

Aktuelle Nutzung und Förderung der Holzenergie

Teilbericht zu den Projekten BioSINK und BioWISE

von:

Klaus Hennenberg, Hannes Böttcher, Sibylle Braungardt, Benjamin Köhler, Judith Reise
Öko-Institut e.V., Darmstadt/Berlin/Freiburg

Susanne Köppen, Mascha Bischoff, Horst Fehrenbach, Martin Pehnt, Mandy Werle
ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Heidelberg

Udo Mantau

INFRO e.K. – Informationssysteme für Rohstoffe, Celle

Herausgeber:

Umweltbundesamt

CLIMATE CHANGE 12/2022

Ressortforschungsplan

Forschungskennzahlen 3720 43 502 0, 3720 43 504 0

FB000793

Aktuelle Nutzung und Förderung der Holzenergie

Teilbericht zu den Projekten BioSINK und BioWISE

von

Klaus Hennenberg, Hannes Böttcher, Sibylle Braungardt,
Benjamin Köhler, Judith Reise

Öko-Institut e.V., Darmstadt/Berlin/Freiburg

Susanne Köppen, Mascha Bischoff, Horst Fehrenbach,
Martin Pehnt, Mandy Werle

ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
gGmbH, Heidelberg

Udo Mantau

INFRO e.K. – Informationssysteme für Rohstoffe, Celle

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.umweltbundesamt.de)
[t/umweltbundesamt](https://www.umweltbundesamt.de)

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Postfach 17 71
79017 Freiburg

Abschlussdatum:

Dezember 2021

Korrigierte Fassung November 2022 (Änd.: Tab. 21, 24, 25, 26; Abb. 12, 15, 16, 17)
2. Korrigierte Fassung April 2024 (Änd.: Tab. 55, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73; Abb. 43, 47, 52, 56; S. 161, 185)

Redaktion:

Fachgebiet V 1.3 Erneuerbare Energien
Katja Hofmeier, Stefan Rother

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, November 2022

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Aktuelle Nutzung und Förderung der Holzenergie

Dieser Bericht entstand im Rahmen zweier Projekte, die aktuell im Auftrag des Umweltbundesamts durchgeführt werden: BioWISE¹ und BioSINK². Im Fokus des Projektes BioWISE steht die Nutzung fester Biomasse im Wärmesektor mit der zentralen Frage, wie Regelungen so angepasst werden können, dass die Nachfrage nach fester Biomasse im Wärmesektor und die damit möglicherweise verbundenen negativen Umweltauswirkungen gemindert werden. Im Projekt BioSINK hingegen steht die Waldsenke im Vordergrund und es wird untersucht, wie diese im In- und Ausland durch die energetische Nutzung von Waldholz beeinflusst wird. Im Spannungsfeld des Ausbaus erneuerbarer Energien, inklusive Energieholz aus dem Wald, und der nötigen Senkenleistung der Waldfläche hat der vorliegende Bericht zum Ziel, einen Überblick über die derzeitigen Nutzungsströme der Holzenergie sowie den Außenhandel mit Holzenergieprodukten in Deutschland zu geben. Des Weiteren erfolgt eine Beschreibung solcher Regelungen und Förderinstrumenten, die die Nutzungsströme von Holzenergie maßgeblich beeinflussen. Im Anschluss wird geprüft, welche Regelungen in Bezug auf die Erfüllung von Nachhaltigkeitskriterien und Treibhausgasemissionsgrenzen derzeit für Bioenergie gelten und ob, bzw. wie diese auf die Holznutzung beschränkend wirken. Zu guter Letzt wird ein Blick ins Ausland und den dort gültigen Regulierungen, Förderinstrumenten und Nachhaltigkeitsaspekten zur Steuerung von Holznutzung im Wärmebereich geworfen.

Abstract: Current use and promotion of wood energy

This report was produced as part of two projects currently being carried out on behalf of the Federal Environment Agency: BioWISE and BioSINK. The BioWISE project focuses on the use of solid biomass in the heat sector, with the central question of how regulations can be adapted to mitigate the demand for solid biomass in the heat sector and the potentially associated negative environmental impacts. The BioSINK project, on the other hand, focuses on the forest sink and how it is affected by the use of forest wood for energy, both domestically and internationally. In the conflict between the expansion of renewable energies, including energy wood from the forest, and the need for CO₂ fixation on forest areas, the aim of this report is to provide an overview of the current utilization flows of wood energy as well as the foreign trade in wood energy products in Germany. Furthermore, a description is given of such regulations and instruments that have a significant influence on the utilization flows of wood energy. Subsequently, it is examined which regulations currently apply to bioenergy with regard to the fulfillment of sustainability criteria and greenhouse gas emission limits and whether, or how, these have a limiting effect on the use of wood. Finally, a look is taken at other countries and the regulations, subsidy instruments and sustainability aspects that apply there to control the use of wood in the heating sector.

¹ UBA-Projekt „Wirkmechanismen von Regelungen und Förderinstrumente des Bundes und der Länder auf den Einsatz fester Biomasse in der Wärmeerzeugung“ (BioWISE, FKZ 3720 43 504 0)

² UBA-Projekt „Auswirkung der energetischen Nutzung forstlicher Biomasse in Deutschland auf deutsche und internationale LULUCF-Senken“ (BioSINK, FKZ 3720 43 502 0)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	13
Abkürzungsverzeichnis	17
Zusammenfassung	20
Summary	23
1 Einleitung	26
2 Aktuelle Holzenergienutzung in Deutschland	28
2.1 Erfassung der Holzverwendung im Rohstoffmonitoring	28
2.2 Statistische Erfassung der Waldholznutzung	32
2.2.1 Definitionen zur statistischen Erfassung der Holzverwendung	32
2.2.2 Ergebnisse der Einschlagsstatistik	35
2.3 Energetische Holzverwendung in privaten Haushalten	40
2.4 Energetische Holzverwendung in Biomasseanlagen über 1 MW	44
2.5 Energetische Holzverwendung in Biomasseanlagen unter 1 MW	52
2.6 Zusammenfassung der betrachteten Massen- und Volumenströme in Energieeinheiten	56
2.6.1 Energetische Holzverwendung in privaten Haushalten	57
2.6.2 Energetische Holzverwendung Biomasseanlagen über 1 MW	58
2.6.3 Energetische Holzverwendung Biomasseanlagen unter 1 MW	60
2.7 Zusammenfassung der energetischen Holzverwendung	62
3 Außenhandel mit Holzenergieprodukten	66
3.1 Einleitung	66
3.2 Analysen zur deutschen Außenhandelsstatistik	66
3.2.1 Bedeutung des Außenhandels für die Holzenergienutzung in Deutschland nach Sortimenten	67
3.2.2 Bedeutung einzelner Länder	68
3.3 Analyse internationaler Handelsstatistiken	71
4 Aktuelle Regelungen zur Holzenergienutzung in Deutschland	75
4.1 Einleitung	75
4.2 Qualitative und quantitative Instrumentenanalyse	76
4.2.1 Gesetze und Förderinstrumente aus dem Bereich Wärme	76
4.2.1.1 Gesetze, Verordnungen und Förderinstrumente des Bundes	76
4.2.1.2 Gesetze, Verordnungen und Förderinstrumente der Länder (ausschließlich Wärmesektor)	87

4.2.2	Gesetze und Förderinstrumente aus dem Bereich Strom (und Wärme).....	94
4.2.3	Gesetze und Förderinstrumente aus dem Bereich Verkehr	100
4.2.4	Gesetze und Förderinstrumente für den Biomassebereich gesamt.....	102
4.2.5	Weitere Regelungen und politische Strategien	105
4.2.5.1	Förderung von Gebäudesanierung im Einkommenssteuerrecht	105
4.2.5.2	EU-Emissionshandelssystem (EU EHS).....	106
4.2.5.3	Reduzierte Mehrwertsteuer für feste Biomasse	106
4.2.5.4	Nationale Klimapolitik und ihre Umsetzung.....	106
4.2.5.5	Charta für Holz 2.0.....	107
4.2.5.6	Waldstrategie 2050.....	108
4.2.5.7	Nationale Bioökonomiestrategie.....	108
4.2.5.8	Nationale Wasserstoffstrategie	109
5	Regelungen zur Nachhaltigkeit und Treibhausgasemissionsgrenzen	110
5.1	Einleitung	110
5.2	Nachhaltigkeitsanforderungen an die Biomassenutzung	111
5.2.1	Welche Biomassenutzung muss Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllen?	111
5.2.2	Welche Nachhaltigkeitsanforderungen gelten für forstwirtschaftliche Biomasse?	113
5.2.3	Welche Nachhaltigkeitsanforderungen gelten für landwirtschaftliche Biomasse?	115
5.2.4	Welche THG-Minderungen müssen für Bioenergie erreicht werden?	117
5.2.5	Welche Effizienzanforderungen müssen bei der energetischen Nutzung von Festbrennstoffen erfüllt werden?.....	122
6	Relevante Regelungen zur Steuerung von Festbrennstoffen in anderen Staaten.....	124
6.1	Einleitung	124
6.2	Methodisches Vorgehen	124
6.3	Analyse der Länder.....	126
6.3.1	Dänemark.....	126
6.3.1.1	Status quo	127
6.3.1.2	Regulatorische Lenkung- und Förderinstrumente.....	129
6.3.1.3	Biomassenutzung und Nachhaltigkeit	131
6.3.2	Vereinigtes Königreich (UK)	133
6.3.2.1	Status quo	134
6.3.2.2	Regulatorische Lenkung- und Förderinstrumente.....	135
6.3.2.3	Biomassenutzung und Nachhaltigkeit	137
6.3.3	Beispiele aus weiteren EU-Ländern	139

6.3.3.1	Niederlande	139
6.3.3.2	Belgien	145
6.3.3.3	Frankreich	148
6.3.3.4	Schweden.....	152
6.3.3.5	Finnland	154
6.3.3.6	Italien	156
6.3.3.7	Österreich	157
6.3.3.8	Schweiz	159
7	Fazit	161
7.1	Aktuelle Holzenergienutzung in Deutschland.....	161
7.2	Außenhandel mit Holzenergieprodukten	162
7.3	Aktuelle Regelungen zur Holzenergienutzung in Deutschland.....	162
7.4	Regelungen zur Nachhaltigkeit und Treibhausgasemissionsgrenzen.....	166
7.5	Regelungen zur Steuerung von Festbrennstoffen in anderen Staaten.....	167
7.6	Ausblick	168
8	Quellenverzeichnis	169
A	Anhang	181
A.1	Analysen zur deutschen Außenhandelsstatistik	181
A.1.1	Analyseansatz	181
A.1.2	Brennholz in Form von Rundlingen und Scheiten.....	184
A.1.3	Pellets (Pellets, gepresst aus Sägespänen o. Sägenebenprodukten)	191
A.1.4	Sonstige gepresste Sägespäne, Holzabfälle und Holzausschuss (Holzbriketts).....	198
A.1.5	Holzabfälle (Altholz).....	205
A.1.6	Holzkohle	213
A.1.7	Detailergebnisse zur Summe der Tonnage aller Holzenergieprodukte	220
A.1.8	Detailergebnisse zur Summe der Derbholzäquivalente aller Holzenergieprodukte	224
A.2	Landesförderprogramme	228

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Sektoren der energetischen Holzverwendung in Mio. m ³	31
Abbildung 2:	Einschlag nach Holzsorten und Holzartengruppen in Mio. m ³	36
Abbildung 3:	Einschlag nach Waldbesitzarten in Mio. m ³	37
Abbildung 4:	Einschlag nach Holzarten und Holzsorten (Waldsortierung) im Durchschnitt der Jahr 2006 bis 2020 in %	38
Abbildung 5:	Holzeinschlag, Einschlagsrückrechnung und Schadholz von 1954 bis 2020	40
Abbildung 6:	Entwicklung des Brennholzverbrauchs in privaten Haushalten zwischen 2000 und 2018 in Mio. m ³	41
Abbildung 7:	Entwicklung der Anteile am Waldscheitholzverbrauchs zwischen 2007 und 2018 nach Holzdimensionen in %.....	43
Abbildung 8:	Entwicklung des Holzbrikett- und -pelletverbrauchs in privaten Haushalten zwischen 2000 und 2018 in Mio. m ³ (s)	44
Abbildung 9:	Zusammenhang zwischen dem Holzverbrauch und der Feuerungswärmeleistung	45
Abbildung 10:	Anteile der eingesetzten Holzsortimente am Holzverbrauch für Biomasseanlagen > 1 MW	48
Abbildung 11:	Anteile der eingesetzten Holzsortimente am Holzverbrauch im Jahr 2019 in Biomasseanlagen < 1 MW.....	53
Abbildung 12:	Energetische Holzverwendung in Haushalten, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2018	58
Abbildung 13:	Energetische Holzverwendung in Anlagen über 1 MW, differenziert nach Herkunft.....	60
Abbildung 14:	Energetische Holzverwendung in Anlagen unter 1 MW, differenziert nach Herkunft.....	61
Abbildung 15:	Gesamtsumme an energetischer Verwendung von Holz, differenziert einerseits nach Herkunft und andererseits nach Sortiment.....	63
Abbildung 16:	Gesamtsumme an energetischer Holzverwendung differenziert nach Einsatzbereichen und nach Herkunft.....	64
Abbildung 17:	Gesamtsumme an energetischer Holzverwendung differenziert nach Einsatzbereichen (Sektoren) und nach Sortiment	65
Abbildung 18:	Herkunft der Holzpellets für das Kraftwerk von Drax Power im Jahr 2020	71
Abbildung 19:	Anträge auf Förderung von Biomassekesseln 2020 und Januar bis Mai 2021	84
Abbildung 20:	Absatzentwicklung (Index) von Biomassekesseln im Gebäudebestand	89
Abbildung 21:	Entwicklung der installierten elektrischen Leistung biogener Festbrennstoffe	95

Abbildung 22:	Speicherleistung der lebenden Biomasse der Waldfläche in Abhängigkeit vom Holzeinschlag.....	119
Abbildung 23:	Herleitung des CO ₂ -Speichersaldos auf Basis der Ergebnisse aus WEHAM-Szenarien	120
Abbildung 24:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Dänemark 1990-2015.....	127
Abbildung 25:	Entwicklung des Biomasseverbrauchs in Dänemark 1990-2018 in PJ.....	128
Abbildung 26:	Nutzung von fester Biomasse in der KWK, Fernwärme, individuellen Heizsystemen und der Prozessenergie	128
Abbildung 27:	Fernwärmeerzeugung nach Brennstoffen.....	129
Abbildung 28:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden im Vereinigten Königreich 1990-2015	134
Abbildung 29:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in den Niederlanden 1990-2015.....	140
Abbildung 30:	Verbrauch erneuerbarer Energien in den Niederlanden 2000-2020.....	141
Abbildung 31:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Belgien 1990-2015.....	146
Abbildung 32:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Frankreich 1990-2015.....	149
Abbildung 33:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Schweden 1990-2015.....	153
Abbildung 34:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Finnland 1994-2015.....	155
Abbildung 35:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Italien 1990-2015.....	156
Abbildung 36:	Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Österreich 1990-2015.....	158
Abbildung 37:	Sortimente der Warengruppe 44 des Außenhandels (WA) ...	182
Abbildung 38:	Vergleichbare Sortimente der Warengruppe 16 der Produktionsstatistik (GP).....	183
Abbildung 39:	Entwicklung der Sektoren des Brennholzmarktes in Mio. t ...	185
Abbildung 40:	Entwicklung des Exports von Brennholz ausgewählter Empfängerländer (2010 – 2020) in t	188
Abbildung 41:	Entwicklung des Imports von Brennholz ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in t.....	189
Abbildung 42:	Die jeweils 10 wichtigsten Länder mit Handelsüberschüssen (Im>Ex) bzw. Handelsdefiziten (Ex>Im) von Brennholz (in Mio. t) nach (Lieferländer)oder von Deutschland (Empfängerländer)	191
Abbildung 43:	Entwicklung der Sektoren von Holzpellets in 1.000 t _{luto}	192

Abbildung 44:	Entwicklung des Exports von Holzpellets ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in t	195
Abbildung 45:	Entwicklung des Imports von Holzpellets ausgewählter Lieferländer (2010 - 2020) in t.....	196
Abbildung 46:	Die jeweils 10 wichtigsten Länder mit Handelsüberschüssen (Im>Ex) bzw. Handelsdefiziten (Ex>Im) von Holzpellets (in Mio. t) von oder nach Deutschland	198
Abbildung 47:	Entwicklung der Sektoren des Marktes für Holzbriketts in 1.000 t_lutro	199
Abbildung 48:	Entwicklung des Exports von Holzbriketts ausgewählter Empfängerländer (2010 – 2020) in t	202
Abbildung 49:	Entwicklung des Imports von Holzbriketts ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in t	203
Abbildung 50:	Die jeweils 10 wichtigsten Länder mit Handelsüberschüssen (Im>Ex) bzw. Handelsdefiziten (Ex>Im) von Holzbriketts in Mio. t.....	205
Abbildung 51:	Vergleich des Außenhandels nach WZ und notifizierungspflichtiger Holzabfälle (UBA) im Vergleich	207
Abbildung 52:	Entwicklung der Sektoren des Altholzmarktes in 1.000 t.....	207
Abbildung 53:	Entwicklung des Exports von Altholz ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in t	210
Abbildung 54:	Entwicklung des Imports von Altholz ausgewählter Lieferländer (2010 - 2020) in t	211
Abbildung 55:	Die jeweils 10 wichtigsten Länder mit Handelsüberschüssen (Im>Ex) bzw. Handelsdefiziten (Ex>Im) mit Deutschland von Altholz (in Mio.) t.....	213
Abbildung 56:	Entwicklung der Sektoren des Marktes für Holzkohle in 1.000 t_lutro	214
Abbildung 57:	Entwicklung des Exports von Holzkohle ausgewählter Empfängerländer (2010 – 2020) in t	217
Abbildung 58:	Entwicklung des Imports von Holzkohle ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in t	218
Abbildung 59:	Die jeweils 10 wichtigsten Länder mit Handelsüberschüssen (Im>Ex) bzw. Handelsdefiziten (Ex>Im) mit Deutschland von Holzkohle in Mio. t.....	220
Abbildung 60:	Entwicklung des Exports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt.....	222
Abbildung 61:	Entwicklung des Imports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt.....	223

Abbildung 62:	Entwicklung des Exports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnen	
	Derbholzäquivalenten insgesamt.....	226
Abbildung 63:	Entwicklung des Imports von Holzenergieprodukten ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in Tonnen	
	Derbholzäquivalenten insgesamt.....	227

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Rohstoffbilanz der energetischen Holzverwendung im Jahr 2020.....	29
Tabelle 2:	Rohstoffbilanz der stofflichen und energetischen Holzverwendung in 1990 und 2016.....	32
Tabelle 3:	Bestimmung der Holzsorten in der Statistik.....	34
Tabelle 4:	Einschlag nach Holzsorten und Holzartengruppen in Mio. m ³	35
Tabelle 5:	Einschlag nach Waldbesitzarten in Mio. m ³	37
Tabelle 6:	Einschlag nach Holzarten und Holzsorten (Waldsortierung) in Mio. m ³	38
Tabelle 7:	Brennholzverbrauch nach Brennholzsortimenten in privaten Haushalten im Jahr 2018	42
Tabelle 8:	Anlagenanzahl mit geschätzten Kennzahlen getrennt nach FWL-Klassen für Biomasseanlagen > 1 MW	46
Tabelle 9:	Anlagenanzahl und Holzverbrauch getrennt nach FWL-Klassen für Biomasseanlagen > 1 MW.....	47
Tabelle 10:	Holzverbrauch getrennt nach Holzsortimenten und FWL-Klassen für Biomasseanlagen > 1 MW.....	48
Tabelle 11:	Holzverbrauch getrennt nach Holzsortimenten in t _{luto} , t _{atro} und m ³ (s)	49
Tabelle 12:	Umrechnungsfaktoren getrennt nach Holzsortimenten.....	50
Tabelle 13:	Anlagenanzahl und Holzverbrauch für 2004, 2011, 2016 und 2019 in Anlagen > 1 MW	51
Tabelle 14:	Durchschnittlicher Holzverbrauch für 2016 und 2019 getrennt nach FWL-Klassen.....	51
Tabelle 15:	Anlagenanzahl und Holzsortimente der Grundgesamtheit getrennt nach FWL-Klassen.....	53
Tabelle 16:	Holzverbrauch der Grundgesamtheit getrennt nach Holzsortimenten in t _{luto} , t _{atro} und m ³ für Biomasseanlagen < 1 MW im Jahr 2019	54
Tabelle 17:	Anlagenanzahl der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt Leistungsklassen < 1 MW.....	55
Tabelle 18:	Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Leistungsklassen	55
Tabelle 19:	Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Holzsortimenten	56
Tabelle 20:	Umrechnungsfaktoren für den unteren Heizwert (Hi).....	57
Tabelle 21:	Energetische Verwendung von Holz in Haushalten, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2018; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr	57
Tabelle 22:	Energetische Verwendung von Biomasseanlagen über 1 MW, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2019; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr	59

Tabelle 23:	Energetische Verwendung von Biomasseanlagen unter 1 MW, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2019; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr	61
Tabelle 24:	Gesamtsumme an energetischer Verwendung Holz, differenziert einerseits nach Herkunft und andererseits nach Sortiment im Jahr 2018; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr ...	62
Tabelle 25:	Zusammenfassung der Holzenergienutzung nach Sektoren und Sortimenten (in Mio. t).....	67
Tabelle 26:	Zusammenfassung der Holzenergienutzung nach Anteilen an der Inlandsverwendung in %	68
Tabelle 27:	Summe der Energieholzprodukt für Lieferländer mit der höchsten Tonnage beim Import und beim Außenhandelssaldo in Tonnen.....	69
Tabelle 28:	Lieferländer mit dem höchsten Derbholzvolumen beim Import und beim Saldo in m ³ (s).....	69
Tabelle 29:	Annahmen zur Bewertung zukünftig möglicher Herkunftsländer	72
Tabelle 30:	Identifizierung zukünftig möglicher Herkunftsländer	73
Tabelle 31:	Beschreibung und Wirkung des Gebäudeenergiegesetz (GEG) inkl. Ölkkesselverbot	76
Tabelle 32:	Beschreibung und Wirkung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und der ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV)	80
Tabelle 33:	Beschreibung und Wirkung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	82
Tabelle 34:	Beschreibung und Wirkung der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	85
Tabelle 35:	Beschreibung und Wirkung des Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Baden-Württemberg.....	87
Tabelle 36:	Beschreibung und Wirkung des Hamburgischen Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG)	90
Tabelle 37:	Beschreibung und Wirkung des Thüringer Klimagesetzes (ThürKlimaG).....	92
Tabelle 38:	Beschreibung und Wirkung des Niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG).....	93
Tabelle 39:	Beschreibung und Wirkung des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2021)	94
Tabelle 40:	Beschreibung und Wirkung des Gesetzes für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)	96
Tabelle 41:	Beschreibung und Wirkung des Kohleausstiegsgesetz.....	97

Tabelle 42:	Beschreibung und Wirkung der Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss und Kredit	99
Tabelle 43:	Beschreibung und Wirkung der Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote	100
Tabelle 44:	Beschreibung und Wirkung der Förderung von Erzeugungsanlagen für strombasierte Kraftstoffe und fortschrittliche Biokraftstoffe	101
Tabelle 45:	Beschreibung und Wirkung des Gesetzes über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz - BEHG)	102
Tabelle 46:	Förderrichtlinie Waldklimafonds	103
Tabelle 47:	Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“	104
Tabelle 48:	Energetische Holznutzung nach privaten Haushalten und Anlagengröße in Deutschland für das Jahr 2018	112
Tabelle 49:	Standardwerte zur Treibhausgasminderung im Rahmen der RED II	121
Tabelle 50:	Liste der Interviewpartner*innen	125
Tabelle 51:	Überblick über die dänische Erweiterung der RED II Nachhaltigkeitskriterien	132
Tabelle 52:	Auswirkung von Gesetzen und Förderinstrumenten auf die energetische Holznutzung	163
Tabelle 53:	Zusammenfassung der Nachhaltigkeitskriterien in ausgewählten Ländern (Stand März 2021)	167
Tabelle 54:	Sektoren des Marktes für Brennholz	185
Tabelle 55:	Ex- und Importländer von Brennholz	186
Tabelle 56:	Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Brennholz exportiert in t	190
Tabelle 57:	Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Brennholz importiert in t	190
Tabelle 58:	Sektoren des Marktes für Holzpellets	192
Tabelle 59:	Ex- und Importländer von Holzpellets	193
Tabelle 60:	Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzpellets exportiert in t	197
Tabelle 61:	Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzpellets importiert (in t)	197
Tabelle 62:	Sektoren des Marktes für Holzbriketts	199
Tabelle 63:	Ex- und Importländer von Holzbriketts	200
Tabelle 64:	Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzbriketts exportiert in t	204
Tabelle 65:	Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzbriketts importiert (in t)	204
Tabelle 66:	Sektoren des Marktes für Altholz	206

Tabelle 67:	Ex- und Importländer von Altholz	208
Tabelle 68:	Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Altholz exportiert in t	212
Tabelle 69:	Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Altholz importiert (in t)	212
Tabelle 70:	Sektoren des Marktes für Holzkohle	214
Tabelle 71:	Ex- und Importländer von Holzkohle	215
Tabelle 72:	Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzkohle exportiert in t	219
Tabelle 73:	Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzkohle importiert (in t)	219
Tabelle 74:	Entwicklung des Exports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt	220
Tabelle 75:	Entwicklung des Imports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt	221
Tabelle 76:	Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzenergieprodukte exportiert in Tonnen Derbholzäquivalenten	224
Tabelle 77:	Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzenergieprodukte importiert in Tonnen Derbholzäquivalenten	224
Tabelle 78:	Übersicht Landesförderprogramme	228

Abkürzungsverzeichnis

AG-EE Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
ADEME	Agence de la transition écologique
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDH	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie
BECCS	Bioenergy with Carbon Capture and Storage
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
bhd	Brusthöhendurchmesser
BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BlmSchV	Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BioKraft-NachV	Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung
BioSt-NachV	Biostrom-Nachhaltigkeitsverordnung
BMA	Biomasseanlagen
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BWI	Bundeswaldinventur
CO	Kohlenstoff
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CO₂-Äq.	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
ct	Cent
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien
EEW	Energieeffizienz in der Wirtschaft
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EM	Einzelmaßnahme
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
ESanMV	Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung
ESO	Energy Supplier Obligations
EStG	Einkommensteuergesetz
EU	Europäische Union
EU-EHS	Europäisches Emissionshandelssystem
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz (Baden-Württemberg)
EZFH	Ein- und Zweifamilienhäusern
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
FFH	Flora-Fauna-Habitat
Fm	Festmeter

f_P	Primärenergiefaktor
FWL	Feuerungswärmeleistung
GAK	Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz
GEG	Gebäudeenergiegesetz
Ggf.	gegebenenfalls
GHD	Gewerbe/Handel/Dienstleistungen
GOV-VO	Governance-Verordnung
GWh	Gigawattstunden
h/a	Stunden pro Jahr
Hs	Brennwert
Hi	unterer Heizwert
HKS	Handelsklassensortierung
HKW	Heizkraftwerke
HmbKliSchG	Hamburgisches Klimaschutzgesetz
HW	Heizwerk
i. d. R.	In der Regel
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KohleAusG	Kohleausstiegsgesetz
KUP	Kurzumtriebsplantagen
kW	Kilowatt
kW_{el}	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunde
kWh_{el}	Kilowattstunde elektrisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKAusV	KWK-Ausschreibungsverordnung
KWKG	Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung
kW_{th}	Kilowatt thermisch
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
LWaldG	Waldgesetz des Landes Brandenburg
m³(s)	Solid wood äquivalent
MAP	Marktanreizprogramm
mg	Milligramm
m³	Kubikmeter
Mio.	Million
Mt	Megatonnen
MW	Megawatt

MW_{el}	Megawatt elektrisch
NES	Nationale Energiestrategie (NES)
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
NO_x	Stickstoffoxide
NWG	Nichtwohngebäude
NWL	Nennwertleistung
PJ	Petajoule
Q_P	Primärenergiebedarf
RED II	Renewable Energy Directive II, Erneuerbare Energien Richtlinie II
RHI	Renewable Heat Incentive
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (Netherlands Enterprise Agency)
RVR	Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland
Srm	Schüttraummeter
STEAG	Steinkohlen-Elektrizität AG
t/a	Tonne pro Jahr
t_{atro}	Tonne absolut trocken
t_{lutro}	Tonne lufttrocken
THG	Treibhausgase
ThürKlimaG	Thüringer Klimagesetz
HWaldG	Hessisches Waldgesetz
TJ	Terajoule
TWh	Terawattstunde
u.U.	Unter Umständen
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
UFI	Umweltförderung im Inland
WA	Warennummer
WEHAM	Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung
WG	Wohngebäude
ZIV	Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband
η_s	Raumheizungsnutzungsgrad

Zusammenfassung

Um die Klimaschutzziele des Pariser Abkommens zu erreichen, ist ein deutlicher Ausbau erneuerbarer Energien (EE) notwendig, der in der Europäischen Union mit der Erneuerbaren Energien Richtlinie (RED II) angereizt wird. Gerade im Sektor Wärme und Kälte spielt schon heute die Nutzung von Holzenergie eine bedeutende Rolle und es ist wahrscheinlich, dass diese Nutzung mit steigendem EE-Ausbau ebenfalls wächst. Eine verstärkte Nutzung von Holzenergie aus dem Wald kann aber zu einer Abnahme der CO₂-Fixierung auf der Waldfläche führen. Für Deutschland werden im Bundes-Klimaschutzgesetz Treibhausgasminderungspfade für die Sektoren wie Verkehr, Gebäude und Industrie festgeschrieben, mit dem Ziel, im Jahr 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Als Ausgleich für schwer vermeidbare Emissionen in der Landwirtschaft oder der Industrie werden negative Emissionen benötigt. Hier spielt die CO₂-Fixierung vor allem auf der Waldfläche in Bäumen und Boden eine wichtige Rolle. Eine steigende Holzentnahme für eine energetischen Nutzung, um EE-Ziele zu erreichen, kann aber die Ziele für die CO₂-Fixierung erschweren.

In diesem Spannungsfeld werden in diesem Bericht Grundlagen zusammengetragen, die im Rahmen der Projekte BioWISE³ und BioSINK⁴ im Auftrag des Umweltbundesamts erarbeitet wurden. Das Projekt BioWISE setzt einen Fokus auf Regelungen zur Nachfragesteuerung der Holzenergienutzung und möglicher Umweltauswirkungen. Im Projekt BioSINK hingegen steht die Veränderung der Waldsenke durch die energetische Nutzung von Waldholz im Vordergrund. Die folgenden Grundlagen wurden derart aufbereitet, dass sie auch für Arbeiten außerhalb der beiden Projekte genutzt werden können.

In der **aktuellen Holznutzung** entfällt in Deutschland nahezu die Hälfte auf die energetische Nutzung. Insgesamt wurden 2020 ca. 60 Mio. m³(s) Holz energetisch genutzt. Die verwendeten Sortimente unterschieden sich stark von der stofflichen Holzverwendung. Ein gutes Viertel (27,0 %) davon entfällt auf Derbholz.. Es wird überwiegend von privaten Haushalten genutzt. Knapp Dreiviertel der energetischen Holzverwendung entfallen auf sonstige primäre Holzrohstoffe (Waldrestholz, Rinde, Landschaftspflegeholz, Rest- und Recyclinghölzer). Auf Reststoffe aus der Holzverarbeitung (Sägenebenprodukte, sonstiges Industrierestholz, Schwarzlauge) entfällt ein weiteres Viertel (24,7 %). Auf Altholz, das vor allem in Großfeuerungsanlagen verwendet wird, entfällt ein knappes Viertel (22,5 %). Das übrige Viertel (25,8 %) teilen sich die verbleibenden Holzrohstoffe.

Auf der Verwendungsseite nutzen private Haushalte knapp die Hälfte (45,7 %) der Holzrohstoffe für ihre Wärmeversorgung. Die etwas größere Hälfte (54,3 %) entfällt auf Biomasseanlagen. Davon entfallen auf Großfeuerungsanlagen (BMA >1 MW), mit einem starken Fokus auf Altholz, deutlich mehr als Zweidrittel (70,4 %) und auf Kleinfreuerungsanlagen (BMA < 1 MW), mit einem breiten Sortiment aus Waldholz und Restholz das übrige knappe Drittel (29,6 %).

In den 90er Jahren führt lediglich die Wiedervereinigung zu einem rechentechnischen Zuwachs. Ab dem Jahr 2000 folgt ein Jahrzehnt des Wachstums, das vor allem von Fördermaßnahmen, steigenden Energiepreisen und, als Folge, steigenden Holzpreisen getrieben wird. Danach setzt eine Phase der Sättigung in allen Verwendungssektoren ein, die eine Folge fallender Energiepreise, auslaufender Fördermaßnahmen und milderer Witterungseinflüsse ist.

³ UBA-Projekt „Wirkmechanismen von Regelungen und Förderinstrumente des Bundes und der Länder auf den Einsatz fester Biomasse in der Wärmeerzeugung“ (BioWISE, FKZ 3720 43 504 0)

⁴ UBA-Projekt „Auswirkung der energetischen Nutzung forstlicher Biomasse in Deutschland auf deutsche und internationale LULUCF-Senken“ (BioSINK, FKZ: 3720 43 502 0)

Die derzeitige Holzenergienutzung in Deutschland wird zu 98,3 % durch das inländische Aufkommen an Holzenergieprodukten gedeckt. Der **Außenhandelssaldo** macht mit 1,7 % einen geringen Teil der inländischen Versorgung aus. Für Brennholz, das zum Großteil aus dem Wald stammt, wurden laut Außenhandelssaldo ca. 15.000 t nach Deutschland importiert. Gegenüber einer inländischen Verwendung von 9,8 Mio. t an Brennholz in Deutschland ist damit der Import an Brennholz bzw. Waldholz nahezu unbedeutend. Das muss aber nicht so bleiben, wie das Beispiel der Ko-Feuerung mit Holzpellets in Kohlekraftwerken in Großbritannien sehr eindrücklich zeigt. Nach der Analyse aktueller Handelsverflechtungen spielen für Importe nach Deutschland vor allem Polen, Ukraine, Tschechien und Belarus (Osteuropa), Dänemark und Schweiz (Westeuropa) sowie Russland (außereuropäisch) eine Rolle. Bei einer steigenden Energieholznachfrage ist zu erwarten, dass bestehende Handelsbeziehungen ausgebaut oder neue Import z.B. aus den USA oder Kanada erschlossen werden.

In Deutschland gehen von zahlreichen **Gesetzen und Fördermaßnahmen** starke Anreize zur energetischen Holznutzung aus. Diese fallen in den unterschiedlichen Sektoren verschieden aus. Der Wärmesektor ist geprägt von einer Vielfalt an Regelungen, die insgesamt die Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich fördern sollen. Mit die größte Lenkungswirkung geht derzeit von der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) aus, welches u.a. das Marktanreizprogramm (MAP) ersetzt. Im Stromsektor stellt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) das zentrale Steuer- und Förderinstrument dar, welches zu einem deutlichen Anstieg des Holzeinsatzes zur Stromerzeugung geführt hat. Generell kann auch das Kohleausstiegsgesetz eine stark fördernde Wirkung erzeugen. Diese hängt jedoch davon ab, ob ein entsprechendes Förderprogramm zur Beifeuerung von Biomasse aufgesetzt wird. Unabhängig von dessen Umsetzung haben jedoch bereits einige Kohlekraftwerke ihre Umstellung auf Biomassefeuerung angekündigt. Der Verkehrssektor wird durch die RED II, bzw. deren Umsetzung in Deutschland bestimmt. Jedoch spielt der Einsatz von fester Biomasse derzeit eine untergeordnete Rolle und auch künftig wird die Nachfrage in Form von fortschrittlichen Biokraftstoffen eher durch strohisierte Biokraftstoffe gestillt werden. Sektorübergreifend wird die Zukunft durch das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) geprägt werden. Es wirkt in seiner derzeitigen Form indirekt fördernd auf die Nutzung von Biomasse, da die Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Energien aufgrund der Preiserhöhung von fossilen Energieträgern verbessert wird. Mit steigenden CO₂-Preisen kann dieser Effekt ebenfalls steigen. Eine begrenzende Wirkung auf die Holzenergienutzung ist dann denkbar, wenn die Bewertung der Biomasse restriktiver gehandhabt wird. Ein Blick auf die politischen Strategien zeigt, dass die stoffliche Nutzung von Holz zur Substitutionswirkung sowie zur Speicherwirkung eine große Rolle spielt und künftig spielen wird. Demgegenüber, wird, wie eingangs erwähnt, die große Bedeutung der Waldsenkenleistung in der Klimaschutzpolitik anerkannt und in Gesetzen verankert. Die Umsetzung der entsprechenden Ziele werden zu einer Begrenzung der verfügbaren Rohstoffbasis führen, was zu einer Verschärfung der Konkurrenzsituation zwischen den einzelnen Sektoren sowie zu verstärkten Importen führen kann.

Nachhaltigkeitsanforderungen an die energetische Nutzung von Biomasse werden durch die Umsetzung der RED II definiert. Diese sind auch für die Holzenergie anzuwenden. Wird in den Sektoren Strom und Wärme/Kälte Holzenergie eingesetzt, muss eine THG-Minderung von 70 % (Neuanlagen ab 1.1.2021) bzw. von 80 % (Neuanlagen ab 1.1.2026) erreicht werden. Altanlagen sind ausgenommen. Stammt Energieholz aus der Forstwirtschaft, so ist sicherzustellen, dass die Holzernte legal ist, eine Walderneuerung nach Ernte erfolgt, Schutzgebiete respektiert werden, bei der Ernte auf den Erhalt der Bodenqualität und der biologischen Vielfalt geachtet wird und durch die Erntetätigkeiten die langfristigen Produktionskapazitäten des Waldes erhalten oder verbessert werden. Wird Energieholz in der Landwirtschaft produziert (z.B. Kurzumtriebsplantagen), müssen Mindestanforderungen zur biologischen Vielfalt eingehalten

werden. Kohlenstoffreiche Flächen (Wälder, Feuchtgebiete) dürfen nicht umgewandelt und Torfmoor nicht weiter entwässert werden.

Ein Nachhaltigkeitsnachweis für Holzenergie ist nach RED II aber nur zu führen, wenn die Gesamtfeuerungsleistung einer Anlage 20 MW oder mehr erreicht. In Deutschland wird Waldholz zu 96 % in Anlagen, die unter diesem Grenzwert liegen, verfeuert, so dass nur für 4% des Waldholzes ein Nachweis nötig ist. Zudem nennt RED II Standardwerte für die THG-Minderung durch Waldholz, die meist *per se* die THG-Grenzwerte erfüllen. Erst bei hohen Transportdistanzen wäre Waldbiomasse hierüber ausgeschlossen und das auch nur in Neuanlagen. Die RED II verlangt in den Mitgliedsstaaten einen Anstieg der EE im Wärmesektor von 1,1 Prozentpunkten pro Jahr. Dies führt mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zu einem Anstieg der Holzenergienutzung. Durch die bestehenden Nachhaltigkeitskriterien ist eine Reglementierung von Mengenströmen von Holzenergie nicht zu erwarten, weder in Bezug auf die Menge an Biomasse noch in Bezug auf die Herkunft.

Der Blick ins **europäische Ausland** zeigt, dass die Debatte um Biomasseverfügbarkeit und -einsatz v. a. im Wärmebereich ganz unterschiedlich geführt wird. Es wurden Regulierungen, Förderinstrumente und Nachhaltigkeitsaspekte zur quantitativen und qualitativen Steuerung fester Biomasse insbesondere im Gebäude-Wärmebereich in den Ländern Dänemark, UK, Niederlande, Belgien, Frankreich, Schweden, Finnland, Italien, Österreich und der Schweiz analysiert. Grundsätzlich ist die Holznutzung derzeit ein starker Trend in der EU-Wärmepolitik. In den europäischen Staaten ist die Holznutzung in Gebäuden zur Wärmeerzeugung mit wenigen Ausnahmen seit mindestens 15 Jahren angestiegen. Während in einigen Ländern Biomasse zur Wärmeerzeugung im Gebäudebereich in den kommenden Jahren (weiter) verstärkt eingesetzt werden soll und Fördermittel ausgeweitet werden, sind Tendenzen in einigen anderen Ländern zu verzeichnen, dass Biomasse restriktiver insbesondere im Gebäude-Wärmebereich eingesetzt werden soll: Insbesondere in Ländern mit vergleichsweise geringen Biomassepotenzialen und/oder die auf Importe setzen, besteht die Tendenz, die Nachhaltigkeitsvorgaben der RED II nachzuschärfen. Hier wird häufig eine Herabsetzung der Schwelle der Anlagengröße erwogen, für die Nachhaltigkeitsanforderungen gelten. Darüber hinaus zeigt sich in diesen Ländern eine Tendenz, die finanzielle Förderung für den Einsatz von Biomasse zu beenden bzw. beenden zu wollen und/oder im Rahmen der CO₂-Abgaben auch Biomasse zu besteuern. Ein weiterer beobachteter Trend ist die angestrebte Verbesserung der Rahmenbedingungen für Wärmepumpen, um so die Attraktivität von Wärmepumpentechnologien gegenüber fossilen Brennstoffen, aber insbesondere auch im Vergleich zu Biomasse zu erhöhen.

Summary

In order to achieve the climate protection goals of the Paris Agreement, a significant expansion of renewable energies (RE) is required, which is being stimulated in the European Union with the Renewable Energy Directive (RED II). Especially in the heating and cooling sector, the use of wood energy already plays an important role, and it is likely that this use will grow with increasing RE expansion. However, increased use of wood energy from forests can lead to a decrease in CO₂ fixation on forest land. For Germany, the Federal Climate Protection Act lays down greenhouse gas reduction pathways for sectors such as transport, buildings and industry, with the aim of achieving climate neutrality in 2045. Negative emissions are needed to compensate for emissions in agriculture or industry that are difficult to avoid. Here, CO₂ fixation plays an important role, especially on forest land in trees and soil. However, increasing wood extraction for energy use in order to achieve RE targets can make CO₂ fixation targets more difficult.

Within these challenging goalposts, this report compiles the basic principles that were developed within the framework of the BioWISE⁵ and BioSINK⁶ projects on behalf of the German Environment Agency. The BioWISE project focuses on regulations for demand management of wood energy use and possible environmental impacts. In the BioSINK project, on the other hand, the focus is on changes in the forest sink caused by the use of forest wood for energy purposes. The following basic principles have been prepared in a manner that they can also be used for work outside of the two projects.

In Germany, almost half of the current **wood use** is for energy. In total, approx. 60 million m³(s) of wood were used for energy in 2020. The wood fractions used differed greatly from the material use of wood. About a quarter (27.0 %) of this is accounted for by merchantable wood (diameter above 7 cm), which is used to compare wood increments in the forest and wood use. Merchantable wood is mainly used by private households. Almost three quarters of the energetic wood use is accounted for by other primary wood raw materials (forest residues, bark, landscape conservation wood, residual and recycled wood). Residues from wood processing (sawmill by-products, other industrial residues, black liquor) comprises another quarter (24.7 %). Waste wood, which is mainly used in large combustion plants, accounts for almost a quarter (22.5 %). The remaining quarter (25.8 %) is shared by the remaining wood raw materials.

Private households use almost half (45.7 %) of the wood raw materials for their heat supply. The slightly larger half (54.3%) is accounted for by biomass plants (BP). Of these, large combustion plants (BP >1 MW), with a strong focus on waste wood, account for more than two-thirds (70.4 %) and small combustion plants (BP < 1 MW), with a wide range of forest wood and residual wood, account for the remaining scant third (29.6 %).

In the 1990s, only the German reunification leads to an increase in the amount of wood used. From the year 2000 onwards, a decade of growth follows, driven primarily by subsidy measures, rising energy prices and, as a consequence, rising timber prices. Afterwards, a phase of saturation sets in in all sectors of use, which is a consequence of falling energy prices, expiring subsidy measures and milder weather influences.

The current use of wood energy in Germany is covered at 98.3 % by the domestic supply of wood energy products. The **foreign trade balance** accounts for only 1.7 % of the domestic

⁵ UBA project „Wirkmechanismen von Regelungen und Förderinstrumente des Bundes und der Länder auf den Einsatz fester Biomasse in der Wärmeerzeugung“ (BioWISE, FKZ 3720 43 504 0)

⁶ UBA project „Auswirkung der energetischen Nutzung forstlicher Biomasse in Deutschland auf deutsche und internationale LULUCF-Senken“ (BioSINK, FKZ: 3720 43 502 0)

supply. According to the foreign trade balance, about 15,000 t were imported to Germany for firewood, most of which comes from forests. Compared to a domestic use of 9.8 million t of firewood in Germany, the import of firewood or forest wood is thus almost insignificant. However, this may be subject to changes, as the example of co-firing with wood pellets in coal-fired power plants in Great Britain shows very impressively. According to the analysis of current trade patterns, Poland, Ukraine, the Czech Republic and Belarus (Eastern Europe), Denmark and Switzerland (Western Europe) as well as Russia (non-European) play a role for imports to Germany. With an increasing demand for energy wood, it is to be expected that existing trade relations will be expanded or new imports, e.g. from the USA or Canada, will be developed.

In Germany, numerous **laws and support measures** provide strong incentives for the use of wood as an energy source. These vary from sector to sector. The heating sector is characterised by a variety of regulations that are intended to promote the use of renewable energies in the building sector. One of the greatest incentives currently comes from the Federal Funding for Efficient Buildings (BEG), which replaces the Market Incentive Programme (MAP), among others. In the electricity sector, the Renewable Energy Sources Act (EEG) is the central tax and promotion instrument, which has led to a significant increase in the use of wood for electricity generation. In general, the Coal Phase-out Act can also have a strong promoting effect. However, this will depend on whether a corresponding subsidy programme for biomass firing is set up. Regardless of its implementation, however, some coal-fired power plants have already announced their conversion to biomass firing. The transport sector is determined by RED II and its implementation in Germany. However, the use of solid biomass currently plays a subordinate role and also in the future the demand in the form of advanced biofuels will rather be satisfied by straw-based biofuels.

Across sectors, the future will be shaped by the Fuel Emissions Trading Act (BEHG). In its current form, it indirectly promotes the use of biomass, as the economic viability of renewable energies is improved due to the price increase of fossil fuels. With rising CO₂ prices, this effect may also increase. A limiting effect on the use of wood energy is possible if the valuation of biomass is handled more restrictively. The analysis of political strategies shows that the material use of wood to substitute fossil products as well as storing carbon in wood products plays and will play a major role in the future. In contrast, as mentioned at the beginning, the great importance of carbon storage on forest land in climate action policy is recognised and embedded in laws. The implementation of the corresponding goals will result in a limitation of the available raw material base, which may exacerbate the competitive situation between the individual sectors and lead to increased imports.

Sustainability requirements for the use of biomass for energy purposes are defined by the implementation of RED II. These are also to be applied to wood energy. If wood energy is used in the electricity and heating/cooling sectors, a GHG reduction of 70 % (new installations from 1.1.2021) or of 80 % (new installations from 1.1.2026) must be achieved. Old plants are exempt. If energy wood originates from forestry, it must be ensured that harvesting is legal, forest regeneration takes place after harvesting, protected areas are respected, harvesting takes into account the preservation of soil quality and biodiversity, and harvesting activities maintain or improve the long-term production capacities of the forest. If energy wood is produced in agriculture (e.g. short rotation coppice), minimum biodiversity requirements must be respected. Carbon rich areas (forests, wetlands) must not be converted and peat bogs must not be further drained.

However, according to RED II, a sustainability certificate for wood energy only has to be provided if the total firing capacity of a plant reaches 20 MW or more. In Germany, 96 % of forest wood is fired in plants that are below this limit, so that certification is only required for

4 % of the forest wood. In addition, RED II states default values for GHG reduction by forest wood, which mostly fulfil the GHG limits per se. Only in the case of long transport distances forest biomass would be excluded, and only in new plants. RED II requires an increase in renewable energies in the heat sector of 1.1 percentage points per year in the EU Member States. This will most likely lead to an increase in the use of wood energy. Due to the existing sustainability criteria, a regulation of volume flows of wood energy is not to be expected, neither in terms of the amount of biomass nor in terms of origin.

Looking at other European countries shows that the debate on biomass availability and use is being conducted in very different ways, especially in the heating sector. Regulations, funding instruments and sustainability aspects for the quantitative and qualitative control of solid biomass, especially in the building heat sector, were analysed in Denmark, the UK, the Netherlands, Belgium, France, Sweden, Finland, Italy, Austria and Switzerland. In general, wood use is currently a strong trend in EU heating policy. In the European countries, wood use in buildings for heat generation has been increasing for at least 15 years, with few exceptions. While in some countries the use of biomass for heat generation in buildings is to be (further) increased in the coming years and subsidies are being expanded, there are tendencies in other countries to use biomass more restrictively, especially in the building heat sector: Especially in countries with comparatively low biomass potentials and/or that rely on imports, there is a tendency to tighten up the sustainability requirements of RED II. Here, a lowering of the threshold of the plant size for which sustainability requirements apply is often considered. Furthermore, there is a tendency in these countries to end or intend to end financial support for the use of biomass and/or to tax biomass as part of the CO₂ tax. Another trend observed is the intended improvement of the framework conditions for heat pumps in order to increase the attractiveness of heat pump technologies compared to fossil fuels, but especially compared to biomass.

1 Einleitung

Autorinnen und Autoren: Klaus Hennenberg, Susanne Köppen, Hannes Böttcher

Als Unterzeichner des Pariser Abkommens verpflichten sich Deutschland und die EU, zu dessen Zielerreichung beizutragen und "den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau zu halten und die Bemühungen fortzusetzen, den Temperaturanstieg auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen". Um

Klimaschutzziele auf europäischer Ebene zu erreichen, hat die Europäische Union (EU) sich als Ziel gesetzt, ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, um die Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen. Die Erneuerbare Energien Richtlinie (RED II, Neufassung im Jahr 2018, (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2018) ist eine wichtige Verordnung, die die Emissionsminderung durch den Einsatz erneuerbarer Energien (EE) im Fokus hat. Für die gesamte Europäische Union setzt die RED II das Ziel, einen Anteil an erneuerbaren Energien von 32 % am Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 zu erreichen. In Deutschland bildet das Bundes-Klimaschutzgesetz in seiner Neufassung den entscheidenden Rahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele. So will Deutschland im Jahr 2030 die Treibhausgasemissionen um 65 % und im Jahr 2040 um 88 % gegenüber dem Jahr 1990 reduzieren, und im Jahr 2045 soll Klimaneutralität erreicht werden. Für die neuen Ziele auf EU-Ebene erscheint in Deutschland ein Anstieg der EE auf 40 % vom Bruttoendenergieverbrauch als nötig (aktueller Zielwert: 30 %). Der Förderung erneuerbarer Energieträger kommt eine entscheidende Rolle zu und es wurden eine Reihe unterschiedlicher Regelungen und Förderinstrumente etabliert, um ihren Ausbau voran zu treiben. Innerhalb der erneuerbaren Energien hat die Holzenergie eine zentrale Bedeutung. Sie kann grundsätzlich in den Sektoren Wärme und Kälte, Verkehr und Elektrizität angerechnet werden, wobei Holz vor allem in der Wärmerzeugung ein lang etablierter Energieträger ist.

In der Neufassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes wird zudem erstmals ein Ziel für den Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Waldwirtschaft (LULUCF) festgeschrieben: im Jahr 2030 soll der LULUCF-Sektor eine Emissionsbilanz von -25 Mio. t CO₂ erreichen, also mehr CO₂ festlegen, als Treibhausgase auszustoßen. Im Jahr 2040 soll diese sog. Senke auf -40 Mio. t CO₂ steigen, um schwer vermeidbare Emissionen z.B. in der Landwirtschaft und Industrie zu kompensieren. Im Jahr 2019 betrug die THG-Bilanz des LULUCF-Sektors -16,5 Mio. t CO₂-Äq. Dabei waren sogenannte Quellen, vor allem landwirtschaftlich genutzte Flächen auf organischen Böden, Feuchtgebiete und Siedlungsflächen, für Emissionen in Höhe von 44,5 Mio. t CO₂-Äq. verantwortlich. In Senken wurden -61,1 Mio. t CO₂ neu festgelegt. Davon entfielen -57,0 Mio. t CO₂ auf die CO₂-Festlegung auf der Waldfläche in Bäumen und Boden sowie -4,1 Mio. t CO₂ auf Holzprodukte (UBA 2021a). Dies zeigt deutlich, dass die Zielerreichung im LULUCF-Sektor stark von der Waldsenke abhängt. Je stärker aber der Wald bewirtschaftet wird, desto geringer fällt die Senkenleistung der Bäume aus (Hennenberg et al. 2021). Eine energetische Holznutzung trägt zudem nicht zum Holzprodukte Speicher bei. So kann eine verstärkte energetische Nutzung von Waldholz⁷ erschweren, dass die LULUCF-Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes erreicht werden.

Im Spannungsfeld des Ausbaus erneuerbarer Energien, inklusive Energieholz aus dem Wald, und der nötigen Senkenleistung der Waldfläche hat der vorliegende Bericht zum Ziel, einen Überblick über die derzeitigen Nutzungsströme der Holzenergie (Kapitel 2) sowie den

⁷ Waldholz umfasst im Wald geerntete Bäume und unterteilt sich in Sägestammholz, sonstiges Derbholz, Waldrestholz und Rinde. Nicht-Waldholz sind alle anderen Holzherkünfte wie Landschaftspflegematerial, Holz aus Kurzumtriebsplantagen, Sägenebenprodukte, sonstige industrielle Resthölzer, Schwarzlauge und Altholz (vgl. Tabelle 1 und Tabelle 2)

Außenhandel mit Holzenergieprodukten in Deutschland zu geben (Kapitel 3). Des Weiteren erfolgt eine Beschreibung solcher Regelungen, Förderinstrumente und sonstiger politischer Strategien, die die Nutzungsströme von festen Brennstoffen maßgeblich beeinflussen und in Zukunft beeinflussen werden (Kapitel 4). Im Anschluss wird in Kapitel 5 geprüft, welche Regelungen in Bezug auf die Erfüllung von Nachhaltigkeitskriterien und Treibhausgasemissionsgrenzen derzeit für Bioenergie gelten und ob, bzw. wie diese auf die Holznutzung beschränkend wirken. Zu guter Letzt wird ein Blick ins Ausland und den dort gültigen Regulierungen, Förderinstrumenten und Nachhaltigkeitsaspekten zur Steuerung von Holznutzung im Wärmebereich geworfen (Kapitel 6).

Der Bericht entstand im Rahmen zweier Projekte, die aktuell im Auftrag des Umweltbundesamts durchgeführt werden: BioWISE⁸ und BioSINK⁹. Im Fokus des Projektes BioWISE steht die Nutzung fester Biomasse im Wärmesektor mit der zentralen Frage, wie Regelungen so angepasst werden können, dass die Nachfrage nach fester Biomasse im Wärmesektor und die damit möglicherweise verbundenen negativen Umweltauswirkungen gemindert werden. Im Projekt BioSINK hingegen steht die Waldsenke im Vordergrund und es wird untersucht, wie diese im In- und Ausland durch die energetische Nutzung von Waldholz beeinflusst wird. Dieser Bericht bildet damit Grundlagen ab, auf die weitergehende Analysen und Modellierungen aufzubauen. Es wurde angestrebt, diese Grundlagen derart aufzubereiten, dass sie auch für Arbeiten außerhalb der beiden Projekte genutzt werden können.

⁸ UBA-Projekt „Wirkmechanismen von Regelungen und Förderinstrumente des Bundes und der Länder auf den Einsatz fester Biomasse in der Wärmeerzeugung“ (BioWISE, FKZ 3720 43 504 0)

⁹ UBA-Projekt „Auswirkung der energetischen Nutzung forstlicher Biomasse in Deutschland auf deutsche und internationale LULUCF-Senken“ (BioSINK, FKZ: 3720 43 502 0)

2 Aktuelle Holzenergienutzung in Deutschland

Autoren: Udo Mantau, Horst Fehrenbach, Klaus Hennenberg

2.1 Erfassung der Holzverwendung im Rohstoffmonitoring

Ziel des Rohstoffmonitorings Holz ist die Erfassung der Holzverwendung aller Holzrohstoffe in Deutschland in den jeweiligen Marktsegmenten.¹⁰ Es hat für aktuelle politische Fragestellungen wie Nachhaltigkeit, Wettbewerb zwischen stofflicher und energetischer Nutzung, CO₂-Speicherung, Kreislaufwirtschaft, Kaskadennutzung und Bioökonomie eine wichtige Informationsfunktion.

Vorrangiges Ziel ist die Bereitstellung von Berichten zur Rohstoffsituation in den relevanten Branchen der stofflichen und energetischen Holznutzung. Primärstatistische Erhebungen erfolgen in folgenden Bereichen:

- ▶ **Stoffliche Nutzung:** Sägeindustrie, Holzwerkstoffindustrie, Furnier- und Sperrholzindustrie sowie Holz- und Zellstoffindustrie
- ▶ **Energetische Nutzung:** Biomassefeuerungsanlagen ab 1 MW, Biomassefeuerungsanlagen unter 1 MW, Private Haushalte und Altholz in der Entsorgungsbranche

Bis auf die Befragung bei privaten Haushalten handelt es sich bei den Studien des Rohstoffmonitoring nicht um Stichprobenerhebungen, sondern um Erfassungen von Branchen, über die weder die Grundgesamtheit noch ihre statistischen Merkmale bekannt sind. Adressdateien sind häufig erst zu generieren. Mit einem möglichst kurzen Fragebogen wird in mehreren Befragungswellen eine möglichst hohe Antwortquote angestrebt. Aus dem Antwortverhalten verschiedener Adressquellen werden schließlich Hochrechnungen für die Restmengen durchgeführt. Die Zuverlässigkeit der Aussagen ergibt sich aus der detaillierten Beschreibung der Vorgehensweise, der Erfassungshäufigkeit und den Hochrechnungswegen. Diese sind entsprechend der unterschiedlichen Herausforderungen in jedem der zitierten Berichte spezifisch dargestellt.

Im Rahmen der Kreislaufwirtschaft und der Bioökonomie ist die Kenntnis der Stoffströme zwischen den Bereichen und ihre Rohstoffverwendung von Bedeutung. Mit den vorhandenen Daten der Einschlagsstatistik (vgl. Kapitel 2.2) und der Produktions- und Außenhandelsstatistik können Aggregate (Industrieholz, Pellets, Spanplatte) bestimmt werden, nicht aber die Stoffströme zwischen den Sektoren und der Rohstoffeinsatz. Die Besonderheit des Rohstoffmonitorings ist, dass sie entlang der Wertschöpfungskette über die Rohstoffzusammensetzung vom Produkt zum Rohstoff zurück rechnet. Neben den zuvor genannten Erhebungen werden dabei auch die verfügbaren Statistiken zur Ergänzung genutzt.

Nach Abschluss aller Erfassungen werden die Ergebnisse in analytischen Übersichten wie Holzrohstoffbilanzen zusammengefasst. Im aktuellen Zyklus wird dies im Jahr 2022 abgeschlossen sein. Für diesen Bericht konnte aber bereits eine Bilanz der energetischen Holznutzung erstellt werden.¹¹ Ein Vergleich der stofflichen und energetischen Holznutzung aus

¹⁰ Das Rohstoffmonitoring wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt.

¹¹ Im Rahmen der abschließenden Berechnungen sind noch geringfügige Änderungen möglich. Insbesondere die Fortschreibungen für das Berichtsjahr 2020 unterliegen noch Änderungen. Dies ändert aber nichts an den grundsätzlichen Aussagen, bzw. Sachverhalten.

dem vorherigen Zyklus des Rohstoffmonitorings (Berichtsjahr 2016) ist in der Textbox „Stoffliche und energetische Nutzung im Berichtsjahr 2016“ zusammengestellt.

Eine Holzbilanz besteht aus einer Aufkommens- und einer Verwendungsseite. Auf Basis der im Folgenden näher beschriebenen Studien zur energetischen Holzverwendung (vgl. Kapitel 2.3, 2.4 und 2.5), können die energetisch genutzten Rohstoffsortimente identifiziert werden. Aus der stofflichen Verwendung wird die Wertschöpfungskette nach Rohstoffen, Halbwaren und Fertigwaren unterteilt. Die Rohstoffsortimente sind in der stofflichen und energetischen Verwendung gleich, unterscheiden sich aber stark in der Sortimentsnutzung. Den Fertigwaren entsprechen in der energetischen Nutzung die Endverwender. Etwas komplexer ist der Vergleich mit den Halbwaren. Die energetische Holzverwendung wurde erst mit diesem Jahrtausend ein relevantes Thema und durch das Rohstoffmonitoring differenziert aufbereitet. Somit gingen in den bisherigen Bilanzen die Holzrohstoffe direkt in die energetische Endverwendung. Mit der Entwicklung des Holzenergiemarktes entstanden neue Produkte, wie Pellets und Holzbriketts. Sie stellen Halbwaren dar, die in der Folge einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Im Grunde durchlaufen alle Holzrohstoffe zur energetischen Nutzung eine Aufbereitung, wenn auch nicht eine so komplexe wie z. B. Spanplatten. Die folgende Bilanz stellt eine Hybridlösung dar. Sie vermeidet Doppelzählungen, indem sie marktrelevante Energieholzproduzenten ausweist, lässt aber Scheitholz und Holzhackschnitzel immer noch als Teile der Rohstoffseite direkt in die Endverwendung einfließen. Die folgende Bilanz gibt einen vollständigen Überblick zur energetischen Holzverwendung. Holzrohstoffe fließen direkt und über Energieholzproduzenten an die energetischen Endverwender.

Tabelle 1: Rohstoffbilanz der energetischen Holzverwendung im Jahr 2020

Aufkommen	Energieholzbilanz in Mio. m ³ (s)		Verwendung	
	2020			
	Mio. m ³	Anteil %		
Derbholz	16,2	27,0	Energieholzproduzenten	
Waldrestholz	6,5	10,9	5,0 74,0 Pellets	
Rinde	2,4	3,9	1,5 23,0 Holzbriketts	
Landschaftspflegemat.	5,1	8,5	0,2 3,0 Holzkohle	
Kurzumtriebsplantagen	0,0	0,0	6,7 100,0 Energieholzproduzenten	
Sägenebenprodukte	9,2	15,4	Endverwender	
Sonst. Ind.-Restholz	1,7	2,8	22,1 36,8 Energetisch > 1 MW	
Schwarzlauge	3,9	6,5	9,3 15,5 Energetisch < 1 MW	
Altholz	13,5	22,5	27,4 45,7 Hausbrand, Wärme	
Sonstige	1,4	2,3	0,2 0,3 Haushalte, Grillen	
Bilanzausgleich	0,1	0,2	1,0 1,7 sonst. energet. Verw.	
Insgesamt	59,9	100,0	0,0 0,0 Bilanzausgleich	
			59,9 100,0 Insgesamt	

Quelle: Mantau vorläufige Ergebnisse zur Veröffentlichung im Abschlussbericht des Rohstoffmonitoring (2022; FKZ: FNR 22005918)

Über die Holzrohstoffbilanzierung wird die Verwendung von Holzrohstoffen in der inländischen Produktion bestimmt. Sie rechnet in m³(s). Das „s“ steht für „solid wood äquivalent“ und drückt aus, wie viel Holz in Form eines Kubikmeter Rundholz z.B. für die Produktion von Pellets benötigt werden. Da es um die inländische Verwendung geht, ist Holzkohle nur mit dem Anteil

der inländischen Produktion und den dafür verwendeten Holzmengen aus Deutschland vertreten. Weitaus mehr Holzkohle wird über Importe gedeckt (vgl. Kapitel 3).

Insgesamt wurden 2020 59,9 Mio. m³(s) Holz energetisch genutzt. Der Anteil des Derbholzes (Definitionen vgl. Kapitel 2.2) beträgt dabei 16,2 Mio. m³ oder 27,0 % (Tabelle 1). Dieser Wert ist für den Vergleich von nachwachsendem Holz und Holzverwendung von Bedeutung, weil auch in Inventuren und Waldwachstumsmodellen die nachwachsende Holzmenge in Derbholz berechnet wird. 8,5 % des energetisch verwendeten Holzes kommen aus Landschaftspflegeholz. Holz aus Kurzumtriebsplantagen nimmt mit einer Menge von unter 100.000 m³ (0,1 Mio. m²) eine untergeordnete Rolle ein. Auf Reststoffe aus der Holzverarbeitung (Sägenebenprodukte, sonstiges Industrierestholz, Schwarzlauge) entfallen 14,8 Mio. m³(s) oder 24,7 % der energetischen Holznutzung. Nach Derbholz ist Altholz mit 22,5 % ein bedeutender energetischer Holzrohstoff (Tabelle 1).

Auf der Verwendungsseite nutzen private Haushalte mit 27,4 Mio. m³(s) bzw. 45,7 % für ihre Wärmeversorgung. Biomasseanlagen über 1 MW (BMA > 1 MW) verwenden 22,1 Mio. m³(s) (36,8 %) und kleinere BMA < 1 MW 9,3 Mio. m³(s) (15,5 %). (Tabelle 1).

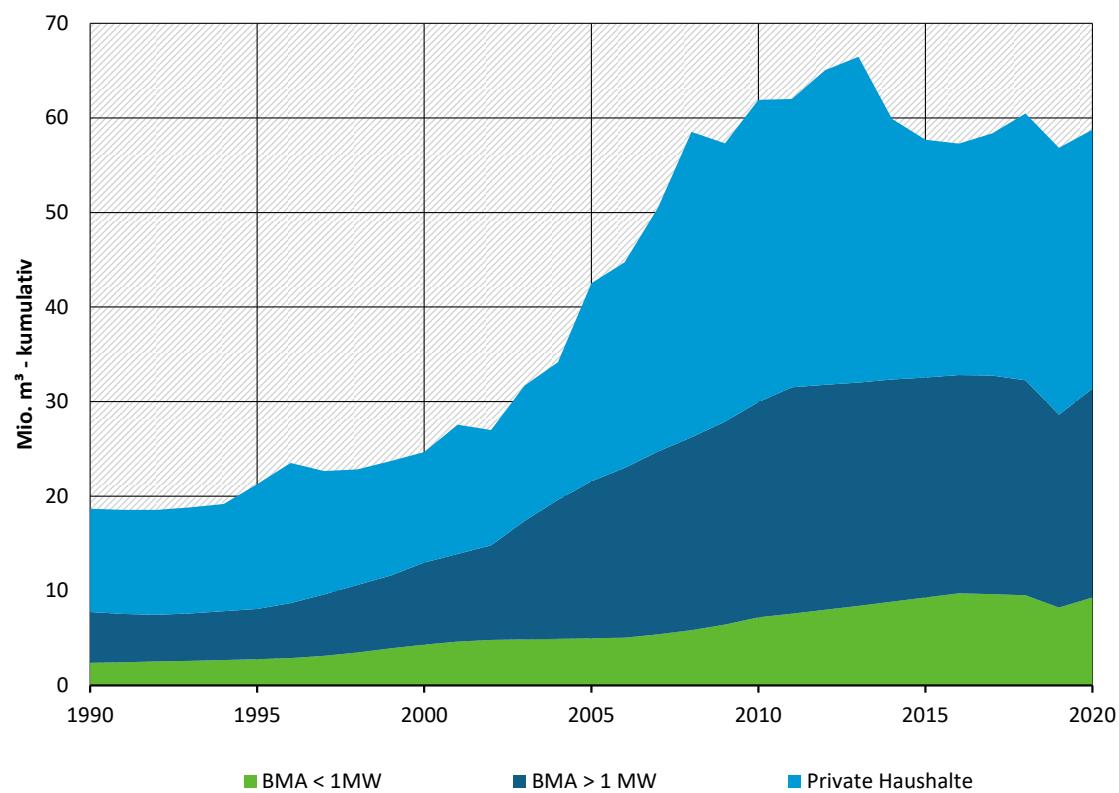
Die folgende Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der energetischen Verwendungssektoren. Daraus kann man drei Phasen der energetischen Holznutzung ableiten:

In der Phase von 1990 bis 2000 ist vor allem von der Nutzung in Kaminen privater Haushalte und der Nutzung von Prozesswärme in holzwirtschaftlichen Betrieben geprägt. Sie zeichnet sich durch eine geringe Nutzungsmenge und eine geringe Wachstumsdynamik aus.

Die Jahre zwischen 2001 und 2014 sind geprägt von der Förderung erneuerbarer Energien, Abfallvermeidung (Altholz) und stark steigenden Ölpreisen (2005-2010). Sie zeichnet sich durch stark steigende Holzverwendung aus, die zu einem ernsthaften Wettbewerber der stofflichen Nutzung heranwächst (siehe Details in Textbox „Stoffliche und energetische Nutzung im Berichtsjahr 2016“).

Mit Auslaufen der Förderimpulse und sinkenden Ölpreisen ab 2015 entfallen wichtige Wachstumsimpulse. Die Bedarfsstrukturen sind jedoch etabliert, so dass sich die Nachfrage auf hohem Niveau hält. Untersuchungen zur Holzverwendung bei BMA im Jahr 2019 legen den Schluss nahe, dass auch natürliche Effekte Einfluss auf die energetische Holzverwendung nehmen, da in warmen Jahren der Wärmebedarf geringer und das Holz trockener ist.

Abbildung 1: Entwicklung der Sektoren der energetischen Holzverwendung in Mio. m³



Quelle: Mantau vorläufige Ergebnisse zur Veröffentlichung im Abschlussbericht des Rohstoffmonitoring (2022; FKZ: FNR 22005918)

Stoffliche und energetische Nutzung im Berichtsjahr 2016

Da die Berichterstattung im aktuellen Zyklus des Rohstoffmonitorings noch nicht abgeschlossen ist, werden für den Vergleich der stofflichen und energetischen Holznutzung in Deutschland die Daten aus dem Berichtsjahr 2016 herangezogen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Rohstoffbilanz der stofflichen und energetischen Holzverwendung in 1990 und 2016

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

Quelle: Mantau (2019)

Im Jahr 2016 wurden in Deutschland 127,2 Mio. m³ Holzrohstoffe verwendet (Tabelle 2). Die Holzverwendung teilte sich zu fast gleichen Anteilen auf die stoffliche Verwendung (63,4 Mio. m³) und energetischer Verwendung (59,5 Mio. m³) auf. Die Darstellung umfasst auf der Verwendungsseite alle Holzrohstoffe (Waldholz, Rest- und Recyclingholz). Bei der stofflichen Verwendung dominieren die langlebigen Produkte Sägeholtz (36,2 Mio. m³) und Holzwerkstoffe (15,7 Mio. m³). Für die energetische Verwendung sind der Hausbrand (28,3 Mio. m³) und Anlagen kleiner 1 MW (23,0 Mio. m³) am wichtigsten. In Summe nahm die Holzverwendung gegenüber 1990 um 97 % zu, wobei mit 219 % die Zunahme der Holzenergie deutlich stärker ausfiel als die Zunahme der stofflichen Nutzung (39 %).

Auf der Seite des Holzaufkommens stammen im Jahr 2016 78,3 Mio. m³ aus dem Wald. Mit 66,7 Mio. m³ hat daran Derbholz den größten Anteil. Sägenebenprodukte (16,7 Mio. m³) und Altholz (14,6 Mio. m³) waren bedeutende Herkünfte von Holzrohstoffen, die außerhalb der Waldbewirtschaftung entstehen (Tabelle 2).

2.2 Statistische Erfassung der Waldholznutzung

2.2.1 Definitionen zur statistischen Erfassung der Holzverwendung

Während das Rohstoffmonitoring die Holzverwendung erfasst und über die Anteile der eingesetzten Holzsortimente auf Rohstoffmengen zurückrechnet, erfasst die Einschlagsstatistik (BMEL Holzmarktbericht (BMEL 2020)) geerntetes Holz an der Waldstraße. Dabei wird das Holz nach Sortierungsregeln klassifiziert. Dies erfolgte bis 2014 nach der Handelsklassensortierung (HKS).¹² Diese Rechtsverordnung wurde bereits 2008 aufgehoben und nicht erneuert. Sie wurde

¹² Gesetz über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz Vom 25. Februar 1969.

aber weitgehend informell weiter praktiziert. Erst Ende 2014 einigten sich die Verkehrskreise auf privatrechtlicher Basis auf eine Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR)¹³, die ab 2015 gilt. Sie stellt einen Standard für die Holzsortierung dar, der nicht rechtsverbindlich angewendet werden muss, aber über Handelsbrauch (HGB § 346) auch rechtswirksam ist. Einzelvertraglich abweichende Regelungen sind möglich. Historisch und aktuell bilden HKS und RVR die begriffliche Grundlage der Sortierung des Holzes nach Holzart, Sortiment, Qualität und Dimension. Holzsortierung verfolgt das Ziel, Rohholz (gefällte, entwipfelte und/oder entastete Bäume sowie Baumteile), wertschöpfend aufzubereiten und zu sortieren.

Für die Einschlagsstatistik ist die Sortierung nach Holzarten und Sortimenten von Bedeutung. Ergänzend erfasst die Einschlagsstatistik noch die Waldbesitzarten. Die RVR benennt in der Anlage II etwa 40 Holzarten explizit und fasst diese in 8 Holzartengruppen zusammen, die in der Einschlagsstatistik zu 4 Holzartengruppen (Eiche, Buche, Fichte, Kiefer) weiter aggregiert werden. Im Rohstoffmonitoring kann aufgrund der Grenzen des Umfangs der Erhebungen und dem Verständnis der Befragten nur nach Nadelholz (Fichte, Kiefer) und Laubholz (Eiche, Buche) unterschieden werden. Die Waldbesitzarten werden in Staatswald (Bund, Länder), Kommunalwald (Körperschaften) und sonstige (Privatwald) eingeteilt. Eine Zuordnung nach Waldbesitzarten ist im Rohstoffmonitoring nicht möglich.

Die Einteilung in Sortimente ist eine Verwendungssortierung. Das bedeutet, dass der Waldbesitzer das Holz bestimmten Verwendungen zuordnet. Nach der RVR ist Stammholz (lang, Abschnitte) das für eine stoffliche Nutzung insbesondere in der Säge- oder Furnierindustrie vorgesehene Holz. Industrieholz (lang, kurz, Waldhackschnitzel) ist Rohholz, das i. d. R. mechanisch oder chemisch aufgeschlossen wird und für eine stoffliche Verwendung insbesondere in der Holzwerkstoffindustrie bzw. in der Zellstoffindustrie vorgesehen ist. Energieholz (lang, kurz, Waldhackschnitzel) ist Rohholz, das für eine energetische Nutzung vorgesehen ist. Dazu zählt auch in der Holzernte anfallendes Waldrestholz. Rundholz ist Rohholz in runder und ungeteilter Form.

