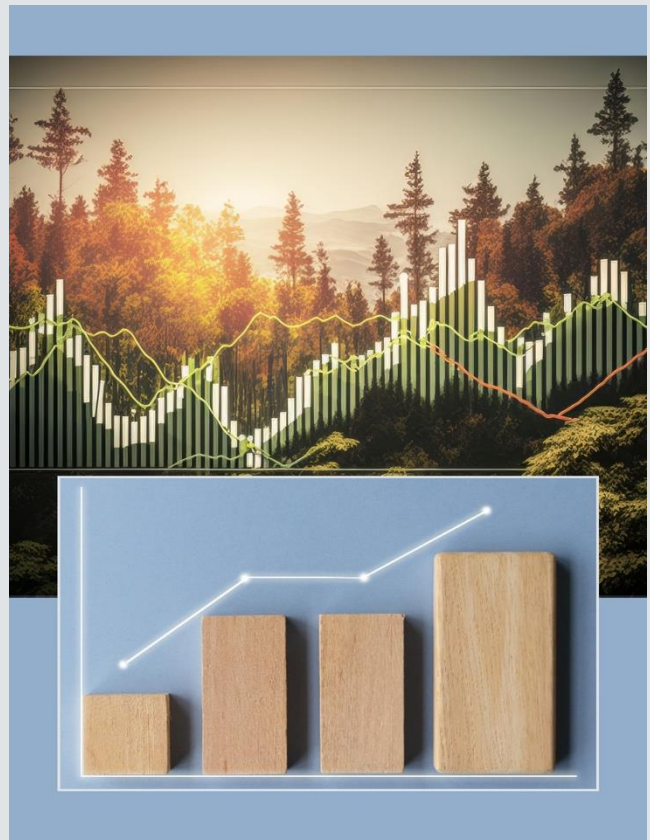


Holzwerkstoffindustrie 2021

Rohstoffmonitoring Holz

Sebastian Glasenapp,
Dominik Jochem



Thünen Working Paper 245

Dr. Sebastian Glasenapp
Dr. Dominik Jochem

Thünen-Institut für Waldwirtschaft
Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg
Tel.: 040 73962 302
E-Mail: [sebastian.glasenapp\(at\)thuenen.de](mailto:sebastian.glasenapp(at)thuenen.de)

Titelfoto: Collage - Thünen-Institut/Stefanie Stenner, © Robert - stock.adobe.com generiert mit KI, StaCheck
Photography - stock.adobe.com

Thünen Working Paper 245

Braunschweig/Germany, August 2024

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	ii
Abkürzungsverzeichnis	iii
Vorwort	iv
Zusammenfassung	v
Summary	v
1 Einleitung	1
2 Methode und Daten	1
2.1 Befragung sowie Rücklauf- und Erfassungsquoten	1
2.2 Imputation	2
2.3 Berechnung des Rohstoffeinsatzes	3
3 Ergebnisse	3
3.1 Entwicklung der Produktionsstandorte und Produktionslinien	3
3.2 Entwicklung der Produktionskapazität und des Produktionsvolumens	4
3.3 Entwicklung des Faserholzverbrauchs	7
3.4 Importanteil am Faserholzverbrauch	10
Glossar	10
Danksagung	12
Literaturverzeichnis	12
Anhang	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anzahl und Anteil der Rücklaufotypen	2
Tabelle 2:	Erfassungsquoten nach Produktionsvolumen und nach Standortanzahl	2
Tabelle 3:	Umrechnungsfaktoren zwischen dem Produktions- und eingesetztem Faserholzvolumen	3
Tabelle 4:	Entwicklung der Anzahl der Produktionsstandorte nach Produktgruppen	4
Tabelle 5:	Entwicklung der Anzahl der Produktionslinien nach Produktgruppen	4
Tabelle 6:	Entwicklung der Produktionskapazitäten nach Produktgruppen	4
Tabelle 7:	Entwicklung der Produktionskapazität und des Produktionsvolumens nach Produktgruppen	6
Tabelle 8:	Entwicklung des Faserholzverbrauchs nach Produktgruppen	7
Tabelle 9:	Entwicklung des Faserholzverbrauchs nach der Art des Rohstoffes	7
Tabelle 10:	Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach Produktgruppen und der Art des Rohstoffes	8
Tabelle 11:	Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach der Art des Rohstoffes und Produktgruppen	9
Tabelle 12:	Importanteile der verbrauchten Holzrohstoffe im Jahr 2021	10
Tabelle 13:	Holzrohstoffbezug im Jahr 2021	10
Tabelle 14:	Altholzkategorien A I bis A IV	10

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Produktionskapazitäten für Spanplatten, OSB und LDF/MDF/HDF	5
Abbildung 2:	Entwicklung der Kapazitätsauslastung insgesamt	6
Abbildung 3:	Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach Produktgruppen und der Art des Rohstoffes	8
Abbildung 4:	Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach der Art des Rohstoffes und Produktgruppen	9
Anhang Abbildung 1:	Fragebogen zum Stichjahr 2021	13

Abkürzungsverzeichnis

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fm	Festmeter
HDF	Hochdichte Faserplatte
LDF	Low Density Fibreboard (Leichte Faserplatte)
m. R.	Mit Rinde
m ³	Kubikmeter
MDF	Mitteldichte Faserplatte
o. R.	Ohne Rinde
OSB	Oriented Strand Board
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCT	Polychlorierte Terphenyle
RMH	Rohstoffmonitoring Holz
SNP	Sägenebenprodukte (wie z. B. Späne)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VHI	Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie

Vorwort

Das "Rohstoffmonitoring Holz" verfolgt das Ziel die Produktionskapazitäten, die Produktion und den Holzrohstoffbedarf der Holzindustrie sowie die energetische Verwendung von Holzrohstoffen regelmäßig zu erfassen. Seit dem Jahr 2022 liegt die Federführung dieser Aufgabe beim Thünen-Institut für Waldwirtschaft. Gefördert aus Bundesmitteln und fachlich unterstützt vom Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie, setzt die vorliegende Studie die langjährigen Vorarbeiten unter der Federführung von Prof. Mantau (Universität Hamburg & Firma INFRO e. K.) sowie des Thünen-Instituts fort.

Die vorliegende Studie bildet einen Teilbereich des Rohstoffmonitorings Holz ab. Im Rohstoffmonitoring Holz werden neben der Holzwerkstoffindustrie u.a. auch rohholzeinschneidende Betriebe, die Holzstoff- und Zellstoffindustrie, Biomassefeuerungsanlagen und auch private Haushalte betrachtet.

Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde eine umfassende Befragung aller potenziellen Hersteller von Holzwerkstoffplatten¹ in Deutschland durchgeführt. Ziel war es detaillierte Informationen zu Produktionskapazitäten, Produktionsvolumen und Rohstoffnutzung für das Bezugsjahr 2021 zu erfassen. Die Rücklaufquote der Befragung betrug 65,7 %, die Erfassungsquote lag bei 90,9 %. Zur Ergänzung fehlender Daten wurden standardisierte Imputationsverfahren genutzt, wobei sowohl externe Quellen als auch die vorliegenden Befragungsdaten herangezogen wurden.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass im Jahr 2021 an 22 Standorten in Deutschland in insgesamt 28 Produktionslinien Holzwerkstoffplatten hergestellt wurden. Die Gesamtproduktionskapazität der Holzwerkstoffindustrie in Deutschland belief sich auf über 12,6 Millionen Kubikmeter. Die durchschnittliche Kapazitätsauslastung lag bei 93 %. Die Produktion von Spanplatten zeigt im Vergleich zu früheren Erhebungen seit 2010 eine leichte Abnahme, während die Produktion von Faserplatten (LDF/MDF/HDF) und OSB relativ stabil blieb.

