

# **Verflechtungen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft mit den kritischen Infrastrukturen in Deutschland (KRITIS)**

**Susanne Iost, Matthias Bösch, Dominik Jochem und Holger Weimar**

## **Thünen Working Paper 148**

Dr. Susanne Iost  
Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie  
Leuschnerstr. 91  
21031 Hamburg (Germany)  
Telefon: +49 40 73962 340  
E-Mail: [susanne.iost@thuenen.de](mailto:susanne.iost@thuenen.de)

Dr. Matthias Bösch  
Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie  
Leuschnerstr. 91  
21031 Hamburg (Germany)  
Telefon: +49 40 73962 327  
E-Mail: [matthias.boesch@thuenen.de](mailto:matthias.boesch@thuenen.de)

Dr. Dominik Jochem  
Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie  
Leuschnerstr. 91  
21031 Hamburg (Germany)  
Telefon: +49 40 73962 325  
E-Mail: [dominik.jochem@thuenen.de](mailto:dominik.jochem@thuenen.de)

Dr. Holger Weimar  
Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie  
Leuschnerstr. 91  
21031 Hamburg (Germany)  
Telefon: +49 40 73962 314  
E-Mail: [holger.weimar@thuenen.de](mailto:holger.weimar@thuenen.de)

### **Thünen Working Paper 148**

Hamburg/Germany, August 2020

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>i</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>ii</b>
<b>Summary</b>	<b>iv</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Verflechtungen kritische Infrastrukturen und Forst-, Holz- und Papierwirtschaft</b>	<b>3</b>
2.1 Einleitung kritische Infrastrukturen	3
2.2 Direkte Verflechtungen	5
2.2.2 Sektor Energie	5
2.2.2 Herstellung von Verpackungsmitteln	9
2.2.3 Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff, Papier und Pappe	11
2.3 Indirekte Verflechtungen	12
2.3.1 Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke	12
2.3.2 Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten	12
2.3.3 Herstellung von Holz- und Zellstoff	13
2.3.4 Herstellung von Papier, Karton und Pappe	13
<b>3 Rohstoffe</b>	<b>16</b>
3.1 Rohholz	16
3.2 Einfuhren	16
<b>4 Synthese</b>	<b>19</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>22</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Systemrelevante Sektoren und Branchen mit zugeordneten Wirtschaftszweigen (WZ 2008) der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft	4
Tabelle 2:	Außenhandel, Produktion und inländischer Verbrauch ausgewählter Importgüter der Holzwirtschaft 2018	18

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anteile erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr	6
Abbildung 2:	Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern (2019)	7
Abbildung 3:	Angefallene Verpackungsabfälle nach Materialart in Deutschland im Jahr 2016 (in Mio. t)	9
Abbildung 4:	Rohstoffverbrauch der Papierindustrie 2018 in %	14
Abbildung 5:	Verflechtungen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft mit Sektoren und Branchen kritischer Infrastrukturen	20

## Zusammenfassung

Vor dem aktuellen Hintergrund der bundesweiten, europäischen und globalen Auswirkungen der Maßnahmen zur Eindämmung des Virus SARS-CoV-2 untersuchen wir, wie die Betriebe der Holzwirtschaft mit kritischer Infrastruktur in Deutschland (KRITIS) verflochten sind, welche Holzprodukte in kritischen Infrastruktur zu Einsatz kommen und woher relevante Rohstoffe und Halbwaren für die Herstellung von Holzprodukten stammen.

Von den Branchen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft weisen die holzbasierte Energiebereitstellung, die Herstellung von Verpackungen aus Papier und Pappe sowie Holz und die Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff, Papier und Pappe direkte Verflechtungen mit Sektoren und Branchen der kritischen Infrastrukturen auf. Die genannten Branchen der Forst, Holz- und Papierwirtschaft beziehen schwer oder nicht substituierbare Vorleistungen aus Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerken, aus der Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten, aus der Herstellung von Holz- und Zellstoff sowie aus der Herstellung von Papier, Karton und Pappe. Für die Aktivität der genannten Branchen ist eine funktionierende Forstwirtschaft und die Ausübung damit verbundener Dienstleistungen Grundvoraussetzung. In diesem Zusammenhang gilt es, zu berücksichtigen, dass Maßnahmen in der Bewirtschaftung von Wäldern in unterschiedlichen Zeiträumen Wirkung zeigen. Die Nichtdurchführung von z. B. saisonalen Maßnahmen wie z. B. Entfernung von Kalamitätsholz aus Beständen, kann langfristig zu reduziertem Rohholzaufkommen führen.

Zu den Kritischen Infrastrukturen zählt u. a. auch der Sektor Energie. Die Definition der zu diesem Sektor gehörigen Branchen deckt jedoch nicht die Wärmeerzeugung in Privathaushalten ab. Etwa 0,9 Mio. Wohnungen nutzen Holz als Primärenergieträger und sind anteilig die wichtigsten energetischen Verwender von Holz. Anders als die Wärmeerzeugung in Privathaushalten, findet die Strom- und Wärmeerzeugung in Biomassefeuerungsanlagen weitestgehend Berücksichtigung in der Ausweisung der kritischen Infrastrukturen. Die Abhängigkeit der identifizierten Branchen der Forst-, Holz- und Papierindustrie von Importen von Holz und Holzprodukten variiert stark. In Relation zum inländischen Verbrauch sind die durch Nettoimporte abgedeckten Anteile für Zellstoff und Sperrholz am höchsten. Nettoimporte von Rohholz, Spanplatten, Holzstoff und Altpapier sind ebenfalls von Bedeutung. Die Auswirkungen unterbrochener Lieferketten sind schwer abschätzbar. Unternehmen in Wirtschaftszweigen, die üblicherweise Nettoexporte aufweisen, können einen Wegfall von Importen ggf. durch Verzicht auf Exporte kompensieren. Im Warenverkehr spielen Flachpaletten aus Holz in Tauschsystemen eine wichtige Rolle. Die Unterbrechung von Warenströmen kann auch zu einer reduzierten Verfügbarkeit von Flachpaletten als Transportmittel und damit zu Verzögerungen im Warenverkehr führen.

Güter des täglichen Bedarfs in Privathaushalten, die zwar nicht unmittelbar überlebensnotwendig, aber für die Einhaltung gängiger und unter Bedingungen einer Pandemie zusätzlich erforderlicher Hygienevorgaben wichtig sind, sind möglicherweise in der Ausweisung kritischer Infrastrukturen stärker als bisher zu berücksichtigen.

**Schlüsselwörter:**

Kritische Infrastrukturen, systemrelevant, Zellstoff, Hygienepapier, Verpackung, Energie, Wärme

## Summary

Against the background of measures against further spreading of SARS-CoV-2 and their effects in Germany, Europe and the world we analysed interdependences between wood sector and critical infrastructure (KRITIS) in Germany, which wood-based products are used in critical infrastructures and where relevant resources and semi-finished products for wood-based manufacturing originate from.

Wood-based energy production, manufacture of wooden containers and containers of paper and paperboard, manufacture of household and sanitary goods and of toilet requisites are directly linked to sectors and branches of critical infrastructure in Germany.

These directly linked branches of forestry, wood and paper industries receive inputs that cannot or only with difficulties be substituted with products of other branches. These are sawing and planing of wood, manufacture of veneer sheets and wood-based panels, manufacture of pulp and manufacture of paper and paperboard.

Essential prerequisite for these economic activities is a well-functioning forestry including linked services. Against this background it must be noted that all measures and activities connected to forest management have effects in different time horizons. The abandonment of seasonal measures may result in a reduction of roundwood supply, e.g. if calamities are not dealt with properly. This is of particular importance in the current calamity situation in German forests.

Energy is also an important sector of critical infrastructures. The definition of dedicated branches within this sector however, does not cover heat generation in private households. In Germany, about 0.9 million households use wood as the primary energy carrier. In terms of quantity, they are the most important user of wood energy. In contrast to heat generation in private households, electricity generation and heat generation in biomass power plants are covered by the definition of critical infrastructures in Germany.

Dependence on imports of the identified branches of forestry, wood and paper industries strongly varies. Shares of net imports as related to domestic use are highest for chemical wood pulp and plywood. Net imports of roundwood, fibreboard, wood pulp and recovered paper are also significant. Effects of interrupted supply chains are difficult to assess. If net exports are high in certain branches, the reduction of these exports to compensate for reduced imports, may be an option.

Flat pallets of wood play an important role in global transport and logistics. Interruption of commodity flows may also lead to a reduced availability of flat pallets and consequently to larger delays in transport.

Goods for daily use in private households that are not directly vital but important for maintaining hygienic standards or, in a pandemic, for complying with additional rules, should be reviewed. It may be necessary to take them into account more strongly in future definitions of critical infrastructures.

**Keywords:**

Critical infrastructure, system-relevant, pulp, sanitary paper, packaging, energy, heating



## 1 Einleitung

Um die Ausbreitung des Virus SARS-CoV-2 zu verlangsamen und damit eine Überschreitung der Kapazitäten des deutschen Gesundheitssystems und somit vermeidbare Todesfälle und schwere Krankheitsverläufe zu verhindern, wurden von der Bundesregierung im März 2020 Maßnahmen beschlossen (vgl. Bundesregierung 2020). Mit Stand 15.05.2020 ist in der Öffentlichkeit zu anderen Menschen ein Mindestabstand von mindestens 1,5 m einzuhalten, die behördlichen Einschränkungen privater Kontakte sind in den Bundesländern unterschiedlich geregelt. Wirtschaftliche Aktivitäten können grundsätzlich aufrechterhalten werden, wenn die Hygiene- und Abstandsvorschriften eingehalten werden. Somit sind Handwerker bzw. Betriebe, die Holz be- und verarbeiten nicht durch behördliche Vorgaben in ihren Aktivitäten beschränkt.

