

**Rohstoffmonitoring Holz**

**Die energetische Nutzung von Holz  
in Biomassefeuerungsanlagen unter 1 MW  
in Nicht Haushalten im Jahr 2019**

**Teilbericht**

Przemko Döring

Holger Weimar

Udo Mantau

 **4INFRO®** - *Informationssysteme für Rohstoffe*

September 2021

Verbundvorhaben:

Rohstoffmonitoring Holz

Teilvorhaben:

Grundlagen des Rohstoffmonitorings:

Die energetische Nutzung von Holz in Biomassefeuerungsanlagen unter 1 MW  
in Nichthaushalten im Jahr 2019

Zuwendungsempfänger:

INFRO - Informationssysteme für Rohstoffe

Förderkennzeichen:

22005918

Laufzeit des Teilvorhabens:

01.01.2018 bis 30.11.2021

Datum der Veröffentlichung:

September 2021

Zitierweise:

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

Autoren:

Przemko Döring und Udo Mantau:

INFRO e.K. – Informationssysteme für Rohstoffe

Holger Weimar:

Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
2	Datenerhebung.....	7
2.1	Befragung .....	7
2.2	Stichprobe.....	8
2.3	Grundgesamtheit.....	9
3	Umrechnungsfaktoren.....	11
4	Ergebnisse für 2019 .....	12
5	Vergleich zu 2016 .....	16

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Rücklaufübersicht der Befragung .....	7
Tab. 2:	Anlagenanzahl und Holzsortimente der Stichprobe getrennt nach Leistungsklassen .....	8
Tab. 3:	Anlagenanzahl der geschätzten Grundgesamtheit getrennt nach NWL- und FWL-Klassen .....	9
Tab. 4:	Umrechnungsfaktoren getrennt nach Holzsortimenten .....	11
Tab. 5:	Anlagenanzahl und Holzsortimente der Grundgesamtheit getrennt nach Leistungsklassen .....	12
Tab. 6:	Anlagenanteil und Anteile der Holzsortimente der Grundgesamtheit getrennt nach Leistungsklassen .....	13
Tab. 7:	Verteilung der Anlagen und Holzsortimente der Grundgesamtheit auf die Leistungsklassen .....	14
Tab. 8:	Durchschnittliche Leistungen und durchschnittliche Sortimentsverbräuche der Grundgesamtheit getrennt nach Leistungsklassen .....	15
Tab. 9:	Holzverbrauch der Grundgesamtheit getrennt nach Holzsortimenten in t_lutro, t_atro und Fm .....	15
Tab. 10:	Anlagenanzahl der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt Leistungsklassen .....	16
Tab. 11:	Durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Leistungsklassen .....	17
Tab. 12:	Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Leistungsklassen.....	18
Tab. 13:	Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Holzsortimenten.....	19
Tab. 14:	Durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Holzsortimenten .....	19

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anteile der Holzsortimente am Holzverbrauch der Grundgesamtheit.....	12
Abb. 2: Durchschnittliche NWL und durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit getrennt nach NWL-Klassen.....	14
Abb. 3: Anlagenanzahl der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach NWL-Klassen.....	16
Abb. 4: Durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach NWL- Klassen.....	17
Abb. 5: Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach NWL-Klassen.....	18

## Abkürzungsverzeichnis

BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
Fm	Festmeter
FWL	Feuerungswärmeleistung
kW	Kilowatt
MAP	Marktanreizprogramm
MW	Megawatt
NWL	Nennwärmeleistung
Srm	Schüttraummeter
t	Tonne
t_atro	Tonne absolut trocken
t_lutro	Tonne lufttrocken
UBA	Umweltbundesamt
ZIV	Zentralinnungsverband

## Literaturverzeichnis

1. BImSchV: Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), die zuletzt durch Artikel 16 Absatz 4 des Gesetzes vom 10. März 2017 (BGBl. I S. 420) geändert worden ist.
  4. BImSchV: Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440).
- Biomasseatlas: Der Vertriebskompass für die Biomassebranche.  
[www.biomasseatlas.de](http://www.biomasseatlas.de) (Zugriff am 11.09.2020).
- Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e. V. (DEPV):  
[www.depv.de/de/holzpellets/was\\_sind\\_pellets/zertifizierung\\_pellets](http://www.depv.de/de/holzpellets/was_sind_pellets/zertifizierung_pellets) (Zugriff am 29.11.2017).
- Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2020): Rohstoffmonitoring Holz. Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2018. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Teilbericht. Hamburg.
- Döring, P.; Glasenapp, S.; Weimar, H.; Mantau, U. (2018): Rohstoffmonitoring Holz. Die energetische Nutzung von Holz in Biomasseanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2016. Teilbericht. Hamburg.
- Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U. (2021): Rohstoffmonitoring Holz. Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2019. Teilbericht. Hamburg.
- Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U. (2018): Rohstoffmonitoring Holz. Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2016. Teilbericht. Hamburg.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (2017): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2017. Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas.
- Glasenapp, S.; Weimar, H. (2020): GHD-Festbiomasse im Wärmesektor: Abschlussbericht zum Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes [online]. Dessau: Umweltbundesamt, 127 p, Texte UBA 27.
- Mantau, U. (2008): Holzrohstoffbilanz Deutschland – Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg.
- Mantau, U.; Möller, B.; Jochem, D. (2012): Standorte der Holzwirtschaft. Holzrohstoffmonitoring. Die energetische Nutzung von Holz in Biomasseanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2010. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg.
- Musialczyk, C.; Mantau, U. (2007): Die energetische Nutzung von Holz in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen im Jahr 2006. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg.
- Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) (2020): Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, ausgenommen Einzelfeuerungsanlagen, ZIV Technische Abteilung.
- Weimar, H.; Mantau, U. (2004): Standorte der Holzwirtschaft. Einsatz von Biomasse in Energieanlagen. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg.

