildung 3.2 zeigt die Entwicklung der aufsummierten stofflichen und energetischen Holzverwendung nach Holzartengruppen. Wie sich im Vergleich mit anderen Holzrohwaren noch zeigen wird, reagierten vor allem die Anbieter von Rundholz flexibel auf die steigende Nachfrage. Innerhalb des Rundholzes war es vor allem das stoffliche Aufkommen von Nadelholz, das die Expansion ermöglichte. Mit dem starken Wachstumschub der energetischen Nachfrage um das Jahr 2000 herum stieg auch die Verwendung von Laubrundholz. Dessen stoffliches Aufkommen ging hingegen mit der Verwendung weiter zurück.

Abbildung 3.2:
Entwicklung der Rundholz-
verwendung nach Holzarten

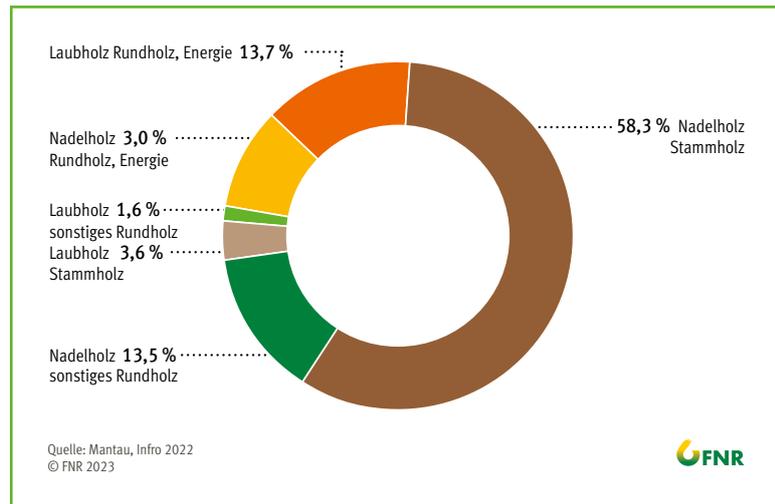


Die Abbildung 3.3 differenziert für das Jahr 2020 zusätzlich nach Stammholz (Verwendung in Sägewerken und sonstigen Stammholz verarbeitenden Industrien) sowie sonstigem Rundholz.

Vom Anteil der stofflichen Verwendung des Rundholzes in Höhe von 77,0 % entfallen 93,2 % auf Nadelholz und 6,8 % auf Laubholz. Vom Anteil der energetischen Verwendung des Rundholzes in Höhe von 23,0 % entfallen 40,7 % auf Nadelholz und 59,3 % auf Laubholz.

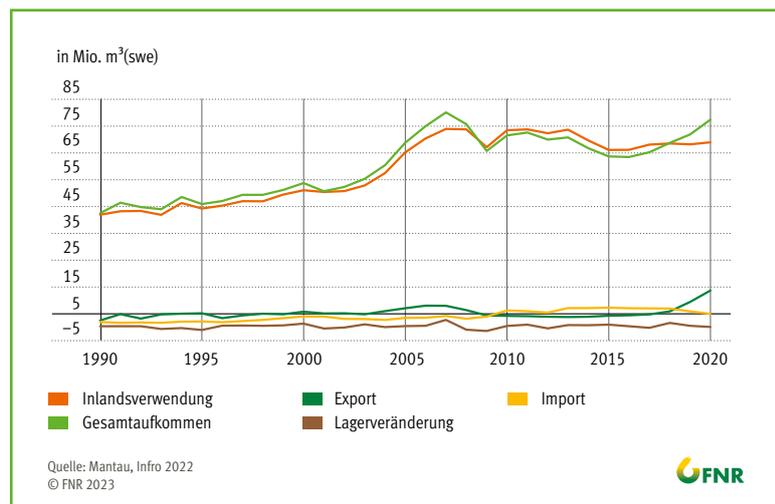
Die Stammholzverwendung ist für die Holzmobilisierung von großer Bedeutung, weil sie eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass das Waldholz insgesamt kostendeckend geerntet werden kann. Vom verwendeten Rundholz entfallen 61,8 % auf Stammholz und 38,2 % auf sonstiges Rundholz. Das im Jahr 2020 verwendete Stammholz war zu 94,2 % Nadelholz und zu 5,8 % Laubholz.

Abbildung 3.3:
Rundholzanteile in der
Verwendung



Die folgenden Grafiken zeigen die Marktsektoren für Rundholz insgesamt. Das Inlandsaufkommen ist definiert als die Summe aller Verwendungskategorien. Im Gesamtaufkommen sind davon die Importe abgezogen und Exporte sowie Lageveränderung hinzugefügt. Das entspricht der rechten Seite der partiellen Holzrohstoffbilanz (Tabelle 3.3).

Abbildung 3.4:
Entwicklung der Markt-
sektoren von Rundholz



Das Jahr 2020 unterscheidet sich von den vorangegangenen Jahren durch die Nadelrundholzexporte. Auch 2021 wird der Nadelrundholzexport mit 10,7 Mio. m³ nach 12,1 Mio. m³ im Jahr 2020 auf hohem Niveau bleiben. Die Inlandsverwendung stieg moderat an, sodass man von einer weitgehend stabilen Entwicklung der Inlandsverwendung seit 2010 sprechen kann.

Am Laubrundholzmarkt sind 2020 keine besonderen Ausschläge im Außenhandel zu erkennen. Die Exporte überstiegen die Importe in den meisten Jahren. Die Inlandsverwendung verliert trotz des bereits niedrigen Niveaus weiter an Bedeutung. Das könnte sich aufgrund steigender Energiepreise und damit verbundener Scheitholzkäufe schon bald ändern. In der stofflichen Verwendung zeichnet sich aktuell noch keine Veränderung ab.

Abbildung 3.5:
Entwicklung der Markt-
sektoren von Nadelrundholz

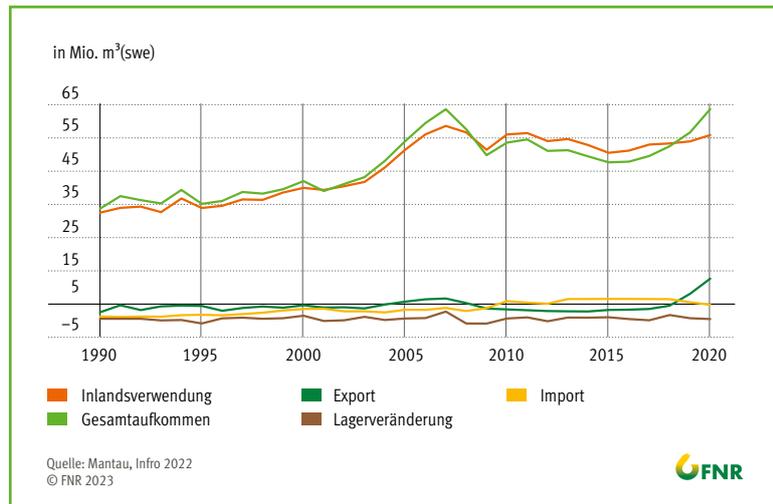
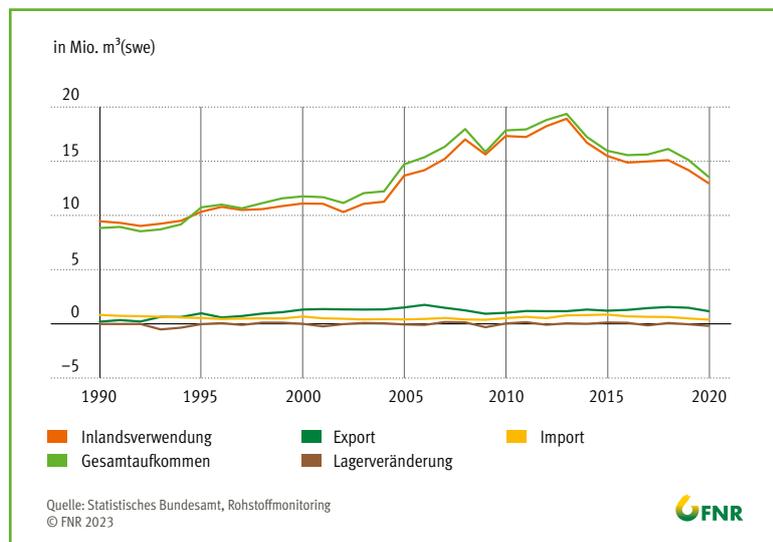


Abbildung 3.6:
Entwicklung der Markt-
sektoren von Laubrundholz



3.2 Waldrestholz

ABGRENZUNG ZUM RUNDHOLZ

Waldrestholz entspricht, in Abgrenzung zum Derbholz, Holz unter 7 cm Durchmesser. Das Sortiment ist aber nicht so eindeutig zu fassen. Mit Kronen, Ästen und Zweigen wird immer auch ein Teil der Nadeln entnommen. Blätter sind während der Erntezeit im Herbst und Winter bereits abgefallen. Die Rinde der Hölzer unterhalb der Derbholzgrenze wird nicht gesondert berechnet, sondern ist in der Tonnage enthalten. Bei der Aufbereitung von Scheitholz, Hackschnitzeln oder der unverarbeiteten Anlieferung von Waldrestholz kann auch nicht genutztes Derbholz einbezogen sein. Nicht genutztes Derbholz kann minderwertiges Derbholz sein, Kappstücke, die bei der wertschöpfenden Sortierung anfallen oder gewöhnliches Derbholz, das aus logistischen Gründen nicht abtransportiert wurde. Somit ist es im Rahmen der Sortierung nicht immer eindeutig zu bestimmen und auch bei der Befragung zur Verwendung sind Überschneidungen nicht auszuschließen.

Im stofflichen Bereich kommt es im Rahmen der Nutzung von Rundhölzern an der Derbholzgrenze zum Eintrag geringer Mengen bei der Spanplattenproduktion. Aufgrund der Beschaffenheit des Waldrestholzes wird es nahezu vollständig energetisch genutzt.

Tabelle 3.4: Partielle Holzrohstoffbilanz für Waldrestholz

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR WALDRESTHOLZ					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{SWE}	in %	Mio. m ³ _{SWE}	in %	Verwendung 2020
Waldrestholz			0,0	0,0	Sägeindustrie
Inlandsverwendung	5,8	100,0	0,1	0,9	Holzwerkstoffe
– Import	0,0	0,0	0,0	0,0	Holzschliff und Zellstoff
+ Export	0,0	0,0	0,0	0,0	Sonst. Stammholzverw.
+ Δ Industrielager	0,0	0,0	0,0	0,0	Sonst. stoffl. Holzverw.
= Aufkommen	5,8	100,0	0,1	0,9	Stoffliche Verwendung
			0,0	0,0	Energieprodukthersteller
			1,2	20,2	Energetisch ≥ 1 MW
			2,1	35,8	Energetisch < 1 MW
			2,5	43,2	Private Haushalte
			0,0	0,0	Sonst. energet. Verw.
			5,7	99,1	Energetische Verwendung
Inlandsverwendung	5,8	100,0	5,8	100,0	Insgesamt

Quelle: Mantau, Infro 2022

Bei Haushalten fällt das Waldrestholz mit der Nutzung von Scheitholz an, indem darin auch Ast- und Knüppelholz enthalten ist. Für Biomassefeuerungsanlagen wird Waldrestholz im Rahmen der Holzernte als Kuppelprodukt aufbereitet.

Neben dem hohen Anteil der energetischen Verwendung zeigt die Abbildung 3.7 die Entwicklung der Waldrestholznutzung. Sie ist erwartungsgemäß an die steigende energetische Holzverwendung gekoppelt.

Die Abbildung 3.8 gibt ebenfalls die Gesamtentwicklung wieder und differenziert dabei nach Verwendergruppen. Bei privaten Haushalten gehört Ast- und Knüppelholz zur Scheitholzverwendung. Die Verwendung in Biomassefeuerungsanlagen steigt mit dem Kapazitätsaufbau an und fällt danach wieder zurück.

Abbildung 3.7:
Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung von Waldrestholz sowie Anteil energetischer Nutzung

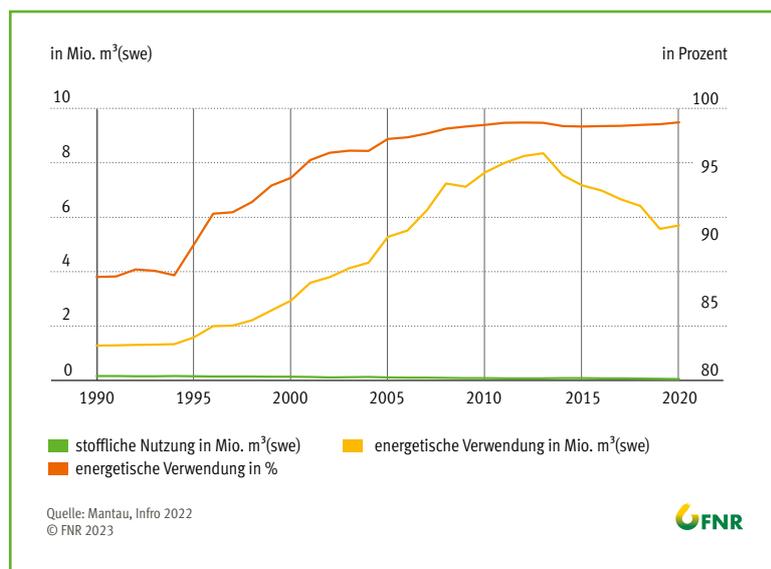
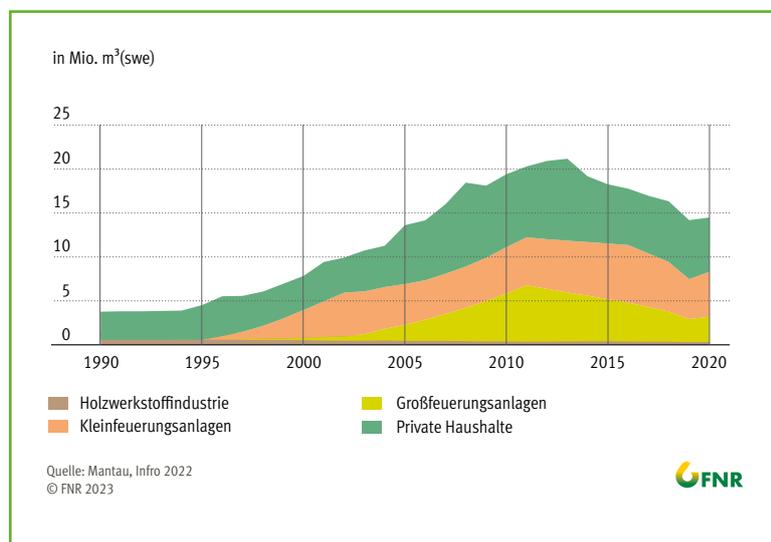


Abbildung 3.8:
Entwicklung der Verwendung von Waldrestholz



3.3 Rinde

KOMPLEXER RINDENVERBLEIB

Die Rinde kann einen Kreislaufmodellierer in den Wahnsinn treiben. Man stelle sich einen Spielfilm mit vier Hauptrollen vor, die alle vom gleichen Darsteller im gleichen Outfit gespielt werden. Nur die Sprache ist anders.

Die Rindenmenge am stehenden Baum ist eine andere als die, die am Werkstor ankommt. In der Verarbeitung kann sie ins Produkt am Stamm anhaftend einfließen oder zusätzlich als lose Rinde eingekauft werden. Die Verbuchung der Rinde im Kreislaufprozess wurde komplett neu aufgestellt. Dabei sollte die Information über diese Ressource transparenter und umfassender und für den Bilanzierungsprozess weniger fehleranfällig werden.

Sofern nur die verwendete Rinde betrachtet wird, kommt sie dem forstlich informierten Leser als zu gering vor. Auch aus der Holzaufkommensmodellierung kommen deutlich höhere Werte.

Der Bruttoinput an Rinde wird als Aufschlag auf das eingesetzte Rundholz berechnet. Entsprechend dem ITOC-Modell (Mantau et al. 2016) ist das für Nadelholz 12,6% und für Laubholz 10,9%. Theoretisch besteht damit schon eine Differenz zur Rinde des stehenden Baumes, weil der Vorratsfestmeter (VFm) um die im Wald verbleibenden Holzvolumen (Stubben, Fällkerb, Qualitätsmängel) damit nicht berücksichtigt ist. Da es jedoch um die Berechnung der Verwendung geht, wird nur die Rinde am entnommenen Stamm (Rundholz) gerechnet.

Rinde ist eine hervorragende Verpackung, die aber beim Transport auch Schaden nimmt. Das ITOC-Modell entstand im Rahmen einer COST-Action zur besseren Abstimmung zwischen Holzaufkommensmodellierung und Datenbedarf der Holzmarktforschung. Die Transportverluste wurden mit 29,4% beziffert. Von der Bruttoreinde (Erntefestmeter, Efm) eines Stammes kommen im Durchschnitt somit beim Verwender 70,6% an. Die Transportverluste werden der ersten aufnehmenden Hand zugerechnet.

Die verbleibenden 70,6% gehen entweder in die „Produktion“ ein oder stehen potenziell als Marktrinde (Reststoff) zur Verfügung. Produktion ist in einem sehr weiten Sinne zu verstehen, da die anhaftende Rinde in der energetischen Nutzung mit verbrannt wird. In der stofflichen Nutzung kommt sie nur in geringem Maße in der Spanplattenproduktion vor.

In der energetischen Nutzung kann die Rinde jedoch auch zugekauft werden. In diesem Fall bezieht ein Holzenergienutzer einen Teil der potenziellen Marktrinde. Der Einsatz loser Rinde kommt bei Biomassefeuerungsanlagen vor. Bei diesen Verwendern besteht die verwendete Rinde aus Rindenbestandteilen am genutzten Rundholz und zugekaufter loser Rinde.

ANGEPASSTE BILANZ- STRUKTUR FÜR RINDE

Als Konsequenz daraus gestaltet sich die partielle Holzrohstoffbilanz für Rinde etwas anders als für andere Rohwaren. Die erste Spalte weist das theoretische Rindenaufkommen aus. Es wird dem Verwender zugerechnet, der Rundholz aufnimmt. Danach fallen in der stofflichen Verwendung 78,8% Rinde an und entsprechend 21,2% in der energetischen Verwendung. Entsprechend der Rindenfaktoren fielen 2020 8,4 Mio. m³_{swe} Rinde an. Sie reduziert sich am gleichen Ort um die Rindenverluste von 29,4% oder 2,5 Mio. m³_{swe}. In die Verwendung (vor allem Verbrennung) von Rinde gehen 2,2 Mio. m³_{swe} ein. Das entspricht nach Abzug der Verluste 37,4% der Rinde. 62,6% oder 3,7 Mio. m³_{swe} bleiben als potenzielle Marktmenge übrig. Die Spalte weist im energetischen Bereich negative Vorzeichen auf, weil dort Rinde zugekauft wird, also ein Teil (23,1%) der Marktrinde, die in der stofflichen Verwendung anfällt, bereits in den Sektoren energetischer Verwender eingesetzt wird.

Tabelle 3.5: Partielle Holzrohstoffbilanz für Rinde 2020

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR RINDE 2020 (BERECHNETE VOLUMEN)								
	Aufkommen		Verluste		Verwendung		Potenzial	
	Mio. m ³ _{swe}	in %						
Sägeindustrie	5,256	62,6	1,566	63,4	0,000	0,0	3,690	99,5
Holzwerkstoffe	0,662	7,9	0,189	7,6	0,105	4,7	0,368	9,9
Holzschliff und Zellstoff	0,647	7,7	0,170	6,9	0,000	0,0	0,477	12,9
Sonst. Stammholznutzung	0,046	0,5	0,014	0,6	0,000	0,0	0,032	0,9
Sonst. stoffl. Holznutzung	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0
Stoffliche Nutzung	6,611	78,8	1,939	78,5	0,105	4,7	4,568	123,1
EnergieproduktHersteller	0,107	1,3	0,032	1,3	0,000	0,0	0,075	2,0
Energetisch ≥ 1 MW	0,041	0,5	0,012	0,5	0,668	30,2	-0,639	-17,2
Energetisch < 1 MW	0,175	2,1	0,052	2,1	0,417	18,8	-0,294	-7,9
Hausbrand	1,460	17,4	0,435	17,6	1,025	46,3	0,000	0,0
Sonst. energet. Verw.	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0
Energetische Verwendung	1,784	21,2	0,532	21,5	2,111	95,3	-0,858	-23,1
Insgesamt	8,395	100,0	2,470	100,0	2,216	100,0	3,709	100,0

Quelle: Mantau, Info 2022

GEÄNDERTES RINDENAUFKOMMEN

Somit bleibt die Frage, wo die 3,7 Mio. m³_{swe} verbleiben. Der Industrieverband Garten (IVG) e.V. und die Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. (GGS) vertreten ca. 200 Herstellerunternehmen. Sie schätzen, dass in Deutschland jährlich etwa „3 Mio. m³ Rinde als Bodenverbesserungsmittel und als Substratausgangsstoff eingesetzt werden“. Es wird nicht gesagt, um was für eine Art von Kubikmeter es sich handelt. Da die Branche in Schüttware handelt, wäre der Umrechnungsfaktor 0,33, also 1 Mio. m³_{swe}. Die Abfallstatistik weist für 2019 0,622 Mio. t Rindenabfall (Input von Abfallentsorgungsanlagen) aus. Bei einer Umrechnungszahl von 1,1 t in m³_{swe}, entspräche das ca. 0,725 Mio. m³_{swe}. Zieht man beide Mengen vom Marktpotenzial ab, bleiben immer noch ca. 2 Mio. t ungeklärtes potenzielles Rindenaufkommen. Es ist unwahrscheinlich, dass dieses irgendwo ungenutzt rumliegt, da die Gartenverbände in ihrer Stellungnahme zum Referentenentwurf zur Novelle der Bioabfallverordnung (BioAbfV) von Knappheit sprechen.