Der Faserholzverbrauchs blieb im Jahr 2021 im Vergleich zum Vorjahr stabil. Die dominierenden Holzrohstoffe waren Sägenebenprodukte und Nadelindustrieholz. Der Importanteil am Faserholzverbrauch betrug lediglich 1,8 %. Die vorliegende Studie bietet einen aktuellen Einblick in die Situation der deutschen Holzwerkstoffindustrie hinsichtlich Kapazitäten, Produktion und Rohstoffeinsatz und trägt zur wissenschaftlichen Erfassung und Analyse der Entwicklungen in diesem Sektor bei.

Schlüsselwörter: Holzwerkstoffe, Holzwerkstoffindustrie, Kapazität, Produktion, Spanplatten, Faserplatten, OSB

Summary

As part of the present investigation, a comprehensive survey of all potential manufacturers of wood-based panels² in Germany was conducted. The aim was to gather detailed information on production capacities, production volumes, and raw material usage. The response rate of the survey was 65.7 %, with a capture rate of 90.9 %. Standardized imputation procedures were used to complement missing data, utilizing both external sources and the available survey data.

The results of the study indicate that in 2021, wood-based panels were manufactured at 22 locations in Germany, comprising a total of 28 production lines. The total production capacity of the wood-based panel industry in Germany amounted to over 12.6 million cubic meters. The average capacity utilization rate was 94 %. The production of particleboard showed a slight decrease since 2010, while the production of fiberboards (LDF/MDF/HDF) and OSB remained relatively stable.

The consumption of fiberwood remained stable in 2021 compared to the previous year. The dominant raw materials were sawmill residues and industrial wood. The import share in fiberwood consumption was only 1.8 %. The present study provides a current insight into the situation of the German wood-based panel industry regarding capacities, production and raw material consumption and contributes to the scientific understanding and analysis of developments in this sector.

Keywords: Wood-based materials, Wood-based industry, Capacity, Production, Particleboards, Fiberboards, Oriented Strand Board (OSB)

¹ Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung umfasst der Begriff Holzwerkstoffplatten sowohl Spanplatten als auch OSB und Faserplatten. Sperrholzplatten sind nicht enthalten.

² In the context of the present study, the term wood-based panels includes both particleboard and OSB, as well as fiberboard. Plywood panels are not included.

1 Einleitung

Im Jahr 1999 wurde unter dem Titel "Standorte der Holzwirtschaft" auf Bestreben von Holzmarktteilnehmern und unter Leitung von Prof. Udo Mantau ein Forschungsvorhaben begonnen, das bis heute als "Rohstoffmonitoring Holz" (RMH) fortgeführt wird. Ziel ist es, die Produktionskapazitäten und die Produktion der ersten Verarbeitungsstufe von Holz (d. h. der Sägeindustrie, der Holzwerkstoffindustrie und der Holz- und Zellstoffindustrie) und deren Holzrohstoffbedarf sowie die energetische Verwendung von Holzrohstoffen (d. h. in Privathaushalten und Biomassefeuerungsanlagen) regelmäßig zu erfassen. Dies ist erforderlich, da die verfügbaren offiziellen Statistiken zum Teil erhebliche Lücken aufweisen. Seit dem Jahr 2022 hat das Thünen-Institut für Waldwirtschaft die Federführung des RMH als neue Daueraufgabe übernommen. Bei der Fortführung wird an die langjährigen Vorarbeiten angeschlossen, die an der Universität Hamburg unter Federführung von Prof. Udo Mantau, der Firma INFRO sowie dem Thünen-Institut geleistet wurden.

Die vorliegende Studie wurde aus Bundesmitteln finanziert und vom Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie (VHI) fachlich unterstützt. Zwecks Wahrung der Anschlussfähigkeit der vorliegenden Studie an die genannten Vorarbeiten von Prof. Mantau bzw. der Universität Hamburg und der Firma INFRO ist sowohl die Struktur des Berichts als auch der Aufbau der Tabellen an den letzten Bericht zur Holzwerkstoffindustrie (Döring et al. 2021) angelehnt.

2 Methode und Daten

2.1 Befragung sowie Rücklauf- und Erfassungsquoten

Für die vorliegende Untersuchung zum Stichjahr 2021 wurde eine Befragung aller potenziellen Hersteller von Holzwerkstoffplatten in Deutschland durchgeführt. Der Adressbestand für diese Erhebung umfasste 35 mögliche Standorte. An alle Standorte wurden schriftliche Befragungsunterlagen versandt, um Informationen zu den Produktionskapazitäten und -volumina, den verwendeten Holzrohstoffen und den Anteilen an importiertem Rohholz zu erhalten. Hinsichtlich der Produktionskapazitäten und -volumina wurden verschiedene Produktgruppen unterschieden, darunter Spanplatten, OSB, MDF/HDF und LDF. Bei den verwendeten Holzsortimenten wurde zwischen Nadel-Industrieholz, Laub-Industrieholz, Sägenebenprodukte, Gebrauchtholz/Altholz und Industrierestholz unterschieden (Fragebogen s. Anhang).

Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Rücklauf der Befragung. Von den 35 befragten Standorten gaben in der schriftlichen Erhebung 20 Standorte an, Holzwerkstoffplatten hergestellt zu haben. 3 Standorte gaben an, keine Holzwerkstoffplatten in Deutschland zu produzieren. Von 12 Standorten konnte zunächst keine schriftliche Rückmeldung eingeholt werden. Die schriftliche Rücklaufquote beträgt somit 65,7 %. Die anschließenden Recherchen haben gezeigt, dass an 2 der zunächst nicht erreichten Standorte im Jahr 2021 Holzwerkstoffplatten produziert wurden. Im Ergebnis zeigt sich, dass an 62,9 % der angeschriebenen Adressen Holzwerkstoffe produziert wurden.

Tabelle 1: Anzahl und Anteil der Rücklaufotypen

Rücklaufotypen		Anzahl	%
Befragungsergebnis	Holzwerkstoffhersteller	20	57,1
	keine Holzwerkstoffhersteller	3	8,6
	nicht erreichte Betriebe	12	34,3
Insgesamt		35	100,0
Recherche d. nicht erreichten Betriebe	...davon Holzwerkstoffhersteller	2	16,7
	...davon keine Holzwerkstoffhersteller	10	83,3
	Insgesamt	12	100,0
Ergebnis	Holzwerkstoffhersteller	22	62,9
	keine Holzwerkstoffhersteller	13	37,1
	Insgesamt	35	100,0

Quelle: Eigene Berechnungen

Für die 22 aktiven Holzwerkstoffhersteller wurden Erfassungsquoten sowohl nach Produktionsvolumen als auch nach Standortanzahl berechnet. Hintergrund für die Berechnung von Erfassungsquoten ist, dass nicht alle Holzwerkstoffhersteller an der Befragung teilnahmen. Die Daten dieser mussten über geeignete Verfahren (s. Kapitel 2.2) im Datensatz ergänzt werden. Die im Folgenden genannten Rücklaufquoten geben Aufschluss darüber, welcher Anteil an Betrieben an der Befragung teilnahm.