# 1 Einleitung

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde für das Jahr 2019 der deutschlandweite Holzverbrauch zur Energieerzeugung in gewerblich und öffentlich betriebenen Kleinfeuerungsanlagen geschätzt. Der Begriff gewerblich umfasst alle wirtschaftlichen Tätigkeiten von privaten Betrieben (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie), nicht zu verwechseln mit dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor). Der Begriff Kleinfeuerungsanlagen umfasst im Folgenden alle Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV, in denen mindestens ein Brennstoff der Brennstoffgruppen 4, 5, 5a, 6 oder 7 nach §3 der 1. BImSchV eingesetzt wurde. Ausgeschlossen von der Betrachtung wurden Einzelfeuerungsanlagen sowie alle Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung (NWL) bis 15 Kilowatt (kW) bzw. einer Feuerungswärmeleistung (FWL) bis 17 kW. Es wurde angenommen, dass diese Feuerungsanlagen nahezu ausschließlich in privaten Haushalten Verwendung finden (Biomasseatlas<sup>1</sup>). Der Holzverbrauch zur Energieerzeugung in privaten Haushalten wurde bereits in einer Studie für das Jahr 2018 untersucht (Döring, Glasenapp und Mantau 2020). Ebenfalls nicht enthalten sind alle nach der 4. BImSchV genehmigungspflichtigen Feuerungsanlagen, also Feuerungsanlagen ab 1 Megawatt (MW) FWL. Der Holzverbrauch dieser Feuerungsanlagen wurde für das Jahr 2019 in einer separaten Studie ermittelt (Döring, Weimar und Mantau 2021).

Zur Bestimmung der verbrauchten Holzmenge sowie der eingesetzten Holzsortimente wurde eine Stichprobe von potenziellen Betreibern von Kleinfeuerungsanlagen erhoben. Die Befragungsgesamtheit basierte im Wesentlichen auf Datenbeständen, die im Befragungsprozess früherer Untersuchungen gesammelt und aktualisiert wurden. Informationen zum Anlagenbestand der Grundgesamtheit wurden den Angaben des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks - Zentralinnungsverband (ZIV) entnommen.

Entsprechend der aktuellen Angaben des ZIV hat sich der Anlagenbestand zwischen den Jahren 2016 und 2019 von 44.867 auf 43.029 (-4,1 %) reduziert. Die Energieholzverwendung im Jahr 2019 ist von 7,7 Mio. t auf 6,2 Mio. t um 19,1 % gesunken.

---

<sup>1</sup> [www.biomasseatlas.de](http://www.biomasseatlas.de) (Zugriff am 11.09.2020).

## 2 Datenerhebung

### 2.1 Befragung

Die Grundlage zur Befragung bildete der Adressbestand potenzieller Kleinfeuerungsanlagen aus früheren Untersuchungen. Im Zuge der Erhebung 2016 wurden 2.071 Adressen potenzieller Kleinfeuerungsanlagen kontaktiert. Näheres zur Konsolidierung und Herkunft der Adressen kann dem entsprechenden Studienbericht (Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018) entnommen werden. Während der damaligen Befragung wurden zusätzlich 16 Adressen zu Kleinfeuerungsanlagen erfasst, die bislang nicht im Adressbestand enthalten waren. Aus einer zeitgleich durchgeführten Erhebung zu Großfeuerungsanlagen (Döring, Weimar und Mantau 2018) resultierten ebenfalls 156 Standorte zu Kleinfeuerungen. 30 der Befragten gaben eine FWL in Höhe von 1 MW oder höher bzw. oberhalb der Abschneidegrenze an. In 67 Fällen gaben die Befragten an, keine Holzfeuerung zu betreiben. Für die aktuelle Befragung standen somit 2.146 Adressen potenzieller Kleinfeuerungsanlagen zur Verfügung.

Anders als im Jahr 2016 waren keine vollständig getrennten Befragungen zu den Gruppen der Holzfeuerungen ab 1 MW FWL bzw. unter 1 MW FWL geplant. Aus Effizienzgründen wurde die schriftliche Befragung für beide Gruppen zusammenfassend durchgeführt. Neben potenziellen Kleinfeuerungsanlagen umfasste diese Befragung somit u. a. auch Anlagen, die sich im Jahr 2016 mit einer FWL von mindestens 1 MW in Betrieb befanden oder im Zuge der aktuellen Erhebung zu Großfeuerungsanlagen (Döring, Weimar und Mantau 2021) neu recherchiert wurden. Die Befragungsgesamtheit erhöhte sich dadurch auf 2.755.

Allen Adressen der Befragungsgesamtheit wurde ein Fragebogen zur schriftlichen Beantwortung zugesandt. Zur Erhöhung des Rücklaufs erfolgte im Abstand von etwa vier Wochen eine erneute Befragung bei allen bislang nicht antwortenden Adressaten. Eine Übersicht zur Adressidentifizierung gibt Tab. 1. Mit der schriftlichen Befragung konnten insgesamt 510 bzw. 18,5 % der 2.755 Standorte erhoben werden. Zur weiteren Untersuchung konnten 239 Adressen als Standorte von Kleinfeuerungen identifiziert werden. 138 Feuerungsanlagen mit FWL ab 1 MW und ihr Holzverbrauch wurden in einem gesonderten Bericht für Großfeuerungsanlagen behandelt (Döring, Weimar und Mantau 2021). An 23 Standorten fand keine Holzfeuerung statt. 4 Feuerungsanlagen befanden sich noch in der Bauphase. 27 Anlagen wurden stillgelegt. 4 Standorte stellten sich als Duplikate heraus und 2.245 Befragte gaben keine Rückmeldung.

Tab. 1: Rücklaufübersicht der Befragung

	Anzahl	%
<i>Befragungsgesamtheit</i>	2.755	100,0
<i>davon:</i>		
<i>Feuerungsanlage mit Holzfeuerung; &lt;1 MW</i>	239	8,7
<i>Feuerungsanlage mit Holzfeuerung; ≥1 MW</i>	138	5,0
<i>Feuerungsanlage ohne Angabe zur Leistung</i>	75	2,7
<i>Keine Holzfeuerung</i>	23	0,8
<i>Planung / Bauphase</i>	4	0,1
<i>Stillgelegt</i>	27	1,0
<i>Duplikat</i>	4	0,1
<i>keine Auskunft</i>	2.245	81,5

## 2.2 Stichprobe

Nicht alle Fragebögen wurden von den Befragten vollständig ausgefüllt. Datensätze, die zur späteren Hochrechnung erforderliche Informationen nicht enthielten, wurden nicht in die Stichprobe einbezogen. 223 Datensätze erfüllten die Voraussetzungen hinreichend. Die Befragten gaben in diesen Fällen sowohl Auskunft zur FWL als auch zum Holzverbrauch sowie darüber, welche Holzsortimente genutzt wurden. Tab. 2 stellt die Anlagenanzahl und die verbrauchten Holzsortimente der Stichprobe in der Gewichtseinheit Tonne (t) getrennt nach NWL- und FWL-Klassen dar. In den 223 Anlagen der Stichprobe wurden 91.068 t Holz erfasst. Die wichtigsten Holzsortimente der Stichprobe waren in absteigender Reihenfolge Waldrestholz (26,7 %), Sägenebenprodukte (25,0 %), Waldderbholz (10,2 %) und Pellets/Briketts (9,9 %).