Dies zeigt erneut, wie sehr Bilanzierung eine Quelle neuer Fragestellungen ist, die sich ohne Bilanzierung gar nicht stellen. Was also könnte die verbleibenden 2 Mio. m³_{swe} oder 6 Mio. SRm Rinde erklären?⁴

⁴ Ich danke Herrn Bernd Heinrich (KWF) für zahlreiche hilfreiche Hinweise zu dieser Fragestellung.

HÖHERE RINDENVERLUSTE

Das Gesamtaufkommen von 8,4 Mio. m³_{swe} wird durch Rindenfaktoren berechnet. Die angenommenen Faktoren liegen im üblichen Rahmen⁵, so dass mögliche Abweichungen dieses Wertes keine ausschlaggebende Rolle spielen dürften.

Die Verluste könnten höher liegen als 29,4 %. Dafür spräche die aktuelle Kalamitätssituation (Borkenkäfer). An geschädigten Bäumen fallen Rindenteile bereits am stehenden Baum ab und auch die Ernte-, Bugsier- und Transportverluste sind bei lose anhaftender Rinde höher und können bis zum Totalverlust gehen. Würde man einen Rindenverlust von 50 % ansetzen, so würde das die Differenz bereits weitgehend erklären, da auch die genannten Verwendungsbereiche eher etwas höher liegen. Dies ist ein typisches Beispiel für den erkenntnisfördernden Wert der Holzrohstoffbilanzierung, da die ausgewiesene Datendiskrepanz eine Erklärung fordert und in der Folge die Verlustfaktoren, im Idealfall in Abhängigkeit der Schadholzmengen, anzupassen sind.

Eine weitere Erklärung für die geringe Rindenverfügbarkeit sind Veränderungen in der Waldbewirtschaftung. Ein verstärkter Einsatz von entrindenden Harvester-Köpfen erhöht den Verbleib von Rinde im Wald. Auch ist ein erhöhter Einsatz von Entrindungsmaschinen im Wald zu beobachten. Dies führt im Sinne unserer Berechnung ebenfalls zu höheren Verlusten.

Nach Lühr et al. (2021) können Hackschnitzel bei längerer Lagerung und ohne vorherige Trocknung durch mikrobiologisch-chemische Prozesse 20 bis 30 % ihrer Trockenmasse verlieren. Auch wenn die Größenordnung für Rinde nicht gemessen wurde, so könnte dieser Effekt auch eine Rolle spielen.

Die verwendete Menge für Mulch könnte höher liegen als von den Verbänden angegeben. Es werden jedenfalls keine Quellen für die 3 Mio. SRM angegeben. Außerdem betrifft die Angabe nur die angeschlossenen Betriebe, die aber nach Angabe der Verbände 90 % der Gesamtheit ausmachen. Nicht zuletzt kann es Verwendungen geben, die bisher nicht in Betracht gezogen wurden. Auch ein gewisser Teil an Direktabgaben ist denkbar.

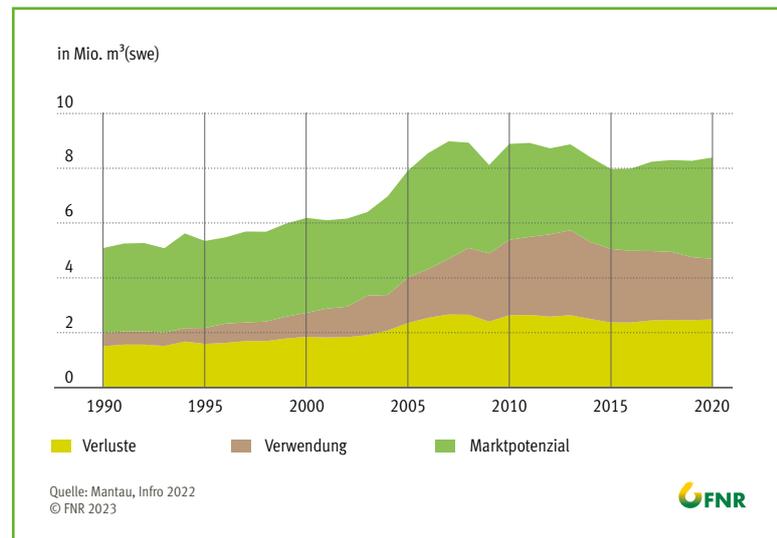
Umrechnungsfaktoren von Rohwaren mit hohen wechselnden Wassergehalten weisen große Schwankungen auf und empirische Befunde sind eher selten. Der verwendete Umrechnungsfaktor von 0,33 in Bezug auf die angegebene Menge der Mulcher ist auf eine frühere Studie (Mantau/Weimar 2006) bei Biomassefeuerungsanlagen zurückzuführen. Somit könnte die verwendete Menge der Mulcher höher sein als hier unterstellt.

⁵ FAO/ITTO/UNECE Forest product conversion factors questionnaire, 2018

Mit diesem neuen Ansatz zur Verbuchung der Rinde ist ein stabiler Grundstein für die Kreislaufmodellierung gefunden. Die ausgewiesenen Daten bieten Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung. In die Holzrohstoffbilanzierung fließen nur die erfassten Rindenmengen in Höhe von 2,2 Mio. m³_{swe} ein, die in die Verwendung gehen. Somit beziehen sich die kritischen Aspekte eher auf das ausgewiesene potenzielle Marktvolumen, das für die Holzrohstoffbilanzierung keine Bedeutung hat. Mulcher und andere werden nicht dem Bilanzraum zugerechnet (out of balance).

Die Abbildung 3.9 zeigt die Entwicklung des Rindenaufkommens in der kumulierten Form ihres Verbleibs. Das Rindenaufkommen insgesamt folgt weitgehend der stofflichen Verwendung von Stammholz. Im Jahr 2020 fielen 29,4 % – wie unterstellt – auf Rindenverluste, 26,4 % der Rinde gehen in die Verwendung und 44,2 % sind potenziell am Markt verfügbar. Die Verluste schwanken definitionsgemäß mit dem Aufkommen. Die Verwendung folgt vor allem der Nachfrage nach Energieholz. Diese hat in den letzten Jahren etwas nachgegeben. Dadurch erhöht sich die Restgröße, bzw. das potenzielle Marktvolumen.

Abbildung 3.9:
Entwicklung des Verbleibs
des Rindenaufkommens



3.4 Landschaftspflegeholz und KUP

Landschaftspflegeholz (LPH)

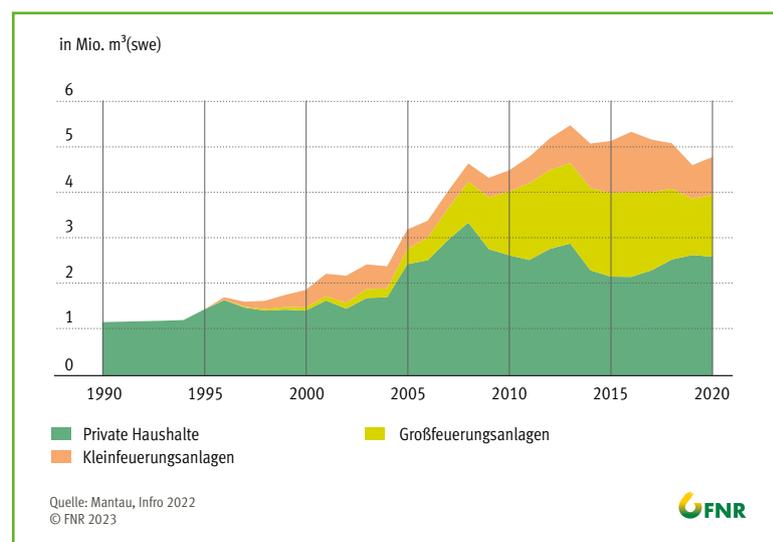
Als Landschaftspflegematerial werden bezeichnet: gras-, kraut- und holzartige organische Rückstände aus der Pflege von Verkehrswegebegleitflächen, Gewässerbegleitflächen, Naturschutzflächen sowie öffentlichen Erholungsflächen und Friedhöfen. Es kann in Grünschnitt (gras- und krautartiger Anteil) und Landschaftspflegeholz (holzartiger Anteil) eingeteilt werden. Landschaftspflegematerial fällt vor allem in Kommunen an. Üblicherweise wird Gartenholz nicht der Kategorie Landschaftspflegematerial zugerechnet. In dieser Studie wird der angelsächsische Begriff „wood outside forests“ oder „urban wood“ unterstellt, wozu auch Gartenholz zählt. Nach der Untersuchung zur Brennholzverwendung in privaten Haushalten verwendeten diese in Form von Gartenholz die größten Mengen an Landschaftspflegeholz.

Im Jahr 2020 fielen 5,4 Mio. m³_{swe} an Landschaftspflegeholz an. Gemessen wird der Anfall bei den Verwendern. Der größte Anteil (2,2 Mio. m³_{swe}) entfiel auf die privaten Haushalte in Form von Gartenholz (40,4 %). Dem folgten Großfeuerungsanlagen mit 1,9 Mio. m³_{swe}, was einem Aufkommensanteil von 35,1 % entspricht. Der Anteil der Kleinfeuerungsanlagen betrug ein Viertel (24,6 %) oder 1,3 Mio. m³_{swe}. Auch Aufkommen und Verwendung von Landschaftspflegeholz kann als partielle Holzrohstoffbilanz dargestellt werden. Da die aber nicht mehr als die zuvor genannten Daten enthält, wird darauf verzichtet. Aus den genannten Verwenderguppen ergibt sich zudem, dass Landschaftspflegeholz zu 100 % energetisch genutzt wird.

EINFLUSS DER ENERGETISCHEN HOLZVERWENDUNG

Die Entwicklung in Abbildung 3.10 zeigt ein traditionelles hohes Aufkommen im Rahmen der Scheitholzverwendung in privaten Haushalten. Das ist mit dem allgemeinen Anstieg der Energieholzverwendung in privaten Haushalten ab dem Jahr 2005 stark gestiegen. Mit dem fortschreitenden Kapazitätsaufbau von Biomassefeuerungsanlagen kamen vermutlich die leichter zugänglichen Altholzmengen an eine Grenze und es wurden verstärkt Alternativen eingesetzt. Bei Kleinfeuerungsanlagen dürfte sowohl die NAWARO-Förderung zu einer stärkeren Verwendung geführt haben als auch die Materialverfügbarkeit in den Kommunen und ihr Interesse am Aufbau erneuerbarer Energien.

Abbildung 3.10:
Aufkommen des
Landschaftspflegeholzes
nach Verwendern



Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Je kleiner die Mengen werden, umso schwieriger ist die Erfassung im Rahmen von Erhebungen. Laut Rohstoffmonitoring wurden 2020 61.000 m³_{swe} in Großfeuerungsanlagen verwendet und 27.000 m³_{swe} in Kleinfeuerungsanlagen.

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (Bodennutzung FS 3 R 2.1.2) gab es im Jahr 2020 1.491 Betriebe mit Kurzumtriebsplantagen mit einer Fläche von 5,727 ha. Geht man von einer Produktionsleistung in Höhe von 10t Frischmasse pro Hektar und Jahr aus, so ergäben sich 57.000 t Frischmasse oder nach Umrechnung (1,07) ca. 61.000 m³_{swe}. Die Differenz von 27.000 m³_{swe} lässt sich entweder durch Übererfassung im Rohstoffmonitoring, Untererfassung des Statistischen Bundesamtes

oder einen höheren Ertrag erklären. Im letzteren Fall müsste der Ertrag bei $15,4 \text{ m}^3_{\text{swe}}$ ($88.000 \text{ m}^3_{\text{swe}}/5.727 \text{ ha}$) liegen, was sehr hoch erscheint. Nach Lühr et al. (2021) betrug die Fläche 6.600 ha, womit der Ertrag bei ca. $70.000 \text{ m}^3_{\text{swe}}$ läge. Eine weitere Erklärung könnte in einer falsch deklarierten Herkunft der verwendeten Hackschnitzel (Wald, Landschaftspflege, KUP) liegen. Wie eingangs erwähnt, ist es bei so geringen Mengen bereits ein Erfolg, wenn man überhaupt relevante Mengen in der Stichprobe erfasst.

ROHSTOFF DER KASKADENNUTZUNG

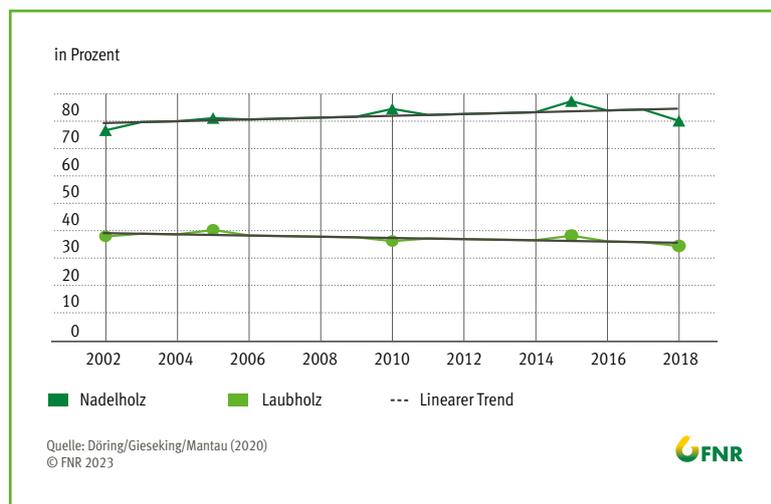
3.5 Sägenebenprodukte

Sägenebenprodukte fallen als Kuppelprodukt der Schnittholzproduktion an. Somit besteht ein direkter Zusammenhang zur Entwicklung des Einschnittvolumens der Sägeindustrie. Der Ausbeutegrad von Schnittholz beim Nadelholzeinschnitt lag in der letzten Sägewerksstudie von 2018 bei 60,6 %. Beim Laubholzeinschnitt betrug die Ausbeute 62,4 %. Danach wurden 2018 39,1 Mio. m^3 Stammholz eingeschnitten, wovon 23,8 Mio. m^3 auf Rauware entfielen und 15,4 Mio. m^3 auf Sägenebenprodukte, Kappstücke und Sonstiges. Die Ausbeute über alle Sägewerksbetriebe lag damit bei 60,7 %.

Wie bereits im Abschnitt 2.2 erwähnt, wird das Produktionsvolumen für Schnittholz in der Produktionsstatistik unterschätzt. Das liegt zum einen an der Abschneidegrenze, da die Produktion von Betrieben mit weniger als 10 Mitarbeitern nicht erfasst wird. Zum anderen ist es möglich, dass Betriebe, die selbst erzeugtes Schnittholz intern weiterverarbeiten, nur die Mengen der verarbeiteten Produkte, nicht aber die Rauware melden.

Die Erfassungsquoten (Mengenverhältnis von Hochrechnung über Sägewerksbefragungen zu Produktionsstatistik) der fünf Erhebungsjahre (Symbole in Abbildung 3.11) werden mit einer Trendfunktion für die fehlenden Jahre fortgeschrieben. Die Erfassungsquote von Nadelschnittholz lag im Durchschnitt bei 82,0 % und für Laubschnittholz bei nur 37,4 %. Während die Erfassungsquote bei Nadelholz im Durchschnitt pro Jahr um +0,411 % anstieg, sank sie bei Laubholz um -0,153 %. Die niedrige Erfassungsquote bei Laubschnittholz lag einerseits an dem größeren Anteil der Sägewerke unter der Abschneidegrenze und andererseits daran, dass sehr große Betriebe stärker in der Weiterverarbeitung tätig sind und zwar die Endprodukte jedoch nicht die Rauware melden.

Abbildung 3.11:
Erfassungsquoten der
Nadelschnittholzproduktion

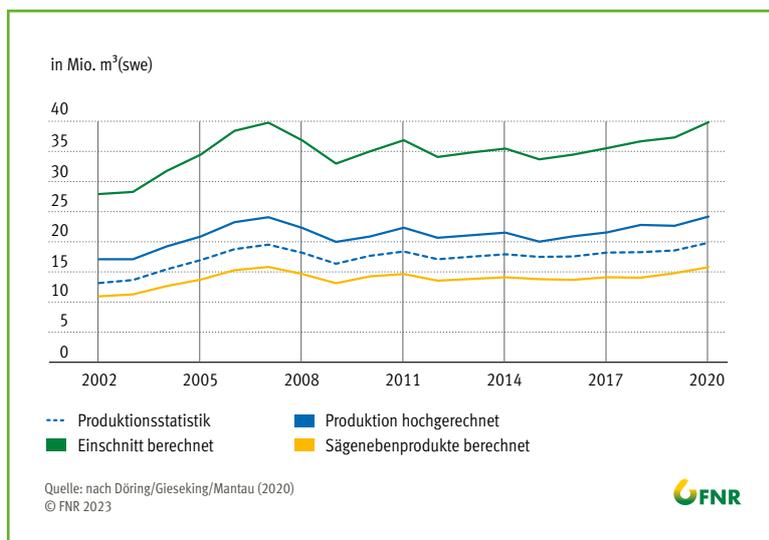


Das unterstreicht nochmals die Bedeutung von Vollerhebungen als auch der kontinuierlichen Berichterstattung des Statistischen Bundesamtes. Erst durch die Verschmelzung beider kommt man zu realitätsnahen, kontinuierlichen Daten. Die Kontinuität der offiziellen Statistik ist ebenso wichtig, da man mit unterschiedlichen Erhebungsjahren in den verschiedenen Sektoren und den dadurch entstehenden fehlenden Werten keine Analysen ausführen könnte.

Um auf realistische Werte für die Sägenebenprodukte zu gelangen, bedarf es eines ähnlichen Schrittes zur Entwicklung der Ausbeute. Für nähere Informationen sei auf die angegebene Studie verwiesen. Der methodisch interessierte Leser findet eine ausführliche Darstellung bei Döring (2020).

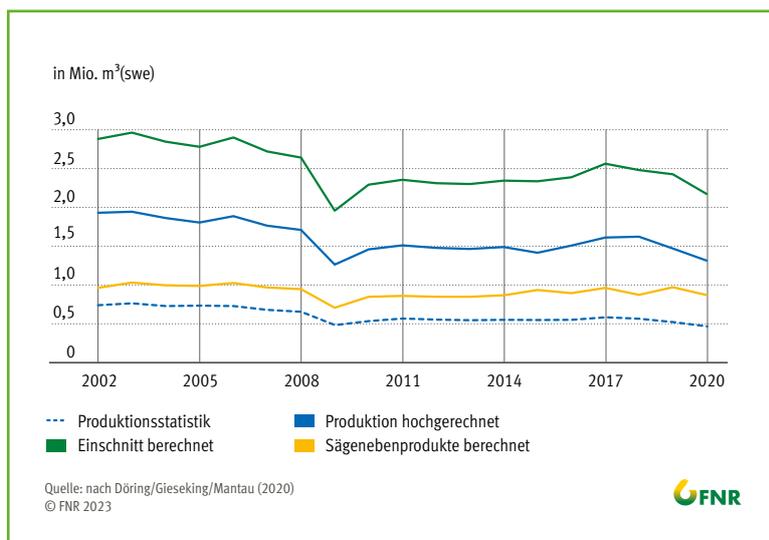
Die Abbildung 3.12 zeigt in der gestrichelten blauen Linie die in der Produktionsstatistik gemeldete Produktion. Die durchgezogene Linie bildet die hochgerechnete Produktion in Mio. m³ aus. Die grüne Linie weist den zurückgerechneten Nadelstammholzeinsatz in Mio. m³_{swe} aus. Die gelbe Linie ist der berechnete Einsatz an Sägenebenprodukten in Mio. m³_{swe}. Er entspricht der Differenz zwischen Nadelstammholzeinsatz und Nadelschnittholzproduktion. Das Beispiel demonstriert die Vorgehensweise bei unvollständigen Daten und macht durch die Abkürzung „swe“ deutlich, welche Daten durch eine Rückrechnung der Rohstoffe entstanden sind. Die Klammer um „(swe)“ verdeutlicht, dass verschiedene Kubikmetervarianten in der Abbildung dargestellt sind.

Abbildung 3.12:
Produktionsstatistik für
Nadelschnittholz und
abgeleitete Werte



Die Unterschiede zwischen den Abbildungen für Nadel- und Laubschnittholz bestehen in der gut 10-fach größeren Dimension des Achsenabschnitts für Nadelholz, in der unterschiedlichen Entwicklungsrichtung und in der Höhe der erforderlichen Nachschätzung.