Beim Produktionsvolumen, gemessen in empirisch erfasster Produktion in Kubikmeter Produkt dividiert durch die gesamte Produktion in Kubikmeter Produkt, liegt die Erfassungsquote über alle Produktgruppen bei 90,3 %. Gemessen an der Standortanzahl³ beträgt die Erfassungsquote 90,9 % (s. Tabelle 2). Im Ergebnis zeigt sich folglich, dass mehr als 90 % der Betriebe der Holzwerkstoffindustrie an der Befragung teilnahmen.

Tabelle 2: Erfassungsquoten nach Produktionsvolumen und nach Standortanzahl

Produktgruppe	Produktionsvolumen	Standortanzahl
	%	%
Spanplatte	92,3	91,7
MDF/HDF	80,5	81,8
LDf	100,0	100,0
OSB	100,0	100,0
Mittel	90,3	90,9

Quelle: Eigene Berechnungen

2.2 Imputation

Fehlende Informationen im Datensatz wurden nachträglich vervollständigt. Grundsätzlich wurde dabei versucht fehlende Werte über möglichst aktuelle, externe Quellen (Döring et al., 2017; WBPIonline, 2020, WBPIonline, 2023) zu imputieren. Ein besonderes Augenmerk lag auf externen Angaben zu den Produktionskapazitäten als Ausgangspunkt für weitere Schätzungen.

³ Die Erfassungsquote nach Standortanzahl wird für die einzelnen Produktgruppen auf Basis der vorhandenen Kapazitäten an den jeweiligen Standorten berechnet.

Jahresspezifische Detailinformationen (bspw. zu tatsächlichem Produktionsvolumen oder Holzrohstoffeinsatz) konnten häufig nicht durch Recherchen ermittelt werden. Daher wurden fehlende Informationen auch über die vorliegenden Befragungsdaten geschätzt. Bei der Schätzung über Befragungsdaten wurde immer nach Produktgruppen (d. h. Spanplatte, MDF/HDF, LDF und OSB) differenziert und fehlende Angaben eines Betriebes mithilfe verfügbarer Informationen von Betrieben aus der gleichen Produktgruppe hergeleitet. Im Folgenden wird das Vorgehen zur Imputation genauer beschrieben:

- (1) Sofern die Recherche nicht erfolgreich war, wurden fehlende Werte für die Produktionskapazität anhand der tatsächlichen Produktion und Informationen zur durchschnittlichen Kapazitätsauslastung ermittelt. Sofern für Betriebe einer Produktgruppe nur wenige empirisch gesicherte Angaben (d. h. < 2 Angaben) zur Kapazitätsauslastung verfügbar waren, wurde die tatsächliche Produktion mit der Produktionskapazität desselben Betriebes gleichgesetzt.
- (2) Fehlende Werte zur tatsächlichen Produktion eines Produktes wurden anhand der Produktionskapazität und durchschnittlichen Kapazitätsauslastung aller Betriebe einer Produktgruppe hergeleitet.
- (3) Fehlende Angaben zum Rohstoffeinsatz, Importanteil, Rindenanteil und Entfernungen für den Rohstoffbezug wurden anhand der jeweiligen prozentualen Durchschnittswerte aus den Befragungsdaten hergeleitet. Für die Berechnung der prozentualen Durchschnittswerte wurde eine Mengengewichtung vorgenommen, um den unterschiedlichen Produktionsmengen der Betriebe gerecht zu werden.

2.3 Berechnung des Rohstoffeinsatzes

Zwecks Vereinfachung des Fragebogens wurden keine absoluten Mengen der eingesetzten Holzrohstoffe, sondern prozentuale Anteile am Gesamtproduktionsvolumen in Kubikmeter Produkt abgefragt. Zur Berechnung des Einsatzes von Faserholz für die Gesamtproduktion wurden Umrechnungsfaktoren analog zu Döring et al. (2021) bzw. FAO et al. (2020) verwendet (s. Tabelle 3). Aufgrund der Änderungen in der Faserdichte (bspw. Verdichtung) im Rahmen des Produktionsprozesses beträgt das eingesetzte Faserholzvolumen je nach Produktgruppe durchschnittlich das 0,6 bis 1,7-fache des Produktionsvolumens.

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren zwischen dem Produktions- und eingesetztem Faserholzvolumen

Produktgruppe	Faserholz (Fm) pro Produktion (m ³ Produkt)
Spanplatte	1,3
MDF/HDF	1,7
LDF	0,6
OSB	1,3

Quellen: Nach Döring et al. (2021) basierend auf FAO et al. (2020)

3 Ergebnisse

3.1 Entwicklung der Produktionsstandorte und Produktionslinien

Es zeigt sich, dass im Jahr 2021 in Deutschland an 22 Standorten und in 28 Produktionslinien Holzwerkstoffplatten hergestellt wurden (s. Tabelle 4 und Tabelle 5). An 8 Standorten erfolgte ausschließlich die Produktion von Spanplatten, während an 4 weiteren Standorten Spanplatten in Kombination mit OSB oder MDF/HDF hergestellt wurden. OSB wurde an 3 Standorten in Verbindung mit Spanplatten oder MDF/HDF produziert. MDF/HDF wurde an 11 Standorten hergestellt, davon an 6 Standorten ausschließlich. LDF wurde an 2 Standorten produziert. Seit dem Jahr 2020 hat sich die Anzahl der Produktionsstandorte in Summe nicht verändert. Eine leichte Änderung gibt es lediglich bei den kombinierten Produktionsstandorten von OSB und MDF/HDF bzw. OSB, MDF/HDF und LDF (s. Tabelle 4).

Tabelle 4: Entwicklung der Anzahl der Produktionsstandorte nach Produktgruppen

Produktgruppe	2020		2021		Entwicklung	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Spanplatte	8	36,4	8	36,4	+0	+0,0
MDF/HDF	6	27,3	6	27,3	+0	+0,0
LDF	2	9,1	2	9,1	+0	+0,0
Spanplatte und OSB	1	4,5	1	4,5	+0	+0,0
Spanplatte und MDF/HDF	3	13,6	3	13,6	+0	+0,0
OSB und MDF/HDF	1	4,5	2	9,1	+1	+100,0
OSB, MDF/HDF und LDF	1	4,5	0	0,0	-1	-100,0
Insgesamt	22	100	22	100	+0	+0,0

Quellen: Döring et al. (2021) und eigene Erhebung

Tabelle 5: Entwicklung der Anzahl der Produktionslinien nach Produktgruppen

Produktgruppe	2020		2021		Entwicklung	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Spanplatte	12	41,4	12	42,9	+0,0	+0,0
MDF/HDF	11	37,9	11	39,3	+0,0	+0,0
LDF	3	10,3	2	7,1	-1,0	-33,3
OSB	3	10,3	3	10,7	+0,0	+0,0
Insgesamt	29	100,0	28	100,0	-1,0	-3,4

Quellen: Döring et al. (2021) und eigene Erhebung

3.2 Entwicklung der Produktionskapazität und des Produktionsvolumens

Die Produktionskapazität der Spanplattenhersteller im Jahr 2021 i. H. v. 6,0 Mio. m³ hat bei gleichbleibender Anzahl der Produktionslinien im Vergleich zum Jahr 2020 leicht zugenommen. Die LDF/MDF/HDF-Produzenten⁴ hatten im Jahr 2021 eine Produktionskapazität von 5,3 Mio. m³. Die Kapazität für OSB betrug im Jahr 2021 etwa 1,3 Mio. m³.