Tab. 2: Anlagenanzahl und Holzsortimente der Stichprobe getrennt nach Leistungsklassen

<i>NWL-Klasse in kW</i>	<i>16-100</i>	<i>101-500</i>	<i>501-900</i>	
<i>FWL-Klasse in kW</i>	<i>18-111</i>	<i>112-556</i>	<i>557-999</i>	<i>Summe</i>
<i>Anlagenanzahl</i>	25	130	68	223
<i>Holzsortimente in t:</i>				
<i>Alt-/ Gebrauchtholz</i>	31	582	3.007	3.620
<i>Sägenebenprodukte</i>	101	1.985	20.719	22.804
<i>Sonstiges Industrierestholz</i>	60	1.889	1.005	2.954
<i>Waldderbholz</i>	355	4.737	4.241	9.333
<i>Waldrestholz</i>	320	6.649	17.332	24.301
<i>Rinde (lose)</i>	0	292	7.282	7.573
<i>Pellets und Briketts</i>	135	4.807	4.042	8.984
<i>Landschaftspflegeholz</i>	258	2.357	4.540	7.155
<i>Schnellwuchsplantagenholz</i>	16	108	130	254
<i>Unbestimmte Brennholzsortimente</i>	0	226	3.864	4.090
<i>Summe</i>	1.276	23.631	66.161	91.068



## 2.3 Grundgesamtheit

Zur Ableitung der Grundgesamtheit der Holzfeuerungen unter 1 MW FWL (dies entspricht einer NWL von etwa 900 kW) wurden Daten des ZIV im Geltungsbereich der 1. BImSchV genutzt. Einzelraumfeuerungen, die im Bereich der Nichthaushalte nur in sehr geringem Umfang vertreten sein sollten, wurden bei der Ableitung der Grundgesamtheit nicht berücksichtigt. Es wurden mechanisch- und handbeschickte Anlagen und die Brennstoffgruppen 4+5, 5a, 6 und 7 nach § 3 der 1. BImSchV zusammengefasst. Anlagen mit einer NWL bis 15 kW wurden ausschließlich privaten Haushalten zugeordnet. Die Daten des ZIV im Leistungsbereich ab 16 kW lagen differenziert für fünf Klassen unterschiedlicher NWL vor: 16-30 kW, 31-50 kW, 51-100 kW, 101-500 kW und 501-900 kW.

Bis zur vorherigen Studie im Jahr 2016 wurde die Grundgesamtheit anhand der FWL auf der Grundlage von Listen des Schornsteinfegerhandwerkes selbst erstellt. Der ZIV stellt nun eigene Statistiken zur Verfügung. Die Grundgesamtheit wurde daher vom ZIV übernommen. Die Einteilung der Leistungsklassen erfolgt beim ZIV nach NWL. Daher wurde die Klasseneinteilung in dieser Studie ebenfalls an die Einheit NWL angepasst. Zudem hat der ZIV den Anlagenbestand auch für vorherige Jahre neu berechnet. Dadurch ergab sich für das Jahr 2016 eine neue Grundgesamtheit sowie eine veränderte Aufteilung der Anlagen auf die Klassen. Die Grundgesamtheit für das Jahr 2016 bestand nunmehr aus 44.867 Anlagen gegenüber der Anzahl von 36.572 Anlagen wie sie für die Berechnungen in der Vorgängerstudie verwendet wurde.

Zur Bestimmung der Grundgesamtheit wurden von der Gesamtzahl der Anlagen in den jeweiligen FWL-Klassen ab 16 kW die Anlagen herausgerechnet, die privaten Haushalten zuzuordnen waren. Dazu wurden wiederum bis zu einer NWL von 100 kW die MAP-Förderdaten zugrunde gelegt. Demnach betrug der Anteil der Nichthaushalte im Leistungsbereich 16-50 kW 2,9 %, im Leistungsbereich 51-100 kW waren dies 29,1 % (Biomasseatlas). Im Leistungsbereich ab 101 kW wurde angenommen, dass es sich ausschließlich um Anlagen von Nichthaushalten handelte<sup>2</sup>. Nachstehende Tabelle zeigt die auf dieser Basis abgeleitete Grundgesamtheit der Anlagen im NWL-Leistungsbereich 16-900 kW differenziert nach NWL-Klassen sowie ergänzt eine Umrechnung auf FWL-Klassen.

Tab. 3: Anlagenanzahl der geschätzten Grundgesamtheit getrennt nach NWL- und FWL-Klassen

<i>NWL-Klassen</i>	<i>16-100</i>	<i>101-500</i>	<i>501-900</i>	
<i>FWL-Klassen</i>	<i>18-111</i>	<i>112-556</i>	<i>557-999</i>	<i>Summe</i>
<i>Anlagenbestand 2019</i>	23.515	17.637	1.877	43.029
<i>Anlagenbestand 2016</i>	27.095	15.862	1.910	44.867

Quellen: Annahmen und eigene Berechnungen nach ZIV 2020 und Biomasseatlas.

Anm.: Die Nennwärmeleistung wurde mit einem Wirkungsgrad von 90 % in FWL umgerechnet.

<sup>2</sup> Für eine detaillierte Darstellung und Diskussion vgl. auch Glasenapp und Weimar 2020.