Abbildung 3.13:
Produktionsstatistik für
Laubschnittholz und
abgeleitete Werte



Damit ist aber erst eines der Datenprobleme für Sägenebenprodukte gelöst. Das Nächste ergibt sich aus der Gegenüberstellung der verwendeten Menge und dem Aufkommen. Wie die partielle Holzrohstoffbilanz (Tabelle 3.6) zeigt, wurden im Jahr 2020 20,5 Mio. m³_{swe} an Sägenebenprodukten verwendet. 55,1 % davon entfielen auf stoffliche und 44,9 % auf energetische Verwendung. Die größten Verwender waren die Holzwerkstoffindustrie (36,2 %) und die Pelletindustrie (27,7 %).

Berücksichtigt man den negativen Außenhandelsaldo, so steigt der Inlandsbedarf auf 21,8 Mio. m³_{swe}. Die hochgerechnete Menge an verfügbaren Sägenebenprodukten aus Sägewerken beträgt mit 16,6 Mio. m³_{swe} deutlich weniger und somit weist die Bilanz ein Defizit auf der Aufkommenseite in Höhe von 5,3 Mio. m³_{swe} aus.

Rechenfehler kann man in diesem Falle ausschließen. Es handelt sich somit um eine Wissenslücke, auf die die Bilanz hinweist. Die Lücke dürfte zum Teil aus einer begrifflichen Unschärfe hervorgehen: Wir verwenden häufig Begriffe, ohne sie vollständig zu verstehen. Das muss nicht einmal ein Fehler sein, sondern folgt dem Erfordernis zur Kommunikation und fördert dadurch auch die Erkenntnis. Die exakten Begriffe der Abfrage auf der Verwendungsseite müssten lauten: „Sägenebenprodukte von Sägewerken“ und „Hackschnitzel, Sägespäne, Schwarten und Spreißel sowie Hobelspäne aus anderer Massivholzverarbeitung“. Erstens kennen die Befragten die unterschiedlichen Quellen i. d. R. nicht und zweitens würde der Fragebogen nicht mehr oder weniger beantwortet, wenn man bei allen Fragen so „exakt“ vorgeht.

GRENZEN STATISTISCHER ERFASSUNG

Es geht hier zwar um so etwas Rustikales wie Holzrohstoffbilanzen, aber es ist ein auch aufschlussreiches erkenntnistheoretisches Phänomen. Je präziser man vorgeht, umso weniger erkennt man möglicherweise. Damit soll nicht der Unschärfe das Wort geredet werden, aber der geeignete Weg zur Klarheit ist hier ein anderer als eine voll ausdefinierte Fragestellung, die den Befragten überfordert. Es ist eines der Grundprinzipien des Rohstoffmonitoring Holz – von Ausnahmen abgesehen – den Umfang der Befragung auf eine Seite zu begrenzen. Zudem ist der Befragte in seiner sprachlichen Denkweise abzuholen. Das gilt auch, wenn seine Denkweise unpräzise ist, denn etwas Präziseres würde er nicht verstehen oder beantworten können und somit nicht oder noch unpräziser antworten. Fragebogenentwicklung ist jedoch ein anderes Thema. Kommen wir zum Problem der Aufkommenslücke bei Sägenebenprodukten zurück.

Tabelle 3.6: Partielle Holzrohstoffbilanz für Sägenebenprodukte

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR SÄGENEBENPRODUKTE					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{swe}	in %	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung 2020
Sägenebenprodukte			0,0	0,0	Sägeindustrie
Inlandsverwendung	20,5	100,0	7,4	36,2	Holzwerkstoffe
– Import	0,7	3,2	3,8	18,3	Holzschliff und Zellstoff
+ Export	1,9	9,5	0,0	0,0	Sonst. Stammholzverw.
+ Δ Industrielager	0,0	0,0	0,1	0,6	Sonst. stoffl. Holzverw.
von Sägewerken	16,6	80,6	11,3	55,1	Stoffliche Verwendung
Inlandsverfügbarkeit	15,3	74,3	5,7	27,7	EnergieproduktHersteller
Andere Quellen	5,3	25,7	0,7	3,2	Energetisch ≥ 1 MW
Andere Verwendung	0,0	0,0	1,4	6,7	Energetisch < 1 MW
			0,8	4,0	Private Haushalte
			0,7	3,3	Sonst. energet. Verw.
			9,2	44,9	Energetische Verwendung
Inlandsverwendung	20,5	100,0	20,5	100,0	Insgesamt

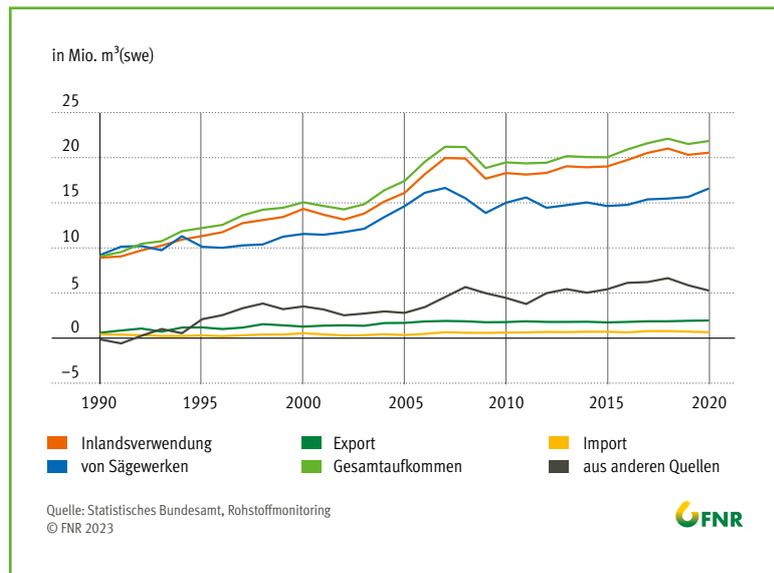
Quelle: Mantau, Info 2022

**SÄGENEBENPRODUKTE
AUS ANDEREN QUELLEN**

Die Lücke ließe sich durch weitere Befragungen z. B. bei Handwerksbetrieben und anderen Holzverarbeitern lösen. Insbesondere Hobelspäne dürften auch als „Sägenebenprodukte“ angesehen werden. Im Sinne der verwendeten Definition fielen sie jedoch dann unter sonstige Industrie-resthölzer. In anderen Verarbeitungsprozessen wird Stammholz zu Hackschnitzeln aufbereitet. Das ist holzwirtschaftlichen Verwendern (Holzwerkstoffe, Zellstoff, Pellets) klar und dürfte diese Unschärfe eher nicht verursachen. Es ist aber denkbar, dass Zwischenhändler und Aufbereiter Rohwaren aufkaufen und sie wertschöpfend zu Hackschnitzeln weiterverarbeiten oder mit Sägenebenprodukten mischen. In diesen Fällen würden sie auf der Verwendungsseite als Sägenebenprodukte eingehen, aber auf der Aufkommenseite nicht erscheinen.

Abgesehen von dem Auftreten des Phänomens als solchem ist es interessant, dass die Menge an Sägenebenprodukten, die nicht aus Sägewerken kommt, tendenziell größer wird. Es handelt sich bei der Darstellung um eine Differenzrechnung. Eine Differenz kann mehrere Ursachen haben. Die Differenz kann mit der zunehmenden Verwendung von aufbereiteten Holzmaterialien (z. B. Hackschnitzeln und Spänen) zu tun haben. Ein wachsender Bedarf versorgt sich in dem Fall aus anderen Quellen als Sägewerken.

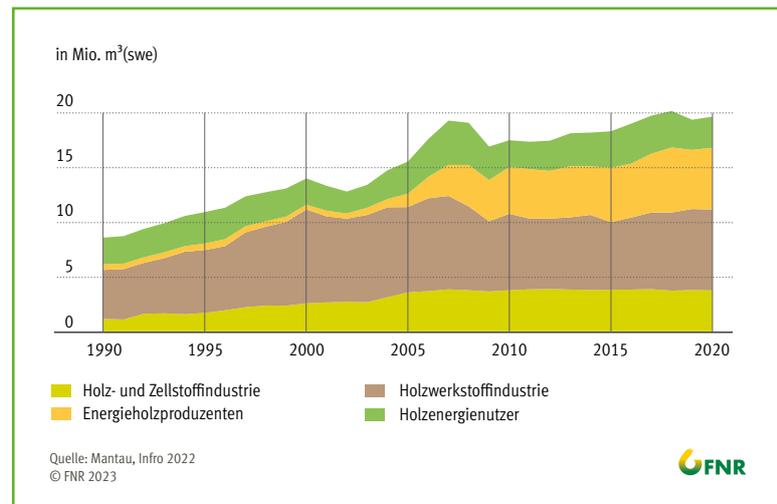
Abbildung 3.14:
Entwicklung der Marktsektoren für Sägenebenprodukte



Das Aufkommen von Sägenebenprodukten wächst als Kuppelprodukt mit der Schnittholzproduktion. Im Rahmen der Holzbe- und Holzverarbeitung oder in Form von vorgelagerten Produktionsprozessen kommt es zunehmend zur Nutzung von Rohwaren, die den Sägenebenprodukten entsprechen.

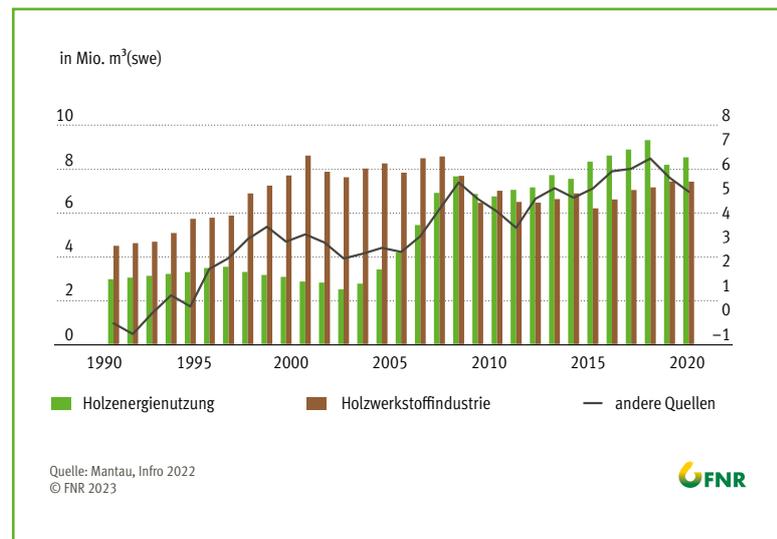
Die Abbildung 3.15 zeigt die Entwicklung der Verwendungsbereiche. Holzwerkstoffindustrie sowie Holz- und Zellstoffindustrie repräsentieren die stoffliche Verwendung. In der Holzenergienutzung werden Sägenebenprodukte direkt oder als Energieholzprodukte (Pellets, Briketts) eingesetzt.

Abbildung 3.15:
Entwicklung der
Verwendung von Säge-
nebenprodukten nach
Verwendern



In der Abbildung 3.16 ist mit der Linie die Entwicklung der anderen Quellen dargestellt. Danach ist zu vermuten, dass der erste Anstieg sonstiger Quellen von dem starken Wachstum der Holzwerkstoffindustrie ausgelöst wurde. Ab 2005 scheint die starke Nachfrage der Holzenergieverwender das Wachstum angetrieben zu haben. In jedem Fall hat die Holzrohstoffbilanzierung einen relevanten Bereich aufgezeigt, in dem noch Informationsbedarf besteht.

Abbildung 3.16:
Energieholznutzung
und andere Quellen
des Aufkommens von
Sägenebenprodukten



3.6 Sonstiges Industrierestholz

VIELZAHL AN AUFKOMMENSSEKTOREN

In einer Vielzahl weiterer Branchen fällt bei der Be- und Verarbeitung von Holz Industrierestholz an. Hierzu gehören vor allem die Endwarenspektoren:

- Bauindustrie
- Verpackungsindustrie
- Möbelindustrie und Möbelhandwerk.

Zu den Verwendern von Industrierestholz zählen die Holzwerkstoffindustrie, die zum Teil eigene Reststoffe wieder in den Kreislauf zurückführt und vor allem die Verwender von Holzrohwaren für energetische Zwecke.

Im Jahr mit dem höchsten Aufkommen an sonstigem Industrierestholz (2010) belief sich das verwendete Volumen auf 5,1 Mio. m³_{swe}. Wie die partielle Holzrohstoffbilanz zeigt, hat sich das Marktvolumen inzwischen halbiert (2,5 Mio. m³_{swe}). Somit wird der Blick auf die Verwender interessant.

Tabelle 3.7: Partielle Holzrohstoffbilanz für sonstiges Industrierestholz

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR SONSTIGES INDUSTRIERESTHOLZ					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{swe}	in %	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung 2020
Sonstiges Industrierestholz			0,0	0,0	Sägeindustrie
Inlandsverwendung	2,5	100,0	0,4	17,6	Holzwerkstoffe
– Import	0,0	0,0	0,0	0,0	Holzschliff und Zellstoff
+ Export	0,0	0,0	0,0	0,0	Sonst. Stammholzverw.
+ Δ Industrielager	0,0	0,0	0,0	0,0	Sonst. stoffl. Holzverw.
Inlandsverwendung	2,5	100,0	0,4	17,6	Stoffliche Verwendung
			0,3	10,1	EnergieproduktHersteller
			1,0	39,8	Energetisch ≥ 1 MW
			0,7	26,9	Energetisch < 1 MW
			0,0	0,0	Private Haushalte
			0,1	5,6	Sonst. energet. Verw.
			2,1	82,4	Energetische Verwendung
Inlandsverwendung	2,5	100,0	2,5	100,0	Insgesamt

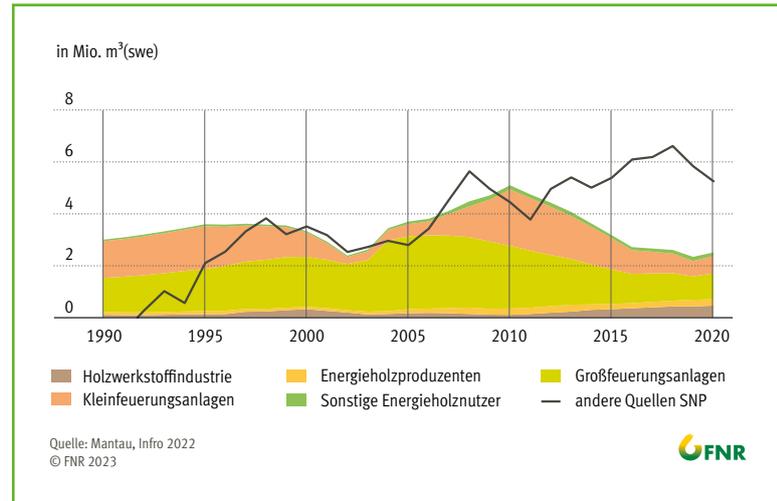
Quelle: Mantau, Info 2022

Der Verlauf der Industrierestholzverwendung erscheint auf den ersten Blick schwer nachvollziehbar. Ab Ende der 90er-Jahre vollzog sich ein dramatischer Rückgang der Baunachfrage, was ein geringeres Restholzaufkommen zur Folge hatte. Außerdem findet der starke Einbruch in der Verwendung bei Kleinfeuerungsanlagen zwischen 1999 und 2004 in einer Zeit gesetzlicher Veränderungen statt, die Materialverschiebungen ausgelöst haben können. Mit den erheblichen Ölpreissteigerungen ging

auch eine Mobilisierung von Reststoffen einher. Außerdem stehen Industrieresthölzer in einer Wirkungsbeziehung zum Altholzmarkt. Ist der Bedarf an Holzenergie sehr hoch, lassen sie sich direkt vermarkten. Finden sich kaum Abnehmer, gehen Mengen in die Entsorgung.

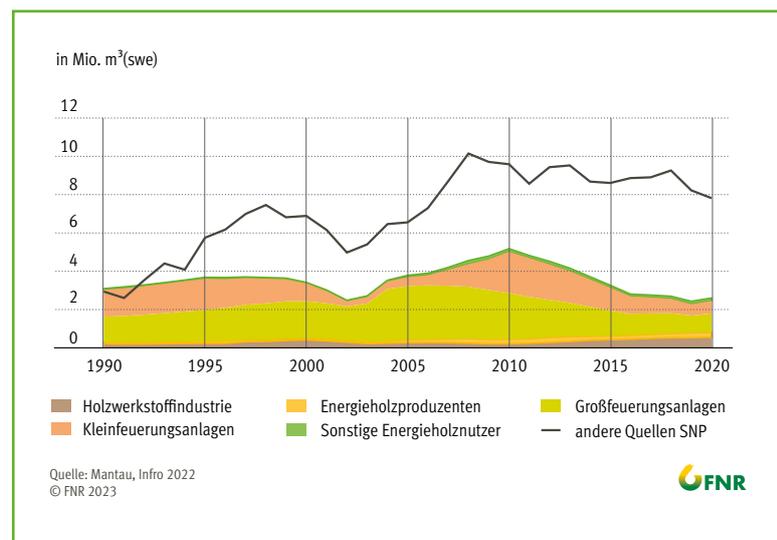
Der Rückgang der letzten Jahre könnte auch mit der zuvor betrachteten Entwicklung von Sägenebenprodukten aus anderen Quellen zusammenhängen. Wenn Resthölzer gehackt und in Form von Holzhackschnitzeln angeboten werden, sieht der Verwender sie als Holzhackschnitzel, also Sägenebenprodukte an.

Abbildung 3.17:
Entwicklung der Verwendung von sonstigem Industrierestholz nach Verwendern im Vergleich zu „Sägenebenprodukten“ aus anderen Quellen



Wie schon im Abschnitt „Sägenebenprodukte“ aus sonstigen Quellen erläutert, dürften sie überwiegend aus der Weiterverarbeitung kommen, also „sonstiges Industrierestholz“ sein. Was läge demnach näher, als sie zu dem sonstigen Industrierestholz hinzuzufügen? In dem Fall läge der Markt in den letzten Jahren mit leicht abnehmender Tendenz bei ca. acht Millionen m³_{swe}.

Abbildung 3.18:
Entwicklung der Verwendung von sonstigem Industrierestholz nach Verwendern unter Hinzufügung von „Sägenebenprodukten“ aus anderen Quellen



Das Problem besteht darin, dass der Verwender häufig nicht unterscheiden kann, ob es von Sägewerken oder anderen Quellen kommt. Mit der bisherigen Berichtsform ist der Informationsbedarf der Holzrohstoffbilanzierung weitgehend erfüllt. Für eine genauere Klärung wäre erheblicher Erhebungsbedarf notwendig, was gegen die Relevanz einer weiteren Differenzierung abzuwägen ist.

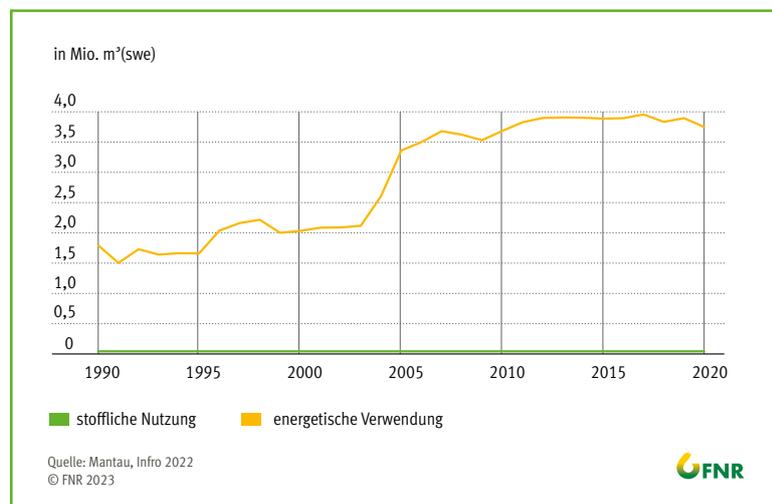
3.7 Schwarzlauge

INTERNE VERWENDUNG

Schwarzlauge ist ein Nebenprodukt der Zellstoffherstellung. Sie entsteht bei der Trennung von Lignin und Zellulose und ist ein Gemisch aus Lignin, Wasser und den für die Extraktion verwendeten Chemikalien. Schwarzlauge kommt so gut wie nicht auf den Markt, sondern wird in der Zellstoff- und Papierindustrie direkt zur Gewinnung von Wärme und Strom verwendet. So steht das größte Biomassekraftwerk Deutschlands (135 MW) in einem Zellstoffwerk.

Der Verlauf des Aufkommens von Schwarzlauge folgt der Entwicklung der Zellstoffindustrie. Der markante Anstieg in den Jahren 2004 und 2005 ist eine Folge des Kapazitätsaufbaus der Werke für Sulfatzellstoff. Der Rückgang infolge der Finanzkrise fiel moderat aus. Das Aufkommen an Schwarzlauge erreicht etwa 4 Mio. m³_{swe}. Es ist zu erwarten, dass sich die Seitwärtsbewegung mit moderaten Schwankungen fortsetzt, da die Anlagen meist mit ausgeschöpfter Kapazität laufen und deutliche Zuwächse nur durch Kapazitätsaufbau möglich sind. Dafür gibt es derzeit keine Anzeichen.