Tabelle 6: Entwicklung der Produktionskapazitäten nach Produktgruppen

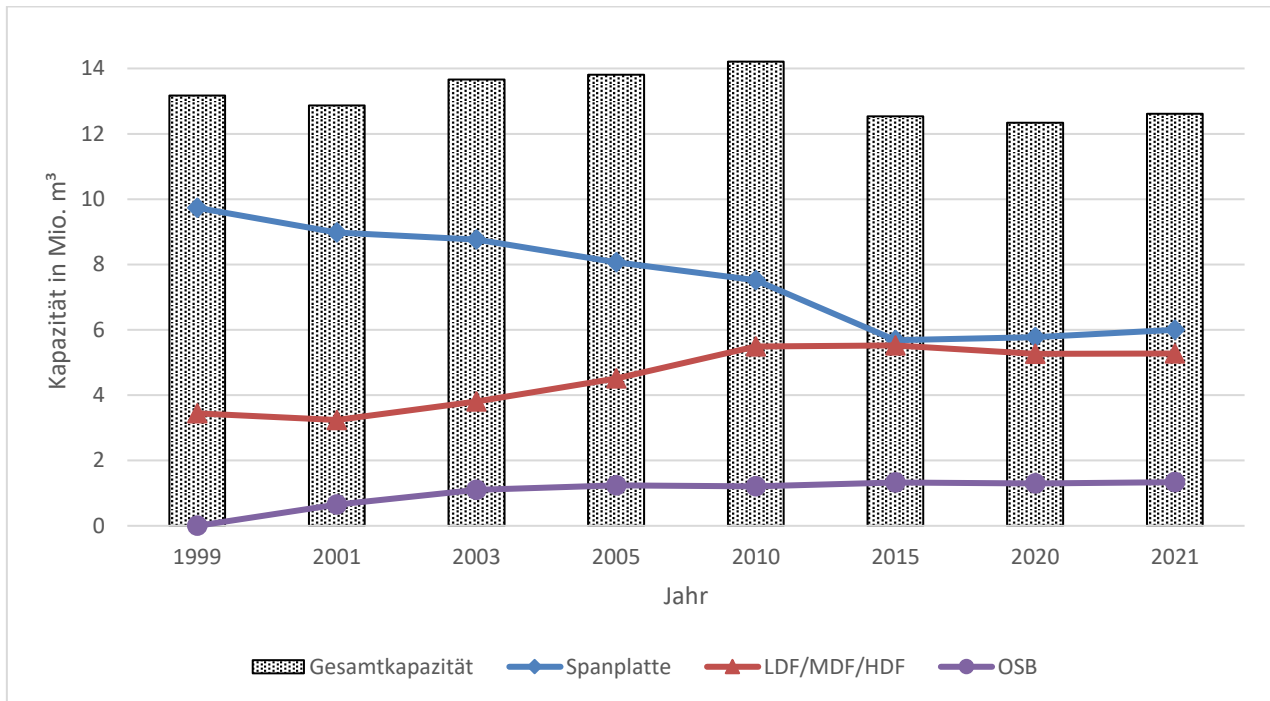
Jahr	Spanplatte	LDF/MDF/HDF	OSB	Insgesamt
	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³
1999	9,735	3,440	0,000	13,175
2001	8,974	3,240	0,650	12,864
2003	8,758	3,800	1,105	13,663
2005	8,062	4,513	1,235	13,810
2010	7,519	5,486	1,207	14,212
2015	5,683	5,521	1,328	12,532
2020	5,778	5,262	1,297	12,337
2021	6,004	5,275	1,336	12,614

Quellen: Mantau et al. (2002), Mantau und Sörgel (2004), Sörgel und Mantau (2006), Mantau (2012), Döring et al. (2017), Döring et al. (2021) und eigene Erhebung

⁴ Im Vergleich zu früheren Studien werden die Produktgruppen MDF/HDF und LDF aus Datenschutzgründen zusammengefasst.

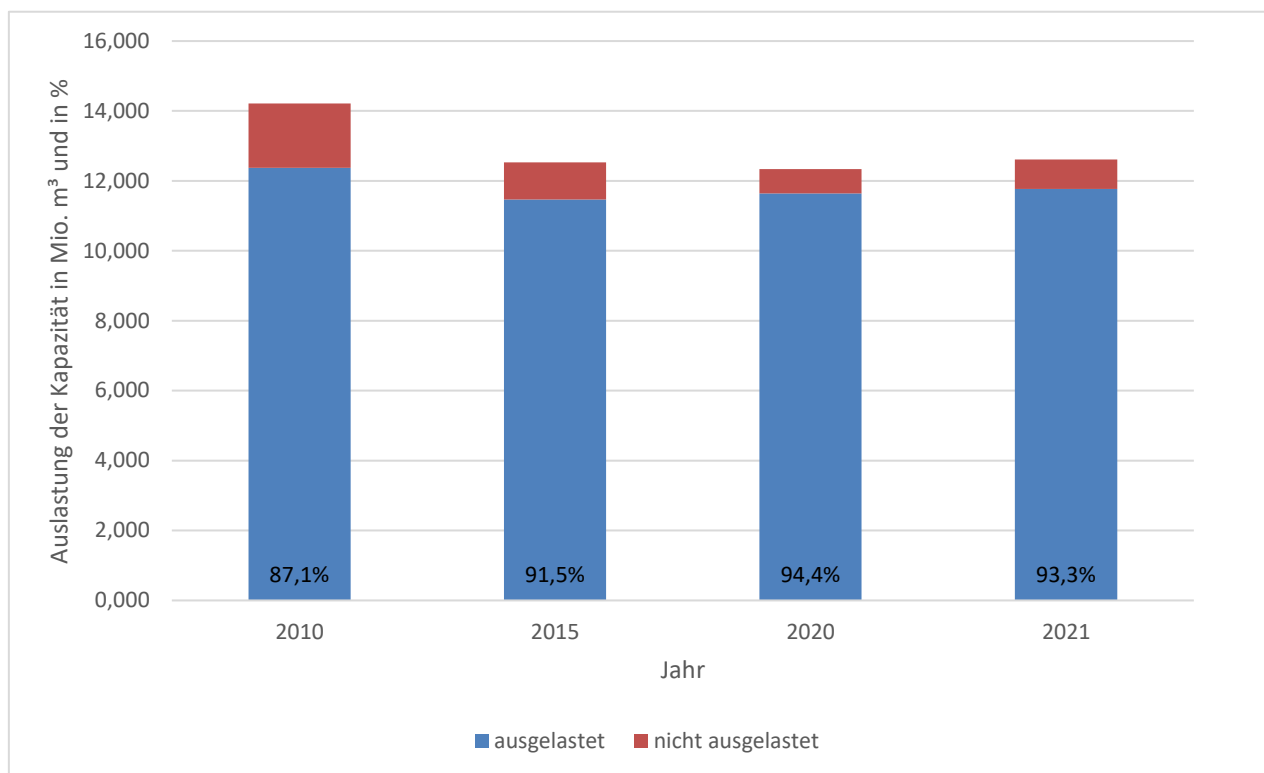
Zwischen den Jahren 1999 und 2021 lag die Gesamtproduktionskapazität zwischen 12,3 Mio. m³ und 14,2 Mio. m³. Nach dem Jahr 2010 ist die Gesamtkapazität leicht rückläufig und liegt aktuell bei etwas über 12,6 Mio. m³. Ferner gab es strukturelle Verschiebungen zwischen den Produktgruppen (s. auch Abbildung 1). Die Produktionskapazität von Spanplatten sank seit dem Jahr 1999 um etwa 38 %. In den letzten sechs Jahren blieb die Produktionskapazität für Spanplatten jedoch relativ stabil bzw. nahm leicht zu. Bis zum Jahr 2010 wurden die Kapazitäten für LDF/MDF/HDF und OSB etwas ausgebaut und sind seitdem nahezu unverändert.