Der Begriff Derbholz kommt ursprünglich aus der Waldinventur. Es handelt sich um die Abschneidegrenze der Erfassung stehenden Holzes bei einem Brusthöhendurchmesser (bhd) von 7 Zentimeter mit Rinde. Da es mit dem Brusthöhendurchmesser bei liegendem Holz schwierig ist, definiert die RVR Derbholz mit einem Mittendurchmesser (Mitte des Stammes) von 7 Zentimeter. Diese Definition (RVR) wird aber kaum verwendet. Die Definition des Derbholzes nach Waldinventur ist hingegen von großer Bedeutung, weil nach ihr die Menge des nachwachsenden Holzes gemessen wird, die für die Bestimmung der naturalen Nachhaltigkeit angewandt wird. Außerdem handelt es sich um eine klare Messvorschrift. Ein Stamm mit 15 Zentimeter Mittendurchmesser ist eindeutig Derbholz, ob er aber Stammholz, Industrieholz oder Energieholz ist, entscheidet zunächst der Waldbesitzer an der Waldstraße und später nochmals der Holzeinkäufer und beide jeweils nach ihren wertschöpfenden Chancen. Folglich „rauscht“ es bei diesen Begriffen im statistischen Sinne stark. Auch die Holzaufkommensmodellierung unterscheidet nach Stammholz und Industrieholz. Dabei teilt sie das Holz lediglich in Abhängigkeit von der Dimension ein (z. B. das Holzaufkommensmodell WEHAM¹⁴). Eine andere Vorgehensweise ist bei der Waldinventur oder Wachstumsmodellierung auch kaum möglich, da Informationen über Qualität und Käuferpotenzial nicht vorliegen. Folglich wird in

¹³ Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR) 11.12.2014.
<https://www.rvr-deutschland.de/struktur.php?id=47>

¹⁴ Ergebnisse des WEHAM-Modells zum Basisszenario unter <https://bwi.info/>

Waldinventuren und Holzaufkommensmodellierungen i. d. R. ein deutlich höherer Anteil an Stammholz als an Industrieholz ausgewiesen.

Im Rohstoffmonitoring werden die verwendeten Holzmengen in der Säge-, Furnier- und Sperrholzindustrie zum Stammholz und alles übrige Rundholz zum sonstigen Derbholz gezählt. Im Unterschied zur Einschlagsstatistik erfolgt die Zuordnung somit nicht nach Einschätzung des Verkäufers, sondern nach tatsächlicher Verwendung in bestimmten Sektoren. Es ist auf der Ebene der Verwendung nicht erforderlich und auch nicht möglich zu differenzieren, wonach der Waldbesitzer oder Holzhändler das Rundholz ursprünglich eingeteilt hat. Waldrestholz fällt beim Verwender i. d. R. als Waldhackschnitzel an. Energetisch genutztes Derbholz oder Waldrestholz wird im Rohstoffmonitoring dem Energieholz zugeordnet. In der Einschlagsstatistik kann es sowohl im Industrieholz als auch im Energieholz enthalten sein.

Die folgende Tabelle zeigt eine Differenzierung der Holzsorten in den verschiedenen Statistiken. Dabei fällt auf, dass die Einschlagsrückrechnung höhere Werte aufweist als die Einschlagsstatistik. In Wirtschaftsbereichen mit vielen kleinen Einheiten ist eine Untererfassung nicht ungewöhnlich. Eine ursprüngliche Zielsetzung des Rohstoffmonitorings war die Bestimmung dieser Untererfassung. Die Einschlagsrückrechnung folgt dem gleichen Verfahren. Unterschiede ergeben sich durch verschiedene Interpolationen zwischen den Erhebungsjahren oder durch die unterschiedliche Einordnung von Waldrestholz.

Tabelle 3: Bestimmung der Holzsorten in der Statistik

in Mio. m ³	Einschlags- statistik 2018	Anteil in %	Einschlags- rückrechnung 2018	Anteil in %	Rohstoff- monitoring 2018	Anteil in %	WEHAM Zuwachs** 2018-2022	Anteil in %
Stammholz	37.946	58,8	39.307	52,1	37.900	49,0	62.348	75,3
Industrieholz	13.570	21,0	12.904	17,1	14.100	18,2	12.463	15,1
Energieholz	9.826	15,2	23.017	30,5	17.700	22,9		
Waldrestholz					7.600	9,8		
Sonstige*	3.209	5,0	278	0,4			7.995	9,7
Summe	64.551	100,0	75.507	100,0	77.300	100,0	82.806	100,0
Derbholz					69.700		82.806	

* nicht verwertet; Lagerveränderung; **) Projizierter Vorrat des Rohholzpotenzials (m³/Jahr)

Quelle: a) Holzmarktbericht 2020 (BMEL 2020); b) Einschlagsrückrechnung nach (Jochem et al. 2020); c) (Mantau 2019); d) (Dunger et al. 2017, S. 7)

Bezüglich der Einteilung in Holzsorten ist festzustellen, dass Waldbesitzer am Waldrand etwas mehr Stammholz (58,8 %) ausweisen als die verwendungsseitigen Berechnungen der Einschlagsrückrechnung (52,1 %) und des Rohstoffmonitorings (49,0 %). Am stärksten weicht die Waldwachstumsmodellierung mit 75,3 % Stammholz ab. Das Waldrestholz wird in Einschlagsstatistik und Einschlagsrückrechnung nicht gesondert ausgewiesen. Die Erntestatistik unterschätzt die Holzentnahme systematisch, da nicht jede Holzentnahme statistisch erfasst werden muss. Dies betrifft z.B. den Energieholzeinschlag im Kleinprivatwald. Dieser Effekt wird mit der Einschlagsrückrechnung ausgeglichen (siehe auch Kap. 2.2.2). Im Rohstoffmonitoring wird die Summe der verwendeten Sortimente unter 7 cm Durchmesser – nach Angabe der befragten Gruppen – ausgewiesen. Das ist eine Erklärung für die Unterschiede zwischen Einschlagsrückrechnung und Rohstoffmonitoring.

Fazit: Die Einteilung in Holzsorten erfolgt nach Kriterien der Verwendung in den Bereichen Einschlag (Waldstraße), Verwendung (Nutzergruppen) und stehenden Holzes (Dimension). Somit ist es nicht verwunderlich, dass die Werte Unterschiede aufweisen. Richtig interpretiert geben sie jedoch verlässliche Auskunft über die jeweiligen Sachverhalte.

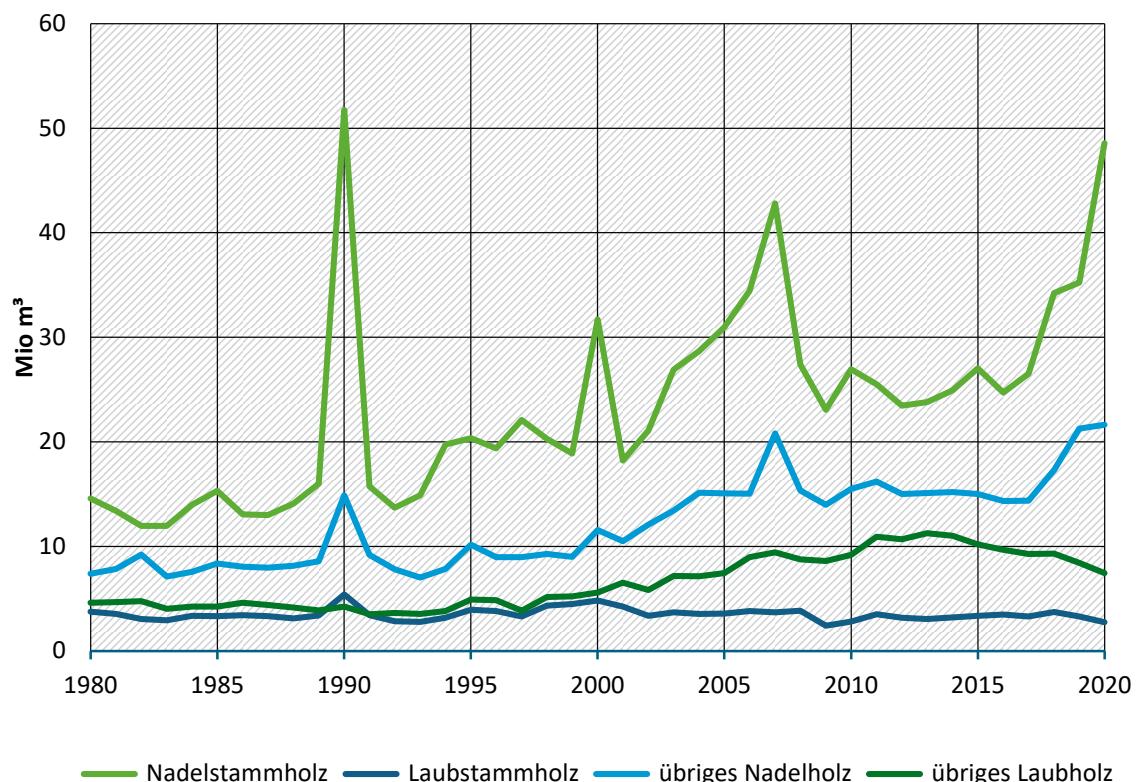
2.2.2 Ergebnisse der Einschlagsstatistik

Die langfristigen Übersichten der Einschlagsstatistik unterscheiden nach Stammholz und übrigem Holz, weil die zusätzliche Differenzierung nach Energieholz und nicht verwertetem Holz erst ab dem Jahr 2006 zur Verfügung steht. Etwa die Hälfte des an der Waldstraße sortierten Holzes entfällt im langjährigen Mittel auf Nadelstammholz (51,4 %, Tabelle 4). Laubstammholz macht nur 7,6 % aus. Auf übriges Holz entfallen 41,0 %, wovon ein gutes Viertel (26,6 %) auf übriges Nadelholz und 14,4 % auf übriges Laubholz entfallen. Gut dreiviertel des registrierten Einschlags (78,0 %) entfallen somit auf Nadelholz und 22,0 % auf Laubholz. Über die letzten vier Dekaden steigt der Holzeinschlag von 34 Mio. m³ auf 59 Mio. m³ an (Tabelle 4). Wie bereits bei den Ergebnissen des Rohstoffmonitorings dargestellt, hängt diese Entwicklung mit der steigenden Nachfrage und z.T. der wachsenden Verfügbarkeit infolge der Altersstruktur der in der Nachkriegszeit aufgeforsteten Waldbestände zusammen.

Tabelle 4: Einschlag nach Holzsorten und Holzartengruppen in Mio. m³

in Mio. m ³ pro Jahr	Nadelstammholz	Laubstammholz	Übriges Nadelholz	Übriges Laubholz	Einschlag insgesamt
1981 - 1990	17,456	3,485	8,775	4,321	34,038
1991 - 2000	19,678	3,698	8,984	4,413	36,773
2001 - 2010	28,052	3,498	14,689	7,908	54,147
2011 - 2020	29,393	3,286	16,549	9,823	59,051
Mittelwert	23,645	3,492	12,249	6,616	46,002
Anteil in %	51,4	7,6	26,6	14,4	100,0

Quelle: Holzmarktbericht 2020 (BMEL 2020) und frühere Jahrgänge

Abbildung 2: Einschlag nach Holzsorten und Holzartengruppen in Mio. m³

Quelle: Holzmarktbericht 2020 (BMEL 2020) und frühere Jahrgänge

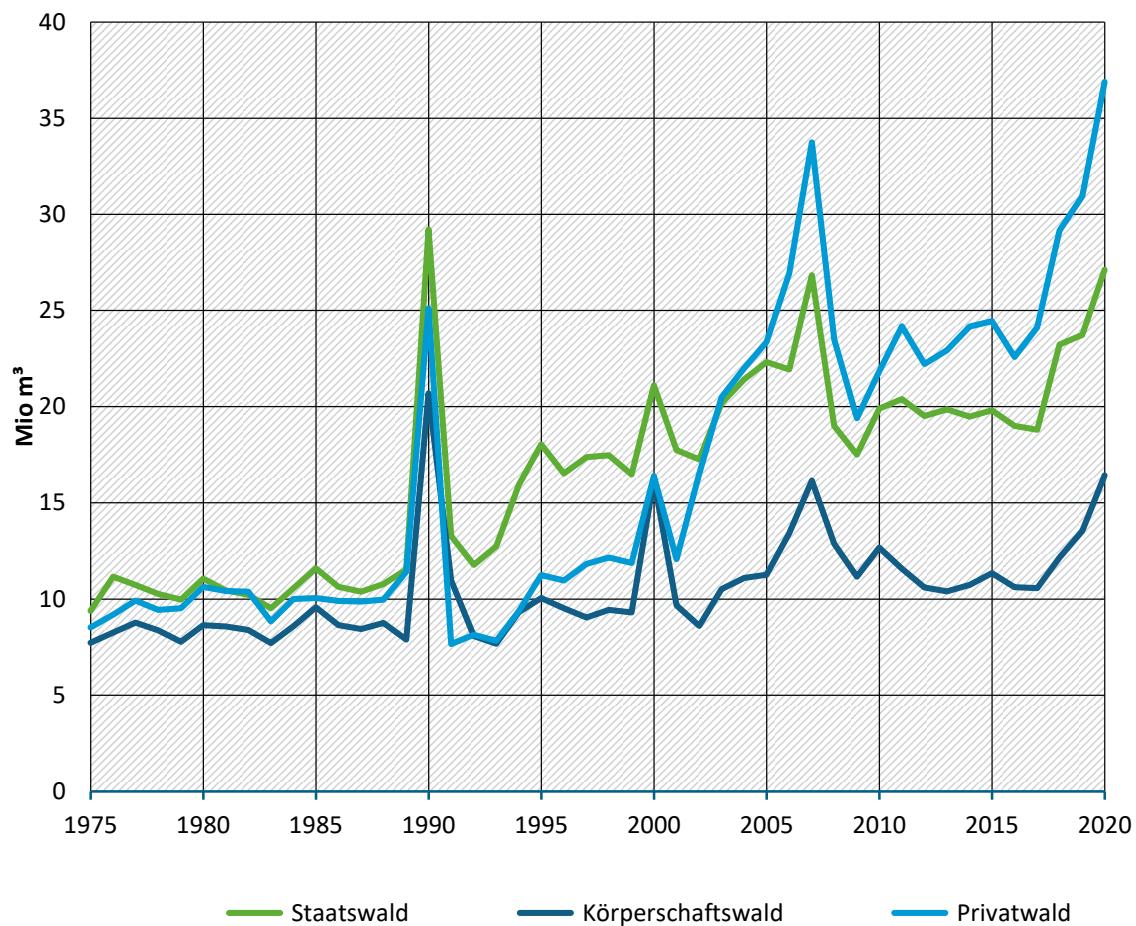
Die Holzernte wird in einzelnen Jahren immer wieder von Kalamitäten beeinflusst (Abbildung 2). Dabei zeigt sich, dass Nadelbäume stärker von Schadereignissen betroffen sind. Während Kalamitäten in der Vergangenheit meist auf einzelne Sturmereignisse zurückzuführen waren, stehen die Schadholzmengen der Jahre 2018 bis 2020 in engem Zusammenhang mit der Trockenheit und den damit günstigen Bedingungen für den Borkenkäfer.

Nach Waldbesitzarten entfallen im langjährigen Mittel 38,1 % auf den Staatswald, 23,5 % auf den Körperschaftswald und 38,4 % auf den Privatwald (Tabelle 5). In den Jahren zwischen 1990 und 2000 entfielen die größten Einschlagsanteile auf den Staatswald. Mit der steigenden stofflichen Nachfrage nach Waldbrocken und der sich kräftig entwickelnden energetischen Holznachfrage stiegen auch die Holzpreise kräftig an, was zu einer starken Mobilisierung der Holzreserven im Privatwald führte. Der Körperschaftswald weist eher moderate Wachstumstendenzen aus (Tabelle 5 und Abbildung 3).

Tabelle 5: Einschlag nach Waldbesitzarten in Mio. m³

in Mio. m ³ pro Jahr	Staatswald	Körperschaftswald	Privatwald	Einschlag insgesamt
1981 - 1990	12,487	9,725	11,597	33,809
1991 - 2000	16,073	9,957	10,746	36,776
2001 - 2010	20,408	11,742	21,987	54,137
2011 - 2020	21,096	11,792	26,164	59,052
Mittelwert	17,516	10,804	17,623	45,943
Anteil in %	38,1	23,5	38,4	100,0

Quelle: Holzmarktbericht 2020 (BMEL 2020) und frühere Jahrgänge

Abbildung 3: Einschlag nach Waldbesitzarten in Mio. m³

Quelle: Holzmarktbericht 2020 (BMEL 2020) und frühere Jahrgänge

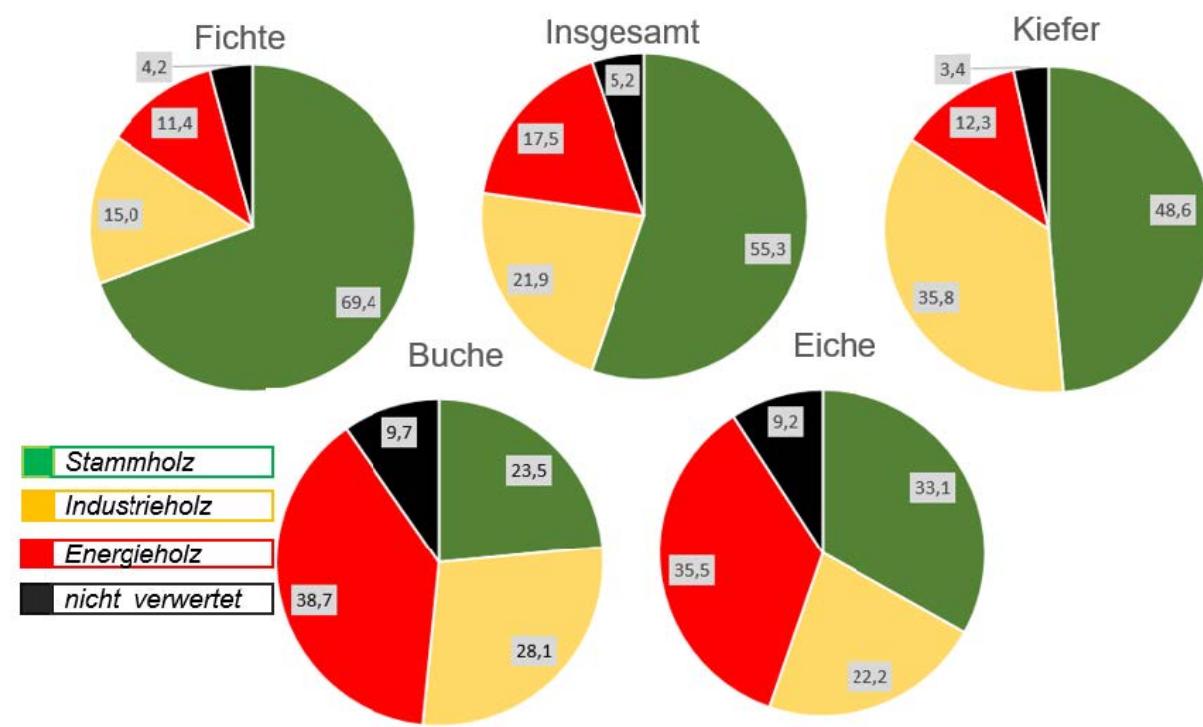
Seit dem Jahr 2006 wird neben dem Stammholz das übrige Holz nach Industrieholz und Energieholz in der Einschlagsstatistik ausgewiesen. Danach sind im langjährigen Mittel 56,2 % Stammholz. Auf die übrigen Sortimente entfallen entsprechend 43,9 %, wovon 16,5 % als Energieholz ausgewiesen werden.

Tabelle 6: Einschlag nach Holzarten und Holzsorten (Waldsortierung) in Mio. m³

in Mio. m ³ pro Jahr	Stammholz	Industrieholz	Energieholz	nicht verwertet	Einschlag insgesamt
2006 - 2010	34,310	13,225	8,733	3,107	59,375
2011 - 2015	28,197	12,605	10,604	2,892	54,298
2016 - 2020	37,161	13,157	10,185	3,269	63,772
Mittelwert	33,223	12,995	9,841	3,089	59,148
Anteil in %	56,2	22,0	16,6	5,2	100,0

Quelle: Holzmarktbericht 2020 (BMEL 2020) und frühere Jahrgänge

Diese Sorteneinteilung ist auch für die Holzartengruppen verfügbar. Die folgende Abbildung zeigt die Anteile der Holzsorten nach Holzarten für den Durchschnitt der Jahre 2006 bis 2020. Bei der Fichte entfallen vom geernteten Holz 69,4 % auf Stammholz, 15,0 % auf Industrieholz und 11,4 % auf Energieholz. Im Gegensatz dazu können vom liegenden Stamm der Buche nur 23,5 % als Stammholz ausgewiesen werden. 28,1 % entfallen auf Industrieholz und 38,7 % werden als Energieholz ausgewiesen.

Abbildung 4: Einschlag nach Holzarten und Holzsorten (Waldsortierung) im Durchschnitt der Jahr 2006 bis 2020 in %

Quelle: Holzmarktbericht 2020 (BMEL 2020) und frühere Jahrgänge

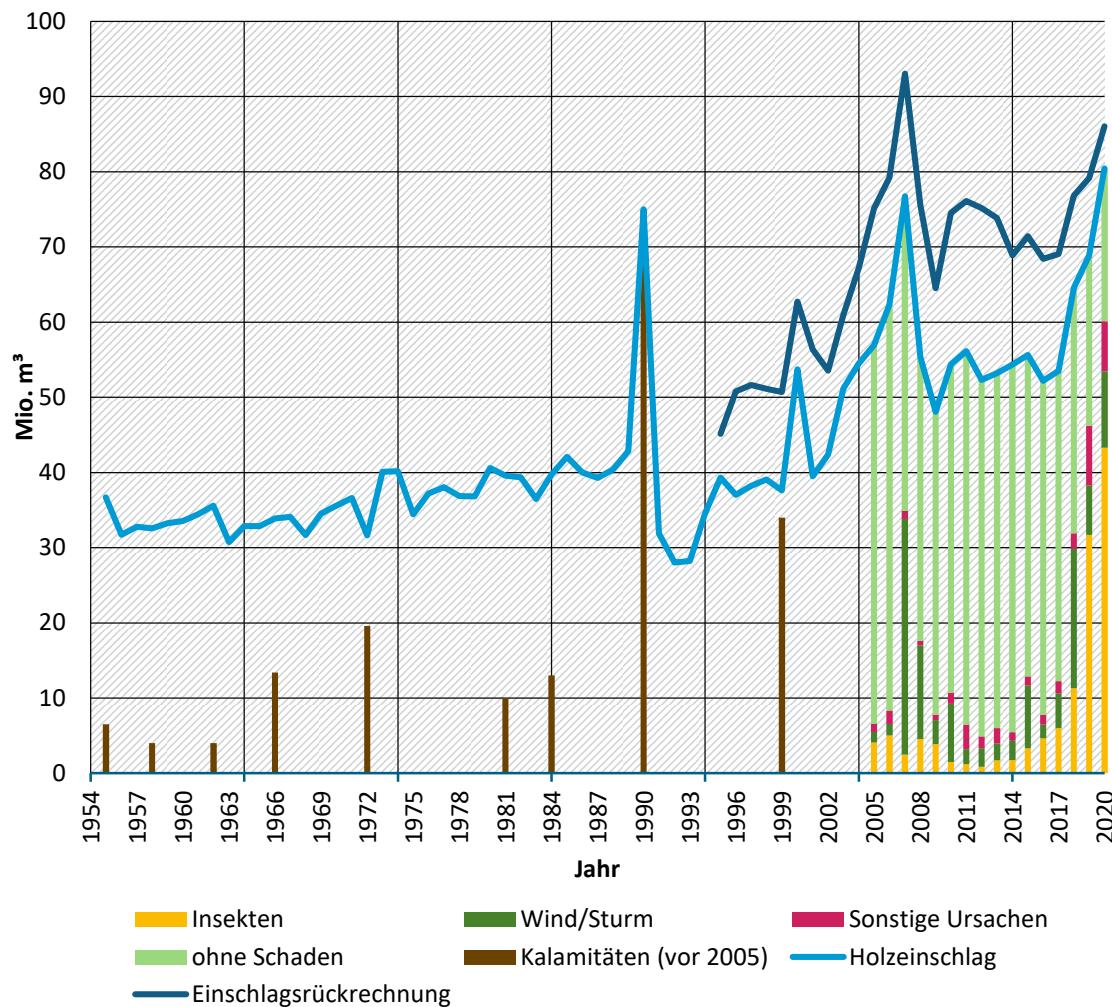
Eine weitere Besonderheit der Einschlagsstatistik ist die schwierige Erfassung der Holzernte auf 11 Mio. ha Wald, insbesondere auf zahlreichen kleinen Waldbesitzflächen im Privatwald. Mit der Einschlagsrückrechnung auf der Grundlage des Rohstoffmonitorings kann der tatsächliche Einschlag besser geschätzt werden. Eine Vergleichsrechnung zwischen dem entnommenen

Bestand zweier Waldinventuren und der durchschnittlichen, berechneten Holzverwendung des Rohstoffmonitoring der gleichen Periode zeigen eine große Übereinstimmung. In den Jahren 2001 bis 2010 betrug die Unterschätzung der Einschlagsstatistik 29,2 %. Im folgenden Jahrzehnt zwischen 2011 und 2020 betrug sie 25,6 %. Die Jahre 2018-2020 sind sehr von den Schadholzereignissen geprägt, sodass der tatsächliche Einschlag nur schwer zu bestimmen ist. Die Unterschätzung betrug in diesen Jahren rechnerisch nur 13,5 %. Betrachtet man den Zeitraum 2011 bis 2017 so hat sich der nicht registrierte Einschlag sogar leicht auf 32,4 % erhöht.¹⁵

Abbildung 5 zeigt zudem den Anteil an Schadholz am Holzeinschlag. Diese Daten werden seit dem Jahr 2005 mit der Holzeinschlagsstatistik¹⁶ erhoben. In Jahren mit Störungen nimmt mit der absoluten Menge an Holzentnahme der Anteil an Schadholz deutlich zu. Im Jahr 2007 (Sturm Kyrill) lag der Anteil an Schadholz bei 45 % und wurde durch Windwurf dominiert. Im Jahr 2020 (Trockenheit seit 2018, Sturm und Insektenkalamitäten) stieg der Anteil an Schadholz sogar auf 75 %, wobei Schäden durch Insekten den größten Anteil annahmen. Daten zu Schadholzmengen vor 2005 sind weniger belastbar (s. Datenquelle zu Abbildung 5). Abschätzungen zur Kalamitätsnutzungen seit 1955 sind in Abbildung 5 dargestellt, die mit Sturmereignissen zusammenhingen. Auffällig ist die Zunahme der Schadereignisse und deren Intensität. Dies kann zum einen an extremere Wetterereignisse liegen, aber auch an dem steigenden Alter der Waldbestände, die – insbesondere bei Nadelbaumbeständen – größere Angriffsflächen und mehr Vorrat auf der Fläche bieten werden.

¹⁵ Thünen-Institut. Einschlagsrückrechnung. <https://www.thuenen.de/index.php?id=2404&L=0> im Vergleich zu den Einschlagsmenge des Holzmarktberichtes

¹⁶ Destatis (mehrere Jahrgänge, Daten-Code 41261): <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>

Abbildung 5: Holzeinschlag, Einschlagsrückrechnung und Schadholz von 1954 bis 2020

Quelle: Eigene Darstellung nach Destatis (mehrere Jahrgänge, Daten-Code 41261), (Franzmann 2014), (Jochem et al. 2020), (Möbius et al. 2000) sowie eigene Recherchen

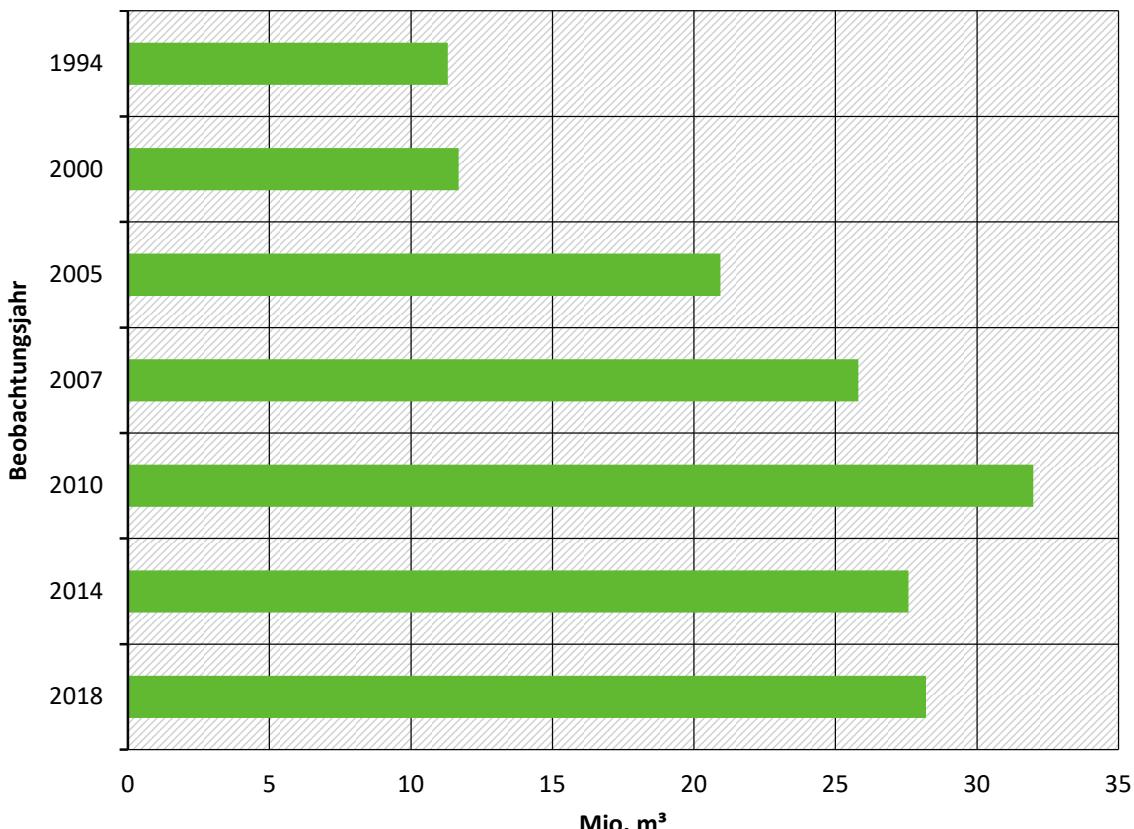
2.3 Energetische Holzverwendung in privaten Haushalten

Die folgende Darstellung zur energetischen Holzverwendung in privaten Haushalten folgt weitgehend der Studie des Rohstoffmonitorings (Döring et al. 2020). Bei den durchgeföhrten Haushaltsbefragungen handelt es sich um eine Stichprobe. Weitergehende methodische Hinweise, insbesondere zur Hochrechnung der Erhebungsdaten resultierenden Unsicherheiten, finden sich in dieser Studie.

Die Ergebnisse der Haushaltsbefragungen zum Brennholzverbrauch zwischen den Jahren 2002 und 2018 sind in Abbildung 6 dargestellt. Zwischen den Jahren 2000 und 2005 stieg der Brennholzverbrauch um 9,3 Mio. m³ (+79,1 %), zwischen den Jahren 2005 und 2007 um 4,9 Mio. m³ (+23,3 %) und zwischen den Jahren 2007 und 2010 um weitere 6,2 Mio. m³ (+23,9 %). Letzteres war auch eine Folge des kalten Winters im Jahr 2010. Während der expansiven Phase zwischen 2000 und 2010 wurde das Wachstum vor allem von zunehmendem Scheitholzverbrauch getragen. In späteren Jahren entfielen die starken Ölpreissteigerungen des vorangegangenen Jahrzehnts als Treiber. Somit war es nicht überraschend, dass Jahr im 2014 erstmals ein Rückgang des Brennholzverbrauchs zu verzeichnen war. Der Brennholzverbrauch betrug im Jahr 2014 27,6 Mio. m³ und war damit um 4,4 Mio. m³ (13,8 %) geringer als im Jahr

2010. Im Rahmen der aktuellen Erhebung zum Jahr 2018 blieb der Brennholzverbrauch mit errechneten 28,2 Mio. m³ weitgehend konstant (Abbildung 6).

Abbildung 6: Entwicklung des Brennholzverbrauchs in privaten Haushalten zwischen 2000 und 2018 in Mio. m³



Quelle: (Döring et al. 2020)

Im Jahr 2018 wurden 28,2 Mio. m³ Brennholz in Privathaushalten verbraucht (Tabelle 7). Das mengenmäßig wichtigste Brennholzsortiment war Waldscheitholz, auf das 18,2 Mio. m³ (64,5 %) vom gesamten Brennholzverbrauch entfielen. Als weitere Sortiment sind Holzpellets mit 2,9 Mio. m³ (10,3 %), Scheitholz aus dem Garten mit 2,3 Mio. m³ (8,3 %) und Hackschnitzel mit 1,2 Mio. m³ (4,4 %) hervorzuheben (Tabelle 7).

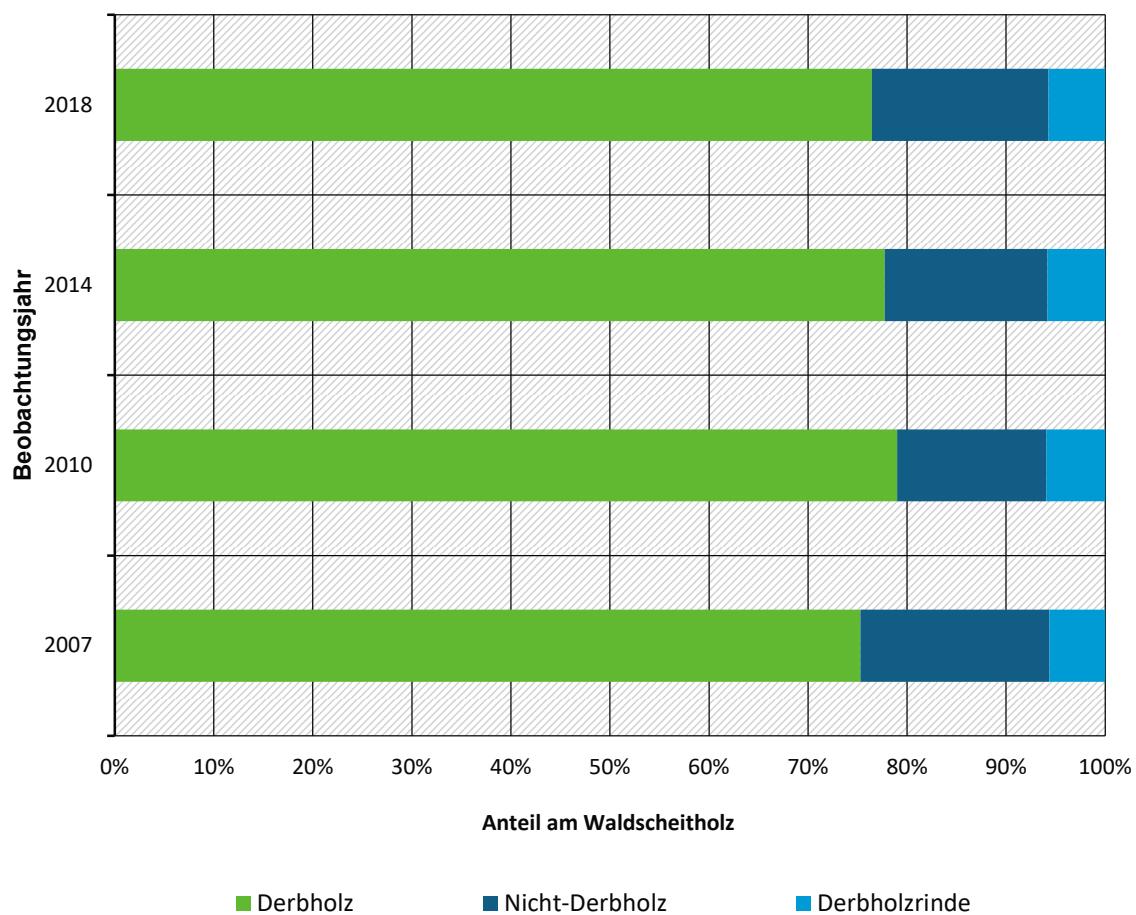
Tabelle 7: Brennholzverbrauch nach Brennholzsortimenten in privaten Haushalten im Jahr 2018

2018	Anzahl Haushalte in Mio.	Anteil in %	Brennholzmenge Mio. m ³	Anteil in %
Brennholzverbraucher	6,625	100,0	28,196	100,0
<i>davon:</i>				
Scheitholz (Wald)	4,347	65,6	18,186	64,5
Scheitholz (Garten)	1,585	23,9	2,333	8,3
Landschaftspflegeholz	0,345	5,2	0,387	1,4
Altholz	1,042	15,7	1,421	5,0
Schnittholzreste	0,454	6,8	1,002	3,6
Hackschnitzel	0,203	3,1	1,238	4,4
Holzpellets	0,681	10,3	2,900	10,3
Holzbriketts	0,891	13,4	0,570	2,0
Anzündholz	2,935	44,3	0,159	0,6

Quelle: (Döring et al. 2020)

In Abbildung 7 wird das in Haushalten eingesetzte Waldscheitholz nach Derbholz, Nicht-Derbholz und Derbholzrinde unterschieden. Die Rinde wird nachträglich über den Rindenanteil abzüglich Luftanteilen (Risse) und abzüglich Transportschäden ermittelt. Im Jahr 2018 entfielen 13,9 Mio. m³ (76,4 %) des Waldscheitholzes auf Derbholz (ohne Rinde), 3,2 Mio. m³ (17,8 %) auf Ast- und Knüppelholz bzw. Nicht-Derbholz (in Rinde) und 3,2 Mio. m³ (5,7 %) auf Derbholzrinde. Der energetisch verwendete Rindenanteil ist geringer als üblicherweise für Baumrinde angenommen wird, weil es durch Transport und zweijährige Lagerung zu Rindenverlusten kommt. Für einen Vergleich des verwendeten Scheitholzes aus dem Wald mit dem Holzaufkommen (Erntefestmeter) ist der Wert des Derbholzes ohne Rinde zu verwenden, da bei der Menge des nachwachsenden Holzes ebenfalls nur das Derbholz berücksichtigt wird. Die verwendete Derbolzmenge war im Jahr 2010, aufgrund des kalten Winters, mit 18,6 Mio. m³ besonders hoch (Abbildung 7). Nach dem Sondereffekt des Jahres 2010 fällt die genutzte Derbolzmenge auf das Niveau des Jahres 2007 zurück. Eine mögliche Erklärung sind die strengereren Emissionswerte für Kamine, die zu Stilllegungen führen, und dass neue Holzheizungen eher in Alternativen wie Pelletheizungen eingerichtet werden.

Abbildung 7: Entwicklung der Anteile am Waldscheitholzverbrauchs zwischen 2007 und 2018 nach Holzdimensionen in %

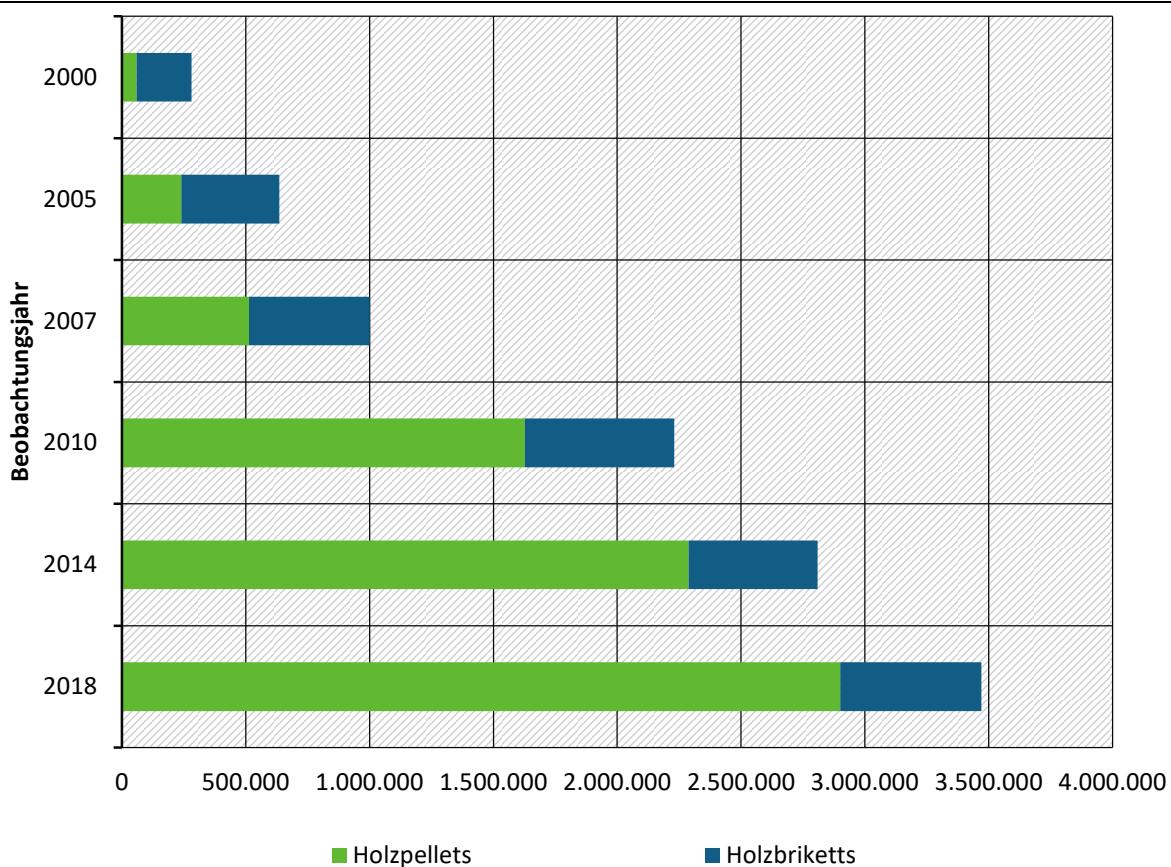


Quelle: (Döring et al. 2020)

Wie in Abbildung 8 zu sehen, wurden im Jahr 2000 in privaten Haushalten noch überwiegend Holzbriketts verbrannt und die Pelletproduktion befand sich in ihren Anfängen. Von 2000 bis zum Jahr 2010 verzeichnete der Pelletverbrauch hohe Zuwachsraten und übertraf die Verbrauchsmenge für Holzbriketts bereits im Jahr 2010 deutlich. Bis zum Jahr 2018 setzte sich dieser Trend fort und der Pelletverbrauch erreicht einen Wert von 2,9 Mio. m³, wohingegen der Verbrauch an Holzbriketts bei 0,6 Mio. m³ liegt.

Der Anstieg des Pelletverbrauchs hat vermutlich verschiedene Ursachen. Mit der größeren Absatzmenge wurde das Vertriebsnetz dichter und die Branche in Bezug auf Vermarktung leistungsfähiger. Während traditionelle Kaminöfen zunehmend Restriktionen durch verschärfte Emissionsvorschriften unterliegen, werden Umrüstungen in Altbauten und die Verwendung von Pelletheizungen in Neubauten gefördert. Nicht zuletzt haben sich Pelletheizungen zu vollautomatischen Heizungen entwickelt und haben damit auch in der Handhabung gegenüber traditionellen Scheitholzheizungen Vorteile.

Abbildung 8: Entwicklung des Holzbrikett- und -pelletverbrauchs in privaten Haushalten zwischen 2000 und 2018 in Mio. m³(s)



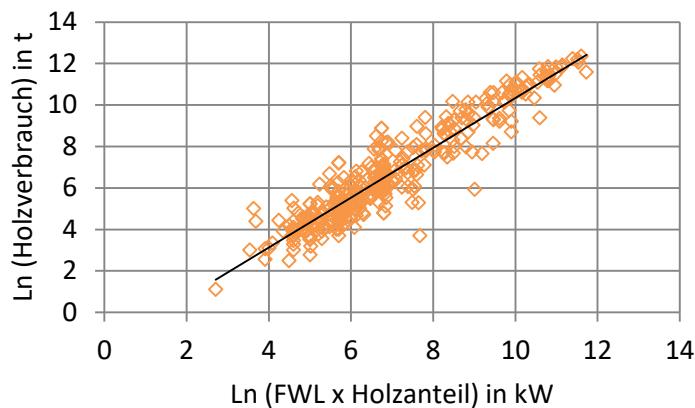
Quelle: (Döring et al. 2020)

2.4 Energetische Holzverwendung in Biomasseanlagen über 1 MW

Die folgende Darstellung zur energetischen Holzverwendung in Biomasseanlagen über 1 MW (BMA > 1 MW) folgt weitgehend der Studie des Rohstoffmonitorings (Döring et al. 2021a). Die Studie zu BMA > 1 MW basiert auf ausführlichen Recherchen und Befragungen mit dem Ziel die Grundgesamtheit dieser BMA zu ermitteln und eine Vollerhebung durchzuführen. Darin wird der Weg der Recherche ausführlich dargestellt. Die Befragungen erfolgten für BMA > 1 MW und BMA < 1 MW zeitgleich und wurden erst in der Auswertung getrennt betrachtet. Insgesamt konnten 409 Anlagen dieser Größenklasse als existent identifiziert werden.

Ein wichtige Erfassungsgröße der Heizanlagen ist die Feuerungswärmeleistung (FWL)¹⁷. Angaben zur thermischen und elektrischen Leistung werden optional den Befragten angeboten und in FWL umgerechnet. Von einem Drittel der Anlagen lagen vollständige Informationen zur FWL und zum Holzverbrauch vor. Daraus konnten Zusammenhänge abgeleitet werden, mit denen lückenhafte Datensätze vervollständigt werden (Imputation). So zeigt die folgende Abbildung 9 zeigt beispielhaft den Zusammenhang zwischen Holzverbrauch und FWL.

¹⁷ Die Feuerungswärmeleistung ist laut 1. BImSchV definiert als der auf den unteren Heizwert bezogene Wärmeinhalt des Brennstoffs, der einer Feuerungsanlage im Dauerbetrieb je Zeiteinheit zugeführt werden kann (http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_1_2010/1._BImSchV.pdf).

Abbildung 9: Zusammenhang zwischen dem Holzverbrauch und der Feuerungswärmeleistung

Quelle: (Döring et al. 2021a), FWL = Feuerungswärmeleistung

Der Holzverbrauch steigt mit der FWL. Aufgrund des exponentiellen Zusammenhangs nimmt der Holzverbrauch mit steigender FWL überproportional zu. Die Schätzfunktion¹⁸ des Holzverbrauchs lautet:

$$\text{Holzverbrauch} = e^{\ln(FWL \cdot \text{Holzanteil}) \cdot 1,2019 - 1,6767}$$

In der Erhebung der BMA > 1 MW machten 33,5 % der Anlagenbetreiber vollständige Auskünfte zu FWL, Holzverbrauch und Sortimentszusammensetzung (Tabelle 8). In 66,5 % der Fälle musste mindestens eine der Kennzahlen geschätzt werden. Bei 11,7 % der Anlagen wurden die FWL mithilfe der thermischen und/oder elektrischen Leistung geschätzt. Weitere 17,1 % wurden aus 2016 übernommen. 57,7 % des gesamten Holzverbrauchs wurden über die FWL ermittelt (vgl. Abbildung 11). Ebenso auf Imputationen basieren 50,1 % der Verteilungen zur Sortimentszusammensetzung der Holzbrennstoffe (Tabelle 8).

¹⁸ n=352; R²=0,88.

Tabelle 8: Anlagenanzahl mit geschätzten Kennzahlen getrennt nach FWL-Klassen für Biomasseanlagen > 1 MW

FWL-Klasse in kW	1.000 bis 4.999	5.000 bis 9.999	10.000 bis 19.999	20.000 bis 49.999	50.000 bis 99.999	100.000 und mehr	Summe
Anlagenanzahl, insgesamt	188	50	60	72	30	9	409
davon ohne Schätzung in %	31,9	36,0	31,7	36,1	33,3	44,4	33,5
davon mit Schätzung in %	68,1	64,0	68,3	63,9	66,7	55,6	66,5
davon in % bezogen auf Grundgesamtheit:							
FWL aus th./el. Leistung	9,0	26,0	15,0	5,6	10,0	22,2	11,7
FWL aus 2016	21,8	6,0	13,3	13,9	20,0	22,2	17,1
Holzverbrauch aus FWL	59,6	58,0	53,3	59,7	60,0	22,2	57,5
Rohstoffmix imputiert	48,9	40,0	55,0	56,9	60,0	11,1	50,1

Quelle: (Döring et al. 2020)

Der errechnete Holzverbrauch der BMA > 1MW lag im Jahr 2019 bei 11,0 Mio. t¹⁹. Tabelle 9 gibt dazu eine Übersicht getrennt nach Größenklassen, wobei die Klassifizierung nach den FWL der Anlagen erfolgt. 46,0 % der Anlagen hatten eine FWL unterhalb von 5 MW. Der Holzverbrauch dieser FWL-Klasse lag mit 0,5 Mio. t bei 4,4 %. Anlagen ab 5 MW FWL bis unter 20 MW FWL machten 26,9 % der Anlagen aus und verbrauchten 15,9 % der insgesamt eingesetzten Menge an Holzbrennstoffen. 27,1 % der Anlagen hatten eine FWL von 20 MW oder mehr und verbrauchten 79,7 % der Holzbrennstoffe. Insgesamt hatten die Feuerungsanlagen mit FWL von 20 MW bis unter 50 MW den größten Anteil (33,2 %) am Holzverbrauch. Ähnlich hoch war der Anteil (30,3 %) von Anlagen mit FWL von 50 MW bis unter 100 MW.

¹⁹ Sofern nicht anders ausgewiesen, beziehen sich alle in t angegeben Werte auf t_lutro.

Tabelle 9: Anlagenanzahl und Holzverbrauch getrennt nach FWL-Klassen für Biomasseanlagen > 1 MW

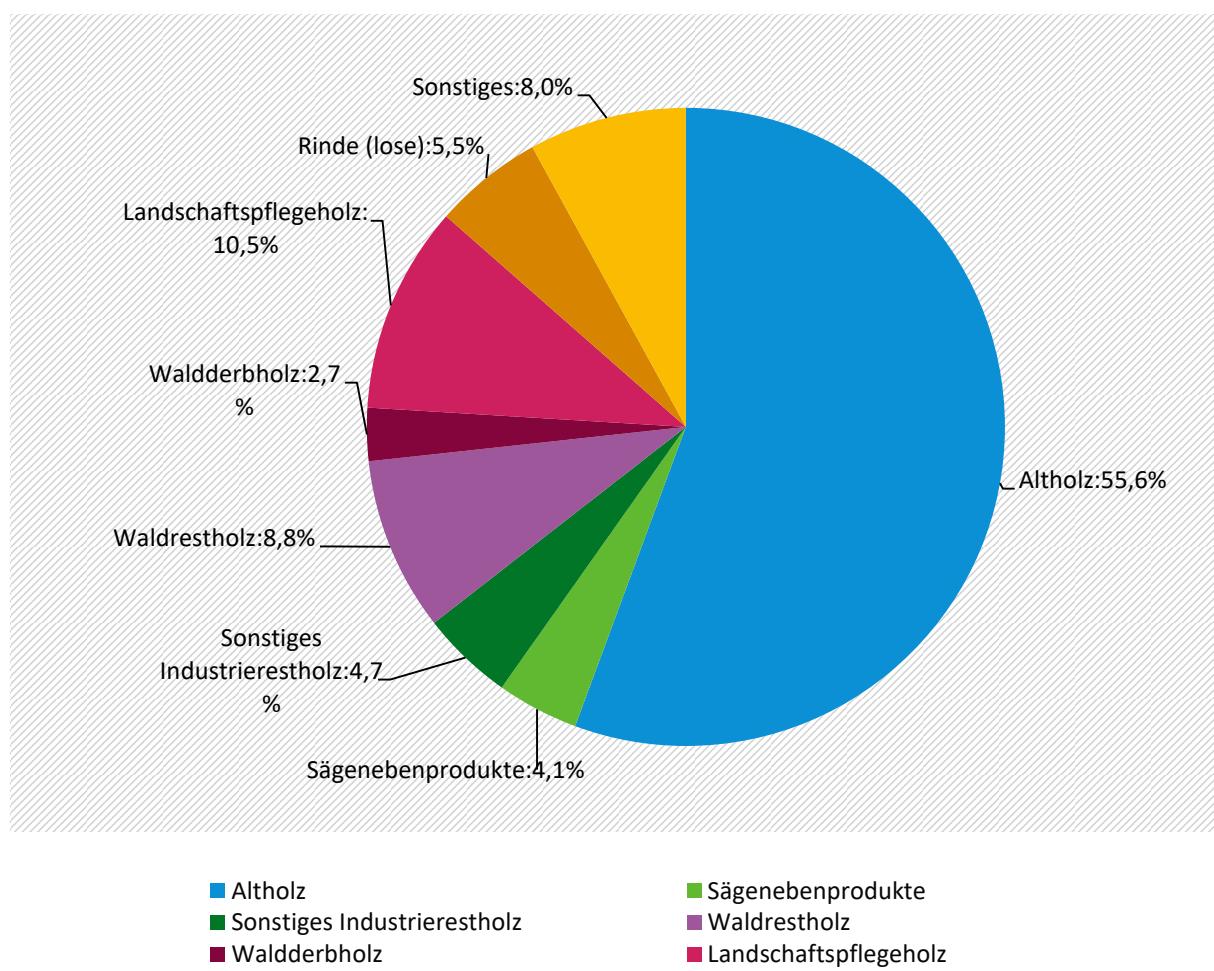
FWL-Klasse in kW	Anlagen (Anzahl)	Anlagen (%)	Ø FWL (MW)	Holzverbrauch (1.000 t)	Holzverbrauch (%)	Ø Holzverbrauch 1.000 t
1.000-4.999	188	46,0	2	491	4,5	3
5.000-9.999	50	12,2	7	384	3,5	8
10.000-19.999	60	14,7	15	1.366	12,4	23
20.000-49.999	72	17,6	32	3.649	33,2	51
50.000-99.999	30	7,3	64	3.330	30,3	111
100.000 und mehr	9	2,2	176	1.786	16,2	198
Summe	409	100	18	11.006	100	27

Quelle: (Döring et al. 2020)

Es ist zu berücksichtigen, dass der FWL lediglich die Biomasse aus Holz gegenübergestellt wird. Andere in 2019 ggf. ebenfalls eingesetzte Biomasse inkl. z. B. der Ablauge aus dem Produktionsprozess der Zellstoffindustrie oder andere Brennstoffe sind nicht enthalten.

Die nachstehende Abbildung 10 zeigt für das Jahr 2019 die Anteile der einzelnen Holzsortimente am gesamten Holzverbrauch von 11,0 Mio. t. Den größten Anteil an den Holzsortimenten hatte Altholz mit einer Verbrauchsmenge von 6,1 Mio. t (55,6 %). Die Sortimente Sägenebenprodukte (0,5 Mio. t) und sonstiges Industrierestholz (0,5 Mio. t) als Kuppelprodukte der holzbe- und verarbeitenden Industrien hatten zusammen einen Anteil von 8,8 %. Eine relativ große Bedeutung kam auch dem Waldrestholz mit 1,0 Mio. t bzw. 8,8 % zu. Die Verbrauchsmengen von Landschaftspflegeholz und loser Rinde betrugen 10,5 % bzw. 5,5 % (1,2 Mio. t bzw. 0,6 Mio. t). Industrieholz (Waldderholz) hatte mit 0,3 Mio. t einen Anteil von 2,7 %. Unter „Sonstiges“ (0,9 Mio. t) wurden nicht genauer definierbare Holzressourcen, wie z. B. Siebreste, Holzhackschnitzel unbestimmter Herkunft, aber auch die in der Befragung separat erhobenen Sortimente Schnellwuchsplantagenholz und Pellets/Briketts zusammengefasst (Abbildung 10). Letztere 3 Sortimente wurden jedoch so gut wie nicht eingesetzt. Ebenfalls abgefragt wurde die Verbrauchsmenge von Altpapier. 204 Anlagenbetreiber nahmen hierzu Stellung und gaben an, kein Altpapier als Brennstoff eingesetzt zu haben. In Tabelle 10 ist der Holzverbrauch in BMA > 1 MW zudem getrennt nach Holzsortimenten und FWL-Klassen zusammengestellt. Dadurch wird die unterschiedliche Verwendungsstruktur der Holzsortimente deutlich. Altholz wird überwiegend in größeren Anlagen verwendet. Zudem weist Tabelle 11 für die Holzsortimente die hochgerechnete Holzverwendung in lufttrockenen Tonnen, Trockenmasse und Festmeter aus.

Abbildung 10: Anteile der eingesetzten Holzsortimente am Holzverbrauch für Biomasseanlagen > 1 MW



Quelle: (Döring et al. 2020)

Tabelle 10: Holzverbrauch getrennt nach Holzsortimenten und FWL-Klassen für Biomasseanlagen > 1 MW

FWL-Klasse in kW	1.000 bis 4.999	5.000 bis 9.999	10.000 bis 19.999	20.000 bis 49.999	50.000 bis 99.999	100.000 und mehr	Summe
<u>Holzsortimente in 1.000 t:</u>							
Altholz	67	75	430	2.089	2.094	1.368	6.124
Sägenebenprodukte	62	20	84	191	69	32	457
Sonstiges Industrierestholz	84	57	25	128	197	24	515
Waldderholz	15	12	62	57	143	7	296
Waldrestholz	114	102	134	372	227	20	969
Rinde (lose)	29	22	90	196	78	194	610
Pellets und Briketts	14	2	20	51	11	2	100
Landschaftspflegeholz	37	68	410	397	221	24	1.156

FWL-Klasse in kW	1.000 bis 4.999	5.000 bis 9.999	10.000 bis 19.999	20.000 bis 49.999	50.000 bis 99.999	100.000 und mehr	Summe
Schnellwuchsplantagenholz	1	1	2	24	4	1	33
Sonstige Brennholzsortimente	69	25	110	144	284	114	746
Summe	490	384	1.365	3.648	3.332	1.787	11.005

Quelle: (Döring et al. 2020)

Tabelle 11: Holzverbrauch getrennt nach Holzsortimenten in t_{luto}, t_{atro} und m³(s)

Holzsortiment	1.000 t _{luto}	%	1.000 t _{atro}	%	1.000 m ³	%
Altholz	6.124	55,6	4.924	62,7	10.650	64,4
Sägenebenprodukte	457	4,1	281	3,6	598	3,6
Sonstiges Industrierestholz	515	4,7	427	5,4	908	5,5
Waldderbholz	296	2,7	188	2,4	362	2,2
Waldrestholz	969	8,8	547	7,0	1.051	6,4
Rinde (lose)	610	5,5	316	4,0	659	4,0
Pellets und Briketts	100	0,9	90	1,1	191	1,2
Landschaftspflegeholz	1.156	10,5	626	8,0	1.239	7,5
Schnellwuchsplantagenholz	33	0,3	29	0,4	56	0,3
Sonstige Brennholzsortimente	746	6,8	425	5,4	817	4,9
Summe	11.006	100,0	7.851	100,0	16.529	100,0

Quelle: (Döring et al. 2020)

Umrechnungsfaktoren für Holzbrennstoffe

Als Faktoren zur Umrechnung von t_{atro} in t_{luto} bzw. umgekehrt dienten sortimentsspezifische 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 % (DEPV²⁰) angenommen. Darüber hinaus wurden die Holzgewichte anhand von sortimentsspezifischen Umrechnungsfaktoren (Mantau 2008) in Festmeter (m³) umgerechnet. Zur Umrechnung des Gewichts von Pellets/Briketts in wurden Verdichtung und Wassergehalt berücksichtigt. Die Umrechnung des Gewichts der losen Rinde in m³(s) erfolgte mit dem Faktor für Stammholz. Es wurde angenommen, dass die energetisch verwertete lose Rinde überwiegend bei der Entrindung von Stammholz anfiel und dass die spezifische Rohdichte der Rinde in etwa dem dazugehörigen Holz glich.

²⁰ <https://depi.de/pelletproduktion> (Zugriff am 8.12.2021)

Die Annahme zum Wassergehalt spielt eine wichtige Rolle bei der Umrechnung von t_{lutro} zu t_{atro} und damit auch von t_{lutro} zu PJ (siehe Details in (Glesenapp et al. 2021)). Wenn Informationen zum Wassergehalt von Holzbrennstoffen bekannt sind, sollte dies in der Berechnung berücksichtigt werden.

Für die Umrechnung von Mengenangaben in Energieeinheiten wird in Anlehnung an (Glesenapp et al. 2021) für alle Sortimente ein Energiegehalt von 18,3601 MJ/kg_atro angenommen. In Tabelle 12 sind Energieangaben für die genannten Wassergehalte berechnet. Da die realen Wassergehalte nicht als genaue Werte vorliegen, sind die Umrechnungsfaktoren mit Unsicherheiten verbunden. Die auf dieser Basis errechneten Werte sind daher unvermeidlicherweise unscharf.

Tabelle 12: Umrechnungsfaktoren getrennt nach Holzsortimenten

Holzsortiment	$t_{\text{lutro}} / t_{\text{atro}}$	Fm / t_{atro}	WG [%]	MJ / kg_lutro
Alt-/ Gebrauchtholz	1,244	2,163	0,196	14,762
Sägenebenprodukte	1,626	2,128	0,385	11,291
Sonstiges Industrierestholz	1,208	2,128	0,172	15,202
Waldderholz	1,572	1,923	0,364	11,677
Waldrestholz	1,773	1,923	0,436	10,355
Rinde (lose)	1,927	2,083	0,481	9,529
Pellets und Briketts	1,111	2,128	0,100	16,524
Landschaftspflegeholz	1,848	1,980	0,459	9,933
Schnellwuchsplantagenholz	1,136	1,923	0,120	16,157
Altpapier	1,099	1,250	0,090	16,708
Unbestimmte Brennholzsortimente	1,757	1,923	0,431	10,447

Quellen: Nach (Weimar und Mantau 2004), Mantau (2008) und DEPI²¹; Annahme für alle Sortimenten bei der Umrechnung in MJ/kg_lutro: 18,3601 MJ/kg_atro bei den genannten Wassergehalten

Während die Anzahl der Anlagen und die Verwendung von Holzrohstoffen bis 2011 stark zunahmen, setzte bereits im Jahr 2016 eine Trendwende ein (Tabelle 13). Diese setzt sich 2019 weiter fort und wird durch Sondereinflüssen verstärkt. Als Ursache des starken Rückgangs der Anlagenanzahl, insbesondere im unteren Leistungsbereich, werden Stilllegungen infolge technischer Probleme in Verbindung mit der auslaufenden EEG-Förderung alter Anlagen vermutet. Ab 2021 ist aufgrund des Auslaufens der EEG-Förderung bei 20 Jahre alten Anlagen mit einem kontinuierlichen Rückgang der Anlagenanzahl zu rechnen. Der Zeitpunkt könnte jedoch früher eingetreten sein, z. B. wenn sich die Investition in eine Instandhaltungsmaßnahme nicht mehr bis zum Ende des Förderzeitraums amortisieren kann. Vor allem EEG-Anlagen, die ohne Förderung auch schon bisher nicht oder wenig profitabel waren, sind dadurch besonders gefährdet.

²¹ <https://depi.de/pelletproduktion> (Zugriff am 8.12.2021)

Tabelle 13: Anlagenanzahl und Holzverbrauch für 2004, 2011, 2016 und 2019 in Anlagen > 1 MW

Bezugs-jahr	AL-Bestand (Anzahl)	AL-Abgang (Anzahl)	AL-Abgang (%)	AL-Zugang (Anzahl)	AL-Zugang (%)	Saldo aus Zu- und Abgang (Anzahl)	Saldo aus Zu- und Abgang (%)	Holzverbrauch (1.000 t)	Holzverbrauch (%)
2004	458	-	-	-	-	-	-	7.741	-
2011	541	-139	-30,3	222	+48,5	+83	+18,1	14.022	+81,2
2016	504	-154	-28,5	117	+21,6	-37	-6,8	13.284	-5,3
2019	409	-163	-32,3	68	+13,5	-95	-18,8	11.006	-17,2

Quellen: (Döring et al. 2018, 2021a; Weimar et al. 2012; Weimar und Mantau 2006); AL: Anlagen

Der durchschnittliche Holzverbrauch aller Anlagen blieb gegenüber 2016 in der Summe nahezu unverändert (+2,1 %, Tabelle 14), was dazu führte, dass sich die Veränderung des Holzverbrauchs (-17,2 %) nahezu proportional zum Anlagenrückgang (-18,8 %) verhielt. Auffällig war jedoch die besonders hohe relative Reduzierung des Holzverbrauchs (-43,3 % bzw. -42,9 %) in Anlagen mit FWL unterhalb von 10 MW. Dies hing – neben dem Rückgang der Anlagenanzahl – mit einem verhältnismäßig hohen Rückgang des durchschnittlichen Verbrauchs (-19,8 % bzw. -30,3 %) der entsprechenden FWL-Klassen zusammen (vgl. Tabelle 14)

Eine Erklärung hierfür könnte in der milden Witterung des Jahres 2019 und ihrem Einfluss auf vornehmlich zu Heizzwecken verwendete Feuerungsanlagen liegen. So wirkt sich die Witterung eher auf Feuerungsanlagen aus, die vornehmlich oder ausschließlich zu Heizzwecken eingesetzt werden und nicht zur Stromerzeugung. Gleichzeitig nimmt die Wahrscheinlichkeit einer Stromerzeugung mit der Größe einer Feuerungsanlage zu. Ebenfalls zu einer Reduzierung des durchschnittlichen Holzverbrauchs – unabhängig davon, ob Strom erzeugt wurde oder nicht, – dürfte der mit der Witterung zusammenhängende Einsatz von trockenerem Holz geführt haben. Ein geringerer Wassergehalt bewirkt einen höheren Heizwert und reduziert so die benötigte Holzmenge bei gleicher Leistung. Eine Lehre aus diesen strukturellen Veränderungen ist, dass man die Jahre zwischen den Erhebungen nicht allein anhand der Kapazitätsentwicklung interpolieren kann, sondern künftig extreme Wetterverhältnisse berücksichtigen muss.

Tabelle 14: Durchschnittlicher Holzverbrauch für 2016 und 2019 getrennt nach FWL-Klassen

FWL-Klasse in kW	Ø 2016 (t)	Ø 2019 (t)	Veränderung Ø (t)	Veränderungen Ø (%)
1.000-4.999	3.247	2.604	-6343	-19,8
5.000-9.999	11.008	7.670	-3.338	-30,3
10.000-19.999	26.209	22.752	-3.457	-13,2
20.000-49.999	61.612	50.673	-10.939	-17,8
50.000-99.999	131.332	111.063	-20.269	-15,4
100.000 und mehr	182.475	198.552	+16.077	+8,8
Summe	26.358	26.908	+551	+2,1

Quellen: (Döring et al. 2018, 2021a)

2.5 Energetische Holzverwendung in Biomasseanlagen unter 1 MW

Die folgende Darstellung zur energetischen Nutzung von Holz in Biomassefeuerungsanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2019 (BMA < 1 MW) folgt weitgehend der Studie des Rohstoffmonitorings (Döring et al. 2021b). 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.

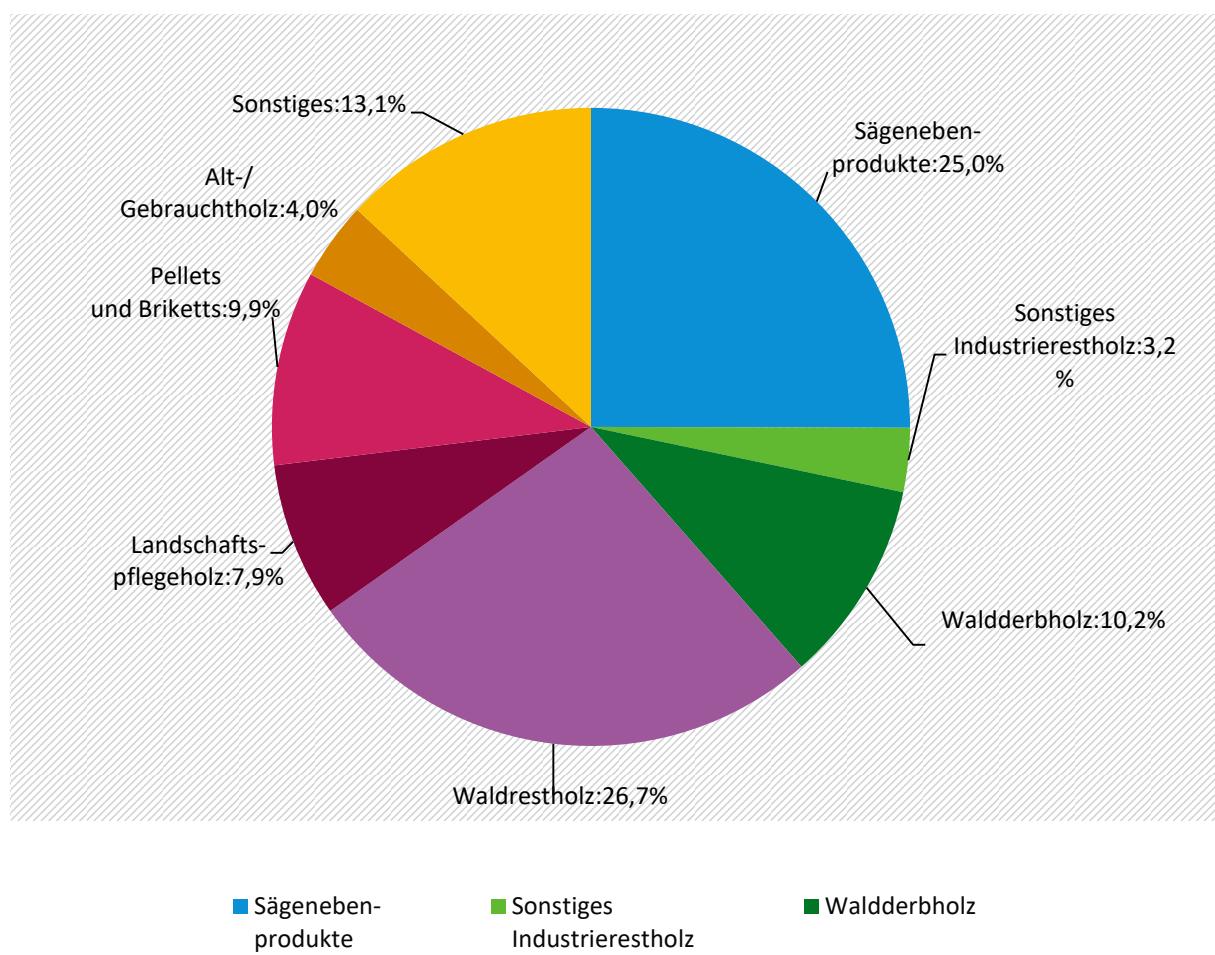
Während in der Studie zu BMA > 1 MW die Bestimmung der Anzahl an Anlagen ein wichtiges Ziel der Studie ist (Kapitel 2.4), können zur Ableitung der Grundgesamtheit der BMA < 1 MW (dies entspricht einer NWL von etwa 900 kW) Daten des ZIV²² im Geltungsbereich der 1. BImSchV genutzt werden.²³ Für die Befragung wurde eine Zufallsstichprobe (n = 223) aus den BMA < 1 MW, für die eine Adresse vorlag, verwendet. Mit der Befragung der 223 Anlagen wurden 91.068 t Holz erfasst. In der Studie erfolgte erstmals eine Umstellung der Grundgesamtheit von Feuerwärmeleistung (FWL) auf Nennwertleistung (NWL). In den folgenden Tabellen werden beide Bezüge angegeben.

Im Jahr 2019 betrug der hochgerechnete Holzverbrauch in BMA < 1 MW 6,1 Mio. t_{luto} (Tabelle 15). Die prozentuale Verteilung der Holzsortimente am gesamten Holzverbrauch zeigt Abbildung 10. In der Kategorie Sonstiges werden Rinde, Schnellwuchsplantagenholz und Holz unbestimmter Herkunft zusammengefasst. Die wichtigsten Holzsortimente für Feuerungsanlagen unter 1 MW waren in absteigender Reihenfolge Waldrestholz (27,0 %), Waldderbholz (17,5 %), Sägenebenprodukte (15,0 %), und Pellets/Briketts (14,3 %). Die hochgerechneten Holzverbrauch getrennt nach FWL-Klassen und Holzsortimenten stellt Tabelle 15 dar.

²² Zentralinnungsverband der Schornsteinfeger

²³ Zum Zeitpunkt der Datenerhebungen in der Vorgängerstudie Döring et al. (2018) umfassten die Daten des ZIV für das Jahr 2016 36.572 Anlagen. Diese Zahl wurde vom ZIV nachträglich auf 44.867 Anlagen heraufgesetzt. Die Ergebnisse aus dem Jahr 2016 wurde mit der neuen Grundgesamtheit neu gerechnet.

Abbildung 11: Anteile der eingesetzten Holzsortimente am Holzverbrauch im Jahr 2019 in Biomasseanlagen < 1 MW



Quelle: (Döring et al. 2021b)

Tabelle 15: Anlagenanzahl und Holzsortimente der Grundgesamtheit getrennt nach FWL-Klassen

NWL-Klassen in kW FWL-Klasse in kW	16-100 18-111	101-550 112-556	501-900 557-999	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
Waldderholz	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

NWL-Klassen in kW FWL-Klasse in kW	16-100 18-111	101-550 112-556	501-900 557-999	Summe
Schnellwuchsplantagenholz	15	15	4	33
Unbestimmte Brennholzsortimente	0	31	107	137
Summe	1.200	3.206	1.826	6.232

Quelle: (Döring et al. 2021b)

Tabelle 16 zeigt den Holzverbrauch getrennt nach Holzsortimenten in den drei Maßeinheiten t_{lutro} , t_{atro} und m^3 . Aufgrund von unterschiedlichen Wassergehalten und Rohdichten der Holzsortimente unterscheiden sich die relativen Verteilungen entsprechend. Das Festmeteräquivalent zur eingesetzten Menge an Holzbrennstoffen betrug 7,9 Mio. m^3 .