Abbildung 3.19:
Entwicklung der Verwendung von Schwarzlauge



Die partielle Holzrohstoffbilanz bringt in diesem Fall keine zusätzliche Information. Sie fällt als Reststoff in der Zellstoffindustrie an und wird in betriebseigenen Großfeuerungsanlagen energetisch genutzt. Die Erkenntnisse aus anderen Ländern zeigen jedoch, dass dies nicht so bleiben muss. Schwarzlauge ist als Rohstoff für die Gewinnung zahlreicher biobasierter Produkte in der chemischen Industrie nutzbar.

3.8 Altholz

KOMPLEXE MARKTSTRUKTUR

In der Altholzstudie (Döring/Mantau 2021) wurden Aufkommen und Vertrieb von Altholz ausschließlich in Entsorgungsbetrieben bestimmt. Als Altholz galt dabei Altholz im Sinne der Altholzverordnung (siehe dazu Weimar 2009). Das erhobene Altholzaufkommen beinhaltet sowohl den inländischen Mengenanfall als auch Importe, die über Entsorgungsbetriebe geführt wurden. Andere Mengen in Form von industriellen Resthölzern, die z. B. aus dem Produktionsprozess der Holzindustrie ohne Umweg über die Altholzentsorgungsbetriebe in Feuerungsanlagen energetisch verwertet werden, gelten als Industrierestholz. Gebrauchtholz, das in privaten Haushalten z. B. energetisch genutzt wird, wird in der Haushaltsstudie erfasst (Döring, Glasenapp und Mantau 2020). Das Altholzaufkommen im Entsorgungssystem beinhaltet sowohl den inländischen Mengenanfall als auch Importe, die über Entsorgungsbetriebe geführt wurden.

Das von Entsorgungsbetrieben aufgenommene Altholz wird an Verwender weitervertrieben, aber in beachtlichem Umfang auch zwischen den Altholzbetrieben gehandelt. I. d. R. liefern kleinere Entsorger das Altholz an größere weiter, die über Sortier- und Verarbeitungsanlagen verfügen. Das Handelsvolumen enthält somit Doppelzählungen und entspricht nicht dem Marktvolumen. Das Marktvolumen ergibt sich aus dem Handelsvolumen abzüglich des Vertriebs an andere Entsorger.

Tabelle 3.8:
Handels- und Marktvolumen
von Entsorgungsbetrieben

Vertrieb, Verwertung	1.000 t _{lutro}	in %
Handelsvolumen	10.270	100,0
Interne Nutzung	1.498	14,6
Vertrieb, Verwertung	8.772	85,4
... an andere Entsorgungsbetriebe	1.992	22,7
... an Endverwerter	6.780	77,3
Marktvolumen	8.278	80,6

Quelle: Döring/Mantau (2021)

Das Handelsvolumen betrug 10,3 Mio. t_{lutro}. Abzüglich des Intrahandels in Höhe von 2,0 Mio. t_{lutro} betrug das Marktvolumen 8,3 Mio. t_{lutro}.

Tabelle 3.9:
Anzahl der Betriebe und
Handelsvolumen nach
Größenklassen

Betriebsgröße	Betriebe		Handelsvolumen	
	Anzahl	%	1.000 t _{lutro}	%
< 500 t	443	26,3	85	0,8
500–999 t	332	19,7	227	2,2
1.000–2.499 t	294	17,5	442	4,3
2.500–4.999 t	223	13,2	769	7,5
5.000–9.999 t	166	9,9	1.062	10,3
10.000–19.999 t	114	6,8	1.557	15,2
20.000–49.999 t	76	4,5	2.516	24,5
50.000–99.999 t	25	1,5	1.833	17,9
100.000–199.999 t	9	0,5	1.228	12,0
≥ 200.000 t	2	0,1	550	5,4
Summe	1.684	100,0	10.270	100,0

Quelle: Döring/Mantau (2021)

SPEZIFISCHE EINFLUSSFAKTOREN

Erhebungsjahre sind nicht immer „normale“ Jahre. Das Jahr 2020 war in zweierlei Hinsicht ein besonderes Jahr. Eine zusätzliche Adressquelle (Entsorgungsfachbetriebeverordnung, eEFBV) ermöglichte die Bearbeitung einer weitaus größeren Anzahl potenzieller Entsorgungsbetriebe (5.243 Betriebe) als in früheren Studien. Da es sich dabei überwiegend um kleinere Betriebe handelte, stieg vor allem das Handelsvolumen stark an. Das ist möglicherweise ein Grund für das seit der Vorgängerstudie (2016) um 1,7 Mio. t gestiegene Marktvolumen. Andererseits schilderten Marktteilnehmer laut BAV, dass im Coronajahr 2020 das gewerbliche Altholzaufkommen zwar abnahm, das Aufkommen aus privaten Haushalten aber einen deutlichen Zuwachs verzeichnete. Mangels Reise- und Unterhaltungsmöglichkeiten wendeten sich private Haushalte verstärkt Haus und Garten zu. Das führte in der Folge zu langen Schlangen vor den Entsorgungsbetrieben.

Die Tabelle 3.10 verdeutlicht, dass Entsorgungsbetriebe mit Jahresumsätzen unterhalb von 10.000 t große Anteile des Altholzes an andere Entsorger liefern, während Betriebe ab 10.000 t_{lutro} vor allem direkt an Endverwerter liefern.

Die partielle Holzrohstoffbilanz für Altholz weist für 2020 eine Altholzverwendung von 16,2 Mio. m³_{swe} aus. Davon entfallen 15,3 % auf die stoffliche und 84,7 % auf die energetische Verwendung. Die Hauptverwender sind Großfeuerungsanlagen mit 72,4 % des Altholzes.

Der Verwendung steht ein Aufkommen der Entsorgungsbetriebe in Höhe von 13,9 Mio. m³_{swe} gegenüber. Durch Nettoimporte fließen dem Markt 1,1 Mio. m³_{swe} zu. Sie werden auf der Verwendungsseite gelistet und sind dem Aufkommen entsprechend hinzuzufügen. Somit beträgt die Inlandsverfügbarkeit 16,6 Mio. m³_{swe}. Da die Verwendung um 0,4 Mio. m³_{swe} geringer ist, sind in dem Umfang noch Verwendungen zu erwarten, die auf der Verwendungsseite nicht aufgeführt sind. Es kann sich jedoch auch um Unschärfen in den Erhebungsverfahren handeln.

Tabelle 3.10:
Handels- und Marktvolumen
von Entsorgungsbetrieben

Betriebsgröße	Handels- volumen	Intrahandel		Endverwerter	
	1.000 t _{lutro}	1.000 t _{lutro}	%	1.000 t _{lutro}	%
< 500t	85	43	52,2	39	47,8
500–999t	227	114	55,1	93	44,9
1.000–2.499t	442	205	47,3	229	52,7
2.500–4.999t	769	352	49,2	363	50,8
5.000–9.999t	1.062	370	37,0	631	63,0
10.000–19.999t	1.557	148	10,4	1.270	89,6
20.000–49.999t	2.516	680	27,3	1.815	72,7
50.000–99.999t	1.833	41	2,8	1.418	97,2
100.000–199.999t	1.228	38	4,9	724	95,1
≥ 200.000t	550	2	1,0	198	99,0
Summe	10.270	1.992	22,7	6.780	77,3

Quelle: Döring/Mantau (2021)

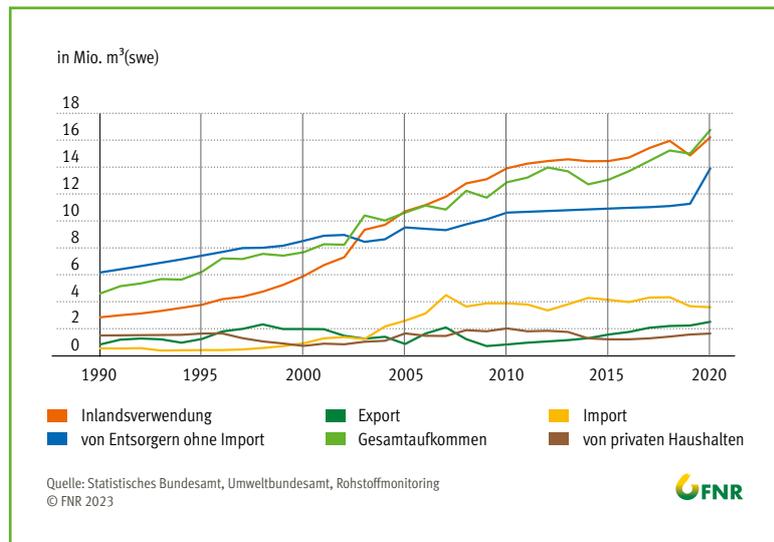
Tabelle 3.11: Partielle Holzrohstoffbilanz für Altholz

PARTIELLE HOLZROHSTOFFBILANZ FÜR ALTHOLZ					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{swe}	in %	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung 2020
Altholz			0,0	0,0	Sägeindustrie
Inlandsverwendung	16,2	100,0	2,5	15,3	Holzwerkstoffe
– Import	3,6	22,2	0,0	0,0	Holzschliff und Zellstoff
+ Export	2,5	15,5	0,0	0,0	Sonst. Stammholzverw.
+ Δ Industrielager	0,0	0,0	0,0	0,0	Sonst. stoffl. Holzverw.
Von Entsorgern	13,9	85,9	2,5	15,3	Stoffliche Verwendung
In Haushalten	1,6	10,1	0,0	0,0	EnergieproduktHersteller
Inlandsverfügbarkeit	16,6	102,6	11,7	72,4	Energetisch ≥ 1 MW
Andere Quellen	0,0	0,0	0,4	2,3	Energetisch < 1 MW
Andere Verwend.	–0,4	–2,6	1,6	10,1	Private Haushalte
			0,0	0,0	Sonst. energet. Verw.
			13,7	84,7	Energetische Verwendung
Inlandsverfügbarkeit	16,2	100,0	16,2	100,0	Insgesamt

Quelle: Mantau, Infro 2022

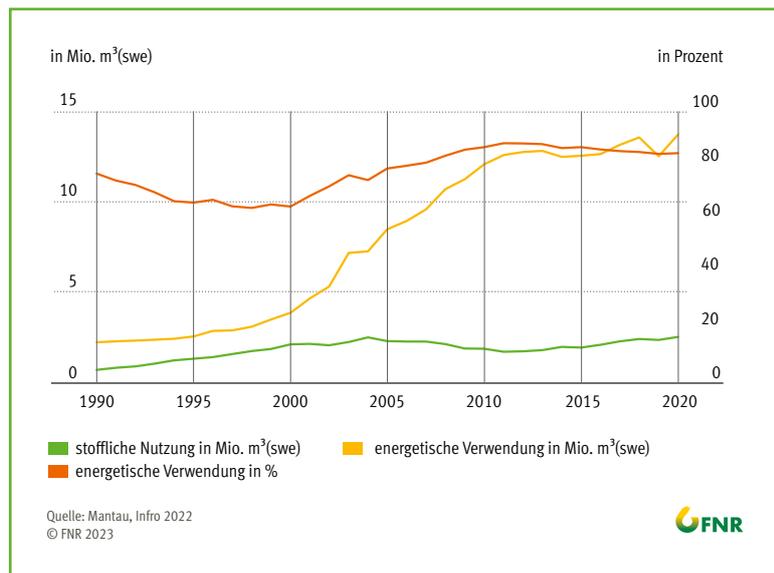
Die Inlandsverwendung wächst nach dem Aufbau der Großfeuerungsanlagen nur noch moderat. Das Altholzaufkommen von Entsorgungsbetrieben stagniert seit dem Jahr 2010. Die Importe der Entsorger sind abgezogen, da sie in den Importen insgesamt enthalten sind. Gegen Ende der Betrachtungsperiode kommt es zu Sondereffekten. Bei den Biomassefeuerungsanlagen hat das Trockenjahr 2019 einen senkenden Verwendungseffekt und beim Altholzaufkommen hat das Coronajahr 2020 einen besonderen Zuwachs zur Folge. Seit dem Jahr 2006 übersteigt die Inlandsverwendung das Inlandsaufkommen. Der Überschuss im Jahr 2020 ist somit eher eine Ausnahme. Bei privaten Haushalten speist sich die Verwendung aus eigenem Aufkommen.

Abbildung 3.20:
Entwicklung der Marktsektoren von Altholz



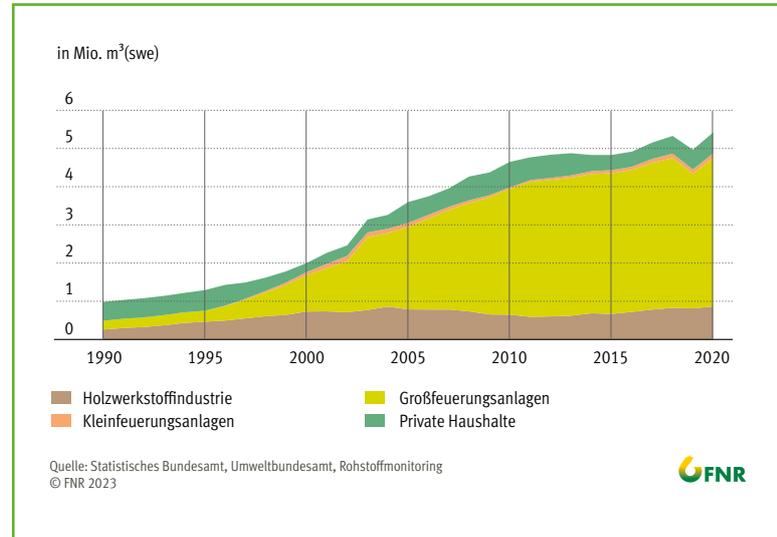
Zwischen 1995 und 2000 lag der Anteil der stofflichen Verwendung bei ca. 30 % und der Anteil der energetischen Verwendung entsprechend bei 70 %. Mit der Altholzgesetzgebung, insbesondere dem Deponierungsverbot und dem Aufbau der Großfeuerungsanlagen, entfiel das wachsende Aufkommen vor allem auf die energetische Verwendung. Sie lag in den letzten Jahren bei ca. 80 %.

Abbildung 3.21:
Entwicklung der stofflichen und energetischen Verwendung von Altholz



Entsprechend ist auch die Entwicklung der Verwendungssektoren weitgehend von der Altholzverwendung in Großfeuerungsanlagen geprägt. Die übrigen Bereiche entwickeln sich verhältnismäßig stabil.

Abbildung 3.22:
Entwicklung der Verwendungssektoren von Altholz



Im Rahmen des Rohstoffmonitorings (1999–2021) wurden bisher folgende Studien erstellt (verfügbar auf www.infro.eu):

Altholzmarkt

Mantau, U.; Weimar, H. (2003): Standorte der Holzwirtschaft. Aufkommens- und Vermarktungsstruktur von Altholz. Hamburg.

Weimar, H.; Mantau, U. (2008): Standorte der Holzwirtschaft. Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommens- und Vermarktungsstruktur. Hamburg.

Weimar, H. (2009): Empirische Erhebungen im Holzrohstoffmarkt am Beispiel der neuen Sektoren Altholz und Großfeuerungsanlagen. Lang, Frankfurt am Main.

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

Döring, P.; Mantau, U. (2021): Altholz im Entsorgungsmarkt. Aufkommen und Verwertung 2020. Hamburg.

4 HOLZROHSTOFF- BILANZEN UND ZUSAMMENFASSUNGEN

4.1	Vorbemerkungen	92
4.2	Holzrohstoffbilanzen	95
4.3	Kaskadennutzungen	105
4.4	Ausblick	107



4.1 Vorbemerkungen

Bisherige Arbeiten

Nachdem die methodischen Grundlagen zur Datenbeschaffung in den ersten Jahren des Rohstoffmonitorings gelegt wurden, erfolgte im Jahr 2004 eine erste zusammenhängende Darstellung der Holzmarktstrukturen mit der „Holzrohstoffbilanz“ (Mantau 2007) mit dem Ziel einer realistischen Bestimmung des Holzeinschlags und der Verfügbarkeit von anderen Holzrohstoffen. In dem Bericht „Dynamisierung der Holzrohstoffbilanz“ (Mantau/Sörgel/Weimar 2007) wurde für den Zeitraum 1987 bis 2005 eine kontinuierliche Datengrundlage für die ersten Jahre des Rohstoffmonitorings geschaffen. Weitere Berichte über die Entwicklungen des Holzmarktes folgten in den Jahren 2009, 2012 und 2019. Der vorliegende Bericht aktualisiert die Entwicklungen bis zum Jahr 2020. 2020 ist auch das Referenzjahr dieses Berichtes.

Bilanzstruktur und Definitionen

In der Neufassung der Holzrohstoffbilanzierung (2022) erhielten alle Verwendungssektoren eine einheitliche Struktur. Die Abkürzungen folgen englischen Begriffen. Die folgenden Ausführungen dienen der Definition und Struktur der Bilanzierung und sind in formalistischer Kürze dargestellt.

Das **Prozessvolumen (PRC)** oder die **(Inputseite)** setzt sich zusammen aus

- **Baumholz (WTR)**,
- **Restholz (RES)**,
- **Recyclingholz (REC)** und
- **verarbeiteter Rinde (BRP)**.

WRT oder (**Wood Resources from Trees**) ist unterteilt in

- **Nadelholz (CRW)**,
- **Laubholz (NRW)**,
- **Landschaftspflegeholz (LCW)** und
- **Kurzumtriebsholz (SRP)**.

Sonstige Baumbiomasse (OTB) entspricht der Baumbiomasse abzüglich des Stammholzes oder $SBB = RSF + LCW + SRP + BRP$

Reststoffe (RES) werden in **primäre Reststoffe (Waldrestholz, RSF)** und **sekundäre Reststoffe (RSI)** unterteilt. Letztere differenzieren sich nochmals in **Sägenebenprodukte (SBP)**, **sonstiges Industrierestholz (OIR)** und **Schwarzlauge (BLI)**. REC wird differenziert nach **Altholz (PCW)** und **Altpapier (UPP)** unterschieden.

Auf der Outputseite stehen das **Produkt (PRD)** die anfallenden **Reststoffe (RSO)**, **Verdichtung oder Expansion (CPN)** und **Produktverluste (PRL)**.

Zur Verbindung der Holzrohstoffbilanz mit sektoralen Analysen werden zum **Produkt (PRD)** noch die **Exporte (EXP)**, die **Importe (IMP)** und die **Lagerbestandsveränderungen (STC)** geführt. Daraus ergeben sich das **Inlandsangebot** $DSP = PRD - EXP - STC$ und die **Inlandsverwendung** $DUS = PRD - EXP + IMP - STC$.

Die Rinde wird als **Bruttoinput (BRK)** in den Berechnungen geführt und teilt sich auf in $BRK = BRP + BRL + BRM$

Verarbeitete Rinde (BRP), Rindenverluste (BRL) und potenzielle Marktrinde (BRM).

Auf der **Aufkommenseite** wird der jeweilige Rohstoff für alle Verwendungssektoren gelistet. Dabei werden die Verwendungssektoren zu Gruppen zusammengefasst:

Schnittholz (SCA) = Nadelschnittholz (SCN) + Laubschnittholz (SCC).

Holz- und Zellstoff (PLP) = Holzstoff (PLM) + Zellstoff (PLC).

Holzwerkstoffe (PAN) = Spanplatten (PBB) + OSB (POB) + Faserplatten (PFB) + Leichtbauplatten (PLB).

Sonstige Stammholz verarbeitende Industrien (OMT) = Furnier (VEN) + Sperrholz (PLW) + Schwellen (SLP).

Sonstige Holzverarbeitende Industrien (OMN) = chemische Grundstoffe (CHM) + Holz-Polymer-Werkstoffe (WPC).

EnergieproduktHersteller (EPM) = Pellets (PEL) + Holzbriketts (BQT) + Holzkohle (CHC)

Den Gruppen können weitere Untergruppen zugeordnet werden. Die Zusammenfassungen dienen der Übersichtlichkeit der Holzrohstoffbilanzen.

Entsprechend der Verwendung wird **Derbholz (RWS)** in **Derbholz, Nadel (RWC)** und **Derbholz, Laub (RWN)** unterteilt, wobei **RWC = Nadelstammholzverwender (STC) + sonstige Nadelderbholzverwender (IC7)** und **RWN = Laubstammholzverwender (STN) + sonstige Laubderbholzverwender (IN7)** entsprechen.

Sofern Daten zur Verfügung stehen, werden auch für alle Aufkommensektoren **Export, Import und Lagerhaltung** berechnet, woraus sich **Inlandsangebot (DSP = PRD – EXP – STC)** und **Inlandsverwendung (DUS = PRD – EXP + IMP + STC)** ergeben.

Entsprechend der Struktur lassen sich sämtliche Verwendungs- und Aufkommensektoren nach stofflicher und energetischer Nutzung trennen.

Die folgende Tabelle zeigt die Sektoren des Aufkommens und der Verwendung, die nach der zuvor geschilderten Struktur aufgebaut sind. Dem sind Tabellen vorgelagert, die die Systembrüche und Datenlücken der offiziellen Statistik aufbereiten und die Verbindung zum Rohstoffmonitoring herstellen. Sie sind nicht in gleichem Maße standardisierbar. Ihre methodische Darstellung würde den Rahmen dieser Publikation sprengen.