Der Holzverbrauch der Stichprobe (223 Anlagen) wurde auf den der Grundgesamtheit (43.029 Anlagen) getrennt nach NWL- bzw. FWL-Klassen hochgerechnet. Die Verteilung der Anlagenanzahl der Grundgesamtheit nach den vorgegebenen Leistungsklassen war eher rechtsschief, d. h. im Vergleich zu einer Normalverteilung mit wenigen kleinen und großen Anlagen und vielen im mittleren Leistungsbereich gab es überproportional viele kleine Anlagen. Die entsprechende Verteilung der Stichprobe war dagegen eher linksschief (wenige kleine und viele große Anlagen). Die Ursachen hierfür dürften im Antwortverhalten der Befragten und in der Struktur der Befragungsgesamtheit liegen. Einerseits steigt erfahrungsgemäß mit der Leistung der betriebenen Anlagen die Bereitschaft der Verantwortlichen zur Beantwortung des Fragebogens. Und andererseits steigt mit abnehmender Anlagenleistung der Schwierigkeitsgrad bei der Adressrecherche. Um diesen Verzerrungen entgegenzuwirken, wurde, wie oben beschrieben, die Stichprobe stratifiziert und getrennt nach Gruppen hochgerechnet.

### 3 Umrechnungsfaktoren

Eine Übersicht der verwendeten Umrechnungsfaktoren zeigt Tab. 4.

Die verwerteten Holzmengen wurden wahlweise in Tonnen lufttrocken ( $t_{\text{lutro}}$ ), Tonnen absolut trocken ( $t_{\text{atro}}$ ) sowie in Schüttraummetern ( $S_{\text{rm}}$ ) angegeben. Für eine einheitliche Darstellung des Gesamtverbrauchs wurden die  $t_{\text{atro}}$  bzw.  $t_{\text{lutro}}$  in die jeweils andere Gewichtseinheit umgerechnet. Die ggf. vorherige Umrechnung der  $S_{\text{rm}}$  in  $t_{\text{atro}}$  erfolgte pauschal anhand des Faktors 0,2 (FNR 2017).

Als Faktoren zur Umrechnung der  $t_{\text{atro}}$  in  $t_{\text{lutro}}$  bzw. umgekehrt dienten sortimentspezifische Wassergehalte, welche in einer früheren Untersuchung (Weimar und Mantau 2004) ermittelt wurden. Es handelt sich um gewichtete Mittelwerte der Wassergehalte von Holzsortimenten, die in Feuerungsanlagen ab 1 MW im Jahr 2003 eingesetzt wurden. Der Wassergehalt für das Sortiment Pellets/Briketts wurde am maximal zulässigen Wert nach ENplus für Pellets angelehnt und mit 10 % (DEPV<sup>3</sup>) angenommen.

Darüber hinaus wurden die Holzgewichte anhand von sortimentspezifischen Umrechnungsfaktoren (Mantau 2008) in Festmeter ( $F_{\text{m}}$ ) umgerechnet. Zur Umrechnung des Gewichts von Pellets/Briketts in  $F_{\text{m}}$  wurde der Faktor für Sägenebenprodukte (der Hauptbestandteil von Holzpellets) verwendet. Die Umrechnung des Gewichts der Rinde in  $F_{\text{m}}$  erfolgte mit dem Faktor für Stammholz. Es wurde angenommen, dass die energetisch verwertete Rinde überwiegend bei der Entrindung von Stammholz anfiel und dass die spezifische Rohdichte der Rinde in etwa dem dazugehörigen Holz glich.

Tab. 4: Umrechnungsfaktoren getrennt nach Holzsortimenten

<i>Holzsortiment</i>	<i><math>t_{\text{lutro}}/t_{\text{atro}}</math></i>	<i><math>F_{\text{m}}/t_{\text{atro}}</math></i>
<i>Alt-/ Gebrauchtholz</i>	1,244	2,163
<i>Sägenebenprodukte</i>	1,626	2,128
<i>Sonstiges Industrierestholz</i>	1,208	2,128
<i>Waldderbholz</i>	1,572	1,923
<i>Waldrestholz</i>	1,773	1,923
<i>Rinde (lose)</i>	1,927	2,083
<i>Pellets und Briketts</i>	1,111	2,128
<i>Landschaftspflegeholz</i>	1,848	1,980
<i>Schnellwuchsplantagenholz</i>	1,136	1,923
<i>Altpapier</i>	1,099	1,250
<i>Unbestimmte Brennholzsortimente</i>	1,757	1,923

Quellen: Nach Weimar und Mantau 2004; nach Mantau 2008; nach DEPV<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> [www.depv.de/de/holzpellets/was\\_sind\\_pellets/zertifizierung\\_pellets](http://www.depv.de/de/holzpellets/was_sind_pellets/zertifizierung_pellets) (Zugriff am 29.11.2017).

## 4 Ergebnisse für 2019

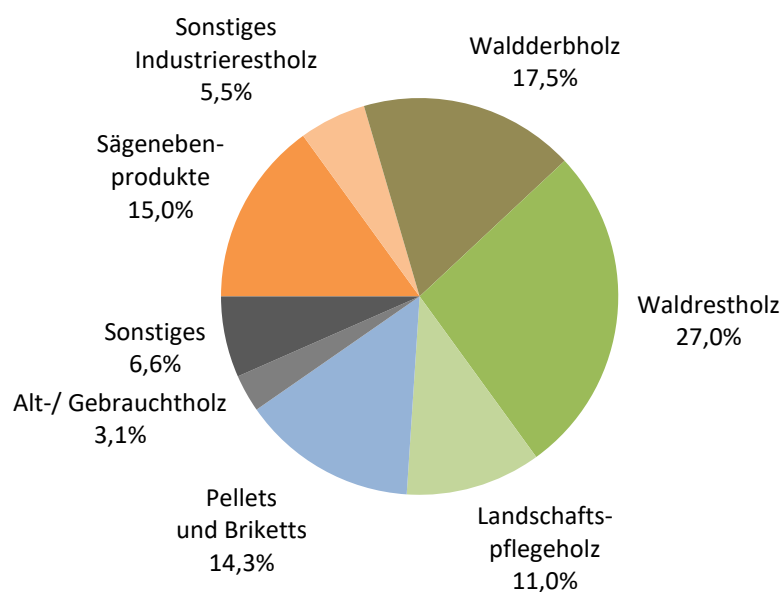
Die Anlagenanzahl im Jahr 2019 getrennt nach NWL- und FWL-Klassen sowie den hochgerechneten Holzverbrauch in 1.000 t getrennt nach Holzsortimenten stellt Tab. 5 dar. Demnach betrug der erhobene Holzverbrauch der Grundgesamtheit 6,2 Mio. t.