Es bestehen demnach derzeit auch keine gesonderten behördlichen Einschränkungen für Betriebe der Holzwirtschaft. Der Bundesverband der Deutschen Säge- und Holzindustrie (DeSH) führte Ende März 2020 eine Befragung von 128 Unternehmen der Deutschen Säge- und Holzindustrie zu Auswirkungen der Maßnahmen zur Verlangsamung der Virusausbreitung durch (DeSH 2020). 70 % der befragten Unternehmen gaben an, von den Folgen der Maßnahmen betroffen zu sein. Überdurchschnittlich sind Betriebe in Bayern, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg sowie Laubholzbetriebe betroffen. Krankheitsfälle in der Belegschaft meldeten nur wenige Befragte. Die Betriebe drosselten aufgrund von Unsicherheiten beim Absatz von Schnittholz- und Sägenebenprodukten die Produktion. Als Ursachen wurden Schließungen, Kurzarbeit und Stornierungen im Handwerk und im Bausektor sowie volatile internationale Märkte angegeben. Die Rundholzversorgung sei bisher nicht eingeschränkt. Aufgrund der Einreisebeschränkungen könnten Berufspendler in den grenznahen Gebieten nur noch sehr beschränkt einreisen, wodurch z. T. Personalmangel entstehe.

Diese Befragung deckte nicht alle Betriebe und Wirtschaftszweige ab, die dem Cluster Forst & Holz zuzuordnen sind. Grundsätzlich werden im Cluster Forst & Holz Forstwirtschaft und zugehörige Dienstleistungen, Holzbe- und verarbeitende Industrie, Holz im Baugewerbe, Papiergewerbe, Druck- und Verlagsgewerbe und der Holzhandel berücksichtigt. Eine detaillierte Auflistung aller relevanten Wirtschaftszweige ist in Anhang 1 nachzuvollziehen.

Das gesamte Cluster Forst & Holz wies 2017 knapp 1,1 Mio. Beschäftigte auf, davon waren rund 835.000 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte. Damit sind 2,4 % aller Beschäftigten in Deutschland im Cluster Forst und Holz beschäftigt. Im Jahr 2017 erzielte der Gesamtcluster einen Gesamtumsatz von 184 Mrd. Euro und eine Bruttowertschöpfung von 57,2 Mrd. €. Dies entspricht 2,9 % bzw. 1,9 % des jeweiligen Wertes für die Gesamtwirtschaft (Becher und Weimar 2020). Aus der differenzierten Betrachtung des Clusters schlussfolgern die Autoren, dass die Branchen des Clusters im Kontext von Klimaschutz, Schaffung von Arbeitsplätzen in ländlichen Räumen oder Ressourceneffizienz einen wichtigen Beitrag leisten.

Vor dem aktuellen Hintergrund der Pandemieeindämmung und der Struktur und Bedeutung der Forst- und Holz-, sowie der Papierwirtschaft ergeben sich folgende Fragestellungen:

- (1) Welche Verflechtungen von Betrieben der Holzwirtschaft mit kritischer Infrastruktur in Deutschland (KRITIS) gibt es?
- (2) Welche Produkte der Holzwirtschaft kommen in kritischen Infrastrukturen zum Einsatz?
- (3) Aus welchen Quellen / Ländern stammen Rohstoffe und Halbwaren für die Produktion der relevanten holzwirtschaftlichen Produkte?

Zu Beginn von Kapitel 2 erfolgt zunächst eine kurze Erläuterung kritischer Infrastrukturen in Deutschland sowie die Beschreibung konkreter Verflechtungen mit der Holz- und Papierwirtschaft. Kapitel 3 stellt die Verflechtungen im Außenhandel dar.

## 2 Verflechtungen der kritischen Infrastrukturen mit Forst-, Holz- und Papierwirtschaft

### 2.1 Einleitung

Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind „Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“ (BMI 2009, S. 3). Bund und Länder einigten sich im Jahr 2009 auf eine einheitliche Sektoreneinteilung. Die Bundesressorts einigten sich darüber hinaus auf eine für die Bundesebene einheitliche Branchenstruktur (BBK und BSI 2009).

Als Grundlage für die folgenden Betrachtungen werden in Tabelle 1 den kritischen Sektoren (KRITIS/BMI, 2009) Wirtschaftszweige (WZ) des Clusters Forst & Holz zugeordnet, die in einer stoffstrombasierten Betrachtung direkte Lieferungen von Produkten an die systemrelevanten Branchen vornehmen (Spalte „Direkt“). Diesen direkt verflochtenen WZ werden vorgelagerte WZ der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft zugeordnet, um auch hier die Lieferung von Produkten abzubilden (Spalte „Indirekt“). In den auf die Tabelle folgenden Kapiteln werden die angeführten WZ kurz beschrieben und ihre weiteren Verflechtungen aufgezeigt. Maßgeblich ist dabei eine stoffstrombasierte Betrachtungsweise, d.h. die Überlegung, aus welchen WZ erfolgen Inputs in andere WZ, die direkt oder indirekt Inputs in systemrelevante Sektoren darstellen.

Datenquellen für diese Betrachtung sind die Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ 2008) (DESTATIS 2008), die Material- und Wareneingangserhebung (MWE) 2014 (DESTATIS 2017) und weitere, die an entsprechender Stelle einzeln aufgeführt werden. Über die Stichwortsuche des Klassifikationsservers des Statistischen Bundesamtes wurden den systemrelevanten Branchen konkrete Wirtschaftszweige zugeordnet. Für diese Wirtschaftszweige wurden anhand der MWE der Holz- und Papierwirtschaft zuzuordnende Inputs identifiziert. Die MWE weist für die eingehenden Inputs die jeweiligen Beschaffungskosten in Euro und als Anteil in Prozent an den gesamten Beschaffungskosten aus. Als relevant werden jene Inputs erachtet, welche die größten prozentualen Anteile, d. h. ab einem Anteil von ca. 10 %, an den Gesamtbeschaffungskosten repräsentieren.

**Tabelle 1:** Systemrelevante Sektoren und Branchen mit zugeordneten Wirtschaftszweigen (WZ 2008) der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft

Sektoren	Branchen	Vorgelagerte Branchen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft	
		DIREKT	INDIREKT
<b>Energie</b>	Elektrizität	Einsatz verschiedener Sortimente (siehe Kapitel 2.2.1) aus den WZ 02, 16 und 17	<b>WZ 02.10.0</b> Forstwirtschaft <b>WZ 16</b> Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel) <b>WZ 17:</b> Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
	Fernwärme		
	Mineralöl		
	Gas		
<b>Gesundheit</b>	Medizinische Versorgung	<b>WZ 17.21</b> Verpackungsmittel Papier/Pappe <b>WZ 17.22</b> Haushalts-, Hygiene, Toilettenartikel	<b>WZ 17.11</b> Herstellung von Holz und Zellstoff <b>WZ 17.12</b> Herstellung von Papier, Karton, Pappe
	Arzneimittel und Impfstoffe		
	Labore		
<b>Staat und Verwaltung</b>	Regierung und Verwaltung		
	Parlament		
	Justizeinrichtungen		
	Notfall-/Rettungswesen	Siehe Gesundheit	Siehe Gesundheit
<b>Ernährung</b>	Ernährungswirtschaft	<b>WZ 16.24</b> Verpackungsmittel Holz <b>WZ 17.21</b> Verpackungsmittel Papier/Pappe	
	Lebensmittelhandel		Siehe Logistik
<b>Transport und Verkehr</b>	Luftfahrt		
	Seeschifffahrt		
	Binnenschifffahrt		
	Schienenverkehr		
	Straßenverkehr		
	Logistik	<b>WZ 16.24</b> Verpackungsmittel Holz <b>WZ 17.21</b> Verpackungsmittel Papier/Pappe	<b>WZ 16.10</b> Säge-, Hobel-, Holzimprägnierwerke <b>WZ 16.21</b> Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten
<b>Finanz- und Versicherungswesen</b>	Banken		
	Börsen		
	Versicherungen		
	Finanzdienstleister		
<b>IT und TK</b>	Telekommunikation		
	Informationstechnik		

Sektoren	Branchen	Vorgelagerte Branchen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft	
		DIREKT	INDIREKT
<b>Medien und Kultur</b>	Rundfunk (Fernsehen und Radio)		
	Gedruckte und elektronische Presse	<b>WZ 18.11.0</b> (Drucken von Zeitungen)	<b>WZ 17.11.0</b> (Papier, Pappe, Karton)
	Kulturgut		
	Symbolträchtige Bauwerke		
<b>Wasser</b>	Öffentliche Wasserversorgung		
	Öffentliche Abwasserbeseitigung		