Tabelle 16: Holzverbrauch der Grundgesamtheit getrennt nach Holzsortimenten in t_{lutro} , t_{atro} und m^3 für Biomasseanlagen < 1 MW im Jahr 2019

Holzsortiment	1.000 t_{lutro}	%	1.000 t_{atro}	%	1.000 m^3	%
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
Waldderholz	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
Summe	6.232	100,0	4.061	100,0	8.228	100,0

Quelle: (Döring et al. 2021b)

Die Anlagenanzahlen der Jahre 2016 und 2019 getrennt nach NWL- bzw. FWL-Klassen zeigt die Tabelle 17. 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 %.

Tabelle 17: Anlagenanzahl der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt Leistungsklassen < 1 MW

NML-Größen-klasse in kW	FML-Größen-klasse in kW	2016 (Anzahl)	2016 (%)	2019 (Anzahl)	2019 (%)	Veränderung (Anzahl)	Veränderung (%)
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
Summe		44.867	100,0	43.029	100,0	-1.838	-4,1

Quellen: (Döring et al. 2021b) nach ZIV

In Tabelle 18 ist die Veränderung des Holzverbrauchs zwischen den Jahren 2016 und 2019 dargestellt. Der Rückgang des durchschnittlichen Verbrauchs in Anlagen mit NWL zwischen 101 kW und 500 kW korrespondierte mit den Witterungsverhältnissen im Jahr 2019 und den Folgen, die sich auch in der Studie zu BMA > 1 MW zeigten (Kapitel 2.4). 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.

Tabelle 18: Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Leistungsklassen

NML-Größen-klasse in kW	FML-Größen-klasse in kW	2016 (1.000 t)	2016 (%)	2019 (1.000 t)	2019 (%)	Verände-rung (1.000 t)	Verände-rung (%)
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
Summe		7.700	100,0	6.232	100,0	-1.467	-19,1

Quellen: (Döring et al. 2021b)

Vom Jahr 2016 zu 2019 zeigt Tabelle 19 deutliche Unterschiede in den Entwicklungen der Verbräuche je Holzsortiment. Der Verbrauch von Alt-/ Gebrauchtholz (+12,9 %), Waldderholz (+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 Sägenebenenprodukte (-0,3 Mio. t bzw. -21,4 %), Waldrestholz (-1,0 Mio. t bzw. -36,4 %) und Landschafspflegeholz (-0,4 Mio. t bzw. -35,1 %) betroffen (Tabelle 19).

Tabelle 19: Holzverbrauch der Grundgesamtheit für 2016 und 2019 getrennt nach Holzsortimenten

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

Quellen: (Döring et al. 2018, 2021a)

Auf die methodischen Grenzen wurde eingangs hingewiesen. Sie sind bei der Interpretation der Sortimentsangaben umso stärker zu berücksichtigen, je geringer die Anzahl der Angaben ist, was vor allem auf die Sortimente geringerer Bedeutung zutrifft. Nähere Angaben hierzu sind in den angegebenen Studien nachzulesen.

2.6 Zusammenfassung der betrachteten Massen- und Volumenströme in Energieeinheiten

Im Folgenden werden die in den vorangehenden Kapiteln betrachteten Massen- und Volumenströme jeweils in Energieeinheiten (Petajoule, PJ) umgerechnet. Verwendet werden die Daten in Tabelle 12 (für verschiedenen Holzsortimente), die in Tabelle 20 nochmals um diverse sonstige feste Biomasse ergänzt werden.

Tabelle 20: Umrechnungsfaktoren für den unteren Heizwert (Hi)

Holzsortiment	WG [%]	MJ / kg FM
Alt-/ Gebrauchtholz	0,196	14,762
Sägenebenprodukte	0,385	11,291
Sonstiges Industrierestholz	0,172	15,202
Waldderholz	0,364	11,677
Waldrestholz	0,436	10,355
Rinde (lose)	0,481	9,529
Pellets und Briketts	0,100	16,524
Landschaftspflegeholz	0,459	9,933
Schnellwuchsplantagenholz	0,120	16,157
Altpapier	0,090	16,708
Unbestimmte Brennholzsortimente	0,431	10,447

Quellen: Nach Weimar und Mantau (2004), Mantau (2008) und DEPV²⁴; Annahme für alle Sortimenten bei der Umrechnung in MJ/kg_lutro: 18,3601 MJ/kg_atro bei den genannten Wassergehalten.

2.6.1 Energetische Holzverwendung in privaten Haushalten

In Tabelle 21 und Abbildung 12 werden die im Jahr 2018 in Haushalten eingesetzten 28,2 Mio. m³ nach Herkunft der Sortimente zusammengefasst und dabei anhand der Werte in Tabelle 20 in Energieeinheit (Terajoule, TJ) umgerechnet. Die Gesamtsumme beträgt danach rund 257.500 TJ. Die Angaben der AGEE-Stat liegen um 6 % niedriger, da deren Umrechnungskonvention andere Faktoren zu Grunde liegen. Nach den Berechnungen hier setzt sich die energetische Verwendung von Holz in Haushalten zu 84 % aus dem Sortiment Scheitholz zusammen. Danach besteht das in Haushalten verwendete Energieholz zu 42 % aus Laubscheitholz und zu 29 % aus Nadelholz. Scheitholz aus Gärten machen 8 % aus. Industrierestholz kommt überwiegend in Form von Pellets zum Einsatz. Waldrestholz und Altholz spielen eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 21: Energetische Verwendung von Holz in Haushalten, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2018; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr

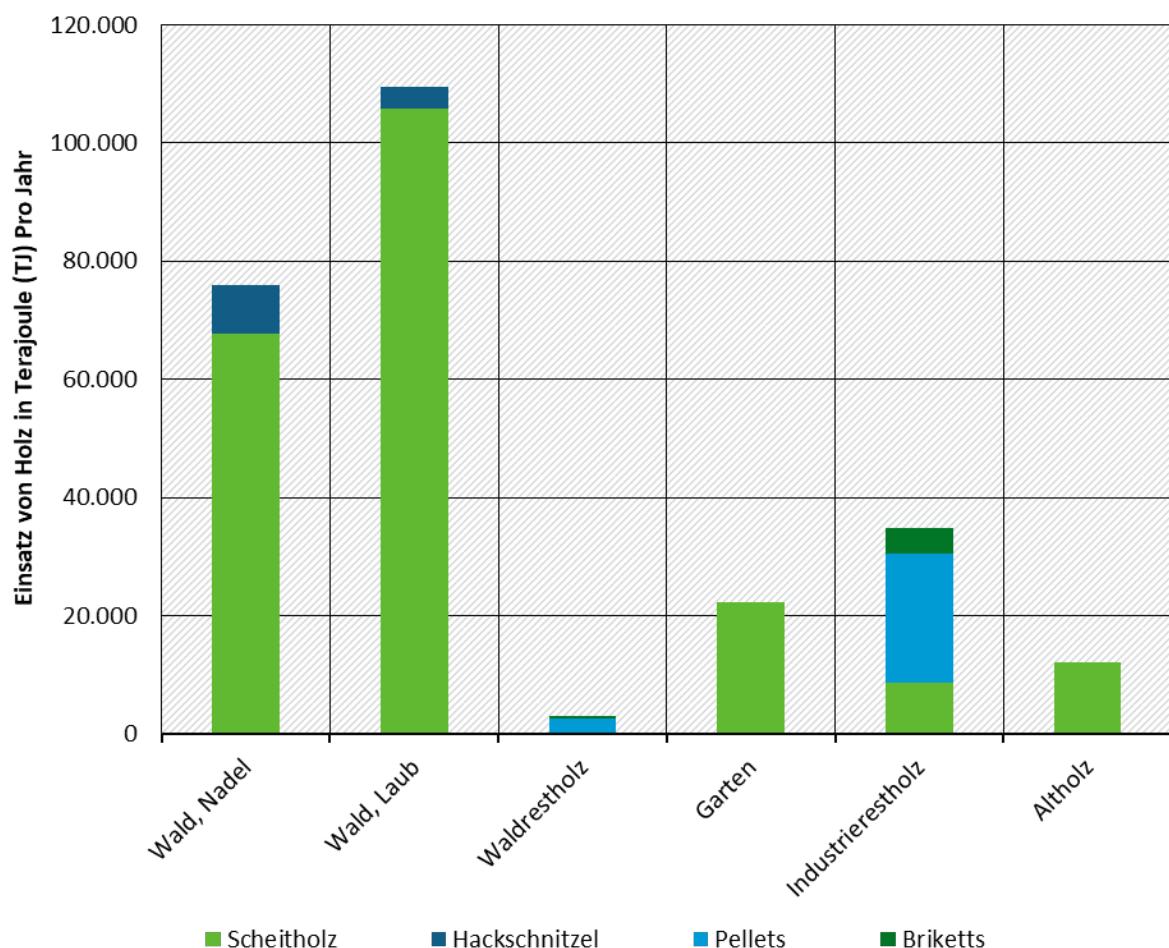
TJ pro Jahr	Scheitholz	Hackschnitzel	Pellets	Briketts	Summe
Wald, Nadel	67.700	8.270			76.000
Wald, Laub	105.900	3.550			109.450
Waldrestholz			2.500	490	2.990
Garten	22.270				22.270
Industrierestholz	8.650		21.900	4.240	34.800

²⁴ www.depv.de/de/holzpellets/was_sind_pellets/zertifizierung_pellets (Zugriff am 29.11.2017)

TJ pro Jahr	Scheitholz	Hackschnitzel	Pellets	Briketts	Summe
Altholz	12.060				12.060
Summe	216.580	11.820	24.400	4.730	257.500

Quelle: Eigene Berechnungen nach (Döring et al. 2020) – Werte sowie Summen sind gerundet

Abbildung 12: Energetische Holzverwendung in Haushalten, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2018



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung nach (Döring et al. 2020)

Der Einsatz des Energieholzes in den Haushalten findet nach einer Analyse des UBA auf Basis von Döring et al. 2020 zu 75 % über Einzelraumfeuerung, zu 25 % in Zentralheizungen statt.

2.6.2 Energetische Holzverwendung Biomasseanlagen über 1 MW

Nach Kapitel 2.4 wurden im Jahr 2018 zur energetische Holzverwendung in Biomasseanlagen über 1 MW 11 Mio. Fm eingesetzt. Analog zum vorangehenden Kapitel wird diese Menge anhand der Faktoren in Tabelle 20 in Energieeinheit (Terajoule, TJ) umgerechnet und nach Herkunft der Sortimente differenziert (Tabelle 22 und Abbildung 13).

Die Gesamtsumme beträgt danach 147.000 TJ und jetzt sich zu 94 % aus Hackschnitzel zusammen. Bezuglich der Herkunft besteht das in diesen Großfeuerungsanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung dienenden Biomasseanlagen verwendete Energieholz zu 61 % aus Altholz. Die

restliche Menge verteilt sich zu je ca. 10 % auf Industrierestholz, Waldrestholz und Landschaftspflegeholz. Die übrigen Quellen spielen eine untergeordnete Rolle.

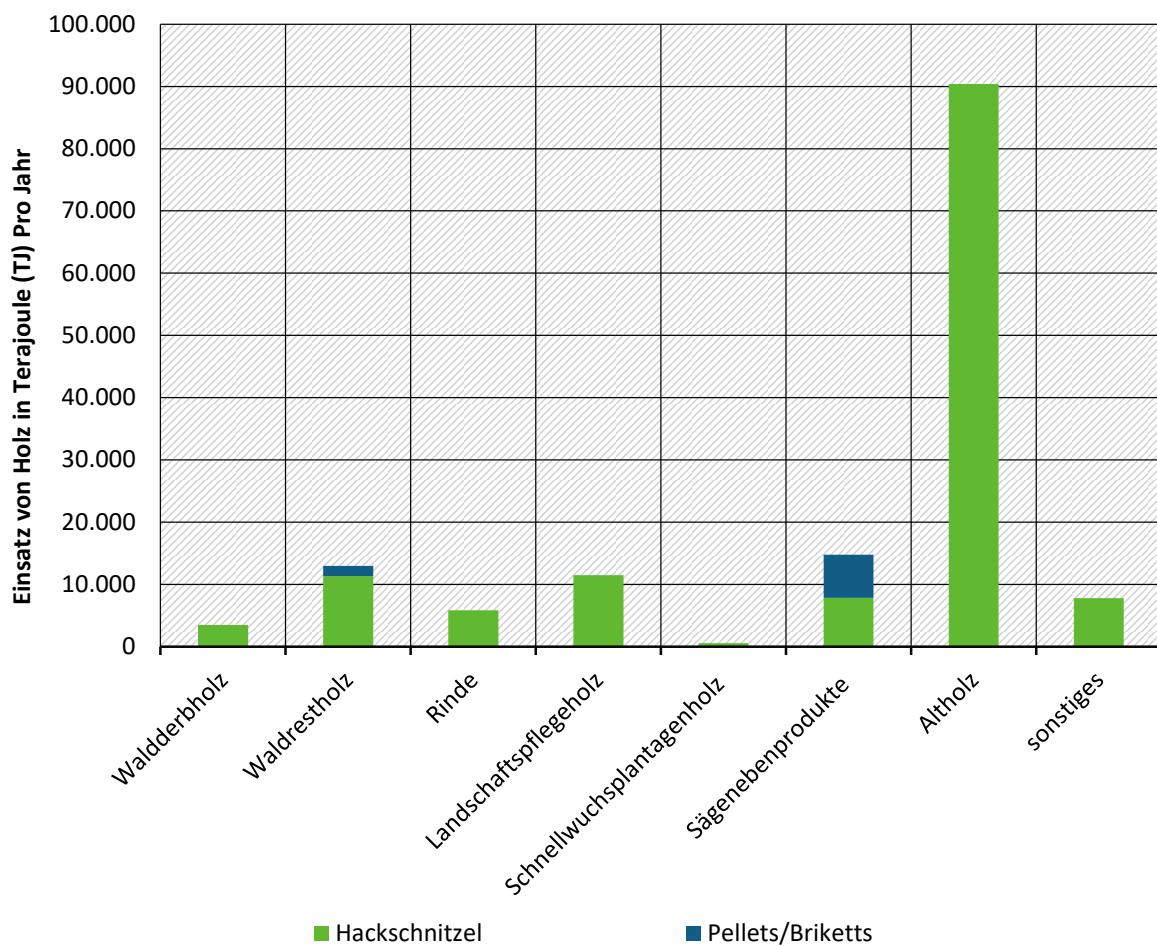
Die Frage ist, welche Endenergieart und -menge von diesen Anlagen produziert werden. Auf Basis von Destatis lassen sich die holzverwendenden Anlagen nach Sektoren zuteilen, wie Anlagen der allgemeinen Versorgung (KWK, ungekoppelte Stromerzeugung und ungekoppelte Wärmeerzeugung) sowie industrielle Anlagen in Schwerpunktbranchen (Holzverarbeitung, Holzprodukte, Papierindustrie u. a.). Eine vollständige und jahresscharfe Darstellung für die Situation 2018 ist nicht möglich. Hier können daher nur Abschätzungen durchgeführt werden. Außerdem ist es auf der gegebenen Datenbasis nicht möglich, den Anteil des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) zu bestimmen.

Im Sektor der Elektrizitäts- und Nettowärmeerzeugung (Code: 43311) wurden nach Destatis im Jahr 2018 77.500 TJ feste biogene Brennstoffe eingesetzt. Daraus wurden netto 16.600 TJ Strom (21,5 %) und 18.400 TJ Wärme (23,8 %) erzeugt.

Tabelle 22: Energetische Verwendung von Biomasseanlagen über 1 MW, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2019; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr

TJ pro Jahr	Hackschnitzel*	Pellets/Briketts ^{a)}	Summe
Waldderholz	3.460		3.460
Waldrestholz	11.300	1.650	13.000
Rinde	5.810		5.810
Landschaftspflegeholz	11.500		11.500
Schnellwuchsplantagenholz	533		533
Sägenebenprodukte	7.830	6.947	14.800
Altholz	90.400		90.400
sonstiges	7.800		7.800
Summe	139.000	8.600	147.000

Quelle: Eigene Berechnungen nach (Döring et al. 2021a) sowie a) DEPI (<https://depi.de/pelletproduktion>) – Werte sowie Summen sind gerundet; * umfasst alle Sortimente außer Pellets/Briketts

Abbildung 13: Energetische Holzverwendung in Anlagen über 1 MW, differenziert nach Herkunft

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung nach (Döring et al. 2021a)

2.6.3 Energetische Holzverwendung Biomasseanlagen unter 1 MW

Nach Kapitel 2.5 wurden im Jahr 2018 zur energetische Holzverwendung in Biomasseanlagen unter 1 MW mit 6,1 Mio. Fm eingesetzt. Analog zum vorangehenden Kapitel wird diese Menge anhand der Faktoren in Tabelle 20 in Energieeinheit (Terajoule, TJ) umgerechnet und nach Herkunft der Sortimente differenziert (Tabelle 23 und Abbildung 14).

Die Gesamtsumme beträgt danach 78.000 TJ und setzt sich zu 64 % aus Hackschnitzel und zu 36 % aus Pellets und Briketts zusammen. Bezüglich der Herkunft besteht das in diesen überwiegend zur Wärmeerzeugung dienenden Biomasseanlagen verwendete Energieholz zu 17 % aus Waldderholz und zu 43 % aus Waldrestholz. Landschaftspflegeholz nimmt 9 % ein. Industrierestholz ist 22 % vertreten, grob zur Hälfte als Pellets und als Hackschnitzel oder ähnlich stückiges Material. Rinde, Altholz und Schnellwuchsplantagenholz spielen eine untergeordnete Rolle.

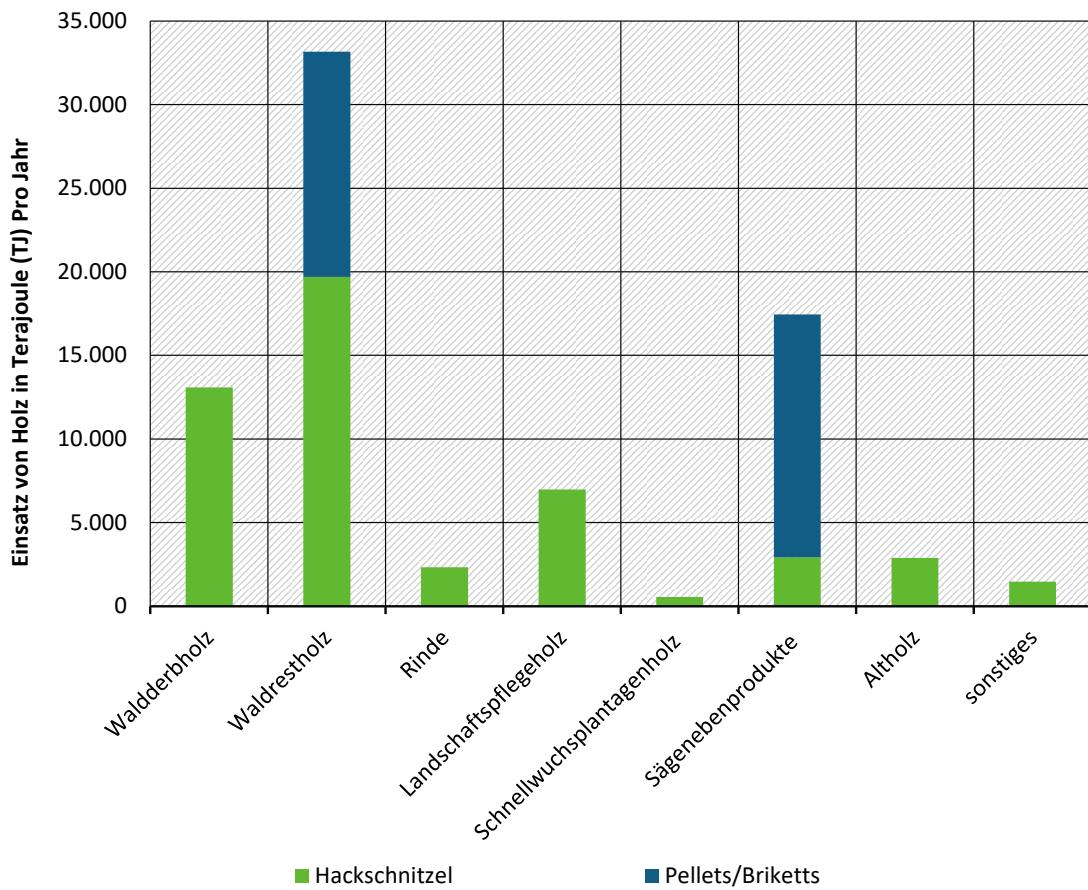
Bei diesen Anlagen handelt es sich in der Regel um Heizwerke. Nach den Erhebungen von Destatis wurde in Heizwerken mit reiner Nettowärmeerzeugung (Code 43411) in 2018 6.000 TJ feste Biomasse mit einem Nutzungsgrad von 81 % eingesetzt.

Tabelle 23: Energetische Verwendung von Biomasseanlagen unter 1 MW, differenziert nach Herkunft und Sortiment im Jahr 2019; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr

TJ pro Jahr	Hackschnitzel*	Pellets/Briketts ^{a)}	Summe
Waldderholz	13.100		13.100
Waldrestholz	19.700	13.500	33.200
Rinde	2.340		2.300
Landschaftspflegeholz	6.970		6.970
Schnellwuchsplantagenholz	549		549
Sägenebenprodukte	2.920	14.500	17.500
Altholz	2.880		2.880
sonstiges	1.460		1.460
Summe	49.900	28.000	77.900

Quelle: Eigene Berechnungen nach (Döring et al. 2021b) sowie a) nach DEPI (<https://depi.de/pelletproduktion>) – Werte sowie Summen sind gerundet; * umfasst alle Sortimente außer Pellets/Briketts

Abbildung 14: Energetische Holzverwendung in Anlagen unter 1 MW, differenziert nach Herkunft



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung auf Basis (Döring et al. 2021b)

2.7 Zusammenfassung der energetischen Holzverwendung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der vorangehenden Abschnitte auf Basis der Energieeinheit Terajoule (TJ) zusammengefasst. Die Umrechnungsfaktoren sind spezifisch je nach Herkunft des Holzes (Waldholz, Industrierestholz, Altholz etc.) sowie des Sortiments (Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets).

Tabelle 24 fasst die Gesamtheit des in Deutschland energetisch genutzten Holzes sowie biogener Abfall- und Reststoffe zusammen. Insgesamt summieren sich die Beträge auf ca. 482.800 TJ. Abbildung 15 zeigt links die Differenzierung nach Herkunft, rechts nach Sortiment. Davon entstammen etwa 42 % des eingesetzten Holzes direkt aus dem Wald. Altholz nimmt 22 % ein, weitere 22 % beruhen auf Industrierestholz sowie Holz aus Garten- und Landschaftspflege.

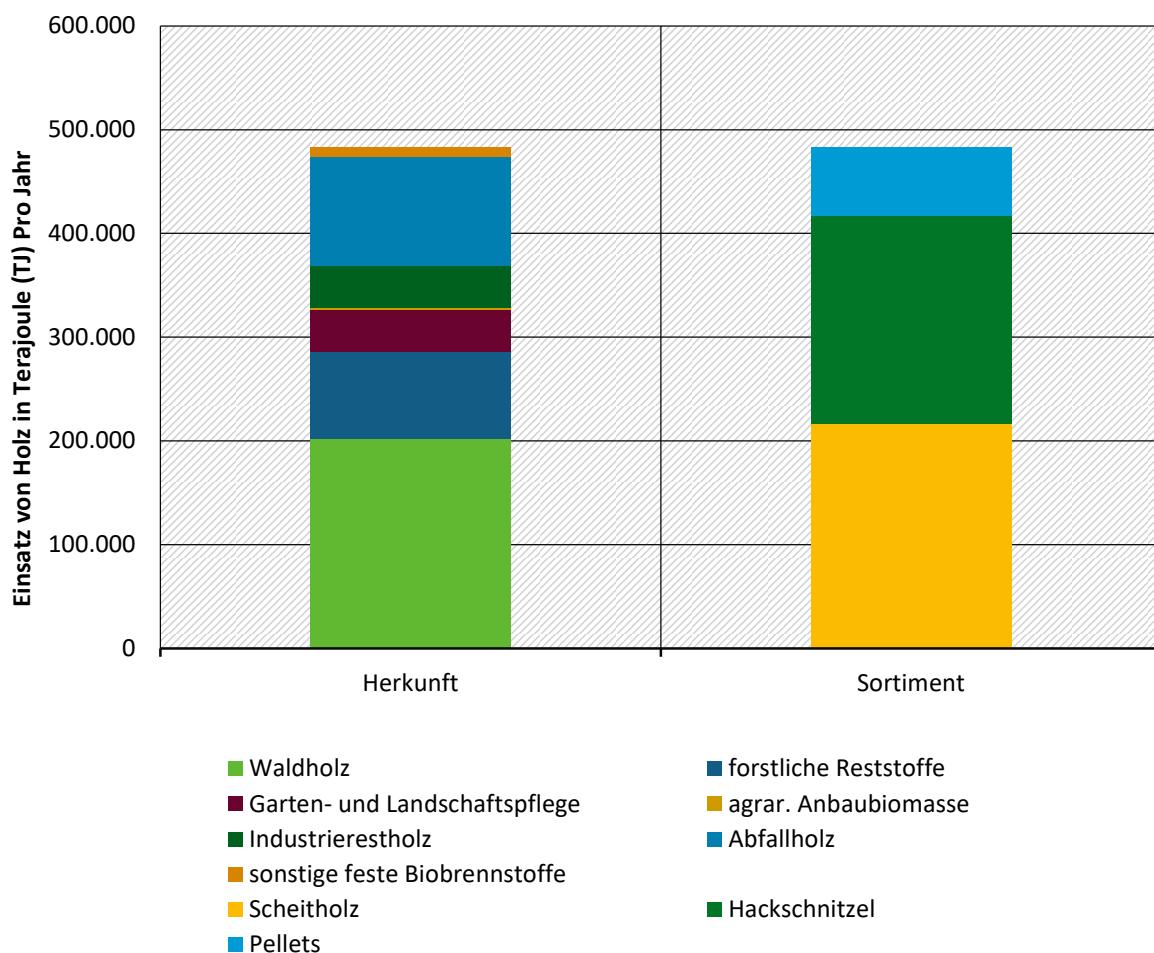
Das Energieholz wird überwiegend in Form von Scheitholz und Hackschnitzel mit 45 % bzw. 42 % verwendet. Pellets erzielen etwa 14 %.

Tabelle 24: Gesamtsumme an energetischer Verwendung Holz, differenziert einerseits nach Herkunft und andererseits nach Sortiment im Jahr 2018; Angaben in Terajoule (TJ) pro Jahr

TJ pro Jahr	Haus-heizungen	Biomasseanlagen <1 MW	Biomasseanlagen >1 MW	Summe
Waldholz	185.450	13.100	3.460	202.000
forstliche Reststoffe	2.990	35.500	18.810	87.300
Garten- und Landschaftspflege	22.270	6.970	11.500	40.740
agrar. Anbaubiomasse		549	533	1.080
Industrierestholz	34.800	17.500	14.800	67.100
Altholz	12.040	2.880	90.400	105.320
sonstige feste Biobrennstoffe		1.460	7.800	9.260
Summe	257.500	77.900	147.000	482.800

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Daten der vorausgehenden Kapitel – Werte sowie Summen sind gerundet

Abbildung 15: Gesamtsumme an energetischer Verwendung von Holz, differenziert einerseits nach Herkunft und andererseits nach Sortiment



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung auf Basis der Daten der vorausgehenden Kapitel

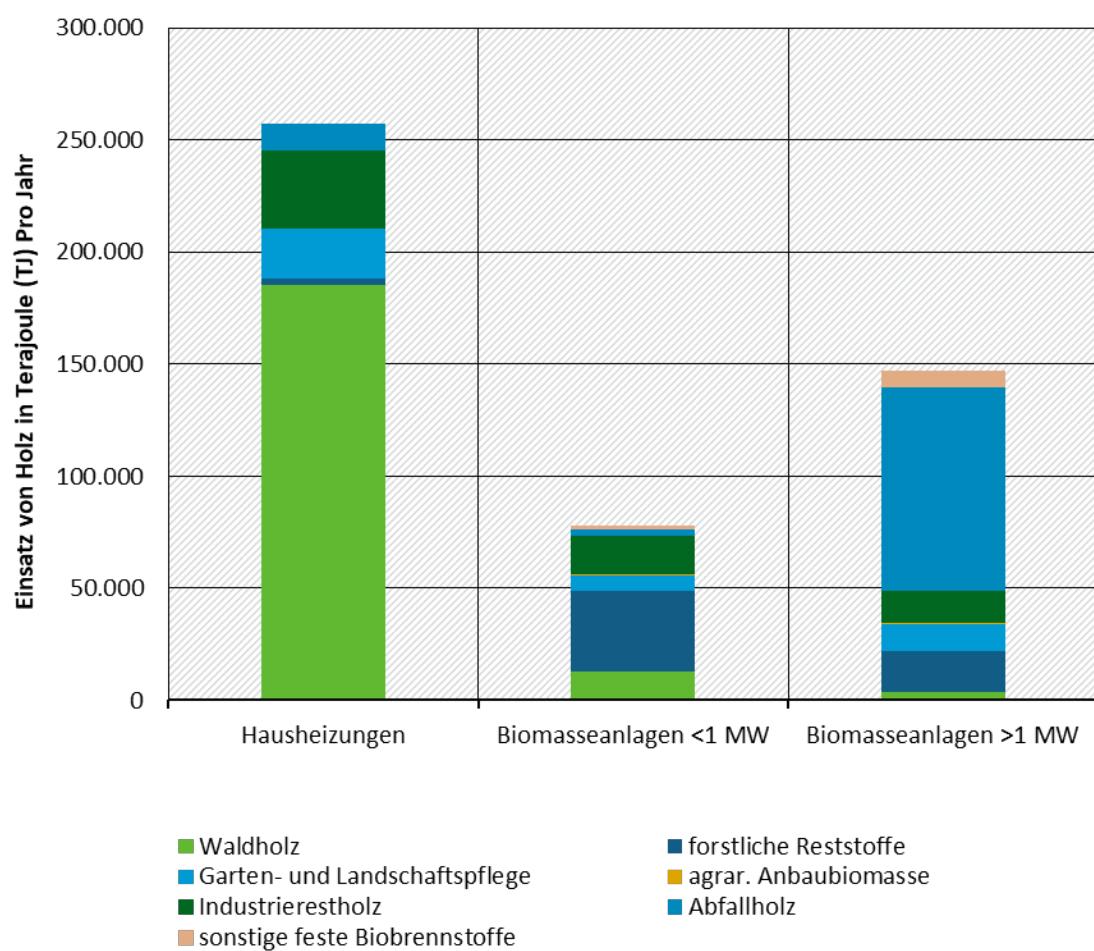
Abbildung 16 gliedert die Daten in Abbildung 15 nach Herkunft in nach Haushaltungen, die Biomasseanlagen <1 MW und >1 MW, sowie der energetischen Verwendung in sonstigen industriellen Anlagen. Abbildung 17 zeigt das gleiche Bild jedoch differenziert nach Sortimenten.

53 % werden in den Haushalten eingesetzt mit klarer Dominanz an Waldholz. 45 % der insgesamt genutzten festen Biomasse geht in die Haushalte als Scheitholz.

In den kleineren Biomasseanlagen (die hauptsächlich der Wärmeerzeugung dienen) werden 16 % der festen Biomasse eingesetzt, hauptsächlich Hackschnitzel und Pellets aus Waldrestholz.

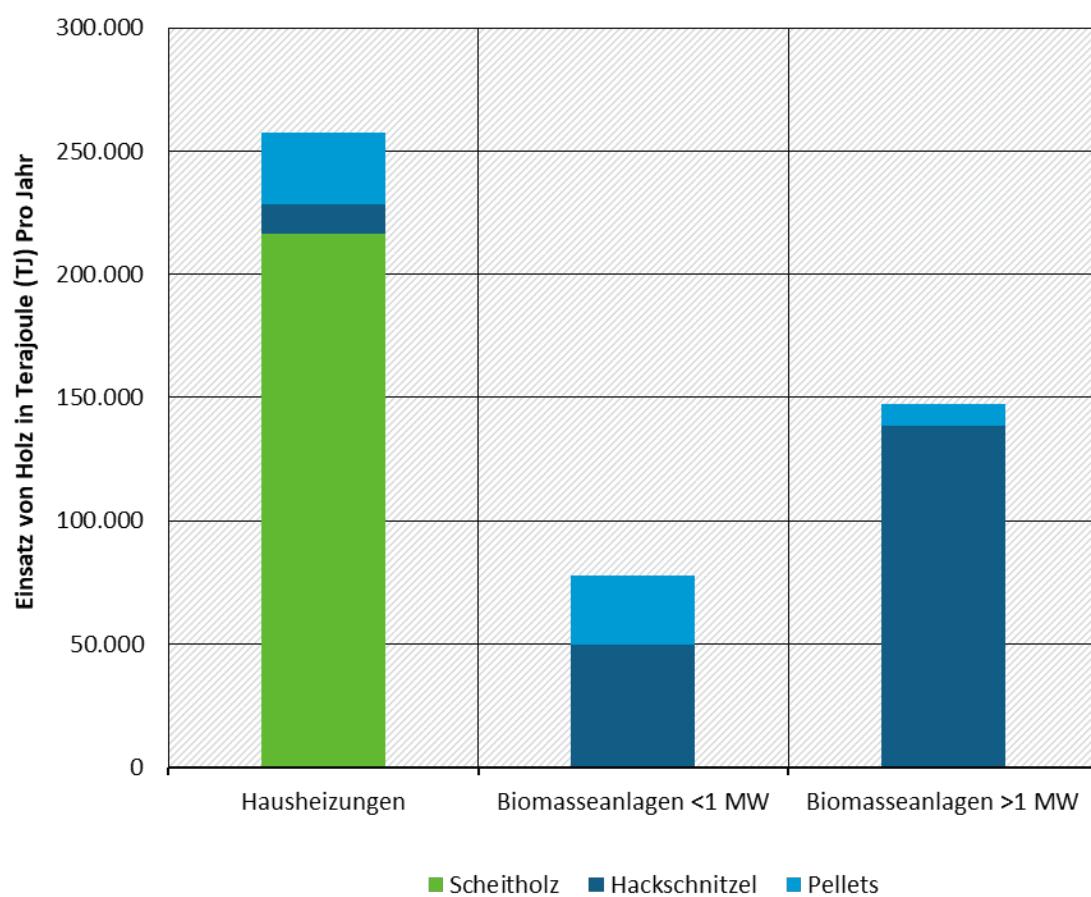
In den Großfeuerungsanlagen für Holz werden 30 % verwendet, hauptsächlich Hackschnitzel aus Altholz.

Abbildung 16: Gesamtsumme an energetischer Holzverwendung differenziert nach Einsatzbereichen und nach Herkunft



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung auf Basis der Daten der vorausgehenden Kapitel

Abbildung 17: Gesamtsumme an energetischer Holzverwendung differenziert nach Einsatzbereichen (Sektoren) und nach Sortiment



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung auf Basis der Daten der vorausgehenden Kapitel

3 Außenhandel mit Holzenergieprodukten

Autoren: Udo Mantau, Klaus Hennenberg

3.1 Einleitung

Die derzeitige Holzenergienutzung in Deutschland wird weitgehend durch das inländische Aufkommen an Holzenergieprodukten gedeckt. Der Außenhandelssaldo macht nur einen geringen Teil der inländischen Versorgung aus und Waldholz ist nahezu unbedeutend. Das muss aber nicht so bleiben. Das Beispiel der Ko-Feuerung mit Holzpellets in Kohlekraftwerken in Großbritannien (s. Textbox „Ko-Feuerung im Kraftwerk Drax Power in Selby, Großbritannien“) zeigt sehr eindrücklich, welche Dimension Importe annehmen können.

Je nach Art und Herkunft des importierten Energieholzes können in den Herkunfts ländern negative Umweltauswirkungen sowie Auswirkungen auf soziale Aspekte entstehen, sollte es sich bei dem importierten Energieholz um eine neue, zusätzliche Entnahme von Waldholz handelt. Zu erwarten sind Importe von Pellets oder anderen homogenen, leicht transportablen Energieholzprodukten, die Rückwirkungen auf die Waldholznutzung haben können. Die Nachhaltigkeitskriterien in der RED II für forstliche Biomasse sind verhältnismäßig schwach ausgestaltet, so dass hierüber nur ein geringer Schutz z.B. der biologischen Vielfalt oder des Bodens sichergestellt werden kann (siehe Details in Kap. 5). Je schwächer in einem Herkunftsland nationale Nachhaltigkeitsanforderungen verankert sind, desto höher ist das Risiko, dass es zu entsprechenden negativen Auswirkungen kommen kann.

Um das Risiko abschätzen zu können, in welchem Umfang bei einer gesteigerten Energieholz-Entnahme aufgrund von Importen nach Deutschland mit negativen Auswirkungen in einem Herkunftsland zu rechnen ist, ist es wichtig, die bestehenden Holz-Handelsbeziehungen und ihre Trends von Deutschland zu analysieren und sowie mögliche neue Handelsbeziehungen einzuschätzen. Vor diesem Hintergrund werden in diesem Kapitel

- ▶ die deutsche Außenhandelsstatistik für Energieholzsortimente analysiert, um die deutschen Holz-Handelsbeziehungen und ihre Trends darzustellen (Kapitel 3.2), und
- ▶ Datensätze der FAO (Food and Agricultural Organization) im Hinblick auf mögliche neue Handelsbeziehungen von Deutschland mit Drittstaaten ausgewertet (Kapitel 3.3).

3.2 Analysen zur deutschen Außenhandelsstatistik

In diesem Kapitel wird die Auswertung der deutschen Außenhandelsstatistik zu Energieholz zusammenfassend dargestellt. Im Anhang sind zudem detaillierte Auswertungen zu den Energieholzsegmenten Brennholz (A.1.2), Pellets (A.1.3), Holzbriketts (A.1.4) und Holzabfälle (A.1.5) hinterlegt. Das Sortiment Holzkohle (A.1.6) wird ebenfalls im Anhang aufgeführt, aber in der zusammenfassenden Darstellung außen vorgelassen, da Holzkohle in Deutschland nicht für die Wärmebereitstellung genutzt wird.

Die Untersuchung der Holzenergieverwendung in Deutschland und deren internationale Verflechtung verfolgt folgende Zielsetzungen:

- ▶ Wie bedeutend ist der Außenhandelsanteil für die Holzenergienutzung in Deutschland?
- ▶ Wie groß ist die Bedeutung der einzelnen Länder?

- ▶ Bei welchen Ländern sollte in Bezug auf Kohlenstoffsenke und Biodiversität näher betrachtet werden?
- ▶ Wie ist die Struktur einzelner Märkte für Holzenergieprodukte (Produktion, Export, Import, Spezifika)?
- ▶ Wie haben sich die Märkte entwickelt und welche Tendenzen zeichnen sich ab?
- ▶ Welche Schlussfolgerungen kann man daraus für künftige Potenziale ziehen?
- ▶ Welche Rahmenbedingungen ergeben sich daraus für die Entwicklung von Szenarien?

3.2.1 Bedeutung des Außenhandels für die Holzenergienutzung in Deutschland nach Sortimenten

Die Summe der verwendeten Holzenergieprodukte im Inland beträgt im Jahr 2020 20,629 Mio. t (Tabelle 25). Die Inlandsproduktion ist mit 20,498 Mio. t nur geringfügig kleiner. Dies ist trotz Importen in Höhe von 2,571 Mio. t ein so geringer Unterschied, weil gleichzeitig 2,441 Mio. t exportiert wurden und der Saldo folglich 0,131 Mio. t betrug. Im Bereich der Holzpellets ist Deutschland Nettoexporteur in etwa gleicher Größenordnung (0,511 Mio. t, Tabelle 25). Für das Sortiment Altholz ist zu berücksichtigen, dass es Altholz zur energetischen (ca. 83 %) und stofflichen (ca. 17 %) Nutzung enthält.

Tabelle 25: Zusammenfassung der Holzenergienutzung nach Sektoren und Sortimenten (in Mio. t)

in Mio. t in 2020	Produktion	Export	Import	Saldo (Export-Import)	Inlandsverwendung
Brennholz	8,902	0,190	0,206	-0,015	8,918
Holzpellets	2,755	0,801	0,289	0,511	2,243
Holzbriketts	0,806	0,050	0,259	-0,209	1,015
Altholz	8,035	1,339	1,817	-0,418	8,453
Summe	20,498	2,441	2,571	-0,131	20,629
Holzkohle	0,040	0,032	0,165	-0,133	0,173

Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischem Bundesamt und vorläufige Ergebnisse des Rohstoffmonitorings (siehe Anhang A.1).

In Relation zur Inlandsverwendung wurden im Jahr 2020 99,4 % durch die inländische Produktion gedeckt und 0,6 % netto importiert (Tabelle 26). Der Außenhandel ist deutlich bedeutender als es im Saldo zum Ausdruck kommt. Im Verhältnis zur Inlandsverwendung werden 11,8 % exportiert und 12,5 % importiert. Im Verhältnis zur Produktion sind die Anteile geringfügig höher.

Tabelle 26: Zusammenfassung der Holzenergienutzung nach Anteilen an der Inlandsverwendung in %

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

Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischem Bundesamt und vorläufige Ergebnisse des Rohstoffmonitoring (siehe Anhang A.1)

Deutschland weist für Brennholz eine geringe, ausgewogene Außenhandelsbilanz aus. Holzpellets werden in deutlich größeren Mengen exportiert als importiert. Für Holzbriketts liegt hingegen einen negativen Außenhandelssaldo vor. Es wird mehr Altholz importiert als exportiert. Holzkohle wird überwiegend importiert.

In der Summe betrugen die deutschen Exporte im Jahr 2020 2,4 Mio. t_{luto} und die Import 2,6 Mio. t_{luto}. Bezogen auf die energetische Holzverwendung im Jahr 2020 entsprachen die Exporte 11,8 % und die Importe 12,5 %, das Außenhandelssaldo (0,14 Mio. t_{luto}) beträgt 0,6 %. Insgesamt zeigt sich somit deutlich, dass der derzeitige Außenhandel eine geringe Rolle bei der Versorgung mit Holzrohstoffen zur Energieversorgung spielt. Darüber hinaus zeichnet sich bei den Importen eine tendenziell rückläufige und bei den Exporten eine stabile bis leicht steigende Tendenz ab, sodass die Bedeutung des Außenhandels zur energetischen Holzversorgung derzeit abnimmt.

3.2.2 Bedeutung einzelner Länder

Für die Betrachtung von Nachhaltigkeit und Biodiversität können einzelne Sortimente von unterschiedlicher Bedeutung sein. Die Summe der Importmengen und des Handelssaldos nach Tonnage und nach berechnetem Derbholzanteil dürften jedoch die relevanten Länder enthalten.

Zur Berechnung des Derbholzanteils wurden nur die entsprechenden Waldholzsortimente oder deren Anteile berücksichtigt. Die Zusammenstellung zur Summe der Energieholzprodukte in Tabelle 27 und Tabelle 28 zeigt, dass im osteuropäischen Raum Länder wie Polen und Ukraine sowie Tschechien und Belarus eine hohe Bedeutung für die Importströme an Energieholz nach Deutschland zukommt. Auch bemerkenswert sind die hohen Außenhandelssaldi für Lettland und Litauen in Relation zur kleinen Landesfläche.

Von den westeuropäischen Ländern sind Dänemark, die Schweiz, die Niederlande und Belgien als relevante Exportländer für Energieholz nach Deutschland zu nennen. Für die Niederlande und Belgien muss aber verstärkt berücksichtigt werden, dass durch die Hafeninfrastruktur größere Anteil Exporte aus Drittländern stammen.²⁵

In der Liste der wichtigen Exportländer für Energieholz nach Deutschland fehlen – mit Ausnahme von Russland – Länder mit großen Transportdistanzen, da hohe Transportkosten nicht in Relation zur geringen Wertigkeit der Holzenergieprodukte stehen. Im Fall von deutlich

²⁵ Eine vertiefte Auswertung auf Ebene der Drittländer war im Projektrahmen nicht möglich.

steigenden Energieholznachfragen können aber auch weiter entfernte Länder wie USA und Kanada an Relevanz gewinnen (s. Textbox „Ko-Feuerung im Kraftwerk Drax Power in Selby, Großbritannien“).

Tabelle 27: Summe der Energieholzprodukt für Lieferländer mit der höchsten Tonnage beim Import und beim Außenhandelssaldo in Tonnen

Importe von „Land X“ nach Deutschland			Rang	Außenhandelssaldo (Export – Import)		
Land	2020	Mittel 2010-2020		Land	2020	Mittel 2010-2020
Niederlande	439.192	564.256	1	Niederlande	-285.068	-497.420
Polen	446.154	388.122	2	Polen	-410.301	-352.051
Dänemark	119.664	165.210	3	Ukraine (ab 05/1992)	-118.870	-116.985
Schweiz	115.712	137.266	4	Russische Föderation (ab 05/1992)	-46.164	-92.710
Belgien (ab 1999)	138.885	123.782	5	Tschechien (ab 1993)	-142.162	-76.046
Ukraine (ab 05/1992)	119.005	117.086	6	Schweiz	-30.534	-74.592
Tschechien (ab 1993)	167.921	104.774	7	Belarus (ab 05/1992)	-110.238	-64.499
Russische Föderation (ab 05/1992)	47.844	94.027	8	Dänemark	15.754	-58.355
Frankreich	66.173	87.618	9	Lettland (ab 1992)	-21.854	-41.528
Österreich	85.129	81.611	10	Litauen (ab 1992)	25.568	-36.645
Belarus (ab 05/1992)	110.435	64.603	11	Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	-7.821	-24.196
Litauen (ab 1992)	22.571	41.749	12	Belgien (ab 1999)	-32.481	-20.334

Quelle: Siehe Anhang A.1

Tabelle 28: Lieferländer mit dem höchsten Derbholzvolumen beim Import und beim Saldo in m³(s)

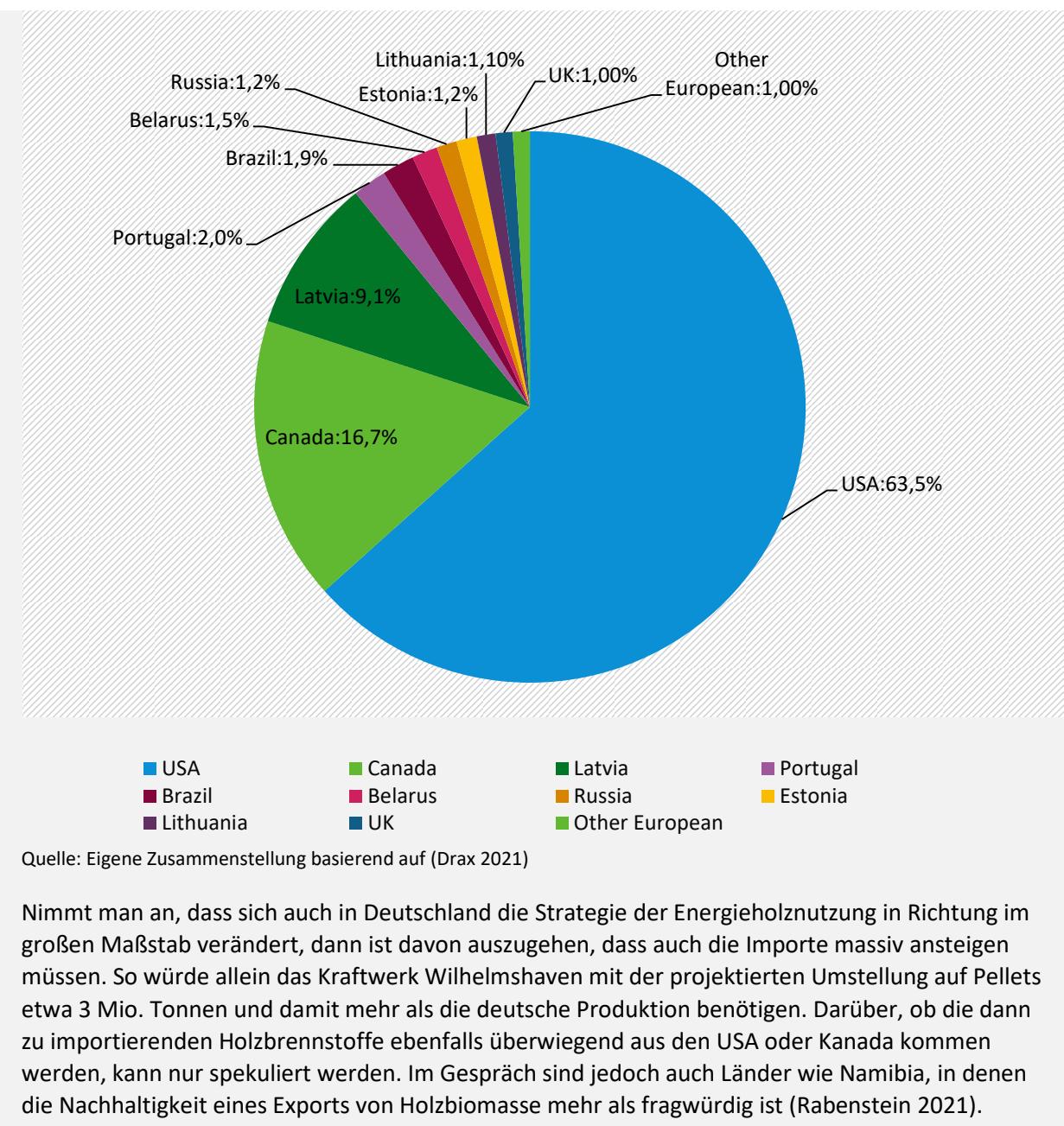
Importe von „Land X“ nach Deutschland			Rang	Außenhandelssaldo (Export – Import)		
Land	2020	Mittel 2010-2020		Land	2020	Mittel 2010-2020
Niederlande	65.879	84.638	1	Niederlande	-16.865	-77.176
Polen	66.923	58.218	2	Polen	-64.863	-56.313
Dänemark	17.950	24.782	3	Ukraine (ab 05/1992)	-17.837	-17.553
Schweiz	17.357	20.590	4	Tschechien (ab 1993)	-24.580	-14.987
Belgien (ab 1999)	20.833	18.567	5	Schweiz	-7.703	-14.830
Ukraine (ab 05/1992)	17.851	17.563	6	Russische Föderation (ab 05/1992)	-7.009	-13.985
Tschechien (ab 1993)	25.188	15.716	7	Dänemark	6.118	-12.365

Importe von „Land X“ nach Deutschland			Rang	Außenhandelssaldo (Export – Import)		
Russische Föderation (ab 05/1992)	7.177	14.104	8	Belarus (ab 05/1992)	-16.546	-9.680
Frankreich	9.926	13.143	9	Lettland (ab 1992)	-3.313	-6.244
Österreich	12.769	12.242	10	Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	-1.175	-3.636
Belarus (ab 05/1992)	16.565	9.691	11	Litauen (ab 1992)	43.605	-1.908
Litauen (ab 1992)	3.386	6.262	12	Luxemburg (ab 1999)	-1.513	-1.728

Quelle: Siehe Anhang A.1

Ko-Feuerung im Kraftwerk Drax Power in Selby, Großbritannien

In Kohlekraftwerken werden zentral große Massenströme zur Stromerzeugung umgesetzt. Wird ein Teil der Kohle durch Biomasse ersetzt, kann eine entsprechend große Nachfrage nach Biomasse entstehen. Ein prominentes Beispiel ist das Kraftwerk von Drax Power in Selby, UK, das derzeit als das größte mit Holzpellets befeuerte Kraftwerk der Welt gilt. Die ursprünglich mit Steinkohle befeuerte Anlage setzt in vier Blöcken von insgesamt 2,6 GW nur noch Biomasse ein. Im Drax Jahresbericht 2020 (Drax 2021) sind die Mengen und Herkünfte an Brennstoffen dokumentiert. Insgesamt wurden danach in 2020 7,37 Mio. Tonnen Biomasse verfeuert. Das ist nahezu das Dreifache der Pelletproduktion in Deutschland (ca. 2,76 Mio. t in 2020, siehe Tabelle 25). Es erscheint gerade als zwangsläufig, dass eine Anlage dieser Dimension auf den Import ihrer Brennstoffe angewiesen ist. Tatsächlich werden 99 % der Holzbiomasse für das Kraftwerk Drax importiert, zu fast zwei Dritteln aus den USA von Drax-eigenen Pelletproduzenten in Louisiana und Mississippi. Nach Angaben von Drax handelt es sich bei dem Holzrohstoff vor allem um niedwertiges Stammholz, Durchforstungsholz, Ernterückstände sowie Sägerestholz. Kanada ist mit ca. 17 % das zweitgrößte Importland. An dritter Stelle folgt Lettland mit 9 %, das sind mit 670.000 Tonnen deutlich mehr als das Doppelte, was Deutschland im Jahr 2020 insgesamt an Pellets importierte (Tabelle 25).

Abbildung 18: Herkunft der Holzpellets für das Kraftwerk von Drax Power im Jahr 2020

3.3 Analyse internationaler Handelsstatistiken

Mit einem zukünftigen Anstieg an EE im Wärme-/Kälte-Sektor ist, v.a. ohne eine strikte mengenmäßige Steuerung in den relevanten Instrumenten, auch ein Anstieg der Holzenergienutzung zu erwarten. Wenn die steigende Holzenergienachfrage nicht aus heimischen Wäldern und Abfall- und Reststoffströmen gedeckt werden kann, ist mit einem Anstieg der Holzenergieimporte zu rechnen. Die folgenden Analysen basieren auf Datenbanken der FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) zu Holzprodukten. Dort sind direkte Handelsbeziehungen zwischen Ländern für Hackschnitzel und Späne sowie für Industrierundholz abgebildet.²⁷ Darüber hinaus werden je Land Exportdaten ohne Bezug zum Importland berichtet.²⁸ Diese zweite Datenbank berücksichtigt neben den Kategorien Hackschnitzel und Späne und Industrierundholz zudem Holzbrennstoffe, Holzreststoffe, Holzpellets und Holzkohle. Die berichteten Exporte beinhalten sowohl Exporte aus heimischer

Produktion als auch Re-Exporte. Dies ist bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen (z.B. Hafeneffekt in Belgien und Niederlande).

Alle genannten Holzkategorien der FAO-Datenbanken können im Rahmen der RED II als Holzenergie im Wärmesektor berücksichtigt werden (Erfüllen der Quote für EE, Förderung). Ob letztlich eine Holzkategorie als Energieholz eingesetzt wird oder nicht, geht nicht aus der FAO-Statistik hervor und wird stark davon abhängen, wie Energiepreise sich entwickeln. Dies kann im Rahmen dieser Studie nicht analysiert werden. Vielmehr werden die berichteten FAO-Daten als Mengenindikator genutzt, um einzuschätzen, welche Bedeutung ein Land aktuell und in Zukunft als Holzexporteur haben kann.

Um anhand der FAO-Daten einzuschätzen, aus welchen Herkunftsländern bis zum Jahr 2030 mehr Holz zur energetischen Nutzung nach Deutschland geliefert werden könnte, werden die Annahmen in Tabelle 29 getroffen.

Tabelle 29: Annahmen zur Bewertung zukünftig möglicher Herkunftsländer

Annahme	Daten	Indikatoren
1. Wenn die Standardwerte der THG-Minderung aus der RED II unter den Grenzwerten für die THG-Minderung liegen, verringert sich die Wahrscheinlichkeit für Holzimporte zur energetischen Nutzung aus einem Land deutlich.	Distanz ²⁶ (siehe Tabelle 30) und THG-Standardwerte der RED II (siehe Tabelle 49 in Kapitel 5.2.4).	--
2. Wenn bereits Handelsbeziehungen zu einem Land bestehen, ist es wahrscheinlicher, dass Importe nach Deutschland in den nächsten Jahren ausgebaut werden.	Importe aus Herkunftsländern nach Deutschland ²⁷	Hackschnitzel und Späne: Exporte nach DE >25.000 m ³ /a; Industrierundholz: Exporte nach DE >100.000 m ³ /a
3. Wenn der globale Export in einem Land hoch ist, besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass Deutschland in Zukunft den Importanteil aus diesem Land steigern kann.	Inländische Produktion und Exporte ²⁸	Globaler Export an potenziellem Energieholz ²⁹ >950.000 m ³ /a

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Die Standardwerte für die THG-Minderung (Punkt 1 in Tabelle 29), die bei der energetischen Nutzung von Holz mit der Transportentfernung abnehmen, können ein deutliches Hemmnis darstellen, wenn sie unter dem geforderten Grenzwert der THG-Minderung liegen. Wie in Kapitel 5.2.4 dargestellt, ist diese Restriktion für die energetische Nutzung von Stammholz (Waldderholz) und Waldrestholz nicht relevant, wenn erneuerbare Energien in dem Herstellungsprozess für Wärme und Strom eingesetzt werden. Aus diesem Grund werden keine Länder als zukünftig mögliche Herkunftsländer über die Transportdistanz ausgeschlossen.

Für die Abschätzung, mit welchen Ländern bereits ausgeprägte Handelsbeziehungen nach Deutschland bestehen, eignen sich die absoluten Importströme, da in der Nettobetrachtung

²⁶ Luftlinie zwischen dem Mittelpunkt zweier Länder (<https://www.distancefromto.net/distance-from-germany-country>) multipliziert mit 1,2. THG-Standardwerte werden einem Land nach diesem Distanzwert und den Angaben in Tabelle 49 zugeordnet.

²⁷ FAOSTAT Forestry Trade Flows unter: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FT>

²⁸ FAOSTAT Forestry Production and Trade unter: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>

²⁹ Als potenzielles Energieholz werden die FAO-Kategorien Hackschnitzel und Späne, Holzbrennstoffe, Holzreststoffe, Holzpellets und Holzkohle zusammengefasst.

Importe und Exporte gegeneinander verrechnet sind (Punkt 1 in Tabelle 29). In der Auswertung werden Länder, die in Summe 95 % der nach Deutschland importierten Rohstoffe bereitstellen, als bedeutende Importländer angesehen. Dies sind Länder mit mehr als 25.000 m³/a an Hackschnitzeln und Spänen und mehr als 100.000 m³/a an Industrierundholz.

Die Analyse zeigt, dass als europäische Länder die Tschechische Republik, Österreich, Polen, Frankreich, das Vereinigte Königreich, Lettland und Schweden bedeutende Exportländer nach Deutschland für Hackschnitzel und Späne sind (Tabelle 30). Die Niederlande und Belgien sind ebenso genannt, aber bei diesen beiden Ländern ist mit hohen Re-Exporten aufgrund der Hafenanlagen zu rechnen. Als nicht-europäische Länder sind die Russische Föderation, die USA und Brasilien für Importe von Hackschnitzeln und Spänen nach Deutschland relevant. Für Industrierundholz sind – mit leichten Abweichungen – ähnliche Länder bedeutende Exportländer nach Deutschland (vgl. Tabelle 30).

Das globale Exportaufkommen an potenziellem Energieholz²⁹ wird zu 90 % von Ländern abgedeckt, die mehr als 950.000 m³/Jahr exportieren. Neben Exportländern, die bereits für Hackschnitzel und Späne als bedeutende Exporteure nach Deutschland genannt wurden, kommen weitere europäische Länder wie Slowakei, Rumänien, Ukraine und Weißrussland und außereuropäische Länder wie Kanada, Indonesien und Malaysia als bedeutende Exporteure an potenziellem Energieholz hinzu (Tabelle 30).

Tabelle 30: Identifizierung zukünftig möglicher Herkunftsländer

Land	Distanz (km)	Hackschnitzel und Späne: Exporte nach DE >25.000 m ³ /a	Industrierundholz: Exporte nach DE >100.000 m ³ /a	Globale Exporte an potenziellem Energieholz ²⁹ >950.000 m ³ /a
Tschechische Republik	462	x	x	x
Niederlande	446	x	x	x
Belgien	511	x	x	x
Österreich	604	x	x	x
Polen	728	x	x	x
Frankreich	979	x	x	x
Vereinigtes Königreich	1.240	x	x	x
Lettland	1.342	x		x
Schweden	1.343	x		
Dänemark	684		x	
Norwegen	1.250		x	
Estland	1.488		x	x
Slowenien	780			x
Slowakei	860			x
Kroatien	913			x
Bosnien-Herzegowina	1.165			x

Land	Distanz (km)	Hackschnitzel und Späne: Exporte nach DE >25.000 m³/a	Industrierundholz: Exporte nach DE >100.000 m³/a	Globale Exporte an potenziellem Energieholz ²⁹ >950.000 m³/a
Litauen	1.198			x
Rumänien	1.456			x
Portugal	2.341			x
Weißrussland	1.459			x
Bulgarien	1.766			x
Ukraine	1.817			x
Russische Föderation	6.505	x	x	x
USA	9.433	x	x	x
Brasilien	11.318	x		
Kanada	8.101			x
Thailand	10.412			x
Südafrika	11.004			x
Vietnam	11.194			x
Malaysia	11.699			x
Indonesien	13.213			x
Chile	15.017			x
Australien	17.359			x

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Basis von FAOSTAT, Analyse auf Basis von Mittelwerten für die Jahre 2013-2017 (siehe Tabelle 29). Ausführliche Zusammenstellung der Daten in „Analyse_Exportdaten_FAOSTAT_2021-05-06.xlsx“

4 Aktuelle Regelungen zur Holzenergienutzung in Deutschland

Autorinnen und Autoren: Benjamin Köhler, Sibylle Braungardt, Mandy Werle, Martin Pehnt, Susanne Köppen

4.1 Einleitung

Die Nutzung von Holz für die Wärme- und Stromerzeugung sowie im Verkehr in Deutschland wird durch vielfältige Richtlinien, Gesetze und Regelungen sowohl auf Europäischer als auch nationaler Ebene beeinflusst. Innerhalb Deutschlands spielen darüber hinaus aufgrund der föderalen Struktur auch Regelungen auf Ebene der Bundesländer eine wichtige Rolle. Prinzipiell können darüber hinaus auch Regelungen einzelner Kommunen die Nutzung fester Biomasse beeinflussen. Letztere können allerdings aufgrund der Diversität im vorliegenden Bericht nicht betrachtet werden. Im Folgenden werden relevante Regelungen zur Nutzung von Festbrennstoffen im Strom- Wärme- und Verkehrssektor auf Bundesebene analysiert. Darüber hinaus werden im Bereich der Wärmenutzung Regelungen auf Ebene der Bundesländer betrachtet. Dabei werden jedoch nicht alle existierenden Gesetze und Förderinstrumente berücksichtigt, sondern es wird auf die aus Sicht des Projektkonsortiums relevantesten Instrumente fokussiert.

Die Holznutzung für die Energieerzeugung wird auf Europäischer Ebene in erster Linie durch die „Renewable Energy Directive“ (RED II) beeinflusst, die auch den Rahmen für Gesetze und Verordnungen auf nationaler Ebene vorgibt. Die Wirkungsweise der RED II wird in Kapitel 5 detailliert betrachtet, weshalb sie an dieser Stelle nicht näher beschrieben wird. Lediglich im Verkehrsbereich wird auf die nationale Umsetzung der RED II eingegangen.

Die Analyse ist untergliedert in sechs Elemente:

- ▶ Regelungsmechanismus,
- ▶ Qualitative Beschreibung,
- ▶ Quantitative Wirkung (Einsatz fester Biomasse, Emissionsminderung, Historisch und/oder erwartete Entwicklung),
- ▶ Aspekte der Nachhaltigkeit,
- ▶ Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten,
- ▶ Fördersummen/ Subventionen,
- ▶ Fazit

In dieser Arbeit werden Zwischenergebnisse aus dem laufenden Projekt „Naturschutzaspekte bei zukünftigen Regelungen zur Wärme- und Kälteerzeugung“ (FKZ 3519 86 0400) als Startpunkt berücksichtigt.

Darüber hinaus gibt es weitere Richtlinien, politische Entscheidungen und Strategien, die eine Wirkung auf die energetische Biomassenutzung in der Wärmeerzeugung haben können. Diese sind auf ihre mögliche Wirksamkeit geprüft (s. Kapitel 4.2.5), allerdings weniger detailliert als die in der obigen Tabelle aufgeführten. Dies sind:

- ▶ Förderung von Gebäudesanierung im Einkommenssteuerrecht
- ▶ EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS)
- ▶ Reduzierte Mehrwertsteuer für feste Biomasse
- ▶ Nationale Klimapolitik und ihre Umsetzung
- ▶ Charta für Holz 2.0
- ▶ Waldstrategie 2050
- ▶ Nationale Bioökonomiestrategie
- ▶ Nationale Wasserstoffstrategie

4.2 Qualitative und quantitative Instrumentenanalyse

Im Folgenden werden die Gesetze, Verordnungen und Förderinstrumente qualitativ und quantitativ analysiert. Für den Wärmebereich werden dabei zunächst Gesetze auf nationaler Ebene betrachtet, gefolgt von Instrumenten auf Ebene der Bundesländer. Für den Strombereich sowie im Verkehr wird lediglich die Bundesebene betrachtet.

4.2.1 Gesetze und Förderinstrumente aus dem Bereich Wärme

4.2.1.1 Gesetze, Verordnungen und Förderinstrumente des Bundes

Die folgenden Tabellen beinhalten eine Beschreibung relevanter Regelungen im Wärmesektor auf Bundesebene.

Tabelle 31: Beschreibung und Wirkung des Gebäudeenergiegesetz (GEG) inkl. Ölkesselverbot

Gebäudeenergiegesetz (GEG) inkl. Ölkesselverbot	
Regelungs-mechanismus	<p>Das GEG enthält verschiedene ordnungsrechtliche Regelungen, die sich auf die Nutzung von Biomasse zur Beheizung von Gebäuden auswirken. Von besonderer Bedeutung sind:</p> <p>Nutzungspflicht für erneuerbare Energien im Neubau: GEG Teil 2 Abschnitt 4 legt die Anforderungen für die Nutzung von erneuerbaren Energien im Neubau fest.</p> <p>Betriebsverbot für mehr als 30 Jahre alte Öl- und Gaskessel gemäß § 72 (1) GEG: Da davon ausgegangen wird, dass die meisten Gebäude weitergenutzt werden, wenn das Betriebsverbot gilt, wird in aller Regel ein neuer Wärmeerzeuger eingebaut. Mit Blick auf das Ölheizungsverbot (§ 72 (4) GEG) ist zu erwarten, dass sich der Marktanteil an erneuerbaren Wärmeerzeugern steigert.</p> <p>Verbot des Einbaus monovalenter Ölkessel ab 2026 gemäß § 72 (4) GEG: Mit dem Einbauverbot für monovalente Ölkessel ab 2026 ist zu erwarten, dass sich der Marktanteil an erneuerbaren Wärmeerzeugern steigert, insbesondere in Gebieten, die nicht am Gasnetz liegen.</p> <p>Primärenergiefaktoren: Neubauten (und vermittelt über die BEG-Förderung auch Bestandsbauten) müssen einen maximalen Primärenergiebedarf QP einhalten, der bezogen auf ein Referenzgebäude derselben Geometrie mit einer festgelegten Gebäudetechnik und -ausstattung versehen ist. Die Höhe von QP ergibt sich aus der Multiplikation des jeweiligen Endenergiebedarfs mit den dazugehörigen</p>

Gebäudeenergiegesetz (GEG) inkl. Ölkesselverbot

Primärenergiefaktoren f_P , die den Einsatz an nicht-erneuerbaren Energien für die Bereitstellung des Energieträgers auf Basis einer Lebenszyklusanalyse quantifizieren, beispielsweise für Gewinnung, Verarbeitung und Transport der Energieträger. Feste Biomasse erhält einen f_P von 0,2. (Analogen gilt für die CO₂-Faktoren, die allerdings nicht reguliert sind, sondern nur nachrichtlich angegeben werden müssen.) Die Höhe dieses Faktors basiert auf verschiedenen Studien, die den erschöpflichen Energieaufwand für verschiedene Bereitstellungsketten beziffern, insbesondere auf folgender Untersuchung (ifeu et al. 2018b) und die GEMIS-Datenbank. Dies sich ergebenden Primärenergiefaktoren liegen sehr niedrig. Selbst die aus Anbaubiomasse (Kurzumtriebsplantagen, KUP) hergestellten Brennstoffe liegen unter 0,2. Bei importierten festen Bioenergieträgern liegen die Unterschiede zwischen den Bilanzen vor allem in den angesetzten Transportentfernnungen. GEMIS rechnet lediglich mit 100 km LKW-Transport. Bei Transportdistanzen von 6300 km Seeschiff (Hudson Bay – Rotterdam) und 1000 km Lkw-Kilometern für den Transport zum Küstenhafen und von Rotterdam nach Deutschland entsteht ein Primärenergiefaktor von rund 0,5. Diese weiten Distanzen treten allerdings in der Marktpraxis kaum auf. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichts (ifeu et al. 2018b) stammten lediglich 0,5 Prozent stammen aus den USA und Kanada. In den im Kontext des GEG verwendeten sog. „attributiven Ökobilanzen“ (die den Status Quo eines Lebenszyklus abbilden) werden keine Verdrängungseffekte oder Second-Order-Effekte berücksichtigt. Zunehmend kommen allerdings Diskussionen auf, in wieweit beispielsweise die lost sequestration bzw. verlorene Senkenwirkung des Waldes in den Faktoren berücksichtigt werden müsste. Dies betrifft vor allem den THG-Faktor, nicht den Primärenergiefaktor. Durch den zwar – solange der Fern-Import von Holzpellets keine größere Rolle spielt – konservativ abgeschätzten niedrigen f_P ergibt sich ein Anreiz, Biomasse einzusetzen, denn dadurch können andere Investitionen in Gebäudeeffizienz, beispielsweise in Hülle oder Lüftung mit Wärmerückgewinnung, niedriger ausfallen, um den Referenzgebäudewert zu erhalten. Allerdings bedingt die Nebenanforderung an den Transmissionswärmeverlust, dass ein Mindestdämmstandard im Neubau eingehalten sein muss.

Qualitative Beschreibung

Die **Nutzungspflicht für erneuerbare Energien** (GEG Teil 2 Abschnitt 4) kann u.a. durch die Nutzung von Biomasse erfüllt werden³⁰, wobei die folgenden Bestimmungen gelten:

Werden die Anforderungen durch die Nutzung von fester Biomasse erfüllt, müssen nach § 38 (1) GEG mindestens 50 % des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Biomasse gedeckt werden. Die Anlagen müssen dabei den Bestimmungen der BImSchV entsprechen (siehe Tabelle 32).

Bei der Nutzung flüssiger Biomasse muss nach § 39 GEG der Wärme- und Kälteenergiebedarf ebenfalls zu mindestens 50 % durch Biomasse gedeckt werden und die Nutzung muss in einer KWK-Anlage oder in einem Brennwertkessel erfolgen. Zudem muss die eingesetzte Biomasse den Nachhaltigkeitsanforderungen der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung entsprechen.

Beim Einsatz gasförmiger Biomasse zur Erfüllung der Nutzungspflicht muss die Nutzung nach § 40 GEG in einer hocheffizienten KWK-Anlage oder in einem Brennwertkessel erfolgen. Dabei gelten folgende Anforderungen:

Bei der Nutzung in einer hocheffizienten KWK-Anlage muss der Anteil der Biomasse am Wärme- und Kälteenergiebedarf mindestens 30 % betragen.

Bei der Nutzung in einem Brennwertkessel müssen mindestens 50 % des Wärmebedarfs durch Biomasse gedeckt werden.

³⁰ Weitere Erfüllungsoptionen beinhalten die Nutzung von Solarthermie, Strom aus erneuerbaren Energien, Geothermie oder Umweltwärme, erneuerbare Kälte, die Nutzung von Abwärme, Kraft-Wärme-Kopplung sowie Fernwärme und Fernkälte. Eine Kombination verschiedener Erfüllungsoptionen ist ebenfalls möglich.

Gebäudeenergiegesetz (GEG) inkl. Ölkesselverbot

Für Biomethan und Bioflüssiggas gelten zudem weitere Anforderungen an die Massenbilanzierung

Betriebsverbot für über 30-Jahre alte Öl- und Gaskessel:

Nach § 72 (1) GEG gilt für Öl- und Gas-Konstanttemperaturkessel mit einer Nennleistung von 4-400 kW, die mindestens 30 Jahre alt sind, grundsätzlich ein Betriebsverbot. Ausgenommen sind Eigentümerinnen und Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern (EZFH), die ihr Gebäude am 01.02.2002 selbst bewohnt haben, §73 GEG. Hier greift die Austauschpflicht erst bei einem Eigentumswechsel mit einer Übergangsfrist von zwei Jahren.

Einbauverbot für monovalente Heizkessel:

Nach § 72 (4) GEG dürfen Heizkessel, die mit Heizöl oder mit festem fossilem Brennstoff beschickt werden, ab 2026 grundsätzlich nur dann eingebaut werden, wenn der Wärme- und Kältebedarf anteilig durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Eine Ausnahme bilden Gebäude, bei denen kein Anschluss an ein Gasversorgungs- oder Fernwärmennetz besteht und eine anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien technisch nicht möglich ist oder zu einer unbilligen Härte führt. Zudem greift das Einbauverbot nicht, wenn die Außerbetriebnahme im Einzelfall zu einer unbilligen Härte führen würde, § 72 (5) GEG.