Tab. 5: Anlagenanzahl und Holzsortimente der Grundgesamtheit getrennt nach Leistungsklassen

NWL-Klasse in kW	16-100	101-500	501-900	
FWL-Klasse in kW	18-111	112-556	557-999	Summe
Anlagenanzahl	23.515	17.637	1.877	43.029
<u>Holzsortimente in 1.000 t:</u>				
Alt-/ Gebrauchtholz	29	79	83	191
Sägenebenprodukte	95	269	572	936
Sonstiges Industrierestholz	56	256	28	340
Waldderbholz	334	643	117	1.094
Waldrestholz	301	902	478	1.682
Rinde (lose)	0	40	201	241
Pellets und Briketts	127	652	112	891
Landschaftspflegeholz	242	320	125	687
Schnellwuchsplantagenholz	15	15	4	33
Unbestimmte Brennholzsortimente	0	31	107	137
Summe	1.200	3.206	1.826	6.232

Die prozentuale Verteilung der Holzsortimente am gesamten Holzverbrauch zeigt Abb. 1. In der Kategorie Sonstiges werden Rinde, Schnellwuchsplantagenholz und Holz unbestimmter Herkunft zusammengefasst. Die wichtigsten Holzsortimente für Feuerungsanlagen unter 1 MW FWL waren in absteigender Reihenfolge Waldrestholz (27,0 %), Waldderbholz (17,5 %), Sägenebenprodukte (15,0 %), und Pellets/Briketts (14,3 %).

Abb. 1: Anteile der Holzsortimente am Holzverbrauch der Grundgesamtheit



Tab. 6 weist die prozentualen Anteile der Holzsortimente aus. Die erste Zeile enthält die Anteile der Leistungsklassen an der Anlagenanzahl. Die Verteilung der verwendeten Holzsortimente unterschied sich in Abhängigkeit der Leistungsklassen. Die mengenmäßig wenig genutzten Sortimente Alt-/ Gebrauchtholz, Rinde sowie Hackschnitzel unbestimmter Herkunft wiesen erst in größeren Anlagen nennenswerte Verbrauchsanteile auf. Die Anteile von Schnellwuchsplantagenholz und sonstigem Industrierestholz nahmen dagegen mit steigender Leistungsklasse noch weiter ab. Die restlichen, insgesamt mehr genutzten Sortimente hatten mit Ausnahme der Sägenebenprodukte ihre höchsten Verbrauchsanteile in Anlagen bis 500 kW NWL. In Anlagen bis 100 kW NWL wurden hauptsächlich die Sortimente Waldderbholz, Waldrestholz sowie Pellets/Briketts verwendet. Anlagen dieser Leistungsklasse wurden in vielen Fällen in öffentlichen bzw. kommunalen Einrichtungen betrieben oder im Zusammenhang mit der Landwirtschaft oder dem Gartenbau. Eine ähnliche Verteilung hatten auch Anlagen mit NWL zwischen 101 kW und 500 kW, wobei hier Landschaftspflegeholz einen ebenfalls verhältnismäßig hohen Anteil am Verbrauch hatte. In Anlagen über 500 kW NWL kamen dagegen vornehmlich Sägenebenprodukte, Waldrestholz und Rinde zum Einsatz. Die Anteile der Sägenebenprodukte und Rinde entsprechen dem in dieser Leistungsklasse hohen Anteil holzwirtschaftlicher Betriebe, bei denen davon auszugehen ist, dass die im Produktionsprozess entstehenden Kuppelprodukte bei Bedarf vorzugsweise selbst genutzt werden.

Tab. 6: Anlagenanteil und Anteile der Holzsortimente der Grundgesamtheit getrennt nach Leistungsklassen

<i>NWL-Klasse in kW</i>	<i>16-100</i>	<i>101-500</i>	<i>501-900</i>	
<i>FWL-Klasse in kW</i>	<i>18-111</i>	<i>112-556</i>	<i>557-999</i>	<i>Summe</i>
<i>Anlagenanteil in %</i>	54,6	41,0	4,4	100,0
<i>Holzsortimente in %:</i>				
<i>Alt-/ Gebrauchtholz</i>	2,4	2,5	4,5	3,1
<i>Sägenebenprodukte</i>	7,9	8,4	31,3	15,0
<i>Sonstiges Industrierestholz</i>	4,7	8,0	1,5	5,5
<i>Waldderbholz</i>	27,8	20,0	6,4	17,5
<i>Waldrestholz</i>	25,1	28,1	26,2	27,0
<i>Rinde (lose)</i>	0,0	1,2	11,0	3,9
<i>Pellets und Briketts</i>	10,6	20,3	6,1	14,3
<i>Landschaftspflegeholz</i>	20,2	10,0	6,9	11,0
<i>Schnellwuchsplantagenholz</i>	1,3	0,5	0,2	0,5
<i>Unbestimmte Brennholzsortimente</i>	0,0	1,0	5,8	2,2
<i>Summe</i>	100,0	100,0	100,0	100,0

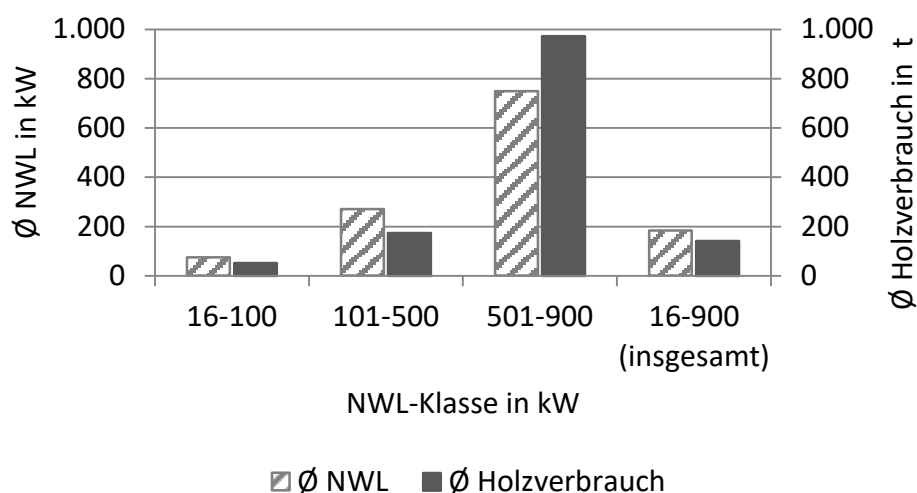
Die Verteilungen der einzelnen Sortimente nach Leistungsklassen zeigt Tab. 7. 54,6 % der Anlagen (16-100 kW NWL) verwendeten demnach 19,3 % der Holzmasse. Anlagen zwischen 101-500 kW NWL machten 41,0 % der Anlagen aus und verbrauchten 51,4 % des Holzes. Die oberste Leistungsklasse entsprach 4,4 % der Anlagen und erreichte einen Verbrauchsanteil von 29,3 %.