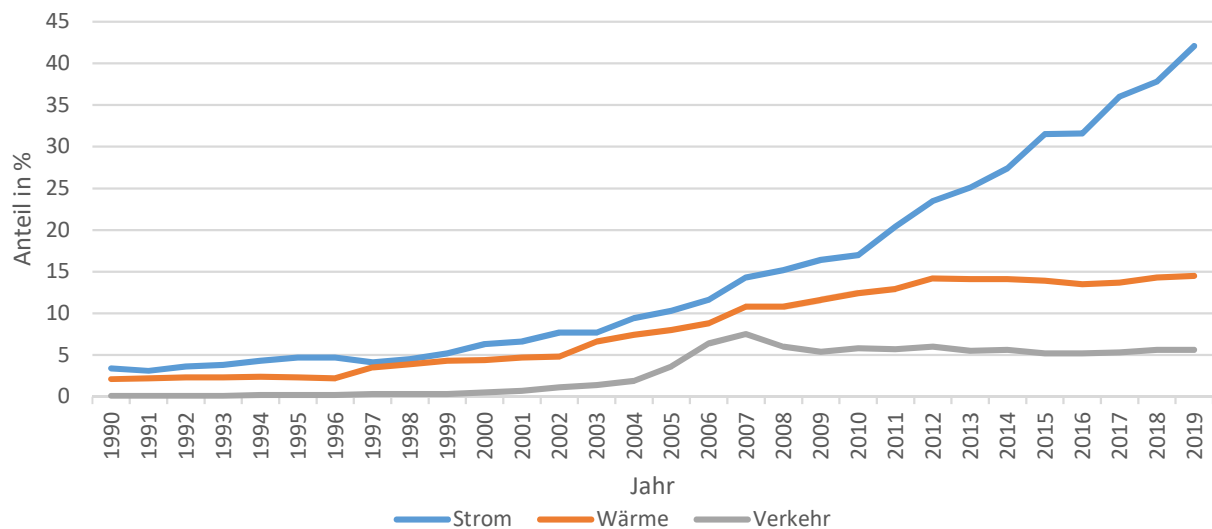
Quelle: Eigene Darstellung basierend auf BBK und BSI (2009)

## 2.2 Direkte Verflechtungen

### 2.2.2 Sektor Energie

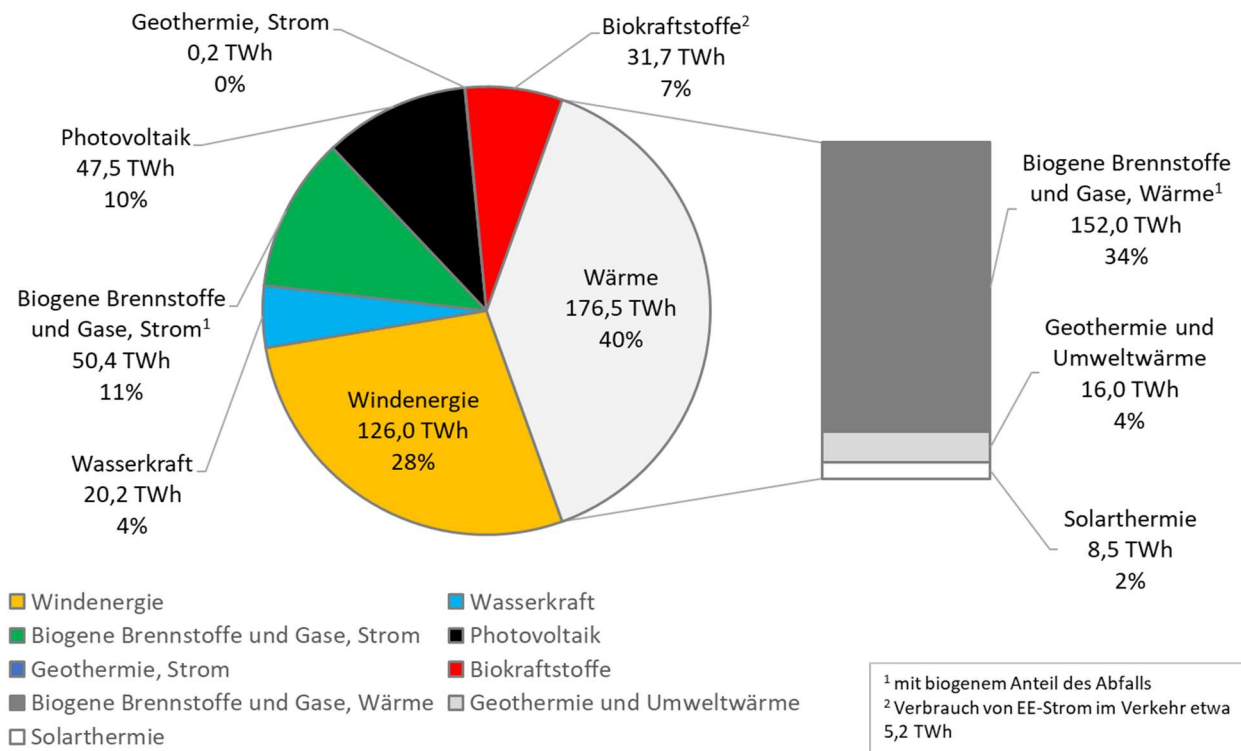
Der Sektor Energie als Teil der kritischen Infrastrukturen beinhaltet die Branchen Elektrizität, Gas, Mineralöl und Fernwärme (vgl. Tabelle 1).

Die Energieerzeugung durch den Rohstoff Holz wird durch diese Definition nur zum Teil abgedeckt. Abgedeckt ist die elektrische Energiegewinnung aus Holz (z. B. Kraftwärmekopplung (KWK) in Biomasseanlagen) sowie Fernwärme aus Biomasseanlagen (Holz und andere Rohstoffe). Nicht abgedeckt ist z. B. die anlagen- bzw. firmeninterne Nutzung von Prozessabwärme oder die private Energieerzeugung (Wärme) in Haushalten. Abbildung 1 zeigt u.a. die Relevanz erneuerbarer Energien an den Sektoren Strom und Wärme.

**Abbildung 1:** Anteile erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr

Quelle: eigene Darstellung auf Basis BMWI (2020)

Im Bereich „Elektrizität“ werden aktuell etwa 244 TWh aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen (vgl. Abbildung 1). Somit werden etwa 42,1 % des gesamten Stromsektors durch erneuerbare Energien gedeckt. Davon stammen etwa 50,4 TWh aus „Biogenen Brennstoffen und Gasen“. Im Wärmesektor ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Brennstoffeinsatz (inkl. fossile Energieträger) zur Wärmeherzeugung mit 14,5 % (176 TWh) deutlich geringer. Jedoch spielen hier die „Biogenen Brennstoffe und Gase“ mit 152 TWh die größte Rolle. Die feste Biomasse (im wesentlichen Holz) liefert etwa 116 TWh.

**Abbildung 2:** Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern (2019)

Quelle: eigene Darstellung auf Basis BMWI (2020)

Wie eingangs erwähnt, fällt die Wärmeerzeugung in Privathaushalten (PHH) nicht unter die kritischen Infrastrukturen. Etwa 0,9 Mio. Wohnungen nutzen Holz als Primärenergieträger. Die privaten Haushalte sind ferner anteilig die wichtigsten energetischen Verwender von Holz. Fast 50 % des energetisch genutzten Holzes wird in diesem Sektor verwendet. Die restliche Verwendung von Holz (verschiedene Sortimente) erfolgt in Biomassefeuerungsanlagen (Strom und Wärme). Das überwiegend verwendete Energieholzsortiment in Privathaushalten ist Scheitholz aus dem Wald. Im Jahr 2014 lag der Anteil bei 72 %. Mit jeweils einem Anteil von 8 % folgen die Sortimente Scheitholz aus dem Garten und Holzpellets. Andere Sortimente, wie z. B. Landschaftspflegeholz oder Sägemehl, spielen nur eine untergeordnete Rolle. Kurzfristige Produktionsausfälle in der Forstwirtschaft können vermutlich durch die private Lagerhaltung von Scheitholz ausgeglichen werden. Im Jahr 2014 entsprach das private Scheitholz-Lager durchschnittlich etwa der 2,3-fachen Menge des jährlichen Verbrauchs (Döring et al. 2016). Einzelraumfeuerungen in Privathaushalten, wie z. B. Kamine und Öfen, lassen in vielen Fällen eine Substituierung der Holzbrennstoffe (Sortimente) zu. Brennstoffspezifisch sind jedoch Holzhackschnitzelfeuerungen oder Holzpellettheizungen. Somit sind (neben Scheitholz) die Rohstoffe Pellets und Holzhackschnitzel für eine gesicherte Wärmeversorgung der PHH notwendig. Für die Herstellung von Holzpellets werden derzeit etwa 94 – 95 % Sägenebenprodukte und 5 – 6 % Rundholz eingesetzt (Dörschel 2019). Technisch ist in vielen Fällen die vollständige Substitution auf 100 % Rundholz möglich. Nicht bekannt sind die Holzpellet-Lagerbestände (in Industrie und Haushalten).