Quantitative Wirkung

Die Nutzungspflicht für erneuerbare Energien (GEG Teil 2 Abschnitt 4) wirkt sich grundsätzlich steigernd auf die Nutzung von fester Biomasse zur Beheizung von Gebäuden aus, die Wirkung ist allerdings gering: Während die Nutzung von fester Biomasse in Neubauten ansteigt, wird diese häufig nur heizungsunterstützend als sekundäre Wärmequelle eingesetzt (Kaminöfen), deren Anteil regelmäßig nicht ausreicht, um die Nutzungspflicht des EEWärmeG zu erfüllen (BMWi 2015). Für primäre Heizungssysteme im Neubau spielt Holz eine untergeordnete Rolle³¹. Bezüglich der Emissionsminderung durch die Nutzungspflicht kann für die Abschätzung auf die Erfahrungsberichte zum EEWärmeG zurückgegriffen werden. Der zweite Erfahrungsbericht zum EEWärmeG weist darauf hin, dass die Wirkungen der EE-Nutzungspflicht im Neubau aufgrund der Begrenzung auf das relativ kleine Segment der Neubauten eingeschränkt ist und schätzt die jährliche Wirkung zu 0,3 Mt CO₂-eq ab. Aus den gleichen Zahlen kann man zudem ableiten, dass mit der gegenwärtigen Konstruktion von Q_p kein wesentlicher Anstoß verknüpft ist, Biomassekessel im Neubau einzusetzen. Dies hat u. a. damit zu tun, dass (1) im Neubau niedrige Vorlauftemperaturen und Flächenheizungen eingesetzt werden können, für die ein sehr wirtschaftlicher Betrieb von Wärmepumpen gegeben ist und (2) im Bereich der EZFH die erforderlichen Heizlasten oft sehr gering sind und eine Biomasse-Logistik dadurch zu aufwändig und die Investitionskosten zu teuer sind. Diese Argumentation gilt nicht für Biomasse-Zusatzzheizungen, die nach den Auslegungsbestimmungen mit einem pauschalen Anteil von 10 % an der Heizarbeit angerechnet werden dürfen. Diese Zusatzheizungen sind zum einen unter dem Aspekt der Behaglichkeit und des Wohnkomforts zu bewerten, zum anderen tragen sie zu einer Hybridisierung des Heizsystems bei und können an kalten Tagen die Spitzenlast des primären Heizsystems absenken. Die Wirkung im Bestand vermittelt über das BEG wird im entsprechenden Kapitel behandelt. Für das Betriebsverbot bzw. die Austauschpflicht für mehr als 30 Jahre alte Öl- und Gaskessel wird angenommen, dass de facto nur eine geringe Anzahl an Kesseln betroffen ist: Gründe sind insbesondere der eingeschränkte Anwendungsbereich der Regelung und die Ausnahmeregelungen (ifeu 2016).

³¹ Der Mittelwert des Anteils der Neubauten mit Holz als primärem Energieträger zur Beheizung beträgt in den Jahren 2016-2019 lediglich 5 % (Destatis-Neubaustatistik).

Gebäudeenergiegesetz (GEG) inkl. Ölkesselverbot

	<p>Für das Verbot monovalenter Ölkessel wurde im Kurzgutachten zu Maßnahmen zur Zielerreichung 2030 zur Begleitung des Klimakabinetts (Thamling et al. 2020) abgeschätzt, dass sich bis zum Jahr 2030 Emissionsminderungen von 0,7-0,9 Mt CO₂-Äq. ergeben. In der Abschätzung wird angenommen, dass 20 % der betroffenen Kessel durch Pelletkessel ersetzt werden. Bei einer geschätzten jährlichen Anzahl von etwa 40.000 - 60.000 Kesseln bis zum Jahr 2030 entspricht dies in Summe ca. 8.000 - 12.000 zusätzlichen Pelletkesseln.</p>
Aspekte der Nachhaltigkeit	<p>Das GEG stellt weder im Rahmen der EE-Nutzungspflicht noch für die allgemeine Nutzung von Holz zur Beheizung Anforderungen an die Nachhaltigkeit der genutzten festen Biomasse.</p>
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	<p>Es bestehen Wechselwirkungen zwischen den Regelungen im GEG und weiteren Instrumenten im Instrumentenmix, insbesondere mit der finanziellen Förderung in der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die sich auf die Effizienzgebäudesystematik bezieht, der steuerlichen Förderung für energetische Sanierungsmaßnahmen sowie mit der CO₂-Bepreisung nach BEHG. Bei den durch das Verbot zum Einbau monovalenter Ölkeksseln induzierten zusätzlichen Biomassekesseln ist insbesondere mit einer deutlichen Überschneidung mit der BEG zu rechnen.</p>
Fazit	<p>Die Regelungen im GEG wirken sich fördernd auf die Nutzung von Biomasse aus. Die fördernde Wirkung ist derzeit relativ eingeschränkt aufgrund des relativ begrenzten Anwendungsbereichs der Regelungen (Einbauverbot für Kessel beschränkt auf Öl, EE-Nutzungspflicht beschränkt auf Neubau), eine perspektivische Ausweitung der Regelungen würde allerdings einen deutlichen Nachfrageschub im Bereich der Biomasse bedingen.</p>

Tabelle 32: Beschreibung und Wirkung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und der ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV)

Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG); 1. BImSchV	
Regelungs-mechanismus	BImSchG: Definition Anforderungen u.a. an Anlagen, die Brennstoffe verbrennen (Kessel, Einzelöfen); Ermittlung von Emissionen und Immissionen, Sicherheitsprüfungen, Beschaffenheit von Anlagen, Stoffen, Erzeugnissen, Brennstoffen, Treibstoffen; Verbesserung Luftqualität und Luftreinhalteplanung Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV):
Qualitative Beschreibung	Ziel des Gesetzes ist es Menschen, aber auch Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre, sowie Kultur- und Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen insbesondere dadurch, dass dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorgebeugt wird. Im Kontext der Wärmeerzeugung adressiert es letztlich die Errichtung und den Betrieb aller Anlagen, die Raumwärme und Trinkwarmwasser durch das Verbrennen eines Brennstoffs bereitstellen und hier insbesondere die durch die Verbrennung verursachten Luftverunreinigungen (Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruchsstoffe), aber auch Geräusche, Erschütterungen oder Wärme. Das Gesetz ermächtigt die Länder, Bereiche festzulegen, in denen die Luftqualität auch dauerhaft überwacht wird, sowie die zur Einhaltung von Grenzwerten erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen. Die Länder können diese Aufgabe auch an untergeordnete Stellen delegieren (z.B. Regierungspräsidien, Kommunen). Das Gesetz ist dementsprechend auch die Grundlage für die Erstellung von Luftreinhalteplänen. In diesem Kontext ist es auch möglich, unter bestimmten Voraussetzungen den Betrieb von Verbrennungsanlagen (z.B. Kachelöfen, Einzelfeuerungsanlagen) bzw. den Einsatz bestimmter Brennstoffe zumindest zeitweise (so kurz wie möglich) zu untersagen, wobei das Prinzip der Verhältnismäßigkeit stets beachtet werden muss. Verbote und Einschränkungen sind insbesondere bei austauscharen Wetterlagen (wenig Luftaustausch) möglich. Einzuhalrende Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) festgelegt. Die Durchführung des Gesetzes mit Bezug zu der energetischen Nutzung fester Biomasse für Wärmebereitstellung ist in der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV) geregelt. Die Verordnung gilt für die Errichtung, Beschaffenheit und den Betrieb von Feuerungsanlagen, die keine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz benötigen (Ausnahme: Feuerungsanlagen, in denen gasförmige und flüssige Brennstoffe verbrannt werden und die eine Feuerungswärmeleistung von 1 MW oder mehr haben). In Abschnitt 1 (§ 3) werden Brennstoffe benannt, die in den adressierten Feuerungsanlagen genutzt werden dürfen. Danach dürfen folgende feste Biomassen eingesetzt werden: Grill-Holzkohle und -Holzkohlebriketts, naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde (Scheitholz, Hackschnitzel), naturbelassenes nicht stückiges Holz (Sägemehl, Späne, Schleifstaub, Rinde), Presslinge aus naturbelassenem Holz (Holzbriketts und -pellets), gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz, Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste (wenn keine Holzschutzmittel aufgetragen oder enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten) sowie Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe. In Abschnitt 2 der Verordnung sind Anforderungen an Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe (§ 4), sowie Emissionsgrenzwerte für Staub und CO für Anlagen mit einer thermischen Leistung >4 kW (§ 5) definiert. Demnach dürfen Einzelraumfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe (Ausnahmen: Grundöfen, Kamine), die ab dem 22.03.2010 errichtet wurden und werden, nur betrieben

Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG); 1. BImSchV

	<p>werden, wenn die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten unter Normbedingungen durch eine Typprüfung nachgewiesen und ein Mindestwirkungsgrad eingehalten wird. Offene Kamine dürfen nur gelegentlich betrieben werden und es dürfen nur naturbelassenes Holz bzw. Holzbriketts verbrannt werden. Grundöfen, die nach dem 31.12.2014 errichtet wurden, müssen mit Einrichtungen zur Staubminderung ausgestattet werden. Die festgelegten Anforderungen sollen zu einer Minimierung von Emissionen bzw. Immissionen führen/ beitragen. Sie begrenzen aber auch die Möglichkeiten für den Einsatz großer Mengen Biomasse insbesondere in Einzelraum- und Kaminöfen.</p> <p>Theoretisch haben Luftreinhaltepläne ein großes Potenzial zur Begrenzung der Nutzung fester Biomasse für die Raumwärmeerzeugung. Praktisch wurden Verbrennungs-/ Nutzungsverbote z.B. von Kaminöfen bislang aber nur selten ausgesprochen, v.a. in Stuttgart, zuletzt zwischen dem 28.03. und 01.04.2021*).</p>
Quantitative Wirkung	<p>Nach (UBA 2021b) gibt es rund 11,2 Mio. Einzelraumfeuerungsanlagen in Deutschland, die in erster Linie Holz nutzen. Ca. 50 % dieser sind nach (Rönsch 2019) Kaminöfen und offene Kamine, die Holz als Brennstoff nutzen. Die Anzahl der Einzelraumfeuerungsanlagen ist dabei seit ca. 20 Jahren nahezu konstant (vgl. (HKI - Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V. 2019)). Ein Rückgang der Anzahl aufgrund der Einführung der 1. BImSchV ist bislang nicht zu beobachten. Allerdings sind die Emissionen dieser Anlagen stark gesunken (Modernisierungen, Ersatz alter Anlagen). Es wird erwartet, dass die 1. BImSchV bis 2024 zur Stilllegung von ca. 4 Millionen Einzelraumfeuerungsanlagen führen wird. Bei nahezu konstanten Verkaufszahlen zwischen 2019 und 2024 führt dies zu einem Rückgang des Anlagenbestands um ca. 2,2 Millionen, bzw. ca. 20 %. Damit ist zu erwarten, dass sowohl die Holzmengen, die in Einzelraumfeuerungen genutzt werden, sowie die damit verbundenen Emissionen zurückgehen.</p> <p>Durch die aktuell bestehenden 162 Luftreinhaltepläne in Deutschland (vgl. (UBA 2020)) ist kein großer Anlagenrückgang bzw. Rückgang der eingesetzten Holzmengen zu erwarten, da die in den Plänen vorgesehenen Maßnahmen insbesondere den Verkehrssektor und selten die stationäre Verbrennung von Holz adressieren.</p>
Aspekte der Nachhaltigkeit	<p>Das BImSchG und die BImSchV adressieren nicht nur die Treibhausgasemissionen und den Brennstoffverbrauch, sondern auch vielfältige weitere Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen. Neben den oben genannten Luftverunreinigungen sind Verunreinigungen von Gewässern und Böden, sowie Schall-, Wärme, Licht, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen adressiert.</p>
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	<p>Das BImSchG und die 1. BImSchV schreiben Mindestanforderungen für die Emissionen und Immissionen aller Wärmeerzeuger vor, in denen ein Brennstoff verbrannt wird. Diese gelten dementsprechend für alle durch die BEG geförderten, bzw. nach dem GEG und/ oder Landeswärmegesetz zugelassenen Erfüllungsoptionen für die Erreichung bestimmter erneuerbarer Energien Mindestanteile an der Wärmebereitstellung in Neubauten und teilweise auch Bestandsgebäuden.</p>
Fazit	<p>Das BImSchG und die BImSchV wirken sich tendenziell senkend auf den Einsatz von Biomasse aus. Weitere Verschärfungen hinsichtlich Emissionsanforderungen an Öfen und Einzelraumfeuerungen können die Biomassenutzung in diesem Bereich weiter reduzieren.</p>

* Eine Übersicht aller bisher erlassenen Betriebsverbote von Einzelraumfeuerungsanlagen ist hier verfügbar:

<https://www.stuttgart.de/leben/umwelt/luft/komfort-kamine.php>

Tabelle 33: Beschreibung und Wirkung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	
Regelungs-mechanismus	Förderung für Heizungsanlagen basierend auf erneuerbaren Energien sowie Energieeffizienz in Gebäuden
Qualitative Beschreibung	<p>In der BEG werden die bisherigen Förderprogramme für Energieeffizienz in Gebäuden (insb. KfW Programme) sowie erneuerbare Wärme (insb. BAFA/MAP) gebündelt. Das BEG für Einzelmaßnahmen (EM) in der Zuschussvariante ist zum ersten Januar 2021 in Kraft getreten und wird durch das BAFA administriert. Die Förderung für Nichtwohngebäude (BEG NWG) und die Förderung für Wohngebäude (BEG WG) jeweils in der Zuschuss- und Kreditvariante, sowie die Kreditvariante der BEG EM starteten am 01.07.2021, womit die BEG vollständig umgesetzt ist. Diese Teile werden zunächst alle durch die KfW abgewickelt. Ab 2023 sollen alle direkten Investitionszuschüsse über das BAFA und alle Kreditvarianten über die KfW abgewickelt werden. In der BEG ist eine jährliche Programmevaluierung vorgesehen, in deren Rahmen insbesondere auch die Menge der energetischen Biomassenutzung durch die geförderten Maßnahmen untersucht wird. Parallel dazu erfolgt ein vierteljährliches Monitoring der Förderung im Bereich der Biomasseheizungen, um die EU-rechtlichen Vorgaben der NEC-Richtlinie einzuhalten und kurzfristig auf Fehlentwicklungen reagieren zu können. In diesem Zuge erfolgt ein Datenaustausch zwischen BAFA, KfW, Umweltbundesamt und DBFZ.</p> <p>Im Rahmen der BEG WG und BEG NWG geförderten Effizienzhäuser muss der nach den Vorgaben des GEG berechnete Wärmebedarf zu mindestens 55 % durch Wärme aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Eine Option ist dabei die Nutzung fester Biomasse. Bei der BEG WG sind die Anforderungen nach § 38 Absatz 2 (Nutzung nur in Biomassekesseln oder automatisch beschickten Biomasseöfen; nur Biomasse nach § 3 Absatz 1 Nummer 4, 5, 5a, 8 oder 13 der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)) und § 90 Absatz 2 (Mindesteffizienz der Anlage 89 %) GEG zu erfüllen.</p> <p>Mit der BEG EM wird der Einbau von Anlagen zur Wärmeerzeugung in bestehenden Gebäuden gefördert. Voraussetzung ist, dass durch die Maßnahme der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung auf mindestens 25 % erhöht und das gesamte Heizungssystem optimiert wird. Im Bereich der Biomassenutzung werden Anlagen zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung ebenso gefördert wie Gas-Hybridheizungen mit einem Biomasseanteil (Leistung Biomasse mindestens 25 % der Gebäudeheizlast), Erneuerbare-Energien-Hybridheizungen (z.B. Biomassekessel in Kombination mit einer Wärmepumpe oder Solarthermieanlage) und reine Biomasseheizungen. Biomasseheizungen müssen mindestens eine Nennwärmleistung von 5 kW haben und die in der Anlage der BEG EM definierten technischen Mindestanforderungen erfüllen. Im Gegensatz zu anderen förderfähigen Anlagen muss bei Biomasseanlagen nur die erzeugte Wärmemenge gemessen werden. Eine Effizienzanzeigepflicht³² besteht nicht. Es sind Mindesteffizienzwerte und Emissionsgrenzwerte für Biomasseanlagen definiert (s. unten).</p> <p>Es werden insbesondere Biomassepellet- und Hackschnitzelkessel, Pelletöfen mit Wassertasche, Kombinationskessel zur Verbrennung von Pellets bzw. Hackschnitzeln und Scheitholz, sowie emissionsarme Scheitholzvergaserkessel gefördert. Nicht gefördert werden luftgeführte Pelletöfen, handbeschickte Einzelöfen, Anlagen zur überwiegenden Verfeuerung von Abfallstoffen aus der gewerblichen Holzbe- und -verarbeitung, Biomasseanlagen, die unter Naturzugbedingungen arbeiten, Anlagen, bei denen die 17. BImSchV zur Anwendung kommt und Anlagen zur Beseitigung von Abfällen, die vor der Ablagerung einer Behandlung zugeführt werden.</p>

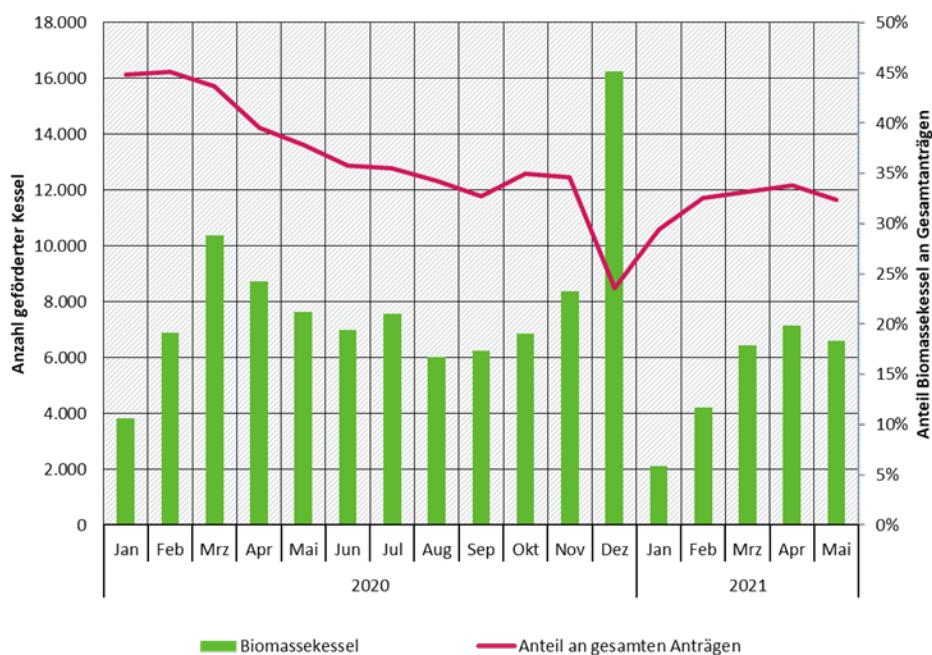
³² Förderfähige Wärmeerzeuger müssen ab dem 01. Januar 2023 die gemessenen Energieverbräuche und Wärmemengen entweder über dessen Display/Nutzerinterface, ein Energiemanagementsystem, ein externes Gerät oder eine externe Applikation anzeigen. Die Werte müssen mit der vorherigen Heizperiode verglichen werden können. Eine Ausnahme sind förderfähige Biomasseheizungen. Vgl. https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_liste_technische_faq.pdf?__blob=publicationFile&v=5

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

	<p>Die Förderhöhe (bezogen auf die förderfähigen Investitionskosten) für reine Biomasseheizungen beträgt i.d.R. 35 % und 40 % bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von maximal 2,5 mg/m³ (Innovationsbonus Biomasse; Werte gelten auch für Erneuerbare Energien Hybridheizungen). Wird mit der Maßnahme eine Ölheizung ersetzt erhöht sich der Fördersatz um zehn Prozentpunkte auf 45 % bzw. 50 %. Wird eine Maßnahme im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans umgesetzt, erhöht sich die Förderquote um fünf Prozentpunkte. Prinzipiell können ab Juli 2021 auch Einzelmaßnahmen durch die Kreditförderung der KfW gefördert werden, es ist aber davon auszugehen, dass diese auch weiterhin in erster Linie über die Zuschussförderung finanziert werden. Die weiteren Ausführungen beziehen sich daher ausschließlich auf die Zuschussförderung.</p>
Quantitative Wirkung	<p>Anhand der bisherigen Förderfälle und Antragstellungen seit der Verbesserung der Förderbedingungen im Januar 2020 kann die Entwicklung des Mittelabrufs und somit der Verbreitung von Heizungstechnologien auf Basis erneuerbarer Energien abgeschätzt werden.</p> <p>Biomasseanlagen hatten zwischen 2015 und 2019 einen Anteil von 24 % bis 35 % an den insgesamt gestellten Anträgen im Rahmen des MAP. Dies waren zwischen 18.603 und 27.425 (Mittelwert 23.007) ((BAFA 2020; Zech et al. 2019). Mit Beginn 2020 wurden die Förderbedingungen im Rahmen des MAP angepasst. Dies hat zu einem starken Anstieg der Antragszahlen geführt, im Bereich der Biomassenutzung auf 95.755 eingegangene Anträge im Jahr 2020 (+316 %). Der Anteil der Biomasse an den insgesamt gestellten Förderanträgen blieb mit 34 % auf einem ähnlichen Niveau wie in den Jahren zuvor. In den Monaten Januar bis Mai 2021 sind allerdings die Antragszahlen im Bereich der Biomasse ggü. dem Vorjahr um 29 % zurückgegangen (BAFA 2020, 2021) Hält dieser Trend an, ist im Jahr 2021 mit ca. 67.900 Anträgen im Bereich der Biomasse zu rechnen, was noch immer 147 % mehr ist als im Mittel der Jahre 2015 bis 2019. Die monatlichen Antragszahlen und der Anteil der Biomasse an den Gesamtanträgen des Jahres 2020 und der Monate Januar bis Mai 2021 sind in Abbildung 19 dargestellt.</p> <p>Die Anzahl der tatsächlich geförderten Anlagen lag 2015 bis 2018 (Zeitraum der aktuellen MAP-Evaluation) bei im Mittel 19.886 Anlagen pro Jahr. Dies entspricht 82 % der im Mittel in diesem Zeitraum eingegangenen Anträge. Nach (BAFA 2020) betrug auch 2019 das Verhältnis der geförderten zu den beantragten Anlagen 81 %. Diese werden zu einem großen Teil erst 2021 umgesetzt werden. Wird von einer Umsetzungsquote wie vor der Anpassung des MAP bzw. dem Start der BEG EM ausgegangen, ist auch bei den tatsächlich geförderten Biomasseheizungen mit einem Anstieg von nahezu 200 % bis über 300 % im Vergleich zum Zeitraum 2015 bis 2019 zu rechnen, was einem Anstieg auf circa 55.900 bis nahezu 80.000 Förderfällen pro Jahr entspricht. Ob der starke Anstieg der Förderanträge 2020 auch langfristig anhält, kann noch nicht beurteilt werden. Nach (Zech et al. 2019) ist insgesamt der Absatz von Biomasseanlagen zwischen 2013 und 2018 zurückgegangen.</p> <p>Nach (Zech et al. 2019) wurden durch die geförderten Biomasseheizungen 2018 664,4 GWh (Endenergie) bereitgestellt. Dies entspricht im Mittel 37.886 kWh pro gefördert Anlage. Unter der Annahme, dass auch die im Rahmen der BEG geförderten Biomasseheizungen im Mittel dieselbe Endenergiemenge liefern ergibt sich eine zusätzliche Endenergiebereitstellung in Höhe von ca. 2.120 bis nahezu 3.000 GWh/a. In (Zech et al. 2019) sind durch die Förderung verursachte Emissionsminderungen für 2018 in Höhe von 203.525 t/a angegeben. Dies entspricht im Mittel 11,6 t/a pro Förderfall. Unter der Annahme gleichbleibender Effekte sind Emissionsminderungen zwischen 648.777 und 916.633 t/a zu erwarten.</p>

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Abbildung 19: Anträge auf Förderung von Biomassekesseln 2020 und Januar bis Mai 2021



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf (BAFA 2021a) und (BAFA 2021b)

Aspekte der Nachhaltigkeit

Es werden keine Nachhaltigkeitsanforderungen an die Herkunft der eingesetzten Biomasse gestellt.

Mindesteffizienzwerte für Kessel:

Der jahreszeitliche Raumheizungsnutzungsgrad η_s gemäß Öko-Design-Richtlinie muss mindestens 78 % erreichen. Bis zum 31.12.2022 kann alternativ auch nachgewiesen werden, dass bei Pellet-, Hackgut- und Scheitholzvergaskesseln ein Kesselwirkungsgrad von mindestens 90 % und bei Pelletöfen mit Wassertasche von mindestens 91 % erreicht wird.

Emissionsgrenzwerte:

Kohlenmonoxid: 200 mg/m³ bei Nennwärmeleistung, 250 mg/m³ bei Teillastbetrieb
Staub: 15 mg/m³; bei Innovationsbonus Biomasse 2,5 mg/m³

Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten

GEG: Verpflichtungen der Nutzung erneuerbarer Energien auch in Bestandsgebäuden kann zu einem Anstieg der Förderfälle im BEG führen, solange die Nutzung fester Biomasse eine Option zur Erfüllung erneuerbarer Wärmequoten in Gebäuden ist
Landeswärmegesetze: Verstärkung der Nachfrage nach Biomasseanlage durch die Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien auch in Bestandsgebäuden für die Wärmebereitstellung in Landesgesetzen, wie z.B. in Baden-Württemberg

Landesförderungen: Zusätzliche Förderung zu der Förderung des BEG in Landesförderprogrammen zur energetischen Biomassenutzung kann die Nachfrage nach Biomasse erhöhen

Fördersummen/ Subventionen

2015 bis 2018 wurden für Biomasseheizungen Fördermittel zwischen 33,5 und 85,7 Mio. € jährlich ausbezahlt (im Mittel 67,6 Mio. €/a).

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Fazit	Das BEG hat derzeit eine starke fördernde Wirkung auf den dezentralen Einsatz von Biomasse im Wärmemarkt. Anpassung der Förderbedingungen (Fördersätze; Qualitätsanforderungen usw.) sind daher von großer Bedeutung.
-------	---

Tabelle 34: Beschreibung und Wirkung der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)**Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)**

Regelungsmechanismus	<p>Die BEW ist noch nicht in Kraft getreten, ein Zeitplan wann dies der Fall sein wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt (Anfang Dezember 2021) nicht öffentlich bekannt. Am 16.07.2021 hat das BMWi einen ersten Förderrichtlinienentwurf vorgelegt, der in den weiteren Monaten angepasst worden ist. Vorliegend beziehen wir uns auf die Richtlinienfassung vom 18.08.2021 (BMWi 2021).</p> <p>Die BEW soll den Neubau von Wärme- und Kältenetzen mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien und die Transformation von Bestandswärme- und -Kältenetzen substanzIELL fördern (ifeu 2020). Ziel ist es, den Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme in Wärme- und Kältenetzen bis zum Jahr 2025 auf 25 % und bis 2030 auf 30 % auszubauen. Die BEW soll aus drei Modulen bestehen:</p> <p>Modul 1: Machbarkeitsstudien und Transformationspläne. Förderfähig sind Machbarkeitsstudien für die Neuerrichtung von Wärmenetzen und Transformationspläne, die dem Zweck dienen, den Umbau bestehender Wärmenetzsysteme hin zu einer vollständigen Versorgung durch erneuerbare Energiequellen bis 2045 darzustellen.</p> <p>Modul 2: Systemische Förderung (Investitions- und Betriebskostenförderung). Setzt auf Modul 1 auf und erfasst alle Maßnahmen von der Installation der Erzeugungsanlagen über die Wärmeverteilung bis zur Wärmeübergabe an die versorgten Gebäude, sofern sie einen Beitrag zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung des Wärmenetzes leisten.</p> <p>Modul 3: Einzelmaßnahmen. Förderfähig sind schnell umsetzbare Maßnahmen in Wärmenetzen, z. B. Solarthermieanlagen, Wärmepumpen und Biomassekessel.</p> <p>Anlagen zur Verfeuerung von fester Biomasse werden gefördert, wenn sie bestimmte Anforderungen erfüllen: Wenn sie naturbelassene Biomasse gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 4, 5, 5a, 8 oder 13 der 1. BImSchV einsetzen. Für Anlagen unter 1 MW gelten die folgenden Emissionsgrenzwerte: Kohlenmonoxid 200 mg/m³ bei Nennwärmeleistung, 250 mg/m³ bei Teillastbetrieb; Staub 15 mg/m³. Für Anlagen ab 1 MW und Anlagen nach der 4. BImSchV gelten die Anforderungen nach der 44. BImSchV, mit der Maßgabe, dass ein Emissionsgrenzwert für Gesamtstaub von 10 mg/m³ nicht überschritten werden darf und der Wirkungsgrad mindestens 70 % betragen muss. Wenn mehrere neue Anlagen unter 1 MW in das gleiche Netz einspeisen und dadurch mehr als 1 MW neue Feuerungswärmeleistung angeschlossen wird, gilt ab der zweiten neuen Anlage, dass die eingesetzten Brennstoffe auf einer Brennstoffliste stehen müssen, die sich an die Positivliste des Programms „EEW“ (Energieeffizienz in der Wirtschaft) für Prozesswärme anlehnt (auch wenn die Anlagen selbst eine Feuerungswärmeleistung von unter 1 MW haben).</p> <p>Für Anlagen ab 1 MW gilt ausweislich des Anhangs 1 der Richtlinie ebenso die Brennstoffliste.</p>
----------------------	--

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Die verfeuerte feste Biomasse muss den Nachhaltigkeitskriterien der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung in der jeweils geltenden Fassung entsprechen. Die Förderfähigkeit von Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse hängt darüber hinaus, von der Netzlänge und der Betriebsstundendauer ab: nach Richtlinienstand vom August 2021 sind Biomasseanlagen nur förderfähig, bei Netzen mit einer Länge von mehr als 50 km, soweit sie eine Betriebsstundendauer von maximal 2.500 h/a aufweisen. KWK-Anlagen und EEG-Anlagen, die über das KWKG bzw. das EEG gefördert werden, sind nicht förderfähig im Rahmen der BEW.

Qualitative Beschreibung

Die BEW dient nach derzeitiger Lage voraussichtlich dazu, den Einsatz fossiler Brennstoffe in Wärmenetzen zu reduzieren. Feste Biomasse ist dabei als Brennstoff zugelassen, wird allerdings restriktiv behandelt (z. B. indem Nebenanforderungen gelten (s. o.), es keine Betriebspromie gibt und maximal zugelassene Biomasseanteile an der jährlich erzeugten Wärmemenge im Netz im Endzustand einer Transformation definiert werden).

Bei der Transformation von Fernwärmenetzen, insbesondere kohlebasierter Netze, sind zwei Herausforderungen gleichzeitig zu behandeln: Die zeitgerechte Substitution großer Wärmeerzeuger und die Abdeckung eines anfangs noch hohen Temperaturniveaus, das erst im Rahmen eines mitunter längeren Übergangszeitraums abgesenkt werden kann (ifeu 2020).

Während es insgesamt ein Anliegen ist, und in den entsprechenden Szenariostudien auch entsprechend behandelt wird, feste Biomasse auch in Wärmenetzen sukzessive u. a. durch Wärmepumpen zu ersetzen, ergeben sich damit Einsatzbereiche, die in einer Übergangszeit mengenmäßig relevant bleiben könnten:

Spitzenkessel mit hohen Leistungs-, aber niedrigen Arbeitsanteilen;

Temperaturbooster, z. B. von Großwärmepumpenanlagen;

In kleineren ländlichen Netzen: komplementäre Nutzung von örtlich anfallender Biomasse, oft in Kopplung mit Biogas-Anlagen;

Kurzfristiger Ersatz von fossilen Wärmekapazitäten, da die Geschwindigkeit des Einsatzes/der Vorplanungszeitraum für tiefe Geothermie, Abwärme und Großwärmepumpen oftmals länger ist.

Im Rahmen des Transformationsplans verlangt die BEW in diesen Einsatzfällen eine „Exnovationsstrategie“, also eine Ausstiegsstrategie, für die Biomasse in der übernächsten Investitionsgeneration.

Die Begrenzung großer Biomasse-Kessel auf unseres Erachtens zum jetzigen Zeitpunkt energiewirtschaftlich sinnvolle Einsatzbereiche und die Begrenzung der Betriebsstunden soll unserer Ansicht nach auch verhindern, dass große Biomassekessel auf Basis von importierten Brennstoffen ohne ganzheitliche Transformationsstrategie realisiert werden.

Bewusst gewährt die BEW keine Betriebspromie für Biomasse-Anlagen, um brennstofffreie oder EE-elektrische Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen entsprechend des Zielbildes besserzustellen und keine Sogwirkung für den Einsatz von Biomasse zu erzeugen.

Ein weiterer Aspekt des Einsatzes von Biomasse in Wärmenetzen ist, dass ein „Ausstieg aus der Biomasse-Brücke“ deutlich einfacher als bei einem

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

	<p>dezentralen Einbau von Biomasse-Heizungen ist, da es sich um einen zentralen Wärmeerzeuger handelt: die Investitionsentscheidung muss nur der Wärmenetzbetreiber treffen, nicht viele Tausend einzelne Betreiber von dezentralen Biomasse-Kesseln. Eine Reaktion auf Brennstoffknappheiten durch eine Reduktion der Betriebszeiten der Biomasse-Kessel oder durch einen kurzfristigen Ersatz durch einen anderen erneuerbaren Energieträger, etwa durch Zubau einer weiteren Wärmepumpe usw., ist so deutlich einfacher zu bewerkstelligen. Durch die BEW und andere Maßnahmen, beispielsweise temperaturabhängige Wärmetarife und das BEG, das die Sanierung der an Wärmenetze angeschlossenen Gebäude fördert, sollten in der Zwischenzeit Maßnahmen zur Temperaturabsenkung in den Netzen getroffen werden, insbesondere bei Einsatz von Wärmepumpen.</p>
Quantitative Wirkung	<p>Eine quantitative Bewertung der Marktwirkung der BEW kann noch nicht vorgenommen werden, da das Förderprogramm noch nicht in Kraft ist. Basierend auf der Wirtschaftlichkeitsanalyse (ifeu 2020) ist die Förderquote von 40 % ausreichend, um kleine Biomassenetze (die mit den Wärmegestehungskosten dezentraler Heizungen konkurrieren), kostenseitig konkurrenzfähig zu machen. Für große Biomasseanlagen dürfte die Förderung nicht ausreichend sein, um ohne weitere Vorkehrungen große Wärmenetze mit hohen Wärmeanteilen aus Biomasse zu versorgen. Hier erhält die Biomasse die Rolle eines wichtigen Netzfunktionen (Temperatur, Spitzenlast, Zeitüberbrückung) ergänzenden Energieträgers.</p>
Aspekte der Nachhaltigkeit	<p>Die BEW zielt auf eine Balance aus Defossilisierungsstrategie für Wärmenetze und unseres Erachtens sinnvolle Begrenzung des Einsatzes von Biomasse durch zusätzliche Umweltanforderungen, z. B. Nachhaltigkeitsliste für Brennstoffe oder Emissionsgrenzwerte für CO und Feinstaub.</p>
Fazit	<p>Die BEW hat bereits Vorkehrungen zur Reduktion des Biomasse-Einsatzes in Wärmenetzen getroffen. Inwieweit die BEW für die Implementierung von neuen Biomasse-Wärmeanlagen genutzt wird, kann erst mit Inkrafttreten der BEW beurteilt werden.</p>

4.2.1.2 Gesetze, Verordnungen und Förderinstrumente der Länder (ausschließlich Wärmesektor)

Die Auswahl der im Folgenden beschriebenen und analysierten Instrumente ist nicht abschließend und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit bezüglich existierender Gesetze, Verordnungen und Förderinstrumente der einzelnen Bundesländer. Vielmehr wird auf beispielhafte Instrumente mit entsprechend großen Wirkungen fokussiert.

Tabelle 35: Beschreibung und Wirkung des Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Baden-Württemberg

Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Baden-Württemberg (Novelle 2015)

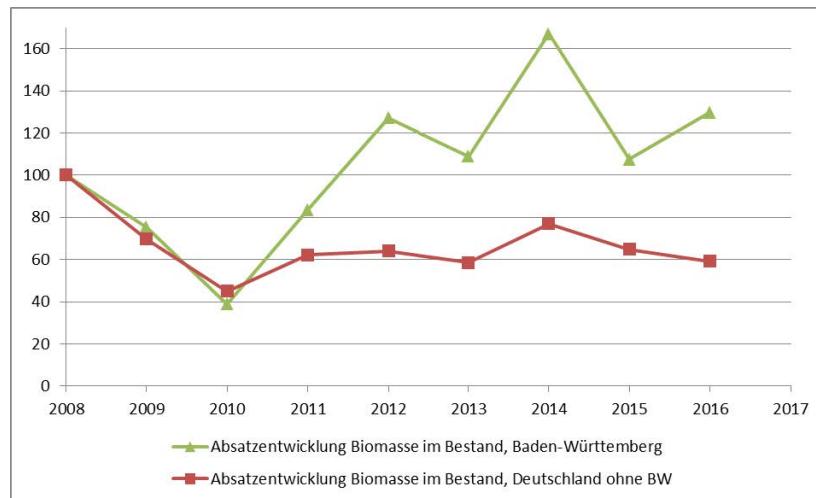
Regelungsmechanismus	Grundsätzlich EE-Nutzungspflicht zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs bei Kesseltausch oder Kesselneueinbau in Wohn- und Nichtwohngebäuden im Umfang von 15 % pro Jahr (seit Novelle 2015; vorher 10 % nur für Wohngebäude (Landtag BW 2015)). Ersatzweise muss der Wärmeenergiebedarf um mindestens 15 % reduziert werden.
----------------------	--

Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Baden-Württemberg (Novelle 2015)

	<p>Zur Erfüllung sind unterschiedliche Heizungssysteme auf Basis fester Biomasse zugelassen:</p> <p>Folgende Einzelraumfeuerungen, wenn sie mind. 30 % der Wohnfläche überwiegend beheizen oder mit einem Wasserwärmeübertrager ausgestattet sind: Kamineinsatz oder Heizeinsatz für Kachel- oder Putzöfen mit Mindestwirkungsgrad von 80 % (ausschließlich naturbelassenes stückiges Holz) oder Grundofen (ausschließlich naturbelassenes stückiges Holz) oder Ofen entsprechend DIN EN 14785:2006-09 zur Verfeuerung von Holzpellets mit mind. 90 % Mindestwirkungsgrad</p> <p>Zentralheizungsanlagen:</p> <p>Scheitholz-, Pellets- oder Holzhackschnitzelkessel, wenn sie 15 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs des Gebäudes decken. Bei mehreren Kesseln: Holzkessel muss mind. 15 % der Leistung der Gesamtanlage erbringen.</p>
Qualitative Beschreibung	<p>Das EWärmeG hat sich im Evaluationszeitraum (2008 – 2017) als effektiv für den Ausbau von Wärme aus fester Biomasse v.a. in Wohngebäuden erwiesen (ifeu et al. 2018a).</p> <p>Die Absatzzahlen für Biomasse-Kessel sind seit 2011 in Baden-Württemberg deutlich höher gegenüber der bundesweiten Entwicklung.</p> <p>Pelletkessel sind nach Wärmepumpen das meist empfohlene Heizsystem nach dem letzten Sanierungsschritt im Sanierungsfahrplan bei Wohngebäuden.</p>
Quantitative Wirkung	<p>Das EWärmeG hat zu einem Ausbau von Biomasse-Heizungen geführt (ifeu et al. 2018a).</p> <p>Ab dem Jahr 2011 hat sich die Absatzentwicklung von Biomasse-Heizungen in Baden-Württemberg vom restlichen Bundesrend entkoppelt. Insgesamt ist der Ausbau in Baden-Württemberg – neben dem Spitzenreiter Bayern – in der Regel deutlich oberhalb des Anlagenausbaus im Bundesgebiet. Die nachfolgende Abbildung 20 stellt diese Entwicklung als Index von 2008 bis zum Jahr 2016 dar, wobei zu sehen ist, dass der Absatz von Biomasse-Heizungen in Baden-Württemberg gegenüber dem im übrigen Deutschland insbesondere in den Jahren 2012, 2014 und 2016 deutlich gestiegen ist.</p> <p>Überwiegend verläuft die Absatzentwicklung auf unterschiedlichem Niveau in etwa parallel zueinander, d. h. steigt der Absatz von Biomasse-Heizungen im Bundesrend, steigt er auch in Baden-Württemberg. Lediglich ab 2015 zeichnet sich eine andere Entwicklung ab: während die Absatzentwicklung im übrigen Deutschland abnimmt, nimmt sie in Baden-Württemberg im Zuge der Novelle des EWärmeG zu.</p>

Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Baden-Württemberg (Novelle 2015)

Abbildung 20: Absatzentwicklung (Index) von Biomassekesseln im Gebäudebestand



Quelle: (ifeu et al. 2018a)

In absoluten Zahlen gingen im Jahr 2008 rund 4.400 Biomasse-Heizungen in den baden-württembergischen Gebäudebestand. Im Jahr 2016 waren es rund 5.700 Anlagen. Dies entspricht einer prozentualen Steigerung von knapp 30 %.

Der Anteil der festen Biomasse an der Erfüllung des EWärmeG ist gemäß (ifeu et al. 2018a) im Zeitverlauf schwankend: in den Jahren 2010 bis zum 1. Halbjahr 2015 variierte er zwischen 14 und 18 %, im zweiten Halbjahr 2015 bis zum Jahr 2017, also seit der Novelle des EWärmeG, variierte er zwischen 20 und 27 %; eine eindeutige Tendenz nach oben oder unten ist nicht erkennbar. Der Anteil an Einzelraumfeuerungen an den Pflichterfüllungen mit fester Biomasse lag im EWärmeG 2015 bei rund 43 %.

Aspekte der Nachhaltigkeit

Effizienzanforderungen an Biomasse-Heizungen sind vermutlich insgesamt von geringer Marktbedeutung, da die marktgängigen Kessel diese in der Regel bereits einhalten.

Diskutiert wurde in Baden-Württemberg intensiv eine Ausweitung der Erfüllungsoptionen auf andere nicht wasserführende Kaminöfen. Diese Diskussion stand zum einen vor dem Hintergrund der damals aktuellen Debatte um NOx- und Staubemissionen, zum anderen würden nicht emissionsoptimierte „Billigöfen“ eine sehr einfache Möglichkeit zur Erfüllung der EE-Pflicht eröffnen, die u.U. keinen dauerhaften Entlastungseffekt zur Folge hätte. Diskutiert wurden die DIN Plus-Anforderungen und das Vorhandensein von technischen Maßnahmen der Emissionsminderung, z. B. Filter als Fördervoraussetzung. Letztlich wurde aber der Kreis der zugelassenen Erfüllungsoptionen nicht ausgeweitet. Resultierend kann daher festgehalten werden, dass das EWärmeG keine Nachhaltigkeitsimpulse über die Effizienzanforderungen hinaus setzt.

Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten

Marktanreizprogramm (MAP): Zieht man zusätzlich die einwohnerspezifische Förderrate von Biomasse-Kesseln aus dem Marktanreizprogramm zu Rate, zeigt sich, dass „die Entwicklung in Baden-Württemberg und im übrigen Bundesgebiet zwar stets nah beieinander lag; beginnend mit dem Jahr 2009 jedoch Baden-Württemberg durchgehend leicht oberhalb des Trends im übrigen Bundesgebiet lag (ifeu et al. 2018a).“

Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Baden-Württemberg (Novelle 2015)

	<p>Im Vergleich der Zahlen des Bundesverbandes der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) und MAP-Zahlen deutet einiges darauf hin, dass die Entwicklung in Baden-Württemberg zum Teil auf einem von der Förderung unabhängigem Markt beruht. Damit liefern die Zahlen ein Indiz für eine fördernde Wirkung des EWärmeG für den Ausbau von Biomasse-Heizungen.</p> <p>Andere Pflichterfüllungsoptionen im EWärmeG: Der Anstieg des Anteils fester Biomasse zur Pflichterfüllung mit Inkrafttreten der EWärmeG-Novelle 2015 auf 27 % kann auch damit erklärt werden, dass die Nutzung von Biomethan als Pflichterfüllung ab 2015 durch eine Begrenzung auf die Pflichtanerkennung bei 10 % mit anderen Erfüllungsoptionen gekoppelt werden musste und daher erschwert wurde, bis mit dem Sanierungsfahrplan ein marktübliches Instrument entwickelt wurde.</p>
Fazit	<p>Verschiedene Bundesländer – und vereinzelte Stakeholder auf Bundesebene – diskutieren über eine Einführung eines ähnlichen EWärmeG (siehe nächste Tabelle: HmbKliSchG). Eine Diskussion des EWärmeG in Hinblick auf die Wirkung für dezentrale Biomassenutzung ist daher durchaus von Bedeutung.</p>

Tabelle 36: Beschreibung und Wirkung des Hamburgischen Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG)

Hamburgisches Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG)	
Regelungs-mechanismus	<p>§ 17 Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien bei der Wärmeversorgung § 6 Hamburger Klimaplan: dort sind Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele definiert, die ebenfalls Auswirkungen auf die Biomassenutzung haben</p>
Qualitative Beschreibung	<p>Das Hamburgische Gesetz zum Schutz des Klimas schreibt fest, dass Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung bei allen Planungen, Maßnahmen und Entscheidungen der Freien und Hansestadt Hamburg sowie landesunmittelbaren Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts zu berücksichtigen sind. Ziel ist es nach § 2 HmbgKliSchG „<i>durch eine möglichst sparsame, rationelle und ressourcenschonende sowie eine umwelt- und gesundheitsverträgliche Erzeugung, Verteilung und Verwendung von Energie</i>“ einen Beitrag zu den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens zu leisten. Unter anderem soll der Kohleausstieg in Hamburg so schnell wie möglich umgesetzt werden (bis 2030). In diesem Kontext sind die in Hamburg aktiven Wärmeversorgungsunternehmen verpflichtet Dekarbonisierungsfahrpläne für ihre Wärmenetze zu erstellen, in denen u.a. dargelegt wird, wie der Anteil erneuerbarer Energien bis zum 31.12.2029 auf mindesten 30 % erhöht wird. Der biologisch abbaubare Anteil des Abfalls kann hierbei mit pauschal 50 % angenommen werden. § 12 HmbgKliSchG beschränkt darüber hinaus den Einbau bestimmter Heizkessel. U.a. dürfen ab dem 31.12.2021 keine Heizkessel mehr neu angeschlossen werden, die mit flüssigen Brennstoffen betrieben werden (Ausnahme Flüssiggas). Dieses Verbot gilt ab dem 01.01.2026 auch für den Kesseltausch, außer der Einbau einer anderen Heiztechnik ist technisch nicht machbar oder würde im Einzelfall zu einem unangemessenen Aufwand bzw. zu unzumutbaren Härten führen.</p>

Hamburgisches Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG)

Zusätzlich zum Verbot bestimmter Heizkessel schreibt § 17 HmbgKliSchG vor, dass bei einem Austausch oder dem nachträglichen Einbau einer Heizungsanlage nach dem 30.06.2021 alle Eigentümerinnen und Eigentümer von Gebäuden, die vor dem 01.01.2009 errichtet wurden, mindestens 15 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs aus erneuerbaren Energien decken müssen. Explizite Regelungen mit Bezug auf die Nutzung fester Biomasse sind nicht festgeschrieben. Es werden lediglich Erfüllungsoptionen für die Nutzung solarthermischer Anlagen benannt, sowie möglich Ersatzmaßnahmen beschrieben (z.B. Anschluss an ein Wärmenetz, Energieeinsparungen durch bauliche Maßnahmen, die Erstellung eines Sanierungsfahrplans oder Quartierslösungen). Insgesamt ist der Fokus für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Hamburg die Fernwärme. Das Gesetz beinhaltet auch die Pflicht zur Erstellung eines Klimaplans. Darin sind Transformationspfade und Maßnahmen im Detail beschrieben (s. (Freie und Hansestadt Hamburg 2019)). Im Bereich der Fernwärme ist u.a. die Nutzung „nachhaltig erzeugter Biomasse“ als Dekarbonisierungsoption genannt (Maßnahme Investition in große EE-Anlagen für die vollständige Dekarbonisierung (Großwärmepumpen, Biomasse, Großflächen-Solarthermie, Saisonale Speicher)), wobei feste Biomasse in den derzeitigen Dekarbonisierungsstrategien für die Fernwärme nicht explizit als Option aufgeführt ist. Ziele oder Einschränkungen hinsichtlich der Nutzung fester Biomasse in Einzelgebäuden sind nicht benannt. Es ist lediglich das Ziel zur Erhöhung des Biogasanteils für öffentliche Gebäude und öffentliche Unternehmen auf 5 % beziffert.

Quantitative Wirkung

Die Nutzungspflicht erneuerbarer Energien für die Wärmebereitstellung auch in Bestandsgebäuden nach dem HmbgKliSchG gilt erst ab dem Jahr 2021. Aus diesem Grund liegen noch keine empirischen Erfahrungen vor. Für die Wirkungsabschätzung wird daher auf Erfahrungswerte aus Baden-Württemberg zurückgegriffen. Hier lag der Anteil fester Biomasse an der Erfüllung der Anforderungen nach dem EWärmeG bei 20 % bis 27 %. Der Anteil an Einzelraumfeuerungen hiervon betrug 2015 rund 43 %. Seit der Einführung des EWärmeG ist der Absatz von Biomassefeuerungen in Baden-Württemberg um ca. 30 % gestiegen.

Aspekte der Nachhaltigkeit

Bezogen auf Biomasseheizungen (Zentralheizungen, Einzelfeuerungen) sind keine Nachhaltigkeitsaspekte adressiert. Im Bereich der Fernwärmeverzeugung ist eine der im Klimaplan benannten Optionen die Nutzung von nachhaltig erzeugter Biomasse benannt, ohne näher zu erläutern was genau darunter zu verstehen ist. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass entsprechende Zertifikate und Regelungen auf Bundes- und EU-Ebene Anwendung finden werden und darüber hinaus keine strengeren Nachhaltigkeitsanforderungen definiert werden.

Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten

Die Nutzungspflicht erneuerbarer Energien beim Kesseltausch bzw. beim Neubau hat starke Wechselwirkungen mit der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG), da davon auszugehen ist, dass für diese Anlagen eine Förderung beantragt wird. Da die Förderkonditionen für erneuerbare Heizungen aber gleichzeitig mit dem HmbgKliSchG in Kraft getreten sind ist es nicht möglich die jeweiligen Wirkungen differenziert auszuwerten. Wechselwirkungen gibt es im Bereich der EE-Nutzungspflicht in Neubauten darüber hinaus mit den Regelungen im GEG. Aufgrund des Fokus der Stadt Hamburg auf die Fernwärme bestehen Querbezüge und Wechselwirkungen mit der Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) sowie dem KWKG, insbesondere auch, da im Klimaplan der Stadt die Nutzung nachhaltig erzeugter Biomasse für die Fernwärmeverzeugung explizit als eine Option genannt ist.

Fördersummen/ Subventionen

Das Gesetz sieht keine Förderung/ Subvention vor. Effekte sind daher eher in anderen Instrumenten (z.B. BEG) zu beobachten.

Tabelle 37: Beschreibung und Wirkung des Thüringer Klimagesetzes (ThürKlimaG)

Thüringer Klimagesetz (ThürKlimaG)	
Regelungs-mechanismus	§ 4 Klimaverträgliches Energiesystem: allgemeine Formulierung des Ziels bis 2040 bilanziell die benötigte Energie für Strom, Wärme, Kälte und Mobilität aus einem Mix aus eigenen erneuerbaren Energien zu decken; Unterstützung der Landesregierung bei der Erschließung und Nutzung u.a. der Bioenergie § 6 Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie: Handlungsgrundlage für das Erreichen der Klimaschutzziele; enthält eine Landeswärmestrategie
Qualitative Beschreibung	Das ThürKlimaG setzt auf einen Mix verschiedener erneuerbarer Energien an der End-/ Primärenergiebereitstellung. Ein Teil des Mix ist die Bioenergie (eine genauere Differenzierung erfolgt nicht im Gesetz). Im Gesetz ist festgeschrieben, dass das Land eine Energie- und Klimaschutzstrategie entwickelt, welche die Handlungsgrundlage für die Landesregierung im Kontext des Klimaschutzes ist. In der Strategie selbst ist die energetische Nutzung der Biomasse für die Wärmeerzeugung genauer beschrieben (Status-Quo und perspektivisch). Die Biomasse spielt aktuell eine große Rolle bei der Wärmebereitstellung. Dies liegt in erster Linie an den lokalen Potenzialen. Die Biomasse wird für die Deckung des Raumwärmebedarfs genutzt, aber auch in Produktionsbetrieben eingesetzt (vgl. (TMUEN - Thüringer Ministerium für Umwelt, und Energie und Naturschutz 2019)). In der Strategie werden der Biomasse kurz- bis mittelfristig noch vielfältige Potenziale für die erneuerbare Wärmeerzeugung zugesprochen. Es wird aber betont, da die begrenzten Biomassepotenziale langfristig in anderen Sektoren benötigt werden und daher für die Wärmeerzeugung nur noch in sehr geringem Umfang zur Verfügung stehen werden. Dennoch ist die Ausweitung der energetischen Biomassenutzung in öffentlichen Gebäuden und Quartieren Teil definierter Maßnahme zur Zielerreichung ([Wä-06] und [Wä-19] in (TMUEN - Thüringer Ministerium für Umwelt, und Energie und Naturschutz 2019)). Insgesamt wird die Bioökonomie und auch der Aktivierung und Nutzung vorhandener Biomassepotenziale große Bedeutung in Thüringen zugesprochen.
Quantitative Wirkung	Weder im Klimaschutzgesetz noch in der Integrierten Energie- und Klimaschutzstrategie des Landes sind quantitative Zielwerte für die energetische Nutzung der Biomasse enthalten. Die definierten Maßnahmen könnten kurz- bis mittelfristig zu einer Steigerung der Nutzung fester Biomasse zur Wärmeerzeugung führen. Langfristig ist davon auszugehen, dass diese aber stark zurückgeht.
Aspekte der Nachhaltigkeit	§ 10: Zur Zielerreichung und Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist der globale Klimawandel stets zu berücksichtigen, auch um die biologische Vielfalt zu schützen. Hieraus lässt sich ableiten, dass auch bei der Nutzung von fester Biomasse zur Wärmeerzeugung der Schutz der biologischen Vielfalt stets zu berücksichtigen und zu gewährleisten ist.
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	Wechselwirkungen bestehen mit übergeordneten Gesetzen auf europäischer und nationaler Ebene. Direkte Wechselwirkungen mit in dieser Studie betrachteten Instrumenten bestehen nicht, was u.a. an den unspezifischen Formulierungen hinsichtlich der energetischen Biomassenutzung liegt.
Fördersummen/ Subventionen	Das Gesetz und die Strategie sehen keine Förderung/ Subvention vor. Allerdings wird an verschiedenen Stellen auf die Unterstützung des Landes bei der Nutzung der Biomasse verwiesen, welche aber an anderer Stelle geregelt ist.

Tabelle 38: Beschreibung und Wirkung des Niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG)

Niedersächsisches Klimagesetz (NKlimaG)	
Regelungs-mechanismus	§ 3 Nr. 1, 3 Niedersächsische Klimaschutzziele: Niedersachsen verpflichtet sich zur Klimaneutralität bis 2050; der landesweite Energiebedarf soll bis zum Jahr 2040 bilanziell komplett durch erneuerbare Energien gedeckt werden.
Qualitative Beschreibung	Zur Erreichung der genannten Ziele ist festgeschrieben, dass die Landesregierung eine Klimaschutzstrategie im Jahr 2021 beschließt. Diese soll insbesondere auch Maßnahmen zur Zielerreichung für einzelne Sektoren – darunter auch der Gebäudebereich – enthalten. Insbesondere hierbei zu berücksichtigen sei die besondere Bedeutung der Energieeinsparung, der effizienten Bereitstellung, Umwandlung, Nutzung und Speicherung von Energie sowie die besondere Bedeutung von ober- und unterirdischen Kohlenstoffspeicherkapazitäten des Waldes und des Kohlenstoffspeichers Holz.
Quantitative Wirkung	Quantitative Zielwerte für die energetische Nutzung von Biomasse werden nicht genannt.
Aspekte der Nachhaltigkeit	§ 3 Nr. 4: Als Ziel wird auch der Erhalt und die Erhöhung natürlicher Kohlenstoffspeicherkapazitäten genannt.
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	Wechselwirkungen bestehen mit übergeordneten Gesetzen auf europäischer und nationaler Ebene. Direkte Wechselwirkungen mit in dieser Studie betrachteten Instrumenten bestehen nicht.
Fördersummen/ Subventionen	Das Gesetz selbst sieht keine Förderung vor.

Es existieren diverse Landesförderprogramme, die die energetische Biomassenutzung anreizen. Einige hiervon sind so konzipiert, dass sie Förderprogramme auf Bundesebene ergänzen, andere fördern in Bereichen, die nicht durch Bundesförderprogramme adressiert sind. Die adressierten Sektoren sind divers, wobei Schwerpunkte auf der Förderung der Biomassenutzung für die Raumwärme, Wärmenetze, sowie die Förderung landwirtschaftlicher Betriebe liegen. Eine quantitative Wirkungsabschätzung der Programme ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Dies liegt zum einen an der Vielzahl der Programme, zum anderen daran, dass oftmals statistische Daten zu den Programmen fehlen. Eine Übersicht der Förderprogramme in tabellarischer Form ist im Anhang A.2 zu finden.

4.2.2 Gesetze und Förderinstrumente aus dem Bereich Strom (und Wärme)

Die folgenden Tabellen beinhalten eine Beschreibung relevanter Regelungen im Stromsektor (ggf. mit gekoppelter Wärmerzeugung).

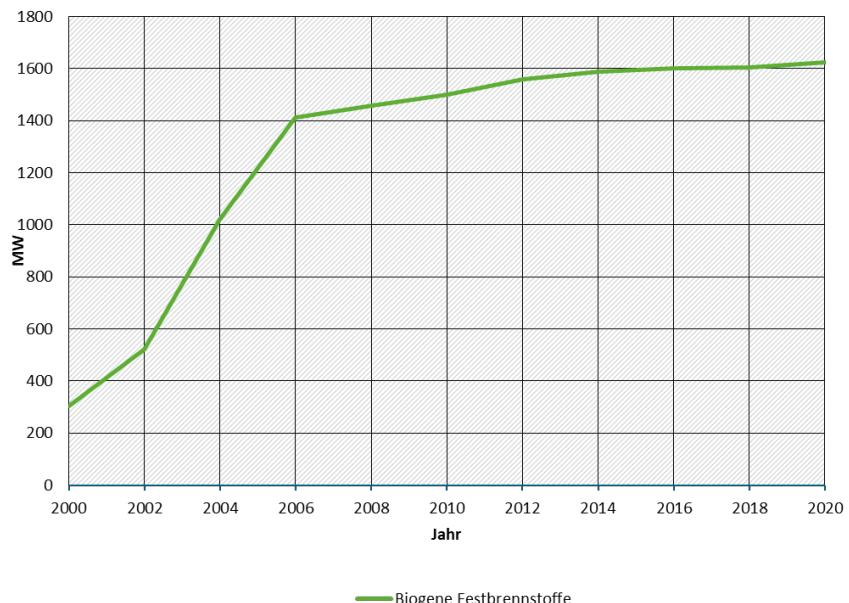
Tabelle 39: Beschreibung und Wirkung des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2021)

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2021)	
Regelungs-mechanismus	<p>Im Fokus des EEG steht der kosteneffiziente und netzverträgliche Ausbau der erneuerbaren Energien. Neben der Art der Förderung von erneuerbarem Strom legt das EEG 2021 im §4 technologiespezifische Ausbaupfade fest. Demnach soll die installierte Leistung im Jahr 2030 71 GW Windenergie an Land, 100 GW Photovoltaik und 8,4 GW Biomasseanlagen betragen. Insgesamt soll der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch im Jahr 2030 auf 65 % steigen, ab 2050 soll der Strom komplett treibhausgasneutral erzeugt werden.</p> <p>Die Förderung erfolgt durch eine wettbewerblich ermittelte Marktpremie bzw. in Ausnahmefällen ein feste Einspeisevergütung.</p>
Qualitative Beschreibung	<p>Grundsätzlich sind die Netzbetreiber dazu verpflichtet, Anlagen mit erneuerbarem Strom vorrangig an ihr Netz anzuschließen sowie den entstandenen Strom abzunehmen und weiter zu leiten. Eine finanzielle Förderung erhalten solche Anlagen, bei denen aufgrund der Erzeugungskosten des Stroms ein wirtschaftlicher Betrieb ohne Förderung nicht möglich ist, also Anlagen für Windenergie, Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) sowie Biomasseanlagen bis 20 MW. Für die Stromerzeugung aus Biomasse bestehen, je nach Anlagengröße, verschiedene Vergütungsansätze. Anlagen <100 kW_{el} erhalten eine feste Einspeisevergütung, die nach bestimmten Kennwerten differenziert ist. Die Vergütung beträgt 12,6 ct / kWh_{el}, wobei die Höhe der Bemessungsleistung bei fester Biomasse 75% der der installierten Leistung beträgt. Die übrigen 25% werden mit dem Börsenpreis vergütet. Ab 2022 erfolgt eine jährliche Degression um 0,5 % gegenüber dem Vorjahreswert.</p> <p>Bei Anlagen zwischen 101 kW – 150 kW erfolgt eine Direktvermarktung an der Strombörse mit Anspruch auf eine Marktpremie. Diese ergibt sich aus dem anzulegenden Wert sowie dem Monatsmittelwert des Spotmarktpreises, wobei auch hier eine Degression greift. Bei Biomasseanlagen > 150kW wird die Höhe des anzulegenden Wertes in Ausschreibungen ermittelt. Im Ausschreibungsverfahren für Biomasseanlagen dürfen sowohl neue als auch Bestandsanlagen teilnehmen, wobei in den bisherigen Ausschreibungsrounden Bestandsanlagen den größten Anteil bildeten. Das jährliche Ausschreibungs volumen beträgt 600 MW. Bei einer Unterzeichnung der Ausschreibungs volumina bekommen jeweils nur 80 % der Bestands- und Neuanlagen einen Zuschlag. Darüber hinaus sieht das EEG 2021 ab dem Jahr 2022 eine Südquote vor, wonach mindestens 50 % der Leistung in der Südregion bezuschlagt werden müssen.</p> <p>EE-Anlagen müssen keine EEG-Förderung in Anspruch nehmen. Alternativ können sie ihren Strom direkt als Ökostrom vermarkten („sonstige Direktvermarktung“). Die Anlagen benötigen dafür einen Herkunfts nachweis und sind im Herkunfts nachweisregister gelistet.</p>
Quantitative Wirkung	<p>Für Biomasseanlagen sieht das Ausbauziel eine installierte Leistung von 8,4 GW im Jahr 2030 vor. Das Ausschreibungs volumen beträgt pro Jahr 600 MW. Hinweise bezüglich der Entwicklung des Zubaus der Biomasseanlagen liefern die EEG-Erfahrungsberichte, die nach §97 alle vier Jahre angefertigt werden müssen. Der jüngste stammt aus dem Jahr 2018 (BMWi 2018). Des Weiteren liefern die Kraftwerkslisten der Bundesnetzagentur Auflistungen der EEG- sowie der Nicht-</p>

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2021)

EEG-Anlagen (Bundesnetzagentur 2021a). Auch die AG-EE Stat berichtet jährlich über den Zubau der installierten elektrischen Leistung von Erneuerbaren Energien. Abbildung 21 zeigt hieraus die Entwicklung der biogenen Festbrennstoffe in den Jahren 2000 bis 2020.

Abbildung 21: Entwicklung der installierten elektrischen Leistung biogener Festbrennstoffe



Quelle: (AG-EE Stat 2021)

Die Zahlen beinhalten sowohl EEG geförderte als auch nicht geförderte Anlagen. Jedoch dürften die nicht geförderten Anlagen nur einen geringen Anteil ausmachen. Zum Vergleich: die Bundesnetzagentur listet für das Jahr 2019 eine installierte Leistung EEG geförderter Biomasse-Anlagen von 8,1 MW (Bundesnetzagentur 2021b), während die AG-EE Stat in diesem Zeitraum auf eine Summe aller Biomasse-Anlagen von 8,3 MW kommt (AG-EE Stat 2021). Mit den im Jahr 2019 installierten 8,1 MW installiert war das Ausbauziel bereits fast erreicht. Generell werden die Angebote in den Ausschreibungsrunden jedoch unterzeichnet. So wurden im Zeitraum zwischen 2017 und 2020 im Schnitt lediglich 29% des Ausschreibungsvolumens bezuschlagt (Bundesnetzagentur 2021b).

Aspekte der Nachhaltigkeit	Im EEG sind keine Nachhaltigkeitsanforderungen an den Einsatz fester Biomasse festgelegt. Durch die RED II werden Nachhaltigkeitskriterien für feste Biomasse in der Stromerzeugung lediglich für Biomasseanlagen >20 MW festgelegt, die jedoch nicht mehr unter die EEG-Förderung fallen (vgl. Kapitel 5).
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	Wenn die Förderung unter dem EEG weniger attraktiv wird, könnte durch die Aggregierung der Boni (z.B. Kohle-Ersatzbonus) eine Förderung durch das KWKG attraktiver werden.
Fazit	Das EEG ist zentral für die Finanzierung der Stromerzeugung aus fester Biomasse und wirkt sich damit stark fördernd in diesem Bereich aus, wenn auch der Zubau hinter den jährlichen Ausbauplänen zurückbleibt. Mit dem Auslaufen des EEG ist allerdings ein Ende des Zubaus zu erwarten und, analog zum Betriebsende der

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2021)

Anlagen, ein Absinken der installierten elektrischen Leistung. Bei festen Biomasseanlagen beträgt die Betriebsdauer im Mittel 30 Jahre. Der Projectionsbericht 2021 geht von einer leichten Erhöhung der installierten Leistung bis 2029 aus, danach wird allerdings mit einem Absinken gerechnet.

Tabelle 40: Beschreibung und Wirkung des Gesetzes für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)

Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)

Regelungs-mechanismus	<p>Das KWKG fördert die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme, bis auf die Ausnahme der Kohle seit 2016, unabhängig vom Energieträger. Die Förderung ist vor allem interessant für fossile Energieträger, aber grundsätzlich kann auch für die gekoppelte Erzeugung durch den Einsatz von Biomasse die Förderung gewährt werden. Dabei werden keine spezifischen Anforderungen an die Herkunft der Biomasse oder die Qualität des Verbrennungsprozesses gestellt, es gelten die Regeln des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Die Förderung erfolgt über die erzeugte KWK-Strommenge in ct/kWh_{el}, wobei die Förderhöhe von der Anlagengröße und der Art der Stromeinspeisung abhängig ist.</p> <p>Seit dem KWKG 2017 gibt es einen zusätzlichen Fördermechanismus für KWK-Anlagen in Verbindung mit hohen Anteilen von Wärme aus erneuerbaren Energien oder Kläranlagen. Solche „innovativen KWK-Systeme“ mit 1-10 MW_{el} erlangen die Förderung über die sogenannten i-KWK Ausschreibungen. Die erste Auktion wurde Juni 2018 beendet, im Halbjahresabstand werden jeweils 25 MW ausgeschrieben. Die durchschnittliche Förderung ist deutlich höher als in der „normalen“ KWKG-Förderung (max. 12ct/kWh_{el}). Allerdings schließt die Festlegung einer Mindestarbeitszahl von 1,25 nach § 2 Nr. 12a KWKAusV den Einsatz von brennstoffbasierenden Wärmeerzeugungsanlagen mit und ohne Brennwertwärmennutzung aus, die aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse Wärme erzeugen (Ausnahme: biogasbetriebene Motorwärmepumpen).</p> <p>Mit dem KWKG 2020 wurde ein neuer Bonus für innovative erneuerbare Wärme eingeführt (§ 7a). Der Bonus wird innovativen KWK-Systemen mit über 10 MW_{el} zusätzlich zur normalen KWKG-Förderung gewährt in Abhängigkeit vom Anteil innovativer erneuerbarer Wärme an der Referenzwärme. Er beträgt zwischen 0,4 (5 %) und 7 ct/kWh_{el} (50 % innov. erneuerbarer Wärme). Auch dieser Bonus schließt die Nutzung fester Biomasse aus: Der Begriff der erneuerbaren Wärme ist zwar weder in der KWKAusV noch im KWKG legal definiert, jedoch ist eine Legaldefinition erneuerbarer Wärme in § 2 Absatz 1 EEWärmeG enthalten, auf die im Rahmen der Begriffsbestimmung der erneuerbaren Wärme zurückgegriffen werden kann.</p> <p>Zusammen mit diesem Rückgriff auf die Definition unter dem EEG und der Forderung nach der Mindestjahresarbeitszahl von 1,25 fällt der Einsatz von fester Biomasse weder in den i-KWK-Systemen noch für die Nutzung des EE-Bonus unter den Begriff der erneuerbaren Wärme und führt damit nicht zu höheren Fördersätzen unter dem KWKG.</p> <p>Die Förderung von Wärmenetzen unter dem KWKG erfolgt unabhängig vom Brennstoffeinsatz.</p> <p>Nach der KWKAusV ist entsprechend §28 im Jahr 2021 der Stand der Dekarbonisierung der Wärmenetze festzustellen. Außerdem sind Maßnahmen im Rahmen der i-KWK-Ausschreibungen zur stärkeren Einbeziehung der Biomasse zur Optimierung von Systemen mit größeren Anteilen erneuerbarer Wärme für eine weitergehende Dekarbonisierung zu prüfen.</p>
-----------------------	--

Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)	
Qualitative Beschreibung	Der Einsatz fester Biomasse führt derzeit nicht zu einer verstärkten Förderung durch das KWKG, entsprechende Anreizwirkungen sind durch die Einbeziehung der Jahresarbeitszahl in die Definition der „innovativen erneuerbaren Wärme“ vermieden worden. Das Ergebnis der Evaluierung nach §28 KWKAusV in Bezug auf die feste Biomasse bleibt abzuwarten. Bezüglich der Förderung durch das KWKG ist feste Biomasse somit anderen Energieträgern, wie z.B. Erdgas, gleichgestellt.
Quantitative Wirkung	Eine Ausweisung der nach dem KWKG geförderten Brennstoffe ist nicht öffentlich verfügbar. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass KWK-Anlagen, die mit fester Biomasse betrieben werden, die Förderung nach dem EEG vorziehen werden. Der Anteil der geförderten KWK-Anlagen, die mit fester Biomasse betrieben werden, kann als verschwindend gering angesehen werden, in den meisten Einsatzfällen wird diese als Beifeuerung zum Einsatz kommen. In (Wünsch et al. 2019) wird der Anteil der geförderten Wärmenetz-Trassenlängen nach Brennstoffart dargestellt (Abbildung 17).
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	Wenn die Förderung unter dem EEG weniger attraktiv wird, könnte durch die Aggregierung der Boni (z.B. Kohle-Ersatzbonus) eine Förderung durch das KWKG attraktiver werden.
Fördersummen/Subventionen	Die Fördersummen innerhalb des KWKG für feste Biomasse sind vernachlässigbar.
Fazit	Die derzeitige Biomasseförderung durch das KWKG ist vernachlässigbar. Die Umstellung von derzeit mit Kohle befeuerter KWK-Anlagen auf alternative Brennstoffe im Rahmen des Kohleausstiegs dürften relevanter sein.

Tabelle 41: Beschreibung und Wirkung des Kohleausstiegsgesetz

Kohleausstiegsgesetz (KohleAusG)	
Regelungsmechanismus	Im „Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleausstiegsgesetz - KohleAusG)“ ist der schrittweise Ausstieg aus der Kohleverstromung festgeschrieben, der bis spätestens 2038 vollzogen sein soll. Darüber hinaus ist in § 58 festgeschrieben, dass das BMWi die treibhausgasneutrale Erzeugung und Nutzung von Wärme fördert
Qualitative Beschreibung	Solange das oben erwähnte Förderprogramm nicht umgesetzt ist, besteht keine unmittelbare Förderwirkung des Gesetzes auf die Biomassenutzung. Jedoch planen unabhängig davon einige Kraftwerksbetreibenden bestehende Kohlekraftwerke auf Biomasseverfeuerung umzustellen (Altholz und/oder Pellets). Zusätzlich ist ein Förderprogramm zur Umrüstung von Kohlekraftwerken auf hocheffiziente und flexible Gas- oder Biomasseverstromung in der Diskussion. Zu letzterem wurde die Bundesregierung durch den Bundestag aufgefordert (s. (Bundestag 2020)). Umgesetzt ist das Förderprogramm bislang nicht (Stand 06.12.2021).

Kohleausstiegsgesetz (KohleAusG)

Quantitative Wirkung	<p>Weit fortgeschrittene Überlegungen zur Umstellung von Kohlekraftwerken auf Biomassenutzung gibt es für das Kraftwerk Duisburg-Walsum (Block 10; s. (Meinke 2021)). Darüber hinaus plant das 2019 gegründete Unternehmen Onyx Power alle derzeitigen Kohlekraftwerke bis spätestens 2030 auf Biomasse umzurüsten. Zu dem Konzern gehören in Deutschland die Kraftwerke Bremen-Farge und Wilhelmshaven. Für den Standort Bremen-Frage wurde das Genehmigungsverfahren für die Umrüstung bereits angestoßen (s. (Onyx Power 2020)), in Wilhelmshaven ist die Umrüstung angedacht (s. (Niedersächsischer Landtag 2021)). Für den Standort Bremen-Frage sind keine erwarteten Altholzmengen bekannt. In einem Dossier (Rabenstein 2021) wird bei 8.000 Vollaststunden ein Bedarf von nahezu 2 Mio. t Altholz pro Jahr ausgegangen, was nahezu der derzeit genutzten Altholzmengen in den 10 leistungsstärksten deutschen Altholzkraftwerke zusammen entsprechen würde. Für den Standort Wilhelmshaven werden bis zu 2,9 Mio. t Pellets benötigt, die nicht aus heimischen Quellen gedeckt werden können und voraussichtlich v.a. aus den USA importiert werden (s. (Niedersächsischer Landtag 2021)).</p> <p>Weitere, noch nicht so weit fortgeschrittene Überlegungen zur Umrüstung von Kohle auf Biomasse gibt es u.a. für die Kraftwerke Rostock, Altbach-Deizisau, Rheinhafen Karlsruhe, Lippendorf (alle EnBW), Walsum (STEAG), Moabit (Vattenfall) und Hamburg Tiefstack (Wärme Hamburg) (Ernsting 2021). Darüber hinaus erwägen einzelne Industriebetriebe die Umstellung eigener, bislang kohlebefeueter Kraftwerke auf Biomasse. Die Auflistung erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Umrüstung von Kohle auf Biomasse in (Heiz-)Kraftwerken wird immer wieder in lokalen Klimaschutzplänen geprüft und diskutiert.</p>
Aspekte der Nachhaltigkeit	Falls feste Biomasse in Kohlekraftwerken eingesetzt wird, greifen die Nachhaltigkeitsanforderungen, wie sie in der RED II beschrieben sind (s. Kapitel 5)
Fazit	Das Gesetz selbst entfaltet derzeit keine direkt fördernde Wirkung. Allerdings kann es starke indirekte Anreize setzen, wenn der Ausstieg aus der Kohleverstromung mit einem Wechsel zur Biomassenutzung verbunden ist. Dies ist besonders dann zu erwarten, wenn das angedachte Förderprogramm umgesetzt wird. Allein wenn die oben genannten, teils vom Förderprogramm unabhängigen Pläne der Kraftwerksbetreibenden umgesetzt werden, ist von einer stark erhöhten Nachfrage nach Biomasse auszugehen.