Abbildung 1: Entwicklung der Produktionskapazitäten für Spanplatten, OSB und LDF/MDF/HDF



Quellen: Mantau et al. (2002), Mantau und Sörgel (2004), Sörgel und Mantau (2006), Mantau (2012), Döring et al. (2017), Döring et al. (2021) und eigene Erhebung

Im Jahr 2010 lag die durchschnittliche Kapazitätsauslastung bei 87,1 % und stieg bis ins Jahr 2015 auf 91,5 %. In den Jahren 2020 und 2021 stieg die durchschnittliche Auslastung auf ein Niveau von 93 % bis 94 % (s. Abbildung 2).

Abbildung 2: Entwicklung der Kapazitätsauslastung insgesamt

Quellen: Mantau (2012), Döring et al. (2017), Döring et al. (2021) und eigene Erhebung

Im Jahr 2021 wurden 5,6 Mio. m³ Spanplatten hergestellt (s. Tabelle 7). Die LDF/MDF/HDF Produktion lag im Jahr 2021 bei 4,9 Mio. m³, während sich die Produktionsmenge von OSB (1,3 Mio. m³) im Vergleich zum Jahr 2020 kaum veränderte. Im Betrachtungszeitraum von 2010 bis 2021 ist erkennbar, dass das produzierte Volumen von Spanplatten um etwa 1,5 Mio. m³ abnahm. Die Produktion von Faserplatten (LDF/MDF/HDF) und OSB blieb relativ konstant.

Tabelle 7: Entwicklung der Produktionskapazität und des Produktionsvolumens nach Produktgruppen

	Produktgruppe	2010	2015	2020	2021
Kapazität in Mio. m ³	Spanplatte	7,519	5,683	5,778	6,004
	LDF/MDF/HDF	5,486	5,521	5,262	5,275
	OSB	1,207	1,328	1,297	1,336
	Insgesamt	14,212	12,532	12,337	12,614
Produktion in Mio. m ³	Spanplatte	6,098	5,393	5,259	5,575
	LDF/MDF/HDF	5,090	4,844	5,122	4,900
	OSB	1,188	1,227	1,263	1,295
	Insgesamt	12,376	11,464	11,644	11,769
Auslastung in Prozent	Spanplatte	81,1	94,9	91,0	92,9
	LDF/MDF/HDF	92,8	87,7	97,3	92,9
	OSB	98,4	92,4	97,4	96,9
	Mittel	87,1	91,5	94,4	93,3

Quellen: Mantau (2012), Döring et al. (2017), Döring et al. (2021) und eigene Erhebung

3.3 Entwicklung des Faserholzverbrauchs

Im Jahr 2021 lag der Faserholzverbrauch der Holzwerkstoffindustrie insgesamt auf einem sehr ähnlichen Niveau wie im Jahr 2020 (s. Tabelle 8). Bei der Produktion von Spanplatten wurden 7,2 Millionen Kubikmeter Faserholz verwendet, was 45,6 % des gesamten Faserholzverbrauchs der Holzwerkstoffindustrie ausmachte. Die Herstellung von Faserplatten (LDF/MDF/HDF) verbrauchte 7,0 Millionen Festmeter Holz (43,8 % des gesamten Holzverbrauchs). Die Produktion von OSB benötigte 1,7 Millionen Festmeter Holz.

Tabelle 8: Entwicklung des Faserholzverbrauchs nach Produktgruppen

Produktgruppe	2020		2021		Entwicklung		Punkte
	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	
Spanplatte	6,837	43,4	7,248	45,6	+0,411	+6,0	+2,2
LDF/MDF/HDF	7,289	46,2	6,965	43,8	-0,324	-4,4	-2,4
OSB	1,642	10,4	1,683	10,6	+0,041	+2,5	+0,2
Insgesamt	15,768	100,0	15,896	100,0	+0,128	+0,8	+0,0

Quellen: Döring et al. 2021 und eigene Erhebung

Die Verteilung des Faserholzverbrauchs auf die verschiedenen Holzsortimente im Jahr 2021 weicht in Teilen deutlich von der Verteilung im Jahr 2020 ab (s. Tabelle 9). Neben den Sägenebenprodukten (ca. 5,9 Mio. Festmeter) war nun auch das Nadelindustrieholz (ca. 5,8 Mio. Festmeter) eines der dominierenden Faserholzsortimente in der Holzwerkstoffindustrie. In Summe liegt der Anteil dieser beiden Sortimente am Gesamtverbrauch bei 73,5 %. Relativ betrachtet stieg der Verbrauch von Nadel- und Laubindustrieholz jeweils um ca. 30 %. Der Verbrauch von Altholz belief sich auf 2,8 Millionen Festmeter (17,7 % des Gesamtverbrauchs) und zeigte eine Steigerung um 13,9 %. Im Gegensatz dazu sank der Verbrauch von Sägenebenprodukten relativ betrachtet im Vergleich zum Jahr 2020 um 21,4 % und der Verbrauch von Sonstigem Industrierestholz um 15,7 %.

Tabelle 9: Entwicklung des Faserholzverbrauchs nach der Art des Rohstoffes

Art des Rohstoffes	2020		2021		Entwicklung		Punkte
	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	
NH-Industrieholz o. R.	4,544	28,8	5,782	36,4	+1,238	+27,3	+7,6
LH-Industrieholz o. R.	0,592	3,8	0,768	4,8	+0,176	+29,8	+1,1
Sägenebenprodukte	7,504	47,6	5,896	37,1	-1,608	-21,4	-10,5
Gebraucht-/Altholz	2,473	15,7	2,816	17,7	+0,343	+13,9	+2,0
Sonstiges Industrierestholz	0,446	2,8	0,376	2,4	-0,070	-15,7	-0,5
Rinde	0,208	1,3	0,257	1,6	+0,049	+23,7	+0,3
Insgesamt	15,767	100,0	15,896	100,0	+0,129	+0,8	+0,0

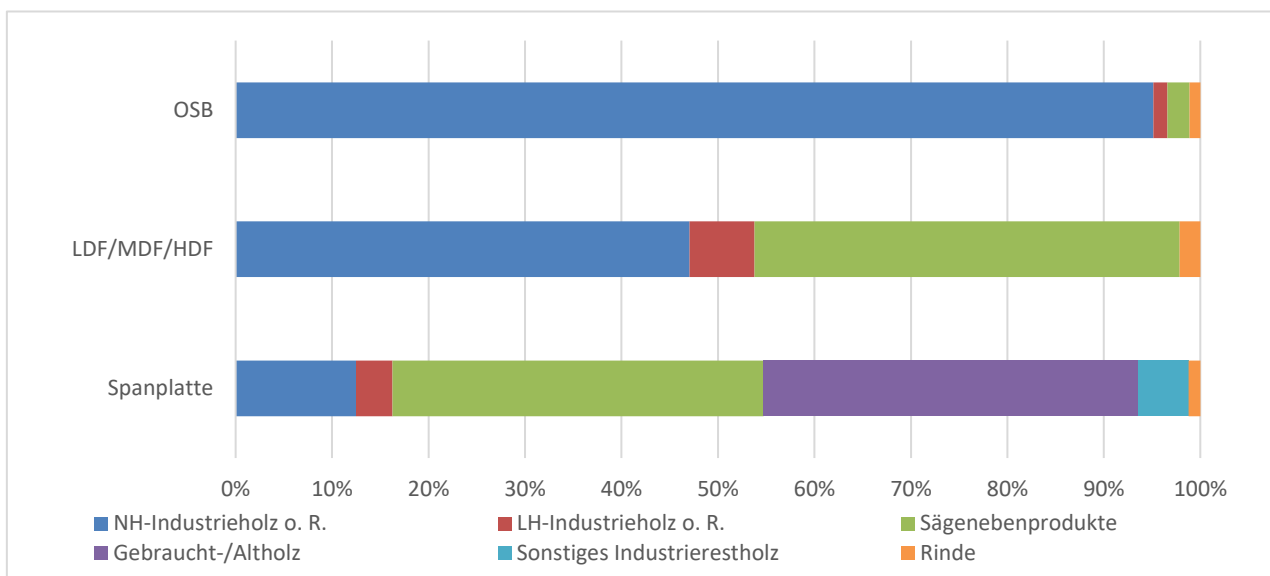
Quellen: Döring et al. 2021 und eigene Erhebung