Tab. 7: Verteilung der Anlagen und Holzsortimente der Grundgesamtheit auf die Leistungsklassen

NWL-Klasse in kW	16-100	101-500	501-900	
FWL-Klasse in kW	18-111	112-556	557-999	Summe
Anlagenanteil in %	54,6	41,0	4,4	100,0
<u>Holzsortimente in %:</u>				
Alt-/ Gebrauchtholz	15,2	41,3	43,4	100,0
Sägenebenprodukte	10,2	28,8	61,1	100,0
Sonstiges Industrierestholz	16,5	75,4	8,2	100,0
Waldderbholz	30,5	58,8	10,7	100,0
Waldrestholz	17,9	53,6	28,4	100,0
Rinde (lose)	0,0	16,5	83,5	100,0
Pellets und Briketts	14,3	73,2	12,5	100,0
Landschaftspflegeholz	35,3	46,5	18,2	100,0
Schnellwuchsplantagenholz	45,5	43,8	10,7	100,0
Unbestimmte Brennholzsortimente	0,0	22,3	77,7	100,0
Summe	19,3	51,4	29,3	100,0

Abb. 2 zeigt die durchschnittlichen NWL und Holzverbräuche der NWL-Klassen. Der durchschnittliche Holzverbrauch pro kW NWL betrug in Anlagen bis 500 kW 0,7 t und in Anlagen über 500 kW 1,3 t. Letzterer überproportional hohe durchschnittliche Verbrauch ist auf den verhältnismäßig hohen Anteil von Betrieben der Holzwirtschaft in dieser Leistungsklasse zurückzuführen. Tendenziell liegt der Hauptzweck einer Feuerungsanlage in holzwirtschaftlichen Betrieben in der Bereitstellung von Prozesswärme für die Produktion von holzwirtschaftlichen Produkten. Die Energieerzeugung ist somit weniger an die Witterungsverhältnisse geknüpft wie dies z. B. in Anlagen der Fall ist, die ausnahmslos zur Beheizung von Wohn- oder Arbeitsräumen genutzt werden. Je nach Konjunkturlage und Witterungsverhältnissen kann sich dadurch der durchschnittliche Verbrauch von holzwirtschaftlichen Betrieben deutlich von dem der anderen Betreiber unterscheiden.

Abb. 2: Durchschnittliche NWL und durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit getrennt nach NWL-Klassen



Tab. 8 sind die durchschnittlichen Leistungen und die durchschnittlichen Sortimentsverbräuche getrennt nach Leistungsklassen zu entnehmen. Insgesamt betrug der geschätzte durchschnittliche Holzverbrauch aller Anlagen unter 1 MW FWL 145 t.

Tab. 8: Durchschnittliche Leistungen und durchschnittliche Sortimentsverbräuche der Grundgesamtheit getrennt nach Leistungsklassen

NWL-Klasse in kW	16-100	101-500	501-900	
FWL-Klasse in kW	18-111	112-556	557-999	Summe
Ø NWL in kW	74	273	748	185
Ø FWL in kW	82	304	831	205
<i>Holzsortimente in Ø t:</i>				
Alt-/ Gebrauchtholz	1	4	44	4
Sägenebenprodukte	4	15	305	22
Sonstiges Industrierestholz	2	15	15	8
Waldderbholz	14	36	62	25
Waldrestholz	13	51	255	39
Rinde (lose)	0	2	107	6
Pellets und Briketts	5	37	59	21
Landschaftspflegeholz	10	18	67	16
Schnellwuchsplantagenholz	1	1	2	1
Unbestimmte Brennholzsortimente	0	2	57	3
<b>Summe</b>	<b>51</b>	<b>182</b>	<b>973</b>	<b>145</b>

Tab. 9 zeigt den Holzverbrauch getrennt nach Holzsortimenten in den drei Maßeinheiten t\_lutro, t\_atro und Fm. Aufgrund von unterschiedlichen Wassergehalten und Rohdichten der Holzsortimente unterscheiden sich die relativen Verteilungen entsprechend. Das Festmeteräquivalent zur eingesetzten Holzmasse betrug 8,2 Mio. m<sup>3</sup>.

Tab. 9: Holzverbrauch der Grundgesamtheit getrennt nach Holzsortimenten in t\_lutro, t\_atro und Fm

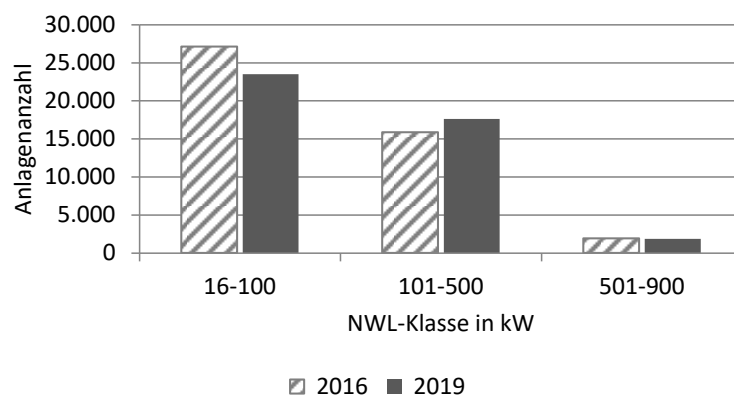
Holzsortiment	1.000 t_lutro	%	1.000 t_atro	%	1.000 Fm	%
Alt-/ Gebrauchtholz	191	3,1	154	3,8	332	4,0
Sägenebenprodukte	936	15,0	576	14,2	1.225	14,9
Sonstiges Industrierestholz	340	5,5	282	6,9	599	7,3
Waldderbholz	1.094	17,5	695	17,1	1.337	16,3
Waldrestholz	1.682	27,0	949	23,4	1.824	22,2
Rinde (lose)	241	3,9	125	3,1	260	3,2
Pellets und Briketts	891	14,3	802	19,7	1.706	20,7
Landschaftspflegeholz	687	11,0	372	9,2	736	8,9
Schnellwuchsplantagenholz	33	0,5	29	0,7	57	0,7
Unbestimmte Brennholzsortimente	137	2,2	78	1,9	150	1,8
<b>Summe</b>	<b>6.232</b>	<b>100,0</b>	<b>4.061</b>	<b>100,0</b>	<b>8.228</b>	<b>100,0</b>