Anders als bei den Privathaushalten ist die Strom- und Wärmeerzeugung der Biomassefeuerungsanlagen durch die Definition der kritischen Infrastrukturen überwiegend abgedeckt. Nicht abgedeckt ist, wie eingangs erwähnt, die für den weiteren Betrieb möglicherweise notwendige anlagen- bzw. firmeninterne Nutzung von Prozessabwärme. Die überwiegend verwendeten Energieholzsortimente in Biomasseanlagen stammen aus der Forstwirtschaft sowie anderen Wirtschaftszweigen, wie z. B. WZ 17.11, WZ 17.12, WZ 16.10 und WZ 16.21. In Biomasseanlagen (mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) unter 1 Megawatt (MW)) werden Waldrestholz (27 %), Sägenebenprodukte (19 %), Landschaftspflegeholz (13 %) und Waldrundholz (13 %) genutzt. Weniger bedeutend sind Pellets (11 %) und Industrierestholz (9 %) (Döring et al. 2018a; 2018b). Das überwiegend verwendete Energieholzsortiment in Biomasseanlagen mit einer FWL ab 1 MW ist Altholz mit einem Anteil von ca. 58 % am gesamten Energieholzeinsatz. Die Unternehmen der Entsorgungsbranche, die Altholz sammeln und aufbereiten sind vornehmlich dem WZ 38, Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen, Rückgewinnung, zuzuordnen. Andere Sortimente, wie z. B. Landschaftspflegeholz (10 %), Waldrestholz (9 %) oder Rinde (6 %), sind weniger bedeutend (Döring et al. 2018a; 2018b).

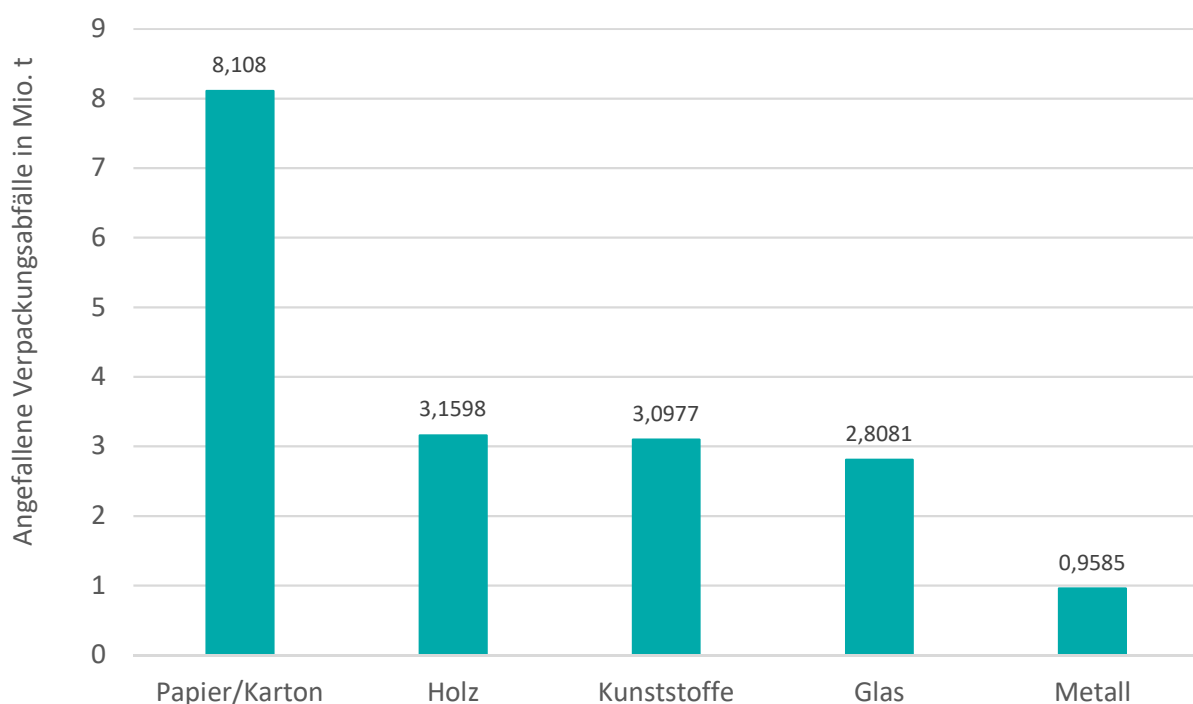
Generell stellt sich die Frage, ob und wie die üblicherweise verwendeten Holzsortimente zur Energieerzeugung substituiert werden können. Dies ist entscheidend dafür, ob die vorgelagerten Prozesse (z. B. Altholzsammlung und Altholzaufbereitung) zwingend notwendig sind, oder nicht. Zudem ist nicht bekannt, inwiefern bzw. wie lange Lagerbestände von Biomasseanlagen kurzfristige Lieferausfälle überbrücken könnten.



## 2.2.2 Herstellung von Verpackungsmitteln

Abbildung 3 zeigt die Menge angefallener Verpackungsabfälle und erlaubt so einen Rückschluss auf den Verbrauch von Verpackungen. Demnach sind die nach ihrer Menge wichtigsten Verpackungsmaterialien in Deutschland Papier/Karton, Holz (inkl. Ladungsträger), Kunststoffe und Glas (siehe Abbildung 3). Verpackungen aus Papier/Karton und Holz machen zusammen 62 % des gesamten Verbrauchs aus und haben somit eine herausragende Bedeutung im Verpackungsmarkt.

**Abbildung 3:** Angefallene Verpackungsabfälle nach Materialart in Deutschland im Jahr 2016 (in Mio. t)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Schüler (2018)

Verpackungsmittel aus Papier, Pappe und Karton werden mit Abstand am häufigsten verbraucht. Die **Herstellung von Verpackungsmitteln aus Papier, Pappe und Karton** wird im **WZ 17.21.0** zusammengefasst. Die wichtigsten stofflichen Inputs/Eingänge in diesen WZ sind laut MWE verschiedene Warengruppen der Kategorie Papier und Pappe. Zusammen repräsentieren sie einen Anteil von ca. 67 % aller Inputs in diesen WZ (DESTATIS 2017). Somit ist als wichtigster vorgelagerter WZ die **Herstellung von Papier, Karton und Pappe (WZ 17.12.0)** einzuordnen. Eine Substitution durch andere Halbwaren bzw. Vorprodukte ist aufgrund des hohen Anteils und der spezifischen Eigenschaften von Papier, Pappe und Karton vermutlich nur in geringerem Umfang möglich.

### Herstellung von Verpackungsmittel aus Papier, Pappe und Karton

Verpackungsmittel aus Papier, Pappe und Karton stellen überwiegend Endprodukte dar, die verbraucht werden und nicht in die Herstellung anderer Produkte eingehen. Verpackungsmittel werden in der gesamten Wirtschaft eingesetzt. Für die Wirtschaftszweige des verarbeitenden Gewerbes kann der Anteil der Verpackungsmittel an den gesamten Beschaffungskosten eines Wirtschaftszweiges anhand der MWE bestimmt werden. Nicht möglich ist die Unterscheidung nach Verpackungsmaterial. Es kann für den einzelnen Wirtschaftszweig auf Basis amtlicher Daten das Material der verwendeten Verpackungen nicht differenziert werden. Basierend auf Abbildung 3 kann aber davon ausgegangen werden, dass im verarbeitenden Gewerbe Verpackungen aus Papier, Pappe und Karton die größte Bedeutung haben und aufgrund des hohen Anteils kurz- und mittelfristig nicht durch andere Verpackungen ersetzt werden können. Vor dem Hintergrund verschiedener politischer Zielsetzungen und Strategien (BMBF und BMEL 2020; BMEL 2017) ist eine langfristige Substitution von Papier, Pappe und Karton nicht wünschenswert und damit eher unwahrscheinlich. Diese Einschätzung wird durch Ansprüche der Verbraucher und durch gesellschaftliche Trends untermauert. Der Verpackungsmarkt stellt sich zunehmend auf erweiterte Nachhaltigkeitsanforderungen ein, woraus sich ein Trend zum Ersatz von Kunststoff durch Papierverpackungen ergibt. Vor allem für haltbare Lebensmittel und Lebensmittel für den Grundbedarf sind einfache Verpackungen aus Papier wie Schlauchbeutel für Mehl und Zucker von großer Bedeutung (Deiningner 2020; Sauer 2020). Hier sind auch **Faltschachteln** als Verpackungen für haltbare Lebensmittel und **Medikamente** zu nennen (EUWID Papier und Zellstoff 2020b). Aus diesen Gründen empfiehlt das BMEL Betriebe zur Herstellung von Verpackungen und Verpackungsmaterial für Erzeugnisse als kritische Infrastrukturen einzustufen (BMEL 2020).

### Herstellung von Verpackungsmittel aus Holz

Rund 17 % aller in Deutschland verbrauchten Verpackungen bestehen aus Holz (Statista 2018). Somit ist die Bedeutung von Holz als Verpackungsmaterial etwas höher als die Bedeutung von Kunststoff (siehe Abbildung 3). Die **Herstellung von Verpackungsmitteln, Lagerbehältern und Ladungsträgern aus Holz** ist im **WZ 16.24.0** zusammengefasst.

Laut MWE (DESTATIS 2017) sind die wichtigsten stofflichen Inputs/Eingänge in diesen WZ Schnittholz (36,1 %) und Holzwerkstoffe (11,2 %). Da es sich auch bei Verpackungsmitteln aus Holz weitestgehend um Endprodukte handelt, gehen auch sie nicht als stoffliche Inputs in andere WZ ein. Wie für papierbasierte Verpackungsmittel lässt sich auch hier die Bedeutung aus dem Verbrauch ablesen. Alle Wirtschaftszweige des verarbeitenden Gewerbes benötigen Verpackungen.