Tabelle 42: Beschreibung und Wirkung der Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss und Kredit

Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss und Kredit	
Regelungs-mechanismus	Förderung u.a. der Bereitstellung von Prozesswärme aus erneuerbaren Energien (Modul 2; kann auch Teil von Modul 4 „Energiebezogene Optimierung von industriellen und gewerblichen Anlagen bzw. Prozessen“ sein) (dena-Deutsche Energie-Agentur o.J.)
Qualitative Beschreibung	Mit der „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“ steht Unternehmen seit 2019 ein einfacher Zugang zu Fördermittel bereit. Das Programm ist in vier Module unterteilt. Insbesondere das Modul 2 „Prozesswärme aus erneuerbaren Energien“ fördert die Nutzung von Biomasse in Unternehmen. Voraussetzung für eine Förderung ist, dass mindestens 50 % der durch eine Anlage bereitgestellten Wärme für Prozesse genutzt wird. Das Modul 2 kann auch Teil des Moduls 4 sein, welches einen Fokus auf der Förderung komplexer oder kombinierter Maßnahmen hat. Unternehmen können in Modul eine Förderung in Höhe von bis zu 45 % der förderfähigen Investitionskosten erhalten, jedoch maximal 10 Mio. € pro Investitionsvorhaben. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) erhalten eine Förderung von bis zu 55 %. In Modul 4 sind Förderquoten etwas geringer (bis zu 30 % bzw. bis zu 40 % für KMU). Die Förderung kann entweder als zinsgünstiger Kredit mit Tilgungszuschuss bei der KfW oder als Investitionszuschuss beim BAFA beantragt werden.
Quantitative Wirkung	Eine Abschätzung der quantitativen Wirkung ist noch nicht möglich, da noch keine Evaluationsergebnisse vorliegen.
Aspekte der Nachhaltigkeit	Modul 1 - 3: Keine Vorgabe zur CO ₂ -Emissionseinsparung Modul 4: maximale Förderung 500 € pro eingesparter Tonne CO ₂ (KMU: 700 € pro eingesparte Tonne) Temperaturabhängiger Mindestwirkungsgrad Anlagen ab 100 kWth müssen mit einem Abgaswärmeübertrager ausgestattet werden Eingesetzte Brennstoffe mit Herkunft, ggf. vorhandenen umweltrelevanten Kennzeichnungen und dem Heizwert sind für drei Jahre ab Inbetriebnahme zu dokumentieren und für eine etwaige Prüfung vorzuhalten
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	Anlagen, die eine Förderung in anderen Programmen erhalten (insbesondere KWKG) können keine Förderung erhalten
Fördersummen/Subventionen	In der Förderrichtlinie ist angestrebt, bis 2023 24.000 Maßnahmen umzusetzen, mit denen insgesamt 2,8 Mio. Tonnen CO ₂ pro Jahr eingespart werden sollen. Es ist eine mittlere Fördereffizienz von 25 € pro jährlich eingesparter Tonne CO ₂ angestrebt, womit sich insgesamt ein Fördervolumen von 70 Mio. € verteilt über 4 Jahre ergibt. Welcher Anteil hiervon in das Modul 2 fließen soll, bzw. wie groß der Anteil von Biomasse-Anlagen an der Förderung sein soll, ist nicht näher spezifiziert.
Fazit	Das Förderprogramm reizt die Nutzung erneuerbarer Energien in Produktionsprozessen an. Inwieweit die Förderung eine Ausweitung der Biomassenutzung bewirkt ist noch nicht abzusehen und in Szenarien nur schwer abzuschätzen.

4.2.3 Gesetze und Förderinstrumente aus dem Bereich Verkehr

Die folgenden Tabellen beinhalten eine Beschreibung relevanter Regelungen im Verkehrssektor.

Tabelle 43: Beschreibung und Wirkung der Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote

Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote	
Regelungsmechanismus	Die RED II legt auf europäischer Ebene u.a. Ziele für erneuerbare Energie im Verkehr fest. Bis 2030 soll dieser Anteil auf mindestens 14 % erhöht werden. Die Anforderungen der RED II im Verkehrsbereich Deutschlands werden u.a. durch die o.g. Verordnung umgesetzt (Bundesregierung 2021). Diese definiert Regeln, wie die Stromnutzung im Bereich der Elektromobilität auf die Treibhausgasminderungsquote angerechnet werden kann, wie hoch der Anteil der Biokraftstoffe aus Nahrungs- und Futtermittelpflanzen sein darf sowie den Mindestanteil sogenannter fortschrittlicher Biokraftstoffe.
Qualitative Beschreibung	Feste Biomasse kann als sogenannter „fortschrittlicher Biokraftstoff“ in den Verkehr gebracht werden, beispielsweise über die Herstellung von Lignocellulose-Ethanol. Der jährliche Mindestanteil, der in Verkehr gebracht wird, steigt von 0,1 % im Jahr 2021 auf 2,6 % im Jahr 2030 (bezogen auf die energetische Menge). Nach Anlage 1 der Verordnung zählen die folgenden Holzsortimente dazu: Nr. 15: Biomasse-Anteile von Abfällen und Reststoffen aus der Forstwirtschaft und forstbasierten Industrien, insbesondere Rinde, Zweige, vorkommerzielles Durchforstungsholz, Blätter, Nadeln, Baumspitzen, Sägemehl, Sägespäne, Schwarzlauge, Braunlauge, Faserschlämme, Lignin und Tallöl, Nr. 16: anderes zellulosehaltiges Non-Food-Material im Sinne des Artikels 2 Nummer 42 der Richtlinie 2018/2001/EU in der jeweils geltenden Fassung, Nr. 17: anderes lignozellulosehaltiges Material im Sinne des Artikels 2 Nummer 41 der Richtlinie 2018/2001/EU in der jeweils geltenden Fassung mit Ausnahme von Säge- und Furnierrundholz
Quantitative Wirkung	Bis 2030 sollen mindestens 2,6% der Biokraftstoffmenge aus sogenannten fortschrittlichen Biokraftstoffen bestehen. Laut dem Erfahrungsbericht der BLE war im Jahr 2019 war lediglich eine Menge von 220 PJ fortschrittlichem Bioethanol aus Abfall- und Reststoffen in Verkehr (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2020). Beim verwendeten Rohstoff handelt es sich vor allem um Stroh, holzartige Biomasse spielt hingegen keine Rolle. Die aktuelle Technologieentwicklung deutet darauf hin, dass die Erfüllung der Mindestquote über die Nutzung von Biomethan aus Stroh und Gülle sowie durch Bioethanol aus Stroh bewerkstelligt werden wird und dass somit keine holzbasierten Kraftstoffpfade zum Zuge kommen ³³ . Würde die Quote komplett durch die Nutzung von Stroh gedeckt werden, wären dafür 6 bis 7 Mio. Tonnen Stroh notwendig ³⁴ ..
Aspekte der Nachhaltigkeit	Die RED II legt neben den Ausbauzielen auch Nachhaltigkeitsanforderungen für Biokraftstoffe fest. Diese werden in Deutschland durch die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung umgesetzt.

³³ (Böttcher et al. 2020a)

Im Rahmen eines Stakeholder-Workshops zu RED II-Umsetzung mit Fokus fortschrittliche Biokraftstoffe 17.9.2019 im BMU bestätigten die beteiligten Unternehmen, dass Stroh als das bevorzugte Material für diese Art der Kraftstoffe erachtet wird. Demgegenüber sind für holzartige Biomasse derzeit keine erfolgversprechenden Pilotvorhaben am Start. Die Produktion von Ethanol und Biomethan auf Basis von Stroh ist dagegen Stand der Technik und großtechnisch realisiert

³⁴ Bei einem angenommenen Endenergieverbrauch von 2.230 PJ in 2030 und einem Konversionsfaktor von 0,6 MJ Ethanol pro MJ Stroh bei Heizwerten von 29,7 MJ/kg Ethanol und 14,4 MJ/kg Stroh.

Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote

Fazit

Die Umsetzung der RED II im Verkehr für Deutschland wird voraussichtlich keine direkt fördernde Wirkung auf die Nutzung von Holzbiomasse haben, da die entsprechenden Technologien noch weit von der Wirtschaftlichkeit entfernt sind.

Tabelle 44: Beschreibung und Wirkung der Förderung von Erzeugungsanlagen für strombasierte Kraftstoffe und fortschrittliche Biokraftstoffe

Regelungsmechanismus	Im Mittelpunkt der im Frühjahr 2021 initiierten Förderrichtlinie (BMVI 2021) steht die Entwicklung regenerativer Kraftstoffe mit einem Fokus auf der Kerosinproduktion für den Luftverkehr. Die Richtlinie ist Teil eines Gesamtförderkonzeptes zur Unterstützung strombasierter Kraftstoffe sowie fortschrittlicher Biokraftstoffe.
Qualitative Beschreibung	<p>Die folgenden Projekte sollen gefördert werden: Projekte zur Unterstützung des Markthochlaufes fortschrittlicher Biokraftstoffe, Projekte zur Ermittlung von Effizienzpotenzialen sowie zur Kostenreduktion, Dienstleistungen zur Begleitung und Vernetzung der Entwicklungstätigkeiten sowie zur Zertifizierung der neuen Verfahren.</p> <p>Einer der Schwerpunkte bildet dabei die Erzeugung flüssiger und gasförmiger Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen (gemäß Annex IX Teil A der RED II) sowie basierend auf neuen Rohstoffquellen wie z.B. Alt- und Restholz bzw. bislang ungenutzte biogene Abfälle. Förderfähig sollen die unmittelbaren Gestehungskosten des Kraftstoffes sein, d.h. die Investitions- und Betriebskosten sowohl in Neuanlagen als auch in bestehenden Anlagen.</p>
Quantitative Wirkung	Über den unterstützten Markthochlauf besteht prinzipiell ein Anreiz zur Nutzung von Holzbiomasse aus dem Wald. Aufgrund der Neuartigkeit der Technologien ist allerdings nicht absehbar, welche Mengen über diesen Pfad nachgefragt werden.
Aspekte der Nachhaltigkeit	Laut der Richtlinie soll die Nutzung neuer Rohstoffquellen nur unter der Vorgabe geschehen, dass diese nachhaltig sind und somit auf die Treibhausgasminderungsquote des BImSchG anrechenbar sind.
Fördersummen / Querbezüge	Laut Subventionsbericht soll das Fördervolumen im Jahr 2020 109.893.000 € und im Jahr 2022 254.893.000 € betragen. Aufgrund der Neuartigkeit der Richtlinie kann eine Aussage über bereits abgerufene Mittel getroffen werden.
Fazit	Aufgrund der Neuartigkeit kann keine Aussage über die quantitative Auswirkung getroffen werden.

4.2.4 Gesetze und Förderinstrumente für den Biomassebereich gesamt

Die folgenden Tabellen beinhalten eine Beschreibung relevanter Regelungen, die die Biomassenutzung generell betreffen – unabhängig von einer festen Sektorzuweisung.

Tabelle 45: Beschreibung und Wirkung des Gesetzes über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz - BEHG)

Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)	
Regelungs-mechanismus	<p>Das BEHG wirkt sich durch folgende Mechanismen auf den Einsatz von Biomasse zur Beheizung von Gebäuden aus:</p> <p>Durch die Einführung einer CO₂-Bepreisung werden die fossilen Energieträger teurer und es entsteht eine Verschiebung des Preisgefüges für Energieträger zur Wärmeerzeugung, die den Einsatz von erneuerbaren Energien begünstigt.</p> <p>Ab dem Jahr 2023 sind zudem auch biogene Brennstoffe vom Brennstoffemissionshandel nach BEHG erfasst, wobei deren Emissionsfaktor null ist, sofern die entsprechenden Nachhaltigkeitskriterien erfüllt sind. Dabei werden die Nachhaltigkeitskriterien der RED zu Grunde gelegt.</p>
Qualitative Beschreibung	<p>Im Rahmen des BEHG besteht seit Januar 2021 eine CO₂-Bepreisung für Heizöl und Erdgas. Ab 2023 sind auch Kohle und Biomasse unter dem Brennstoffemissionshandel, bei letzterer wird allerdings ein Emissionsfaktor von null angesetzt, sofern die festgelegten Nachhaltigkeitskriterien erfüllt sind. Der Preisanstieg ist für die Jahre 2021-2026 durch die in § 10 BEHG angegebenen Preise für Emissionszertifikate festgelegt (Festpreise bis 2025 und Preiskorridor für 2026). Während die Zertifikate von den Inverkehrbringenenden der Brennstoffe vorgelegt werden müssen (upstream Ansatz), ist zu erwarten, dass diese an die Endverbrauchenden weitergegeben werden.</p> <p>Im Zuge der steigenden Endverbraucherpreise für fossile Heizenergieträger ist zu erwarten, dass erneuerbare Energien perspektivisch einen steigenden Anteil an der Wärmeversorgung einnehmen.</p> <p>Das BEHG kann sich zudem potenziell direkt auf die Nutzung von Biomasse zur Beheizung von Gebäuden auswirken, wenn diese bei der entsprechenden Ausgestaltung der Nachhaltigkeitskriterien unter die Verpflichtung zur Vorlage von Zertifikaten fällt. In diesem Fall ergibt sich eine Reduktion der Nutzung von als nicht-nachhaltig eingestufter Biomasse zur Wärmeerzeugung. Die Nachhaltigkeitskriterien für flüssige und gasförmige Biomasse folgen der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung³⁵. Im Zuge der Neudefinition der Nachhaltigkeitskriterien auf EU-Ebene im Rahmen der derzeit laufenden Revision der EU-Erneuerbaren-Richtlinie ergeben sich ggf. auch in Bezug auf die Wirkung des BEHG auf die Nutzung von Biomasse Veränderungen, sofern die Kriterien auch auf die im BEHG relevanten Anlagengrößen angewendet werden.</p>
Quantitative Wirkung	<p>Das BEHG wirkt sich indirekt steigernd auf die Nutzung von fester Biomasse zur Beheizung von Gebäuden aus, da die Wirtschaftlichkeit der fossilen Energieträger sich verschlechtert. Aufgrund der zunächst relativ niedrigen Preise bis zum Jahr 2026 ist der Effekt allerdings als klein einzuschätzen. Auch im Bereich der Prozesswäre wird mit den angelegten Preisen im BEHG Biomasse in vielen industriellen Prozessen attraktiver, in denen sie bereits heute eine Rolle spielt (Harthan et al. 2020).</p>

³⁵ Siehe Verordnung über die Emissionsberichterstattung nach dem Brennstoffemissionshandelsgesetz für die Jahre 2021 und 2022

Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)

	<p>Die Emissionsminderung der BEHG wird in der Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung (Harthan et al. 2020) mit 1,4 Mt CO₂-eq im Jahr 2030 beziffert. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass ein Teil der verdrängten fossilen Energieträger durch Biomasse ersetzt wird, deren direkten CO₂-Emissionen in den Berechnungen mit null bilanziert werden.</p>
Aspekte der Nachhaltigkeit	<p>Die Definition von Nachhaltigkeitskriterien spielt im BEHG eine zentrale Rolle, da nur für nachhaltige Biomasse ein Emissionsfaktor von null angesetzt wird. Die Definition der Nachhaltigkeitskriterien in der RED II (siehe Kapitel 5) spielt somit eine wichtige Rolle.</p>
Querbezüge und Wirkungen mit anderen Instrumenten	<p>Die CO₂-Bepreisung nach BEHG wirkt im Zusammenspiel mit dem bestehenden Instrumentenmix. Insbesondere spielen die finanzielle Förderung sowie die ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen eine zentrale Rolle, da die CO₂-Bepreisung allein mit den derzeitig festgelegten Preisen nicht ausreicht, um eine Zielerreichung sicherzustellen.</p>
Fazit	<p>Das BEHG wirkt sich in seiner derzeitigen Form indirekt fördernd auf die Nutzung von Biomasse aus, da sich aufgrund der Preiserhöhung von fossilen Energieträgern die Wirtschaftlichkeit von erneuerbaren Energien im Vergleich verbessert. In der Zukunft wirkt das Instrument potenziell auch begrenzend auf die Nutzung nicht-nachhaltiger Biomasse aus, wenn man davon ausgeht, dass für diese nicht der Emissionsfaktor von 0 anzusetzen ist.</p>

Tabelle 46: Förderrichtlinie Waldklimafonds

Förderrichtlinie Waldklimafonds	
Regelungs-mechanismus	<p>Der Waldklimafonds wurde unter gemeinsamer Federführung des Bundesumweltministeriums (BMUB) und des Bundeslandwirtschaftsministeriums (BMEL) im Jahr 2013 eingerichtet. Die Rechtsgrundlage bildet die Förderrichtlinie aus dem Jahr 2017 (Bundesanzeiger 2017), bzw. ihre Verlängerung im Jahr 2021 (Bundesanzeiger 2021). In der Förderrichtlinie werden verschiedene Maßnahmen gefördert, die einerseits die Anpassung des Waldes an den Klimawandel fördern, andererseits die Erschließung des THG-Minderungspotenzials der Wald- und Holznutzung unterstützen.</p>
Qualitative Beschreibung	<p>Der Waldklimafonds umfasst fünf Förderschwerpunkte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anpassung der Wälder an den Klimawandel 2. Sicherung der Kohlenstoffspeicherung und Erhöhung der CO₂-Bindung von Wäldern 3. Erhöhung des Holzproduktspeichers sowie der CO₂-Minderung und Substitution durch Holzprodukte <p>Der vierte und fünfte Schwerpunkt umfasst die Forschung einschließlich das Monitoring zur Unterstützung der in den Nummern 1 und 2 aufgeführten Förderziele sowie die Information und Kommunikation zur Unterstützung der in den Nummern 1, 2 und 3.</p> <p>Die mit dem Projekt verbundenen Effekte zur CO₂-Minderung und/oder Anpassung der Wälder an den Klimawandel sind darzustellen.</p>

Förderrichtlinie Waldklimafonds

Quantitative Wirkung	Bis zum Jahresende 2020 sind 345 gefördert worden (Bundesregierung 2019a). Der Waldklimafonds hat eine qualitative Unterstützung der Klimaschutzziele der Bundesregierung zum Ziel, indem durch die Anpassung der Wälder an den Klimawandel sowie die nachhaltige Holznutzung der C-Speicher in Holz und Holzprodukten erhöht wird. Es wurden jedoch in der Förderrichtlinie keine quantitativen Ziele benannt. Da es sich zudem vor allem um Forschungs- und Modellvorhaben handelt, kann keine Berechnung von konkret eingesparten THG-Emissionen erfolgen. Eine externe Evaluierung ist für das Jahr 2021 vorgesehen (BMF 2021a). Dazu liegen allerdings noch keine Ergebnisse vor (Stand 6.12.21)
Fördersumme / Subventionen	Das Gesamtfördervolumen betrug bis zum Jahresende 120 Mio. € (Bundesregierung 2019a)
Fazit	Da keine direkte Umsetzung der Forschungsergebnisse in der Fläche erfolgt, kommt es zu keiner direkten Beeinflussung der Biomassenutzung. Der Fokus auf der C-Speicherung in Wald und Produkten zeigt jedoch die große Bedeutung, die sowohl dem Waldspeicher als auch der stofflichen Biomassenutzung zugesprochen wird und damit zweier potenziell konkurrierender Biomasseanwendungen (dem Verbleib im Wald versus der stofflichen Nutzung).

Tabelle 47: Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“

Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“

Regelungs-mechanismus	<p>Das Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ fördert Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Die fünf Förderbereiche des derzeitigen Programms sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nachhaltige Erzeugung und Bereitstellung nachwachsender Ressourcen 2. Rohstoff- und Reststoffaufbereitung und -verarbeitung 3. Biobasierte Produkte und Bioenergieträger 4. Übergreifende Themen 5. Gesellschaftlicher Dialog <p>1. Die fünf Bereiche sind in insgesamt 12 Schwerpunkte unterteilt.</p>
Qualitative Beschreibung	<p>Innerhalb der 12 Schwerpunkte sind die folgenden potenziell relevant im Bereich der energetischen Nutzung fester Biomasse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Stärkung der nachhaltigen Forstwirtschaft zur Sicherung der Waldfunktionen ▶ Optimierung biogener Reststoffnutzungen und Erschließung von Recycling-Potenzialen ▶ Verarbeitung biogener Rohstoffe zu Zwischen- und insbesondere Endprodukten ▶ Entwicklung von Technologien und Systemen zur Bioenergiegewinnung und -nutzung mit dem Ziel der weiteren Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen
Quantitative Wirkung	<p>Das Förderprogramm startete im Jahr 2001. Zu einer externen Evaluierung des Programms mit Hinblick auf die Wirkung dieser Projekte ist nichts bekannt. Da es sich jedoch auch hier (wie auch beim Waldklimafonds, s. Tabelle 46) um Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben, dürfte es keine unmittelbare Wirkung auf die Biomassenutzung geben.</p>

Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“

Querbezüge	orientiert sich an den Zielen und Leitgedanken der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und der Politikstrategie Bioökonomie sowie an weiteren Strategien und Programmen wie dem Energieforschungsprogramm, der Waldstrategie 2020 und der Forschungsstrategie Bioökonomie 2030 sowie dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm.
Fördersumme / Subventionen	Zum 30. Juni 2020 wurden 844 Vorhaben mit insgesamt rund 239 Millionen Euro gefördert. Davon wurden 387 Projekte seit dem 1. Juli 2019 neu bewilligt. Darunter nahm der Bereich „energetische Nutzung / Bioenergieträger“ den größten Anteil ein (194 Projekte bei 50,7 Mio. €), gefolgt vom Bereich „stoffliche Nutzung / biobasierte Produkte“ (325 Projekte bei 85,7 Mio. €) (FNR 2020a). Zum November 2021 wurden 185 Projekte im Themenkomplex „Wald“ gefördert (mit einem Volumen von 54,5 Mio. Euro). Davon 106 Projekte aus dem Bereich Waldbewirtschaftung (34,3 Mio. €) und 44 Projekte zum Bereich „Holzbereitstellung“ (11,2 Mio. €) (FNR 2021).
Fazit	Da es keine externe Evaluierung gibt, ist eine Abschätzung der Auswirkung auf die energetische Biomassenutzung nicht möglich. Wie beim Waldklimafonds ist allerdings von einer begrenzten direkten Auswirkung auszugehen, da es sich in erster Linie um Forschungsprojekte handelt, die nicht flächendeckend umgesetzt werden. Auch hier zeigen die aktuellen Schwerpunkte und die geförderten Projekte einen Schwerpunkt auf dem Thema stoffliche Biomassenutzung.

4.2.5 Weitere Regelungen und politische Strategien

Neben den beschriebenen Gesetzen, Verordnungen und Förderprogrammen gibt es weitere Instrumente, die – zumindest indirekt – die energetische Nutzung fester Biomasse anreizen (können). Diese sind im Folgenden qualitativ beschrieben.

4.2.5.1 Förderung von Gebäudesanierung im Einkommenssteuerrecht

Durch das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung können energetische Sanierungsmaßnahmen seit dem 01.01.2020 auch steuerlich gefördert werden. Dies ist erstmals mit der Einkommenssteuererklärung für das Jahr 2020 im Jahr 2021 möglich, statistische Daten über die Nutzung liegen daher bislang nicht vor. Die Möglichkeit der steuerlichen Förderung ist in § 35c des Einkommensteuergesetzes (EStG) geregelt. Gefördert werden Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle, sowie die Erneuerung und Optimierung von Heizungsanlagen. Letzteres beinhaltet auch die Förderung des Einbaus von Biomasseheizungen. Für alle Maßnahmen gelten technische Mindestanforderungen, die in der „Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung“ (ESanMV) festgelegt sind. Die Förderung beträgt 20 % der Aufwendungen (maximal 40.000 € pro Wohnobjekt). Diese sind über drei Jahre steuerlich abzugsfähig. Da die Förderquote mit 20 % deutlich geringer ist als in der BEG ist zu erwarten, dass die steuerliche Förderung im Bereich der Wärmeerzeuger eine untergeordnete Rolle spielt.

Grundsätzlich müssen bei neuen Wärmeerzeugern Energieverbräuche und erzeugte Wärmemengen messtechnisch erfasst werden; mit Ausnahme von Biomasseheizungen. Bei diesen muss lediglich die erzeugte Wärmemenge gemessen werden (vgl. (BMJV o.J.)). Geförderte Anlagen müssen einen jahreszeitbedingten Raumheizungsnutzungsgrad η_S von mindestens 78 % erreicht werden. Bis zum 31.12.2022 kann alternativ auch ein Kesselwirkungsgrad von 90 % (Pellet-, Hackgut- und Scheitholzvergaskessel) bzw. 91 % (Pelletöfen mit Wassertasche) nachgewiesen werden. Zusätzlich müssen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden (Kohlenmonoxid: 200 mg/m³ bei Nennwärmleistung, 250 mg/m³ bei Teillastbetrieb; Staub: 15 mg/m³).

4.2.5.2 EU-Emissionshandelssystem (EU EHS)

Das Europäische Emissionshandelssystem (EU EHS) adressiert insbesondere große Energieerzeugungs- und Industrieanlagen mit einer Feuerungsleistung >20 MW. Anlagen dieser Größe werden im Wärmebereich v.a. in Fernwärmesetzungen oder zur Prozesswärmeverzeugung in großen Industriebetrieben installiert, nicht jedoch in einzelnen Gebäuden oder Gebäudekomplexen. Anlagen, die ausschließlich Biomasse nutzen, sind prinzipiell vom Emissionshandel ausgeschlossen, wobei Mitgliedsstaaten diese auch in den Emissionshandel integrieren können. Werden in Anlagen verschiedene Brennstoffe eingesetzt und ist die kumulierte thermische Leistung fossiler Anlagen >20 MW fallen auch die Anlagenteile, die Biomasse nutzen, unter das EU-EHS. Allerdings müssen für verfeuerte Biomasse keine Emissionszertifikate abgegeben werden, da Biomasseemissionen mit 0 t CO₂-Äq. angesetzt werden. Dadurch entsteht ein Anreiz, fossile Brennstoffe so weit möglich durch Biomasse zu ersetzen, z.B. als Ko-Feuerung in Kohlekraftwerken.

4.2.5.3 Reduzierte Mehrwertsteuer für feste Biomasse

Nach § 12 des Umsatzsteuergesetzes legt die Steuersätze für verschiedene Produkte fest. In Anlage 2 des Gesetzes sind Produkte gelistet, für die der normale Mehrwertsteuersatz von 19 % auf 7 % reduziert ist. Hierunter fallen Brennholz (Rundlinge, Scheite, Zweige, Reisigbündel u.ä.) sowie Sägespäne, Holzabfälle und Holzausschuss, auch wenn diese zu Pellets, Briketts, Scheiten oder ähnlichen Formen gepresst sind. Die Einstufung von Hackschnitzeln ist strittig und wird von Gerichten unterschiedlich bewertet. Eine Erhöhung der Mehrwertsteuer würde die Preise für Brennholz um 11 % erhöhen (außer Hackschnitzel, da i.d.R. schon jetzt 19 % angesetzt sind). Wie stark sich eine Anpassung des Mehrwertsteuersatzes auf die Nachfrage nach Brennholz auswirken würde, kann nicht quantifiziert werden, da Informationen zur nachfrageseitigen Preiselastizität fehlen.

4.2.5.4 Nationale Klimapolitik und ihre Umsetzung

Der rechtlich verbindliche Rahmen für die deutsche Klimapolitik wird durch das Klimaschutzgesetz in seiner geänderten Fassung vom August 2021 gesetzt. Als Langfristziele sollen bis 2045 die Treibhausgasneutralität erreicht werden und ab 2050 negative Treibhausgasemissionen. Zwischenzielen sehen bis 2030 eine Absenkung der Emissionen von 65 % vor und bis 2040 um mindestens 88 %. Neben den Gesamtzielen schreibt das Gesetz für einzelne Sektoren bis 2030 zulässige Jahresemissionsmengen vor. So gelten für den Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) die folgenden Budgets an Negativemissionen: bis 2030 minus 25 Mio. t CO₂-äq, bis 2040 minus 35 Mio. t CO₂-äq und bis 2045 minus 40 Mio. t CO₂-äq bis 2045.

Die Umsetzung dieser Ziele in Form von einzelnen Klimaschutzmaßnahmen wird im Klimaschutzplan 2050 (BMUV 2016) festgeschrieben. Dieser definiert konkrete Meilensteine und Ziele als Rahmen für alle Sektoren bis 2030 sowie spezifische strategische Maßnahmen. Im Handlungsfeld „Klimaschutz in der Landnutzung und Forstwirtschaft“ sieht das Leitbild den Erhalt und die Verbesserung der Senkenleistung des Waldes vor. Gleichzeitig soll das CO₂-Minderungspotenzial der nachhaltigen Waldbewirtschaftung erschlossen werden sowie der eng damit verbundenen Holzverwendung. Die stoffliche Holznutzung soll einerseits Kohlenstoff langfristig speichern, andererseits Materialien mit ungünstiger THG-Bilanz ersetzen. Wenn Holz als Energieträger eingesetzt wird, soll es aus legaler und nachhaltiger Forstwirtschaft stammen und es soll auf den Erhalt der Senkenfunktion der Wälder geachtet werden. Außerdem soll das Holz, wenn möglich, vorzugsweise in die Kaskadennutzung fließen. Als Meilensteine für 2030 werden die folgenden Elemente genannt: Anpassung der Wälder an den Klimawandel mit Waldumbau zu klimaangepassten Mischwäldern, energetische Nutzung vorrangig von nicht

weiter stofflich verwendbarem Rest- und Altholz, Anwendung von EU-Nachhaltigkeitskriterien auf feste Energieträger, Ausdehnung der Waldfläche, stärkere Berücksichtigung des Klimaschutzes in Förderprogrammen, Ausbau der Kaskadennutzung, verstärkte Nutzung von Holz im Baubereich (v.a. Laubholz).

Zur Umsetzung des Klimaschutzplans dient das Klimaschutzprogramm 2030 (Bundesregierung 2019b), in welchem ein ganzes Maßnahmenbündel festgelegt wurde bestehend aus Innovationen, Förderung, gesetzlichen Standards und Anforderungen sowie mit einer Bepreisung von Treibhausgasen. Kernelemente bilden die CO₂-Bepreisung sowie zahlreiche Einzelmaßnahmen in den Sektoren. Einer der Schwerpunkt im LULUCF-Sektor ist der „Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und Holzverwendung“.

Die Änderung des Klimaschutzgesetzes im August 2021 führte zu einer Verschärfung der Klimaschutzziele: Deutschland soll bereits im Jahr 2045 klimaneutral werden. Mit dem Klimaschutz-Sofortprogramm 2022 (BMF 2021b) wurden zusätzlich acht Milliarden Euro für Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung gestellt. Im LULUCF-Sektor erfolgt u.a. eine Aufstockung der Mittel der Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) zur Förderung von Maßnahmen der nachhaltigen Waldbewirtschaftung sowie eines klima-stabilen Waldumbaus. Darüber hinaus sollen die Klimaschutzleistungen des Waldes honoriert werden indem Anreize für Waldbesitzende geschaffen werden zum Erhalt und zur Vergrößerung der Waldsenke sowie der Senke in langlebigen Holzprodukten.

Die zu erwartenden Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen, bzw. deren potenzieller Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele wird in den sogenannten Projektionsberichten dargestellt. Der jüngste Projektionsbericht aus dem Jahr 2021 (BMU 2021) kommt zu dem Ergebnis, dass die wichtigsten Treiber für die Reduktion der Treibhausgasemissionen der Rückgang der Kohleverstromung (im Rahmen des Kohleverstromungsbeendigungsgesetzes), die CO₂-Bepreisung durch den EU-Emissionshandel sowie die Zunahme der erneuerbaren Energien durch die Förderung im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes sind. Auch der abnehmende Wärmebedarf im Gebäudesektor durch Sanierungsmaßnahmen und der Ausbau der Elektromobilität werden signifikant beitragen.

Die überarbeiteten Klimaschutzziele, insbesondere jene zur Stärkung der Kohlenstoffsenke, werden einen starken Einfluss auf die künftige Holznutzung haben. Da eine Korrelation zwischen der Holznutzung und der Senkenfunktion in der Forstwirtschaft besteht, wird eine Abwägung getroffen werden müssen zwischen der Menge der Holznutzung (jede Holzentnahme führt zu einer Verkleinerung der Kohlenstoffbindung im Wald) sowie der Art der Holznutzung (die stoffliche Nutzung erhöht den Produktspeicher, die energetische Nutzung wirkt „lediglich“ über die Substitutionsleistung). Laut Projektionsbericht der LULUCF-Bereich bis 2025 von einer Senke in eine Quelle für Treibhausgase entwickelt (BMU 2021). Der Grund hierfür liegt zum einen in der Altersstruktur des Waldes. So binden die alternden Bäume weniger zusätzlichen Kohlenstoff, was zu einer Abnahme der jährlichen Bruttosequestrierung führt. Zum anderen erfordert der Waldumbau für die Anpassung an den Klimawandel einen Eingriff in die Bestände und führt damit zu ihrer Verjüngung.

4.2.5.5 Charta für Holz 2.0

Die Charta für Holz 2.0 wurde als Dialogprozess aus dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung abgeleitet und bildet dort einen der Meilensteine (Alfter et al. 2021). Im Dreiklang der Ziele (Klimaschutz – Wertschöpfung – Ressourceneffizienz) soll die nachhaltige Nutzung von Wald und Holz zum Klimaschutz beitragen, die Wertschöpfung der Sektoren Holz und Forst stärken sowie die Material- und Ressourceneffizienz sichern.

Die Umsetzung erfolgt anhand eines Dialogprozesses mit Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung in verschiedenen Arbeitsgruppen. In den Arbeitsgruppen werden Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zu sechs Handlungsfeldern erarbeitet. Besonders relevant ist die verstärkte stoffliche Holznutzung – sei es im Bau oder innerhalb der Bioökonomie. Zur Erhöhung der Material- und Ressourceneffizienz wird eine verstärkte Kaskadennutzung sowie eine möglichst hohe Effizienz in der energetischen Nutzung propagiert. Auf der Rohstoffseite besteht das Leitbild einer nachhaltigen Waldnutzung, wobei weniger der Beitrag des Waldes zum Klimaschutz, sondern vielmehr seine Anpassung an die Auswirkungen sowie die Sicherung des Holzpotenzials im Mittelpunkt stehen.

4.2.5.6 Waldstrategie 2050

Mit der Waldstrategie 2050 formuliert das BMEL ihr Leitbild für den künftigen Wald in Deutschland (BMEL 2021). Neben dem Erhalt der Ökosystemleistungen für Mensch und Gesellschaft, die Natur sowie die Wirtschaft sollen die Wälder an die sich ändernden klimatischen Bedingungen angepasst werden. Das Leitbild propagiert eine umweltintegrale Waldbewirtschaftung zum Erhalt von Stabilität, biologischer Vielfalt, Produktivität sowie zahlreichen Schutzleistungen. Auch künftige Generationen sollen den Wald nutzen können.

Die Strategie beschreibt zehn Handlungsfelder und 59 Meilensteine bis 2030 zum Erreichen des oben beschriebenen Ziels. Diese wirken in zwei Richtungen. Zum einen gibt es Auswirkungen auf die Bereitstellung von Holz. So soll der Wald zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele beitragen. Genannt werden die drei Elemente Waldspeicher, Waldbewirtschaftung und Holzverwendung, die miteinander in Wechselbeziehung stehen. So wird hier, wie auch im Projektionsbericht 2021 ((BMU 2021), s. Kapitel 4.2.5.4), der durch die Altersstruktur begründete abnehmende Waldspeicher genannt. Dieser soll durch die Speicher- und Substitutionsleistung von Holzprodukten kompensiert werden. Unter anderem soll dies durch die Etablierung eines Honorierungsmodells für die Klimaschutzleistungen im Wald erreicht werden (Handlungsfeld 1: Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel). Zum anderen bestehen Ziele einer Förderung der stofflichen Nutzung des Holzes – mit dem Ziel der Ressourcenschonung, aber auch der Vergrößerung der Senkenleistung in Holzprodukten (Handlungsfeld 3: Holzerzeugung und -verwendung). Hier besteht eine Überschneidung mit der Charta Holz 2.0 (s. Kapitel 4.2.5.5) sowie mit der Bioökonomiestrategie (s. Kapitel 4.2.5.7).

4.2.5.7 Nationale Bioökonomiestrategie

Mit der nationalen Bioökonomiestrategie definiert die Bundesregierung die Leitplanken ihrer Bioökonomie-Politik (BMBF 2020). Die Bioökonomie hat das Ziel, Ökonomie und Ökologie zu vereinen, um Ressourcen zu schonen und das Wirtschaftssystem zukunftsfähig zu gestalten. Die Nutzung biologischer Rohstoffe soll kombiniert werden mit technologischen Lösungen, um Produkte, aber auch Dienstleistungen bereit zu stellen. Die Bioökonomie befindet sich damit im Spannungsfeld zwischen zweierlei Zielen: dem Streben nach größerer Unabhängigkeit der Wirtschaft und Gesellschaft von fossilen Ressourcen sowie nach einer umweltverträglichen und effizienten Nutzung der Biomasse.

Zwar propagiert die Strategie den Beitrag zur Wahrung der planetaren Grenzen, indem die biologischen Rohstoffe effizient und kreislauforientiert genutzt werden sollen, dennoch birgt ihre Umsetzung die Gefahr einer Übernutzung der Ressourcenbasis. So kommen Möller et al. in ihrem Bericht zu dem Schluss, „dass eine reine Substitution von fossilen Rohstoffen durch biogene Rohstoffe auch zur Verschärfung von ökologischen und sozialen Belastungen führen kann“ (Möller et al. 2020). Wenn nicht politisch gegengesteuert wird, besteht die Gefahr, dass die Bioökonomie-Pfade zu einer erheblichen Belastung der Biomassenutzung – einschließlich des Waldholzes – kommen.

4.2.5.8 Nationale Wasserstoffstrategie

Die im Juni 2020 verabschiedete nationale Wasserstoffstrategie beschreibt Wasserstoff als zentrales Element der Energiewende (BMWi 2020a). Wasserstoff soll sowohl als alternativer Energieträger als auch als Grundstoff für die chemische Industrie etabliert werden. Dazu muss die Wettbewerbsfähigkeit des Wasserstoffs gewährleistet sein, der inländische Markt für Wasserstofftechnologien ausgebaut, Importwege erschlossen sowie Transport und Verteilinfrastruktur entwickelt werden. Der Wasserstoff soll vor allem dort zum Einsatz kommen, wo eine direkte Nutzung erneuerbaren Stroms technisch nicht möglich ist – beispielsweise in der chemischen Industrie oder im Fern- Luft- und Seeverkehr. Derzeit liegt der Verbrauch von Wasserstoff bei 55 TWh, wobei überwiegend fossile Energieerzeuger eingesetzt werden (sogenannter „grauer“ Wasserstoff). Einerseits soll dieser Verbrauch in eine auf grünem Wasserstoff basierende Produktion überführt werden, andererseits soll die Produktion generell ausgeweitet werden. Bis zum Jahr 2030 sollen 5 GW Wasserstoffelektrolyseure installiert werden. Davon sollen 2 GW in die Herstellung von konventionellem Kraftstoff integriert werden. Bei der Herstellung des sogenannten grünen Wasserstoffs soll für die Elektrolyse ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien genutzt werden. Zwar kommt dafür auch (feste) Biomasse in Frage, aus Effizienzgründen soll der Strom aber vor allem aus der Wind- und Solarenergie stammen, die zum größten Teil importiert werden (müssen).

Für die Nutzung der festen Biomasse gibt es auch die Möglichkeit der thermo-chemischen Vergasung. Hier werden kohlenstoffhaltige Rohstoffe (Kohle, Erdgas oder Biomasse) in Synthesegas (Syngas) umgewandelt. Obwohl jedoch zahlreiche Forschungsprojekte auf nationaler und internationaler Ebene hierzu durchgeführt werden, liegt jedoch eine Anwendung in großem Maßstab noch in weiter Ferne. Die größte Hürde bildet die Qualitätsanforderungen an den Rohstoff. Biomasse ist generell aufgrund ihrer Inhomogenität schwerer zu vergasen. Derzeit gibt es in Deutschland nur eine einzige Anlage (bioliq®-Demonstrationsanlage am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (Rettenmaier et al. 2019). Ob hierdurch künftig eine weitere Nachfrage nach Holz generiert wird, hängt vom technischen Fortschritt sowie den finanziellen Anreizen ab.

5 Regelungen zur Nachhaltigkeit und Treibhausgasemissionsgrenzen

Autorinnen und Autoren: Klaus Hennenberg, Judith Reise, Hannes Böttcher

5.1 Einleitung

Die Erneuerbare Energien Richtlinie (RED II, (EC - European Commission 2018)) steckt den Rahmen ab, in dem sich erneuerbare Energien in der EU entwickeln sollen. Die Europäische Union hat sich als Ziel gesetzt, ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 55% im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, um die Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2021) Laut RED II (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2018) soll bis zum Jahr 2030 der Anteil erneuerbarer Energien (EE) am Bruttoendenergieverbrauch mindestens 32 % betragen. Dieser Wert wird im Rahmen des Green Deal (Europäische Kommission 2019)) voraussichtlich auf 38%-40% angehoben (Europäische Kommission 2020).

Die RED II legt damit zum einen EE-Ziele fest, die in Mitgliedsstaaten zu erfüllen sind. Für Deutschland soll laut dem Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (BMWi 2020b) der Anteil an EE im Jahr 2030 bei 30 % am Bruttoendenergieverbrauch liegen.. Um die neuen EU-Ziele zu erreichen, erscheint ein Anstieg der EE auf 40% als nötig. Laut der Neufassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 18.08.2021 (Bundestag 2021) will Deutschland im Jahr 2030 die Treibhausgasemissionen um 65% und im Jahr 2040 um 88% gegenüber dem Jahr 1990 reduzieren. Im Jahr 2045 soll Klimaneutralität erreicht werden.

Als einen weiteren wichtigen Aspekt nennt die RED II verpflichtende Nachhaltigkeitsanforderungen, die bei der Nutzung von Bioenergie in definierten Anwendungen bestimmter Größenordnungen erfüllt werden müssen. Hierzu zählen Anforderungen zum Erhalt von Flächen mit einer großen biologischen Vielfalt und Flächen mit einem hohen Kohlenstoffbestand sowie die Minderung von Treibhausgasemissionen. Diese Anforderungen werden in Deutschland z.B. in der BioSt-NachV³⁶ und BioKraft-NachV³⁷ umgesetzt. Die Anforderungen der RED II zur Nachhaltigkeit – zusammen mit den Ausbauzielen für EE – setzen für erhebliche Anteile der Bioenergienutzung somit den Rahmen, in dem diese in Deutschland möglich ist.

Im Fokus dieser Studie steht die energetische Nutzung von Holz. Die eingesetzte Biomasse kann aus der Forstwirtschaft als Energieholz aus dem Wald, aus der Landwirtschaft (z.B. aus Kurzumtriebsplantagen, KUP) stammen oder als Reststoffe oder Abfälle anfallen.

In der RED II werden die Sektoren Verkehr, Strom und Wärme und Kälte berücksichtigt. Biomasse wird in der RED II auf zwei Ebenen differenziert:

- ▶ Ebene 1: Als Biomassetypen unterscheidet die RED II flüssige, feste und gasförmige Biomasse. Flüssige Biomasse wird unterteilt in Biokraftstoffe (Verkehrssektor) und flüssige Biobrennstoffe (andere Sektoren). Feste und gasförmige Biomasse werden als Biomassebrennstoffe zusammengefasst. In dieser Studie wird der Begriff Bioenergie verwendet, wenn flüssige, feste und gasförmige Biomasse als Ganzes angesprochen wird.

³⁶ <https://www.gesetze-im-internet.de/biost-nachv/>

³⁷ <https://www.gesetze-im-internet.de/biokraft-nachv/>

- Ebene 2: Bei der Herkunft der Biomasse wird zwischen land-, forst- und fischereiwirtschaftlicher Biomasse mit Flächenbezug sowie Rest- und Abfallstoffen ohne Flächenbezug (z. B. holzverarbeitende Industrie, Altholzströme etc.) unterschieden.

Als zusätzliche Biomassetypen werden im Anhang IX Rohstoffe aufgelistet, die zur Produktion von „fortschrittlichen Biokraftstoffen und Biogas“ für den Verkehr genutzt werden. Für diese Nutzungspfade wird angenommen, dass geringe Risiken für indirekte Landnutzungsänderungen bestehen und hohe THG-Minderungen erreicht werden können.

Vor diesem Hintergrund orientieren sich die Darstellungen in diesem Kapitel an den folgenden Leitfragen:

- Inwieweit sind aus den für feste Biomasse in der RED II festgelegten Vergleichswerten zu Treibhausgasemission Steuerungseffekte für die Einsatzmengen und unterschiedliche Holzsortimente fester Biomasse zu erwarten?
- Ist eine Begrenzung von Nutzungsmengen auf Grundlage der Treibhausgasemissionsgrenzwerte der RED II überhaupt möglich?
- Welche Wirkung kann von den Nachhaltigkeitskriterien für feste Biomasse, wie sie in der RED II festgelegt sind, ausgehen?

Im Folgenden wird erläutert, welche Nachhaltigkeitsanforderungen in der RED II an eine Bioenergienutzung geknüpft sind (Kapitel 5.2).

5.2 Nachhaltigkeitsanforderungen an die Biomassenutzung

In der RED II werden zwei Anforderungstypen verwendet, die die zukünftige energetische Nutzung von Biomasse beeinflussen:

1. Nachhaltigkeitsanforderungen
2. Mengensteuerung von erneuerbaren Energien

Nachhaltigkeitsanforderungen an Biomasse, die im Sinne der RED II eingesetzt wird, werden in Art. 29 der RED II beschrieben. Zum einen wird festgelegt, wann genutzte Biomasse Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllen muss (Kapitel 5.2.1). Zum anderen werden – getrennt nach land- und forstwirtschaftlicher Biomasse – verpflichtende Nachhaltigkeitsanforderungen definiert (siehe Kapitel 5.2.2 bzw. 5.2.3). Anforderungen an eine THG-Minderung durch Bioenergie werden in Kapitel 5.2.4 erläutert. Abschließend wird auf Effizienzanforderungen, die bei der energetischen Nutzung von Festbrennstoffen einzuhalten sind, in Kapitel 5.2.5 eingegangen.

5.2.1 Welche Biomassenutzung muss Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllen?

Biomasse, die im Sinne der RED II als Bioenergie genutzt wird, muss Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllen, die in Art. 29 definiert werden. Es gelten laut Art. 29.1 aber zwei Ausnahmen für Anlagen zur Produktion von Elektrizität oder Wärme/Kälte aus Biomasse-Brennstoffen:

1. Feste Biomasse-Brennstoffe, die in Anlagen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von weniger als 20 MW eingesetzt werden, brauchen die Nachhaltigkeitsanforderungen in Art. 29 nicht zu erfüllen. Diese Ausnahmeregelung gilt für feste Biomasse aus der Landwirtschaft (z.B. Holz aus Kurzumtriebsplantagen, Stroh) und aus der Forstwirtschaft

- (z.B. Waldderbholz, Waldrestholz). Bei einem Holzheizkraftwerk mit 20 MW und einer Betriebszeit von 6.500 h/a entspricht diese Feuerungsleistung einem Bedarf an Holz von 25.480 t_atro/Jahr.³⁸ Nach Tabelle 12 lässt sich dieser Wert in 54.220 m³/Jahr an Sägenebenprodukte oder 49.000 m³/Jahr an Waldderbholz bzw. Waldrestholz umrechnen. Zum Vergleich: diese Menge an Waldderbholz-bzw. Waldrestholz entspricht dem jährlichen Derbholzzuwachs auf einer Waldfläche von 4.580 ha oder dem Derbholzvorrat auf 137 ha³⁹.
2. Gasförmige Biomassebrennstoffe, die in Anlagen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von weniger als 2 MW eingesetzt werden, sind von den Nachhaltigkeitsanforderungen in Art. 29 befreit. Dieser Grenzwert entspricht bei einer typischen Biogasanlage mit einer Gesamtfeuerungsleistung von 2 MW⁴⁰ etwa einer Anbaufläche von 450 ha pro Jahr⁴¹ ((FNR et al. 2013; Hartmann 2008)).

In diesem Bericht kommt die erste Ausnahmeregelung für feste Biomasse-Brennstoffe zum Tragen. In Deutschland wurden im Jahr 2016 je etwa 65 Mio. m³ Holz stofflich und energetisch genutzt. Im Jahr 2018 lag der Wert für die energetische Nutzung bei 59 Mio. m³ (siehe Tabelle 1). Eine Auswertung der Daten in Kap. 2.3 bis 2.5 nach Waldholz und Nicht-Waldholz⁷ ist in Tabelle 48 zusammengestellt. In Deutschland stammten im Jahr 2018 43 % des energetisch genutzten Holzes aus dem Wald und 57 % war Nicht-Waldholz. Waldholz wurde zu einem großen Anteil von 79,9 % in privaten Haushalten genutzt (34,3 % bezogen auf die gesamte energetische Holznutzung). Große Anlagen mit einer Feuerungsleistung ab 20 MW wurden vorrangig mit Nicht-Waldholz befeuert. Lediglich ein kleiner Anteil von 4,1 % des Waldholzes wurde in Anlagen größer 20 MW eingesetzt. Dies zeigt deutlich, dass durch die Ausnahmeregelung für Anlagen <20 MW (s.o.) nur für einen sehr kleinen Anteil des energetisch genutzten Waldholzes in Deutschland ein Nachhaltigkeitsnachweis nach der RED II geführt werden muss.

Tabelle 48: Energetische Holznutzung nach privaten Haushalten und Anlagengröße in Deutschland für das Jahr 2018

Holzherkunft	Nutzer bzw. Anlagengröße (Gesamtfeuerungsleistung)	Anteil an der energetischen Holznutzung	Anteil am Waldholz bzw. Nicht-Waldholz
Waldholz	Private Haushalte	34,3 %	79,9 %
	18kW bis <1MW	6,0 %	13,9 %
	1 bis <20MW	0,9 %	2,1 %
	>=20MW	1,7 %	4,1 %
Summe Waldholz		43,0 %	100,0 %
Nicht-Waldholz	Private Haushalte	18,9 %	33,1 %
	18kW bis <1MW	9,6 %	16,8 %
	1 bis <20MW	4,7 %	8,3 %

³⁸ Für die Bereitstellung von 1 MWh wird 0,196 t_atro benötigt (FNR 2020b).

³⁹ Annahmen: Mittlerer Zuwachs der Waldflächen in Deutschland von 10,7 m³/ha/a bzw. eines mittleren Vorats von 358 m³/ha (Treibhausgasinventur 2017, <https://bwi.info/>); Holzdichte = 0,5 t/m³.

⁴⁰ Annahmen: 0,95 MW_{el} und 1,05 MW_{th}.

⁴¹ Annahme: 100% Silomais als Substrat.

Holzherkunft	Nutzer bzw. Anlagengröße (Gesamtfeuerungs- leistung)	Anteil an der energetischen Holznutzung	Anteil am Waldholz bzw. Nicht-Waldholz
	>=20MW	23,8 %	41,8 %
Summe Nicht-Waldholz		57,0 %	100,0 %
Summe total		100,0 %	

Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2020), Döring P, Weimar H, Mantau U (2021b) und Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2020); vgl. Kap. 2.3 bis 2.5

Die energetische Nutzung von fester Biomasse, die auf landwirtschaftlichen Flächen produziert wurde, nimmt aktuell in Deutschland eine untergeordnete Rolle ein. Laut (FNR 2020b) wurde in den Jahren 2017 bis 2019 auf lediglich 11.200 ha Pflanzen für Festbrennstoffe angebaut. Dies waren weniger als 0,5% der Anbaufläche für Energiepflanzen in Deutschland.

Im Hinblick auf die energetische Nutzung von Stroh besteht die Möglichkeit, Stroh zur Herstellung von fortschrittlichen Biokraftstoffen (Ethanol, Biogas) oder als Festbrennstoff zu nutzen. Bei der Nutzung von Stroh als Festbrennstoff bestehen aber deutliche technische Schwierigkeiten (Luftschadstoffe, Aschegehalt) und sie konnte sich bisher am Markt nicht durchsetzen. Auch wird Stroh in aktuellen Szenarienstudien nicht als Festbrennstoff eingesetzt. Für fortschrittliche Biokraftstoffe auf Basis von Stroh weisen (Fehrenbach 2019) ein Potenzial von bis zu 180 PJ an Primärenergie aus. In der Studie Klimaneutrales Deutschland (Prognos et al. 2021) werden im Jahr 2030 114 PJ an Stroh (Primärenergie) bzw. 46 PJ an Endenergie⁴² für diese Nutzung angenommen.

5.2.2 Welche Nachhaltigkeitsanforderungen gelten für forstwirtschaftliche Biomasse?

Laut Art. 29.6 sind als Anforderung fünf Kriterien zu prüfen:

- ▶ Die Holzernte ist legal.
- ▶ Auf der Erntefläche findet eine Walderneuerung statt.
- ▶ Schutzgebiete werden geschützt.
- ▶ Bei der Ernte wird auf Erhaltung der Bodenqualität und der biologischen Vielfalt geachtet, um Beeinträchtigungen möglichst gering zu halten.
- ▶ Durch die Erntetätigkeiten werden die langfristigen Produktionskapazitäten des Waldes erhalten oder verbessert.

Wenn in einem Land nationale und/oder subnationale Gesetze in dem Erntegebiet zu diesen Punkten gelten und es Überwachungs- und Durchsetzungssysteme gibt, die das Einhalten der Punkte sicherstellen, dann kann forstliche Biomasse *per se* als nachhaltig angesehen werden (vgl. Art. 29.6(a)). In der Umsetzung in Deutschland könnte – wie in der Landwirtschaft (BLE 2010) – eine schriftliche Selbsterklärung ausreichen, in dem ein Forstbetrieb versichert, die entsprechenden Regeln einzuhalten.

⁴² Verluste von 60% bei der Konversion zu Ethanol bzw. Biogas.

Wenn die Gesetzeslage und die Überwachungs- und Durchsetzungssysteme für einen oder alle Punkte jedoch nicht ausreichen, muss nachgewiesen werden, dass in dem Gewinnungsgebiet Bewirtschaftungssysteme die Anforderungen sicherstellen (vgl. Art. 29.6(b)). Dies bedeutet, dass ein Nachweis z. B. über ein Zertifizierungssystem auf Betriebsebene nötig ist.

Als eine weitere Anforderung soll nach Art. 29.7 sichergestellt werden, dass in dem Herkunftsland der Biomasse im Rahmen des Paris-Abkommens Emissionen im LULUCF-Sektor nach den Regeln des IPCC berücksichtigt werden. Ist dies nicht der Fall, so greifen im Erntegebiet striktere Anforderungen zu Kohlenstoffbeständen und -senken, als die IPCC-Regeln es verlangen würden.

Anforderungen zu THG-Minderungen werden in Kap. 5.2.4 betrachtet, da sie nicht nach land- und forstwirtschaftlicher Biomasse, sondern nach Sektoren und Biomassetypen differenziert werden.

In Deutschland wird durch das Bundeswaldgesetz ein für die Landeswaldgesetze geltender Rahmen für das Waldmanagement vorgegeben. In diesem Rahmen werden bereits Aspekte geregelt, die als Grundlagen für die Einhaltung der Anforderungen aus Art. 29.6 der RED II herangezogen werden können. Nach BWaldG §1 muss der Wald aufgrund seiner Funktionen für die Wirtschaft, das Klima, die Bodenfruchtbarkeit, den Wasserhaushalt, die Erholung, den Naturhaushalt usw. erhalten werden. Außerdem ist der Wald grundsätzlich vor Landnutzungsumwandlung geschützt (BWaldG § 9). Nach BWaldG § 11 hat eine ordnungsgemäße und nachhaltige Waldbewirtschaftung zu erfolgen und es besteht eine Verpflichtung zur Aufforstung von kahlgeschlagenen und verpflichteten Beständen. In den Landeswaldgesetzen werden diese Aspekte in abweichender Formulierung so umgesetzt, dass:

- ▶ eine Pflicht zur Wiederaufforstung besteht (z. B. ThürWaldG § 23 in Thüringen),
- ▶ auf größtmögliche Bodenschonung geachtet werden muss (z. B. HWaldG § 4(2) in Hessen),
- ▶ der Wald als Lebensraum für eine artenreiche Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten ist (z. B. LWaldG § 12 in Mecklenburg-Vorpommern),
- ▶ und auf die Langfristigkeit und Nachhaltigkeit der forstlichen Produktion geachtet werden soll (z. B. LWaldG § 4(2) in Hessen).

Die Waldbewirtschaftung ist grundsätzlich in ganz Deutschland legal, da das Bundesnaturschutzgesetz § 14 die forstliche Bodennutzung nicht als Eingriff in die Natur wertet, solange die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege nicht beeinträchtigt werden. Diese Ziele sind durch die Einhaltung der Anforderungen aus BNatSchG § 5 zur nachhaltigen Landnutzung, § 17 (2) des Bundes-Bodenschutzgesetzes und der Forstgesetze definiert. Zudem sichert das BNatSchG §§ 1-3 den Schutz der Gebiete, die nach nationalem und internationalem Status geschützt sind.

Im Hinblick auf Überwachungs- und Durchsetzungssysteme ist in Deutschland auf Bundesebene über das BWaldG § 41a die regelmäßig durchgeführte Bundeswaldinventur (BWI) festgeschrieben. Sie erfolgt im Abstand von 10 Jahren und wird im Abstand von fünf Jahren durch eine Zwischenerhebung (kleinere Stichprobenzahl) ergänzt. Die Inventuren bieten einen nationalen Überblick zum Zustand des Waldes, der Holzproduktionsmöglichkeiten und der Kohlenstoffvorräte im Wald. Die BWI stellt jedoch nur begrenzt Daten zur Verfügung, mit denen der Zustand der Biodiversität im Wald bewertet werden kann (Reise et al. 2017). Lediglich über die Implementierung der Europäischen Flora-Fauna-Habitat (FFH) Richtlinie (92/43/EWG) werden bestimmte Waldlebensraumtypen sowie Tier- und Pflanzenarten des Anhangs IV (§§

12,13 FFH-Richtlinie) regelmäßig in ihrem Zustand bewertet. Ein direktes Monitoring unterschiedlicher Waldartengruppen auf regionaler Ebene erfolgt bisher nicht. Auf nationaler Ebene findet jedes Jahr eine Erfassung der Brutvögel statt (Wahl et al. 2020). Aufbauend darauf wird seit 2016 im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung⁴³ und der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt⁴⁴ der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“⁴⁵ im Abstand von 5 Jahren ermittelt. Dieser beruht auf der Bewertung der Populationsentwicklung von 51 Indikator-Vogelarten in Deutschland, aus denen schließlich der ökologische Zustand wichtiger Ökosysteme, wie z. B. des Waldes, abgeleitet wird. Das Monitoring des Bodenzustandes im Wald wird ebenfalls nur über ein nationales Monitoring, die Bodenzustandserhebung (Wiederholung ca. alle 20 Jahre)⁴⁶, abgedeckt.

Die unteren und oberen Forstbehörden stellen auf Landesebene die Durchsetzung der Gesetze sicher und prüfen beispielsweise, ob auf Ernteflächen eine Walderneuerung erfolgt (RED II Art. 26.6(a)(ii)). Der Erhalt der langfristigen Produktionskapazität (Art. 26.6(a)(v)) ist in der RED II recht vage formuliert, er kann aber voraussichtlich durch die Aktivitäten der Forstbehörden erfüllt werden (vgl. (Navigant Netherlands B.V. et al. 2021)). Aggregierte Daten der BWI können hier unterstützen, reichen aufgrund der geringen zeitlichen und räumlichen Auflösung allein aber nicht aus. In Schutzgebieten sind zudem i. d. R. Forst- und Naturschutzbehörden auf Landesebene zuständig, die die Einhaltung der Schutzgebietsauflagen bzw. das Erreichen des Schutzzieles gewährleisten (Art. 26.6(a)(iii)).

Mit den in Deutschland bestehenden Überwachungs- bzw. Monitoringsystemen wird aber nicht flächendeckend auf Bestandesebene bzw. auf Ebene von Forstbetrieben beobachtet, ob bei der Ernte auf die Erhaltung der Bodenqualität und der biologischen Vielfalt geachtet wird, um Beeinträchtigungen möglichst gering zu halten (Art. 29.6 (a)(iv)). Auch sind die erhobenen Parameter nur bedingt für diese Aspekte geeignet bzw. werden in zu großen zeitlichen Abständen erhoben.

Deutschland hat eine sehr umfangreiche Gesetzgebung, die den Anforderungen unter Art. 29.6 gerecht wird, und die Aufsicht über die Rechtsdurchsetzung ist ebenfalls klar definiert. Ein großer Schwachpunkt besteht jedoch beim Monitoring, wodurch der Einfluss bei der Ernte auf Schutzgüter wie z. B. Boden und Biodiversität nicht klar beurteilt werden kann. Demnach wäre für Deutschland ein Einzelnachweis für die Forstbetriebe nach Art. 29.6(b)(iv) nötig, um die Einhaltung der Kriterien für nachhaltig produzierte forstwirtschaftliche Biomasse im Rahmen der RED II sicher zu stellen. Im Vergleich mit anderen Mitgliedstaaten wird aber die Situation in Deutschland als ausreichend im Sinne der RED II bewertet (Navigant Netherlands B.V. et al. 2021), was die Autoren dieser Studie kritisch sehen.

Die Anforderungen zu LULUCF und damit *per se* für die Waldbewirtschaftung werden von Deutschland erfüllt (Navigant Netherlands B.V. et al. 2021).

5.2.3 Welche Nachhaltigkeitsanforderungen gelten für landwirtschaftliche Biomasse?

In der RED II gelten für landwirtschaftliche Biomasse im Grundzug die Kriterien, die es bereits in der RED I (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009) gab. Dabei darf

⁴³ Nachhaltigkeitsstrategie der Deutschen Bundesregierung (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/eine-strategie-begleitet-uns/die-deutsche-nachhaltigkeitsstrategie>)

⁴⁴ Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (<https://www.bmu.de/themen/natur-biologische-vielfalt-arten/naturschutz-biologische-vielfalt/allgemeines-strategien/nationale-strategie/>)

⁴⁵ Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ des Bundesamtes für Naturschutz (<https://biologischevielfalt.bfn.de/nationale-strategie/indikatoren-und-berichterstattung/indikatorenbericht-2014/indikatoren/artenvielfalt-und-landschaftsqualitaet.html>)

⁴⁶ <https://www.thuenen.de/de/wo/projekte/bodenschutz-und-waldzustand/projekte-bodenzustandserhebung/bundesweite-bodenzustandserhebung-im-wald/>

Biomasse nicht von Flächen mit hohem Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt, von Flächen mit einem hohen Kohlenstoffbestand und von Torfmoorflächen stammen. Für eine Überprüfung gilt der Zeitraum von Januar 2008 bis zur Ernte.

- ▶ Schutz von Flächen mit hohem Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt (Art. 29.3):
 - Primärwälder (keine Änderungen gegenüber RED I)
 - Schutzgebiete (keine Änderungen gegenüber RED I)
 - Grünland mit großer biologischer Vielfalt: Es wurde in die RED II eingefügt, dass eine Grünlandfläche mindestens 1 ha groß sein muss. Zuvor gab es keinen Grenzwert für die Flächengröße. Zudem wurde für künstlich geschaffenes Grünland ergänzt, dass eine zuständige Behörde eine große biologische Vielfalt festgestellt haben muss. Diese beiden Ergänzungen reduzieren den Schutz von Grünland mit großer biologischer Vielfalt stark. Grünland kann eine Überschirmung mit Bäumen von bis zu 30 % haben (Savannen).
 - Wald mit großer biologischer Vielfalt oder andere bewaldete Flächen: Dieser Passus wurde in RED II neu aufgenommen. Aufgrund von Überschneidungen der Flächenkategorien Wald (Art. 29.4; bereits strenger Schutz bei 30 % Überschirmung) ist diese neue Kategorie nur für Flächen mit einer Überschirmung von 5-30 % relevant. Agroforstsysteme sind ausgenommen. Diese Flächen überschneiden sich zudem mit Grünland (s. o.). Da für Wälder mit großer biologischer Vielfalt und andere bewaldete Flächen aber nur optional eine zuständige Behörde eine große biologische Vielfalt festgestellt haben muss, ist der Schutzstatus höher und vorrangig zum Grünland anzuwenden.
- ▶ Schutz von Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand (Art. 29.4): Feuchtgebiete, kontinuierlich bewaldete Gebiete, Gebiete mit 10-30 % Überschirmung (keine Änderungen gegenüber RED I)
- ▶ Schutz von Torfmoorflächen (Art. 29.5) (keine Änderungen gegenüber RED I)
- ▶ Erhalt von Bodenqualität und des Kohlenstoffbestands des Bodens: Abfall- und Reststoffe, die von landwirtschaftlichen Flächen stammen (z. B. Stroh) dürfen nur als Bioenergie genutzt werden, wenn „die Betreiber oder die nationalen Behörden Überwachungs- oder Bewirtschaftungspläne festgelegt haben, um einer Beeinträchtigung der Bodenqualität und des Kohlenstoffbestands des Bodens zu begegnen“ (Art. 29.2). Dieser Passus ersetzt de facto den Bezug der RED I zu Anforderungen unter den Cross Compliance-Regeln in der EU. Allerdings ist der neue Passus auch außerhalb der EU anzuwenden.
- ▶ Anforderungen zu THG-Minderungen werden in Kap. 5.2.4 betrachtet, da sie nicht nach land- und forstwirtschaftlicher Biomasse, sondern nach Sektoren und Biomassetypen differenziert werden.

In Deutschland wirken sich die Änderungen und Ergänzungen in RED II zu den Nachhaltigkeitskriterien für landwirtschaftliche Biomasse vor allem auf Grünland mit großer biologischer Vielfalt aus. Wurde z. B. im Jahr 2010 Grünland zu Ackerland umgebrochen, ohne

dass eine hohe biologische Vielfalt ausgeschlossen wurde, konnte die Fläche nicht zur Produktion von Biokraftstoffen zur Anrechnung unter der RED I verwendet werden. Durch die Änderungen kann eine derartige Fläche nun für die Produktion von Bioenergie – inklusive fester Biomasse – genutzt werden, solange nicht von einer zuständigen Behörde eine große biologische Vielfalt festgestellt wurde. *De facto* wird damit die Nachweispflicht vom Produzenten auf die zuständige Behörde verlagert und Kartierungsdefizite werden in Kauf genommen. Für importierte Bioenergie verschlechtert sich der Schutzstatus von Grünland in gleicher Weise.

Im Hinblick auf die Nutzung von Abfall- und Reststoffen von landwirtschaftlichen Flächen wie Stroh als Festbrennstoff wurde mit der Anforderung zum Erhalt der Bodenqualität und des Kohlenstoffbestands des Bodens ein neues Kriterium eingeführt. Zu diesem Kriterium wurden in (Navigant Netherlands B.V. et al. 2021) Vorschläge erarbeitet, wie auf nationaler oder betrieblicher Ebene ein Nachweis erbracht werden kann. Der Erhalt der Bodenqualität und des Kohlenstoffbestands des Bodens hängt eng mit der Fruchtfolge auf einer Fläche zusammen, und die Humusentwicklung im Boden kann als ein wichtiger Indikator verwendet werden. In Deutschland steht z. B. mit der VDLUFA-Methode (VDLUFA 2014; Zeller et al. o.J.) ein anerkanntes Verfahren zur Verfügung, um die Humusentwicklung im Boden in Abhängigkeit von der Fruchtfolge und der Zufuhr von organischer Substanz (z. B. Wirtschaftsdünger) zu monitoren. Entscheidend ist dabei, ob die Humusbilanzierung schlagbezogen oder bezogen auf die Betriebsfläche berechnet wird. Wird die Betriebsfläche als Bezug herangezogen, so kann der Humusaufbau auf einer Grünlandfläche eine negative Humusentwicklung auf einer Ackerfläche, z. B. durch Strohentnahme, bilanziell ausgleichen. Bei einer schlagbezogenen Humusbilanz ist ein derartiger Ausgleich zwischen Acker- und Grünland nicht möglich, so dass bei dieser Bezugsgröße eine RED II-konforme Strohentnahme schwieriger darstellbar ist. Die Guidelines in (Navigant Netherlands B.V. et al. 2021)heben auf ein nachhaltiges Bodenmanagement ab, das entweder durch das Vorliegen nationaler Regelungen für ein Land als per se eingehalten betrachtet wird (Tier 1 Ansatz) oder mit einer Nachweisführung auf Betriebsebene erfüllt wird (Tier 2 Ansatz).

Der neue Passus zu Wald mit großer biologischer Vielfalt oder anderen bewaldeten Flächen wird in Deutschland kaum Anwendung finden, da Bestände mit einem schütteren Baumbestand in Deutschland nicht/kaum vorkommen bzw. Agroforstsysteme wie Streuobstwiesen ausgenommen sind. International kann der Passus aber eine Rolle spielen, da eine Abgrenzung zu 5 % Überschirmung in der Praxis in Savannenregionen nur schwer möglich ist. Die bedeutet in der Praxis, dass Flächen mit einer Überschirmung von weniger als 5 % als andere bewaldete Flächen gewertet werden müssen. Dadurch werden die Verschlechterungen des Schutzes von Grünland mit großer biologischer Vielfalt z. T. wieder verbessert (Navigant Netherlands B.V. et al. 2021).

Für Torfmoor wurde der Teilsatz, der eine Kultivierung auf bereits entwässerten Torfmoorböden erlaubt, solange keine weitere Entwässerung stattfindet, beibehalten. Damit wurde nicht die Möglichkeit genutzt, den Torfmoorschutz zu verbessern, um z. B. den Anbau von Bioenergiesubstraten in Deutschland auf Torfmoorböden im Rahmen der RED II zu unterbinden.

5.2.4 Welche THG-Minderungen müssen für Bioenergie erreicht werden?

In Art. 29.10 werden THG-Minderungsziele für Biomassetypen in den Sektoren genannt. Für feste Biomasse, die energetisch in den Sektoren Strom und Wärme/Kälte genutzt wird, sind Grenzwerte für eine THG-Minderung nur für Neuanlagen ab dem 1.1.2021 anzuwenden. Vom 1.1.2021 liegt der Grenzwert bei 70% THG-Minderung und steigt auf 80% THG-Minderung für Anlagen, die ab dem 1.1.2026 in Betrieb genommen werden. Für Bestandsanlagen, die bis zum 31.12.2020 in Betrieb genommen wurden, entfällt der Nachweis einer THG-Minderung.

Im Anhang der RED II sind für zahlreiche Bioenergietypen und Biomassesubstrate Standardwerte für die THG-Minderung zusammengestellt. Liegt ein Standardwert über dem Grenzwert für eine THG-Minderung, so kann ein Anlagenbetreiber den Standardwert als Nachweis verwenden und auf eine eigene THG-Bilanz verzichten.

Für zahlreiche feste Biomassebrennstoffe (inkl. Holz und landwirtschaftliche Reststoffe wie Stroh) für Wärme/Kälte und für Strom werden die Standardwerte nach Transportentfernung unterschieden (Tabelle 49). Bei der Herstellung von Holzbriketts oder -pellets wird zudem zwischen drei Produktionsfällen unterschieden, die sich im Hinblick auf den Anteil an erneuerbaren Energien am Produktionsprozess unterscheiden (siehe Tabelle 49). Folgende Tendenzen zu den Standardwerten sind erkennbar:

- ▶ Die Transportdistanz verschlechtert die THG-Minderung deutlich.
- ▶ Der Einsatz von erneuerbarer Energie verbessert die THG-Minderung deutlich.
- ▶ Wird erneuerbare Energie im Prozess für Strom und Wärme eingesetzt und beträgt die Transportdistanz bis zu 2.500 km, liegen alle Standardwerte über dem Grenzwert von 80%. Das Kriterium zur THG-Minderung ist bis 2030 erfüllt.
- ▶ Wird erneuerbare Energie im Prozess für Strom und Wärme eingesetzt und beträgt die Transportdistanz 2.500 bis 10.000 km, liegen alle Standardwerte über 70% (Grenzwert bis 31.12.2025) und z.T. auch über 80% (Grenzwert ab 1.1.2026).
- ▶ Holzpellets aus Stammholz und Waldrestholz liegen auch bei einer Transportdistanz von mehr als 10.000 km über 80% (Grenzwert ab 1.1.2026), wenn erneuerbare Energie im Prozess für Strom und Wärme eingesetzt wird.

Die Herleitung der Standardwerte in der RED II berücksichtigen aber, wie auch die Regeln zur Berechnung tatsächlicher Emissionsminderung, keine Veränderungen des Holzspeichers auf der Waldfläche. Werden diese Effekte in die THG-Bilanz eingerechnet, steht in Frage, ob die THG-Minderungsgrenzwerte für Waldenergieholz erreicht werden können (siehe Textbox „Speicherleistung im Wald“).

In Summe ist festzuhalten, dass die Anforderung zur THG-Minderung im Zusammenspiel mit den Standardwerten vorrangig eine Lenkungswirkung hin zu dem Einsatz von erneuerbaren Energien in dem Herstellungsprozess erzeugt.

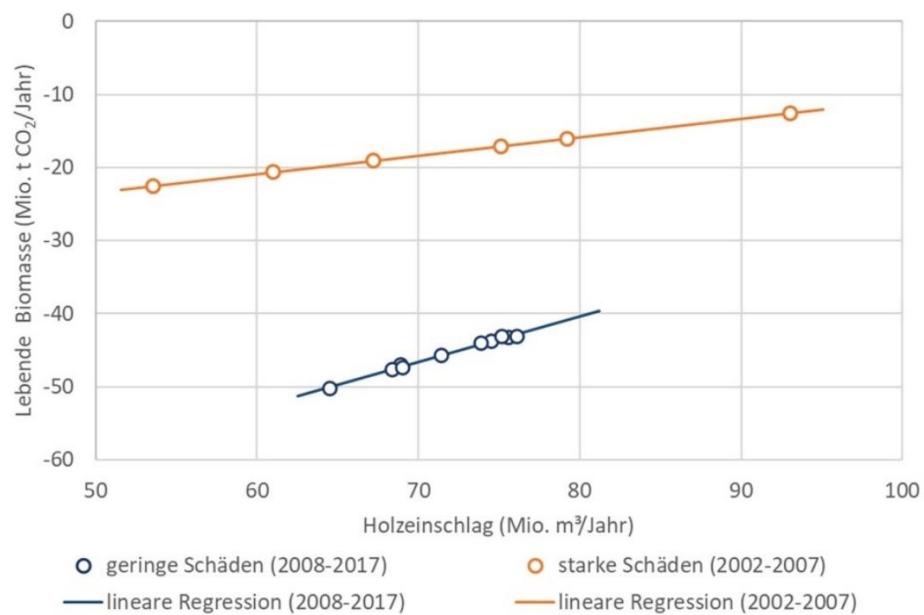
Die energetische Nutzung von Stammholz (Waldderholz) und Waldrestholz wird – unabhängig von der Transportdistanz – durch das Kriterium zur THG-Minderung nicht eingeschränkt, solange erneuerbare Energien in dem Herstellungsprozess für Wärme und Strom eingesetzt werden. Werden hingegen keine erneuerbaren Energien eingesetzt, so können die THG-Grenzwerte i.d.R. nicht eingehalten werden (vgl. Tabelle 49).