## 5 Vergleich zu 2016

Aufgrund der Änderungen der Grundgesamtheit (vgl. Kapitel 2.3 Grundgesamtheit) ergaben sich auch Änderungen in den Ergebnissen des Jahres 2016. Im folgenden Vergleich werden nicht die Ergebnisse aus der Studie des Jahres 2016 herangezogen. Hingegen erfolgte eine Neuberechnung auf der Grundlage der veränderten Hochrechnungsbasis für das Jahr 2016. Dadurch ergaben sich für das Jahr 2016 neue Daten für die Anzahl der Anlagen je Leistungsklasse, für den durchschnittlichen Holzverbrauch, für den Holzverbrauch insgesamt sowie für den Holzverbrauch nach Sortimenten.

Die Anlagenanzahlen der Jahre 2016 und 2019 getrennt nach NWL- bzw. FWL-Klassen zeigen Abb. 3 und Tab. 10. Gegenüber dem Jahr 2016 hat sich die Anlagenanzahl insgesamt um 1.838 bzw. 4,1 % reduziert. Der Rückgang der Anlagenanzahl betraf besonders die Leistungsklassen bis 100 kW NWL mit einem Rückgang von 13,2 %. Deutlich geringer fiel der Rückgang in der Leistungsklasse ab 500 kW NWL aus (-1,7 %). Im Bereich der Anlagen 101-500 kW NWL kam es allerdings zu einer Erhöhung um 1.775 bzw. 11,2 %.

Abb. 3: Anlagenanzahl der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach NWL-Klassen



Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.

Tab. 10: Anlagenanzahl der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt Leistungsklassen

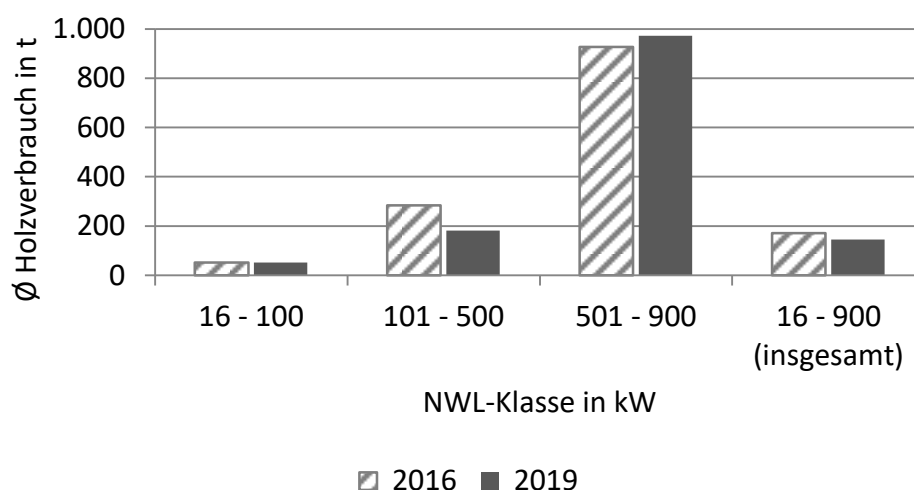
Größenklasse in kW		2016		2019		Veränderung	
NWL	FWL	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
16-100	18-111	27.095	60,4	23.515	54,6	-3.580	-13,2
101-500	112-556	15.862	35,4	17.637	41,0	+1.775	+11,2
501-900	557-999	1.910	4,3	1.877	4,4	-33	-1,7
<b>Summe</b>		<b>44.867</b>	<b>100,0</b>	<b>43.029</b>	<b>100,0</b>	<b>-1.838</b>	<b>-4,1</b>

Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.



Die durchschnittlichen Holzverbräuche der Jahre 2016 und 2019 getrennt nach den Leistungsklassen zeigen Abb. 4 und Tab. 11. Wie zu sehen, stieg der durchschnittliche Holzverbrauch der Anlagen über 500 kW NWL von 927 t auf 973 t um 4,9 %. Dies wirkte der in dieser NWL-Klasse gesunkenen Anlagenanzahl bzw. dem dadurch gesunkenen Holzverbrauch entgegen. In der NWL-Klasse 101-500 kW sank der durchschnittliche Verbrauch deutlich (-36,0 %), während er sich in der NWL-Klasse bis 100 kW kaum veränderte (-2,7 %).

Abb. 4: Durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach NWL-Klassen



Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.

Tab. 11: Durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Leistungsklassen

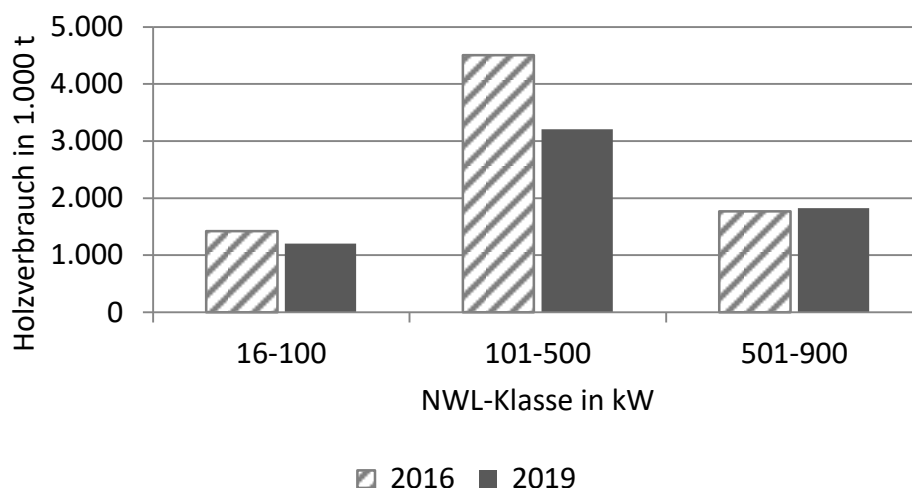
Größenklasse in kW		2016	2019	Veränderung	
NWL	FWL	Ø t	Ø t	Ø t	%
16-100	18-111	52	51	-1	-2,7
101-500	112-556	284	182	-102	-36,0
501-900	557-999	927	973	+46	+4,9
<b>Summe</b>		<b>172</b>	<b>145</b>	<b>-27</b>	<b>-15,6</b>

Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.