Die Produkte des WZ 16.24.0 gliedern sich in die Unterkategorien Flach- und Boxpaletten, Fässer, Tröge, Kübel etc., sowie in andere Verpackungsmittel, die in Kisten/Verschläge und Kabeltrommeln unterteilt werden. Diese Produktkategorien sind z.T. sehr heterogen, was durch eine Zunahme an individualisierten Verpackungen im Bereich der Kisten und Verschläge verstärkt wird. Somit ist eine quantitative Abschätzung des Einsatzes von Nadel- und Laubholz derzeit nicht möglich. Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse der Einschlagsrückrechnung aber, dass im Zeitraum von 1995

bis 2018 der Anteil von Nadelrohholz in der stofflichen Verwendung von ca. 83 % auf 89 % angestiegen ist (TI-WF 2020).

Gemessen am Produktionswert haben Flachpaletten den größten Anteil. Untersuchungen im Rahmen des Projektes „Bioökonomiemonitoring“ ergaben, dass ca. 56 % des im Wirtschaftszweig eingesetzten Nadelschnittholzes für die Herstellung von Flachpaletten verwendet werden (Schweinle et al. 2020). Laut amtlicher Produktionsstatistik stieg in Deutschland die Anzahl der jährlich produzierten Flachpaletten (inkl. Palettenaufsatzwände) von gut 63 Mio. in 2009 auf knapp 102 Mio. Stück in 2018. In Europa gehören die meisten im Umlauf befindlichen Paletten dem Tauschsystem der European Pallet Association e. V. (EPAL) an. In diesem Tauschsystem befinden sich aktuell ca. 600 Mio. Paletten. 2019 wurden knapp 27 Mio. Paletten innerhalb des Tauschsystems repariert (EPAL e.V. 10.03.2020). Verpackungen aus Holz sind in der aktuellen Leitlinie des BMEL zur kritischen Infrastruktur Ernährung berücksichtigt (BMEL 2020).

### 2.2.3 Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff, Papier und Pappe

Der **WZ 17.22.0 Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff, Papier und Pappe** steht in direkten Bezug zum Sektor „Gesundheit“ (inkl. Notfall-, Rettungswesen). Die Produkte dieses WZ werden hier als Endprodukte verwendet. Ein wichtiges und aktuell in der Öffentlichkeit viel diskutiertes Produkt aus diesem Wirtschaftszweig sind „Mundmasken aus Papier, für medizinische Zwecke“, die dem GP Code 1722 12 900 für „Andere Waren aus Papier zum Gebrauch im Haushalt, im Krankenhaus, bei der Körperpflege oder zu hygienischen Zwecken“ zugeordnet sind.

Als Rohstoffe gehen die Produkte des WZ weiterhin in die **Herstellung von sonstigen Waren** (WZ 32). Davon ist der **WZ 32.5 „Herstellung von medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten und Materialien“** systemrelevant.

Zum anteiligen Einsatz von Nadel- und Laubholz kann keine detaillierte quantitative Einschätzung getroffen werden, da die Vielfalt der Produkte, die in diesem Wirtschaftszweig hergestellt werden, sehr hoch ist und keine ausreichenden Informationen zu Herstellungsverfahren und Zusammensetzung vorliegen.

Im Gesamtkontext ist die Bedeutung des Wirtschaftszweiges für Privathaushalte zu erwähnen. Der in der Öffentlichkeit viel diskutierte gestiegene Absatz von Hygienepapieren für den privaten Konsum zeigt, dass nicht nur die Versorgung der Privathaushalte mit Lebensmitteln relevant ist. Güter des täglichen Bedarfs, die zwar nicht unmittelbar überlebensnotwendig, aber wichtig für die Einhaltung gängiger und unter Bedingungen einer Pandemie zusätzlich erforderlicher Hygienevorgaben sind, sind möglicherweise in der Ausweisung kritischer Infrastrukturen stärker als bisher zu berücksichtigen. Für Privathaushalte zu nennen sind hier neben Toilettenpapier auch

Monatshygiene- und Inkontinenzprodukte, Produkte zur hygienischen Versorgung von Säuglingen und Kleinkindern und Putzmittel.

Für das oben genannte Beispiel der Mundmasken wird aktuell auch deutlich, dass es bei der Versorgung der kritischen Infrastruktur zu Engpässen kommen kann, wenn sich Privathaushalte ebenfalls mit diesen Produkten versorgen (müssen) und die fraglichen Produkte auf Märkten frei gehandelt werden.

## 2.3 Indirekte Verflechtungen

Neben direkten Verflechtungen zwischen kritischen Sektoren und Forst-, Holz- und Papierwirtschaft sind auch indirekte Verflechtungen zu beachten, da WZ in direkter Verbindung z. T. in erheblichen Mengen Produkte aus vorgelagerten WZ beziehen, die kurz- und mittelfristig nicht substituiert werden können.

Die folgenden Unterkapitel differenzieren in relevante WZ der holzbe- und -verarbeitenden Industrie (16.10.0, 16.21.0), und den WZ, die Holz- und Zellstoff (17.11.0) sowie Papier, Pappe und Karton herstellen (17.12.0).

### 2.3.1 Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke

Der **WZ 16.10.0** umfasst Tätigkeiten u.a. des Sägens, Hobelns und des sonstigen maschinellen Bearbeitens von Holz, Schälen und Messern von Rundholz, Herstellung von Bahnschwellen und Holzwole, -mehl, -schnitzeln und -plättchen. Wichtigste Inputs laut MWE sind Rohholz (62,8 %) und Produkte des gleichen WZ (20,1 %), wie gesägtes, gehobeltes und profiliertes Holz, sowie Sägenebenprodukte wie Sägemehl und Hackschnitzel. Der Wirtschaftszweig stellt Inputs für die Herstellung von Holzpackmitteln bereit (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

### 2.3.2 Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten

Im **WZ 16.21.0** werden alle Betriebe, die Holzwerkstoffe herstellen, zusammengefasst. Wichtigste Inputs sind ebenfalls Rohholz (22,1 % der Beschaffungskosten), Holzwerkstoffe (29,1 %) und chemische Produkte wie z. B. Klebstoffe und Kunstharze (18,3 %). Die Produkte dieses Wirtschaftszweiges fließen in bedeutendem Maße in die Herstellung von Holzpackmitteln (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

### 2.3.3 Herstellung von Holz- und Zellstoff

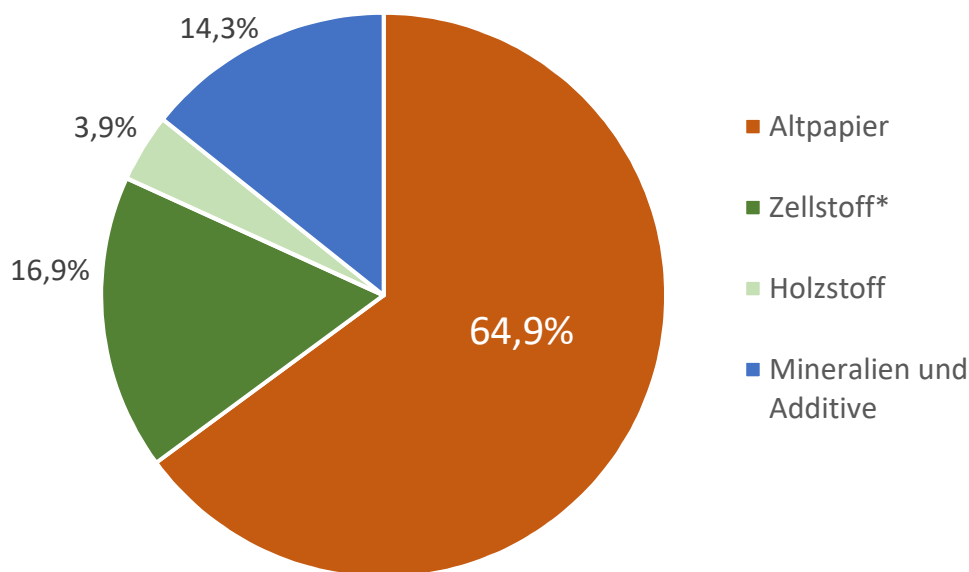
In diesem **WZ (17.11.0)** wird die Herstellung von Holz- und Zellstoff nach verschiedenen mechanischen und chemischen Verfahren zusammengefasst. Eingeschlossen ist das Recycling von Altpapier (d.h. die „Erzeugung von Papiermasse aus Papierabfall“ vgl. DESTATIS (2008)). Bei den Produkten dieses WZ handelt es sich um Zwischenprodukte, die in anderen WZ weiterverarbeitet werden und dort wichtige, nicht substituierbare Inputs darstellen. Somit ist dieser WZ zwar nicht direkt mit systemrelevanten Branchen verknüpft, stellt aber einen unverzichtbaren vorgelagerten Wirtschaftszweig dar.

Wichtigste Rohstoffinputs in diesen WZ sind Rundholz (Schleifholz und Zellstoffholz) mit 5,672 Mio. m<sup>3</sup> und Sägenebenprodukte mit 3,755 Mio. m<sup>3</sup> (VDP e. V. 2019).

Produkte aus dem WZ 17.11.0 stellen wichtige Rohstoffe für die Herstellung von Papier, Karton und Pappe dar. 26,5 % der Beschaffungskosten aller bezogenen Materialien sind diesem WZ zugeordnet. Ähnlich verhält es sich in der Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff, Papier und Pappe (WZ 17.22.0): 21,7 % aller Ressourcen werden als Holz- oder Zellstoff bezogen. In die Herstellung von sonstigen Waren aus Papier, Karton und Pappe gehen Holz- und Zellstoff ebenfalls ein. Produkte mit Bezug zu Verpackungen aus diesem WZ sind z. B. Artikel aus Höckerpappe (Eierschachteln), Etiketten (Logistik), Filterpapiere (Laborbedarf) (3,6 % aller Inputs aus 17.11.0).