In Tabelle 10 bzw. Abbildung 3 werden die verwendeten Holzsortimente im Jahr 2021 nach den Produktgruppen aufgeschlüsselt dargestellt. Spanplattenhersteller verwendeten jeweils 2,8 Millionen Festmeter Sägenebenprodukte und Gebraucht-/Altholz (jew. ca. 39 %), 0,9 Millionen Festmeter Nadelindustrieholz (12,5 %) sowie geringfügige Mengen anderer Sortimente. OSB-Hersteller verwendeten hauptsächlich Nadelindustrieholz als Rohstoff (95,1 %). Produzenten von Faserplatten (LDF/MDF/HDF) nutzten überwiegend Nadelindustrieholz und Sägenebenprodukte (47,1 % bzw. 44,1 %).

Tabelle 10: Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach Produktgruppen und der Art des Rohstoffes

Art des Rohstoffes	Spanplatte		LDF/MDF/HDF		OSB	
	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%
NH-Industrieholz o. R.	0,903	12,5	3,277	47,1	1,602	95,1
LH-Industrieholz o. R.	0,275	3,8	0,469	6,7	0,024	1,4
Sägenebenprodukte	2,788	38,5	3,068	44,1	0,039	2,3
Gebraucht-/Altholz	2,816	38,9	0,000	0,0	0,000	0,0
Sonstiges Industrierestholz	0,376	5,2	0,000	0,0	0,000	0,0
Rinde	0,088	1,2	0,150	2,2	0,019	1,1
Insgesamt	7,248	100,0	6,965	100,0	1,683	100,0

Quelle: Eigene Erhebung

Abbildung 3: Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach Produktgruppen und der Art des Rohstoffes

Quelle: eigene Erhebung

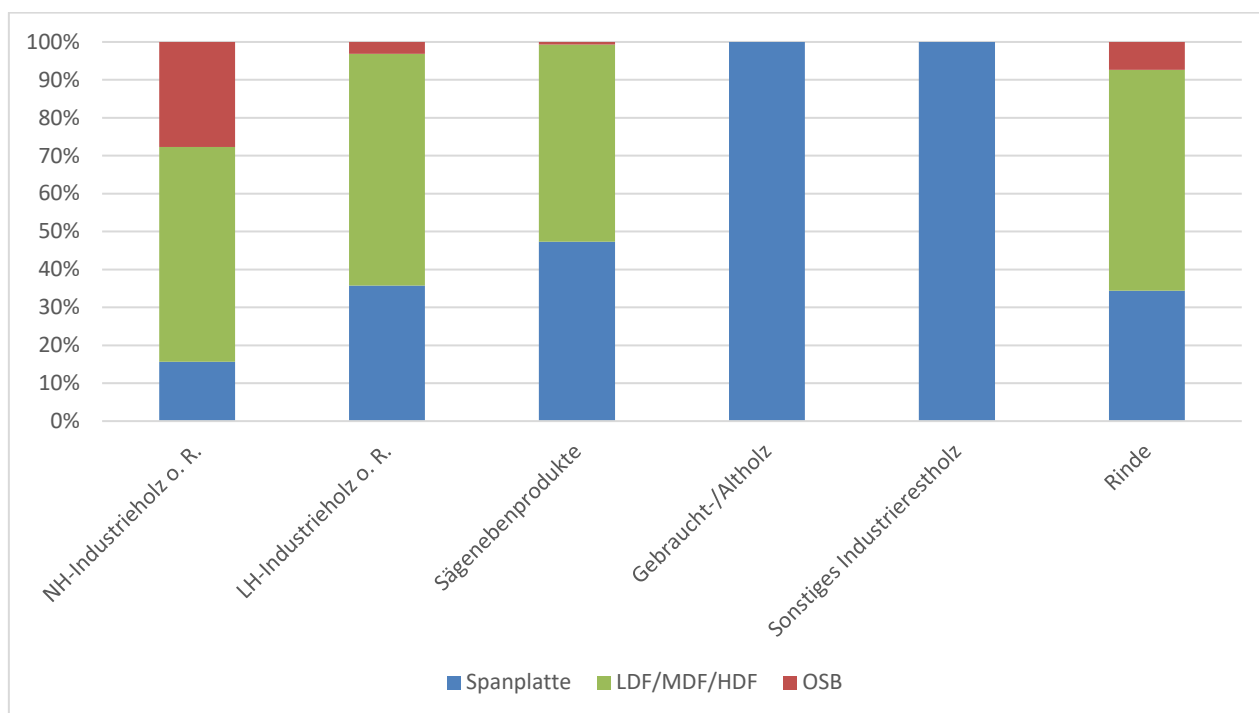
Im Folgenden wird die Verwendung der Holzrohstoffe im Jahr 2021 anteilig, nach den verschiedenen Produktgruppen aufgeschlüsselt dargestellt (s. Tabelle 11 bzw. Abbildung 4). Demnach wurde Nadelindustrieholz für die Herstellung aller Produktgruppen verwendet. Etwa 56,7 % des in Summe eingesetzten Nadelindustrieholzes entfiel auf die Produktion von Faserplatten (LDF/MDF/HDF). Etwa 27,7 % entfielen auf die Produktion von OSB. Laubindustrieholz wurde mit einem Anteil von 61,1 % ebenfalls hauptsächlich für die Herstellung von Faserplatten (LDF/MDF/HDF) eingesetzt. Sägenebenprodukte wurden in ähnlicher Größenordnung in der Spanplattenherstellung (47,3 %) und Faserplatten-Produktion (52,0 %) eingesetzt. Gebraucht-/Altholz und das Sonstige Industrierestholz wurden ausschließlich für die Spanplattenherstellung genutzt. Der Einsatz von Rinde in der Holzwerkstoffindustrie ist sehr gering. Der Einsatz verteilt sich zu 58,3 % auf die Faserplattenproduktion und zu 34,4 % auf die Spanplattenproduktion. Nur marginale Mengen werden in der OSB-Produktion eingesetzt (7,3 % der Rinde). Es ist zu beachten, dass dies nicht den Einsatz loser Rinde darstellt, sondern auf industrielle Praxis zurückzuführen ist, bei der bestimmte Industrierestholzsortimente vor der Verarbeitung nicht vollständig entrindet wurden (vgl. Döring et al. 2021).