Tabelle 4.1: Aufkommens- und Verwendungssektoren der Holzrohstoffbilanzierung

Aufkommen/ Sources		Stoffliche Nutzung/ Material uses		Energetische Nutzung/ Energy uses	
WRT	Baumholz <i>Wood Resources from Trees</i>	SWA	Schnittholz <i>SawnWood, All</i>	EPP	EnergieproduktHersteller <i>Energy Product Producer</i>
CRW	Nadelrundholz <i>Coniferous RoundWood</i>	SWC	Nadelschnittholz <i>SawnWood, Conifers</i>	PEL	Pellets <i>PELlets</i>
NRW	Laubrundholz <i>Non-coniferous RoundWood</i>	SWN	Laubschnittholz <i>SawnWood, Non-conifers</i>	BQT	Briketts <i>BriQueTtes</i>
LCW	Landschaftspflegeholz <i>Landscape Care Wood</i>	PLP	Zellstoff <i>PuLP</i>	CHC	Holzkohle <i>Charcoal</i>
SRP	Kurzumtriebsholz <i>Short Rotation Plantation</i>	PLM	Holzstoff <i>PuLP, Mechanical</i>	ENN	Endnutzer von Holzenergie <i>Final energy user</i>
RES	Reststoffe <i>RESidues</i>	PLC	Zellstoff <i>PuLP, Chemical</i>	BMA	Großfeuerungsanlagen <i>BMhpp Above 1 MW</i>
RSF	Waldrestholz <i>ReSIdues from Forest</i>	PAN	Platten <i>PANel</i>	BMB	Kleinfeuerungsanlagen <i>BMhpp Below 1 MW</i>
SBP	Sägenebenprodukte <i>Sawmill By Products</i>	PPB	Spanplatte <i>Panel, Particle Board</i>	PHH	Private Haushalte <i>Private HouseHolds</i>
OIR	Sonstiges Restholz <i>Other Industrial Roundwood</i>	POB	OSB-Platten <i>Panel, Oriented strand Board</i>	OEU	Sonstige Energieholznutzer <i>Other Energy User</i>
BLI	Schwarzlauge <i>Black Liquor</i>	PFB	Faserplatten <i>Panel, Fibre Board</i>	BTL	Treibstoffgewinnung <i>Biomass To Liquid</i>
REC	Recyclingmaterial <i>RECycling material</i>	PLB	Dämmplatten <i>Panel, Low density Board</i>	OBU	Unbestimmte Holzbrikettnutzung <i>Other Briquette Use</i>
PCW	Altholz <i>Post Consumer Wood</i>	OMS	Sonstige Stammholznutzung <i>Other Material uses, stemwood</i>		
UPP	Altpapier <i>Used Paper Products</i>	VEN	Furnier <i>VENeer</i>		
BRK	Rinde <i>BARk</i>	PLW	Sperrholz <i>PLyWood</i>		
BRP	Rinde, verarbeitet <i>BARk, Processed</i>	SLP	Schwellen <i>SLeEPer</i>		
		OMO	Sonstige Holznutzung <i>Other Material uses, Other</i>		
		CHM	Chemische Stoffe <i>CHeMical materials</i>		
		WPC	Holz-Polymer-Werkstoffe <i>Wood Polymere Composites</i>		

Quelle: Mantau, Info 2022

4.2 Holzrohstoffbilanzen

Die gewohnte Ansicht der Holzrohstoffbilanz vergleicht das Aufkommen von Holz entsprechend der eingesetzten Rohstoffe mit der Verwendung nach Sektoren (Tabelle 4.2). Dabei stehen auf der Aufkommenseite die Rohstoffe aus natürlicher Produktion (Baumbiomasse), industrielle Reststoffe und Recyclingmaterialien. Auf der Verwendungsseite sind die stofflichen und energetischen Holzverwendungssektoren gelistet.

DEFINITION AUFKOMMEN UND VERWENDUNG

Warum werden in der Holzrohstoffbilanz die Begriffe **Aufkommen** und **Verwendung** benutzt und nicht Angebot und Nachfrage? Angebot und Nachfrage sind Begriffe aus der Mikroökonomie mit einem verhaltenstheoretischen Modell für Unternehmen und Haushalte. Die Holzrohstoffbilanzierung arbeitet mit statistischen Werten, die aus Erhebungsaktivitäten der offiziellen Statistiken und dem Rohstoffmonitoring generiert werden und nicht aus verhaltensökonomischen Modellen. Aufkommen und Verwendung drücken die faktische Datengrundlage adäquater aus und grenzen sich zudem als eigenständiges bilanztheoretischen Modell von anderen ökonomischen Modellen ab.

Tabelle 4.2: Holzrohstoffbilanz 2020

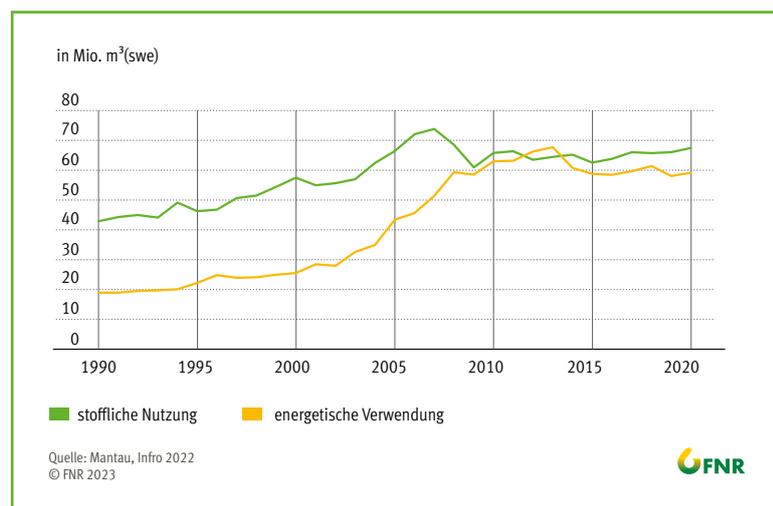
HOLZROHSTOFFBILANZ 2020					
Aufkommen 2020	Mio. m ³ _{swe}	in %	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung 2020
Derbholz, Nadel	55,6	44,1	42,0	33,3	Sägeindustrie
Derbholz, Laub	13,0	10,3	0,4	0,3	Sonst. Stammholznutzung
Waldrestholz	5,8	4,6	15,7	12,4	Holzwerkstoffindustrie
Rinde	2,2	1,8	9,0	7,1	Holz- und Zellstoffindustrie
Landschaftspflege	4,8	3,8	0,1	0,1	Sonst. stoffliche Nutzung
Kurzumtriebsholz	0,1	0,1	67,2	53,3	Stoffliche Verwendung
Sägenebenprodukte	20,5	16,3	22,0	17,4	BMFA > 1 MW
Sonst. Ind.-Restholz	2,5	2,0	9,2	7,3	BMFA < 1 MW
Schwarzlaube	3,7	3,0	26,7	21,2	Private Haushalte
Altholz	16,2	12,9	1,0	0,8	Sonst. energet. Verw.
Sonstiges	1,6	1,2	58,9	46,7	Energet. Verwendung
Insgesamt	126,0	100,0	126,0	100,0	Insgesamt

Quelle: Mantau, Info 2022

Von den insgesamt verwendeten Holzrohstoffen entfielen im Jahr 2020 64,6 % auf Biomasse aus primärer Produktion und 34,1 % auf sekundäre Rohstoffe wie industrielle Resthölzer (21,3 %) und Altholz (12,9%). In dieser Darstellung ist der Rohstoffeinsatz für Energieholzprodukte (z. B. Pellets) in das Rohstoffaufkommen (z. B. Sägenebenprodukte) eingerechnet.

Auf der Verwendungsseite entfallen von den 126.0 Mio. m³_{swe} an Holzrohstoffen 53,3 % auf die stoffliche und 46,7 % auf die energetische Holzverwendung.

Abbildung 4.1:
Entwicklung der stofflichen
und energetischen
Holzverwendung



Wie bereits im Abschnitt 1.2 und in den einzelnen Verwendungsbereichen dargestellt, erlebte die energetische Holznutzung ungefähr ab dem Jahr 2000 eine starke Belebung, die um das Jahr 2010 etwa das Niveau der stofflichen Nutzung erreichte. Seither ist die energetische Holzverwendung bis zum Jahr 2020 leicht rückläufig und die stoffliche Holzverwendung moderat steigend.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Entwicklung der Rohstoffzusammensetzung nach stofflicher und energetischer Nutzung. Bei der stofflichen Holzverwendung dominiert die Rundholznutzung (Derbholz). Auch industrielle Reststoffe, insbesondere Sägenebenprodukte, sind ein traditioneller Rohstoff der stofflichen Verwendung. Recyclingmaterial (Altholz) wird insgesamt in geringen Mengen, fast ausschließlich in der Spanplatte eingesetzt.

Die Holzrohstoffe der energetischen Nutzung setzen sich anders zusammen – Holz ist nicht gleich Holz. Rundholz wird vor allem in privaten Haushalten eingesetzt. Großfeuerungsanlagen nehmen vor allem das Altholz auf. Sonstige Baumbiomasse (Landschaftspflege, Waldrestholz, Rinde, KUP) hat ab etwa 2005 einen größeren Teil des Energieholzbedarfs gedeckt. Industrielle Reststoffe sind ein relativ stabiler Bestandteil der energetischen Nutzung. Energieholzprodukte gewinnen zunehmend an Bedeutung und ersetzen auch die Verwendung von Rundholz.

Abbildung 4.2:
Verwendung von
Holzrohstoffen in der
stofflichen Nutzung

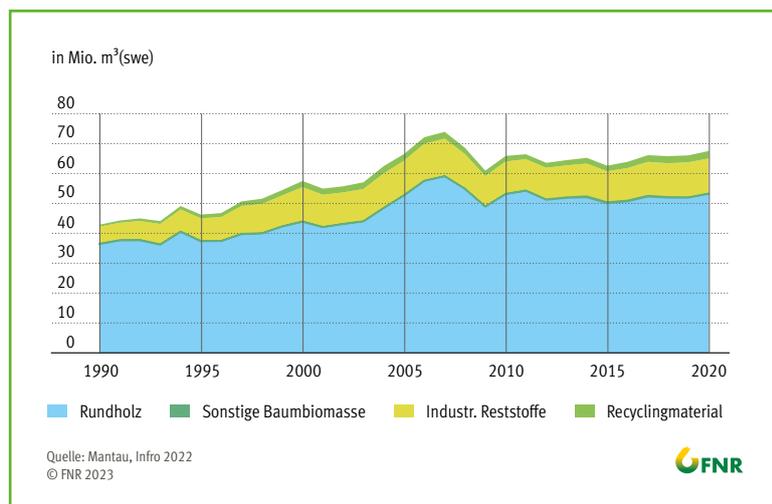
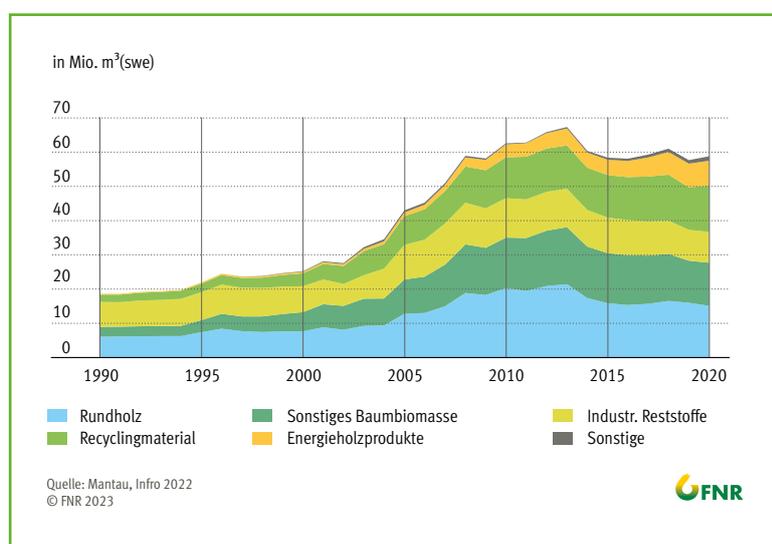


Abbildung 4.3:
Verwendung von
Holzrohstoffen in der
energetischen Nutzung

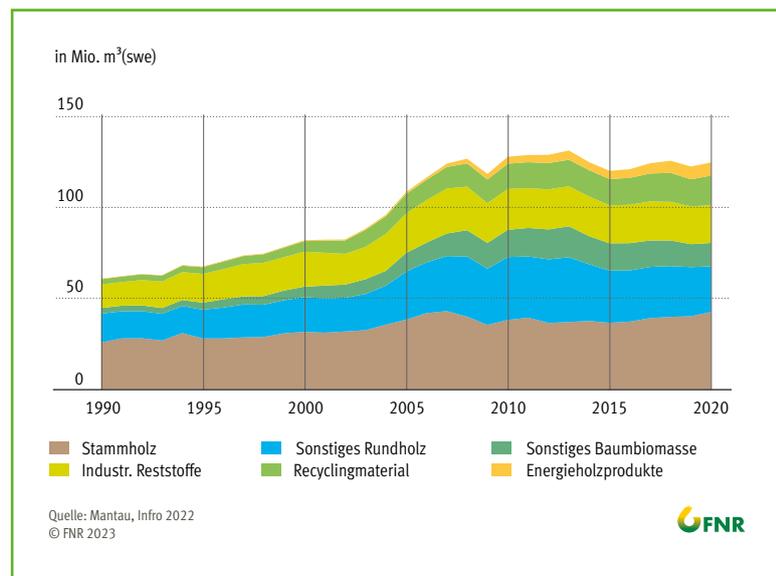


Die wachsende Bedeutung der Energieholzprodukte gab letztlich den Anstoß die Struktur der Holzbilanzen zu überarbeiten. In der Bilanz (Tabelle 4.1) sind die verwendeten Holzrohstoffe für Energieholzprodukte auf der Aufkommenseite eingerechnet. In der Abbildung 4.3 sind nur die direkten Holzrohstoffe dargestellt und die Energieholzprodukte als eigene Kategorie hinzugefügt. Das eröffnet die Möglichkeit, die Holzrohstoffe zu Warenkategorien verwendungsorientiert zusammenzufügen. Dabei wird die Holzrohstoffbilanz auf der Aufkommenseite in Rohstoffe und Rohwaren aufgeteilt. Rohwaren sind Rohstoffe, die einer Verwendung zugeordnet sind. Aus Derbholz im Wald wird Rundholz beim Verwender, bzw. in der stofflichen Nutzung wird Rundholz nochmals nach Stammholz (z. B. Sägewerk) und sonstigem Rundholz (z. B. Platte, Zellstoff) gegliedert. Letzteres entspricht weitgehend dem in der Einschlagsstatistik verwendeten Begriff des Industrieholzes. Da in der Holzrohstoffbilanzierung von der Verwendung zum Rohstoff zurück und in (swe) umgerechnet wird, erfolgt die Einteilung nicht an der Waldstraße für die erwartete Nutzung, sondern über die tatsächliche Verwendung.

Die folgende Abbildung 4.4 zeigt die Entwicklung der Rohwaren in der Summe aller Verwendungen. Nach der starken Expansion im ersten Jahrzehnt des Jahrtausends entwickelte sich die Holzverwendung relativ stabil.

In Bezug auf das letzte Jahrzehnt stieg die Stammholznutzung leicht an, während das sonstige Rundholz etwas weniger verwendet wurde. Neben einer eher stagnierenden Nutzung in der stofflichen Verwendung sank vor allem die Scheitholzverwendung in privaten Haushalten. Die Verwendung von Resthölzern ist vom Aufkommen abhängig, welches wiederum der Produktion der Holzindustrie folgt. Ohne Holzbe- und -verarbeitung gibt es auch keine Reststoffe. Das Altholzentsorgungssystem ist in Deutschland weit entwickelt und das Aufkommen weitgehend ausgereift. Die Produktion von Energieholzprodukten gewinnt Marktanteile.

Abbildung 4.4:
Verwendung von
Holzrohstoffen insgesamt



Die folgenden Holzrohstoffbilanzen sind für Rohstoffe, Rohwaren und Verwendungssektoren dargestellt. Dies erfolgt in 10-Jahres-Schritten. Auf der linken Seite sind die Holzrohstoffe in differenzierter Weise gelistet. Im mittleren Bereich finden sich Gruppierungen nach der stofflichen und energetischen Verwendung (Rohwaren) und auf der rechten Seite schließlich die Verwender.

Dem folgt in Tabelle 4.4 eine getrennte Darstellung nach stofflicher und energetischer Holzverwendung und somit eine weitere Sicht auf unterschiedliche Rohstoffzusammensetzungen. Diese wurden in den partiellen Holzrohstoffbilanzen der einzelnen Holzrohstoffe zuvor noch spezifischer herausgearbeitet.

Tabelle 4.3: Holzrohstoffbilanz aller Holzverwendungen

HOLZROHSTOFFBILANZ 1990 BIS 2020								
Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %
Holzrohstoffbilanz 2020								
Derbholz, Nadel	55,6	44,1	Stammholz	42,4	33,6	Sägeindustrie	42,0	33,3
Derbholz, Laub	13,0	10,3	Sonstiges Rundholz	10,4	8,2	Sonst. Stammholznutzung	0,4	0,3
Waldrestholz	5,8	4,6	Sonstige Baumbiomasse	0,2	0,1	Holzwerkstoffindustrie	15,7	12,4
Rinde	2,2	1,8	Industrielle Reststoffe	11,8	9,3	Holz- und Zellstoffindustrie	9,0	7,1
Landschaftspflege	4,8	3,8	Recyclingmaterial	2,5	2,0	Sonst. stoffliche Nutzung	0,1	0,1
Kurzumtriebsholz	0,1	0,1				Stoffl. Verwendung	67,2	53,3
Sägenebenprodukte	20,5	16,3	Rundholz	14,7	11,7	BMFA > 1 MW	22,0	17,4
Sonst. Ind.-Restholz	2,5	2,0	Ind. Reststoffe	9,1	7,2	BMFA < 1 MW	9,2	7,3
Schwarzlauge	3,7	3,0	Recyclingmaterialien	13,7	10,9	Private Haushalte	26,7	21,2
Altholz	16,2	12,9	Energieholzprodukte	7,3	5,8	Sonst. energet. Verwendung	1,0	0,8
Sonstiges/Differenz	1,6	1,2	Sonstige Biomasse	14,0	11,1	Energetische Verwendung	58,9	46,7
Insgesamt	126,0	100,0	Insgesamt	126,0	100,0	Insgesamt	126,0	100,0
Holzrohstoffbilanz 2010								
Derbholz, Nadel	55,8	43,5	Stammholz	38,0	29,6	Sägeindustrie	37,3	29,1
Derbholz, Laub	17,3	13,5	Sonstiges Rundholz	14,7	11,5	Sonst. Stammholznutzung	0,7	0,6
Waldrestholz	7,7	6,0	Sonstige Baumbiomasse	0,1	0,1	Holzwerkstoffindustrie	17,0	13,2
Rinde	2,8	2,2	Industrielle Reststoffe	10,9	8,5	Holz- und Zellstoffindustrie	10,5	8,2
Landschaftspflege	4,5	3,5	Recyclingmaterial	1,8	1,4	Sonst. stoffliche Nutzung	0,0	0,0
Kurzumtriebsholz	0,0	0,0				Stoffl. Verwendung	65,5	51,1
Sägenebenprodukte	18,3	14,3	Rundholz	20,0	15,6	BMFA > 1 MW	22,7	17,7
Sonst. Ind.-Restholz	5,1	4,0	Ind. Reststoffe	11,6	9,1	BMFA < 1 MW	7,2	5,6
Schwarzlauge	3,7	2,9	Recyclingmaterialien	12,1	9,4	Private Haushalte	31,7	24,7
Altholz	13,9	10,8	Energieholzprodukte	3,8	3,0	Sonst. energet. Verwendung	1,1	0,9
Sonstiges/Differenz	-0,9	-0,7	Sonstige Biomasse	15,2	11,9	Energetische Verwendung	62,7	48,9
Insgesamt	128,2	100,0	Insgesamt	128,2	100,0	Insgesamt	128,2	100,0