Speicherleistung im Wald

Im Anhang V der RED II sind Regeln aufgestellt, mit denen die Treibhausgasminderung von Bioenergie berechnet werden kann. Dazu werden Emissionen entlang der Prozesskette eines Bioenergieträgers bilanziert und diese mit den Emissionen der fossilen Referenz verglichen. In die THG-Bilanz gehen zwar Emissionen aus der Landnutzungsänderung ein wie z.B. aus der Umwandlung von Grünland zu Ackerland, nicht aber Veränderungen innerhalb eines Landnutzungstyps. Letzteres ist aber gerade bei der Bewirtschaftung von Wäldern sehr relevant: Der Zuwachs von Bäumen erhöht den Holzvorrat im Wald. Wird Holz entnommen, so sinkt der

Holzvorrat wieder. Wird weniger Holz geerntet, bleibt der Holzvorrat höher. Derartige Effekte sind abhängig von der Bewirtschaftungsintensität und spiegeln sich in der jährlichen Senkenleistung des Waldes wider. Dieser Zusammenhang ist beispielsweise in der Auswertung im deutschen Treibhausgasinventar genutzt worden (UBA 2021a) und in den zugehörigen CRF-Tabellen hinterlegt. Der Zeitraum von 2002 bis 2007 zeichnet sich durch starke natürliche Störungen (2002 Orkan Janette, 2003 Dürre, 2007 Orkan Kyrill) aus und der Zeitraum von 2008 bis 2017 durch nur geringe natürliche Störungen

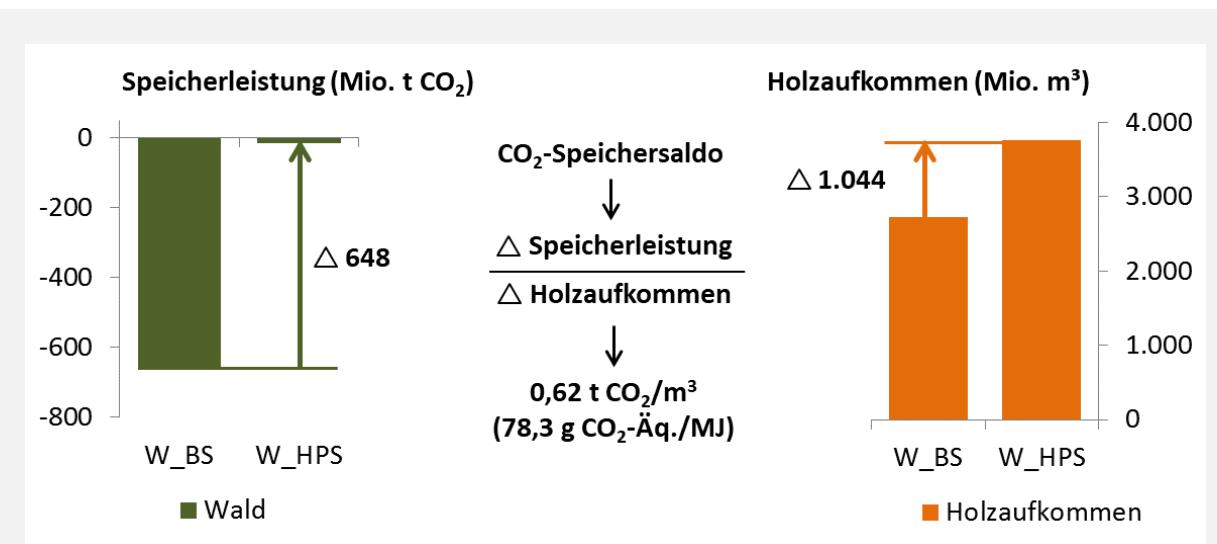
Abbildung 22: Speicherleistung der lebenden Biomasse der Waldfläche in Abhängigkeit vom Holzeinschlag



Quelle: (Hennenberg et al. 2021) auf Basis von (UBA 2021a) und zugehörige CRF-Tabellen.
 Lineare Regression starke Schäden: y [Mio. t CO₂] = 0,251 [t CO₂/m³] x [Mio. m³] – 35,94 [Mio. t CO₂];
 Lineare Regression geringe Schäden: y [Mio. t CO₂] = 0,621 [t CO₂/m³] * x [Mio. m³] – 89,82 [Mio. t CO₂]

Im Zeitraum mit starken Schäden ist die Speicherleistung der lebenden Biomasse der Waldfläche *per se* niedriger als im Zeitraum mit geringen Schäden. Zudem verändert sich die Speicherleistung in Abhängigkeit von dem Holzeinschlag, was als CO₂-Speichersaldo der lebenden Biomasse der Waldfläche (kurz CO₂-Speichersaldo) ausgedrückt werden kann: im Zeitraum mit starken Schäden liegt der CO₂-Speichersaldo bei 0,25 t CO₂/m³ Holzentnahme und im Zeitraum mit geringen Schäden bei 0,62 t CO₂/m³ Holzentnahme.

Der CO₂-Speichersaldo kann auch aus dem Vergleich zweier Waldbewirtschaftungsszenarien mit unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität abgeleitet werden (Hennenberg et al. 2019). Dabei wird die Menge an zusätzlich entnommenem Holz mit der Veränderung der Senkenleistung ins Verhältnis gesetzt und der CO₂-Speichersaldo in t CO₂/m³ oder g CO₂-Äq./MJ ausgedrückt.

Abbildung 23: Herleitung des CO₂-Speichersaldos auf Basis der Ergebnisse aus WEHAM-Szenarien

Quelle: (Hennenberg et al. 2019) und <https://co2-speichersaldo.de/>. W-BS = WEHAM-Basiszenario, W-NPS = WEHAM-Naturschutzpräferenzszenario. Umrechnungsfaktor: 7.920 MJ/m³ (abgeleitet nach (FNR 2018))

Die Analyse für Waldszenarien in Deutschland mit unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität zeigt, dass der CO₂-Speichersaldo Werte von 0,62 bis 1,68 t CO₂/m³ bzw. 78,3 bis 212,1 g CO₂-Äq./MJ annimmt.⁴⁷ Aus internationalen Szenarienanalysen für temperate Wälder lässt sich eine ähnliche Spannbreite ableiten (Böttcher et al. 2020b). Um die Senkenleistung bei unterlassener Holzernte zu berechnen, verwenden (Schulze et al. 2020) einen Faktor von 0,925 t CO₂/m³.

Für den CO₂-Speichersaldo der lebenden Biomasse der Waldfläche in Deutschland ist also mit einer Spannbreite von 0,25 bis zu 1,7 t CO₂/m³ zu rechnen.

Im Anhang der RED II werden für Hackschnitzeln aus Stammholz Emissionen entlang der Prozesskette von 4,8 g CO₂-Äq./MJ ausgewiesen. Gegenüber der fossilen Referenz mit 80 g CO₂-Äq./MJ resultiert eine THG-Minderung von 94% und das Energieholz erfüllt die THG-Minderungsgrenzwerte der RED II. Wird ein CO₂-Speichersaldo von 78,3 g CO₂-Äq./MJ (entspricht 0,62 t CO₂/m³, vgl. Beispiele oben) in die THG-Bilanz eingebunden, betragen die Emissionen 83,1 g CO₂-Äq./MJ. Wird also die Veränderung der Speicherleistung auf der Waldfläche, die mit der Holzentnahme zusammenhängt, berücksichtigt, kann mit der energetischen Nutzung von Stammholz keine THG-Minderung gegenüber der fossilen Referenz erreicht werden. Bei der Berücksichtigung von einem CO₂-Speichersaldo von 31,6 g CO₂-Äq./MJ (entspricht 0,25 t CO₂/m³) als untere Grenze des in Deutschland zu erwartend Bereichs ergibt die THG-Bilanz Emissionen von 36,4 g CO₂-Äq./MJ bzw. eine THG-Minderung gegenüber der fossilen Referenz von 55%, so dass das THG-Minderungsziel der RED II von 70% nicht erreicht wird.

⁴⁷ Siehe Details unter: <https://co2-speichersaldo.de/>

Tabelle 49: Standardwerte zur Treibhausgasminderung im Rahmen der RED II

Produktionspfad	Fall	Holztyp	Bioenergietyp	THG-Minderung (Standardwert für Wärme)			
Transportdistanz				1 bis 500 km	500 bis 2.500 km	2.500 bis 10.000 km	über 10.000 km
Holzschnitzel aus Stammholz	--	WDH	HS	92%	88%	79%	61%
Holzbriketts oder -pellets aus Stammholz	Fall 1	WDH	HP	49%	49%	47%	40%
	Fall 2	WDH	HP	73%	73%	70%	64%
	Fall 3	WDH	HP	91%	91%	88%	82%
Holzschnitzel aus forstwirtschaftlichen Reststoffen	--	WRH	HS	91%	87%	78%	60%
Holzbriketts oder -pellets aus forstwirtschaftlichen Reststoffen	Fall 1	WRH	HP	49%	49%	47%	40%
	Fall 2a	WRH	HP	72%	72%	70%	63%
	Fall 3a	WRH	HP	90%	90%	88%	81%
Holzschnitzel aus Industriereststoffen	--	IRH	HS	93%	90%	80%	63%
Holzbriketts oder -pellets aus Reststoffen der Holzindustrie	Fall 1	IRH	HP	69%	70%	67%	61%
	Fall 2a	IRH	HP	84%	84%	82%	75%
	Fall 3a	IRH	HP	94%	94%	92%	85%
Holzschnitzel aus Niederwald mit Kurzumtrieb (Eukalyptusholz)	--	KUP	HS			73%	
Holzschnitzel aus Niederwald mit Kurzumtrieb (Pappelholz, gedüngt)	--	KUP	HS	87%	84%	74%	57%
Holzschnitzel aus Niederwald mit Kurzumtrieb (Pappelholz, ungedüngt)	--	KUP	HS	90%	86%	77%	59%
Holzbriketts oder -pellets aus Niederwald mit Kurzumtrieb (Eukalyptusholz)	Fall 1	KUP	HP			43%	
	Fall 2a	KUP	HP			66%	
	Fall 3a	KUP	HP			83%	
Holzbriketts oder -pellets aus Niederwald mit Kurzumtrieb (Pappelholz, gedüngt)	Fall 1	KUP	HP	46%	44%	44%	37%
	Fall 2a	KUP	HP	69%	67%	67%	60%
	Fall 3a	KUP	HP	87%	84%	84%	78%
Holzbriketts oder -pellets aus Niederwald mit Kurzumtrieb (Pappelholz, ungedüngt)	Fall 1	KUP	HP	48%	46%	46%	40%
	Fall 2a	KUP	HP	72%	69%	69%	63%
	Fall 3a	KUP	HP	90%	87%	87%	81%

Quelle: RED II (EC 2018). Rot = Standardwert erfüllt die Anforderung nur bis 31.12.2025 (70% <= Standardwerte < 80%); rot und fett = erfüllt die Anforderung auch ab 1.1.2026 (Standardwert >= 80%).

Fortsetzung Tabelle 49:

Fall 1 bezieht sich auf Verfahren, in denen ein Erdgaskessel genutzt wird, um der Pelletpresse Prozesswärme zu liefern. Die Elektrizität für die Pelletpresse stammt aus dem Stromnetz.

Fall 2a bezieht sich auf Verfahren, in denen ein mit vorgetrockneten Schnitzeln betriebener Holzschnitzelkessel genutzt wird, um Prozesswärme zu liefern. Die Elektrizität für die Pelletpresse stammt aus dem Stromnetz.

Fall 3a bezieht sich auf Verfahren, in denen ein mit vorgetrockneten Holzschnitzeln betriebener KWK-Kessel genutzt wird, um der Pelletpresse Elektrizität und Wärme zu liefern.

WDH = Waldderholz, WRH = Waldrestholz, IRH = Industrierestholz, KUP = Holz aus Kurzumtriebsplantagen, HS = Holzschnitzel, HP = Holzpellets/-briketts

Markierung: **rot + fett: >= 80%**; **rot + nicht fett: < 80% und >= 70%**; schwarz +nicht fett: < 70%

5.2.5 Welche Effizienzanforderungen müssen bei der energetischen Nutzung von Festbrennstoffen erfüllt werden?

Laut Art. 29.11 der RED II müssen größere Anlagen zur Stromerzeugung Effizienzstandards erfüllen:

- ▶ Anlagen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung zwischen 50 und 100 MW: Strom wird mit hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplungstechnologie produziert oder reine Strom produzierende Anlagen erreichen die höchsten Energieeffizienzwerte („BVT-assozierte Energieeffizienzwerte“).
- ▶ Anlagen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung größer 100 MW: Strom wird mit hocheffizienter Kraft- Wärme-Kopplungstechnologie produziert oder ausschließlich Strom produzierenden Anlagen erreichen einen elektrischen Nettowirkungsgrad von mindestens 36 %.
- ▶ Anlagen, die Biomasse einsetzen, das CO₂ auffangen und in einen Langzeitspeicher einlagern (Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS).

Diese Anforderungen gelten zwar für die Stromerzeugung, aber auch indirekt für die Wärmebereitstellung durch feste Biomasse, wenn eine Kraft-Wärme-Kopplungstechnologie genutzt und feste Biomasse eingesetzt wird.

Vorschläge der Europäischen Kommission zur Änderung der RED II

Am 14.07.2021 hat die Europäische Kommission Vorschläge veröffentlicht, wie die RED II im Rahmen des Green Deal weiterentwickelt werden könnte (Europäische Kommission 2021). Im Folgenden werden die wichtigsten Änderungsvorschläge angeführt, die in Bezug zur Nutzung von Holzenergie im Sektor Wärme/Kälte und Nachhaltigkeitsanforderungen stehen:

- ▶ Artikel 3: Im Sinne des Kaskadenprinzips sollen Mitgliedstaaten Maßnahmen ergreifen, um sicherzustellen, dass mit der Erzeugung von Bioenergie keine unangemessenen wettbewerbsverzerrenden Auswirkungen auf den Markt für Biomasserohstoffe entstehen und dass schädliche Auswirkungen auf die biologische Vielfalt minimiert werden. Insbesondere soll Mitgliedsstaaten die energetische Nutzung von Sägerundholz, Furnierholz sowie Stümpfen und Wurzeln nicht fördern. Hierzu soll die Kommission einen delegierten Rechtsakt erlassen, der die Anwendung des Kaskadenprinzips für Biomasse, insbesondere zur Minimierung der Verwendung von Qualitätsrundholz (Sägeholz, Furnierholz) für die Energieerzeugung behandelt.

- ▶ Artikel 29.1: Der Grenzwert, ab dem Anlagen die Nachhaltigkeitsanforderungen in Art. 29 erfüllen müssen, soll von 20 MW Gesamtfeuerungsleistung auf 5 MW herabgesetzt werden.
- ▶ Artikel 29.3 bis 29.5: Die Nachhaltigkeitsanforderungen zu Primärwälder, Wälder mit großer biologischer Vielfalt, Grünland mit großer biologischer Vielfalt, Flächen mit hohem Kohlenstoffgehalt und Torfmoor-Flächen sollen nicht nur für landwirtschaftliche Biomasse, sondern auch für forstwirtschaftliche Biomasse gelten.
- ▶ Artikel 29.6: Die Anforderungen zum Schutz der biologischen Vielfalt und der Bodenqualität bei der Holzernte im Wald werden ergänzt: es soll vermieden werden, Stümpfen und Wurzeln zu ernten; Primärwälder zu degradieren und sie in Plantagenwälder umzuwandeln. Eine Ernte auf empfindlichen Böden soll vermieden werden. Große Kahlschläge sollen auf ein Mindestmaß beschränkt werden und die Entnahme von Totholz soll sich an einen örtlich angemessenen Schwellenwerte richten. Es sollen Einschlagssystemen festgelegt werden, die die Auswirkungen auf die Bodenqualität, einschließlich der Bodenverdichtung, und auf die biologische Vielfalt und Lebensräume auf ein Mindestmaß reduzieren.
- ▶ Artikel 29.10: Anlagen, die feste oder gasförmige Biomasse zur Erzeugung von Strom oder Wärme/Kälte einsetzen, müssen bis Ende des Jahres 2025 eine THG-Minderung von 70% erreichen. Ab dem Jahr 2026 soll dieser Wert auf 80% steigen. Neu im Vorschlag der Kommission ist, dass die THG-Minderung für alle betroffenen Anlagengelten soll, unabhängig vom Baujahr.

Die Änderungsvorschläge der Kommission würden deutlich die Nachhaltigkeitsanforderungen an feste Biomasse verbessern. Dies würde insbesondere dadurch erreicht, dass Nachhaltigkeitsanforderungen für landwirtschaftliche Biomasse auch für forstwirtschaftliche Biomasse eingehalten werden sollten (vgl. Kapitel 5.2.2 und 5.2.3). Von der übergeordneten Anforderung zum Kaskadenprinzip und dem Ausschluss von Qualitätsrundholz für die energetische Nutzung ist zu erwarten, dass sich die Holzpotenziale einengen. Dies könnte durch die Ausweitung der THG-Minderungsanforderungen (vgl. Kapitel 5.2.4) auf Bestandsanlagen verstärkt werden.

6 Relevante Regelungen zur Steuerung von Festbrennstoffen in anderen Staaten

Autorinnen: *Mandy Werle, Mascha Bischoff*

6.1 Einleitung

Hier wird ein Blick ins Ausland geworfen, um von den dort gemachten Erfahrungen zu lernen. Konkret sollen Regulierungen, Förderinstrumente und Nachhaltigkeitsaspekte zur quantitativen und qualitativen Steuerung von fester Biomasse insbesondere im Gebäude-Wärmebereich in ausgewählten europäischen Ländern analysiert werden, um daraus Empfehlungen für Deutschland ableiten zu können.

6.2 Methodisches Vorgehen

Methodisch wurde bei den zu erstellenden Länderanalysen wie folgt vorgegangen: In einem ersten Schritt wurden dem Auftraggeber Kriterien für eine Vorauswahl von zu betrachtenden Ländern vorgeschlagen. Die folgenden mit dem Auftraggeber abgestimmten Kriterien wurden bei der Ländervorauswahl berücksichtigt:

- ▶ Einsatz relevanter Mengen an fester Biomasse v. a. in der Wärmeerzeugung (Fernwärme und/oder dezentrale Wärmeerzeugung)
- ▶ Interessante Planungsinstrumente und regulatorische Maßnahmen zur quantitativen und qualitativen Steuerung im Bereich fester Biomasse (z. B. ambitionierte Biomasseziele, Quotenregelungen, etc.)
- ▶ Interessante finanzielle Förderinstrumente zur quantitativen und qualitativen Steuerung im Bereich fester Biomasse
- ▶ Effektive Erschließung nachhaltiger Biomassepotenziale (weitere und/oder über in Art. 29 RED II hinausgehende Nachhaltigkeitskriterien, Importquote)
- ▶ Ähnliche/Vergleichbare Herausforderungen im Rahmen der Energie- und Wärmewende (z. B. Wärmenachfrage zentraler Faktor beim Bruttoendenergieverbrauch, fossile Dominanz im Bestand, Biomassepotenzial etc.)
- ▶ (Teil-)Übertragbarkeit der Instrumente auf Deutschland

Auf dieser Basis sind im zweiten Schritt erste Länderscreenings durchgeführt worden. Diese dienten dazu, einen kurSORischen Überblick über entsprechende Regulierungen, Förderinstrumente und Nachhaltigkeitsaspekte zur quantitativen und qualitativen Steuerung von fester Biomasse zu erhalten.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden darauf basierend vertiefte Länderanalysen für Dänemark und das Vereinigte Königreich Großbritannien und Nordirland durchgeführt. Hierzu wurde auf öffentlich zugängliche Quellen (z. B. gesetzliche Planungen, bestehende Regulierungen und Informationen zu Förderinstrumenten) sowie auf Experteninterviews zurückgegriffen.

Darüber hinaus wurden Experteninterviews mit Vertreter*innen aus weiteren sechs Ländern geführt, darunter Schweden, Finnland, Italien, Frankreich, Belgien und die Niederlande, und

weitere für das Arbeitspaket entsprechend relevante Instrumente und Nachhaltigkeitsaspekte identifiziert.

Mit den Interviewpartnern*innen (Tabelle 50) wurde jeweils etwa ein einstündiges Gespräch auf Basis eines Interviewleitfadens geführt. Dabei wurden vier Kernfragen und darauf basierend vertiefende Nachfragen gestellt:

1. Erwarten Sie, dass feste Biomasse in den Zukunftsplänen für den Wärmesektor in [jeweiliges Land] (weiterhin) eine wichtige Rolle spielen wird?
2. Stichwort Nachhaltigkeitskriterien für die Nutzung fester Biomasse. Könnten Sie die gegenwärtige Situation und den Kurs für die Zukunft kommentieren? Erwarten Sie mehr Engagement, möglicherweise strengere Kriterien?
3. Welche Instrumente stehen zur Verfügung oder werden entwickelt, um die Nutzung von fester Biomasse und die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien zu steuern?
4. Stichwort innovative Ansätze, Ideen, die über den Tellerrand hinausblicken, vielversprechende Instrumente. Könnten Sie Beispiele nennen?

Tabelle 50: Liste der Interviewpartner*innen

Land	Name	Organisation	Fachgebiete	Kontakt
Finnland	Prof. Tapio Ranta	Lahti University of Technology	Abschätzungen von Biomasse-potenzialen, Biomasse-mobilisierung, Biomasselogistik, Biomassehandel	Tapio.Ranta@lut.fi
Schweden	Olle Olsson	Stockholm Environment Institute	Senior Research Fellow und Politikanalyst mit Schwerpunkt auf Märkten für holzbasierte Bioenergie	olle.olsson@sei.org
Dänemark	Nora Skjernaa Hansen	Danish Energy Agency	Special Advisor, Centre for Renewables	nshn@ens.dk
Dänemark	Christian Bjerrum Jørgensen	Dänische Botschaft	Botschaftsrat Energie	chrjor@um.dk
Dänemark	Prof. Niclas Scott Bentsen	Universität Kopenhagen	Biomasseressourcen - Quantifizierung und Charakterisierung von Biomasseressourcen aus der Land- und Forstwirtschaft auf lokaler bis globaler Ebene	nb@ign.ku.dk
UK	Duncan Brack	Chatham House	Experte für internationale	dbrack@dbrack.org.uk

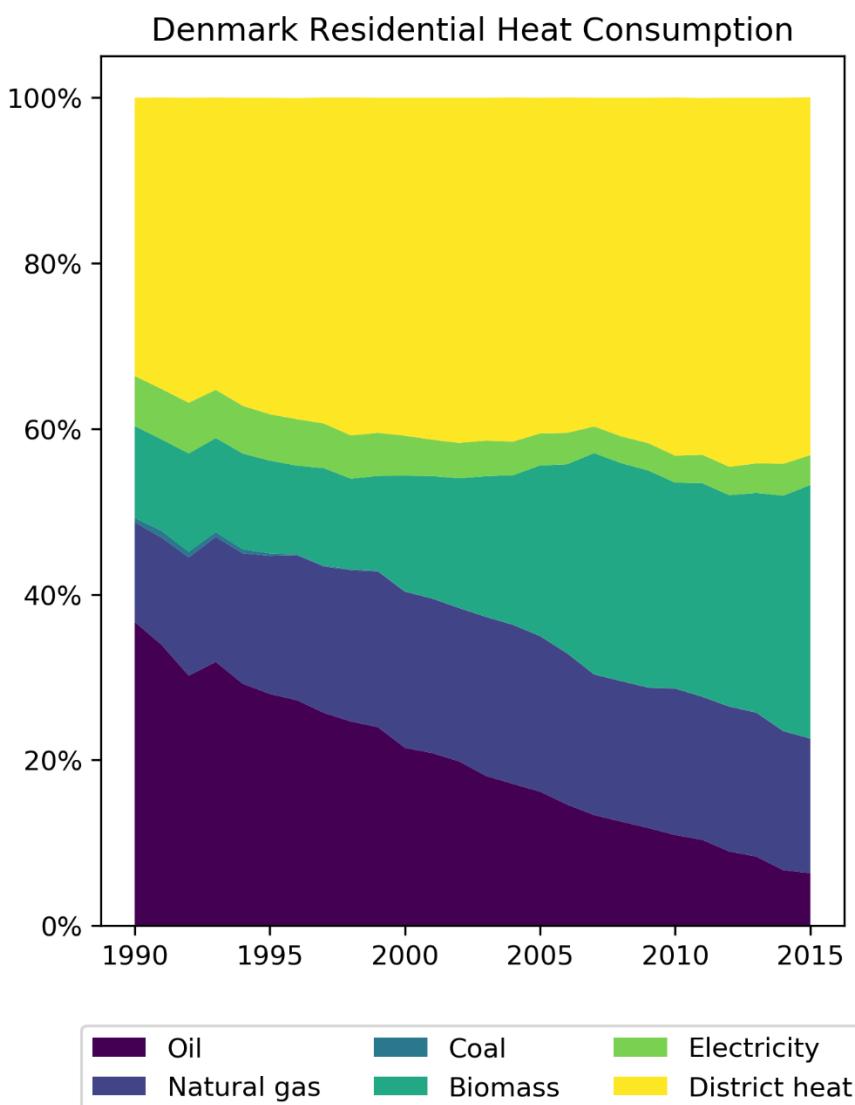
Land	Name	Organisation	Fachgebiete	Kontakt
			Forstpolitik, Berater der britischen Regierung 2010-2015	
Niederlande	Prof. Martin Junginger	Copernicus Institut, Universität Utrecht	Professor für Energie & Ressourcen, Leitung Bioenergie-Cluster	h.m.junginger@uu.nl
Belgien	Yves Ryckmans	ENGIE	Chief Technology Officer Biomasse	yves.ryckmans@laborelec.com
Frankreich	Lena Müller-Lohse	DE-FR Büro für die Energiewende	Referentin Bioenergien	lena.muller-lohse@developpement-durable.gouv.fr
Italien	Alessandro Agostini	ENEA	Nachhaltigkeitsanalyse von Biokraftstoffen	alessandro.agostini@enea.it

6.3 Analyse der Länder

6.3.1 Dänemark

Dänemark gehört zu den „first movers“ in Sachen Bioenergie: Seit den 1970er-Jahren gehört die Bioenergie zum festen Bestandteil der Energie- und Wärmeversorgung - wobei ein beträchtlicher Anteil fester Biomasse importiert wird. Abbildung 24 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs im dänischen Gebäudesektor. Seit 1990 ist der Verbrauch von fossilen Energieträgern deutlich zurückgegangen, während Biomasse und zu großen Teilen biobasierte Fernwärme die führende Rolle übernommen haben. Auch zukünftig soll feste Biomasse in der Wärmeversorgung eingesetzt werden, allerdings deutlich restriktiver. Dänemark setzt dabei auf einen Mix verschiedener Instrumente bzw. Instrumenteanpassungen.

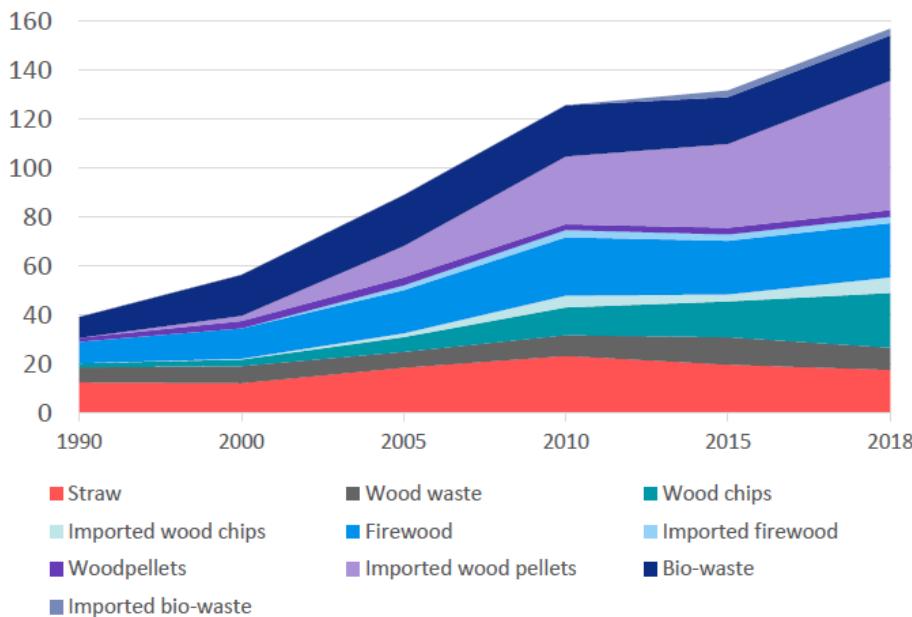
Abbildung 24: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Dänemark 1990-2015



Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

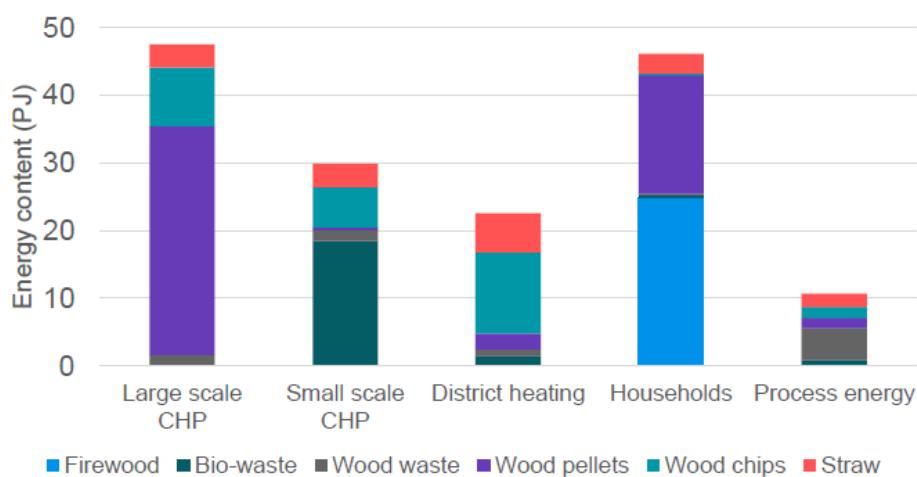
6.3.1.1 Status quo

Feste Biomasse macht aktuell den Hauptanteil der in Dänemark genutzten erneuerbaren Energie aus: Im Jahr 2018 machten Holzpellets, Holzspäne, Brennholz, Holzabfälle, Stroh und biologisch abbaubare Abfälle 64 % des gesamten Verbrauchs an erneuerbarer Energie aus (Danish Energy Agency 2017). Feste Biomasse hat die Nutzung fossiler Brennstoffe für Strom und Heizung zunehmend ersetzt. Dabei ist hervorzuheben, dass insbesondere der Anteil importierter Holzpellets massiv gestiegen ist (siehe Abbildung 25).

Abbildung 25: Entwicklung des Biomasseverbrauchs in Dänemark 1990-2018 in PJ

Quelle: (Danish Energy Agency 2020)

Insbesondere im Wärmebereich spielt feste Biomasse in Dänemark eine zentrale Rolle: sie wird zu großen Teilen in KWK-Anlagen, in individuellen Heizsystemen und in der Fernwärme eingesetzt. Abbildung 26 zeigt die Nutzung fester Biomasse in PJ im KWK-Bereich, in der Fernwärme, in individuellen Heizsystemen und für die Prozessenergie. Dabei wird deutlich, dass insbesondere Holzpellets in großem Umfang bei großen KWK-Anlagen und im individuellen Haushaltsbereich eingesetzt werden.

Abbildung 26: Nutzung von fester Biomasse in der KWK, Fernwärme, individuellen Heizsystemen und der Prozessenergie

Quelle: (Danish Energy Agency 2020)

Biomassebasierte Fernwärme dominiert in Dänemark den Wärmemarkt. Etwa zwei Drittel aller Haushalte werden mit Fernwärme beheizt (Danish Energy Agency 2017). Biomasse hatte im

Jahr 2019 etwa einen Anteil von 58 % an der Fernwärmeproduktion (Danish Energy Agency 2016), vgl. Abbildung 27. Der Anteil von Biomasse in der Fernwärme ist seit Mitte der Neunziger Jahre stark angestiegen: 1994 betrug er 14 %, im Jahr 2000 18 %, im Jahr 2005 26 %, im Jahr 2010 lag er bei 33 % und im Jahr 2015 bei 46 %. 2017 und 2018 lag der Anteil der Biomasse in der Fernwärme etwa gleich bei 53 und 54 %.

Abbildung 27: Fernwärmeverzeugung nach Brennstoffen

Direct energy content [TJ]	1994	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	Change '94 - '19
Total production (gross)	113 103	119 702	128 382	150 393	130 036	135 585	134 973	131 367	16.1%
Oil	6 335	4 433	6 103	4 627	1 281	1 228	1 290	1 083	-82.9%
- of which orimulsion	-	1 291	-	-	-	-	-	-	•
Natural gas	25 370	41 620	39 377	44 844	23 654	20 620	20 430	16 849	-33.6%
Coal	55 748	38 873	34 189	36 337	26 050	19 223	16 493	12 122	-78.3%
Surplus heat	2 838	3 676	3 174	2 518	3 130	3 771	4 084	4 334	52.7%
Electricity excl. heat pumps	-	-	-	110	1 036	967	1 082	1 398	•
Electricity, heat pumps	23	9	2	0	29	46	114	152	551%
Waste, non-renewable	6 084	8 651	10 713	10 627	12 245	12 541	12 676	13 147	116%
Renewable energy	16 704	22 440	34 823	51 311	62 610	77 191	78 803	82 281	393%
Solar	6	24	53	139	956	1 707	2 130	2 257	39181%
Geothermal	21	29	86	106	70	76	55	34	61.5%
Biomass	16 304	21 462	33 509	49 912	59 329	72 121	72 765	75 668	365%
- Straw	4 318	5 696	7 681	11 507	11 359	12 144	10 169	10 595	145%
- Wood	4 327	5 153	12 086	23 731	32 495	44 494	46 907	48 875	1030%
- Biooil	223	39	650	1 685	508	156	195	129	-42.0%
- Waste, renewable	7 436	10 574	13 093	12 989	14 966	15 327	15 493	16 069	116%
Biogas	348	903	1 169	1 173	2 173	3 152	3 550	3 906	1023%
Heat pumps	25	22	6	0	82	134	303	416	1593%

Quelle: Danish Energy Agency 2019

Seit einigen Jahren gibt es jedoch eine starke Debatte um die Biomassenutzung in der Strom- und Wärmeerzeugung (z. B. (Sørensen et al. 2018), persönliche Mitteilung Nora Skjernaa Hansen und Christian Bjerrum Jørgensen). So wird gefordert, dass Dänemark die Nutzung von Biomasse zur Energieerzeugung stärker restriktiv regulieren solle, um übermäßig negative Auswirkungen auf das Klima zu vermeiden.

6.3.1.2 Regulatorische Lenkung- und Förderinstrumente

Im Folgenden wird ein Überblick über relevante regulatorische Maßnahmen und Förderinstrumente zur quantitativen und qualitativen Steuerung von fester Biomasse, insbesondere im Gebäude-Wärmebereich, in Dänemark gegeben. Es kann konstatiert werden, dass die dänische Regierung zahlreiche Maßnahmen zur Steuerung des Wärmesektors, mit direkten und indirekten Auswirkungen auf die Biomassenutzung, umgesetzt hat, z. B.:

- ▶ Wärmeversorgungsgesetz (lov om varmeforsyning (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet 2014)): Bereits im Jahr 1979 verabschiedete die dänische Regierung ein Wärmeversorgungsgesetz. Dieses gibt das Vorgehen für eine landesweite kommunale Wärmeplanung vor und verpflichtet zur Aufstellung von Wärmeplänen. Im Ergebnis folgte die Forcierung des Wärmenetzausbau mit hohem Anteil eingesetzter fester Biomasse.
- ▶ Erhöhung der Energiesteuern auf Öl und Erdgas im Jahr 1985: Im Ergebnis nahm die Wirtschaftlichkeit des Biomasseeinsatzes vergleichsweise zu.
- ▶ Einführung einer CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe zur Wärmeerzeugung: Dänemark war eines der ersten Länder, die eine CO₂-Abgabe für fossile Brennstoffe zur Wärmeerzeugung

im Jahr 1992 eingeführt haben. Biomasse ist von der Besteuerung ausgenommen und gewinnt somit seither vergleichsweise in puncto Wirtschaftlichkeit dazu. Vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeitsaspekten, wie z. B. CO₂-Belastungen, Landnutzungsänderungen und Biodiversität, wird dieser Umstand indes seit mehreren Jahren kritisiert und diskutiert (z. B. (Sørensen et al. 2018), persönliche Mitteilung Nora Skjernaa Hansen und Christian Bjerrum Jørgensen, April 2021). So wird z. B. vorgeschlagen, mindestens nicht nachhaltige Biomasse auf Grundlage des CO₂-Gehalts wie fossile Brennstoffe der Abgabenpflicht zu unterziehen (Sørensen et al. 2018).

- ▶ Biomassevereinbarung: Die Nutzung von Biomasse in zentralisierten Anlagen wurde durch die Biomassevereinbarung vom 14. Juni 1993 erleichtert. Die Vereinbarung sah vor, dass bis Ende 2000 feste Mindestmengen an Biomasse in Kraftwerken eingesetzt werden müssen, insgesamt jährlich 1,4 Mio. Tonnen (1,2 Mio. Tonnen Stroh und 0,2 Mio. Tonnen Hackschnitzel). Später wurde die Vereinbarung geändert, um eine flexiblere Wahl der Biomasse zu ermöglichen. (Danish Energy Agency 2017). In (Sørensen et al. 2018) wird indes gefordert, ein „equal playing field“ auf dem Fernwärmemarkt herzustellen: die Regelungen zu Brennstoffquoten sollen demnach auslaufen.
- ▶ Verbot von Ölkkesseln und Erdgasheizungen in Neubauten (Danish Housing and Planning Agency 2021): Seit 2013 ist in den dänischen Bauvorschriften geregelt, dass der Einbau von Öl- und Gaskesseln in Neubauten verboten ist. Diese Regelung wirkt sich tendenziell fördernd auf den Einsatz von Biomasseheizungen in diesem Gebäudesegment aus.
- ▶ Verbot von Ölkkesseln in bestehenden Gebäuden (Danish Housing and Planning Agency 2021): Das Einbauverbot von Ölkkesseln wurde im Jahr 2016 auch auf den Gebäudebestand ausgeweitet. Diese Regelung wirkt sich tendenziell fördernd auf den Einsatz von Biomasseheizungen in diesem Gebäudesegment aus.
- ▶ Energy Agreement 2018 (Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities 2018): Hierin werden Maßnahmen vorgesehen, die tendenziell den Einsatz von Wärmepumpen befördern, z. B. wird die Stromsteuer sukzessive reduziert. Für Biomasseheizungen ist zu erwarten, dass diese vergleichsweise wirtschaftlich unattraktiver werden.
- ▶ Finanzielle Förderung: Die Nutzung von Biomasse wird in Dänemark auch durch finanzielle Zuschüsse unterstützt. Dänemark fördert Biomasse-KWK-Anlagen z. B. mit einem Zuschlag zum Marktpreis. Bis April 2019 wurde die Stromerzeugung aus der Nutzung fester Biomasse mit 0,15 DKK/kWh gefördert. Bestehende nicht abgeschriebene Anlagen werden mit 0,15 DKK/kWh im gesamten Abschreibungszeitraum weiter gefördert. Und auch abgeschriebene Anlagen werden mit einer festen Prämie weiter gefördert. (Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities 2019). In (Sørensen et al. 2018) wird hingegen gefordert, die entsprechende Förderung auslaufen zu lassen. Die Festprämienregelung in Verbindung mit der Steuerbefreiung für Biomasse für die Wärmeerzeugung (s. o.) war in den letzten Jahren ein starker Motor für die Biomassenutzung. Darüber hinaus wurden durch das Energieabkommen von 2012 insgesamt 250 Mio. DKK im Jahr 2013 zur Verfügung gestellt, um die energieeffiziente Nutzung von erneuerbaren Energien in Unternehmen bei

Produktionsprozessen zu fördern. Im Zeitraum von 2014 bis 2020 wurden Mittel in Höhe von 500 Mio. DKK jährlich ausgeschüttet. Die Förderungen wurden als Werkszuschüsse ausgezahlt, wenn bspw. eine Anlage von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien, wie Biomasse, umgerüstet wird.

6.3.1.3 Biomassenutzung und Nachhaltigkeit

- ▶ Die Abkehr von fossilen Energieträgern in Dänemark geht mit einer deutlich gesteigerten Nutzung von Biomasse einher. Seit den 1990er Jahren wurde der Anstieg der Biomassenutzung größtenteils durch eine erhöhte Holznutzung gedeckt, und im gleichen Zeitraum hat Holz seinen Anteil an der eingesetzten Biomasse von 25 % im Jahr 1990 auf 67 % im Jahr 2018 erhöht. Die gestiegene Nachfrage nach Holz für die Fernwärme- und Stromerzeugung hat zu Veränderungen bei der Produktion und dem Handel von Hackschnitzeln und Holzpellets geführt. Als Reaktion auf die gestiegene Nachfrage nach Hackschnitzeln ist die inländische Produktion von 1,7 PJ im Jahr 1990 auf 22,4 PJ im Jahr 2018 gestiegen, während der Import von Null im Jahr 1990 auf 6,3 PJ im Jahr 2018 anwuchs und damit 22 % des aktuellen Angebots ausmacht. Bei Holzpellets ist das Bild anders. Die inländische Produktion ist konstant bei 2,5 PJ pro Jahr geblieben, während der Import von Null im Jahr 1990 auf 53 PJ im Jahr 2018 gestiegen ist. Der Import macht 95 % des aktuellen Angebots an Holzpellets aus (Nielsen et al. 2020).
- ▶ Nachhaltigkeitsaspekte für die Beschaffung von Biomasse sind im Laufe der letzten Jahre in Dänemark zunehmend in den Fokus gerückt. Feste Biomasse zur Energiegewinnung ist grundsätzlich in der staatlichen Holzbeschaffungsrichtlinie enthalten. Allerdings ist diese Richtlinie aus dem Jahr 2014 als Leitfaden zu verstehen und für den öffentlichen Sektor nicht bindend bezüglich Energieholz. Die Richtlinie legte detaillierte Begriffsdefinitionen der Kriterien "legal" und "nachhaltig" fest. Legale Beschaffung garantiert Rückverfolgbarkeit, Einhaltung aller relevanten Gesetze in Bezug auf Waldbewirtschaftung, Umwelt, Arbeit und Wohlergehen, Gesundheit und Sicherheit sowie Besitz- und Nutzungsrechte. Nachhaltige Beschaffung beachtet zusätzlich den Schutz der Biodiversität, Habitate und Ökosysteme (World Resources Institute 2016). Zertifizierte Produkte, die nach den beiden wichtigsten internationalen Forstzertifizierungssystemen zertifiziert sind (Forest Stewardship Council (FSC) und Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)), erfüllen die Kriterien. Diese Systeme sollen sicherstellen, dass die Art und Weise, wie Wälder bewirtschaftet und abgeholt werden, den Kriterien für Legalität und Nachhaltigkeit entsprechen, aber sie beinhalten keine Kriterien für die energetische Nutzung der Produkte, wie beispielsweise Treibhausgaseinsparungen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen (Brack et al. 2018).
- ▶ Es gab also lange Zeit keine rechtsverbindlichen Nachhaltigkeitsanforderungen an feste Biomasse, die im dänischen Energiesektor Verwendung fand. Im Jahr 2012 schlug die dänische Regierung den beiden führenden Industrieverbänden, dem dänischen Energieverband und dem dänischen Fernwärmeverband sowie deren Mitgliedsunternehmen, vor, einen von der Industrie initiierten freiwilligen Nachhaltigkeitsrahmen für Holzhackschnitzel und Holzpellets zu schaffen. Diese

Nachhaltigkeitsbestrebungen gingen über die Vorgaben der damaligen Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Renewable Energy Directive, RED I) hinaus, da diese keine Nachhaltigkeitsanforderungen für Holzbiomasse definierte. Daraufhin wurde die "Industrievereinbarung zur Sicherstellung nachhaltiger Biomasse (Holzpellets und Holzhackschnitzel)" abgeschlossen und 2014 von der Regierung genehmigt. Die Umsetzung der Industrievereinbarung begann am 1. August 2016 und sollte bis Ende 2019 vollständig umgesetzt sein (Larsen et al. 2019).

- Im Jahr 2020 hat die dänische Regierung eine Nachschärfung der Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse vorgenommen, die über die Vorgaben der aktuellen Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) hinausgehen (European Commission 2021). Tabelle 51 beschreibt die von Dänemark vorgeschlagenen Erweiterungen:

Tabelle 51: Überblick über die dänische Erweiterung der RED II Nachhaltigkeitskriterien

Ansatzpunkt RED II	RED II Standard	Verschärfung
Akteure	Strom-/ Wärmekraftwerke >20 MW Keine spezifischen Anforderungen für Holzpellets, Brennholz und Holzbriketts	Strom-/ Wärmekraftwerke >5 MW (2021), >2,5 MW (2023) Import/ Produktion >20,000 t Holzpellets, Brennholz und Holzbriketts pro Jahr (2021), >5000 t (2023)
Betroffene Biomasse	Betrifft nur Biomasse aus Wäldern	Reststoffe aus der Holzindustrie Holzbiomasse, die nicht aus Wäldern stammt
Erweiterte Nachhaltigkeitsanforderungen	Pflicht zur Identifizierung und zum Schutz besonders wertvoller Gebiete Pflicht zum Schutz seltener Arten	Ähnliche Anforderungen, aber präzisere Definition der Anforderungen an die Artenvielfalt
Klimanachhaltigkeit – LULUCF und Kohlenstoffbestände	Erhalt der intakten Speicherfunktion (a oder b erfüllt): a. Nachweis intakter Speicher i) im Ursprungsland oder ii) im Gewinnungsgebiet (durch nationale und / oder subnationale Gesetze); b. Nachweis über Zertifizierung auf Betriebsebene	Zusätzlich zu Punkten a) oder b) Möglichkeit der Nutzung von Reststoffen
Pflicht zu CO ₂ -Einsparung in der Produktionskette im Vergleich zu fossiler Energie	70 % für neue Anlagen ab 2021 80 % für neue Anlagen ab 2026	75 % ab 2021 80 % ab 2025 83 % ab 2028
Nachweis und Kontrolle	Ähnliche Anforderungen, jedoch nur für Anlagen über 20 MW und geringere Nachweisanforderungen	Vorschrift Prüfung durch eine dritte Partei

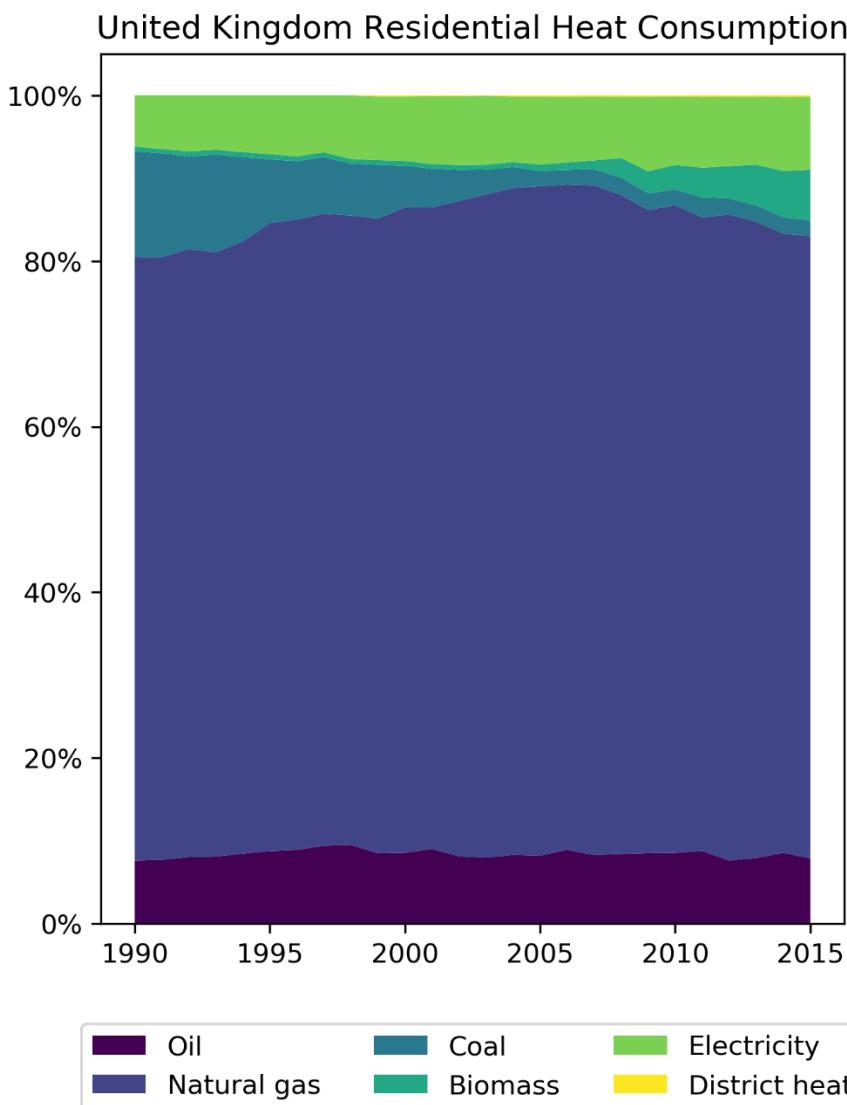
Quelle: (European Commission 2021), verändert

Die dänischen Kriterien sollen zum 30.06.2021 in Kraft treten, nachdem die dreimonatige Stillhaltefrist der EU verstrichen ist und die Kommission und andere Mitgliedsstaaten die Möglichkeit zur Reaktion hatten.

6.3.2 Vereinigtes Königreich (UK)

Der systematische Ausbau der Nutzung von erneuerbaren Energien bzw. Biomasse für Energie und Wärme begann im Vereinigten Königreich von Großbritannien und Nordirland (UK) mit der Formulierung der Zielvorgaben im Rahmen der ersten EU Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED I). Die Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Abbildung 28 zeigt, dass nach wie vor überwiegend Erdgas für die Heizung von Gebäuden zum Einsatz kommt. Biomasse hat im Wesentlichen Kohle seit etwa 2005 verdrängt. Aktuell befindet sich der gesamte Energie- und Wärmesektor im Umbruch. In Kürze wird die Veröffentlichung einer Strategie für Wärme und Gebäude (Heat and Buildings Strategy) und eine Roadmap für die Wärmepolitik (Heat Policy Roadmap) erwartet (zum Zeitpunkt der Bearbeitung noch ausstehend). Außerdem steht die UK Wasserstoffstrategie kurz vor der Veröffentlichung und für das Jahr 2022 ist eine Revision der Biomassestrategie angekündigt. Es ist zu erwarten, dass die Nutzung von Biomasse im Wärmebereich nicht wesentlich ausgedehnt wird, hingegen Wasserstoff aber eine zentrale Rolle einnehmen soll (Duncan Brack, persönliche Mitteilung, April 2021).

Abbildung 28: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden im Vereinigten Königreich 1990-2015



Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

6.3.2.1 Status quo

Energiegewinnung aus fester Biomasse ist die zweitgrößte Quelle für erneuerbare Energien in UK nach Wind. Im Jahr 2019 wurden 28 % der erneuerbaren Energie aus Biomasse gewonnen, während Windenergie ca. 54 % ausmachten (BEIS 2020). Bei der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nimmt Biomasse den größten Anteil ein: Im Jahr 2018 entfiel auf die feste Biomasse ein Anteil von 75 % im Bereich Heizen und Kühlen (UK Government 2019). Der Anteil erneuerbarer Wärme in UK ist insgesamt und europaweit mit etwa 7 % jedoch vergleichsweise gering: 85 % der Wohngebäude in UK werden mit Erdgas beheizt, 9 % mit Strom und etwa 5 % mit netzunabhängigen Brennstoffen (Öl, Flüssiggas und feste Brennstoffe) (Kerr und Winskel 2021).

Fernwärme spielt in UK bisher eine untergeordnete Rolle. Derzeit gibt es in UK rund 14.000 Wärmenetze, an die eine halbe Million Haushalte angeschlossen sind. Damit werden aktuell 2 % des Heizbedarfs gedeckt, obwohl Modellen zufolge bis zu 20 % möglich wären. Die

derzeitigen Netze in Großbritannien werden überwiegend von Gaskesseln (52 %) und gasbefeueter Kraft-Wärme-Kopplung (32 %) versorgt. (UK Parliament POST 2020)

Eine umfassende Strategie für Wärme und Gebäude, die sogenannte „Heat and Buildings Strategy“ wird seit Monaten angekündigt, war aber im Mai 2021 noch nicht verfügbar. Ebenfalls für 2022 angekündigt, ist eine UK-Wasserstoffstrategie und eine neue Biomassestrategie (BEIS 2021). Aktuell werden ineinem Konsultationsprozess die Sichtweisen verschiedener Akteure eingeholt. Dabei werden vier Kernthemen diskutiert: Biomasseverfügbarkeit, Nutzung der verfügbaren Biomasse, Nachhaltigkeit und Emissionsberechnung und notwendige Technologieinnovationen. Es ist zu erwarten, dass die Nutzung von Biomasse im Wärmebereich nicht wesentlich ausgedehnt wird, hingegen Wasserstoff aber eine zentrale Rolle einnehmen soll (Duncan Brack, persönliche Mitteilung, April 2021).

6.3.2.2 Regulatorische Lenkung- und Förderinstrumente

Im Folgenden wird ein Überblick über relevante regulatorische Maßnahmen und Förderinstrumente zur quantitativen und qualitativen Steuerung von fester Biomasse, insbesondere im Gebäude-Wärmebereich, in UK gegeben:

- ▶ Energy Supplier Obligations, ESOs: ESOs sind in UK seit den frühen 1990er Jahren etabliert, nachdem die Strom- und Gasindustrie privatisiert wurde. Im Rahmen der aktuellen Vorgabe, der „Energy Company Obligation“, sind mittlere und große Energieunternehmen verpflichtet, Haushalte mit Energieeffizienzmaßnahmen zu unterstützen. Diese Energieeffizienz- und Heizungsmaßnahmen gelten ausschließlich für einkommensschwache, von Energiearmut betroffene Haushalte. (Kerr und Winskel 2021)
- ▶ Gebäudeenergiestandards: In den letzten Jahren wurden in Großbritannien und Schottland Mindestvorschriften für die Energieeffizienz von Häusern eingeführt bzw. sind in Planung. Bis zum Jahr 2035 sollen „so viele Haushalte wie möglich“ mindestens die Energieeffizienzklasse C erreichen (Kerr und Winskel 2021). In Schottland wurde ein Konsultationsprozess dazu durchgeführt, ob als trigger point für Mindesteffizienzstandards in selbstgenutzten Wohngebäuden der Gebäude-Eigentumsübergang dienen sollte. Ein Großteil der Teilnehmenden sprach sich jedoch dagegen aus. Insgesamt wirkt sich dies tendenziell steigernd auf die Biomassenutzung aus.
- ▶ Renewable Heat Incentive (RHI): Das wichtigste politische Instrument, das derzeit die Einführung einer emissionsarmen Wärmeversorgung in Gebäuden unterstützt, ist der sogenannte Renewable Heat Incentive (RHI), ein Stimulusprogramm für erneuerbare Wärme. Es zielt darauf ab, die Produktion von Biomethan (für eine „grüne“ Gasversorgung durch das etablierte Gasnetz) und die Installation von THG-emissionsarmen Heizgeräten wie Wärmepumpen und Biomassekesseln zu fördern. Förderfähig sind Erd- und Luftwärmepumpen, Biomassekessel und Solarthermie (UK Government 2021).
- ▶ Der RHI wurde im Jahr 2011 für Wohngebäude und im Jahr 2014 für Gewerbe eingeführt und bietet eine Zahlung für jede Wärmeeinheit, die mit bestimmten Technologien über einen bestimmten Zeitraum (sieben Jahre für Haushalte und 20 Jahre für Gewerbe) erzeugt wird. Die Förderung von produzierter erneuerbarer Wärme nach Einspeisemodell ähnlich dem EEG wird nach dem jeweiligen RHI-Tarif berechnet, der für die Anlage zum Zeitpunkt der Installation galt. Diese Zahlungen sollen die zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten

von Anlagen für erneuerbare Wärme (im Vergleich zu konventionellen Anlagen) decken. Der RHI ist europaweit der einzige Fördermechanismus, der die generierte Wärme subventioniert anstatt der Kosten für die Umrüstung auf erneuerbare Technologien (Kerr und Winskel 2021).

- ▶ Der RHI ist mit einer Reihe von Maßnahmen zur Kostendämpfung verbunden. Einerseits wird den teilnehmenden Haushalten Tarifsicherheit über den Förderzeitraum hinweg garantiert. Andererseits unterliegen die RHI-Zahlungssätze jedoch einem Degressionsmechanismus, d.h. einer vorher festgelegten monatlichen Anpassung der Tarifhöhe nach unten für neue Anlagen, wenn die Akzeptanz der RHI-Technologien größer ist als prognostiziert. Diese Kostenkontrollmaßnahme soll den Einsatz so weit senken, dass er innerhalb des erwarteten Niveaus liegt. Außerdem können gewerbliche RHI-Zahlungen nicht an Dritte geleistet werden (z. B. Finanzdienstleister), es sei denn, es findet ein Eigentümerwechsel statt. Aus Sicht der Wärmeabnehmenden ist der RHI nicht nur mit Vorteilen verbunden. Da keine Förderung für den Technologiewechsel angeboten wird, lohnt sich der Umbau erst nach einer bestimmten Amortisationphase, die nicht immer transparent vorhersehbar ist (Oluyede und Brown 2020).
- ▶ Der RHI sollte am 31. März 2021 für Neuanträge geschlossen werden, aber im Budget vom März 2020 wurde die Verschiebung des Schließungsdatums für den RHI für Privathaushalte auf den 31. März 2022 angekündigt. Der gewerbliche RHI wurde am 31. März 2021 für Neuanträge geschlossen. Eine Reihe von Maßnahmen sollen auf den RHI folgen (Oluyede und Brown 2020).
- ▶ Green Homes Grant: Der Green Homes Grant ist ein Zuschuss, der entweder für energetische Sanierung oder die Anschaffung der durch den RHI förderfähigen Technologien genutzt werden kann. Die Höhe des Zuschusses beträgt zwei Drittel der Anschaffungskosten (Maximum £5,000) bzw. 100 % der Kosten (Maximum £10,000) für Haushalte, die ein Anrecht auf Unterstützungsleistungen haben. Das Programm wurde im März 2021 nach sechs Monaten vorzeitig beendet (BEIS 2021c).
- ▶ Green Gas Support Scheme: Die Einspeisung von Biomethan in das Gasnetz beschleunigt die Dekarbonisierung der Gasversorgung und stellt einen Schritt zur Erreichung der Klimaziele in UK dar. Dazu wird ein Förderprogramm für grünes Gas vorgeschlagen („Green Gas Support Scheme“). Der grüne Anteil im Gasnetz soll durch die Förderung der Einspeisung von Biomethan aus anaerobe Vergärung erhöht werden. Der kurzfristige Fokus liegt auf Biomethan, weil dies das einzige grüne Gas ist, das aktuell kommerziell in UK produziert wird, wenn auch in sehr geringem Umfang (in 2018 betrug der Anteil von Biomethan am UK Gas-Mix 0,4 %). Perspektivisch ist die Nutzung von grünem Wasserstoff das Ziel, obwohl die Umstellung auf Wasserstoff mit erheblichen technologischen und regulatorischen Hürden verbunden ist (Oluyede und Brown 2020).
- ▶ Aktuell ist das Green Gas Support Scheme als eine Art Überbrückungsmechanismus von 2021/22 bis zum Jahr 2025/26 angedacht. Das Förderprogramm schlägt Einspeisungstarife vor, die denen des RHI ähneln. Als Anreiz zum Bau größerer Anlagen sollen bis zu 60.000

MWh Biomethan pro Jahr mit dem höchsten Tarif gefördert werden bei einer Tarifgarantie über 10-12 Jahre. Nachhaltigkeitsaspekte des Green Gas Support Schemes werden weiter unten beleuchtet. Zentral ist hier der Vorschlag der Nutzung von Lebensmittelabfällen als Feedstocks (Oluyede und Brown 2020). Zur Finanzierung ist eine sogenannte „Green Gas Levy“ geplant, eine Abgabe, die von Energieversorgungsunternehmen zu leisten ist. Damit finanziert sich die Green Gas Levy aus dem Verbrauch, nicht durch Steuergelder. Nähere Details befinden sich noch in Ausarbeitung (Ofgem 2021).

- ▶ Clean Heat Grant Scheme: Das Förderprogramm für saubere Wärme tritt voraussichtlich die direkte Nachfolge des RHI an. Es ist für April 2022 angekündigt und die nötigen Fördermittel sind bereits bis März 2024 zugesagt. Parallel zum RHI und im Gegensatz zur Green Gas Levy soll das Clean Heat Grant Programm durch Steuergelder finanziert werden. Es zeichnet sich durch die folgenden Eckpunkte aus (Oluyede und Brown 2020):
 - die Bereitstellung von Unterstützung durch ein Zuschussystem im Voraus
 - ein Gutscheinsystem für die Gewährung von Zuschüssen zur Beseitigung der Vorabkostenbarriere
 - Unterstützung von Haus- und Gewerbeinstallationen bis zu einer Leistung von 45 kW
 - die Bereitstellung eines pauschalen Zuschusses für verschiedene Technologietypen
 - eine empfohlene Fördersumme von £4000
 - Kriterien, die sicherstellen, dass Biomasseheizungen nur in Immobilien installiert werden, die nicht für eine Wärmepumpe geeignet sind.
- ▶ Im Clean Heat Grant Programm wird der Fokus auf Wärmepumpen und die Abkehr von Biomasse deutlich. Wärmepumpen gelten als die Schlüsseltechnologie für die Dekarbonisierung des Wärmesektors in UK. Nach aktuellem Stand werden hingegen Prozesswärme, Biogasverbrennung, Solarthermie, hybride Wärmepumpensysteme und Wärmenetze keine Unterstützung im Rahmen des Clean Heat Grant Programms erhalten (Oluyede und Brown 2020).
- ▶ Die Programme Green Gas Support und Clean Heat Grant befinden sich in einem Konsultationsprozess, der einen ersten Schritt darstellt. Zur Einführung der beiden neuen Förderregelungen für erneuerbare Wärme, die in den Vorschlägen dargelegt sind, sind neue Rechtsvorschriften erforderlich. Die angekündigte Strategie für Wärme und Gebäude (Heat and Buildings Strategy) und das Heat Policy Roadmap versprechen einen detaillierteren Einblick in die Zukunft des Wärmesektors in UK, allerdings erscheint eine Ausdehnung der Nutzung von fester Biomasse unwahrscheinlich (Duncan Brack, persönliche Mitteilung, April 2021).

6.3.2.3 Biomassenutzung und Nachhaltigkeit

In UK gelten Nachhaltigkeitsanforderungen für jegliche Form der Biomassenutzung, d. h. auch für den Einsatz im Wärmesektor. Im Folgenden wird ein Überblick über die relevanten Regelungen gegeben:

- ▶ Das Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS) und das Department of Transport haben insgesamt vier Fördermechanismen für nachhaltige Biomasse eingeführt: die Renewables Obligation (RO), die Renewable Heat Incentive (RHI), die Contracts for Difference (CfD) und die Renewable Transport Fuel Obligation (RTFO). Jede dieser Initiativen enthält Nachhaltigkeitsanforderungen für feste Biomasse. Unter diesen Initiativen ist die Renewables Obligation der wichtigste Fördermechanismus der britischen Regierung, um Anreize für den Einsatz von erneuerbarer Stromerzeugung in großem Maßstab zu schaffen (Mai-Moulin et al. 2019).
- ▶ Zu den Zielen der Nachhaltigkeitsanforderungen für feste Biomasse der Renewables Obligation gehören die Erzielung realer Treibhausgaseinsparungen und die Absicherung, dass feste Biomasse auf eine Weise produziert wird, die nicht zur Abholzung von Wäldern oder zur Verschlechterung von Lebensräumen oder Verlust der Artenvielfalt führt. Außerdem soll sichergestellt werden, dass feste Biomasse kosteneffektiv ist und ihre Produktion und Nutzung nicht zu unbeabsichtigten Folgen führt (Mai-Moulin et al. 2019).
- ▶ Nach der Deckelung neuer reiner Biomasseanlagen im Rahmen des Renewables Obligation Scheme veröffentlichte die Regierung im August 2013 Vorschläge für Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse; diese wurden schließlich 2014 zur Anwendung im Jahr 2015 beschlossen. Sie gelten für die Förderung von Biomasse im Rahmen aller Programme (Brack et al. 2018).
- ▶ Die Anforderungen umfassen die detaillierten ökologischen und sozialen Kriterien für legale und nachhaltige Forstprodukte, die in der bestehenden Holzbeschaffungspolitik der Regierung enthalten sind. Produkte, die nach den Systemen FSC, PEFC oder Sustainable Biomass Partnership zertifiziert sind, erfüllen alle oder die meisten dieser Kriterien (in einigen Fällen können zusätzliche Informationen erforderlich sein). Da jedoch ein Großteil der aus den USA bezogenen Biomasse in der Regel nicht zertifiziert ist (die Akzeptanz von Forstzertifizierungssystemen in den USA ist relativ gering), erlauben die Vorschriften den Betreibern auch den glaubwürdigen Nachweis eines geringen Risikos der Nichteinhaltung aller Kriterien für eine definierte Region (ein Gebiet, in dem die einschlägigen Rechtsvorschriften gleich sind - z. B. ein US-Bundesstaat) - oder ein kleineres Gebiet, wenn sie es zurückverfolgen können. Wie bei der Holzbeschaffungsrichtlinie können bis zu 30 % der in einer Anlage verwendeten Biomasse nicht mit den Nachhaltigkeitsanforderungen übereinstimmen, müssen aber legal sein (Brack et al. 2018).
- ▶ Die Kriterien beinhalten auch Zielvorgaben für die Kohlenstoffemissionen pro Stromeinheit; diese verstärken sich im Laufe der Zeit und entsprechen 72 % Treibhausgaseinsparungen aus Lebenszyklusemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffalternativen bis 2020 und 75 % bis 2025. Wie in den anderen EU-Mitgliedsstaaten werden bei der Berechnung Änderungen des Waldkohlenstoffbestands und Emissionen aus indirekten Landnutzungsänderungen nicht berücksichtigt (Brack et al. 2018)
- ▶ Nach dem Austritt aus der EU und im Zuge der Pläne für die Nachfolge des RHI werden aktuelle Nachhaltigkeitsaspekte des vorgeschlagenen Green Gas Support Scheme erwogen.

Zur Produktion von Biomethan sollen bevorzugt Lebensmittelabfälle eingesetzt werden, allerdings bleibt die im RHI etablierte Quote von 50 % Substrate aus Abfällen erhalten (BEIS 2021b). Darüber hinaus wurde im Konsultationsprozess die Frage gestellt, ob zukünftige Nachhaltigkeitsanforderungen mit den Vorgaben der EU RED II harmonisiert werden sollten. Die Rückmeldung fiel positiv aus, Kompatibilität mit der RED II zur Wahrung der Umweltstandards und für den Handel mit Biomethan wurde gewünscht. Trotzdem signalisiert die Regierung, dass eine Harmonisierung mit der RED II nur teilweise angestrebt wird (BEIS 2021b).

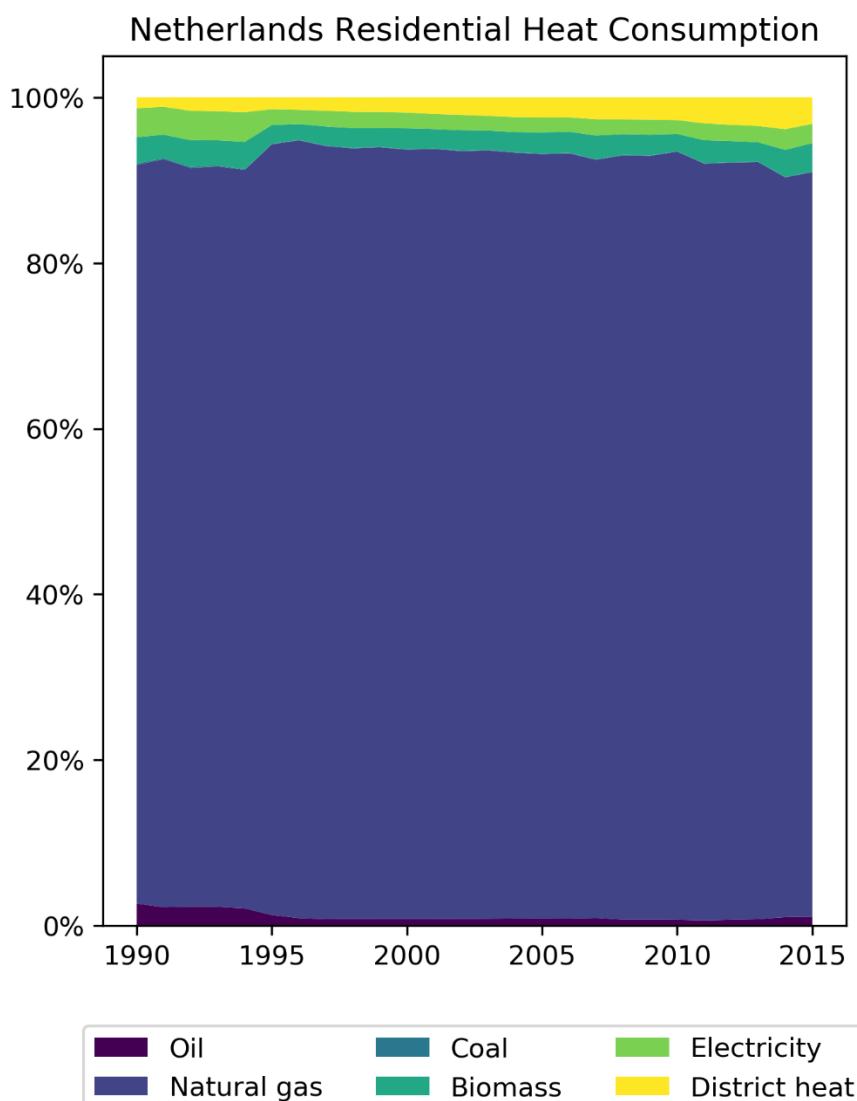
- ▶ Nachhaltigkeitsanforderungen werden auch in der Nachfolge des gewerblichen RHI diskutiert, für den ein Konsultationsprozess im Januar 2021 abgeschlossen wurde. Nachhaltigkeit der eingesetzten Biomasse soll in Zukunft entweder durch Zertifikation mit dem Woodsure Scheme oder dem ENPlus Scheme nachgewiesen werden. Sollten diese Zertifikate fehlen, entfällt die Zahlung für die Einspeisung. Darüber hinaus wurde eine Einschränkung der Definition von Restholz auf Holzabfälle aus der Verarbeitung (pre-consumer waste wood) diskutiert. Die Regierung signalisiert, dass eine solche Einschränkung nicht zum Einsatz kommen wird (BEIS 2021a).

Wie bereits erwähnt befindet sich der Wärmesektor in UK aktuell im Umbruch und die Veröffentlichung der wegweisenden Strategien auf dem Weg zur Klimaneutralität in 2050 steht unmittelbar bevor. Eine gravierende Verschlechterung der Nachhaltigkeitsstandards in UK ist nicht zu erwarten. Perspektivisch soll die Nutzung fester Biomasse reduziert und durch grünen Wasserstoff ersetzt werden (Duncan Brack, persönliche Mitteilung, April 2021).