Tabelle 11: Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach der Art des Rohstoffes und Produktgruppen

Art des Rohstoffes	Spanplatte		LDF/MDF/HDF		OSB		Summe
	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	
NH-Industrieholz o. R.	0,903	15,6	3,277	56,7	1,602	27,7	100
LH-Industrieholz o. R.	0,275	35,8	0,469	61,1	0,024	3,1	100
Sägenebenprodukte	2,788	47,3	3,068	52,0	0,039	0,7	100
Gebraucht-/Altholz	2,816	100,0	0,000	0,0	0,000	0,0	100
Sonstiges Industrierestholz	0,376	100,0	0,000	0,0	0,000	0,0	100
Rinde	0,088	34,4	0,150	58,3	0,019	7,3	100
Insgesamt	7,248	45,6	6,965	43,8	1,683	10,6	100

Quelle: eigene Erhebung

Abbildung 4: Faserholzverbrauch im Jahr 2021 nach der Art des Rohstoffes und Produktgruppen



Quelle: eigene Erhebung

3.4 Importanteil am Faserholzverbrauch

Im Jahr 2021 wurden 98,2 % der verbrauchten Holzrohstoffe aus dem Inland bezogen, während lediglich 1,8 % (bzw. 0,3 Mio. m³) importiert wurden (s. Tabelle 12). Der Anteil der Importe variierte je nach Sortiment zwischen 0 % und 7,3 %. Importanteile wurden ausschließlich bei Altholz (7,3 %), Nadelindustrieholz (0,8 %) und bei Sägenebenprodukten (0,4 %) verzeichnet.

Tabelle 12: Importanteile der verbrauchten Holzrohstoffe im Jahr 2021

Art des Rohstoffes	Import		Inlandbezug		Insgesamt	
	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%	Mio. Fm	%
NH-Industrieholz o. R.	0,045	0,8	5,737	99,2	5,782	100
LH-Industrieholz o. R.	0,000	0,0	0,768	100,0	0,768	100
Sägenebenprodukte	0,026	0,4	5,869	99,6	5,896	100
Gebraucht-/Altholz	0,207	7,3	2,610	92,7	2,816	100
Sonstiges Industrierestholz	0,000	0,0	0,376	100,0	0,376	100
Rinde	0,000	0,0	0,257	100,0	0,257	100
Insgesamt	0,278	1,8	15,618	98,2	15,896	100

Quelle: eigene Erhebung

Wie in Tabelle 13 zu sehen, erfolgte der Holzrohstoffbezug der Betriebe zum überwiegenden Anteil (d. h. rund 89 %) aus einer Entfernung von weniger als 201 km. Lediglich das Sortiment Gebraucht-/Altholz wird auch über weitere Entfernungen bezogen. Hier stammten 77 % aus einem Einzugsgebiet von weniger als 201 km. Immerhin 13 % wurde aus einer Entfernung von mehr als 300 km bezogen.

Tabelle 13: Holzrohstoffbezug im Jahr 2021

Art des Rohstoffes in Mio. m ³	Entfernung des Rohstoffbezugs				Summe
	bis 100 km	101-200 km	201-300 km	mehr als 300 km	
Industrieholz m.R.	3,675	2,221	0,841	0,071	6,808
Sägenebenprodukte	4,172	1,490	0,207	0,026	5,896
Gebraucht-/Altholz	1,153	1,010	0,279	0,374	2,816
Sonstiges Industrierestholz	0,325	0,051	0,000	0,000	0,376
Insgesamt	9,326	4,771	1,327	0,471	15,896

Quelle: eigene Erhebung

Glossar

Altholz

Bei Altholz handelt es sich nach der Altholzverordnung (AltholzV 2002) um Industrierestholz und Gebrauchtholz, das entsorgt wird. Bei Industrierestholz handelt es sich um die in Betrieben der Holzbe- oder -verarbeitung anfallenden und entsorgten Holzreste mit überwiegendem Holzanteil (mehr als 50 Masseprozent); Gebrauchtholz sind die gebrauchten Erzeugnisse aus Massivholz, Holzwerkstoffen oder aus Verbundstoffen mit überwiegendem Holzanteil (mehr als 50 Masseprozent) (AltholzV 2002). Altholz wird in vier Kategorien unterteilt:

Tabelle 14: Altholzkategorien A I bis A IV

Kategorie	Beschreibung
A I	naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde
A II	verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel
A III	Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel
A IV	mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz ⁵

Quelle: Iost et al. (2024) basierend auf AltholzV (2002)

Industrieholz

Rohholz/Rundholz für den mechanischen und/oder chemischen Aufschluss

Produktionskapazitäten

Technisch höchstmögliche Produktionsmenge abzüglich der üblichen Verlustmengen durch Wartung, Stillstand, Wechsel, Anlaufzeiten etc.

Sonstiges Industrierestholz und Sägenebenprodukte

Industrierestholz bezeichnet holzige Biomasse, die im Zuge der industriellen Be- und Verarbeitung von Holz und Holzprodukten anfällt (Saal et al. 2022). Ein Teil davon sind Sägenebenprodukte (SNP), die als Koppelprodukte der Schnittholzerzeugung entstehen. Sägenebenprodukte sind Sägespäne und -mehl, Schwarten, Spreißel und Hackschnitzel, die beim Rundholzeinschnitt anfallen (Sörgel et al. 2006). Restholz, welches bei der Be- und Verarbeitung von Holz, außer bei der Schnittholzherstellung anfällt, wird als sonstiges Industrierestholz bezeichnet. Beispiele sind Hobelspäne oder Holzreste aus dem Zuschnitt z. B. in der Möbelproduktion.

⁵ Altholz, das PCB im Sinne der PCB/PCT-Abfallverordnung ist und nach dieser Vorschrift zu entsorgen ist, insbesondere Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten (vgl. AltholzV 2002)

Danksagung

Wir danken Prof. Udo Mantau sowie allen Beteiligten am „Rohstoffmonitoring Holz“ für ihre wertvolle Arbeit an den früheren Berichten zur Ermittlung der Struktur, der Kapazitäten, der Produktion sowie weiteren Fakten zur Holzwerkstoffindustrie in Deutschland.

Ferner danken wir Anna Frerck für die technische Unterstützung bei der Erstellung des Berichtes.

Literaturverzeichnis

- Döring P, Glasenapp S, Mantau U (2017): Holzwerkstoffindustrie 2015. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Hamburg. S. 24.
- Döring P, Giesecking L, Mantau U (2021): Holzwerkstoffindustrie 2020. Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung. Hamburg.
- FAO, ITTO, United Nations (2020): Forest product conversion factors. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca7952en>
- Iost S, Glasenapp S, Jochem D, Shmyhelska L, Weimar H (2024): Holzaufkommen und -verwendung in Deutschland - Entwicklung seit 2000 und Ausblick bis 2040. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 66 p, Thünen Working Paper 235, DOI:10.3220/WP1710841727000
- Mantau U, Weimar H, Wierling R (2002) Standorte der Holzwirtschaft – Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie, Außenhandelsstatistik -Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich: Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2002
- Mantau U, Sörgel C (2004): Standorte der Holzwirtschaft – Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich: Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2004
- Mantau U (2012): Standorte der Holzwirtschaft, Holzrohstoffmonitoring, Holzwerkstoffindustrie – Kapazitätsentwicklung und Holzrohstoffnutzung im Jahr 2010. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012
- Sörgel C, Mantau U (2006): Standorte der Holzwirtschaft – Holzwerkstoffindustrie Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich: Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2006
- WBPIonline (2023): MDF Expansion Continues. Focus on MDF: Part One, WPI | June/July 2023. <https://www.wbpionline.com> (Zugriff: 24.04.2024)
- WBPIonline (2020): Particleboard Growth Slows. Focus on particleboard: Part 1, WPI | October/November 2020. <https://www.wbpionline.com> (Zugriff: 24.04.2024)

Die Studien des Rohstoffmonitoring Holz bis zum Jahr 2020 sind unter www.infro.eu verfügbar.