### 2.3.4 Herstellung von Papier, Karton und Pappe

Neben den bereits beschriebenen Verflechtungen von Papier und Pappe ist hier abschließend noch die Bedeutung des WZ 17.12.0 für die **Herstellung von Druckerzeugnissen (WZ 18.1)**, insbesondere **Drucken von Zeitungen, Zeitschriften, Büchern etc. (WZ 18.11.0, 18.12.0)** zu nennen und auch an dieser Stelle der Bezug zu Sektoren der kritischen Infrastruktur zu unterstreichen.

**Abbildung 4:** Rohstoffverbrauch der Papierindustrie 2018 in %

\* inkl. sonstige Faserstoffe 0,3%

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von VDP e.V.(2019)

Abbildung 4 gibt eine Übersicht über den Rohstoffverbrauch der Papierindustrie (VDP e.V. 2019). Der mengenmäßig größte Anteil von knapp 65 % entfällt auf Altpapier. An zweiter Position steht Zellstoff mit knapp 17 %. Die Anteile beziehen sich auf einen Gesamtrohstoffverbrauch in der Papierindustrie von 22,6 Mio. Tonnen im Jahr 2018.

Die aktuelle Versorgungslage der Hersteller von Papier und Pappe mit dem Rohstoff Altpapier wird unterschiedlich beurteilt. Zum einen fordern der Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (bvse) und der Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) die Altpapiersammelstruktur während der Corona-Pandemie aufrechtzuerhalten, damit es nicht zu Produktionseinschränkungen komme (EUWID Papier und Zellstoff 2020c). Gleichzeitig wird konstatiert, dass es in Deutschland einen Altpapierüberschuss gebe und die Sammelmenge leicht abnehme (EUWID Papier und Zellstoff 2020a). Auf der anderen Seite wurde Anfang des Jahres von einem verringerten Absatz von Altpapier ins Ausland und in der Folge von fallenden Preisen für Altpapier berichtet (Dierig 2020), was eine erhöhte Verfügbarkeit auf dem deutschen Markt zur Folge haben könnte.

Unstrittig ist, dass Altpapier seit vielen Jahren der mengenmäßig wichtigste Rohstoff der deutschen Papierindustrie ist. Im Jahr 2018 wurden 17,2 Mio. t Altpapier in der deutschen Papierindustrie eingesetzt; dies entspricht knapp 65 % des gesamten Rohstoffbedarfs. Der Nettoimport von Altpapier belief sich auf 2,1 Mio. t, im Inland wurden 15,1 Mio. t. erzeugt, d.h. über die unterschiedlichen Entsorgungssysteme eingesammelt (VDP e. V. 2019). Somit ist Altpapier für

Sektoren, die mit Betrieben kritischer Infrastruktur verflochten sind, eine sehr wichtige Rohstoffquelle. Wie stark sich verzögerte oder ausgesetzte Altpapiersammlungen in Betrieben oder in den Kommunen auf die Verfügbarkeit des Rohstoffes auswirken, kann hier nicht bewertet werden.

## 3 Rohstoffe

### 3.1 Rohholz

Die im WZ 02 unter Forstwirtschaft und Holzeinschlag zusammengefassten Tätigkeiten schließen laut der offiziellen Wirtschaftszweigklassifikation u.a. Holzeinschlag, Waldpflege, Durchforstungen zur Erzeugung von Stammholz, Forstung von Niederwald, Papier- und Feuerholz, Betrieb von Forstbaumschulen und Erbringung von Dienstleistungen (DESTATIS 2008) ein. Diese Tätigkeiten werden in Abhängigkeit von der Jahreszeit mit unterschiedlicher Intensität durchgeführt. Wie in der Einleitung bereits ausgeführt bestehen aktuell keine behördlichen Einschränkungen in der Durchführung dieser Aktivitäten. Grundsätzlich und bei länger andauernden Einschränkungen von Personen- und Güterverkehr und bestehenden Kontaktsperren gilt es aber dennoch, diese Tätigkeiten im Blick zu behalten, da sich Verzögerungen auf die Verfügbarkeit von Holz auswirken können.

Vor dem Hintergrund der bestehenden Kalamitätssituation ist anzumerken, dass aufgrund von Produktionseinschränkungen und verändertem Außenhandel jetzt im Wald verbleibendes befallenes Rohholz kurzfristig negative Auswirkungen auf die Waldschutzsituation und damit mittel- und langfristig auf die Rohholzversorgung haben kann (baublatt 2020; DeSH 2020). Konkrete Folgen und deren Ausmaß sind noch nicht abzusehen, müssen aber beobachtet werden.

Auch andere Tätigkeiten im Rahmen der Waldbewirtschaftung wie Pflanzungen, Bestandespflege, Maßnahmen zum Waldschutz (auch Brände) und Forsteinrichtung sollten berücksichtigt werden, wenn Einschränkungen von Personen- und Warenverkehr, Produktion o. ä. in Erwägung gezogen werden. Einschränkungen an dieser Stelle können mittel- und langfristig starke Auswirkungen auf die Versorgung mit dem Rohstoff Holz haben.

### 3.2 Einfuhren

In Ergänzung zu den Ausführungen der vorangegangenen Kapitel werden in Tabelle 2 die Außenhandelsdaten der Rohstoffe und Halbwaren zusammengefasst, die für die mit kritischen Infrastrukturen verflochtenen Wirtschaftszweige von Bedeutung sind.

Sperrholz und Zellstoff sind jene Außenhandelsgüter, deren Importanteil am rechnerischen inländischen Verbrauch mit Abstand am höchsten ist.

Sperrholz wird u.a. als Holzwerkstoff in der Herstellung von Holzpackmitteln verwendet. Unter den Holzwerkstoffen weist Sperrholz den höchsten Nettoimport von 1,2 Mio. m<sup>3</sup> auf. Damit werden nur knapp 9 % des inländischen Verbrauchs in Deutschland produziert. Wichtigste Importländer in Bezug auf die Menge sind die Russische Föderation, Brasilien und Finnland (DESTATIS 2020).



Zellstoff ist nach Altpapier der zweitwichtigste Rohstoff für die Herstellung von Papier. Deutschland importiert netto 3,2 Mio. t Zellstoff. Die inländische Produktion beträgt 1,6 Mio. t. Daraus folgt, dass derzeit knapp 67 % des inländischen Verbrauches durch Importe abgedeckt werden. Somit haben Zellstoffimporte eine sehr große Bedeutung für die inländische Produktion. Wichtigste Importländer für Zellstoff sind Brasilien, Schweden und Finnland (DESTATIS 2020).

Auch für Altpapier lässt sich ein Nettoimport feststellen. Der durch Importe abgedeckte Anteil am gesamten Verbrauch beträgt 12,4 %. Wichtigste Importländer sind die Niederlande, Polen und Frankreich (DESTATIS 2020).

Weitere in Tabelle 2 aufgeführten Außenhandelsgüter weisen sehr geringe Nettoimporte oder Nettoexporte auf. Es ist davon auszugehen, dass Einschränkungen in der Lieferkette in den jeweiligen Wertschöpfungsketten weniger Auswirkungen haben. Bislang gab es keine grundsätzlichen behördlichen Einschränkungen des Warenverkehrs. Produktionsrückgänge in der Lieferkette, die durch andere Effekte wie fehlendes Personal, Stornierungen von Aufträgen aufgrund von Marktunsicherheiten oder ähnlichem verursacht werden, können auch bei geringer Abhängigkeit von Importen auftreten.

Abschließend sei auch auf Flachpaletten in Mehrweg- und Tauschsystemen verwiesen. Diese spielen im globalen Warenverkehr eine bedeutende Rolle. So gibt z. B. die European Pallet Association e. V. (EPAL) an, aktuell ca. 600 Mio. Paletten und 20 Mio. Gitterboxen im offenen Tauschportal global zu verwalten (EPAL 2019). Es kann aktuell nicht abgeschätzt werden, inwieweit mögliche Behinderungen des Warenverkehrs das Tauschsystem beeinflussen. Da aber Flachpaletten üblicherweise nicht leer transportiert werden, ist davon auszugehen, dass eingeschränkter Warenverkehr regional zu einem Mangel an Transportpaletten führen kann.