6.3.3 Beispiele aus weiteren EU-Ländern

6.3.3.1 Niederlande

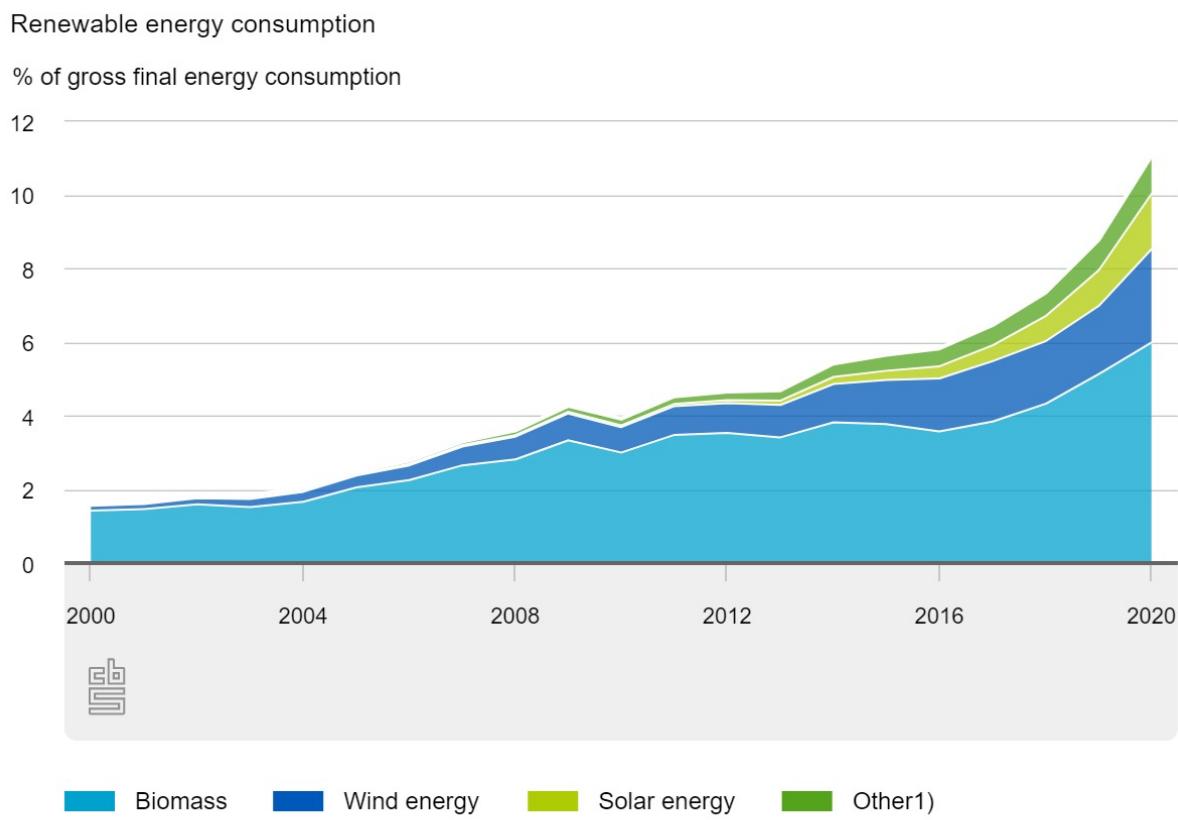
Die derzeit wichtigste Energiequelle im Erneuerbaren-Mix der Niederlande ist die Biomasse. Insgesamt spielt sie im niederländischen Energie- und Wärmemix allerdings nur eine untergeordnete Rolle, Gas dominiert den Markt (vgl. Abbildung 29). Die Niederlande stehen jedoch vor einem Umbruch: Sowohl der Ausstieg aus der Erdgasförderung und des entsprechenden Verbrauchs ist beschlossen als auch der Phase out von Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung wird forciert.

Abbildung 29: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in den Niederlanden 1990-2015

Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

6.3.3.1.1 Status quo

Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch in den Niederlanden ist EU-weit vergleichsweise gering. Im Jahr 2020 betrug er 11 %, wovon allerdings 54 % aus Biomasse bereitgestellt wurde (vgl. Abbildung 30).

Abbildung 30: Verbrauch erneuerbarer Energien in den Niederlanden 2000-2020

■ Biomass ■ Wind energy ■ Solar energy ■ Other1)

1) Hydropower, geothermal energy, aerothermal energy

Quelle: (Statistics Netherlands 2021)

Dieser Bioenergiertrend beim Einsatz erneuerbarer Energie setzt sich in der Wärmeerzeugung fort: Überwiegend wird feste Biomasse eingesetzt. Im Jahr 2018 hatte die feste Biomasse bei den erneuerbaren Energien einen Anteil von 63 % im Bereich Heizen und Kühlen (The Netherlands Enterprise Agency 2019). Dieser Anteil hat über die letzten Jahre hinweg leicht zugenommen. Subventionen und höhere Kohlenstoffpreise können als Gründe für diese Entwicklung angesehen werden.

Die mit Abstand wichtigste Energiequelle in den Niederlanden ist allerdings derzeit Erdgas. Dank der großen Erdgas-Vorkommen im Norden des Landes kann ein Großteil des nationalen Energiebedarfes durch die eigenen Rohstoffe gedeckt werden. Das Gasnetz in den Niederlanden ist noch flächendeckender ausgeprägt als in Großbritannien, fast 19 von 20 Haushalten sind daran angeschlossen (Kerr und Winskel 2021). Mittlerweile sind die niederländischen Vorkommen allerdings nahezu ausgeschöpft, schwere Erdbeben in der Region um Groningen und die energiepolitischen Ziele der EU führten dazu, dass sich die niederländische Regierung für den Erdgasausstieg entschied.

Fernwärme ist in den Niederlanden bisher wenig verbreitet. Dies soll sich allerdings zukünftig ändern: Im Zuge des Gasausstieges sollen bis zum Jahr 2030 insgesamt 1,5 Millionen Wohnungen vom Erdgas abgekoppelt werden, die Hälfte davon soll an ein Wärmenetz angeschlossen werden (Gentzsch et al. 2020).

Der Wärmesektor in den Niederlanden steht insgesamt vor einem Wendepunkt: Auch der Einsatz von Biomasse wird kritisch hinterfragt. Insbesondere der Sozial- und Wirtschaftsrat der Niederlande (Sozial-Economische Raad, SER), das wichtigste Beratungsorgan in diesen Fragen

in den Niederlanden, hat sich ausführlich mit der Rolle der Biomasse beim Übergang zu einer kohlenstoffneutralen Wirtschaft beschäftigt und fordert den Phase out von Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung (Sociaal-Economische Raad 2020).

6.3.3.1.2 Regulatorische Lenkungsinstrumente

Im Folgenden wird ein Kurzüberblick über relevante regulatorische Maßnahmen und Förderinstrumente zur quantitativen und qualitativen Steuerung von fester Biomasse, insbesondere im Gebäude-Wärmebereich, in den Niederlanden gegeben:

- ▶ Klimaabkommen (Klimaatakkoord) von 2019: Das Klimaabkommen konkretisiert die Ziele des niederländischen Klimagesetzes. Danach sollen z. B.
 - zusätzliche Investitionen in die nachhaltigen Energiequellen Solarenergie, Windenergie und Geothermie fließen,
 - eine CO₂-Abgabe für Unternehmen soll eingeführt werden,
 - bis zum Jahr 2050 sollen rund 7 Mio. Haushalte und 1 Mio. Gebäude vom Erdgasnetz abgekoppelt und regenerativ beheizt werden. Bauprojekte, die nach dem 01.07.2018 genehmigt wurden, werden nicht mehr an das Gasnetz angeschlossen.
 - Einführung einer kommunalen Wärmeplanung mit Quartiersansatz.
- ▶ CO₂-Mindestpreis: Der Mindestpreis für CO₂ wurde im Jahr 2020 mit einem Satz von 12,30 €/t eingeführt, bis 2030 soll er auf 31,90 €/t steigen. Sofern der EU ETS-Preis unter den Mindestpreis fällt, wird die Differenz in Form einer nationalen CO₂-Steuer erhoben. Der Mindestpreis ist auf alle Anlagen anwendbar, die Strom erzeugen und unter das EU ETS fallen. In der Tendenz ist davon auszugehen, dass sich diese Maßnahme prinzipiell steigernd auf den Biomasseeinsatz auswirkt.
- ▶ Umsetzung von Effizienzmaßnahmen für Gebäude, die tendenziell steigernde Wirkung auf den Biomasseeinsatz haben:
 - Gemäß der niederländischen Bauordnung von 2012 (Bouwbesluit 2012) müssen Bürogebäude bis 2023 mindestens die Effizienzklasse C bzw. dürfen lediglich einen Primärenergieverbrauch von 225 kWh/m²a erreichen, (vgl. auch (RVO 2021). Es wird erwartet, dass diese Anforderung erhöht wird auf Effizienzklasse A bis 2030.
 - Seit Mai 2016 haben Vermieter (Wohnungsbaugesellschaften und andere Vermieter von Sozialwohnungen) und Mieter die Möglichkeit, ein Energieeinsparungsentgelt von maximal 1,40 €/Monat zu vereinbaren, das einen Zahlungsanspruch für den Vermieter begründet, wenn das Gebäude/die Wohnung einen Nettoenergieverbrauch von Null aufweist (RVO 2020).
- ▶ Investitionszuschuss für Kauf von Biomassekesseln (Investeringssubsidie duurzame energie – ISDE (Subvention 2021)) bis Ende 2021: Der Zuschuss beträgt 2.500 € für einen 40-kW-Kessel. Für jedes kW mehr gibt es 110 Euro zusätzlich.
- ▶ Phase out von Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung seitens des Sozial- und Wirtschaftsrats der Niederlande (Sociaal-Economische Raad, SER) gefordert (Sociaal-Economische Raad 2020): Finanzielle Förderungen sollen sukzessive auslaufen. In der

Stromerzeugung soll stattdessen auf Windkraft und Solarenergie gesetzt werden, in der Wärmeerzeugung sollen v. a. Wärmepumpen, Geothermie und Wasserstoff eingesetzt werden.

- ▶ Februar 2021: Parlamentskammer-Beschluss, dass keine Subventionen für das Verfeuern von Holz zur Energiegewinnung für Neuanlagen genehmigt werden dürfen bis ein Ausstiegsplan vorliegt (Catanoso 2021).

6.3.3.1.3 Biomassenutzung und Nachhaltigkeit

Die Nutzung von Biomasse im Energie- und Wärmesektor in den Niederlanden wird aktuell kontrovers diskutiert (s. o.). Insbesondere mit Blick auf Nachhaltigkeitsaspekte bestehen Zweifel, ob feste Biomasse überhaupt für Energiezwecke genutzt werden sollte ((Sociaal-Economische Raad 2020), Martin Junginger, persönliche Mitteilung, April 2021). Es folgt ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Nachhaltigkeitsanforderungen für die Nutzung von Biomasse in den Niederlanden:

- ▶ Gemeinsam mit Belgien waren die Niederlande eines der ersten Länder in der EU, das Nachhaltigkeitsanforderungen für feste Biomasse auf nationaler Ebene forderte. Die sogenannte Cramer-Kommission wurde 2006 von der niederländischen Regierung eingesetzt und war eine der ersten Multi-Stakeholder-Initiativen zur systematischen Definition von Nachhaltigkeitsrisiken im Zusammenhang mit der Produktion von Biomasse für Bioenergie und zur Festlegung von Kriterien zur Minderung dieser Risiken (Dam 2014).
- ▶ Die Cramer-Kommission legte umfassende Nachhaltigkeitskategorien fest, die in einem Regierungsprojekt für die nachhaltige Produktion von Biomasse definiert wurden, darunter Kriterien für THG-Emissionen und Kohlenstoffvorräte, Konkurrenz für die Nahrungsmittelproduktion und lokale Anwendungen von Biomasse, Biodiversität, Umweltauswirkungen auf Wasser, Luft und Boden sowie soziales Wohlbefinden. Seitdem wurden weitere freiwillige Zertifizierungssysteme entwickelt, wie z. B. das Zertifikat Better Biomass, das auf den Cramer-Kriterien basiert (Mai-Moulin et al. 2019).
- ▶ Im Jahr 2009 wurde die Kommission für Nachhaltigkeit von Biomasse mit dem Ziel gegründet, die niederländische Regierung in einer Reihe von Fragen im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit von Biomasse zu beraten. Dazu gehören die Nachhaltigkeitsanforderungen für feste Biomasse. Im Jahr 2013 veröffentlichte die niederländische Unternehmensagentur (RVO) das „Energieabkommen für nachhaltiges Wachstum“. Es legt fest, dass Biomasse, die zur Mitverbrennung und Wärmeerzeugung verwendet wird, eine Reihe von Nachhaltigkeitskriterien erfüllen muss. Als Teil des niederländischen Energieabkommens 2013 wurde das Anreizsystem für nachhaltige Energieproduktion (SDE+) eingeführt, das Nachhaltigkeitskriterien enthält, die in der Gesetzgebung auf der Grundlage der Anforderungen für bessere Biomasse festgelegt wurden und zusätzlich die Anforderungen für die sogenannten Kohlenstoffschuld (carbon debt), iLUC und nachhaltige Forstwirtschaft abdecken
- ▶ Im Jahr 2020 wurden sowohl vom niederländischen Umweltamt (Planbureau voor de Leefomgeving, PBL) als auch vom Sozial- und Wirtschaftsrat der Niederlande (Sociaal-Economische Raad, SER) auf Einladung der Regierung hin Empfehlungen für die nachhaltige

Nutzung von Biomasse veröffentlicht. Der Bericht des PBL bildet dabei das Fundament für den Rahmenplan für nachhaltige Biomassenutzung des SER. Nach intensiver Auseinandersetzung mit einem breiten Stakeholder-Forum identifizierte das PBL fünf Punkte, die im Rahmenplan adressiert werden sollten (Strengers und Elzenga 2020):

- Biomasse muss eine wesentliche Rolle in der klimaneutralen Kreislaufwirtschaft der Zukunft spielen. Dabei dürfen Biodiversitätsschutz, Bodengesundheit und Landnutzungsänderung nicht vernachlässigt werden.
- Bemühungen sollten sich auf die Produktion von nachhaltiger Biomasse als auch die Produktion von flüssigen oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen unter Nutzung von nachhaltiger Elektrizität konzentrieren.
- Agenda sollte robuste, industrielle Technologien für die Umwandlung von Biomasse fördern, die eine kaskadische Nutzung erlauben.
- Luftqualität und Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung sollten in einen Rahmenplan Beachtung finden.
- Es ist unklar, inwieweit es für die Niederlande rechtlich möglich ist, strengere Anforderungen an importierte Biomasse zu stellen als für die Europäische Union. Daher wird die Debatte darüber, ob die Gesetzgebung beibehalten oder weiter verschärft werden soll, auch auf europäischer Ebene weitergeführt werden müssen.

► Der Rahmenplan für nachhaltige Biomassenutzung des SER zeichnet einen Weg für drei angestrebte Nachhaltigkeitstransformationen (Sociaal-Economische Raad 2020):

- Klimaneutralität durch Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energien. Der Einsatz von biobasierten Rohstoffen als Feedstocks, Materialien und für bestimmten Energieanwendungen sind Maßnahmen, die zur Erreichung des Ziels des Pariser Klimaabkommens notwendig sind. Der SER sieht langfristig eine begrenzte Rolle für Biomasse im Energiesektor, da immer mehr Alternativen entwickelt werden. Kurzfristig sieht der SER eine Rolle als Überbrückungslösung für herausfordernde Sektoren, bspw. den Schwerlastverkehr auf der Straße, die Luftfahrt und die Schifffahrt.
- Biobasierte Rohstoffe zur langfristigen Speicherung von Kohlenstoff in Materialien und zur Erreichung einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft
- Einsatz von biobasierten Rohstoffen als Bodenverbesserer, ggf. in kaskadierter Form, für eine Landwirtschaft mit geschlossenen Stoffkreisläufen

Neben diesen grundsätzlichen Aussagen zur Ausrichtung der niederländischen Biomassestrategie werden im Rahmenplan auch konkretere Nachhaltigkeitskriterien skizziert. Grundsätzlich bildet die RED II die Grundlage für alle Anforderungen, aber laut SER gibt es darüber hinaus Bedarf für Nachschärfung. Im Hinblick auf den Wärmesektor wird vorgeschlagen, die Schwelle für die Anlagengröße von 20 MW für feste Biomasse und 2 MW für gasförmige Biokraftstoffe deutlich zu reduzieren. Der SER legt großen Wert auf die Entwicklung einer Risikoabschätzung für den Rahmenplan. Die Nachhaltigkeitsrisiken sind nicht für alle biobasierten Rohstoffströme oder Verwendungen bzw. für alle Länder oder

Regionen gleich. Dies erfordert eine Differenzierung nach biobasierten Rohstoffströmen bzw. -nutzungen und Regionen in dem Maße, wie Kriterien zu bewerten sind, damit die tatsächlich relevanten Nachhaltigkeitsrisiken die notwendige Aufmerksamkeit erhalten und nicht zu unnötigen Kosten werden. Hier werden private Zertifizierungssystem wie FSC oder Better Biomass empfohlen.

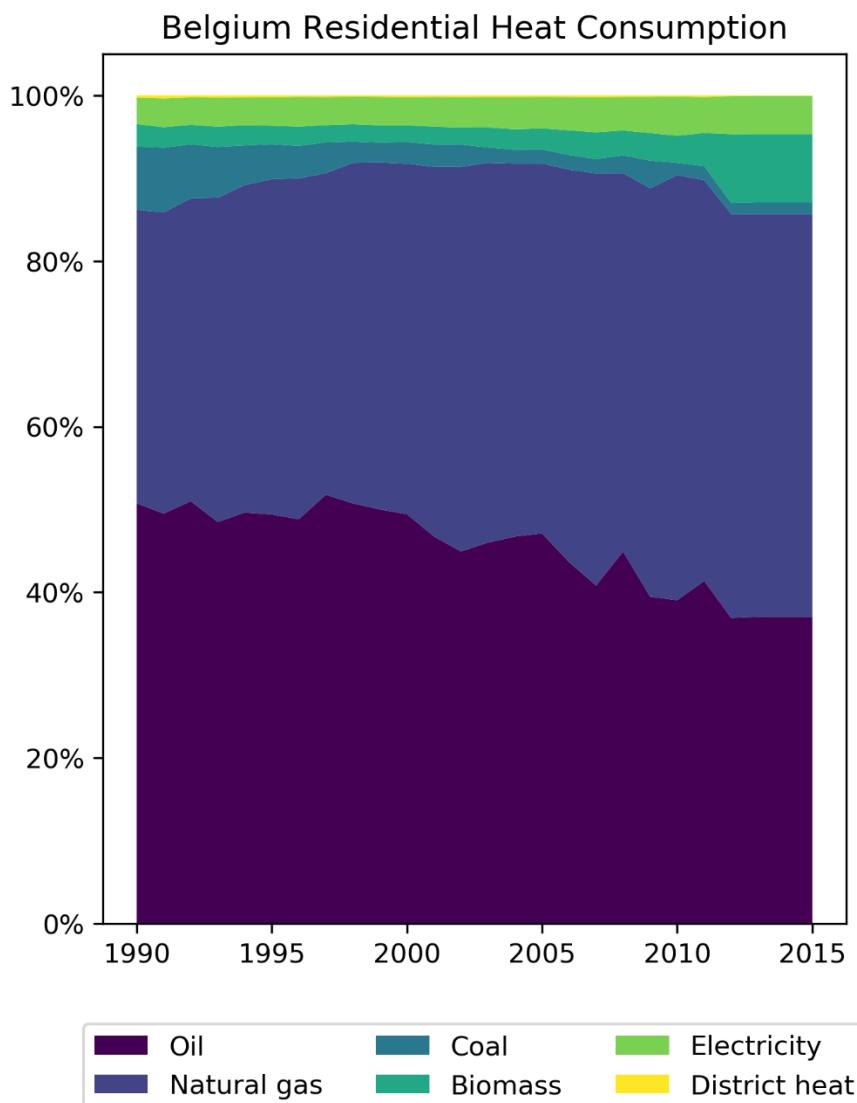
- ▶ Im Oktober 2020 erklärte der damalige niederländische Umweltminister die Absicht der Regierung, den Rahmenplan für nachhaltige Biomassenutzung des SER umzusetzen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat 2020). Für die Nutzung von Holzbiomasse, die in der Öffentlichkeit sehr kritisch betrachtet wird, besteht die Absicht, den Einsatz zu minimieren. Biomasse soll als Übergangslösung dienen auf dem Weg zu nachhaltigeren Energieträgern (Bsp. Wasserstoff). Regionale und kommunale Wärmeplanung soll darauf bedacht sein, Holzbiomasse sparsam und übergangsweise einzusetzen. Seit der Regierungskrise im Januar 2021 sind keine weiteren Schritte zur Umsetzung des Rahmenplans für nachhaltige Biomassenutzung unternommen worden.

6.3.3.2 Belgien

In Belgien wird die nationale Energiepolitik getrennt von den drei Regionen Flandern, Wallonien und Brüssel-Hauptstadt umgesetzt.

6.3.3.2.1 Status quo

Der Wärmesektor in Belgien wird fast vollständig von fossilen Energieträgern dominiert (vgl. Abbildung 31). Biomasse hat allerdings seit etwa 2010 einen deutlich steigenden Verbrauchszuwachs. Erneuerbare Wärme wird weit überwiegend aus Biomasse gewonnen. Trotz des vergleichsweise relativ geringen Anteils an Biomasse am Gebäude-Gesamtwärmeverbrauch gehört Belgien, gemeinsam mit UK, Dänemark und den Niederlanden, zu den Ländern mit den umfangsreichsten Nachhaltigkeitsanforderungen für die Nutzung von fester Biomasse.

Abbildung 31: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Belgien 1990-2015

Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

6.3.3.2.2 Regulatorische Lenkungsinstrumente

Im Folgenden wird ein Kurzüberblick über relevante regulatorische Maßnahmen und Förderinstrumente zur quantitativen und qualitativen Steuerung von fester Biomasse, insbesondere im Gebäude-Wärmebereich, in Belgien, mit Fokus auf Flandern, gegeben:

- ▶ Im Jahr 2002 wurden der Mechanismus der sogenannten "Green Certificates" eingeführt. Diese fördern die Nutzung erneuerbarer Quellen für die Stromerzeugung durch ein Quotensystem, das auf Verpflichtungen, handelbaren Zertifikaten und Mindestpreisen basiert, sowie die nachhaltige Zertifizierung und Subventionen für die Investition und Nutzung von erneuerbarem Strom. Der Handel mit Zertifikaten unterliegt der Bundesgesetzgebung, während die Quotenverpflichtungen in regionalen Regelungen festgelegt sind. Stromlieferanten müssen nachweisen, dass sie eine bestimmte Quote an erneuerbarer Energie, die von den drei Regionen Flandern, Wallonien und Brüssel-

Hauptstadt (Anforderungen überall ähnlich) festgelegt wurde, an ihre Endverbraucher geliefert haben (Mai-Moulin et al. 2019).

- ▶ Ab 2035 Verbot von Ölkesseln in Belgien, welches sich tendenziell steigernd auf die Biomassenutzung auswirkt
 - In Flandern ab 2021 Verbot von Ölkesseln im Neubau und bei größeren Sanierungen; ab 2035 Verbot von Ölkesseln auch im Bestand (Vlaamse Regering 2017).
 - Brüssel erwägt eine Prämie für den Austausch von Ölkesseln im Zeitraum zwischen 2021 und 2025 (Brussels Capital Region LTRS 2020).
 - In der Region Wallonien wird verglichen mit den beiden anderen Landesteilen sehr viel mehr mit Ölkesseln geheizt. V. a. Fördermittel sollen hier den Ausstieg aus dem Heizöl befördern.
- ▶ Erdgasanschlüsse für größere neue Wohngebiete sollen in Flandern nur noch in Verbindung mit KWK oder Erneuerbaren als Hauptwärmequelle umgesetzt werden (Vlaamse Regering 2017).
- ▶ Brüssel: Aus Gründen der Luftreinhaltung soll ab 2021 ein Verbot für die Installation von neuen Holz-Heizungsanlagen gelten (Brussels Capital Region LTRS 2020).
- ▶ Flandern: aus Biomasse und anderen erneuerbaren Energien gespeiste Fernwärme soll ausgebaut werden (Vlaamse Regering 2017).

6.3.3.2.3 Biomasse und Nachhaltigkeit

Für die Umsetzung der Klimaziele in Belgien spielt die Nutzung von Biomasse eine zentrale Rolle (Yves Ryckmans, persönliche Mitteilung, April 2021). Die Anforderungen für nachhaltige Nutzung unterscheiden sich ebenfalls geringfügig je nach Region.

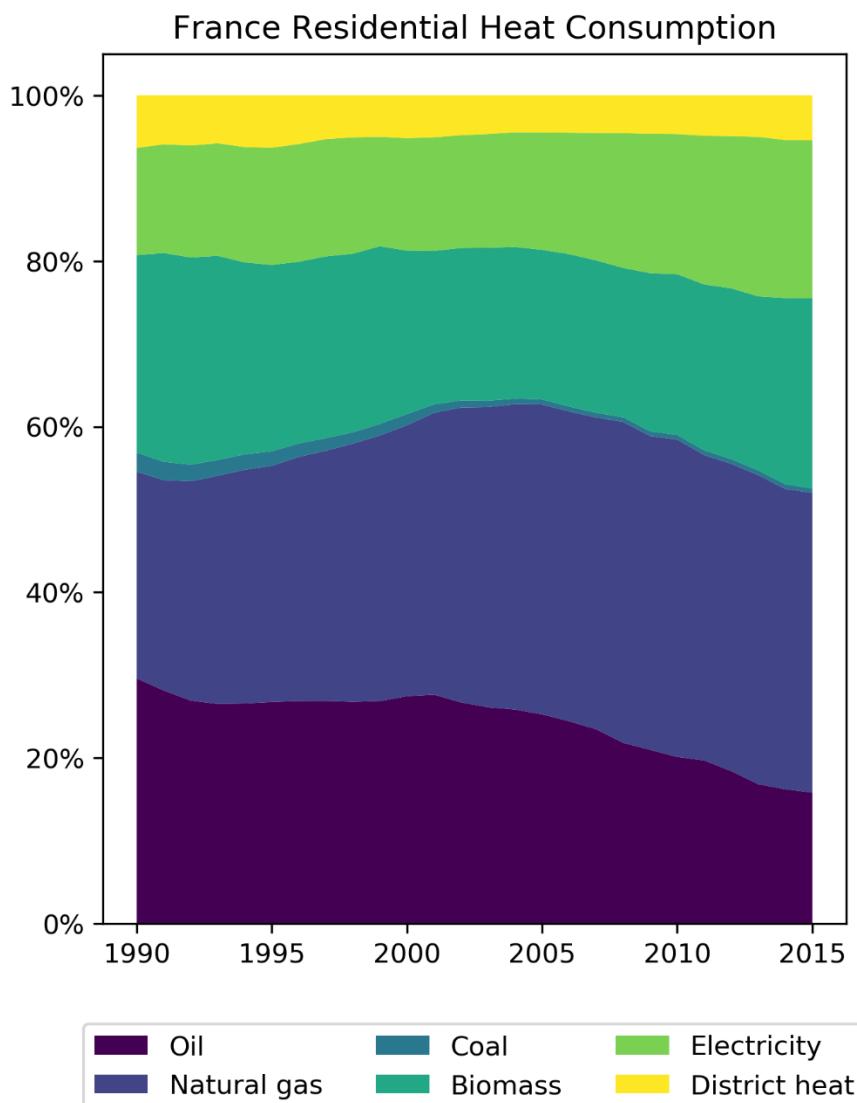
- ▶ Grundsätzlich enthalten die „Green Certificate“ Quotensysteme keine Nachhaltigkeitsanforderungen für verschiedene Arten von erneuerbaren Energien, verlangen jedoch Nachweise für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung für Waldbiomasse: diese muss entweder zertifiziert sein oder es müssen zumindest durch akkreditierte Inspektion nachgewiesen werden, dass nachhaltige Waldbewirtschaftung stattfindet. Dazu gehört die Dokumentation der Art der Rohstoffe, Energie- und CO₂-Bilanz der Lieferkette, Nachweise der Einhaltung der verantwortungsvollen Bewirtschaftung der Wälder, Kontrolle der Auswirkungen auf die Umwelt und Durchsetzung der Rechtsvorschriften. In Flandern wurden zusätzliche Anforderungen in Bezug auf die kaskadische Nutzung von Biomasse festgelegt (Mai-Moulin et al. 2019).
- ▶ Bis zur aktuellen Revision der Vorgaben für Biomassenutzung galten in ganz Belgien die Nachhaltigkeitsanforderungen nur für die Produktion von Elektrizität. Die Nutzung von Biomasse, die die Nachhaltigkeitsanforderungen nicht erfüllt, ist theoretisch möglich, aber nicht förderfähig oder auf die nationalen Ziele anrechenbar (Mai-Moulin et al. 2019).

- ▶ Die Kriterien für nachhaltige Forstwirtschaft beziehen sich auf legale, nachhaltige Beschaffung und Zertifizierung, Produktivität und Funktionsfähigkeit der Wälder, Schutz der Biodiversität und Erhaltung der Ökosysteme. Reststoffe sind klar definiert als primäre Reststoffe (Biomasse, die direkt am Standort des Holzeinschlags verarbeitet wird, z. B. Stämme, Hackschnitzel, Pellets und Ernterückstände), sekundäre Reststoffe (Restprodukte aus der Holzverarbeitung, z. B. Sägemehl, Rinde usw.) und tertiäre Reststoffe (Post-Consumer-Reststoffe). Als anerkannte Zertifizierungssysteme gelten FSC, PEFC und SBP (Mai-Moulin et al. 2019).
- ▶ Folgende Anforderungen gehen über die EU Holzhandelsverordnung hinaus (Sustainable Biomass Programm 2020):
 - Primäre Biomasse muss zu 100 % nachhaltig zertifiziert sein, sekundäre Biomasse aus kontrollierten Quellen.
 - Die holzige Biomasse darf nicht in Konkurrenz zur flämischen Holzindustrie stehen.
 - Stammholz darf nicht Sägeholzqualität besitzen (muss minderwertig sein).
 - Stammholz darf nicht von Bäumen stammen, die älter als 40 Jahre sind, es sei denn, weniger als 50 % werden für Energie genutzt.
 - Der Biomasseproduzent sollte auf der Grundlage eines Forstwirtschaftsplans arbeiten.
- ▶ Gemäß des Wärmeplan der Region Flandern, dem sogenannten „Warmteplan“ (Vlaamse Regering 2017), haben Anlagen mit einer thermischen Leistung von weniger als 10 MW Anspruch auf eine vereinfachte Zertifizierung. Im Bericht zum Wärmeplan wird angedacht, feste Biomasse zukünftig nur noch für Wärmeproduktion einzusetzen (Peeters 2021).
- ▶ In der Wärmestrategie Walloniens, der „Stratégie chaleur“ 2021 (Wallonie Energie SPW 2021), wird die Nutzung von Biomasse als eine Maßnahme mit „moderaten Auswirkungen“ eingeordnet. Eine Biomassestrategie wird angekündigt und die Entwicklung eines Zertifizierungssystems für die erneuerbare bzw. nachhaltige Beschaffung von Biomasse für die Wärmeproduktion wird vorgeschlagen. Außerdem soll ein Instrument für das Monitoring aller Aspekte der Produktion von erneuerbaren Energien entwickelt werden (bspw. Kodierung von Grünen Zertifikaten, Überwachung von Emissionen, Energieverbrauch und Leistung (Bilanz, Wärmeverordnung, etc.), Überwachung der Nachhaltigkeit gemäß RED II-Richtlinie).

6.3.3.3 Frankreich

Im europäischen Vergleich steht Frankreich bei der Verwertung der festen Biomasse über die Sektoren hinweg an zweiter Stelle hinter Deutschland (dena-Deutsche Energie-Agentur 2013). Über die Hälfte der Wärme in Gebäuden wird aus fossilen Quellen bereitgestellt (vgl. Abbildung 32). Biomasse soll auch in Zukunft laut den Plänen der französischen Regierung eine zentrale Rolle im Wärmebereich und bei der Dekarbonisierung des Wärmesektors spielen.

Abbildung 32: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Frankreich 1990-2015



Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

6.3.3.1 Status quo

Der Anteil erneuerbarer Energien und insbesondere der Biomasse ist in Frankreich in den letzten Jahren stetig gewachsen: Im Jahr 2019 belief sich die Primärproduktion von erneuerbaren Energien in Frankreich auf 320 TWh. Die wichtigsten Quellen sind feste Biomasse (37,1 %), erneuerbare Wasserkraft (18,0 %) und Windkraft (10,8 %) (Ministère de la Transition écologique 2020b).

Aktuell setzt sich die Wärmeerzeugung in Frankreich wie folgt zusammen: 42 % entfallen auf Strom, 33 % auf Öl, 13 % auf Gas; Biomasse spielt nur eine untergeordnete Rolle (dena-Deutsche Energie-Agentur 2013). Biomasse soll nach den Plänen der französischen Regierung in der Gebäudewärme allerdings zukünftig stark ausgebaut werden (Lena Müller-Lohse, persönliche Mitteilung, April 2021).

6.3.3.3.2 Regulatorische Lenkungsinstrumente

Im Folgenden wird ein Kurzüberblick über relevante regulatorische Maßnahmen und Förderinstrumente zur quantitativen und qualitativen Steuerung von fester Biomasse, insbesondere im Gebäude-Wärmebereich, in Frankreich gegeben:

- ▶ Nationale CO₂-Abgabe für fossile Brennstoffe zur Wärmeerzeugung: Der CO₂-Preis für fossile Brennstoffe wirkt sich tendenziell steigernd auf die Biomassenutzung aus. Allerdings ist der Preis seit 2018 im Zuge der sogenannten „Gelbwestenproteste“ auf 44,60 €/tCO₂ eingefroren – geplant war eine deutliche Zunahme auf 75,80 €/tCO₂ in 2021 und 100 €/tCO₂ in 2030.
- ▶ Die Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) sieht konkrete Maßnahmen für den Ausbau und Einsatz erneuerbarer Wärme bis 2023 vor: Zunahme der installierten Leistung erneuerbarer Energien im Wärmesektor um mehr als 50 % (im Vergleich zu 2014) auf dann 19Mtoe und einen Zielwert für durch die Netze gelieferte Menge an Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien, inklusive Wärmerückgewinnung, in der Größenordnung von 1,9 bis 2,3 Mtoe. Der Ausbau soll v. a. durch Biomasse-Heizwerke getragen werden. Dies macht die Bereitstellung zusätzlicher Biomasse erforderlich, die möglichst nachhaltig über die Ausarbeitung einer nationalen Strategie zur Verfügbarkeit von Biomasse (Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse) und eines nationalen Forst- und Holzwirtschafts-Programmes (Programme national de la forêt et du bois) bereitgestellt werden soll.
- ▶ Wärmeverordnung (Réglementation thermique, RT 2012): Seit 2013 müssen alle neuen privaten Gebäude und Gewerbeimmobilien dem Standard der Niedrigenergiegebäude (bâtiment basse consommation, BBC) entsprechen. Dies wirkt sich tendenziell steigernd auf die Installation von Biomasseheizungen aus.
- ▶ Weitere Mindesteffizienzanforderungen für den Gebäudebestand sind geplant: zeitlich gestufte Sanierungspflichten sollen für die energetisch schlechtesten Gebäude gelten. Dies wirkt sich tendenziell steigernd auf die Installation von Biomasseheizungen aus.
- ▶ Fond für erneuerbare Wärme (Fonds chaleur): beinhaltet zwei Fördermechanismen, zum einen nationale jährliche Ausschreibungen für große Biomasseanlagen, zum anderen regionale Förderung für kleine Biomasseanlagen.
- ▶ Eine weitere Fördermaßnahme ist die Absenkung der Mehrwertsteuer von 20 % auf 5,5 % für Wärme aus Wärmenetzen, die zu mehr als 50 % aus erneuerbaren Energien gespeist werden.
- ▶ Luftqualität: Gesetzliche Verankerung des Ziel einer 50 %igen Reduzierung von Feinstaubemissionen aus der Holzverbrennung bis 2030 in den am stärksten betroffenen Gebieten, d.h. perspektivisch sollen 600.000 Holzheizungen in den nächsten fünf Jahren durch effizientere Anlagen ausgetauscht werden (Ministère de la Transition écologique 2021)

6.3.3.3.3 Biomasse und Nachhaltigkeit

In Frankreich soll die Nutzung von Biomasse in den kommenden Jahren deutlich gesteigert werden (Lena Müller-Lohse, persönliche Mitteilung, April 2021). Dazu gibt es konkrete Strategien und Vorgaben, in denen auch die Kriterien für nachhaltige Nutzung festgelegt sind.

- ▶ Identifizierung des Biomassevorkommens: auf der Grundlage von in Frankreich durchgeföhrten Studien zur Quantifizierung der Ressourcen bewertet die nationale Strategie für die Mobilisierung von Biomasse (Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse, SNMB) (Ministere de la Transition ecologique 2018) das zusätzlich erschließbare Vorkommen an Biomasse:
 - Nicht vergärbare Biomasse für Non-Food-Nutzungen (bspw. Verwendung in biobasierten Materialien, „grüner Chemie“, Biokraftstoffen etc.) soll bis 2023 zusätzlich rund 52 TWh und bis 2028 rund 72 TWh (beides im Vergleich zu 2016) betragen.
 - Davon sollen 36 TWh aus Wäldern, 28,5 TWh aus landwirtschaftlichen Ressourcen und 7,8 TWh aus Abfällen stammen.
 - Das Gesamtangebot an nicht vergärbarer fester Biomasse wird bis 2028 auf insg. 251 TWh geschätzt, einschließlich 120 TWh Forstbiomasse. Zum Vergleich: in 2016 betrug die Menge an nicht vergärbarer Biomasse 179 TWh.
- ▶ Strategische Ausrichtung des Biomassevorkommens in Frankreich: Biomasse ist eine knappe Ressource. Deshalb gibt die PPE klare Leitlinien für die Nutzung von Biomasse vor (Ministere de la Transition ecologique 2020a):
 - Nutzung von Holz: Dieses soll bevorzugt in Form von Wärme in einem Wärmenetz oder in der Industrie genutzt werden. Holz soll nur in besonderen Fällen in der KWK eingesetzt werden, und wenn, dann nur in einer hocheffizienten KWK-Anlage.
 - Bis zum Jahr 2023 sollen 145 TWh Wärme aus fester Biomasse gewonnen werden. Bis 2028 soll die Produktion auf mindestens 157 TWh und bis zu 169 TWh steigen. Zum Vergleich: Im Jahr 2018 lag der Anteil bei ca. 120 TWh.
- ▶ In der PPE ist als Ziel vermerkt, die Erschließung von Biomasse zu erhöhen. Folgende Maßnahmen sollen hierfür ergriffen werden (Ministere de la Transition ecologique 2020a):
 - weitere Mobilisierung von Abfällen und Rückständen,
 - Festlegung von Nachhaltigkeitskriterien mit Informationen über die Herkunft der Biomasse in Übereinstimmung mit der RED, II
 - Definition einer „Charta der guten Praxis für den Import von Biomasse“,
 - Verbesserung der Abstimmung von Biomasseangebot und -nachfrage.
- ▶ Der Leitfaden für die Praxis „Implementierung des Nachhaltigkeitssystems für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe“ (Ministere de la Transition ecologique 2019) erläutert die Nachhaltigkeitskriterien der RED II. Darüber hinaus wurden die Anforderungen im März

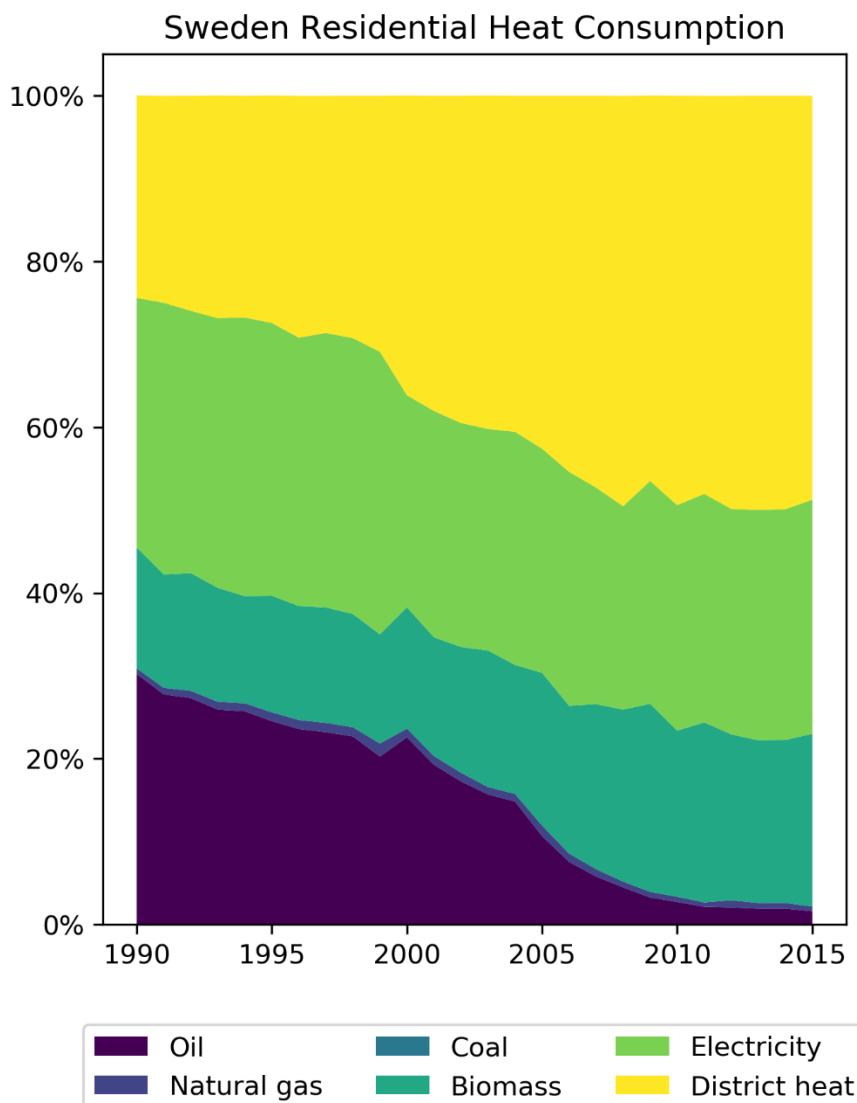
2021 in eine Verordnung überführt, die aber aktuell nicht über die RED II hinausgeht (Fabregat 2021).

- ▶ Erneuerbare Energien im großen Maßstab, einschließlich Biomasse, werden durch individuelle Ausschreibungen gefördert: Unternehmen bewerben sich um Verträge zur Lieferung von erneuerbarer Energie zu einem festgelegten Preis über den Marktpreisen. Die Nachhaltigkeitskriterien werden in jeder Ausschreibung individuell festgelegt; ab 2016 umfassen sie Anforderungen an die nachhaltige Waldbewirtschaftung (die durch FSC- oder PEFC-zertifizierte Produkte erfüllt werden können), Grenzwerte für die Emission von Feinstaub und Stickoxiden und einen Umwandlungswirkungsgrad von mindestens 75 %, was in der Praxis alles andere als KWK-Anlagen ausschließt. Darüber hinaus ist Rundholz nicht förderfähig. (Brack et al. 2018)
- ▶ Nachhaltige Biomassenutzung wird auch durch die individuelle Projektbegleitung durch das französische Umweltamt (Agence de la transition écologique, ADEME) im Rahmen des „Fonds chaleur“ gefördert (ADEME 2021). Aktuell startet eine neue Projektausschreibung, die spezifisch auf die Erzeugung von Wärme aus Biomasse abzielt. Über die Investitionshilfe hinaus unterstützt ADEME in allen Phasen des Projekts: Interessenbekundung, Machbarkeitsstudie, Unterstützung bei der Projektleitung, allgemeine Beratung.

6.3.3.4 Schweden

Schweden hat die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung für Gebäude unter Einsatz von Biomasse bereits nahezu erreicht (vgl. Abbildung 33) (Sweden Ministry of Infrastructure 2014) – maßgeblich hierfür ist die CO₂-Bepreisung für fossile Brennstoffe für die Wärmeerzeugung und der zum Großteil auf der Nutzung von Biomasse fußende Fernwärmeanteil. Bedingt durch den Waldreichtum des Landes steht Schweden aktuell nicht vor der Problematik eines begrenzten Biomasse-Verfügbarkeitspotenzials.

Abbildung 33: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Schweden 1990-2015



Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

- ▶ Wichtigstes Lenkungsinstrument und Motor für Biomasse war und ist die schwedische CO₂-Steuer, die bereits 1991 eingeführt wurde und stetig erhöht wurde, auf einen heute vergleichsweise hohen Betrag: sie fällt für fossile Brennstoffe an und betrug ursprünglich ca. 24 €/t CO₂ (für Haushalte); heute beträgt sie ca. 114 €/t; Biomasse ist steuerlich befreit. Die CO₂-Steuer setzte ein deutliches Preissignal durch die Verteuerung von fossilen Brennstoffen hin zur Biomassenutzung.
- ▶ Fernwärme auf Basis von Biomassenutzung dominiert in Schweden den Wärmemarkt: Zur Wärmeversorgung tragen aktuell Fernwärmenetze über 55 % bei, Biomasse hat hier einen Anteil von über 60 % (Werner 2017). Insbesondere im Zuge der kommunalen und staatlichen Wohnungsbauprogramme von 1965 und 1974 erhielt die Entwicklung erneuerbarer Wärme via Fernwärme Aufschwung: Die entstehenden Wohngebäude wurden weitgehend an Fernwärmenetze angeschlossen und ließen die Zahl der Wärmenetze

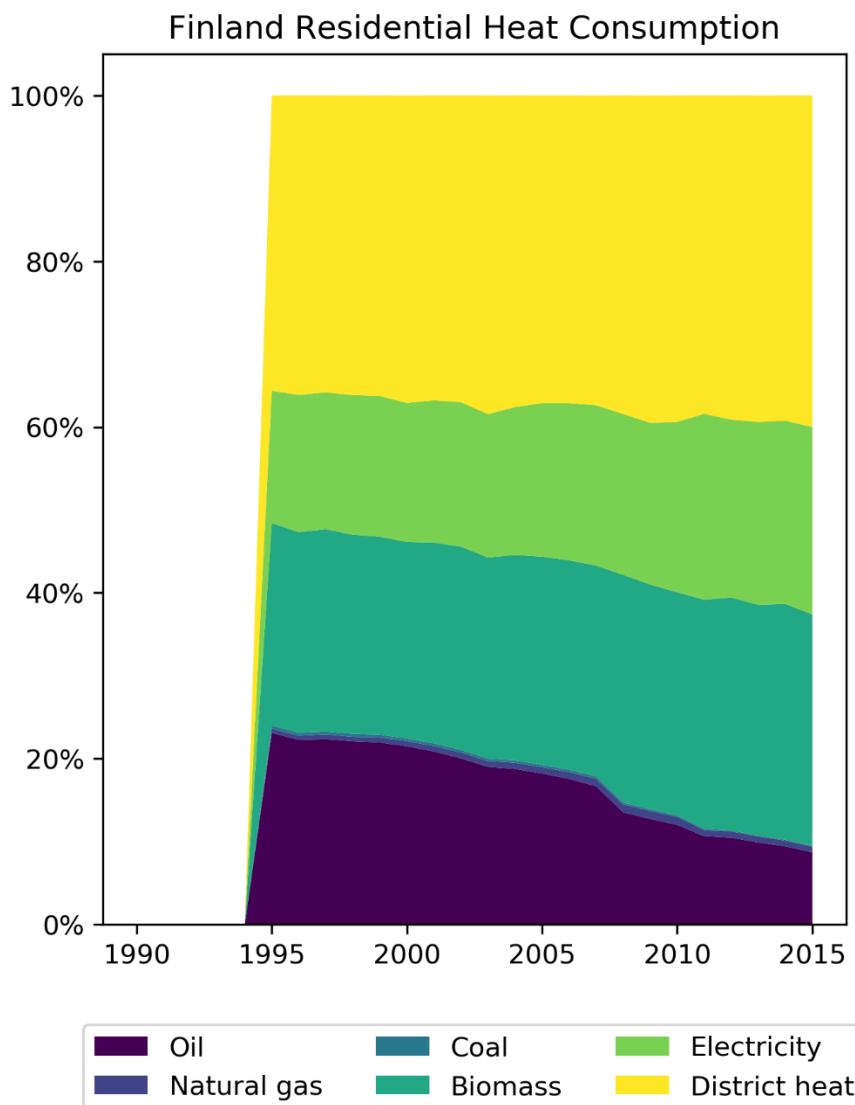
anwachsen. Als weitere Folge der Ölkrise wurde in den 1980er Jahren ein Öl-Substitutions-Programm aufgelegt, mit dem z. B. der Anschluss von ögeheizten Gebäuden an Wärmenetze vorangetrieben wurde.

- ▶ **Investitionsförderungen:** Die schwedische Regierung gewährte insbesondere in den 1980er und 1990er Jahren finanzielle Förderhilfen für Heizkraftwerke mit Biomassefeuerung und Biomasse-KWK-Anlagen.
- ▶ Obwohl die Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe in Schweden seit 2010 gesetzlich geregelt sind, gibt es keine analoge Regelung für feste Biomasse. Vielmehr wird auf das Inkrafttreten der bindenden Kriterien der RED II im Januar 2021 verwiesen (Kolessar und Egnell 2018). Darüber hinaus haben Kraftwerke und KWK-Anlagen, die Holzbiomasse aus FSC- oder PEFC-zertifizierten Wäldern verwenden, Anspruch auf eine höhere finanzielle Unterstützung als sonst üblich (Brack et al. 2018).
- ▶ Da die Importrate für feste Biomasse in Schweden gering ist, wird davon ausgegangen, dass die nationale schwedische Forstgesetzgebung ausreichend ist, um Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Mit einer Nachschärfung der RED II ist nicht zu rechnen (Olle Olsson, persönliche Mitteilung, April 2021).

6.3.3.5 Finnland

Finnland ist eines der führenden Länder beim Einsatz von Biomasse zur Energiegewinnung - insbesondere der Waldreichtum des Landes macht es möglich (vgl. Schweden). Biomasse-Verfügbarkeits- und Einsatzpotenziale werden daher aktuell nicht signifikant debattiert. Biomasse zur Wärmebereitstellung in Form von Holz wird in Finnland v. a. für die Fernwärme, KWK-Anlagen und für Industrieprozesse verwendet – in großem Umfang wird allerdings nach wie vor auch Torf zur Wärmeproduktion verfeuert (Abbildung 34). Darüber hinaus hat die Nutzung von Biomasse in kleinerem Maßstab für die Beheizung von EFH in Finnland eine lange Tradition. Weit verbreitet sind Einzelraumfeuerungen als Zusatzheizung, für die Holz genutzt wird.

Abbildung 34: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Finnland 1994-2015



Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

- ▶ Zum verstärkten Einsatz von Biomasse zur Wärmeerzeugung hat v. a. eine schon 1990 eingeführte nationale CO₂-Steuer beigetragen, die für fossile Brennstoffe anfällt.
- ▶ Seit 2009 sieht das Landnutzungs- und Baugesetz eine grundsätzliche Anschlusspflicht an das Fernwärmennetz für Neugebäude vor; eine Ausnahme besteht, wenn die Hauptheizung auf Erneuerbaren Energien basiert
- ▶ Investitionszuschüsse für Biomasseanlagen gab es bereits in den 1970ern. Hintergrund waren die Ölkrise in den 70er-Jahren und der Wille zur Ölsubstitution.
- ▶ Helsinki Energy Challenge (City of Helsinki 2021): Wettbewerb zur Förderung nachhaltiger Lösungen für die urbane Wärmeversorgung. Die Helsinki Energy Challenge wurde organisiert, um innovative Ideen für die Erreichung von Klimaneutralität zu generieren. Zehn Alternativen traten im Finale gegeneinander an, von denen vier prämiert wurden.

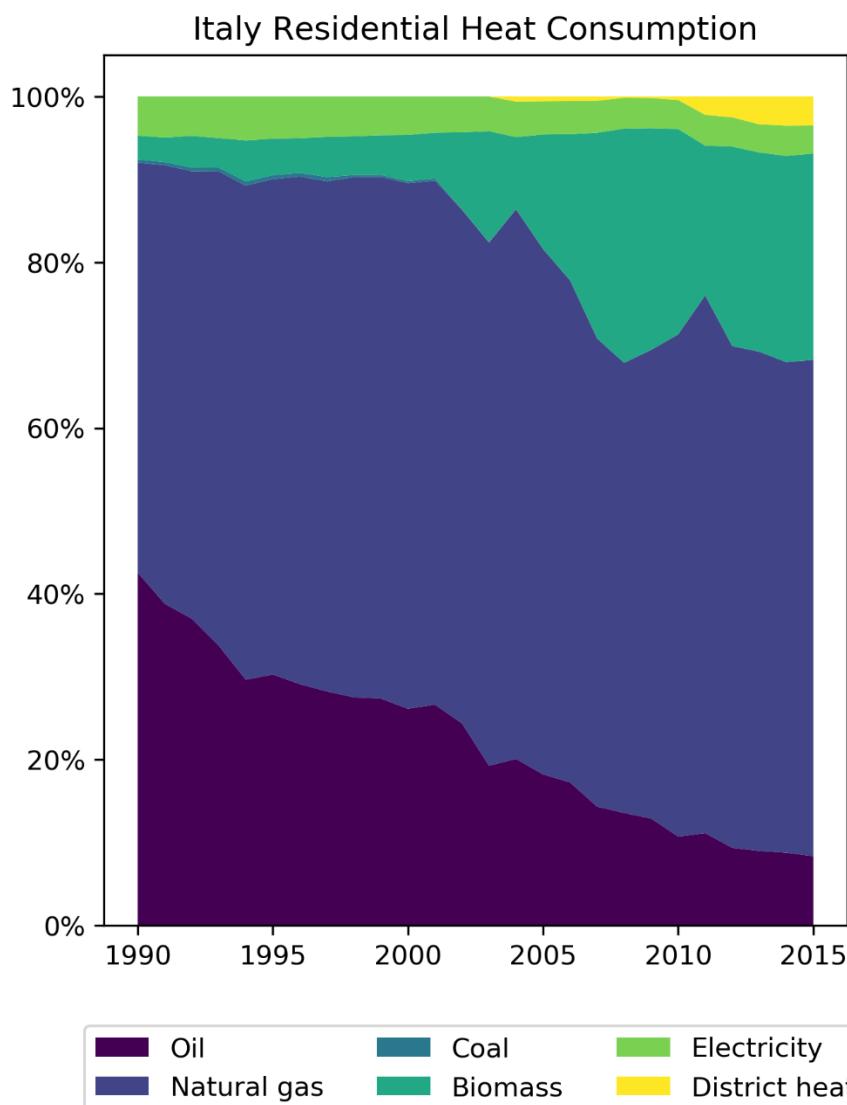
Allerdings konnte keines der Projekte eine praktikable Lösung für den vollständigen Verzicht auf fossile Energien liefern (Tapio Ranta, persönliche Mitteilung, April 2021).

- Finnland verfolgt aktuell keine Verschärfung der Nachhaltigkeitskriterien, die über die Anforderungen der RED II hinaus gehen (Brack et al. 2018; Ranta et al. 2020).

6.3.3.6 Italien

Im Gegensatz zu den anderen hier vorgestellten Ländern ist die Heizperiode in Italien durch die klimatischen Bedingungen kürzer. Wärme wird überwiegend aus fossilen Quellen bereitgestellt, der Biomasseverbrauch ist allerdings seit etwa 2000 deutlich angestiegen (vgl. Abbildung 35).

Abbildung 35: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Italien 1990-2015



Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

Im Jahr 2017 hat Italien die neue nationale Energiestrategie (NES) verabschiedet. Hauptziele dieser NES sind neben dem Erreichen der europäischen Dekarbonisierungsziele im Einklang mit dem Pariser Abkommen die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit Italiens durch die Verringerung der Kluft zwischen europäischen und italienischen Energiepreisen sowie die

Verbesserung der Sicherheit und Flexibilität der Energieversorgung. Die Strategie enthält Maßnahmen, die bis 2030 erreicht werden sollen und die mit dem EU-Energiefahrplan 2050 übereinstimmen. Am 10. August 2019 ist das sogenannte FER1-Dekret in Kraft getreten, das neue Anreize für erneuerbare Energiequellen bietet. Kleine EE-Anlagen haben Zugang zu einem System mit garantiertem Mindestpreis. Für alle EE-Projekte, die von der COVID-19-Pandemie betroffen sind, wurden die Fristen für den Bau um sechs Monate verlängert. Für erneuerbare Heizung und Kühlung gibt es eine Steuerregelung und Anreize für kleine Quellen. (EurObserv'ER 2020)

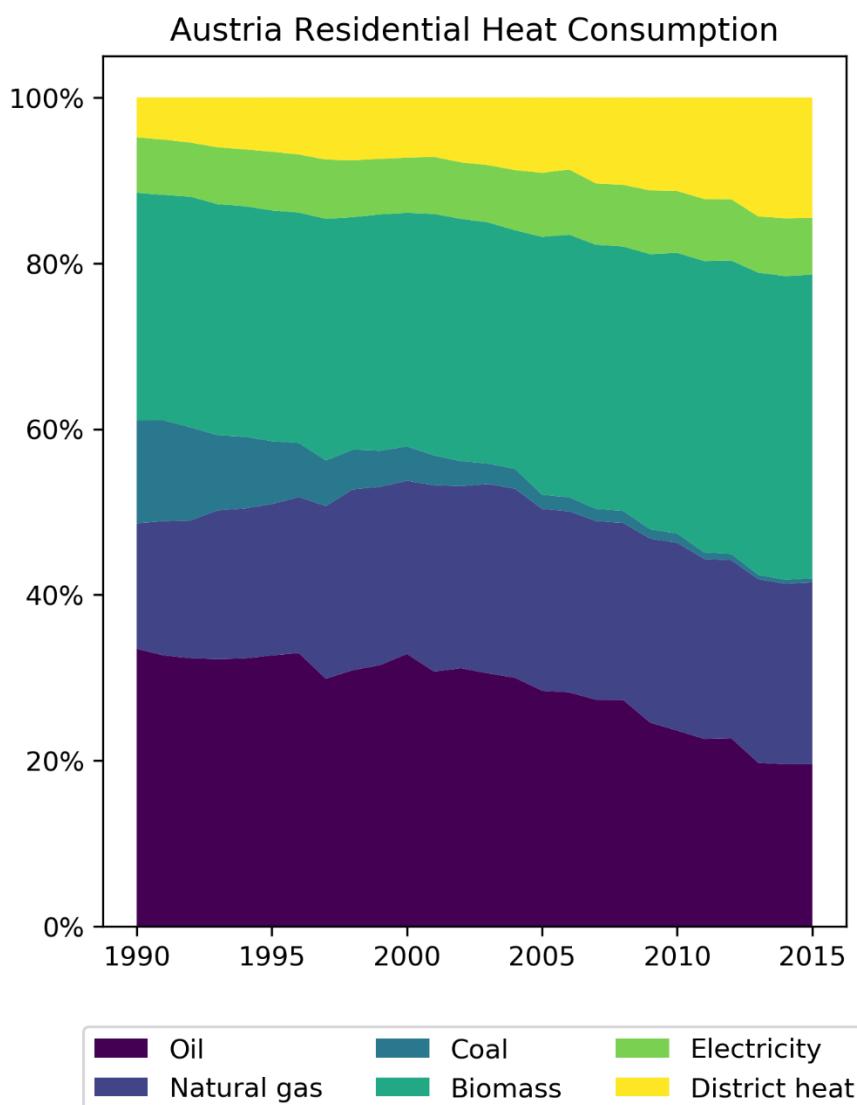
- ▶ Conto Termico 2.0: stellt finanzielle Förderung für die Erzeugung von Wärmeenergie aus erneuerbaren Energien bereit. Das jährliche Gesamtbudget beträgt 900 Millionen € und das Programm wird geschlossen, wenn diese Obergrenze erreicht ist. Förderfähige Technologien sind Wärmepumpen, Biomassekessel, -heizungen und -kamine, solarthermische Systeme und solare Kühltechnologien. Die jeweilige Förderhöhe variiert nach Art der Anlage, Kapazität und Standort. (EurObserv'ER 2020)
- ▶ Steuererleichterungen (Detrazione), wobei die Wärme-Steuervorteile dieser Regelung von der Art der Maßnahme abhängen (EurObserv'ER 2020):
 - 65 % Steuerabzug für EE-H-Anlagen, die die Energieeffizienz erhöhen, wie Solarthermie oder Wärmepumpen.
 - 50 % Steuerabzug für Biomasse-Wärmeerzeuger.
 - 70 %-75 % Steuerabzug für energetische Sanierungsarbeiten, die darauf abzielen, die Sommer- oder Winter-Energieleistung von gemeinsamen Gebäuden zu verbessern.

Nachhaltigkeit: Im Jahr 2016 hat die Regierung ein Dekret erlassen, das die Arten von Biomasse- und Biogas-Einsatzstoffen definiert, auf die die Einspeisetarife beschränkt sind. Das Dekret umfasst Abfälle und Rückstände aus der Land- und Viehwirtschaft sowie Nebenprodukte aus der Forstwirtschaft und aus der Verarbeitung von Forstprodukten. Rundholz wird in der Einspeisevergütung allerdings ausgeschlossen (Brack et al. 2018). Darüber hinaus plant Italien derzeit keine Nachhaltigkeitsanforderungen, die über die Vorgaben der RED II hinausgehen (Alessandro Agostini, persönliche Mitteilung, April 2021).

6.3.3.7 Österreich

Die Bioenergie hat sich in den vergangenen Jahren zur wichtigsten österreichischen erneuerbaren Energiequelle entwickelt. Sie hat maßgeblich zur Dekarbonisierung des Wärmesektors in Österreich beigetragen, etwa die Hälfte der Wärme in Gebäuden stammt noch aus fossilen Quellen (vgl. Abbildung 36).

Abbildung 36: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden in Österreich 1990-2015



Quelle: (Bertelsen und Vad Mathiesen 2020)

Bei allem Bestreben nach weiterem Ausbau der Bioenergienutzung vor diesem Hintergrund, wird allerdings auch in Österreich die Diskussion geführt, dass Biomasse nicht unbegrenzt verfügbar ist. Vor allem ökologische Grenzen der Biomassenutzung seien zu beachten und die nachhaltig vorhandenen Biomassepotenziale müssten mit höchstmöglicher Effizienz genutzt werden. Eine Potenzialabschätzung des Österreichischen Biomasse-Verbandes geht gleichwohl bis 2030 von einem realisierbaren Bioenergiapotenzial von 340 PJ aus; bis 2050 wäre ein Bioenergieeinsatz von etwa 450 PJ möglich. Bis 2030 könnte der Bruttoinlandsverbrauch von Bioenergie somit um mehr als 110 PJ ausgebaut werden. Insofern drängt sich in Österreich aktuell keine Biomassepotenzial- und -Einsatzdebatte auf. (ÖBMV 2017)

- ▶ Österreich plant ab 2022 eine CO₂-Steuer für fossile Brennstoffe zur Wärmeerzeugung einzuführen.
- ▶ Das Programm Umweltförderung im Inland (UFI) ist das zentrale nationale Förderinstrument für Investitionen im Klima- und Umweltschutz. Besonders gefördert werden die Bereiche erneuerbare Wärme, Energieeffizienz und klimaschonende Mobilität.

Mit dem sogenannten „Raus aus Öl und Gas“ Bonus soll auf die Verbrennung von Heizöl, Kohle und fossilem Gas für die Bereitstellung von Wärme verzichtet werden bei gleichzeitiger Forcierung der Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energieträger. (BMK 2021)

- ▶ Nachhaltigkeit: Österreich positioniert sich in seinem aktuellen Plan zur Nutzung erneuerbarer Energien (National Renewable Energy Action Plan, (BMK 2019)): „Rahmenbedingungen für die Holznutzung: Obwohl die Waldbewirtschaftung in Europa unbestritten den höchsten globalen Standards entspricht, wurden mit der überarbeiteten Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Richtlinie (EU) 2018/2001) Nachhaltigkeitskriterien für Holzbiomasse eingeführt. Wie der Nachweis tatsächlich erbracht wird, muss noch in der Durchführungsgesetzgebung festgelegt werden. Dabei ist es wichtig, dass die Regeln nicht übertrieben sind. Die (mit EU-Mitteln finanzierten) Bemühungen, die Holznutzung an ein nachhaltiges Wachstum anzupassen, dürfen nicht untergraben werden.“ Es sind daher keine Nachschärfungen der RED II Kriterien zu erwarten.
- ▶ In Österreich ist die heimische Produktion von Holzpellets höher als der Verbrauch, im Jahr 2019 stand eine Produktion von 1,4 Millionen t einem Verbrauch von 930.000 t gegenüber (Kubatta-Große 2020). Damit zählt Österreich zu den Ländern mit hohen inländischen Potenzialen, deren nachhaltige Nutzung durch die nationale Forstgesetzgebung gewährleistet werden soll.

6.3.3.8 Schweiz

Die Biomassenutzung (insb. Holz) hat in den letzten Jahren insbesondere im Wärmebereich kontinuierlich zugenommen. Abschätzungen gehen davon aus, dass ein zusätzliches Energieholzpotenzial von mindestens 40 % der heutigen Nutzung besteht (ca. 2.0 Mio. m³/a bzw. 20 PJ/a oder 5.6 TWh) (Hammer et al. 2021). Insofern drängt sich in der Schweiz, ebenso wie in Österreich (vgl. oben) aktuell keine Biomassepotenzial- und -Einsatzdebatte auf. Im Fokus stehen allenfalls Regelungsverschärfungen zur Luftreinhaltung.

- ▶ Seit 2008 erhebt die Schweiz eine CO₂-Steuer für fossile Brennstoffe i. H. v. aktuell 96 CHF/tCO₂) (UFAM 2020).
- ▶ Für bestimmte Biomasseanlagen und Holzkraftwerke können Investitionsbeiträge beantragt werden (BFE 2020).
- ▶ Es wird gefordert, Luftreinhaltungsanforderungen weiter zu verschärfen (Hammer et al. 2021).
- ▶ Aktuell wird der 4. Aktionsplan Holz 2021 – 2026 umgesetzt, der ausdrücklich den Einsatz von Holz aus der Schweiz fördert (UFAM 2021). Das Hauptziel ist die nachhaltige und ressourceneffiziente Bereitstellung, Verarbeitung und Verwertung von Holz aus Schweizer Wäldern (incl. Energieholz). Die Ressourcenpolitik Holz soll damit einen größtmöglichen Beitrag an die Wald-, Klima- und Energiepolitik leisten.
- ▶ Die „Waldpolitik 2020“ legt 11 Ziele fest, die Nachhaltigkeitsanforderungen konkretisieren (UFAM 2018):

- Das Potenzial an nachhaltig nutzbarem Holzes wird ausgeschöpft
- Der Wald und die Holzverwendung tragen zur Minderung des Klimawandels bei und die Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldleistungen bleiben minimal
- Die Schutzwaldleistung ist sichergestellt
- Die Biodiversität bleibt erhalten und ist gezielt verbessert
- Die Waldfläche bleibt erhalten
- Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Waldwirtschaft ist verbessert
- Waldböden, Trinkwasser und Vitalität der Bäume sind nicht gefährdet
- Der Wald wird vor Schadorganismen geschützt
- Das Gleichgewicht zwischen Wald und Wild ist gewährleistet
- Die Freizeit- und Erholungsnutzung erfolgt schonend
- Bildung, Forschung und Wissenstransfer sind sichergestellt

7 Fazit

7.1 Aktuelle Holzenergienutzung in Deutschland

Die Untersuchung der Holzenergieverwendung in Deutschland verfolgt das Ziel die Bedeutung der Anteile der Primär- und Sekundärrohstoffe genauer zu bestimmen, da sie für Abschätzung von Verfügbarkeit und THG-Emissionen von Bedeutung sind. Die Strukturen und Entwicklungen der Inlandsnachfrage sind auch für den Außenhandel von Bedeutung und sind in die Betrachtungen mit einzubeziehen.

Laut vorläufigen Berechnungen zu diesem Bericht auf der Grundlage des aktuelle Rohstoffmonitorings Holz beläuft sich die aktuelle Holzenergienutzung in Deutschland auf 59,9 Mio. m³, wovon aus Waldholz mit 25,1 Mio. m³ (41,9 %) den größten Anteil einnimmt. Das Waldholz unterteilt sich dabei in Derbholz mit 16,2 Mio. m³ (27,0 %), Waldrestholz mit 6,5 Mio. m³ (10,9 %) und Rinde mit 2,4 Mio. m³ (3,9 %). Weitere wichtige Holzbrennstoffe sind industrielle Holzreststoffe mit 14,8 Mio. m³ (24,7 %) und Altholz mit 13,5 Mio. m³ (22,5 %).

Die Daten liegen differenziert nach unterschiedlichen Verbrauchern vor. Es zeigt sich beispielsweise, dass Waldholz zu einem großen Anteil in privaten Haushalten eingesetzt wird. In der Entwicklung der letzten 20 Jahre wuchs die Energieholzverwendung vor allem von 2000 bis 2010, angetrieben von Fördermaßnahmen und stark steigenden Ölpreisen. Etwa seit dem Jahr 2013 hat sich die Nachfrage nach Holzenergie stabilisiert oder ist leicht zurückgegangen. Die Ursachen sind vielfältig. Bei privaten Haushalten ist bis 2020 der Impuls durch hohe Energiepreise entfallen und die Winter verliefen überwiegend mild. Zudem kam es zu einer Verschiebung der verwendeten Holzrohstoffe vom Scheitholz hin zu effizienteren Holzenergieprodukten, insbesondere Pellets. Nicht zuletzt wurden die Emissionsvorschriften verschärft, so dass erwartet werden kann, dass ältere Anlagen stillgelegt und durch effizientere ersetzt wurden. Bei Biomasseanlagen über 1 MW ist die Holzverwendung mit dem Ende des EEG-Förderzeitraums verbunden, die zu einem Rückgang der Anlagen führen, während bei kleineren Anlagen noch ein moderater Zuwachs stattfand. Das letzte Erhebungsjahr 2019 war ein außergewöhnliches Trocken- und Hitzejahr, was zu geringerem Wärmebedarf und trockenem Holz mit höherem Energiegehalt geführt haben könnte. Der Rückgang, den die Studien des Rohstoffmonitorings ausweisen, findet sich in den Daten des Statistischen Bundesamtes nur in geringem Umfang wieder. Aus dem Grunde lassen sich frühere Rechnungen zum GHD-Sektor aktuell nicht mehr in gleicher Weise fortsetzen. Zudem wird eine Abschätzung der Anteil an Holzbrennstoffe, die in der Strom- und Wärmeerzeugung verwendet werden, dargestellt.

Die Verteilung der Sortimente der Holzbrennstoffe zeigt, dass Waldholz einen bedeutenden, aber abnehmenden Anteil einnimmt. Wie bereits erwähnt, entfielen von 59,9 Mio. m³ Holzenergienutzung 16,2 Mio. m³ (27,0%) auf Waldderbholz. Nach vorläufigen Daten der Einschlagsrückrechnung betrug die Derbholzentnahme 2020 86,1 Mio. m³. Damit lag der Anteil des energetisch genutzten Derbholzes bei 18,8 % des Derbholzeinschlags. Von den 16,2 Mio. m³ Derbholz wurden 13,9 Mio. m³ (85,8 %) in privaten Haushalten verwendet.

In dem Beitrag werden die Unterschiede zwischen Einschlagsstatistik, Erfassung der Holznutzung über die Verwendungssektoren und die Holzaufkommensmodellierung herausgearbeitet. Das genutzte Waldholz wird an der Waldstraße nach der RVR (Rahmenverordnung für den Rohholzhandel) sortiert und potenziellen Nutzungskategorien wie Stammholz, Industrieholz und Energieholz in der Einschlagstatistik zugeordnet. Die Käufer (Händler, Verwender) können es ggf. je nach Nachfragesituation anders nutzen. Im Rohstoffmonitoring wird die Nutzung am Ort der Verwendung gemessen. Welche Ursache zur

Energieholznutzung führte, ist keiner der verfügbaren Statistiken zu entnehmen und aus Gründen des Sachverhaltes auch nicht bestimmbar. Derbholz kann als Energieholz eingeschlagen werden oder als Kuppelprodukt der stofflichen Nutzung (Durchforstungsholz, Entnahme von Bedrängern, Kronenholz) anfallen. Waldbaulich entscheidet sich die Qualität erst im langfristigen Produktionsprozess und die Nutzung hängt im Erntezeitpunkt zudem von der Nachfrage ab.

Einschlagstatistik und Rohstoffmonitoring ergänzen sich einander. Bei fachgerechter Anwendung stellen sie für die Trendfortschreibungen und Modellierungen im Bereich der Holzverwendung eine wichtige Grundlage dar.

7.2 Außenhandel mit Holzenergieprodukten

Die Untersuchung der Holzenergieverwendung in Deutschland und deren internationale Verflechtung verfolgt das Ziel, die Bedeutung des Außenhandelsanteils für die Holzenergienutzung zu bestimmen und den Anteil einzelner Länder daran herauszuarbeiten.

Die Summe der produzierten Holzenergieprodukte, die mit der Außenhandelsstatistik vergleichbar ist, beträgt im Inland 21,6 Mio. t. Die Inlandsverwendung ist mit 22,0 Mio. t nur geringfügig größer. Der Außenhandelssaldo trägt somit nur zu knapp zwei Prozent (1,7 %) zur Inlandsverwendung bei. Aufgrund unterschiedlicher Handelsaktivitäten der einzelnen Sortimente, deren Handelsdefizite und -überschüsse sich weitgehend ausgleichen, ist die Handelsaktivität mit gut zwei Millionen Tonnen höher als es der Außenhandelssaldo zum Ausdruck bringt. Die Bedeutung des Außenhandels für die Holzenergienutzung in Deutschland ist aktuell gering.

Aus der Analyse der aktuellen Handelsstatistiken zu Holzenergieprodukten zeigt sich, dass Importströme an Energieholz nach Deutschland eine untergeordnete Rolle spielen. Dies gilt für alle Holzenergieprodukte, aber insbesondere für Brennholz, bei dem es sich zum Großteil um Waldholz handelt. Lediglich 15.000 t an Brennholz wird netto nach Deutschland importiert. Demgegenüber steht die Nutzung von 9,8 Mio. t an inländischem Brennholz. Die Analyse der Handelsverflechtungen ergab, dass Energieholz vor allem aus osteuropäischen Ländern wie Polen, Ukraine, Tschechien und Belarus, aber auch aus kleineren Ländern wie Lettland und Litauen stammt. Als westeuropäische Länder sind Dänemark und die Schweiz und außereuropäisch Russland zu nennen. Auffällig sind zudem größere Mengenströme aus Belgien und den Niederlanden, für die aber angenommen werden kann, dass es sich zu größeren Anteilen um Reexporte handelt. Für den Fall, dass die Nachfrage nach Holzenergieprodukten in Deutschland ansteigt – z.B. durch die Zielsetzungen der RED II im Wärmesektor oder einen Ausbau von Ko-Feuerung in Kohlekraftwerken –, ist zu erwarten, dass diese Nachfrage nicht in größerem Umfang durch Holz aus deutscher Herkunft gedeckt werden kann, sondern importiert werden müsste. Hier können entweder bestehende Handelsbeziehungen ausgebaut oder neue erschlossen werden. Als potenzielle neue Handelspartner für Holzenergieprodukte kommen zahlreiche Länder in Frage, die bereits heute große Holzmengen in den globalen Handel einbringen. Eine Mengensteuerung durch die Nachhaltigkeitsanforderungen der RED II ist nur im geringen Umfang zu erwarten (vgl. Kapitel 7.4).

7.3 Aktuelle Regelungen zur Holzenergienutzung in Deutschland

Insgesamt bestehen durch die existierenden Gesetze, Verordnungen und Fördermaßnahmen starke Anreize zur energetischen Nutzung von Holz. Zwar wirken einzelne Elemente potenziell dämpfend auf den Holzeinsatz (z.B. das BImSchG), bzw. Mechanismen zur Begrenzung des Biomasseanteils sind geplant (BEW), aber in der Summe besteht eine fördernde Wirkung.