Anhang

Anhang Abbildung 1: Fragebogen zum Stichjahr 2021



Befragung der Holzwerkstoffindustrie im Rahmen des Rohstoffmonitoring Holz

1. Bitte geben Sie die Adresse Ihres Betriebsstandortes an.

Dies dient dazu rückwirkend die Vollständigkeit der Befragung feststellen zu können.

- Firmenname:
- Straße, Nr.:
- PLZ:
- Ort:

Bitte beziehen Sie alle folgenden Fragen ausschließlich auf den oben angegebenen Standort und auf das Jahr 2021.

2. Der Fragebogen kann nicht beantwortet werden, weil:

- Betrieb stillgelegt im Jahr:
- Keine Produktion von Holzwerkstoffen, sondern:
- Sonstiges:

3. Wie groß war die praktische Kapazität¹ des Betriebs am Ende des Jahres 2021?

Angabe bitte Kubikmeter Produkt (m³).

- Spanplatte: m³
- MDF / HDF: m³
- LDF / Faserdämmplatte: m³
- OSB: m³
- Sonstiges: m³

¹Praktische Kapazität: Technisch höchstmögliche Produktionsmenge abzüglich der üblichen Verlustmengen durch Wartung, Stillstand, Wechsel, Anlaufzeiten etc.

4. Wie hoch war die Produktion von Rohware² des Betriebs im Jahr 2021?

Angabe bitte Kubikmeter Produkt (m³).

- Spanplatte: m³
- MDF / HDF: m³
- LDF / Faserdämmplatte: m³
- OSB: m³
- Sonstiges: m³

²Rohware: Gemeint ist die Produktion von Rohplatten unabhängig davon, ob die Platten in einem späteren Produktionsschritt in Ihrem oder einem fremden Betrieb noch beschichtet werden oder nicht. Sofern an Ihrem Betriebsstandort ausschließlich zugelieferte Rohplatten beschichtet werden, melden Sie hier bitte keine Produktion. Sofern Rohplatten an Ihrem Standort hergestellt werden und danach direkt an Ihrem Standort beschichtet werden, melden Sie bitte die Produktionsmenge abzüglich des Volumens der Beschichtung.

5. Wie verteilte sich 2021 der Holzrohstoffbezug auf die folgenden Entfernungen (Luftlinie)?

Entfernung	Industrie- holz	Sägenebe- nprodukte	Industrie- restholz	Gebraucht / Altholz
0-100 km:	<input type="text" value="5.1.1/"/> %	<input type="text" value="5.2.1/"/> %	<input type="text" value="5.3.1/"/> %	<input type="text" value="5.4.1/"/> %
101-200 km:	<input type="text" value="5.1.2/"/> %	<input type="text" value="5.2.2/"/> %	<input type="text" value="5.3.2/"/> %	<input type="text" value="5.4.2/"/> %
201-300 km:	<input type="text" value="5.1.3/"/> %	<input type="text" value="5.2.3/"/> %	<input type="text" value="5.3.3/"/> %	<input type="text" value="5.4.3/"/> %
mehr als 300 km	<input type="text" value="5.1.4/"/> %	<input type="text" value="5.2.4/"/> %	<input type="text" value="5.3.4/"/> %	<input type="text" value="5.4.4/"/> %
Summe:	100 %	100 %	100 %	100 %

6. Wie verteilte sich 2021 der Holzrohstoffeinsatz nach den Holzsortimenten ohne Rinde³? Angabe bitte in Prozent (%).

Produkte	Span- platten	MDF / HDF	LDF / Dämm- platten	OSB	Sonstiges	Import- anteil
Nadel- Industrieholz ⁴	<input type="text" value="6.1.1/"/> %	<input type="text" value="6.2.1/"/> %	<input type="text" value="6.3.1/"/> %	<input type="text" value="6.4.1/"/> %	<input type="text" value="6.5.1/"/> %	<input type="text" value="6.6.1/"/> %
Laub- Industrieholz ⁴	<input type="text" value="6.1.2/"/> %	<input type="text" value="6.2.2/"/> %	<input type="text" value="6.3.2/"/> %	<input type="text" value="6.4.2/"/> %	<input type="text" value="6.5.2/"/> %	<input type="text" value="6.6.2/"/> %
Sägeneben- produkte ⁵	<input type="text" value="6.1.3/"/> %	<input type="text" value="6.2.3/"/> %	<input type="text" value="6.3.3/"/> %	<input type="text" value="6.4.3/"/> %	<input type="text" value="6.5.3/"/> %	<input type="text" value="6.6.3/"/> %
Industrie- restholz ⁶	<input type="text" value="6.1.4/"/> %	<input type="text" value="6.2.4/"/> %	<input type="text" value="6.3.4/"/> %	<input type="text" value="6.4.4/"/> %	<input type="text" value="6.5.4/"/> %	<input type="text" value="6.6.4/"/> %
Gebraucht- /Altholz ⁷	<input type="text" value="6.1.5/"/> %	<input type="text" value="6.2.5/"/> %	<input type="text" value="6.3.5/"/> %	<input type="text" value="6.4.5/"/> %	<input type="text" value="6.5.5/"/> %	<input type="text" value="6.6.5/"/> %
Summe:	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

³Rinde: Rinde wird in dieser Befragung nicht als eigenständiger Rohstoff, sondern als Bestandteil der genannten Holzsortimente (z.B. Industrieholz, Sägenebenprodukte oder Industrierestholz) angegeben (s. Frage 7).

⁴Industrieholz: Rohholz (Rundholz), das mechanisch und/oder chemisch aufgeschlossen werden soll.

⁵Sägenebenprodukte: Restholz, das in Sägewerken bei der Verarbeitung von Rohholz zu Schnittholz oder bei der weiteren Bearbeitung des Schnittholzes anfällt: Sägespäne, Schwarten/Spreißeil, Hackschnittzeil, Hobelspäne, Kappabschnitte, etc.

⁶Industrierestholz: Restholz aus Branchen der holzbe- und -verarbeitenden Industrie bzw. des Handwerks, die nicht den Sägewerken zuzuordnen sind.

⁷Gebraucht-/Altholz: Als Gebraucht-/Altholz gilt nach §2 der Altholzverordnung Industrierestholz und Gebrauchtholz, soweit diese als Abfall anfallen, d.h. diese Sortimente haben bereits mindestens eine Verwendung als Endprodukt durchlaufen.

7. Wie hoch war der Anteil des Industrieholzes, das in Rinde verarbeitet wurde? %

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek
verzeichnet diese Publikationen in
der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet unter
www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek
(German National Library) lists this
publication in the German National
Bibliographie; detailed bibliographic
data is available on the Internet at
www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene
Bände finden Sie im Internet unter
www.thuenen.de

Volumes already published in this
series are available on the Internet at
www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – Suggested source citation:
Glasenapp S, Jochem D (2024) Rohstoffmonitoring Holz : Holzwerkstoffindustrie
2021. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 23 p, Thünen
Working Paper 245, DOI:10.3220/WP1722507482000

Die Verantwortung für die Inhalte
liegt bei den jeweiligen Verfassern
bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are
responsible for the content of
their publications.



Thünen Working Paper 245

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bundesallee 50

38116 Braunschweig

Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de

www.thuenen.de

DOI:10.3220/WP1722507482000

urn:nbn:de:gbv:253-202408-dn068517-7