**Tabelle 2:** Außenhandel, Produktion und inländischer Verbrauch ausgewählter Importgüter der Holzwirtschaft 2018

	Einheit	Import	Export	Differenz (negative Werte kennzeichnen Nettoexporte)	Produktion	Inländischer Verbrauch (rechnerisch)	Anteil Nettoimporte am Verbrauch in %
Rohholz (ohne Holzbrennstoffe)	Mio. m <sup>3</sup>	8,825	5,253	3,573	49,928	53,501	6,7
Holzhackschnitzel und Restholz	Mio. m <sup>3</sup>	1,998	2,613	-0,615	14,931	15,546	*
Zellstoff (inkl. Chemiezellstoff)	Mio. t	4,131	0,963	3,572	1,585	5,157	66,7
Holzstoff	Mio. t	0,168	0,100	0,068	0,813	0,881	7,7
Altpapier	Mio. t	4,908	2,778	2,130	15,07	17,2	12,4
Sperrholz	Mio. m <sup>3</sup>	1,582	0,390	1,191	0,118	1,308	91,0
Schnittholz	Mio. m <sup>3</sup>	5,494	8,994	-3,500	23,743	27,243	*
Spanplatten	Mio. m <sup>3</sup>	2,931	2,425	0,506	6,988	7,439	6,8
Faserplatten	Mio. m <sup>3</sup>	1,391	3,319	-1,928	5,607	7,535	*

\* nicht zutreffend, da Nettoexporte vorliegen

Quelle: JFSQ-DE (2019) , eigene Berechnungen

## 4 Synthese

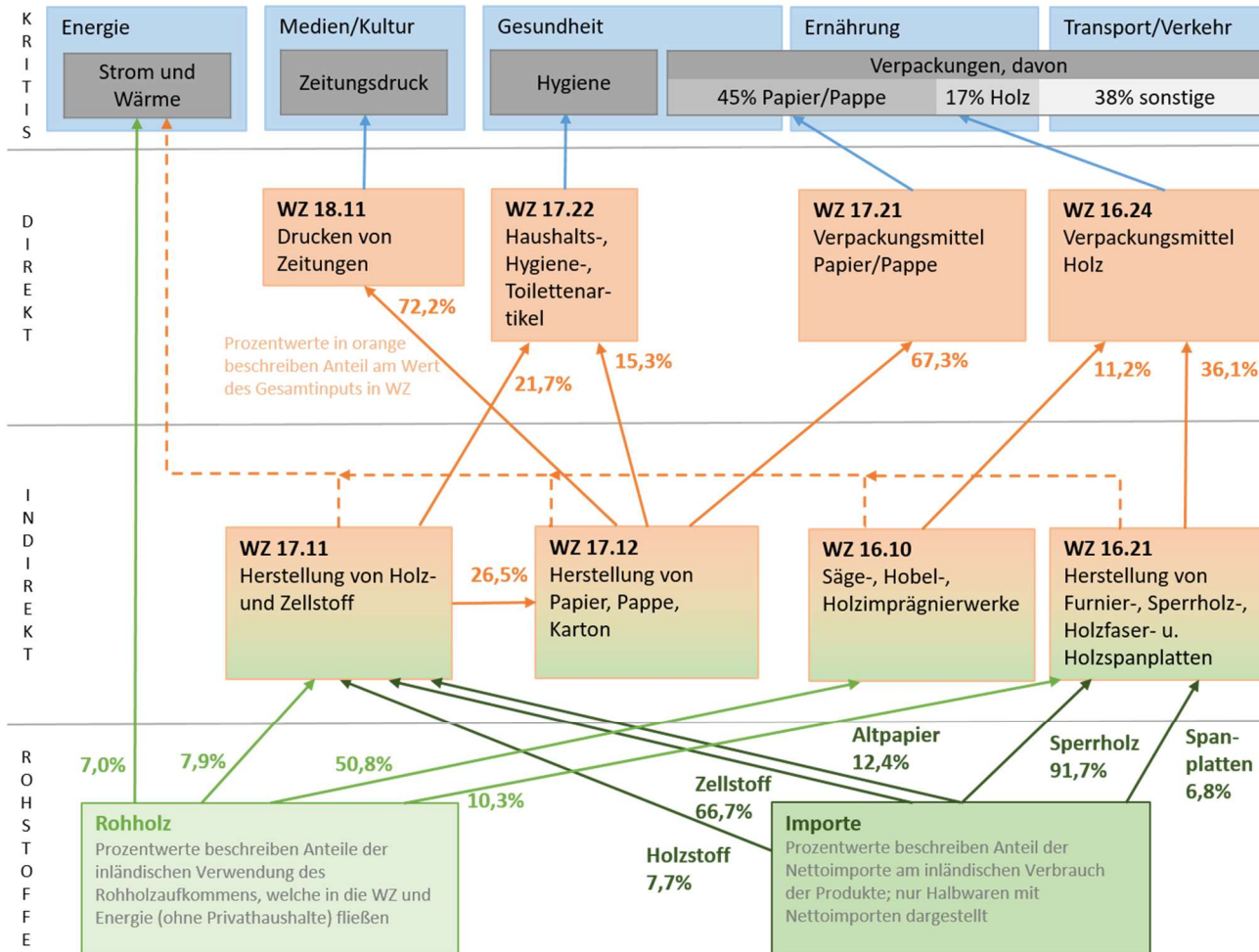
Abbildung 5 fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen. Sie stellt keinen vollständigen Stoffstrom von Holz und holzbasierten Zwischen- und Endprodukten dar. Ziel der Abbildung ist, die wichtigsten und anhand offizieller Daten quantifizierbaren Verflechtungen zwischen Forst-, Holz- und Papierwirtschaft mit Branchen der kritischen Infrastrukturen darzustellen.

Die Abbildung ist entsprechend der Struktur der Verflechtungen von Sektoren und Branchen kritischer Infrastruktur mit vorgelagerten Branchen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft in folgende Bereiche gegliedert: Von oben nach unten sind zunächst Sektoren (blaue Kästen) und Branchen (graue Kästen) der kritischen Infrastrukturen (KRITIS) dargestellt, die in direkter Beziehung zu holzbasierten Wirtschaftszweigen stehen. Darunter folgt die Auflistung der direkt und indirekt verflochtenen holzbasierten Wirtschaftszweige. Die Darstellung von Wirtschaftszweigen basiert auf der Verfügbarkeit von amtlichen Daten. Wie im Text beschrieben wurde die Material- und Wareneingangstatistik (MWE) ausgewertet. Die MWE stellt Informationen bezogen auf Wirtschaftszweige, also ökonomische Aktivitäten, bereit.

Im untersten Abschnitt der Abbildung erfolgt die Verbindung der Rohstoffbasis aus Holzeinschlag (Rohholz) und Importen mit den holzbe- und -verarbeitenden Wirtschaftszweigen und dem Sektor Energie.

Die Wirtschaftszweige 18.11 (Drucken von Zeitungen), 17.22 (Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln), 17.21 (Herstellung von [...] Verpackungsmitteln aus Papier, Karton und Pappe), sowie 16.24 (Herstellung von Verpackungsmitteln [...] aus Holz) produzieren Güter, die unmittelbar in Branchen der kritischen Infrastrukturen eingesetzt werden. Der Anteil dieser Güter an allen in diesen Branchen eingesetzten Gütern kann nicht quantifiziert werden. Nur für Verpackungen, die in den Sektoren Gesundheit (inkl. Notfall- und Rettungswesen), Ernährung und Transport/Verkehr eingesetzt werden, liegen Informationen zum Material der verwendeten Verpackungen vor. 45 % der verwendeten Verpackungen bestehen aus Papier, Pappe oder Karton, 17 % aus Holz und die restlichen 38 % sind Verpackungen aus Plastik, Glas, Aluminium oder Weißblech.

Die Beziehungen zwischen direkt und indirekt verflochtenen Wirtschaftszweigen lässt sich anhand der genutzten Datenquelle konkret quantifizieren. Da die MWE die Inputs in die Wirtschaftszweige erfasst, bezeichnen die Prozentwerte in orange jeweils den Anteil am Gesamtinput in den jeweiligen Wirtschaftszweig. So werden z. B. 72,2 % aller Inputs (gemessen am Wert in €), welche der WZ 18.11 einsetzt, vom Wirtschaftszweig 17.12 bereitgestellt.

**Abbildung 5:** Verflechtungen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft mit Sektoren und Branchen kritischer Infrastrukturen

Quelle: Eigene Darstellung

Aus allen indirekt verflochtenen Wirtschaftszweigen fließen Reststoffe und Nebenprodukte in die energetische Verwendung. Da diese Stoffflüsse in diesem Kontext nicht konsistent quantifizierbar sind, werden sie als gestrichelte Linie dargestellt.

Die Rohstoffbasis (Abschnitt Rohstoffe) besteht aus Rohholz und Importen. Rohholz wird in den mit hellgrünen Pfeilen verbundenen Wirtschaftszweigen inländisch verwendet. Die Summe der angegebenen Werte ergibt nicht 100 %, da Rohholz, das in Privathaushalten zur Wärmeerzeugung genutzt wird, nicht mit abgebildet ist.

Im Bereich der Importe sind nicht alle Importe mit Bezug zu Holz und holzbasierten Halb- und Fertigwaren dargestellt, sondern jene Importe an Halbwaren, welche für die aufgeführten Wirtschaftszweige mengenmäßig relevant sind und für die Nettoimporte vorliegen, d.h. die Abhängigkeit von Importen klar gegeben ist. Die Prozentwerte (dunkelgrün) bezeichnen den Anteil der Importe am inländischen Verbrauch im jeweiligen Wirtschaftszweig. So werden z. B. 91,7 % des im Wirtschaftszweig 16.21 verwendeten Sperrholzes importiert.

## Literaturverzeichnis

baublatt (2020): Zu viel Holz an Lager: Covid-19 beutelt die Forstwirtschaft. In: *Baublatt*, 03.04.2020. Online verfügbar unter <https://www.baublatt.ch/corona-virus/zu-viel-holz-an-lager-corona-virus-beutelt-die-forstwirtschaft>, zuletzt geprüft am 16.04.2020.

BBK; BSI (2009): Schutz Kritischer Infrastrukturen. Online verfügbar unter [https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Home/home\\_node.html](https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Home/home_node.html), zuletzt geprüft am 25.03.2020.

Becher, Georg; Weimar, Holger (2020): Branchen des Clusters entwickeln sich meist positiv. Stand der Clusterstatistik für das Jahr 2017 und Entwicklung für den Zeitraum 2000 bis 2017. In: *Holz-Zentralblatt* (6), S. 132–133. Online verfügbar unter [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn062087.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn062087.pdf), zuletzt geprüft am 31.03.2020.