Der Rückgang des durchschnittlichen Verbrauchs in Anlagen mit NWL zwischen 101 kW und 500 kW korrespondierte mit den Witterungsverhältnissen im Jahr 2019. Hohe Temperaturen und geringe Holzfeuchten bzw. höhere Heizwerte dürften eine Reduzierung der Kapazitätsauslastungen von Anlagen begünstigt haben, die zum Beheizen von Wohn- oder Arbeitsräumen genutzt wurden. Der gestiegene durchschnittliche Verbrauch in Anlagen mit einer NWL über 500 kW resultierte aus einem gegenüber 2016 höheren Anteil holzwirtschaftlicher Betriebe unter den auswertbaren Fragebogen. Die hohen durchschnittlichen Verbräuche der holzwirtschaftlichen Betriebe fielen 2019 dadurch stärker ins Gewicht. Zudem stieg der durchschnittliche Verbrauch der Anlagen in holzwirtschaftlichen Betrieben gegenüber 2016 und damit im Vergleich zu Anlagen aus anderen Gewerben.

Die Reduzierung des Holzverbrauchs von Anlagen bis 100 kW NWL betrug zwischen 2016 und 2019 0,2 Mio. t bzw. 15,6 % (vgl. Abb. 5 und Tab. 12). Trotz gestiegener Anzahl der mittelgroßen Anlagen (101-500 kW NWL) kam es aufgrund des gesunkenen durchschnittlichen Holzverbrauchs zu einer Reduzierung des Verbrauchs in dieser Leistungsklasse um 1,3 Mio. t bzw. 28,9%. Leicht gestiegen (+0,1 Mio. t bzw. +3,1 %) war der Holzverbrauch der Anlagen über 500 kW NWL. Insgesamt wurden im Sektor 1,5 Mio. t bzw. 19,1 % weniger Holz verwendet als im Jahr 2016.

Abb. 5: Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach NWL-Klassen



Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.

Tab. 12: Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Leistungsklassen

Größenklasse in kW		2016		2019		Veränderung	
NWL	FWL	1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t	%
16-100	18-111	1.421	18,5	1.200	19,3	-221	-15,6
101-500	112-556	4.507	58,5	3.206	51,4	-1.301	-28,9
501-900	557-999	1.771	23,0	1.826	29,3	+55	+3,1
<b>Summe</b>		<b>7.700</b>	<b>100,0</b>	<b>6.232</b>	<b>100,0</b>	<b>-1.467</b>	<b>-19,1</b>

Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.

Eine nach den Holzsortimenten getrennte Betrachtung zeigt deutliche Unterschiede in den Entwicklungen auf (vgl. Tab. 13 und Tab. 14). Der Verbrauch von Alt-/ Gebrauchtholz (+12,9 %), Waldderbholz (+6,8), Rinde (+189,0 %) sowie Pellets/Briketts (+7,4 %) ist gestiegen. Im Fall von Rinde machte sich dies auch im gestiegenen absoluten Verbrauch (+0,2 Mio. t) bemerkbar. Vom Rückgang des Verbrauchs waren am stärksten die Sortimente Sägenebenprodukte (-0,3 Mio. t bzw. -21,4 %), Waldrestholz (-1,0 Mio. t bzw. -36,4 %) und Landschaftspflegeholz (-0,4 Mio. t bzw. -35,1 %) betroffen.

Tab. 13: Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Holzsortimenten

<i>Holzsortiment</i>	<i>2016</i>		<i>2019</i>		<i>Veränderung</i>	
	<i>1.000 t</i>	<i>%</i>	<i>1.000 t</i>	<i>%</i>	<i>1.000 t</i>	<i>%</i>
<i>Alt-/ Gebrauchtholz</i>	169	2,2	191	3,1	+22	+12,9
<i>Sägenebenprodukte</i>	1.191	15,5	936	15,0	-255	-21,4
<i>Sonstiges Industrierestholz</i>	402	5,2	340	5,5	-62	-15,4
<i>Waldderbholz</i>	1.024	13,3	1.094	17,5	+70	+6,8
<i>Waldrestholz</i>	2.643	34,3	1.682	27,0	-962	-36,4
<i>Rinde (lose)</i>	83	1,1	241	3,9	+157	+189,0
<i>Pellets und Briketts</i>	829	10,8	891	14,3	+62	+7,4
<i>Landschaftspflegeholz</i>	1.059	13,8	687	11,0	-372	-35,1
<i>Schnellwuchsplantagenholz</i>	106	1,4	33	0,5	-73	-68,6
<i>Unbestimmte Brennholzsortimente</i>	192	2,5	137	2,2	-54	-28,4
<i>Summe</i>	7.700	100,0	6.232	100,0	-1.467	-19,1

Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.

Tab. 14: Durchschnittlicher Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Holzsortimenten

<i>Holzsortiment</i>	<i>2016</i>		<i>2019</i>		<i>Veränderung</i>	
	<i>Ø t</i>	<i>Ø t</i>	<i>Ø t</i>	<i>Ø t</i>	<i>Ø t</i>	<i>%</i>
<i>Alt-/ Gebrauchtholz</i>	4	4	4	4	+1	+17,7
<i>Sägenebenprodukte</i>	27	22	22	22	-5	-18,1
<i>Sonstiges Industrierestholz</i>	9	8	8	8	-1	-11,8
<i>Waldderbholz</i>	23	25	25	25	+3	+11,4
<i>Waldrestholz</i>	59	39	39	39	-20	-33,7
<i>Rinde (lose)</i>	2	6	6	6	+4	+201,4
<i>Pellets und Briketts</i>	18	21	21	21	+2	+12,0
<i>Landschaftspflegeholz</i>	24	16	16	16	-8	-32,3
<i>Schnellwuchsplantagenholz</i>	2	1	1	1	-2	-67,2
<i>Unbestimmte Brennholzsortimente</i>	4	3	3	3	-1	-25,3
<i>Summe</i>	172	145	145	145	-27	-15,6

Quellen: Nach Döring, Glasenapp, Weimar und Mantau 2018; eigene Berechnungen.