HOLZROHSTOFFBILANZ 1990 BIS 2020								
Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren	Mio. m ³ _{swe}	in %	Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %
Holzrohstoffbilanz 2000								
Derbholz, Nadel	39,6	48,3	Stammholz	31,5	38,4	Sägeindustrie	30,3	36,9
Derbholz, Laub	11,1	13,5	Sonstiges Rundholz	11,9	14,5	Sonst. Stammholznutzung	1,2	1,4
Waldrestholz	3,1	3,8	Sonstige Baumbiomasse	0,2	0,2	Holzwerkstoffindustrie	18,4	22,4
Rinde	0,9	1,1	Industrielle Reststoffe	11,5	14,0	Holz- und Zellstoffindustrie	7,2	8,8
Landschaftspflege	1,9	2,3	Recyclingmaterial	2,1	2,5	Sonst. stoffliche Nutzung	0,0	0,0
Kurzumtriebsholz	0,0	0,0				Stoffl. Verwendung	57,1	69,6
Sägenebenprodukte	14,3	17,5	Rundholz	7,2	8,8	BMFA > 1 MW	8,6	10,5
Sonst. Ind.-Restholz	3,3	4,1	Ind. Reststoffe	7,6	9,3	BMFA < 1 MW	4,3	5,3
Schwarzlaube	2,0	2,5	Recyclingmaterialien	3,8	4,7	Private Haushalte	11,5	14,0
Altholz	5,9	7,2	Energieholzprodukte	0,4	0,5	Sonst. energet. Verwendung	0,5	0,6
Sonstiges/Differenz	-0,1	-0,1	Sonstige Biomasse	5,9	7,1	Energetische Verwendung	24,9	30,4
Insgesamt	82,1	100,0	Insgesamt	82,1	100,0	Insgesamt	82,1	100,0
Holzrohstoffbilanz 1990								
Derbholz, Nadel	32,1	52,9	Stammholz	25,7	42,3	Sägeindustrie	24,3	40,0
Derbholz, Laub	9,5	15,6	Sonstiges Rundholz	10,2	16,8	Sonst. Stammholznutzung	1,4	2,3
Waldrestholz	1,4	2,4	Sonstige Baumbiomasse	0,2	0,3	Holzwerkstoffindustrie	9,6	15,8
Rinde	0,5	0,8	Industrielle Reststoffe	5,7	9,4	Holz- und Zellstoffindustrie	7,2	11,8
Landschaftspflege	1,2	1,9	Recyclingmaterial	0,6	1,1	Sonst. stoffliche Nutzung	0,0	0,0
Kurzumtriebsholz	0,0	0,0				Stoffl. Verwendung	42,4	69,9
Sägenebenprodukte	8,9	14,7	Rundholz	5,6	9,2	BMFA > 1 MW	4,7	7,7
Sonst. Ind.-Restholz	3,0	4,9	Ind. Reststoffe	7,3	12,1	BMFA < 1 MW	2,4	3,9
Schwarzlaube	1,8	2,9	Recyclingmaterialien	2,2	3,6	Private Haushalte	10,8	17,7
Altholz	2,8	4,7	Energieholzprodukte	0,3	0,4	Sonst. energet. Verwendung	0,5	0,8
Sonstiges/Differenz	-0,5	-0,8	Sonstige Biomasse	2,9	4,8	Energetische Verwendung	18,3	30,1
Insgesamt	60,7	100,0	Insgesamt	60,7	100,0	Insgesamt	60,7	100,0

Tabelle 4.4: Holzrohstoffbilanzen nach stofflicher und energetischer Holzverwendungen

HOLZROHSTOFFBILANZ 1990 BIS 2020											
Stoffliche Holzverwendung						Energetische Holzverwendung					
Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwend-ung	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwend-ung	Mio. m ³ _{swe}	in %
Holzrohstoffbilanz 2020											
Derbholz, Nadel	49,2	73,2	Stammholz	42,4	63,1	Derbholz, Nadel	6,4	10,9	Rundholz	14,7	25,1
Derbholz, Laub	3,6	5,4	Sonstiges Rundholz	10,4	15,5	Derbholz, Laub	9,4	15,9	Sonstige Baum-biomasse	12,7	21,6
Waldrest-holz	0,1	0,1	Sonstige Baum-biomasse	0,2	0,2	Waldrest-holz	5,7	9,7	Indus-trielle Reststoffe	9,1	15,5
Rinde	0,1	0,2	Industrielle Reststoffe	11,8	17,5	Rinde	2,1	3,6	Recycling-materia-lien	13,7	23,3
Land-schafts-pflege	0,0	0,0	Recycling-ma-terial	2,5	3,7	Land-schafts-pflege	4,8	8,2	Energie-holzpro-dukte	7,0	11,9
Kurzum-triebsholz	0,0	0,0	Rohwaren	67,2	100,0	Kurzum-triebsholz	0,1	0,2	Sonstige Biomasse	1,6	2,7
Sägeneben-produkte	11,3	16,8	Säge-industrie	42,0	62,5	Säge-neben-produkte	9,2	15,7	Rohwaren	58,9	100,0
Sonst. Ind.-Restholz	0,4	0,7	Sonst. Stamm-holznut-zung	0,4	0,6	Sonst. Ind.-Rest-holz	2,1	3,5	BMFA > 1 MW	22,0	37,3
Schwarz-lauge	0,0	0,0	Holzwerk-stoffindus-trie	15,7	23,3	Schwarz-lauge	3,7	6,4	BMFA < 1 MW	9,2	15,6
Altholz	2,5	3,7	Holz- und Zellstoff-industrie	9,0	13,4	Altholz	13,7	23,3	Private Haus-halte	26,7	45,3
			Sonst. stoffliche Nutzung	0,1	0,2	Sonst./Differenz	1,6		Sonst. energet. Verw.	1,0	1,8
Insgesamt	67,2	100,0	Verwend-ung	67,2	100,0	Insgesamt	58,9	100,0	Verwend-ung	58,9	100,0

HOLZROHSTOFFBILANZ 1990 BIS 2020											
Stoffliche Holzverwendung						Energetische Holzverwendung					
Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %
Holzrohstoffbilanz 2010											
Derbholz, Nadel	46,9	71,5	Stammholz	38,0	58,0	Derbholz, Nadel	8,9	14,2	Rundholz	20,0	31,8
Derbholz, Laub	5,8	8,9	Sonstiges Rundholz	14,7	22,4	Derbholz, Laub	11,5	18,4	Sonstige Baumbiomasse	14,9	23,8
Waldrestholz	0,1	0,1	Sonstige Baumbiomasse	0,1	0,2	Waldrestholz	7,6	12,2	Industrielle Reststoffe	11,6	18,5
Rinde	0,0	0,0	Industrielle Reststoffe	10,9	16,7	Rinde	2,8	4,4	Recyclingmaterialien	12,1	19,3
Landschaftspflege	0,0	0,0	Recyclingmaterial	1,8	2,8	Landschaftspflege	4,5	7,2	Energieholzprodukte	5,0	8,0
Kurzumtriebsholz	0,0	0,0	Rohwaren	65,5	100,0	Kurzumtriebsholz	0,0	0,0	Sonstige Biomasse	-0,9	-1,5
Sägenebenprodukte	10,8	16,5	Sägeindustrie	37,3	56,9	Sägenebenprodukte	7,5	11,9	Rohwaren	62,7	100,0
Sonst. Ind.-Restholz	0,1	0,1	Sonst. Stammholznutzung	0,7	1,1	Sonst. Ind.-Restholz	5,0	8,0	BMFA > 1 MW	22,7	36,2
Schwarzlauge	0,0	0,0	Holzwerkstoffindustrie	17,0	25,9	Schwarzlauge	3,7	5,9	BMFA < 1 MW	7,2	11,5
Altholz	1,8	2,8	Holz- und Zellstoffindustrie	10,5	16,1	Altholz	12,1	19,3	Private Haushalte	31,7	50,5
			Sonst. stoffliche Nutzung	0,0	0,0	Sonst./Differenz	-0,9	-1,5	Sonst. energet. Verw.	1,1	1,8
Insgesamt	65,5	100,0	Verwendung	65,5	100,0	Insgesamt	62,7	100,0	Verwendung	62,7	100,0

HOLZROHSTOFFBILANZ 1990 BIS 2020											
Stoffliche Holzverwendung						Energetische Holzverwendung					
Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %
Holzrohstoffbilanz 2000											
Derbholz, Nadel	36,5	64,0	Stammholz	31,5	55,1	Derbholz, Nadel	3,1	12,3	Rundholz	7,2	28,9
Derbholz, Laub	6,8	12,0	Sonstiges Rundholz	11,9	20,8	Derbholz, Laub	4,3	17,1	Sonstige Baumbiomasse	5,7	22,7
Waldrestholz	0,1	0,2	Sonstige Baumbiomasse	0,2	0,3	Waldrestholz	2,9	11,8	Industrielle Reststoffe	7,6	30,6
Rinde	0,0	0,0	Industrielle Reststoffe	11,5	20,2	Rinde	0,9	3,5	Recyclingmaterialien	3,8	15,3
Landschaftspflege	0,0	0,0	Recyclingmaterial	2,1	3,6	Landschaftspflege	1,9	7,5	Energieholzprodukte	0,7	2,7
Kurzumtriebsholz	0,0	0,0	Rohwaren	57,1	100,0	Kurzumtriebsholz	0,0	0,0	Sonstige Biomasse	-0,1	-0,3
Sägenebenprodukte	11,2	19,6	Sägeindustrie	30,3	53,1	Sägenebenprodukte	3,1	12,5	Rohwaren	24,9	100,0
Sonst. Ind.-Restholz	0,3	0,5	Sonst. Stammholznutzung	1,2	2,1	Sonst. Ind.-Restholz	3,0	12,1	BMFA > 1 MW	8,6	34,6
Schwarzlauge	0,0	0,0	Holzwerkstoffindustrie	18,4	32,2	Schwarzlauge	2,0	8,1	BMFA < 1 MW	4,3	17,4
Altholz	2,1	3,6	Holz- und Zellstoffindustrie	7,2	12,7	Altholz	3,8	15,3	Private Haushalte	11,5	46,2
			Sonst. stoffliche Nutzung	0,0	0,0	Sonst./Differenz	-0,1	-0,3	Sonst. energet. Verw.	0,5	1,8
Insgesamt	57,1	100,0	Verwendung	57,1	100,0	Insgesamt	24,9	100,0	Verwendung	24,9	100,0

HOLZROHSTOFFBILANZ 1990 BIS 2020											
Stoffliche Holzverwendung						Energetische Holzverwendung					
Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohstoffe	Mio. m ³ _{swe}	in %	Rohwaren Verwendung	Mio. m ³ _{swe}	in %
Holzrohstoffbilanz 1990											
Derbholz, Nadel	29,7	70,0	Stammholz	25,7	60,5	Derbholz, Nadel	2,4	13,2	Rundholz	5,6	30,7
Derbholz, Laub	6,1	14,5	Sonstiges Rundholz	10,2	24,0	Derbholz, Laub	3,3	18,1	Sonstige Baum-biomasse	2,9	15,9
Waldrest-holz	0,2	0,4	Sonstige Baum-biomasse	0,2	0,5	Waldrest-holz	1,3	7,0	Indus-trielle Reststoffe	7,3	40,1
Rinde	0,0	0,1	Industrielle Reststoffe	5,7	13,5	Rinde	0,5	2,5	Recycling-materia-lien	2,2	11,9
Land-schafts-pflege	0,0	0,0	Recycling-ma-terial	0,6	1,5	Land-schafts-pflege	1,2	6,4	Energie-holzpro-dukte	0,7	4,0
Kurzum-triebsholz	0,0	0,0	Rohwaren	42,4	100,0	Kurzum-triebsholz	0,0	0,0	Sonstige Biomasse	-0,5	-2,6
Sägeneben-produkte	5,6	13,3	Säge-industrie	24,3	57,3	Säge-neben-produkte	3,3	17,9	Rohwaren	18,3	100,0
Sonst. Ind.-Restholz	0,1	0,2	Sonst. Stamm-holznut-zung	1,4	3,2	Sonst. Ind.-Rest-holz	2,9	16,0	BMFA > 1 MW	4,7	25,6
Schwarz-lauge	0,0	0,0	Holzwerk-stoffindus-trie	9,6	22,6	Schwarz-lauge	1,8	9,7	BMFA < 1 MW	2,4	13,0
Altholz	0,6	1,5	Holz- und Zellstoff-industrie	7,2	16,9	Altholz	2,2	11,9	Private Haus-halte	10,8	58,9
			Sonst. stoffliche Nutzung	0,0	0,0	Sonst./Differenz	-0,5	-2,6	Sonst. energet. Verw.	0,5	2,6
Insgesamt	42,4	100,0	Verwen-dung	42,4	100,0	Insgesamt	18,3	100,0	Verwen-dung	18,3	100,0

4.3 Kaskadennutzungen

ZUORDNUNGSFRAGEN

Kaskadennutzungen können quantitativ als Sekundärinputrate oder als Kaskadenfaktor ausgedrückt werden. Die Sekundärinputrate drückt aus, wie groß der Anteil des eingesetzten Sekundärmaterials ist. Der Kaskadenfaktor bezeichnet das Verhältnis von insgesamt eingesetztem Material zur primären Biomasse.

Aus dem Grundgedanken der Kreislaufwirtschaft heraus wurde das Waldrestholz dem Restholz und nicht der primären Biomasse zugerechnet. Das Beispiel zeigt, dass die Berechnung der Kennziffern zur Kaskadennutzung auch von definitorischen Entscheidungen abhängt, die hiermit offengelegt sind.

Der technologisch orientierte Leser möge berücksichtigen, dass es sich hier um makroökonomische Prozesse handelt. Anders als bei der Effizienzmessung einer Produktionsanlage, werden makroökonomische Faktoren auch von Marktbewegungen beeinflusst. Auf diese und andere Aspekte der Kaskadennutzung wurde bereits im Abschnitt 1.5 eingegangen. Die folgenden Tabellen stellen Kennziffern der Kaskadennutzung im Zeitablauf dar.

ENTWICKLUNG DER KASKADENNUTZUNG

Die Sekundärinputrate für die Holzverwendungen insgesamt ist zwischen 1990 und 2020 von 43,9 % auf 56,5 % gestiegen. Geringfügige Verschiebungen können eine Folge von Branchenentwicklungen sein. Wenn z. B. die Sägeindustrie aufgrund einer hohen Baunachfrage wächst, stellt sie zwar auch mehr Sägenebenprodukte zur Verfügung, aber der Stammholzeinsatz wächst in absoluten Zahlen stärker. Tendenziell ist in der stofflichen Nutzung ein Anstieg des Einsatzes sekundärer Holzrohstoffe festzustellen. Die Veränderungen sind jedoch gering, weil technologische Gegebenheiten eine beliebige Substitution zwischen Holzrohstoffen ausschließen.

Das ist bei der energetischen Nutzung eher möglich. Hier wird die Substitution mehr durch preisliche Unterschiede begrenzt. Bei Biomassefeuerungsanlagen wurden zunächst nur Rest- und Recyclingstoffe eingesetzt. Mit dem Ausbau der Kapazitäten wird die Nutzung durch Verfügbarkeit begrenzt und so wurden zunehmend auch Primärrohstoffe verwendet. Die Sekundärinputrate liegt bei der energetischen Nutzung höher als bei der stofflichen Nutzung. Das zeigt, dass die Kennziffern einen Teilaspekt der Verwendung zum Ausdruck bringen, aber kein allgemeiner Bewertungsstab für richtige oder falsche Nutzung sind. Beide Nutzungen ergänzen sich in gewisser Weise. Die Rohstoffwahl ist eine Folge von Wertigkeit und technologischer Eignung für die jeweiligen Nutzungen.

Tabelle 4.5:
Sekundärinputraten holz-
wirtschaftlicher Nutzungen

Deutschland	Sekundärinputraten holzwirtschaftlicher Nutzungen in %						
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Sägeindustrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Holzwerkstoff- industrie	50,3	57,1	57,4	54,3	51,2	54,1	65,6
Holz- und Zell- stoffindustrie	16,0	26,5	35,5	36,6	35,9	38,3	41,9
Stoffliche Nutzung I	15,5	19,7	24,1	21,1	19,6	20,2	21,3
Zellstoff aus Altpapier	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Stoffliche Nutzung II	37,5	46,0	49,3	49,2	51,0	53,0	52,7
Energieholz- produkte	84,7	84,3	78,5	86,4	90,4	90,0	84,9
BMA ≥ 1MW	100,0	100,0	98,3	96,5	91,6	90,2	91,4
BMA < 1 MW	100,0	100,0	83,6	80,5	81,4	71,4	67,5
Private Haushalte	36,5	35,1	27,8	29,9	26,6	26,6	28,1
Energetische Nutzung	63,3	61,6	63,1	63,1	60,8	64,0	63,9
Holznutzungen	43,9	49,8	52,5	53,3	54,7	57,0	56,5

Quelle: Mantau, Inpro 2022

KASKADENFAKTOR

Kaskadenfaktoren beschreiben das gleiche Phänomen in anderer Weise. Eine Sekundärinputrate von 50 % entspricht einem Kaskadenfaktor von 2,0. Aus einem Kubikmeter Primärholz werden zwei Kubikmeter Holznutzung generiert.

Wenn es wenig oder keinen Primärholzeinsatz gibt, tendiert der Kaskadenfaktor gegen unendlich, während die Sekundärinputrate maximal den Wert 100 % erreicht. Allgemein lässt sich sagen, dass die holzwirtschaftliche Nutzung durch den Einsatz von Rest- und Recyclinghölzern die Nutzungsmöglichkeiten primärer Biomasse verdoppelt. Das ist nicht nur eine Frage der Nutzung, sondern auch des Angebotes von Sekundärmaterial.

Tabelle 4.6:
Kaskadenfaktoren holzwirtschaftlicher Nutzungen

Deutschland	Kaskadenfaktoren holzwirtschaftlicher Nutzungen						
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Sägeindustrie	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Holzwerkstoffindustrie	2,01	2,33	2,35	2,19	2,05	2,18	2,90
Holz- und Zellstoffindustrie	1,19	1,36	1,55	1,58	1,56	1,62	1,72
Stoffliche Nutzung I	1,18	1,25	1,32	1,27	1,24	1,25	1,27
Zellstoff aus Altpapier	–	–	–	–	–	–	–
Stoffliche Nutzung II	1,60	1,85	1,97	1,97	2,04	2,13	2,12
Energieholzprodukte	6,54	6,37	4,65	7,36	10,47	9,96	6,63
BMA ≥ 1MW	–	–	60,48	28,33	11,94	10,24	11,65
BMA < 1 MW	–	–	6,10	5,12	5,37	3,49	3,08
Private Haushalte	1,58	1,54	1,38	1,43	1,36	1,36	1,39
Energetische Nutzung	2,73	2,60	2,71	2,71	2,55	2,78	2,77
Holznutzungen	1,78	1,99	2,10	2,14	2,21	2,32	2,30

Quelle: Mantau, Infro 2022

4.4 Ausblick

EINLUSS DER HOLZROHSTOFFBILANZIERUNG AUF DIE INTERNATIONALE BERICHTERSTATTUNG

Die Ausführungen der einzelnen Bereiche haben bereits an verschiedenen Stellen Hinweise enthalten, wie die Bilanzierung im Detail erweitert werden kann. Das ist ein fortlaufender Prozess, der im Austausch mit der Anwendung erforderlich ist, um die informative Funktion der Holzrohstoffbilanzierung beizubehalten.

Mit der EUwood-Studie (2010), der Wood-Flow-Analysis (2012) und der Cascade-Studie (2016) fand die Holzrohstoffbilanzierung Eingang in die internationale Holzmarktberichterstattung und ist inzwischen Standard der Berichterstattung der EU-Kommission durch das Joint Research Center in ISPRA (Cazzaniga et al. 2021).

WIRKUNGSMECHANISMEN

Soweit ist die Holzrohstoffbilanzierung ein explikatives Modell zur Darstellung und Erklärung von Marktstrukturen und Marktentwicklungen. Für den Blick in die Zukunft oder die Analyse von Wirkungszusammenhängen sind zusätzlich Wirkungsmechanismen einzubauen. Der grundlegende Gedanke der Holzrohstoffbilanzierung besteht darin, dass der explikative Wert der Analyse an Aussagekraft gewinnt, wenn die Datengewinnung in entgegengesetzter Richtung zum Wertschöpfungskette verläuft. Denn zahlreiche Informationen sind nur durch die Rückwärtsrechnung zu gewinnen.

Marktforschung steht heute ganz allgemein vor der Herausforderung in Kreisläufen zu denken. Zur Analyse von Kreislaufwirtschaftsprozessen ist die Erfassung der Halbwarenebene (z. B. Schnittholz, Zellstoff) nicht ausreichend. Erst die Integration der Endwarenmärkte (z. B. Bau, Möbel, Verpackung) ermöglicht es, Kreisläufe zu schließen. Eine Ausnahme bildete bisher der Papiersektor, weil er datentechnisch sehr homogen ist. Eine solche Vorgehensweise folgt aber der Datenverfügbarkeit und nicht der Fragestellung.

**BEDEUTUNG DER
ENDWARENSEKTOREN
FÜR DIE KREISLAUF-
ANALYSE**

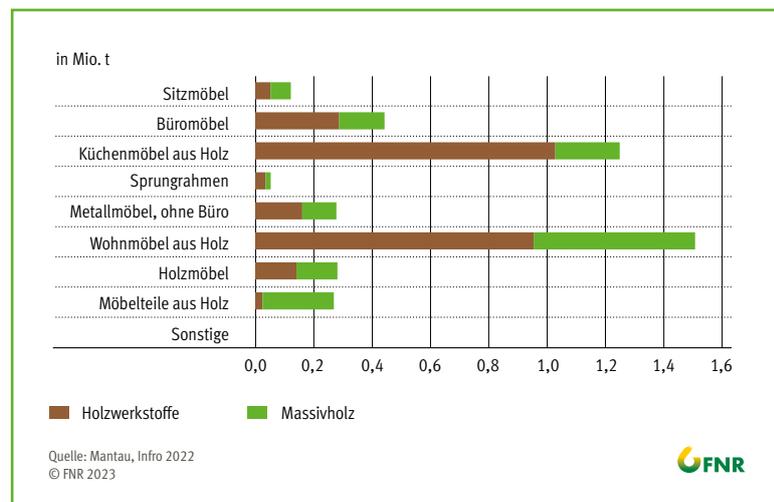
In diesem Zyklus des Rohstoffmonitoring war es möglich, am Beispiel des Möbelmarktes eine Holzverwendungsanalyse für einen Endverwendungsmarkt (Möbel) durchzuführen. Mit dieser Studie setzt der Verfasser seine Arbeiten zur Bestimmung der Holzverwendung in Endwarenspektoren fort, die mit Studien zur Holzverwendung im Baubereich (2013, 2018) begonnen wurden. Damit werden empirische Grundlagen für die Analyse von Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft geschaffen.