BMBF; BMEL (2020): Nationale Bioökonomiestrategie. Kabinettdorlage. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Bioenergie-NachwachsendeRohstoffe/nationale-biooekonomiestrategie.pdf;jsessionid=231556E30C8E2D30AE938A88C34E14F1.2\\_cid367?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Bioenergie-NachwachsendeRohstoffe/nationale-biooekonomiestrategie.pdf;jsessionid=231556E30C8E2D30AE938A88C34E14F1.2_cid367?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 27.01.2020.

BMEL (2017): Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. Charta für Holz 2.0. Hg. v. BMEL. Online verfügbar unter [http://www.charta-fuer-holz.de/fileadmin/charta-fuer-holz/dateien/Charta-fuer-Holz-2\\_0.pdf](http://www.charta-fuer-holz.de/fileadmin/charta-fuer-holz/dateien/Charta-fuer-Holz-2_0.pdf), zuletzt geprüft am 24.02.2020.

BMEL (2020): Leitlinie. Unternehmen der KRITIS Ernährung (Ernährungsunternehmen). Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/leitlinie-kritis.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/leitlinie-kritis.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 09.04.2020.

BMI (2009): Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). Online verfügbar unter [https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.pdf;jsessionid=2B5152A69F1550EEF7C8D8C0A7D6189E.2\\_cid373?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.pdf;jsessionid=2B5152A69F1550EEF7C8D8C0A7D6189E.2_cid373?__blob=publicationFile&v=3), zuletzt geprüft am 20.04.2020.

BMWi (Hg.) (2020): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Online verfügbar unter [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html), zuletzt aktualisiert am März 2020, zuletzt geprüft am 05.08.2020.

Bundesregierung (2020): Regelungen und Einschränkungen im Zusammenhang mit Covid-19. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/coronavirus/corona-massnahmen-1734724>, zuletzt aktualisiert am 16.04.2020, zuletzt geprüft am 16.04.2020.

Deininger, Jan (2020): Nachhaltig und einzigartig zugleich. Alternative zu Folienverpackungen. In: *neue verpackung* (03). Online verfügbar unter <https://www.neue-verpackung.de/65690/nachhaltig-und-einzigartig-zugleich/>, zuletzt geprüft am 01.04.2020.

DeSH (2020): DeSH News | Mehrheit der Sägewerke spürt negative Auswirkungen der Corona-Krise. Online verfügbar unter <https://www.saegeindustrie.de/de/content/newsroom/aktuelles/news?id=1834>, zuletzt aktualisiert am 16.04.2020, zuletzt geprüft am 16.04.2020.

DESTATIS (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige. DESTATIS. Wiesbaden. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-wz-2008.html?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-wz-2008.html?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 16.12.2019.

DESTATIS (2017): Material- und Wareneingangserhebung im Verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung in Steinen und Erden. Qualitätsbericht. DESTATIS. Wiesbaden (Fachserie 4 Reihe 4.2.4). Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/material-wareneingangserhebung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/material-wareneingangserhebung.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 16.12.2019.

DESTATIS (2020): Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Land, Warenverzeichnis (4-/6-Steller). Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=51000-0009&levelindex=1&levelid=1587449462202>, zuletzt geprüft am 21.04.2020.

Dierig, Carsten (2020): Sinkende Preise für Altpapier lassen Müllgebühren steigen. In: *WELT*, 11.01.2020. Online verfügbar unter <https://www.welt.de/wirtschaft/article204928460/Sinkende-Preise-fuer-Altpapier-lassen-Muellgebuehren-steigen.html>, zuletzt geprüft am 07.04.2020.

Döring, Przemko; Glasenapp, Sebastian; Mantau, Udo (2016): Rohstoffmonitoring Holz: Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2014. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Abschlussbericht. Online verfügbar unter [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn058691.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn058691.pdf), zuletzt geprüft am 27.08.2019.

Döring, Przemko; Glasenapp, Sebastian; Weimar, Holger; Mantau, Udo (2018a): Rohstoffmonitoring Holz: die energetische Nutzung von Holz in Biomassefeuerungsanlagen unter

1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2016. Teilbericht. Online verfügbar unter [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn059776.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn059776.pdf), zuletzt geprüft am 27.05.2019.

Döring, Przemko; Weimar, Holger; Mantau, Udo (2018b): Rohstoffmonitoring Holz: Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2016. Online verfügbar unter [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn059777.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn059777.pdf), zuletzt geprüft am 27.05.2019.

Dörschel, Jens (2019): Holzpellets: Produktionsdaten und Rohstoffmix, 24.04.2019. E-Mail an Dominik Jochem.

EPAL (2019): Hardfacts System. Online verfügbar unter <https://www.epal-pallets.org/das-erfolgssystem/epal-system/>, zuletzt geprüft am 06.05.2019.

EPAL e.V. (10.03.2020): EPAL Paletten Produktion auch 2019 weiter auf hohem Niveau. 123 Millionen EPAL Ladungsträger wurden im vergangenen Jahr produziert und repariert, [andrea.engels@epal-pallets.org](mailto:andrea.engels@epal-pallets.org). Online verfügbar unter <https://www.epal-pallets.org/eu-de/news/news/details/article/epal-paletten-produktion-auch-2019-weiter-auf-hohem-niveau>, zuletzt geprüft am 01.04.2020.

EUWID Papier und Zellstoff (2020a): bvse: Altpapier darf nicht knapp werden in Deutschland | EUWID Papier und Zellstoff. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst. Online verfügbar unter <https://www.euwid-papier.de/news/einzelansicht/Artikel/bvse-altpapier-darf-nicht-knapp-werden-in-deutschland.html>, zuletzt aktualisiert am 25.03.2020, zuletzt geprüft am 14.04.2020.

EUWID Papier und Zellstoff (2020b): Marktbericht Karton/Faltschachtel Deutschland: Produktionssicherstellung im Fokus der Kartonhersteller | EUWID Papier und Zellstoff. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst. Online verfügbar unter <https://www.euwid-papier.de/news/einzelansicht/Artikel/div-class7marktbericht-kartonfalschachtel-deutschlanddiv-produktionssicherstellung-im-fok.html>, zuletzt aktualisiert am 03.04.2020, zuletzt geprüft am 03.04.2020.

EUWID Papier und Zellstoff (2020c): VDP mit Statement der deutschen Papierindustrie | EUWID Papier und Zellstoff. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst. Online verfügbar unter <https://www.euwid-papier.de/news/einzelansicht/Artikel/vdp-mit-statement-der-deutschen-papierindustrie.html>, zuletzt aktualisiert am 07.04.2020, zuletzt geprüft am 07.04.2020.

JFSQ-DE (2019): Joint Forest Sector Questionnaire. Produktions- und Handelsdaten für Deutschland. Interne Datenbank des Thünen-Instituts für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie. Online verfügbar unter <https://www.unece.org/forests/fpm/onlinedata.html>, zuletzt aktualisiert am 21.04.2020, zuletzt geprüft am 21.04.2020.



Sauer, Torsten (2020): Papier statt Kunststoff für Verpackungen. In: *neue verpackung* (03). Online verfügbar unter <https://www.neue-verpackung.de/65622/papier-statt-kunststoff-fuer-verpackungen/>, zuletzt geprüft am 01.04.2020.

Schüler, Kurt (2018): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2016. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte, 58/2018). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/aufkommen\\_und\\_verwertung\\_von\\_verpackungsabfaellen\\_in\\_deutschland\\_im\\_jahr\\_2016\\_final.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/aufkommen_und_verwertung_von_verpackungsabfaellen_in_deutschland_im_jahr_2016_final.pdf), zuletzt geprüft am 16.05.2019.

Schweinle, Jörg; Geng, Natalia; Iost, Susanne; Weimar, Holger; Jochem, Dominik (2020): Monitoring Sustainability Effects of the Bioeconomy: A Material Flow Based Approach Using the Example of Softwood Lumber and Its Core Product Epal 1 Pallet. In: *Sustainability* 12 (6), S. 2444. DOI: 10.3390/su12062444.

Statista (2018): Verpackungsindustrie in Deutschland. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/studie/id/49665/dokument/verpackungsindustrie-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 15.05.2019.

TI-WF (2020): Holzeinschlag und Rohholzverwendung. Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei. Online verfügbar unter <https://www.thuenen.de/de/wf/zahlen-fakten/produktion-und-verwendung/holzeinschlag-und-rohholzverwendung/>, zuletzt geprüft am 15.05.2020.

VDP e.V. (2019): Papier 2019. Ein Leistungsbericht. Hg. v. VDP e.V.

**Bibliografische Information:**  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter [www.dnb.de](http://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](http://www.dnb.de)*

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

*Volumes already published in this series are available on the Internet at [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)*

**Zitationsvorschlag – Suggested source citation:**  
lost S, Bösch M, Jochem D, Weimar H (2020) Verflechtungen der Forst-, Holz- und Papierwirtschaft mit den kritischen Infrastrukturen in Deutschland (KRITIS). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 34 p, Thünen Working Paper 148, DOI:10.3220/WP1593761759000

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 148

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*  
Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig  
Germany

[thuenen-working-paper@thuenen.de](mailto:thuenen-working-paper@thuenen.de)  
[www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

DOI:10.3220/WP1593761759000  
urn:nbn:de:gbv:253-202007-dn062441-8