Ziel der Studie war die Bestimmung der Holzverwendung im Möbelsektor durch empirische Erhebung, strukturelle Stoffstrommodellierung und Hochrechnung über die Produktionsstatistik für die deutsche Volkswirtschaft (Mantau 2022). Endwarenspektoren sind eine besondere Herausforderung, weil sie deutlich komplexer sind als Halbwarenmärkte und der Holzanteil in den Produkten (z. B. Schrank) meist unbekannt ist.

Es wurden 1.002 Möbelstücke in Bezug auf ihre Materialien ausgewertet. Das erfasste Möbelgewicht betrug 46.730 kg, wovon 71 % auf Holzmaterialien und 29 % auf sonstige Werkstoffe wie Glas, Metall oder Leder entfielen. Zusätzlich zum Möbelgewicht kam noch ein Verpackungsgewicht von 19,8 % hinzu, sodass das Gesamtgewicht der Materialerfassung bei 55.989 kg lag.

Die Hochrechnung erfolgte über 60 Möbelsortimente der Produktionsstatistik, die im Jahr 2020 106 Mio. Möbelstücke auswies. Die Studie ermittelte für die eingesetzte Holzmasse im Möbelstück (3,6 Mio. t) und Holzeinsatz für die Möbelproduktion einschließlich Verschnitt (4,4 Mio. t). Ein gutes Drittel des Holzeinsatzes (34,5 %), gemessen in Masse (Möbelgewicht), entfällt auf Massivholz und zu 65,5 % werden Holzwerkstoffe eingesetzt.

Abbildung 4.5:
Holzeinsatz in der Möbel-
industrie nach Möbelart in
2020 in m^3_{SWE}

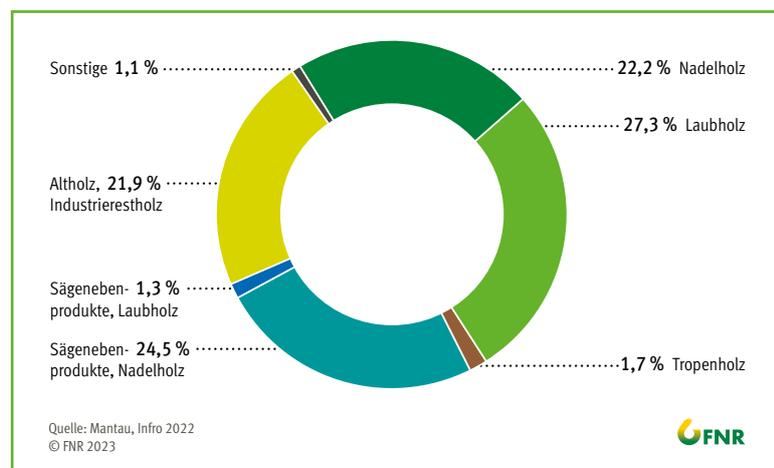


Entsprechend der Methode der Holzrohstoffbilanzierung ermöglicht die Studie vom Möbelstück bis zum Waldholz zurückzurechnen. Dafür wird die Tonnage der eingesetzten Materialien auf das Produktvolumen (m^3_{swe}) umgerechnet. Das Festmeteräquivalent (m^3_{swe} , solid wood equivalent) entspricht einem Kubikmeter Holzeinsatz im Festmaß. Das insgesamt eingesetzte Holzvolumen für die Möbelproduktion betrug 2020 7,2 Mio. m^3_{swe} . Davon entfielen, gemessen in Volumen (swe), 31,0% auf Massivholz und 69,0% auf Holzwerkstoffe.

Zur Bestimmung des Rohstoffeinsatzes ist bei Holzwerkstoffen die Rohstoffzusammensetzung zu berücksichtigen. Davon entfallen 29,1% auf Waldholz, 40,0% auf Sägenebenprodukte und 29,5% auf Altholz. Nach Zusammenführung mit den Ergebnissen zum Massivholz ist es möglich, die Rohstoffzusammensetzung der Holzverwendung in der Möbelindustrie insgesamt in Festmeteräquivalenten (m^3_{swe}) darzustellen.

Die Möbelindustrie setzt Sekundärrohstoffe ein, erzeugt bei der Möbelproduktion aber auch selbst Reststoffe (Verschnitt). Insgesamt werden in der Möbelindustrie brutto 9,6 Mio. m^3_{swe} Holzrohstoffe eingesetzt. Davon entfallen auf Waldholz 5,0 Mio. m^3_{swe} , auf Sägenebenprodukte 2,5 Mio. m^3_{swe} , auf Altholz und sonstiges Industrierestholz 2,1 Mio. m^3_{swe} und auf Sonstiges 0,1 Mio. m^3_{swe} . Damit lag die Sekundärintputrate in der deutschen Möbelproduktion bei 48,2% oder mit anderen Worten, ein Kubikmeter Waldholzeinsatz führte zu 1,93 m^3 Holzeinsatz insgesamt (Kaskadenfaktor 1,93).

Abbildung 4.6:
Holzrohstoffeinsatz in der
Möbelindustrie in %
(Gesamt: 9,7 Mio. m^3)



Schließlich kann für den Holzeinsatz in der Möbelindustrie eine Holzrohstoffbilanz dargestellt werden. Zur Übersichtlichkeit wurden auf der Halbwarenebene Sortimenten in Gruppen zusammengefasst.

Die methodische Vorgehensweise der Marktanalyse über Endwarenspektoren bringt mehrere Vorteile. Sie geht über die Halbwarenebene hinaus. Erst über die Endwarenmärkte gewinnt man Informationen über die Produktpotenziale (Büromöbel, Schränke) für Wiederverwendung und Recycling. Die Nachfragemodellierung erfolgt ohne direkten Bezug zur Nachfrage des Konsumenten über Annahmen zur Halbwarenebene, sondern über die Entwicklung der Nachfrage privater und industrieller Verbraucher. Auf diesem Wege könnte auch die Holzaufkommensmodellierung auf der Grundlage der Nachfrage und nicht auf der Grundlage der Hiebsreife der Bäume gesteuert werden.

Tabelle 4.7:
Holzrohstoffbilanz der
Möbelindustrie 2020

Holzrohstoffbilanz der Möbelindustrie 2020 in Mio. m ³ _{swe}					
Rohwaren	Mio. m ³ _{swe}	Halbwaren	Mio. m ³ _{swe}	Fertigwaren	Mio. m ³ _{swe}
Rundholz, Nadel	2,150	Nadel-schnittholz	0,852	Sitzmöbel	0,207
Rundholz, Laub	2,645	Laub-schnittholz	2,123	Büromöbel	0,706
Rundholz, Tropen	0,163	Trop. Schnittholz	0,163	Küchen-möbel aus Holz	2,065
Sägeneben-prod. NH	2,373	Sperrholz-platten *)	0,737	Sprung-rahmen	0,094
Sägeneben-prod. LH	0,125	Faserplatten **)	1,104	Metallmöbel, ohne Büro	0,451
Industrierest-holz	0,252	Spanplatte	4,400	Wohnmöbel aus Holz	2,456
Altholz	1,593	Sonstige Platten***)	0,011	Holzmöbel	0,473
Gebrauchtholz	0,279	Gebrauchtholz	0,279	Möbelteile aus Holz	0,404
Sonstige	0,108	Sonstiges****)	0,019	Sonstige	0,337
				Reststoff-anfall Halbwaren	2,493
Summe	9,687	Summe	9,687	Summe	9,687

* Sperrholz, Multiplex, Tischlerpl., Furnierschichtholz

** Wabenplatte, MDF, HDF; HPL, WPC

*** Ratan, Korb, etc.

**** nicht näher definiert

Sekundärinputrate ohne Sonstige: 48,2% | Kaskadenfaktor ohne Sonstige: 1,930

Der große Nachteil dieser Vorgehensweise ist die Komplexität der Endwarenmärkte und die damit erforderliche Nutzung umfangreicher Positionen vorhandener Statistiken. Diese werden für Kreislaufanalysen jedoch erst nutzbar, wenn sie mit Daten über Sortimente und Holzanteile verbunden werden. Im Zeitalter der Digitalisierung sollte das aber kein grundsätzliches Hindernis darstellen. Systemische Umbrüche erfordern in der Regel zunächst mehr Daten zu offenen Fragen und nicht mehr Mathematik mit vorhandenen Datenstrukturen. „Anschauung ist nicht nur die Quelle der Erkenntnis, sondern sie selbst ist die Erkenntnis.“ (A. Schopenhauer).

Auf Grundlage der verfügbaren empirischen Erhebungen wurde die Stoffstromanalyse Holz für die Jahre 2000 bis 2015 entwickelt und berechnet. Sie basiert auf den Ergebnissen der Holzrohstoffbilanzierung und soll an dieser Stelle als Ausblick auf ein systemisches Marktmodell zur Analyse von Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft genügen.

4. Holzrohstoffbilanzen und Zusammenfassungen

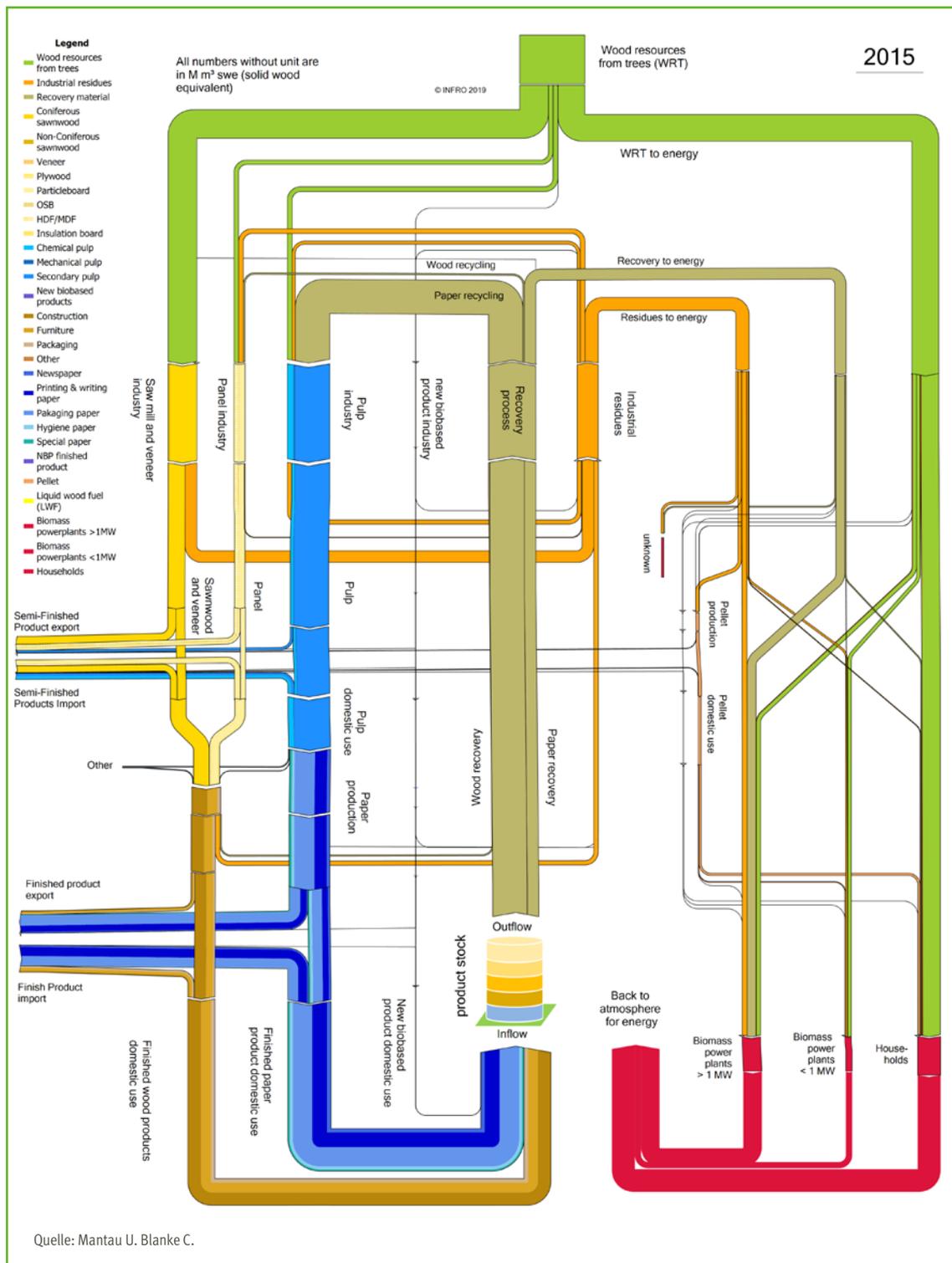


Abbildung 4.7: Stoffstrommodell Holz für Deutschland 2015 (Basis: m³_{swe})

Im Rahmen des Rohstoffmonitorings (1999–2021) wurden bisher folgende Studien erstellt (verfügbar auf www.infro.eu):

- Holzrohstoffbilanzierung
- Mantau, U. (2004):** Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2002. Abschließender Forschungsbericht. Hamburg.
 - Mantau, U.; u. M. v. Sörgel, C. (2006):** Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2004. Ergebnisbericht. Hamburg.
 - Mantau, U.; u. M. v. Sörgel, C. (2006):** Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2004. Methodenbericht. Hamburg.
 - Mantau, U.; Sörgel, C.; Weimar, H. (2007):** Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 1987 bis 2005. Dynamisierung. Ergebnisbericht. Hamburg.
 - Mantau, U. (2009):** Holzrohstoffbilanz Deutschland, Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 2008 bis 2012. Celle.
 - Mantau, U. (2012):** Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015. Hamburg.
 - Mantau, U. (2019):** Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklung des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2016, FNR FKZ 22015918, 72 S.
 - Mantau, U. (2023):** Holzrohstoffbilanzierung – Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung – 20 Jahre Rohstoffmonitoring Holz, FNR FKZ 22019714.

5 ANHANG

5.1	Umrechnungsfaktoren	114
5.2	Glossar	115
5.3	Quellennachweis	117
5.4	Abbildungsverzeichnis	120
5.5	Tabellenverzeichnis	122
5.6	Abkürzungsverzeichnis	123

5.1 Umrechnungsfaktoren

Folgende Umrechnungsfaktoren werden bei der Holzrohstoffbilanzierung verwendet.

Tabelle 5.1:
Angewandte Umrechnungsfaktoren zur Holzrohstoffbilanzierung

Sortiment	erfasste Einheit	in t_{atro}	in m^3_{swe}	t_{atro} in m^3_{swe}	m^3_{swe} in t_{atro}
Stammholz	m^3	0,48	1,00	2,083	0,480
Industrieholz (sonst.)	m^3	0,52	1,00	1,923	0,520
Waldresth./Schwachholz	m^3	0,52	1,00	1,923	0,520
Sägenebenprodukte	m^3	0,47	1,00	2,128	0,470
Rinde, lose	S_{Rm}	0,18	0,33	1,833	0,545
Rinde	m^3	0,36	0,75	2,083	0,480
Sonst. Ind. Restholz	m^3	0,47	1,00	2,128	0,470
Altholz	t_{lutro}	0,80	1,73	2,163	0,462
Landschaftspflegeholz	t_{atro}	1,00	1,98	1,980	0,505
Pellets	t_{lutro}	1,20	2,55	2,128	0,470
Holzbrikett	t_{lutro}	0,90	1,91	2,128	0,470
Mittelwert				2,037	0,492

Quelle: Mantau U., Sörgel C. (2006)

Verarbeitet eine Biomassefeuerungsanlage verschiedene Sortimente und erfasst diese in angelieferter Form (lufttrocken), so stellt sich die Frage nach dem Wassergehalt (WG) der Sortimente zur Umrechnung des Atro-Gewichtes. Hierzu wurden aus verschiedenen Befragungsergebnissen Umrechnungswerte ermittelt.

Tabelle 5.2:
Umrechnungsfaktoren für gelieferte Sortimente an Biomassefeuerungsanlagen

Sortiment	WG [%]	t_{lutro} in t_{atro}	t_{atro} in t_{lutro}	t_{lutro} in m^3_{swe}	m^3_{swe} in t_{lutro}	m^3_{swe} in t_{atro}
Wald-Industrieholz	36,4	0,64	1,57	1,33	0,754	0,480
Waldrestholz	43,6	0,564	1,77	1,08	0,922	0,520
Sägenebenprodukte	38,5	0,61	1,63	1,18	0,846	0,520
Rinde	48,1	0,52	1,93	1,10	0,906	0,470
Industrierestholz	17,2	0,83	1,21	1,72	0,580	0,480
Altholz	19,6	0,8036	1,24	1,71	0,585	0,470
Landschaftspflegeholz	45,9	0,54	1,85	1,17	0,855	0,462
Energieholz	12,0	0,88	1,14	1,74	0,574	0,505
sonst. Biomasse Holz	43,1	0,57	1,76	1,21	0,826	0,470
andere Biomasse	33,8	0,66	1,51			
Pellets	10,0	0,90	1,11	1,78	0,561	0,505
Holzbrikett	10,0	1,20	0,83	2,55	0,392	0,470

Quelle: Weimar/Mantau (2006, S. 13)

Zur Ermittlung der anfallenden Asche in Verbrennungsprozessen wurden folgende Umrechnungsfaktoren verwendet.

Tabelle 5.3:
Ascheanteil in % von m^3_{swe}

Rohware	in %	Rohware	in %
Nadelholz	0,7	Schwarzlauge	62,0
Laubholz	0,9	Altholz	6,0
Landschaftspfl.h.	5,0	Altpapier	2,4
KUP	2,5	Baumrinde	3,8
Waldrestholz	8,0	Briketts	1,0
Sägenebenprod.	1,5	Pellets	1,0
Industrierestholz	1,5	Hackschnitzel	3,0

Quelle: Mantau, Infro 2022

5.2 Glossar

Abgang	In der Bilanzierung vor allem der rechnerische Rindenverlust. Es können auch Stoffe sein, die den Bilanzraum verlassen oder Holzverluste in der Produktion. Letztere wurden in der Holzrohstoffbilanzierung bisher nicht erfasst. Sollte der Bedarf entstehen, lässt sich der Bereich weiter gliedern.
Aufkommen	Alle Bereiche der Holzrohstoffe, die einer Verwendung zugeführt werden können.
Aussetzender Betrieb	Betriebe, die nicht kontinuierlich produzieren, z. B. kleinere Sägewerke, die für unregelmäßige Bedarfe einschneiden.
Baumholz	Rundholz, Landschaftspflegematerial, Kurzumtriebsplantagen.
Brennholz, Energieholz	Holz, das einer energetischen Nutzung zugeführt wird.
Energieholzprodukte	Holzrohstoffe, die zur energetischen Nutzung weiter aufbereitet werden (z. B. Pellets, Briketts).
Festmeteräquivalent (m^3_{swe})	Maßeinheit des Holztransfers zwischen zwei Verwendungsbereichen in Form eines fiktiven, umgerechneten, durchschnittlich verwendeten Waldholzkubikmeters.
Baumbiomasse	Baumholz, Waldrestholz und Rinde.
Derbholz	Waldholz mit einem Brusthöhendurchmesser von 7 cm und mehr.
Verdichtung, Kompression	Bei der Plattenproduktion wird Holz verdichtet (z. B. 1,3 m^3 Rundholz werden zu 1,0 m^3 Spanplatte). Grundsätzlich ist auch eine Expansion (Wabenplatte möglich).
Laubholz	Entsprechend der Einschlagsstatistik die Holzartengruppen Eiche (Roteiche), Buche (und anderes Laubholz).

Nadelholz	Entsprechend der Einschlagsstatistik die Holzartengruppen Fichte (Fichte, Tanne, Douglasie) und Kiefer (Kiefer, Lärche, Strobe).
Nennwärmeleistung (NWL)	Nennwärmeleistung ist die höchste von der Feuerungsanlage im Dauerbetrieb nutzbar abgegebene Wärmemenge je Zeiteinheit (1. BimSch). Die NWL wurde mit einem Wirkungsgrad von 90 % in FWL umgerechnet.
Feuerungswärmeleistung (FWL)	Feuerungswärmeleistung ist der auf den unteren Heizwert bezogene Wärmeinhalt des Brennstoffs, der einer Feuerungsanlage im Dauerbetrieb je Zeiteinheit zugeführt werden kann (1. BimSch).
Kurzumtriebsplantagen (KUP)	Schnellwachsende Hölzer (z. B. Weiden), die auf landwirtschaftlichen Flächen nach wenigen Jahren geerntet werden.
Landschaftspflegeholz (LPH)	Alles Holz außerhalb des Waldes, das einer Verwendung zugeführt wird. Hierzu gehört auch das von privaten Haushalten genutzte Gartenholz.
Restholz	Resthölzer (z. B. Sägespäne) fallen in einem Produktionsprozess (z. B. Sägewerk), der auf ein anderes Produktionsziel (z. B. Schnittholz) gerichtet ist, unvermeidlich an.
Rohware, Holzrohware	Ein Rohstoff (Ausgangsmaterial), der einer Verwendung zugeführt wird (z. B. Brennholz).
Rohstoff, Holzrohstoff	Ein Ausgangsmaterial, dessen Verwendung noch unbestimmt ist (z. B. Waldrestholz)
Rundholz	Wird synonym zum Derbholz verwendet und umfasst damit z. B. auch Scheitholz, das aus Rundholz gewonnen wird.
Recyclingmaterial, Recyclingholz	Recyclingmaterialien befanden sich bereits in einer Verwendung (Bau, Möbel, Zeitung). Sie sind Holzrohstoffe (Altholz, Altpapier) die nach Sammlung und ggf. Aufbereitung erneut der stofflichen oder energetischen Verwendung zugeführt werden.
Sonstiges Rundholz	Rundholz (Derbholz), das nicht dem Stammholz zugerechnet wird.
Sonstige stammholzverarbeitende Industrien	In Ergänzung zur Sägeindustrie fallen darunter Furnier-, Sperrholz- und Schwellenhersteller, somit Betriebe, die i. d. R. nur Holz aus Endhieben verarbeiten. Grundsätzlich sind die Grenzen fließend.
Stammholz	Rundholz (Derbholz), das in der Sägeindustrie verarbeitet wird.
Verwendung	Alle Bereiche, in denen Holz zum Einsatz kommt.
Waldrestholz	Alles Waldholz unter 7 cm (z. B. Äste, Wipfel), aber auch Nadeln und Derbholz, das aus qualitativen oder anderen Gründen nicht genutzt wird.

5.3 Quellennachweis

Literatur

Studien des Rohstoffmonitoring sind in den jeweiligen Abschnitten aufgeführt, sofern sie in Text nicht explizit genannt wurden.

Bringezu S. et al. (2020): Pilotbericht zum Monitoring der deutschen Bioökonomie. Hrsg. vom Center for Environmental Systems Research (CESR), Universität Kassel, Kassel.

Cazzaniga N. E., Jasinevičius G., Jonsson R., Mubareka S. (2021): Wood Resource Balances of European Union and Member States – Release 2021. EC Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg, JRC126552.

Döring, P. (2020): Bedeutung der Meldeschwelle der offiziellen Statistik für die Ableitung des Rohholzverbrauchs von Schnittholzproduzenten in Deutschland. Dissertation. 219 S. Hamburg 2020.

Gadamder H.-G. (2010): Wahrheit und Methode. Grundzüge der philosophischen Hermeneutik. Band 1. S. 368 ff. Tübingen 2010.

Giesecking, L.; Mantau, U. (2020): Furnierindustrie 2019. Industriestruktur und Produktionsvolumen. Teilbericht im Projekt Rohstoffmonitoring. Hamburg 2020.

Glunz, H. O. (1982): „Vorwort“ in: Taschenbuch der Spanplattentechnik. Hrsg. Deppe, H. J.; Ernst, K., 2. Auflage. DRW-Verlag. 1982.

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. European Journal of Forest Research, Volume 134, Number 5, p 869-888.

Lühr, Carsten; Pecenka, Ralf; Lenz, Hannes; Hoffmann, Thomas (2021): Cold air ventilation for cooling and drying of poplar wood chips from short rotation coppice in outdoor storage piles in Germany. Biomass and Bioenergy 146 (March 2021): 105976. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.105976>

Mantau, U. (2004): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2002. Abschließender Forschungsbericht. Hamburg.

Mantau, U., Sörgel, C., Weimar, H., Langenberg, G. (2006): Aktuelle Entwicklungen und Perspektiven des Pelletmarktes. Hamburg 2006, 100 S.

Mantau, U. et al. 2010: EUwood – Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report. Hamburg/Germany, June 2010. 160 p.

Mantau, U. (2012): Wood flows in Europe (EU27). Project report. Celle 2012, 24 pp.

Mantau U, Döring P, Hiller D (2013): Holzeinsatz im Bauwesen – Verwendungsstrukturen nach Gebäuden und Gewerken. In: Weimar H, Jochem D. Holzverwendung im Bauwesen – Ein Projekt der „Charta für Holz“. Hamburg 2013.

Mantau U, Gschwantner T, Paletto A, Mayr M, Blanke C, Döring P, Petrauskas, E, Camin P, Thivolle-Cazat A, Strukova E, Avdagic A, Englert H, Schadauer K, Barreiro S, Lanz A, Vidal C. (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.

- Mantau U., Blanke, C. (2016):** Status of cascading use in the EU. In: Vis M., U. Mantau, B. Allen (Eds.) (2016) Study on the optimised cascading use of wood. No 394/PP/ENT/ RCH/14/7689. Brussels.
- Mantau U. et al. (2018):** Rohstoffmonitoring Holz, Erwartungen und Möglichkeiten. Ed. FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. Report numbers 955, 956, 957 <https://mediathek.fnr.de/broschuren/nachwachsende-rohstoffe/holz.html>
- Mantau U, Blanke C, Döring P (2018):** Strukturbericht zum Holzeinsatz im Baubereich – Verwendung der Holzprodukte nach Baubereichen und Bauteilen. Teilbericht des WKF-Projektes KlimaBau. Hamburg. 77 S.
- Mantau U., Blanke C. (2020):** Modellierung der Kaskadennutzung in S. Bringezu et al.: Pilotbericht zum Monitoring der deutschen Bioökonomie. Hrsg. vom Center for Environmental Systems Research (CESR), Universität Kassel, Kassel, doi:10.17170/kobra-202005131255.
- Mantau U., Hiller, D., Giesecking L., Blanke C. (2022):** Holzverwendung im Möbelbereich – Verwendung von Massivholz und Holzwerkstoffen nach Möbelgruppen. FNR FKZ 22015918. Celle 2022.
- Nova-Institut (2009):** Dritter Deutscher WPC-Kongress: Wachstumsmarkt WPC. (Seite nicht mehr abrufbar)
- Döring P. (2020):** Bedeutung der Meldeschwelle der offiziellen Statistik für die Ableitung des Rohholzverbrauchs von Schnittholzproduzenten in Deutschland. Dissertation. Hamburg 2020. S. 218.
- Schopenhauer A.:** Ausgewählte Schriften. Die Welt als Vorstellung. Hrsg. Stenzel G. Mohn Verlag. S. 218.
- Thünen (2022):** Energieholz in Privaten Haushalten. Projekt laufend. <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/projekte-liste/energieholz-phh> Energieholz in Privaten Haushalten Zugriff 27.08,2022).
- Vis M., U. Mantau, B. Allen (Eds.) (2016):** Study on the optimised cascading use of wood. No 394/PP/ENT/ RCH/14/7689. Brussels.

Datenquellen/Sonstige Quellen

FAO-Statistics (2017): <http://www.fao.org/forestry/statistics/80572/en/>

Holzmarktberichte des BMEL, verschiedene Jahrgänge.

Statistisches Bundesamt 2010–2016: Fachserie 4/Reihe 3.1. Produzierendes Gewerbe. Produktion des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden. Wiesbaden. Ausgaben 2010 bis 2016.

Statistisches Bundesamt, GENESIS Datenbank: Produktionswert, -menge, -gewicht und Unternehmen der Vierteljährlichen Produktionserhebung: Deutschland, Jahre, Güterverzeichnis (9-Steller) Vierteljährliche Produktionserhebung i.Verarb.Gew. Deutschland.

Statistisches Bundesamt, GENESIS Datenbank: „Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Warenverzeichnis (8-Steller)“.

Statistisches Bundesamt, GENESIS Datenbank: „Abfallentsorgung: Deutschland, Jahre, Anlagenart, Abfallarten“ Erhebung der Abfallentsorgung Deutschland.

Thünen (2020): Einschlagstrückrechnung. <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/projekte-liste/einschlagrueckrechnung>

UBA: notifizierungspflichtige Abfälle.

JRC: Wood Resource Balances Europe: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/wood-resource-balances_en

ZMP: Forst und Holz. Marktbilanz. Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH. Bonn, verschiedene Jahrgänge bis 2001.

5.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Anteile der Holzverwendung nach Nutzergruppen (2020)	6
Abbildung 1.2:	Anteile der Rohwaren nach Nutzergruppen (2020)	7
Abbildung 1.3:	Aufkommen der verwendeten Holzrohstoffe (2020)	8
Abbildung 1.4:	Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung	10
Abbildung 1.5:	Entwicklung der stofflichen Holzverwendung	10
Abbildung 1.6:	Entwicklung der energetischen Holzverwendung	11
Abbildung 1.7:	Holzrohstoffeinsatz in der stofflichen Verwendung	11
Abbildung 1.8:	Holzrohstoffeinsatz in der energetischen Verwendung	12
Abbildung 1.9:	Stoffliche und energetische Holzverwendung nach Nadel- und Laubholz	13
Abbildung 1.10:	Sekundärinputraten (SIR) der Holznutzungen in %	15
Abbildung 2.1:	Entwicklung der Marktsektoren von Nadelschnittholz	21
Abbildung 2.2:	Entwicklung der Marktsektoren von Laubschnittholz	22
Abbildung 2.3:	Entwicklung des Rohholzeinsatzes in der Sägeindustrie	23
Abbildung 2.4:	Entwicklung des Marktes von Holzstoff	27
Abbildung 2.5:	Entwicklung des Marktes für Zellstoff	28
Abbildung 2.6:	Entwicklung des Rohholzeinsatzes in der Holz- und Zellstoffindustrie	28
Abbildung 2.7:	Entwicklung des Outputs in der Holz- und Zellstoffindustrie	29
Abbildung 2.8:	Spanplatte repräsentiert Industriegeschichte	32
Abbildung 2.9:	Entwicklung des Marktes für Holzwerkstoffe nach ihrer Bedeutung für die Holzverwendung	32
Abbildung 2.10:	Entwicklung der Marktsektoren für Holzwerkstoffe	33
Abbildung 2.11:	Rohwareneinsatz bei der Herstellung von Holzwerkstoffplatten in % (2020)	33
Abbildung 2.12:	Entwicklung des Rohwareneinsatzes in der Holzwerkstoffindustrie	34
Abbildung 2.13:	Entwicklung der Input-Output-Sektoren in der Holzwerkstoffindustrie	34
Abbildung 2.14:	Entwicklung der Marktsektoren der Stammholz verarbeitenden Industrie	37
Abbildung 2.15:	Entwicklung des Stammeinsatzes in sonstigen stammholzverarbeitenden Industrien	38
Abbildung 2.16:	Anteile der eingesetzten Holzsortimente am Holzverbrauch (2019)	42
Abbildung 2.17:	Entwicklung des Rohwareneinsatzes in Großfeuerungsanlagen	44
Abbildung 2.18:	Anteile der eingesetzten Holzsortimente in BMA < 1 MW (2019)	45
Abbildung 2.19:	Entwicklung des Rohholzeinsatzes in Kleinfeuerungsanlagen	46
Abbildung 2.20:	Brennholzverwendung nach Bewohnergruppen (2018)	49
Abbildung 2.21:	Anteile der eingesetzten Holzsortimente (2018)	50
Abbildung 2.22:	Entwicklung des Rohwareneinsatzes in privaten Haushalten	51
Abbildung 2.23:	Rohwareneinsatz der befragten Briketthersteller (2022)	52
Abbildung 2.24:	Entwicklung des Rohwareneinsatzes in sonstigen Energieholznutzungen	53
Abbildung 2.25:	Entwicklung des Rohwareneinsatzes in der Pelletindustrie	54
Abbildung 2.26:	Entwicklung des Marktes für Pellets	55
Abbildung 2.27:	Entwicklung der Marktsektoren für Holzbriketts	55
Abbildung 2.28:	Entwicklung des Marktes für Holzkohle	57
Abbildung 3.1:	Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung von Rundholz sowie Anteil energetischer Nutzung	66
Abbildung 3.2:	Entwicklung der Rundholzverwendung nach Holzarten	67
Abbildung 3.3:	Rundholzanteile in der Verwendung	68
Abbildung 3.4:	Entwicklung der Marktsektoren von Rundholz	68
Abbildung 3.5:	Entwicklung der Marktsektoren von Nadelrundholz	69
Abbildung 3.6:	Entwicklung der Marktsektoren von Laubrundholz	69
Abbildung 3.7:	Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung von Waldrestholz sowie Anteil energetischer Nutzung	71
Abbildung 3.8:	Entwicklung der Verwendung von Waldrestholz	71
Abbildung 3.9:	Entwicklung des Verbleibs des Rindenaufkommens	75

Abbildung 3.10: Aufkommen des Landschaftspflegeholzes nach Verwendern	76
Abbildung 3.11: Erfassungsquoten der Nadelschnittholzproduktion	78
Abbildung 3.12: Produktionsstatistik für Nadelschnittholz und abgeleitete Werte	79
Abbildung 3.13: Produktionsstatistik für Laubschnittholz und abgeleitete Werte	79
Abbildung 3.14: Entwicklung der Marktsektoren für Sägenebenprodukte	81
Abbildung 3.15: Entwicklung der Verwendung von Sägenebenprodukten nach Verwendern	82
Abbildung 3.16: Energieholznutzung und andere Quellen des Aufkommens von Sägenebenprodukten	82
Abbildung 3.17: Entwicklung der Verwendung von sonstigem Industrierestholz nach Verwendern im Vergleich zu „Sägenebenprodukten“ aus anderen Quellen	84
Abbildung 3.18: Entwicklung der Verwendung von sonstigem Industrierestholz nach Verwendern unter Hinzufügung von „Sägenebenprodukten“ aus anderen Quellen	84
Abbildung 3.19: Entwicklung der Verwendung von Schwarzlauge	85
Abbildung 3.20: Entwicklung der Marktsektoren von Altholz	89
Abbildung 3.21: Entwicklung der stofflichen und energetischen Verwendung von Altholz	89
Abbildung 3.22: Entwicklung der Verwendungssektoren von Altholz	90
Abbildung 4.1: Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung	96
Abbildung 4.2: Verwendung von Holzrohstoffen in der stofflichen Nutzung	97
Abbildung 4.3: Verwendung von Holzrohstoffen in der energetischen Nutzung	97
Abbildung 4.4: Verwendung von Holzrohstoffen insgesamt	98
Abbildung 4.5: Holzeinsatz in der Möbelindustrie nach Möbelart in 2020 in m^3_{swe}	109
Abbildung 4.6: Holzrohstoffeinsatz in der Möbelindustrie in % (Basis: m^3_{swe})	109
Abbildung 4.7: Stoffstrommodell Holz für Deutschland 2015 (Basis: m^3_{swe})	111

5.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1:	Kaskadennutzung der Holzverwendung	14
Tabelle 2.1:	Anzahl der Sägewerksbetriebe und Einschnitt nach Einschnittgrößenklassen	20
Tabelle 2.2:	Input-Output-Bilanz und Marktsektoren der Sägeindustrie (2020)	25
Tabelle 2.3:	Anzahl und Kapazität der Holz- und Zellstoffindustrie	26
Tabelle 2.4:	Input-Output-Bilanz und Marktsektoren der Holz- und Zellstoffindustrie (2020)	30
Tabelle 2.5:	Anzahl der Betriebsstätten und Kapazität der Holzwerkstoffindustrie (2020)	31
Tabelle 2.6:	Input-Output-Bilanz und Marktsektoren der Holzwerkstoffindustrie (2020)	35
Tabelle 2.7:	Stammholzeinsatz in der Furnierindustrie nach Art der Furniere in m ³	36
Tabelle 2.8:	Rundholzeinsatz in der Sperrholzindustrie in Mio. m ³ _{swe}	37
Tabelle 2.9:	Input-Output-Bilanz und Marktsektoren der sonstigen Stammholz verarbeitenden Industrien (2020)	39
Tabelle 2.10:	Anlagenanzahl und Holzverbrauch getrennt nach FWL-Klassen	42
Tabelle 2.11:	Umrechnung von erfassten t_{utro} in m ³ _{swe}	43
Tabelle 2.12:	Anlagenanzahl und Holzverbrauch getrennt nach NWL- und FWL-Klassen (2019)	45
Tabelle 2.13:	Vergleich der eingesetzten Rohwaren in der energetischen Holznutzung (2020)	47
Tabelle 2.14:	Stichprobe und Grundgesamtheit der Befragung in privaten Haushalten (2018)	48
Tabelle 2.15:	Brennholznutzer nach Bewohnergruppen (2018)	48
Tabelle 2.16:	Bedeutung des Außenhandels für die Holzenergienutzung in Deutschland nach Sortimenten in Mio. t_{utro} (2020)	58
Tabelle 2.17:	Bedeutung des Außenhandels für die Holzenergienutzung in Deutschland nach Sortimenten in % zur Inlandsverwendung im Jahr 2020	58
Tabelle 2.18:	Input-Output-Bilanz und Marktsektoren der Energieholzprodukte (2020)	59
Tabelle 3.1:	Partielle Holzrohstoffbilanz für Nadelrundholz	63
Tabelle 3.2:	Partielle Holzrohstoffbilanz für Laubrundholz	65
Tabelle 3.3:	Partielle Holzrohstoffbilanz für Rundholz (Derbholz)	66
Tabelle 3.4:	Partielle Holzrohstoffbilanz für Waldrestholz	70
Tabelle 3.5:	Partielle Holzrohstoffbilanz für Rinde 2020	73
Tabelle 3.6:	Partielle Holzrohstoffbilanz für Sägenebenprodukte	81
Tabelle 3.7:	Partielle Holzrohstoffbilanz für sonstiges Industrierestholz	83
Tabelle 3.8:	Handels- und Marktvolumen von Entsorgungsbetrieben	86
Tabelle 3.9:	Anzahl der Betriebe und Handelsvolumen nach Größenklassen	87
Tabelle 3.10:	Handels- und Marktvolumen von Entsorgungsbetrieben	88
Tabelle 3.11:	Partielle Holzrohstoffbilanz für Altholz	88
Tabelle 4.1:	Aufkommens- und Verwendungssektoren der Holzrohstoffbilanzierung	94
Tabelle 4.2:	Holzrohstoffbilanz 2020	95
Tabelle 4.3:	Holzrohstoffbilanz aller Holzverwendungen	99
Tabelle 4.4:	Holzrohstoffbilanzen nach stofflicher und energetischer Holzverwendungen	101
Tabelle 4.5:	Sekundärinputraten holzwirtschaftlicher Nutzungen	106
Tabelle 4.6:	Kaskadenfaktoren holzwirtschaftlicher Nutzungen	107
Tabelle 4.7:	Holzrohstoffbilanz der Möbelindustrie 2020	110
Tabelle 5.1:	Angewandte Umrechnungsfaktoren zur Holzrohstoffbilanzierung	114
Tabelle 5.2:	Umrechnungsfaktoren für gelieferte Sortimente an Biomassefeuerungsanlagen	114
Tabelle 5.3:	Ascheanteil in % von m ³ _{swe}	115

5.6 Abkürzungsverzeichnis

BHD	Brusthöhendurchmesser (Stammdurchmesser von 7 cm über Rinde)
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BioMEG	Erneuerbare Bio-Monoethylenglykole
BioMPG	Erneuerbare Bio-Monopropylenglykole
BMA	Biomassefeuerungsanlage
BMFA	Biomassefeuerungsanlagen
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BtL	Biomass to Liquid (Treibstoffgewinnung aus Biomasse oder Biomasseverflüssigung).
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EFm	Erntefestmeter
Fm	Forstliche Bezeichnung für m ³
FWL	Feuerungswärmeleistung
HDF	High Density fibre boards (hoch verdichtete Faserplatten)
HPS	Holzpräferenzszenario
KUP	Kurzumtriebsplantagen
kW	Kilowatt
LDF	Low Density Fibre boards (gering verdichterte Faserplatten, Dämmstoffplatten)
MAP	Marktanreizprogramm
MDF	Medium Density Fibre boards (mitteldichte Faserplatten)
MW	Megawatt (1.000 kW)
NAWARO	Nachwachsende Rohstoffe
NWL	Nennwärmeleistung
m. R.	mit Rinde
o. R.	ohne Rinde
OSB	Oriented Strand Boards
PET	Polyethylenterephthalat (thermoplastischer Kunststoff)
Rm	Raummaß für geschichtetes Holz (1 Rm in Rinde = 0,8 Fm i. R. oder 0,7 Fm o. R.)
SRm	Schüttraummeter (1 SRm = 0,4 Fm)
tluro	Tonne im lufttrockenen Zustand
tatro	Tonne im absolut trockenen Zustand
UBA	Umweltbundesamt
Vfm	Vorratsfestmeter
WG	Wassergehalt
WPC	Wood Polymer Composites (Terrassendielen)
ZIV	Zentralinnungsverband

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

Folgen Sie uns:
www.fnr.de/social-media

Artikelnummer 1255
mediathek.fnr.de
FNR 2023