Tabelle 52 gibt einen Überblick über die Auswirkung von Gesetzen und Förderinstrumenten auf die energetische Holznutzung (fördernd, begrenzend, neutral), auf die betroffenen Holzsortimente sowie eine Quantifizierung des potenziellen Einflusses.

Tabelle 52: Auswirkung von Gesetzen und Förderinstrumenten auf die energetische Holznutzung

Gesetz / Förderinstrument	Betroffenes Holz- Sortiment	Holz- nachfrage	Quantifizierung d. Einflusses
Sektor: Wärme			
Gebäudeenergiegesetz (GEG): Ordnungsrecht; Nutzungspflicht für erneuerbare Energien bei der Wärme- und Kälteerzeugung im Neubau, Einbau- und Betriebsverbote bestimmter Kesseltypen	Nutzungspflicht EE im Neubau: Haushalte; Zusatzzheizungen (Neubau)	↑	Geringe Auswirkung (Einsatz als Sekundärheizungen) Quelle: Erfahrungsberichte zum EWärmeG und EEWärmeG; statistische Daten
	Verbot Ölheizung > 30 Jahre: Haushalte, Zentralheizung (Bestand)	→	Vernachlässigbare Auswirkung (Ausnahmeregelungen) Quelle: Kurzgutachten und Folgenabschätzungen
	Einbauverbot monovalente Heizkessel: Haushalte, Zentralheizung (Bestand)	↑	8 000 – 12 000 zusätzliche Pelletkessel bis 2030 (2018: ca. 235 000) Quelle: Kurzgutachten und Folgenabschätzungen
Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV: Definition von Anforderungen für den Betrieb von kleinen und mittleren Feuerungsanlagen	Haushalte; Zusatzzheizungen (Bestand)	↓	Potenziell signifikante Auswirkung; bis 2024 Stilllegung ca. 4 Mio. ERF (2019: 11,1 Mio.); 73% / 8,1 Mio. v. Nachrüstung / Stilllegung betroffen Quelle: Wirkungsabschätzung anhand der im Gesetz / Verordnung definierten Vorgaben; quantitative Abschätzung anhand verschiedener Quellen
Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG): Förderung für Heizungsanlagen basierend auf erneuerbaren Energien sowie Energieeffizienz in Gebäuden	Haushalte; Zentralheizung (Bestand, Neubau)	↑	Starke Auswirkung; geförderte Biomasseanlagen 2015 – 2020: + 316 % Quelle: Förderfälle bei der BAFA

Gesetz / Förderinstrument	Betroffenes Holz-Sortiment	Holz-nachfrage	Quantifizierung d. Einflusses
Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): Förderung von Machbarkeitsstudien sowie investive Förderung für neue Wärmenetze und die Transformation bestehender Netze.	Biomasse in Wärmenetzen		derzeit nicht abschätzbar, da die BEW noch nicht in Kraft ist.
Sektor: Strom (und Wärme)			
Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2021): Förderung von erneuerbarem Strom durch Einspeisevergütung oder Marktpremie	Biomasse(heiz-)kraftwerke	↑	Starke Wirkung auf Bestand, eine zusätzliche Wirkung über Bestand der installierten elektrischen Leistung Quelle: anhand des im Gesetz festgelegten Ausbaupfads für erneuerbare Energie
Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG); Kohleersatzbonus: Förderung für KWK-Anlagen, insbesondere § 7a Bonus für innovative erneuerbare Wärme	Feste Biomasse als Ersatz f. fossile Energieträger	→	Vernachlässigbare Wirkung (geringe Förderung für feste Biomasse) Quelle: bestehende Evaluierungen
Kohleausstiegsgesetz (ggf. Etablierung eines Förderinstrumentes u.a. zum Einsatz v. Bioenergie): Ausstieg aus der Kohleverstromung bis spätestens 2038	Biomasse als Kohleersatz	↑	Potenziell große Auswirkung (bestehende Pläne zur Beifeuerung) Quelle: Pressemitteilungen zu geplanten Umrüstungen
RED II Umsetzung*	Biomasse(heiz-)kraftwerke > 20 MW	↑	Anreiz zur Nutzung fester Biomasse im Energiebereich; kaum Beschränkung durch Nachhaltigkeitskriterien
Energieeffizienz Wirtschaft: Förderung der Bereitstellung von Prozesswärme auf Basis erneuerbarer Energien	Prozesswärme	↑	Potenziell fördernde Wirkung, allerdings keine Evaluierungen
Sektor: Verkehr			
Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote (nationale Umsetzung der RED II):	Fortschrittliche Biokraftstoffe	→	Wenig Einfluss erwartet (Quotenerfüllung durch Stroh und Biomethan)

Gesetz / Förderinstrument	Betroffenes Holz-Sortiment	Holz-nachfrage	Quantifizierung d. Einflusses
Ziele zum Anteil erneuerbarer Energie im Verkehr (14% bis 2030); potenzielle Nutzung fester Biomasse als fortschrittlicher Biokraftstoff (Ziel: 2,6 % bis 2030)			
Förderung von Erzeugungsanlagen für strombasierte Kraftstoffe und fortschrittliche Biokraftstoffe: Fördert die Entwicklung regenerativer Kraftstoffe (v.a. Flugkerosin)	Fortschrittliche Biokraftstoffe (Fokus auf Flugkerosin)	→	Fraglich, ob Holz als Ausgangsmaterial relevant
Sektorübergreifend			
Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz - BEHG); Einführung einer CO ₂ -Bepreisung; Erfassung biogener Brennstoffe im Brennstoffemissionshandel ab 2023, (Emissionsfaktor null)	Feste Biomasse als Ersatz für fossile Energieträger, Strom und Wärme	↑	Bis 2026 geringe Lenkungswirkung, danach potenziell stark

* behandelt in Kapitel 5

Die Auswirkung auf die Holznutzung fällt in den unterschiedlichen Sektoren verschieden aus. Der **Wärmesektor** ist geprägt von einer Vielfalt an Regelungen, die insgesamt die Wärmewende voranbringen und eine Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich fördern sollen. Zwar wirken viele der analysierten Gesetze und Fördermaßnahmen nur auf einen kleinen Teilbereich der energetischen Nutzung von fester Biomasse und/oder ihre quantitative Wirkung ist eher gering, insgesamt bestehen aber weiterhin starke Anreize zum Einsatz von Holz. Die Entscheidung, welchen Energieträger Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer für die Raumwärme- und Trinkwarmwasserbereitung nutzen, ist von vielen Faktoren abhängig. Informationen, persönliche Präferenzen und Meinungen im persönlichen Umfeld haben sicherlich eine große Bedeutung und diese führen dazu, dass Investitionsentscheidungen nicht immer rein wirtschaftlich rational getroffen werden. Dieser Bereich ist von der Politik nur schwer beeinflussbar. Daneben sind aber v.a. gesetzliche Vorgaben (Ordnungsrecht) sowie Kosten zentral für die Entscheidung, welche Art der Wärmeerzeugung genutzt wird. Dementsprechend kommen Förderinstrumenten, Instrumenten, die die Energiepreise beeinflussen, und dem Ordnungsrecht wichtige Lenkungswirkungen zu. Dies bestätigt die Analyse der existierenden Instrumente. Eine große Lenkungswirkung im Wärmebereich geht derzeit von der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) aus, welches u.a. das Marktanreizprogramm (MAP) ersetzt. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) als Nachfolgerin des Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) hingegen übt zwar eine fördernde Wirkung aus, die aufgrund des eingeschränkten Anwendungsbereichs jedoch gering ist. Im Bereich der Prozesswärme dürfte die stärkste Lenkungswirkung vom BEHG ausgehen. Mit den dort an angelegten Preisen wird die Biomasse in solchen industriellen Prozessen attraktiver, in denen sie bereits heute eine Rolle spielt.

Im **Stromsektor** stellt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) das zentrale Steuer- und Förderinstrument dar, welches zu einem deutlichen Anstieg des Holzeinsatzes zur Stromerzeugung geführt hat. Mit dem Auslaufen des EEG ist allerdings zu erwarten, dass es zu einem Absinken kommen wird. Analog zur langen Betriebsdauer von Biomasseanlagen (ca. 30 Jahre) ist damit allerdings nach 2030 zu rechnen. Danach wird u.a. die Entwicklung des CO₂-Preises ausschlaggebend für die weitere Entwicklung sein. Generell kann auch das Kohleausstiegsgesetz eine stark fördernde Wirkung erzeugen. Diese hängt jedoch davon ab, ob ein entsprechendes Förderprogramm zur Beifeuerung von Biomasse aufgesetzt wird. Unabhängig von dessen Umsetzung haben jedoch bereits jetzt einige Kohlekraftwerke ihre Umstellung auf Biomassefeuerung angekündigt, deren Umsetzung eine große Nachfrage nach Energieholz zur Folge hätte.

Der **Verkehrssektor** wird durch die RED II, bzw. deren Umsetzung in Deutschland bestimmt. Jedoch spielt der Einsatz von fester Biomasse derzeit eine untergeordnete Rolle. Künftig könnte jedoch die Nachfrage in Form von fortschrittlichen Biokraftstoffen steigen, allerdings wird diese nach Einschätzung der Autoren durch strohbasierte Biokraftstoffe und Biomethan gestillt werden.

Sektorübergreifend wird die Zukunft durch das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) geprägt werden. Das BEHG wirkt in seiner derzeitigen Form indirekt fördernd auf die Nutzung von Biomasse, da die Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Energien aufgrund der Preiserhöhung von fossilen Energieträgern verbessert wird. Mit steigenden CO₂-Preisen kann dieser Effekt ebenfalls steigen. Das Instrument kann in Zukunft auch begrenzend auf die Nutzung nicht-nachhaltiger Biomasse wirken, wenn für diese nicht der Emissionsfaktor von 0 anzusetzen ist, ggf. einhergehend mit einer Verschärfung der Nachhaltigkeitskriterien. Es ist darüber hinaus denkbar, dass gehandelte Biomasse grundsätzlich dem BEHG unterliegt.

Ein Blick auf die **politischen Strategien** zeigt, dass auch die stoffliche Nutzung von Holz eine große Rolle spielt und künftig verstärkt spielen wird. Einerseits soll Biomasse als Baustoff, aber auch in chemischen Anwendungen nicht nachhaltige Rohstoffe ersetzen, andererseits kommt die Speicherwirkung von Holzwerkstoffen eine große Rolle zu. Zwar wird in allen Strategien die Kaskadennutzung sowie eine Ausrichtung an den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft betont, in Summe ist aber von einer stark steigenden Nachfrage nach Holz auszugehen. Neben einer verstärkten stofflichen Nutzung, wird aber auch die große Bedeutung der Waldsenkenleistung anerkannt und in Gesetzen verankert. Das überarbeitete Klimaschutzgesetz enthält explizite Ziele hierzu und sie ist Teil der betrachteten Strategien und Förderprogrammen. Die Umsetzung der entsprechenden Ziele werden zu einer Begrenzung der verfügbaren Rohstoffbasis führen, was zu einer Verschärfung der Konkurrenzsituation zwischen den einzelnen Sektoren sowie zu verstärkten Importen führen kann.

7.4 Regelungen zur Nachhaltigkeit und Treibhausgasemissionsgrenzen

Die RED II setzt deutliche Anreize zum Ausbau der EE im Wärmesektor. Im Wärmesektor nimmt die Nutzung fester Biomasse nach wie vor deutlich zu. Bis 2030 ist ein weiterer Anstieg der energetischen Nutzung fester Biomasse durch die Anreize der RED II zu erwarten. Mit den erhöhten Ausbauzielen im Rahmen des Green Deal kann mit einem weiteren Anstieg der EE bis zum Jahr 2030 gerechnet werden. Dies kann zu einem deutlichen Anreiz für die energetische Nutzung fester Biomasse führen, wenn nicht auf Seiten der Mengensteuerung neue Regelungen in die RED einfließen.

Nach RED II ist eine energetische Nutzung von Energieholz aus dem Wald grundsätzlich möglich. Durch die bestehenden Nachhaltigkeitskriterien ist eine Reglementierung von Mengenströmen

nicht zu erwarten, weder in Bezug auf die Menge an Biomasse noch in Bezug auf die Herkunft. Die Grenzwerte zur THG-Minderung können aber für festen Biobrennstoffen zu einer Verschiebung hin zu Produktionsketten mit einem hohen Anteil an EE führen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass nur ein kleiner Anteil der Anlagen in Deutschland nachweispflichtig ist. So muss für etwa 4 % des Waldholzes, das in Anlagen größer 20 MW genutzt wird, ein Nachhaltigkeitsnachweis geführt werden, nicht aber für das übrige Waldholz (96 %), das in Anlagen kleiner 20 MW genutzt wird.

Die Vorschläge der Europäischen Kommission zur Weiterentwicklung der RED II im Rahmen des Green Deal verbessern deutlich die Nachhaltigkeitsanforderungen an feste Biomasse. Diese Änderungsvorschläge haben das Potenzial, die Mengenströme und die Holzherkunft stärker zu beeinflussen als die bisherigen Regelungen in der RED II. Es wird daher empfohlen, nach Abschluss der Weiterentwicklung der RED II eine neue Bewertung der Wirkung der RED durchzuführen

7.5 Regelungen zur Steuerung von Festbrennstoffen in anderen Staaten

Die Analyse von Regulierungen, Förderinstrumenten und von Nachhaltigkeitsaspekten zur quantitativen und qualitativen Steuerung fester Biomasse insbesondere im Gebäude-Wärmebereich in den ausgewählten Ländern zeigt, dass die Debatte um Biomasseverfügbarkeit und -Einsatz v. a. im Wärmebereich ganz unterschiedlich in Europa geführt wird. Während in einigen Ländern Biomasse zur Wärmeerzeugung im Gebäudebereich in den kommenden Jahren (weiter) verstärkt eingesetzt werden soll und Fördermittel ausgeweitet werden, sind Tendenzen in einigen anderen Ländern zu verzeichnen, dass Biomasse restriktiver insbesondere im Gebäude-Wärmebereich eingesetzt werden soll: In Ländern mit vergleichsweise geringen Biomassepotenzialen und/oder die auf Importe setzen, besteht die Tendenz, die Nachhaltigkeitsvorgaben der RED II nachzuschärfen. Hier wird häufig eine Herabsetzung der Schwelle der Anlagengröße erwogen, für die Nachhaltigkeitsanforderungen gelten (20 MW Feuerungswärmeleistung Biomasse-Kraftwerke in der RED II). Länder mit hohen Importraten für Holzbiomasse sind überdies bei den Nachhaltigkeitsanforderungen Vorreiter, ein Überblick der dort geltenden Kriterien ist in Tabelle 53 dargestellt.

Tabelle 53: Zusammenfassung der Nachhaltigkeitskriterien in ausgewählten Ländern (Stand März 2021)

	UK	BE - Wallonien	BE - Flandern	DK	NL
Legale, nachhaltige Beschaffung & Zertifikation	✓	teilweise	teilweise	✓	✓
Waldproduktivität	✓	teilweise	teilweise	✓	✓
Biodiversitätsschutz	✓	teilweise	teilweise	✓	✓
Ökosystemsenschutz	✓	teilweise	teilweise	✓	✓
Materialkategorien	✓	teilweise	teilweise	✓	x
iLUC	x	x	x	x	✓

	UK	BE - Wallonien	BE - Flandern	DK	NL
Kohlenstoffschuld (carbon debt)	x	x	x	✓	✓
Kaskadennutzung	x	x	geplant	x	geplant

Quelle: Eigene Darstellung nach (Mai-Moulin et al. 2019)

Darüber hinaus zeigt sich in Ländern mit eingeschränkter Biomasseverfügbarkeit eine Tendenz, die finanzielle Förderung für den Einsatz von Biomasse zu beenden bzw. beenden zu wollen und/oder im Rahmen der CO₂-Abgaben auch Biomasse zu besteuern.

Ein weiterer beobachteter Trend ist die angestrebte Verbesserung der Rahmenbedingungen für Wärmepumpen, um so die Attraktivität von Wärmepumpentechnologien gegenüber fossilen Brennstoffen, aber insbesondere auch im Vergleich zu Biomasse zu erhöhen.

7.6 Ausblick

Die in diesem Bericht zusammengestellten Ergebnisse stellen eine fundierte Grundlage für die weitergehenden Arbeiten in den UBA-Projekten BioWISE und BioSINK dar. Hierzu zählen u.a. die Weiterentwicklung von Instrumenten zur Steuerung der Holzenergienutzung, die Ableitung von Trendfortschreibungen für die Holzenergienutzung, die Entwicklung von Holzverwendungsszenarien, die Modellierung der Holzverwendung und Auswirkungen auf Wälder in Deutschland sowie die Berechnung von THG-Bilanzen von Holzprodukten.

Die im vorliegenden Bericht zusammengestellten Grundlagen wurden in der Art aufbereitet, dass sie auch in anderen Studien, die sich mit verwandten Themen beschäftigen, herangezogen werden können. Dies kann den Arbeitsaufwand in anderen Studien verringern und zudem die Vergleichbarkeit von zukünftigen Studien gewährleisten.

8 Quellenverzeichnis

ADEME (2021): Le Fonds Chaleur en bref. In: ADEME. <https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-laction/produire-chaleur/fonds-chaleur-bref>. (24.06.2021).

AG-EE Stat (2021): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html (02.12.2021).

Alfter, D.; Knauf, M.; Lüdtke, J.; Maack, C. (2021): Charta für Holz 2.0. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ChartafuerHolz20.pdf;jsessionid=385913C1FF50DC367E3BB8990B85BAB7.live851?__blob=publicationFile&v=11 (28.10.2021).

BAFA (2020): Monatsstatistik BEG des BAFA. Am 31.12.2020. https://twitter.com/BAFA_Bund?ref_src=twsrctwsrc%5Egoogle%7Ctwcamp%5Eserp%7Ctwgr%5Eauthor (10.12.2021).

BAFA (2021): Monatsstatistik BEG des BAFA. Am 08.07.2021. https://twitter.com/BAFA_Bund/status/1404363823096733701 (10.12.2021).

BEIS (2020): Digest of UK Energy Statistics (DUKES): renewable sources of energy. DUKES 2020 chapter 6: statistics on energy from renewable sources.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/904823/DUKES_2020_Chapter_6.pdf. (23.06.2021).

BEIS (2021a): Non-Domestic Renewable Heat Incentive: ensuring a sustainable scheme - government response to consultation. London.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/952233/nrhi-ensuring-sustainable-scheme-government-response.pdf (13.05.2021).

BEIS (2021b): Future Support for Low Carbon Heat & The Green Gas Levy Government response to consultations. Department for Business, Energy and Industrial Strategy, London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/970565/green-gas-levy-future-support-low-carbon-heat-govt-response.pdf (13.05.2021).

BEIS (2021c): Green Homes Grant: make energy improvements to your home. In: GOV.UK. <https://www.gov.uk/guidance/apply-for-the-green-homes-grant-scheme>. (21.06.2021).

Bertelsen, N.; Vad Mathiesen, B. (2020): EU-28 Residential Heat Supply and Consumption: Historical Development and Status. In: Energies. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Vol. 13, No. 8, S. 1894.

BFE, B. für E. (2020): Investitionsbeiträge Biomasse. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/foerderung/erneuerbare-energien/investitionsbeitraege-biomasse.html>. (25.06.2021).

BLE (2010): Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung. Bonn. https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/LeitfadenNachhaltigeBiomasseherstellung.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (11.11.2021).

BMBF (2020): Nationale Bioökonomiestrategie. https://biooekonomie.de/sites/default/files/files/2020-06/bmbf_nationale_biooekonomiestrategie_langfassung_deutsch.pdf (11.11.2021).

BMEL (2020): Holzmarktbericht 2020. Berlin.

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/holzmarktbericht_2020.pdf;jsessionid=A70C2077FE5DABB000187DAED356A112.live852?__blob=publicationFile&v=3 (04.11.2021).

BMEL (2021): Waldstrategie 2050. Bonn.

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2050.pdf;jsessionid=44002D263BC014D5A6C6F43AAD5BFC5C.live851?__blob=publicationFile&v=8 (11.11.2021).

BMF (2021a): Bericht des Bundesministeriums der Finanzen über die Tätigkeit des Energie- und Klimafonds im Jahr 2020 und über die im Jahr 2021 zu erwartende Einnahmen- und Ausgabenentwicklung.

https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Oeffentliche-Finanzen/10-EKF-Bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (02.12.2021).

BMF (2021b): Klimaschutz Sofortprogramm 2022. Berlin.

https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/klimaschutz-sofortprogramm-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (28.10.2021).

BMJV (o.J.): Verordnung zur Bestimmung von Mindestanforderungen für energetische Maßnahmen bei zu eigenen Wohnzwecken genutzten Gebäuden nach § 35c des Einkommensteuergesetzes (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung - ESanMV) Anlage 6 Erneuerung der Heizungsanlage. http://www.gesetze-im-internet.de/esanmv/anlage_6.html. (13.07.2021).

BMK (2019): National Renewable Energy Action Plan 2019 Progress Report for Austria under Directive 2009/28/EC. Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Wien. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/at_tr_into_eng_5th_progress_report_red_for_2017_and_2018.pdf (16.02.2021).

BMK (2021): Umweltförderung im Inland (UFI).

https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/ufi.html. (25.06.2021).

BMU (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland.

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/projektionsbericht_2021_bf.pdf (02.12.2021).

BMUV (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Berlin. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf (28.10.2021).

BMVI (2021): Bekanntmachung Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Entwicklung regenerativer Kraftstoffe. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/richtlinie-foerderung-regenerativer-kraftstoffe.pdf?__blob=publicationFile (11.11.2021).

BMWi (2015): Zweiter Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz. Die Entwicklung des Wärme- und Kältemarktes in Deutschland. S. 64.

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/zweiter-erfahrungsbericht-erneuerbare-energien-waermegesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (13.07.2021).

BMWi (2018): Erfahrungsbericht nach § 97 EEG (EEG-Erfahrungsbericht). Berlin. https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/eeg-erfahrungsbericht.pdf;jsessionid=D6399204036775C3CE8C885F91F924DC?__blob=publicationFile&v=4 (02.12.2021).

BMWi (2020a): Die Nationale Wasserstoffstrategie.

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20 (11.11.2021).

BMWi (2020b): Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan.

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/l/integrierter-nationaler-energie-klimaplan.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (15.07.2021).

BMWi (2021): Entwurf Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze vom 18.08.2021.

https://www.agfw.de/fileadmin/AGFW_News_Mediadateien/Energiewende_Politik/20210818_BEW-RL_Entwurf2.pdf (10.12.2021).

Böttcher, H.; Hennenberg, K.; Hünecke, K.; Fehrenbach, H.; Rettenmaier, N.; Bischoff, M.; Reise, J. (2020a):

Naturschutz und fortschrittliche Biokraftstoffe. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

<https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript580.pdf> (28.10.2021).

Böttcher, H.; Hennenberg, K.; Reise, J.; Fehrenbach, H.; Mosley, F.; Soimakallio, S. (2020b): A method for more comprehensively assessing GHG implications of wood use. S. 13.

Brack, D.; Hewitt, J.; Marchand, T. M. (2018): Woody Biomass for Power and Heat. Chatham House, The Royal Institute of International Affairs, London.

<https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2018-06-07-woody-biomass-power-heat-eu-brack-hewitt-marchand.pdf> (16.02.2021).

Brussels Capital Region LTRS (2020): Strategy to reduce the environmental impact of existing buildings in the Brussels Capital Region by 2030-2050.

https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/be_brussels_2020_ltrs_official_translation_en.pdf (30.06.2021).

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2019, Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung. Bonn.

https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Evaluationsbericht_2019.pdf;jsessionid=2562CDABC208D99BC5A9B2D6F350A8AF.1_cid325?__blob=publicationFile&v=4 (28.10.2021).

Bundesanzeiger (2017): Bekanntmachung Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zum Erhalt und Ausbau des CO2-Minderungspotenzials von Wald und Holz sowie zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel (Föderrichtlinie Waldklimafonds).

https://www.waldklimafonds.de/fileadmin/wkf/dateien/downloads/WKF_F%C3%B6RiLi_2017-03-20.pdf (02.12.2021).

Bundesanzeiger (2021): Erste Bekanntmachung zur Änderung der Föderrichtlinie Waldklimafonds.

https://www.waldklimafonds.de/fileadmin/wkf/dateien/downloads/BAnz_AT_30.03.2021_B2.pdf (02.12.2021).

Bundesnetzagentur (2021a): Kraftwerkslisten der Bundesnetzagentur 2021.

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/Kraftwerksliste_2021_1.html (02.12.2021).

Bundesnetzagentur (2021b): Statistiken zum Ausschreibungsverfahren zur Ermittlung der finanziellen Förderung von Biomasse-Anlagen nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG).

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Statistiken/Statistik_Biomasse.xlsx?__blob=publicationFile&v=7 (02.12.2021).

Bundesregierung (2019a): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2019 bis 2022 (28. Subventionsbericht).

https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Oeffentliche-Finanzen/28-subventionsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (02.12.2021).

Bundesregierung (2019b): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050.

<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1> (11.11.2021).

Bundesregierung (2021): Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote.

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19._Lp/thg_aenderung_vo/Entwurf/thg_aenderung_vo_refe_2_bf.pdf (02.12.2021).

Bundestag (2020): Beschluss des Deutschen Bundestages. Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleausstiegsgesetz).

[https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2020/0301-0400/zu392-20\(2\).pdf?__blob=publicationFile&v=1](https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2020/0301-0400/zu392-20(2).pdf?__blob=publicationFile&v=1) (13.07.2021).

Catanoso, J. (2021): Dutch to limit forest biomass subsidies, possibly signaling EU sea change. In: *Mongabay Environmental News*. <https://news.mongabay.com/2021/03/dutch-to-limit-forest-biomass-subsidies-possibly-signaling-eu-sea-change/>. (23.06.2021).

City of Helsinki (2021): Helsinki Energy Challenge. In: *Helsinki Energy Challenge*.

<https://energychallenge.hel.fi/node/1>. (17.02.2021).

Dam, J. van (2014): Sustainable biomass production and use. Lessons learned from the Netherlands Programme for Sustainable Biomass (NPSB) 2009-2013. NL Enterprise Agency, Utrecht.

<https://www.etipbioenergy.eu/images/netherlands-sustainable-biomass.pdf> (16.02.2021).

Danish Energy Agency (2016): Annual and monthly statistics. In: *Energistyrelsen*. <https://ens.dk/en/our-services/statistics-data-key-figures-and-energy-maps/annual-and-monthly-statistics>. (25.06.2021).

Danish Energy Agency (2017): Regulierung und Planung der Fernwärme in Dänemark. Danish Energy Agency. http://www.kommunale-stadtwerke.de/fileadmin/user_upload/pdfs/stuttgart/termine/2018/2018-12-13_jugendhaus/Regulierung_und_Planung_der_Fernwaerme_in_Daenemark.pdf (24.06.2021).

Danish Energy Agency (2020): Biomass analysis.

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biomasseanalyse_final_ren_eng.pdf (25.06.2021).

Danish Housing and Planning Agency (2021): Bygningsreglementet. Energiforbrug (§ 250 - § 298).

Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities (2018): Energy Agreement. Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities, Copenhagen. <http://en.kefm.dk/Media/C/5/Energy%20Agreement%202018%20awebtilg%C3%A6ngelig.pdf> (24.06.2021).

Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities (2019): Denmark's Integrated National Energy and Climate Plan. Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities, Copenhagen.

https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/dk_final_necp_main_en.pdf (24.06.2021).

dena-Deutsche Energie-Agentur (2013): Marktinfo Frankreich Biogas. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/3152_Marktinfo_Frankreich_Biogas.pdf (25.06.2021).

dena-Deutsche Energie-Agentur (o.J.): Bundesförderung für Energieeffizienz.

<https://kunststoffverpackungen.de/wp-content/uploads/2020/01/dena-infografik-bundesfoerderung-energieeffizienz-web.pdf> (13.07.2021).

Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2020): Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2018.

Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Hamburg.

https://www.fnr.de/fileadmin/heizenmitholz/HH_2018_Teilbericht.pdf (28.10.2021).

Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U. (2018): Rohstoffmonitoring Holz. Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2016. http://www.info.eu/downloads/studien/6_Holzeinsatz%20in%20Biomasse-Gro%C3%9Ffeuerungsanlagen%202016.pdf (16.12.2020).

Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U. (2021a): Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2019. FNR, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V, Hamburg.

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

Drax (2021): Driven by our purpose. https://www.drax.com/wp-content/uploads/2021/03/Drax_AR2020.pdf.

Dunger, K.; Hennig, P.; Klatt, S.; Marks, A.; Oehmichen, K.; Rock, J.; Stauber, T. (2017): Ergebnisse der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung 2012. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin.

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldentwicklung2012.pdf;jsessionid=F9FB296888278C7754E7111E27A23555.live831?__blob=publicationFile&v=4 (28.10.2021).

EC - European Commission (2018): RICHTLINIE (EU) 2018/ 2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - vom 11. Dezember 2018 - zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. S. 128. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX:32018L2001> (15.07.2021).

Ernsting, A. (2021): Pläne zur Umrüstung von Kohlekraftwerke auf Holz in Deutschland: Auswirkungen auf Wald und Klima. <https://drive.google.com/file/d/1ATJMNB4MWt0EeK2lcGNOHaMtkpjLQhtN/view> (16.12.2021).

EurObserv'ER (2020): Renewable Energy Policy Factsheet Italy. EurObserv'ER Consortium.

<https://www.eurobserv-er.org/euroserver-policy-files-for-all-eu-28-member-states/> (25.06.2021).

Europäische Kommission (2019): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN EUROPÄISCHEN RAT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN. Der europäische Grüne Deal.

https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_de.pdf (15.07.2021).

Europäische Kommission (2020): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. IMPACT ASSESSMENT. Accompanying the document. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. Stepping up Europe's 2030 climate ambition. Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020SC0176&from=EN> (15.07.2021).

Europäische Kommission (2021): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0557> (18.11.2021).

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2009): RICHTLINIE 2009/28/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028> (02.12.2021).

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2018): RICHTLINIE (EU) 2018/ 2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - vom 11. Dezember 2018 - zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=DE> (11.11.2021).

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2021): REGULATION (EU) 2021/1119 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 June 2021 establishing the framework for achieving

climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law'). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=EN> (28.10.2021).

European Commission (2021): Notifikationsnummer: 2021/93/DK. Bekendtgørelse om bæredygtighed og reduktion af drivhusgasemissioner for biomassebrændsler og flydende biobrændsler til energiformål m.v. 2) Bekendtgørelse om Håndbog om opfyldelse af bæredygtighedskrav og krav til reduktion af drivhusgasemissioner for biomassebrændsler til energiformål. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/da/search/?trisaction=search.detail&year=2021&num=093>. (13.06.2021).

Fabregat, S. (2021): Bioénergies : de nouveaux critères de durabilité et d'émissions à partir du 1er juillet. In: *Actu-Environnement*. Actu-environnement. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/biomasse-transports-electricite-climat-preservation-terres-37183.php4>. (23.06.2021).

Fehrenbach, H. (2019): Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor bis 2030. ifeu - Institut für Energie - und Umweltforschung Heidelberg GmbH.

https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/ifeu_Kurzstudie_Potenzialschaetzung_fuer_Biokraftstoffe_im_Verkehrssektor.pdf (15.07.2021).

Fehrenbach, H.; Giegrich, J.; Köppen, S.; Wern, B.; Pertagnol, J.; Baur, F.; Hünecke, K.; Dehoust, G.; Bulach, W.; Wiegmann, K. (2019): BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor) Fehrenbach et al. 2019.pdf.

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/biorest-verfuegbarkeit-nutzungsoptionen-biogener> (09.06.2020).

FNR (2018): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2018.

http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschueren_Basisdaten_Bioenergie_2018_web.pdf (02.12.2021).

FNR (2020a): Jahresbericht 2019/2020.

https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/1127_FNR_Jahresbericht_2019-20_web_korr.pdf (02.12.2021).

FNR (2020b): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2021. <https://mediathek.fnr.de/basisdaten-bioenergie.html> (18.11.2021).

FNR (2021): Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe - Wald-Projekte.

<https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/foerderung/foerderprogramm-nachwachsende-rohstoffe-wald-projekte.html> (02.12.2021).

FNR; DBF -Deutsches Biomasseforschungszentrum; Ktbl-Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft; TI-Johann Heinrich von Thünen-Institut (Hrsg.) (2013): Leitfaden Biogas: von der Gewinnung zur Nutzung. Bioenergie Druckerei Weidner, Rostock.

Franzmann, G. (2014): Zeitreihen zur deutschen Forst- und Holzwirtschaft: Betriebe, Forstflächen, Holzeinschlag, Waldbrände, Gesamtholzbilanz und Außenhandelsbilanz (1946–2010). GESIS Data Archive, Köln.

Freie und Hansestadt Hamburg (2019): Erste Fortschreibung des Hamburger Klimaplans.

<https://www.hamburg.de/contentblob/13287332/bc25a62e559c42bfaae795775ef1ab4e/data/d-erste-fortschreibung-hamburger-klimaplan.pdf> (13.07.2021).

Gentzsch, E.; Benk, L.; Till, B.; Dittmar, H. (2020): Die Niederlande - Wärmeinfrastruktur. Zielmarktanalyse 2020 mit Profilen der Marktakteure. Deutsch-Niederländische Handelskammer, Den Haag. https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Marktanalysen/2020/zma-niederlande-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (23.06.2021).

Glesenapp, S.; Fonseca, M.; Weimar, H.; Döring, P.; Aguilar, F. X. (2021): Conversion factors for residential wood energy in the European Union: an introduction to harmonizing units of measurement. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 138, S. 110491.

Hammer, S.; Soini, M.; Iten, R.; Nussbaumer, T.; Zotter, P. (2021): Analyse von Hemmnissen und Massnahmen zur Ausschöpfung des Holzenergiopotenzials Schlussbericht. Bundesamt für Energie, Bern.
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien/biomasse.html> (25.06.2021).

Harthan, R. O.; Repenning, J.; Blanck, R.; Böttcher, H.; Bürger, V.; Cook, V.; Emele, L.; Görz, W. K.; Hennenberg, K.; Jörß, W.; Ludig, S.; Matthes, F. C.; Mendelevitch, R.; Moosmann, L.; Scheffler, M.; Wiegmann, K.; Brugger, H.; Fleiter, T.; Mandel, T.; Rehfeldt, M.; Steinbach, J. (2020): Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-19_cc_33-2020_klimaschutzprogramm_2030_der_bundesregierung.pdf (04.11.2021).

Hartmann, A. (2008): Wie viel Fläche wird für Biogas benötigt? S. 3.

Hennenberg, K.; Böttcher, H.; Reise, J.; Herold, A.; Bohn, F.; Gutsch, M. (2021): Interpretation des Klimaschutzgesetzes für die Waldbewirtschaftung verlangt adäquate Datenbasis – Reaktion auf die Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Waldbiologie beim BMEL. Öko-Institut e.V., Freiburg.
<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/03-WP-Klimaschutzgesetz-Waldbewirtschaftung.pdf>.

Hennenberg, K.; Böttcher, H.; Wiegmann, K.; Reise, J.; Fehrenbach, H. (2019): Kohlenstoffspeicherung in Wald und Holzprodukten. AFZ-DerWald.

HKI - Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V. (2019): Anzahl der Holzfeuerungen in Deutschland seit Jahrzehnten konstant. In: *Presseportal.de*. <https://www.presseportal.de/pm/60093/4208118>. (13.07.2021).

ifeu (2020): Bundesförderprogramm Effiziente Wärmenetze (BEW).

<https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Pehnt-2020-BEW-AGFW.pdf> (10.12.2021).

ifeu; Econsult; Öko-Institut; Fraunhofer ISI (2018a): Evaluation des Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG). Endbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.
https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/2018_ifeu-et-al._Evaluation-des-Erneuerbare-W%c3%a4rme-Gesetz-EW%c3%a4rmeG_final_akt_Verz.pdf (10.12.2021).

ifeu; Prognos AG; Ecofys; dena-Deutsche Energie-Agentur (2018b): Untersuchung zu Primärenergiefaktoren. Endbericht. Leistung gemäß Rahmenvertrag zur Beratung der Abteilung II des BMWi. <https://www.gih.de/wp-content/uploads/2019/05/Untersuchung-zu-Prim%C3%A4renergiefaktoren.pdf> (10.12.2021).

Jochem, D.; Weimar, H.; Dieter, M. (2020): Holzeinschlag 2019 steigt – Nutzung konstant. In: *Holz-Zentralblatt*. No. 33, S. 593–594.

Kerr, N.; Winskel, M. (2021): A Review of Heat Decarbonisation Policies in Europe. University of Edinburgh.

Klima-, Energi- og Forsyningssministeriet (2014): Bekendtgørelse af lov om varmeforsyning.

Kolessar, R.; Egnell, G. (2018): Bioenergy Systems in Sweden – Climate impacts, market implications, and overall sustainability. Swedish Energy Agency, Eskilstuna, Sweden.
https://pub.epsilon.slu.se/16089/11/_ad.slu.se_common_bibul_slub_Arkiv_AVD_Vet_Kom_Publicering_epsilon_oppetarkiv_egnell_g_et_al_190620.pdf (16.02.2020).

Kubatta-Große, M. (2020): Pelletverbrauch in Österreich erstmals über 1 Mio. t - forstpraxis.de.
<https://www.forstpraxis.de/pelletverbrauch-in-oesterreich-erstmals-ueber-1-mio-t/>. (25.06.2021).

Landtag BW (2015): Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG). <https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m>

um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/EWaermeG_BW/150317_Novelle_Erneuerbare_Waerme-Gesetz.pdf (10.12.2021).

Larsen, S.; Bentsen, N. S.; Stupak, I. (2019): Implementation of voluntary verification of sustainability for solid biomass—a case study from Denmark. In: *Energy, Sustainability and Society*. Vol. 9, No. 1, S. 33.

Mai-Moulin, T.; Armstrong, S.; Dam, J. van; Junginger, M. (2019): Toward a harmonization of national sustainability requirements and criteria for solid biomass. In: *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. Vol. 13, No. 2, S. 405–421.

Mantau, U. (2008): Holzrohstoffbilanz Deutschland- Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk041641.pdf (10.12.2021).

Mantau, U. (2019): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklung des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2016. Hamburg.

Meinke, U. (2021): Holzpellets für Steag-Kraftwerk.

Ministere de la Transition ecologique (2018): Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse.

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Strat%C3%A9gie%20Nationale%20de%20Mobilisation%20de%20la%20Biomasse.pdf> (23.06.2021).

Ministere de la Transition ecologique (2019): Guide pratique. Mise en œuvre du système de durabilité pour les biocarburants et les bioliquides.

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide_Syst%C3%A8me%20de%20durabilit%C3%A9_2019.pdf (23.06.2021).

Ministere de la Transition ecologique (2020a): Programmation pluriannuelle de l'énergie. 2019-2023. 2024-2028.

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27%C3%A9nergie.pdf> (24.06.2021).

Ministere de la Transition ecologique (2020b): Chiffres clés de l'énergie - Édition 2020. Commissariat général au développement durable.

Ministere de la Transition ecologique (2021): Loi climat et resilience.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2020): Kamerbrief over duurzaamheidskader biogrondstoffen - Kamerstuk - Rijksoverheid.nl. *kamerstuk*, Ministerie van Algemene Zaken.

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/10/16/duurzaamheidskader-biogrondstoffen>. (22.06.2021).

Mit hohen Fördergeldern Bäume statt Kohle verheizen? (2021): In: *Der Hamburger Energietisch*.

Möbius, K.; Becker, M.; Lückge, F. J. (2000): Forstkalamitäten in der Bundesrepublik Deutschland 1955-1999. EUWID Holz.

Möller, M.; López, V.; Prieß, R.; Schleicher, T.; Hünecke, K.; Hennenberg, K.; Wolff, F.; Kiresiewa, Z.; Hasenheit, M.; Schröder, P.; Gesang, D. B. (2020): Nachhaltige Ressourcennutzung – Anforderungen an eine nachhaltige Bioökonomie aus der Agenda 2030/SDG-Umsetzung.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020_10_20_texte_181_20_20_bioökonomie.pdf (11.11.2021).

Navigant Netherlands B.V.; The European Forest Institute (EFI); The Institute for European Environmental Policy (IEEP); Öko Institut. (2021): Technical assistance for the preparation of guidance for the implementation of the new bioenergy sustainability criteria set out in the revised Renewable Energy Directive: REDIIBIO : final report. Europäische Kommission, Brüssel. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/592471> (28.10.2021).

Niedersächsischer Landtag (2021): Kleine Anfrage zur schriftlichen Beantwortung gemäß § 46 Abs. 1 GO LT mit Antwort der Landesregierung. <https://www.landtag-niedersachsen.de/Drucksachen/Drucksachen%5F18%5F10000/09001-09500/18-09332.pdf> (13.07.2021).

Nielsen, A. T.; Bentsen, N. S.; Nord-Larsen, T. (2020): Carbon emission mitigation through fuel transition on Danish CHP and district heat plants – Carbon debt and payback time of CHP and district heating plant's transition from fossil to biofuel. *IGN Report*, Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Frederiksberg. https://static-curis.ku.dk/portal/files/251578680/IGN_Report_CO2_emission_mitigation_Nov2020.pdf (10.05.2021).

ÖBMV (2017): Bedeutung der Bioenergie. In: *Österreichischer Biomasseverband*. <https://www.biomasseverband.at/bedeutung-der-bioenergie/>. (25.06.2021).

Ofgem (2021): Price Cap - Update on the Green Gas Levy and default tariff cap. In: *Ofgem*. <https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/price-cap-update-green-gas-levy-and-default-tariff-cap>. (21.06.2021).

Oluyede, A.; Brown, A. (2020): The clean green gas of home? UK government consults on (initial) successors to RHI. In: *Global Energy Blog*.

Onyx Power (2020): Onyx Power rüstet das Kraftwerk Bremen-Farge auf die Nutzung von Altholz um. In: *Onyx Power*. <https://www.onyx-power.com/de/aktuelles/onyx-power-ruestet-kraftwerk-bremen-farge-auf-altholz-um/>. (13.07.2021).

Peeters, L. (2021): Warmte in Vlaanderen. Rapport 2020. Vlaams Energie- & Klimaatagentschap, Brussels. <https://www.vlaanderen.be/publicaties/warmte-in-vlaanderen-rapport-2020> (24.06.2021).

Prognos; Öko-Institut; Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Berlin, Wuppertal. https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB_2.pdf (11.11.2021).

Rabenstein, D. (2021): Buschholz aus Namibia: Ersatz für die Steinkohle in Deutschland? <https://www.hamburger-energetisch.de/WP-Server/wp-content/uploads/Buschholz-aus-Namibia-als-Ersatz-fuer-die-Kohle-in-Deutschland-V1.0.pdf> (10.12.2021).

Ranta, T.; Laihanen, M.; Karhunen, A. (2020): Development of the Bioenergy as a Part of Renewable Energy in the Nordic Countries: A Comparative Analysis. In: *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*. Scientific Research Publishing. Vol. 10, No. 3, S. 92–112.

Reise, J.; Hennenberg, K. J.; Winter, S.; Winger, C.; Höltermann, A. (2017): Analyse und Diskussion naturschutzfachlich bedeutsamer Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. BfN-Skripten Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.

Rettenmaier, N.; Fehrenbach, H.; Bischoff, M. (2019): Teilbericht. Zukünftige relevante fortschrittliche Biokraftstoffpfade. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Arbeitspapier-A_Technologiepfade.pdf (16.12.2021).

Rönsch, C. (2019): Entwicklung einer Methode zur Verwendung der Daten des Schornsteinfegerhandwerks für die energiewirtschaftliche Berichterstattung.

RVO (2020): Energieprestatievergoeding (EPV) | RVO.nl | Rijksdienst. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/bestaande-bouw/energieprestatievergoeding>. (23.06.2021).

RVO (2021): Energielabel C kantoren | RVO.nl | Rijksdienst. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/bestaande-bouw/energielabel-c-kantoren>. (23.06.2021).

Schulze, E. D.; Sierra, C. A.; Egenolf, V.; Woerdehoff, R.; Irslinger, R.; Baldamus, C.; Stupak, I.; Spellmann, H. (2020): The climate change mitigation effect of bioenergy from sustainably managed forests in Central Europe. In: *GCB Bioenergy*. Vol. 12, No. 3, S. 186–197.

Sociaal-Economische Raad (2020): Biomass in the balance. Den Haag.
<https://www.ser.nl/en/Publications/biomass-in-the-balance> (22.06.2021).

Sørensen, P. B.; Elmeskov, J.; Frederiksen, P.; Jacobsen, J. B.; Kristensen, N. B.; Morthorst, P. E.; Richardson, K. (2018): The Role of Biomass in the Green Transition. Climate Perspectives and Recommendations for Regulation of Solid Biomass Used for Energy Production. Danish Council on Climate Change.
<https://klimaraadet.dk/en/rapporter/role-biomass-green-transition> (10.05.2021).

Statistics Netherlands (2021): 11 percent of energy consumption from renewable sources in 2020. In: *Statistics Netherlands. webpagina*, <https://www.cbs.nl/en-gb/news/2021/22/11-percent-of-energy-consumption-from-renewable-sources-in-2020>. (22.06.2021).

Strengers, B.; Elzena, H. (2020): Availability and applications of sustainable biomass. Report on a search for shared facts and views. *Policy Brief*, PBL, The Hague. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-availability-and-applications-of-sustainable-biomass-report-on-a-search-for-shared-facts-and-views_4205.pdf.

Subvention (2021): ISDE 2020: Subsidie voor nieuw bouw en biomassa stopt.
<https://www.subvention.nl/agrarisch/isde-voor-biomassaketel-pelletkachel-stopt-vanaf-2020/>. (23.06.2021).

Sustainable Biomass Programm (2020): Standards Development Process: Overview of Definitions of Biomass Sustainability Within Key Markets. https://sbp-cert.org/wp-content/uploads/2020/05/Overview-of-Definitions-of-Biomass-Sustainability-Within-Key-Markets-v1_FINAL.pdf (24.06.2021).

Sweden Ministry of Infrastructure (2014): Sweden's Third National Strategy for Energy Efficient Renovation. Report pursuant to Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.
https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/se_2020_ltrs_official_translation.pdf (25.06.2021).

Thamling, N.; Kemmler, A.; Spillmann, T.; Langreder, N.; Rau, D.; Weinert, K.; Bettgenhäuser, K.; Bürger, V.; Braungardt, S.; Weiß, U.; Mellwig, P.; Schneller, A.; Jacobshagen, U.; Drinkuth, T. (2020): Kurzgutachten zu Maßnahmen zur Zielerreichung 2030 zur Begleitung des Klimakabinetts.
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/kurzgutachten-zu-massnahmen-zur-zielerreichung-2030-zur-begleitung-des-klimakabinetts.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (13.07.2021).

The Netherlands Enterprise Agency (2019): Progress report Energy from renewable sources in the Netherlands 2017-2018 Directive 2009/28/EC. RVO-180/1901/BR-DUZA, The Dutch Ministry of Economic Affairs and Climate, Utrecht. https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/nl_-_tr_into_eng_-_5th_progress_report_red_for_2017_and_2018.pdf (23.06.2021).

TMUEN - Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2019): Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie.
https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/001_TMUEN/Unsere_Themen/Klima/Klimastrategie/20191015_Klimaschutzstrategie.pdf (13.07.2021).

UBA (2020): Umweltzonen, Durchfahrtsbeschränkungen und Luftreinhaltepläne. Deutschlandweite Karte zur Lage von Umweltzonen, Durchfahrts-beschränkungen und Luftreinhalte-plänen.
<http://gis.uba.de/website/umweltzonen/index.php?tab=karte>. (13.07.2021).

UBA (2021a): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2021: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2019.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-19_cc_43-2021_nir_2021_1.pdf (11.11.2021).

UBA (2021b): Kleinfeuerungsanlagen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industriebranchen/feuerungsanlagen/kleinfeuerungsanlagen#anlagenbestand-in-deutschland> (16.12.2021).

UFAM, B. für U. B. | O. fédéral de l'environnement O. | U. federale dell'ambiente (2018): Waldpolitik 2020. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-wald-und-holz/wald-und-holzfachinformationen/strategien-und-massnahmen-des-bundes/waldpolitik-2020.html>. (25.06.2021).

UFAM, B. für U. B. | O. fédéral de l'environnement O. | U. federale dell'ambiente (2020): CO2-Abgabe.

UFAM, B. für U. B. | O. fédéral de l'environnement O. | U. federale dell'ambiente (2021): Aktionsplan Holz. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-wald-und-holz/wald-und-holzfachinformationen/strategien-und-massnahmen-des-bundes/aktionsplan-holz.html>. (25.06.2021).

UK Government (2019): Fifth Progress report on the promotion and use of energy from renewable sources for the United Kingdom. European Commission. https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/uk_5th_progress_report_red_for_2017_and_2018.pdf (25.06.2021).

UK Government (2021): Domestic Renewable Heat Incentive (RHI). In: GOV.UK. <https://www.gov.uk/domestic-renewable-heat-incentive>. (23.06.2021).

UK Parliament POST (2020): Heat networks. Parliamentary Office of Science and Technology, London. <https://post.parliament.uk/research-briefings/post-pn-0632/> (21.06.2021).

VDLUFA (2014): Humusbilanzierung. Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland. https://www.vdlufa.de/download/Humus/Standpunkt_Humusbilanzierung.pdf (02.12.2021).

Vlaamse Regering (2017): Warmteplan. Nota van de Vlaamse Regering. Vlaams Parlement. <https://www.energiesparen.be/sites/default/files/atoms/files/warmteplan.pdf>.

Wahl, J.; Busch, M.; Dröschmeister, R.; König, C.; Koffijberg, K.; Langgemach, T.; Sudfeldt, C.; Trautmann, S. (2020): Erfassung von Brutvögeln. Vögel in Deutschland Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V, Münster.

Wallonie Energie SPW (2021): Une stratégie pour une consommation de chaleur plus durable en Wallonie. <https://energie.wallonie.be/fr/une-strategie-pour-une-consommation-de-chaleur-plus-durable-en-wallonie.html?IDC=6238&IDD=152026> (23.06.2021).

Weimar, H.; Döring, P.; Mantau, Udo, U. (2012): Standorte der Holzwirtschaft. Einsatz von Holz in Biomassegroßfeuerungsanlagen 2011. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich-Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft, Hamburg.

Weimar, H.; Mantau, U. (2004): Standorte der Holzwirtschaft. Einsatz von Biomasse in Energieanlagen. Abschlussbericht. Hamburg.

Weimar, H.; Mantau, U. (2006): Standorte der Holzwirtschaft. Einsatz von Holz in Biomasse und Holzfeuerungsanlagen. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft, Hamburg.

Werner, S. (2017): District heating and cooling in Sweden. S. 419–429.

World Resources Institute (2016): Danish Government Procurement Policy for Tropical Forests | Sustainable Forest Products. <https://sustainableforestproducts.org/node/49>. (24.06.2021).

Wünsch, M.; Eimkeier, B.; Gores, S.; Gailfuß, M.; Antoni, O. (2019): Evaluierung der Kraft-Wärme-Kopplung. Analysen zur Entwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer

Energien. S. 252. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/evaluierung-der-kraft-waerme-kopplung.html> (13.07.2021).

Zech, D.; Ullrich, S.; Wülbbeck, H.-F.; Stuible, A.; Wapler, J.; Valenbreder, P.; Meyer, R.; Miara, M.; Hartmann, H.; Reisinger, K.; Werner, F.; Orozaliev, J.; Vajen, K.; Schuhmann, E.; Erler, R.; Heinrich, P.; Schröder, G. (2019): Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2018. Evaluation des Förderjahres 2018. https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/evaluierung-marktanreizprogramm-2018.pdf;jsessionid=C2225D4F5371643C9B7714688574588C?__blob=publicationFile&v=2 (19.07.2021).

Zeller, V.; Thrän, D.; Zeymer, M.; Bürzle, B.; Adler, P. (o.J.): DBFZ Report Nr. 13. Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung. 2012.

https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/DBFZ_Reports/DBFZ_Report_13.pdf (02.12.2021).

A Anhang

A.1 Analysen zur deutschen Außenhandelsstatistik

A.1.1 Analyseansatz

Die folgende Abbildung zeigt die aktuelle Systematik der Außenhandelsstatistik des Jahres 2019. Für einzelne Waren (z. B. Altholz) kam es zu mehreren Anpassungen der Warennummern und teilweise auch zu Änderungen ihrer Bedeutung. Um konsistente Datenreihen zu erstellen, wird von der aktuellen Warenstatistik ausgegangen und frühere Warennummern werden dieser zugeordnet. Statistische Klassifikationen passen sich mit Zeitverzug den Entwicklungen der Märkte, bzw. deren Verständnis an. Neue Produkte sind dann teilweise noch nicht sichtbar oder bestehenden Gruppen zugeordnet (Pellets und Holzabfälle bis 2008). Die vorgenommenen Zuordnungen sind in den einzelnen Kapiteln im Rahmen der Definitionen offengelegt. Die Veränderung der Systematik energetischer Holznutzungen offenbart ein ständiges Ringen der Statistik um eine eindeutige Zuordnung. Mit der Warenstatistik 2017 wurde eine weitgehend marktgerechte Trennung von Holzabfällen, Pellets und Sägespänen in loser Form geschaffen. Da die Texte der Warennummern sehr umfangreich sein können, bzw. sich im Zeitablauf auch ändern, wurde für Überschriften, Grafiken und Texte für jede Gruppe, im Anschluss an die Definition, ein Synonym gebildet, um die Lesbarkeit zu erhöhen.

Die folgende Abbildung gibt die ausgewiesenen Warengruppen der Außenhandelsstatistik 2020 wieder. Sie entspricht weitgehend der Liste der Warengruppen der AGEE-Stat (78. Sitzung). Zu Klärung im Sinne der Zielsetzung folgen einige Anmerkungen:

Anm. 1: Diese Gruppe (WA 4401 11 00 und WA 4401 12 00) wird zu Brennholz zusammengefasst und zu 100 % der energetischen Holznutzung zugerechnet.

Anm. 2: Diese Gruppe (WA 4401 21 00 und WA 4401 22 00) wird zu 100 % der stofflichen Holznutzung zugerechnet.

► Anm. 3: Die Gruppe (WA 4401 31 00, Holzpellets) ist eindeutig den Holzpellets und der energetischen Verwendung zuzuordnen. Unter dem Segment „andere Holzabfälle, Sägespäne und Holzausschuss, gepresst“ (WA 4401 39 00) sind überwiegend Holzbriketts zur energetischen Nutzung zu erwarten. Die Produktionsstatistik erfasst diese Gruppe seit dem Jahr 2019 ebenfalls und weist ca. 600.000 t Produktion aus. Obwohl die hohe Menge überraschte, zeigten weitere Recherchen, dass sie mit Produktionsstätten plausibilisiert werden konnte.

Die Warennummer WA 4401 39 00 wird zu 100 % der energetischen Nutzung zugeordnet.

Anm. 4: Diese Gruppe enthält sowohl stoffliche als auch energetische Nutzungen. Die Untergruppe „Sägespäne (WA 4401 40 10)“ wird vollständig der stofflichen Nutzung zugeordnet. Die Gruppe „andere (WA 4401 40 90)“ wird, entsprechend des Vorschlags der AGEE-Stat, zu 70 % der energetischen Nutzung und zu 30 % der stofflichen Nutzung in der Holzwerkstoffindustrie zugerechnet. Bei der Darstellung der Ex- und Importströme wird die Gruppe aber als Einheit betrachtet, da es für die Zuordnung zu Ländern keine belastbaren Daten zur Differenzierung stofflicher und energetischer Nutzung gibt.

Abbildung 37: Sortimente der Warengruppe 44 des Außenhandels (WA)

Warengruppen	Nummer
4401 Brennholz in Form von Rundlingen, Scheiten, Zweigen, Reisigbündeln oder ähnlichen Formen; Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln; Sägespäne, Holzabfälle und Holzausschuss, auch zu Pellets, Briketts, Scheiten oder ähnlichen Formen zusammengepresst:	
Brennholz in Form von Rundlingen, Scheiten, Zweigen, Reisigbündeln oder ähnlichen Formen: <ul style="list-style-type: none"> - Nadelholz - Anderes Holz 	4401 11 00 * 4401 12 00 *
Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln: <ul style="list-style-type: none"> - Nadelholz - Anderes Holz 	4401 21 00 ** 4401 22 00 **
Sägespäne, Holzabfälle und Holzausschuss, zu Pellets, Briketts, Scheiten oder ähnlichen Formen zusammengepresst: <ul style="list-style-type: none"> - Holzpellets - Andere 	4401 31 00 * 4401 39 00 ***
Sägespäne, Holzabfälle und Holzausschuss, nicht zusammengepresst: <ul style="list-style-type: none"> - Sägespäne - Andere 	4401 40 10 ** 4401 40 90 ****
Holzkohle (einschließlich Kohle aus Schalen oder Nüssen), auch zusammengepresst: <ul style="list-style-type: none"> - aus Bambus - andere 	4402 10 00 * 4402 90 00 *
Notifizierungspflichtige Abfälle nach Basler Abkommen UBA FG III 1.5	-- *

Quelle: Statistisches Bundesamt, Klassifikation der Warengruppen des Außenhandels (WA); * Energetische Nutzung, ** Stoffliche Nutzung, *** Produktion enthält voraussichtlich Palettenklötze. **** bisher 70% energetisch, 30% stofflich

Anm. 5: Holzkohle wurde mit in die Betrachtung aufgenommen, obwohl sie eher als Konsumgut zu sehen ist. Ergänzend kann sie im Kontext der Länderbewertungen von Nutzen sein, weil zur Produktion von einer Tonne Holzkohle, je nach Effizienz der Technologie 4-8 m³ Rohholz zum Einsatz kommen (Mittel 6 m³). Bei Übersichten und Zusammenfassungen der energetisch genutzten Holzsortimente wird sie nicht einbezogen.

Anm. 6: die Gruppe der notifizierungspflichtigen Holzabfällen (Holzverpackungen, Sägemehlabfall & Holzspäne, andere Holzabfälle) ist in der Statistik des UBA⁴⁸ enthalten. Sie wird für die Betrachtung der Struktur des Altholzmarktes berücksichtigt. Länderdaten sind zumindest nicht öffentlich verfügbar. Die Außenhandelsbeziehungen von Altholz nach Ländern werden somit nur auf den Teil des Außenhandels bezogen, der in der Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamtes berichtet wird.

Die Produktionsstatistik weist wenig direkt vergleichbare Werte aus. Die Gruppe „Holz in Form von Plättchen und Schnitzel (GP⁴⁹ 1610 25 30 und 050) sind entsprechend der Außenhandelsstatistik der stofflichen Nutzung zuzuordnen. Die Gruppe der Pellets (GP 1629 15

⁴⁸ Umweltbundesamt (UBA) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/grenzueberschreitende-abfallverbringung/grenzueberschreitende-abfallstatistik>

⁴⁹ Statistisches Bundesamt. GP Güterverzeichnis der Produktionsstatistik. <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-gp-19.html>

001) ist mit der Gruppe (WA⁵⁰ 4401 31 00) direkt vergleichbar. Die Gruppe der Briketts (GP 1615 003) ist ebenfalls vergleichbar mit der Gruppe gepresster Reststoffe (WA 4401 40 90).

Abbildung 38: Vergleichbare Sortimente der Warengruppe 16 der Produktionsstatistik (GP)

Warengruppen	Nummer
Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln:	
- Nadelholz	1610 25 030 **
- Laubholz	1610 25 050 **
Pellets, Briketts, Scheiten o.ä. Formen aus Sägespänen u.a. Sägenebenprodukten zusammengepresst:	
- Pellets, gepresst, aus Sägespänen o.a. Sägenebenprodukten	1629 15 001 *
- Briketts, Scheiten o.ä. Formen aus Sägespänen u.a. Sägenebenprodukten zusammengepresst	1629 15 003 *

Quelle: Statistisches Bundesamt, Klassifikation der Gütergruppen der Produktionsstatistik (GP); * Energetische Nutzung, ** Stoffliche Nutzung

Somit ist die Möglichkeit des Vergleichs zwischen Außenhandelsstatistik und Produktionsstatistik für die Holzenergienutzung begrenzt. Wo es sachlich gerechtfertigt ist, werden Zeitreihen des Rohstoffmonitorings für Produktion oder Verwendung eingefügt, um für alle Märkte die sektorale Struktur (Produktion, Export, Import, Verwendung) sichtbar zu machen.

In diesem Bericht wird die Maßeinheit Tonnen lufttrocken verwendet, weil die Außenhandelsdaten in grenzüberschreitenden Tonnagen, also lufttrocken erfasst werden. Eine Umrechnung in andere Maßeinheiten für andere Ziele ist später möglich. Sofern nicht explizit ein anderes Maß genannt ist, handelt es sich um t_{luft} .

Die Bestimmung der Rangfolge einzelner Länder folgt der Berechnung des Mittelwertes (2010 bis 2020). Die Länder der Rangnummern 1 bis 10 werden als Zeitreihe 2010 bis 2020 dargestellt. Dies ist keine Vorentscheidung für die ausgewählten Länder. Der Wert der Darstellungen liegt darin, dass sie sehr unterschiedliche Verläufe aufzeigen, das Verständnis für die Dynamik des Außenhandels erhöhen und die Entscheidung auf eine breitere Basis stellen als dies bei einzelnen, zufällig gewählten Basisjahren der Fall wäre. Im Außenhandel können einzelne Jahre große Ausschläge aufweisen, weil Außenhandel bei Überschuss oder Knaptheit ein „Ventil“ ist und in der Regel deutlich volatiler verläuft als Produktion oder Verwendung.

Als Kriterium für die Reihenfolge dieser und der entsprechenden Tabellen der folgenden Sortimente wurde der Mittelwert des Zeitraums 2010-2020 gewählt (11 Jahre). Somit entspricht das letzte berichtete Jahr (2020) nicht unbedingt der Reihung.

Die Definition der Zeitreihen zu einzelnen Märkten erfolgt über die Warennummern (WA) des Außenhandels, das Güterverzeichnis der Produktionsstatistiken oder Erhebungen z.B. des Rohstoffmonitorings.

⁵⁰ Statistisches Bundesamt. WA Warenverzeichnis der Außenhandelsstatistik.
<https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Aussenhandel/WA2021-3200300-21700-4.html>

A.1.2 Brennholz in Form von Rundlingen und Scheiten

Die Systematik des Außenhandels für Brennholz ist weitgehend homogen. Die Differenzierung ab 2017 wird zusammengefasst und als Reihe für Brennholz fortgeführt. Das Rohstoffmonitoring erfasst Energieholz bei den Verwendern und ermittelt daraus die Verwendung der Holzenergiesortimente.

Definition von Brennholz in Form von Rundlingen und Scheiten

Außenhandel:

2006 bis 2016:

WA44011000 - Brennholz, Form v. Rundlingen, Scheiten u. a.

ab 2017 zusammengefasst:

WA44011100 - Brennholz, Form v. Rundlingen, Scheiten u. a.

WA44011200 - Nadelholz in Form von Rundlingen, Scheiten u. a.

Verwendung und Produktion:

Rohstoffmonitoring (RM 2014-2016) Daten des RM für 2017-2020 noch vorläufig.

Synonym dieser Gruppe: **Brennholz**

Charakterisierung des Marktes von Brennholz

Struktur:

Der Markt für Brennholz in Form von Rundlingen und Scheiten ist weitgehend von binnengewirtschaftlicher Bedeutung. Der Außenhandel spielt eine untergeordnete Rolle. In Form des Außenhandelssaldos (Ex-Im) trug er im Jahr 2020 nur noch 0,2 % zur Inlandsversorgung bei.

Entwicklung:

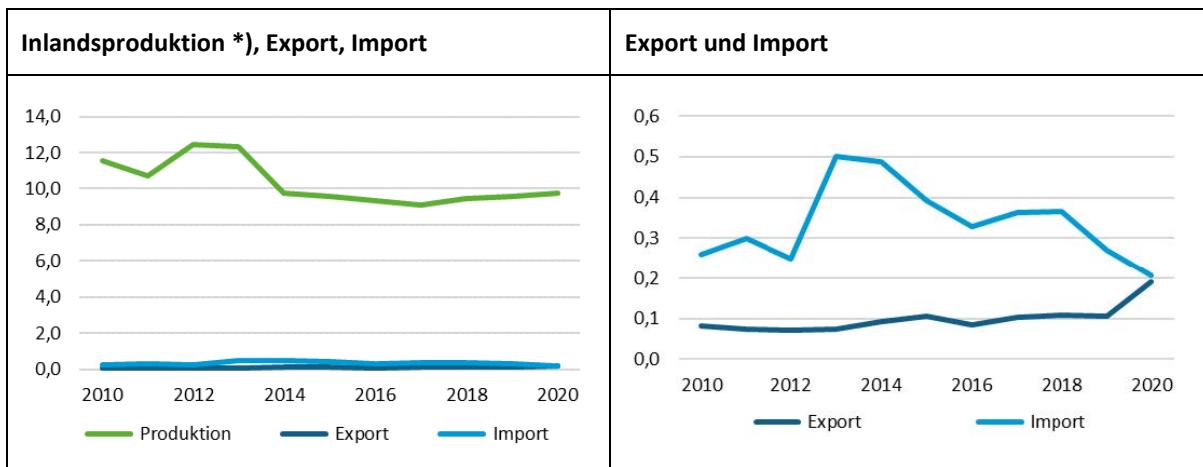
Die Inlandsproduktion und auch die Inlandsverwendung befinden sich weitgehend in einer Seitwärtsbewegung. Der Schadholzanfall ändert die Außenhandelsstruktur in Richtung geringerer Importe und höherer Exporte. Eine aufwärts oder abwärts gerichtete Dynamik des Marktes von relevanter Größenordnung ist aktuell nicht erkennbar.

Die folgende Tabelle und Abbildung vergleichen den Außenhandel mit der Inlandsproduktion. Da Letztere keiner Statistik entnommen werden kann, wird sie der Verwendung in privaten Haushalten und Biomasseanlagen gleichgesetzt. Dabei wird nur Derbholz zum Vergleich herangezogen. Dahinter steht die Annahme, dass Ast und Knüppelholz (Waldrestholz) im Außenhandel von Scheitholz so gut wie keine Rolle spielen.

Tabelle 54: Sektoren des Marktes für Brennholz

Energetische Scheitholzverwendung 2020 in Mio. t _{Jutro}					
Produktion	9,779	99,8%	9,589	97,9%	Inlandsaufkommen
Export	0,190	1,9%	0,206	2,1%	Import
Inlandsaufkommen	9,589	97,9%	9,794	100,0%	Verwendung

Quelle: Rohstoffmonitoring (Produktion) und Statistisches Bundesamt

Abbildung 39: Entwicklung der Sektoren des Brennholzmarktes in Mio. t

*) Berechnet aus der energetischen Derbholznutzung in privaten Haushalten und Biomasseanlagen

Quelle: Rohstoffmonitoring (Produktion) und Statistisches Bundesamt

Die folgende Tabelle stellt ein Ranking der 30 Export- und Importländer mit den größten Mengen auf. Somit entspricht das letzte berichtete Jahr (2020) nicht unbedingt der Reihung. Im Jahr 2020 kam es aufgrund von größeren Käferkalamitäten zu starken Handelsimpulsen, die die Exporte steigen und Importe sinken ließen. Das entspricht der weiter oben erwähnten Volatilität der Handelsströme.

Für eine Bewertung der Bedeutung einzelner Abnehmer- oder Lieferländer ist somit ein näherer Blick auf die Handelsverläufe der zehn ausgewählten Ex- und Importländer in den folgenden grafischen Übersichten sinnvoll. Sie zeigen, dass die Handelsströme sich tendenziell fallend, steigend oder indifferent verhalten oder von einzelnen Jahren sehr stark geprägt sein können.

Es schließen sich Tabellen mit absoluten Mengenangaben zu den ausgewählten Ländern an, die den bildlichen Eindruck durch numerische Werte ergänzen.

Ein Land kann sowohl Lieferant als auch Empfänger des gleichen Sortiments sein. Die anschließende Abbildung zum Handelssaldo weist zehn Länder aus, die Nettolieferländer nach Deutschland, bzw. Nettoempfängerländer von Deutschland sind. Das Ranking des Handelssaldos weicht erwartungsgemäß von dem der Exporte oder Importe ab. Die Abbildung ergänzt die vorangegangenen Darstellungen in Form der Nettoeffekte.

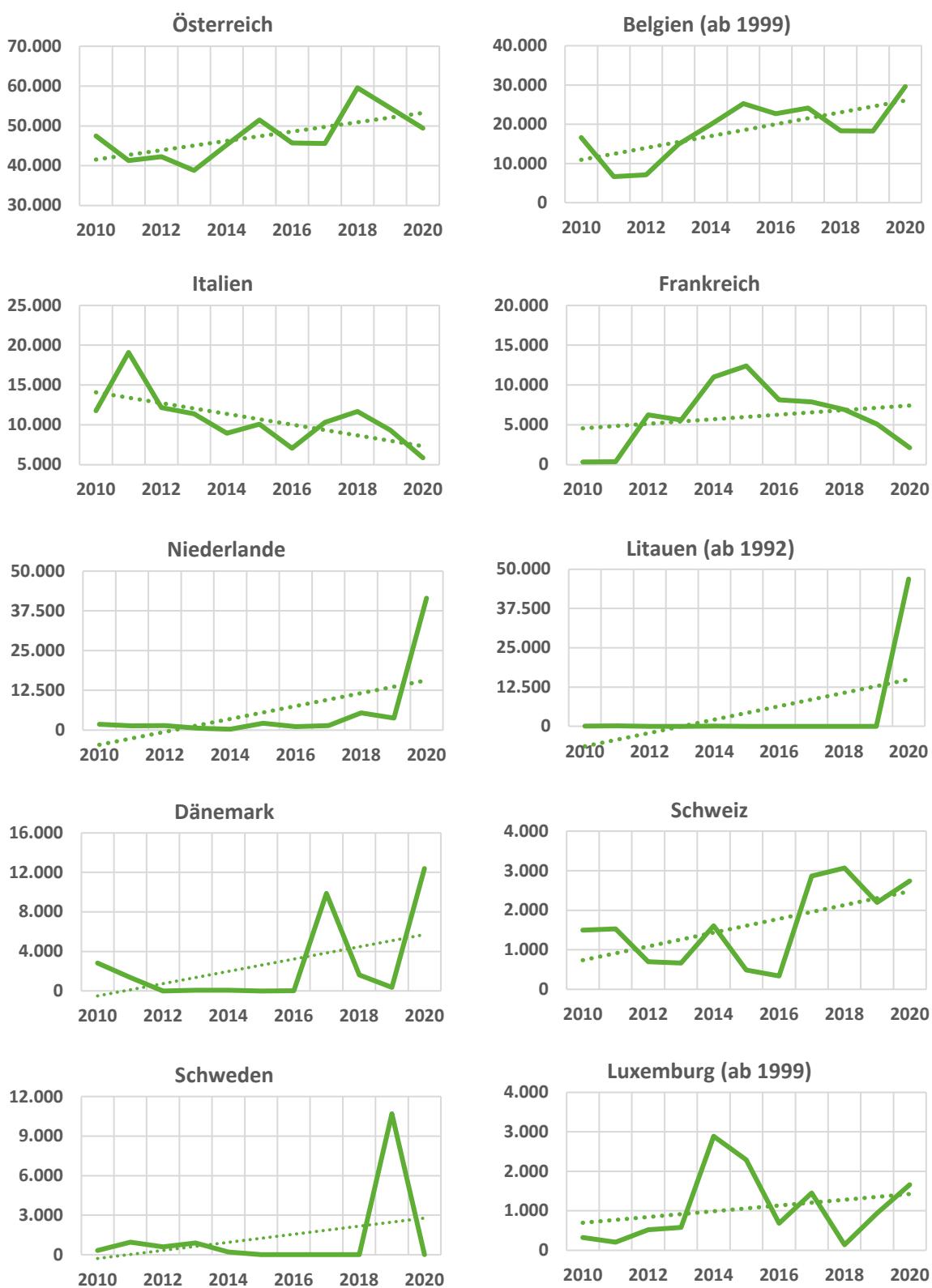
Tabelle 55: Ex- und Importländer von Brennholz in t

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Land	2020	Mittel 2010-2020		Land	2020	Mittel 2010-2020
Österreich	49.420	47.398	1	Polen	53.255	75.239
Belgien (ab 1999)	29.625	18.503	2	Ukraine (ab 05/1992)	46.421	61.183
Italien	5.854	10.693	3	Niederlande	9.796	59.939
Frankreich	2.127	5.998	4	Russische Föderation (ab 05/1992)	1.096	35.570
Niederlande	41.450	5.518	5	Litauen (ab 1992)	12.444	21.303
Litauen (ab 1992)	46.873	4.280	6	Belarus (ab 05/1992)	43.579	19.046
Dänemark	12.384	2.597	7	Lettland (ab 1992)	7.858	18.997
Schweiz	2.743	1.609	8	Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	3.361	13.686
Schweden	0	1.242	9	Tschechien (ab 1993)	9.805	10.358
Luxemburg (ab 1999)	1.660	1.062	10	Österreich	2.854	4.413
Tschechien (ab 1993)	233	378	11	Dänemark	58	4.160
Vereinigtes Königreich	278	131	12	Frankreich	372	2.731
Polen	315	119	13	Estland (ab 1992)	344	2.575
Irland	196	28	14	Belgien (ab 1999)	11.135	1.918
Spanien	40	28	15	Kroatien (ab 05/1992)	301	1.184
Rumänien	31	21	16	Rumänien	0	1.117
Vereinigte Arabische Emirate	0	12	17	Schweiz	1.573	988
Saudi-Arabien	6	4	18	Luxemburg (ab 1999)	619	819
Jordanien	0	4	19	Spanien	43	805
Russische Föderation (ab 05/1992)	0	2	20	Slowakei (ab 1993)	745	632
Katar	4	2	21	Norwegen	0	455
Volksrepublik China	0	2	22	Finnland	0	395
Malediven	0	1	23	Slowenien (ab 05/1992)	0	252
Libanon	0	1	24	Schweden	0	125
Curacao (ab 2013)	0	1	25	Serbien (ab 06/2005)	0	120
Slowakei (ab 1993)	0	0	26	Bulgarien	0	102
Ungarn	3	0	27	Italien	119	87

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Sambia	0	0	28	Vereinigtes Königreich	0	38
Südafrika	0	0	29	Ungarn	0	18
Kuwait	2	0	30	Vereinigte Staaten von Amerika	0	13

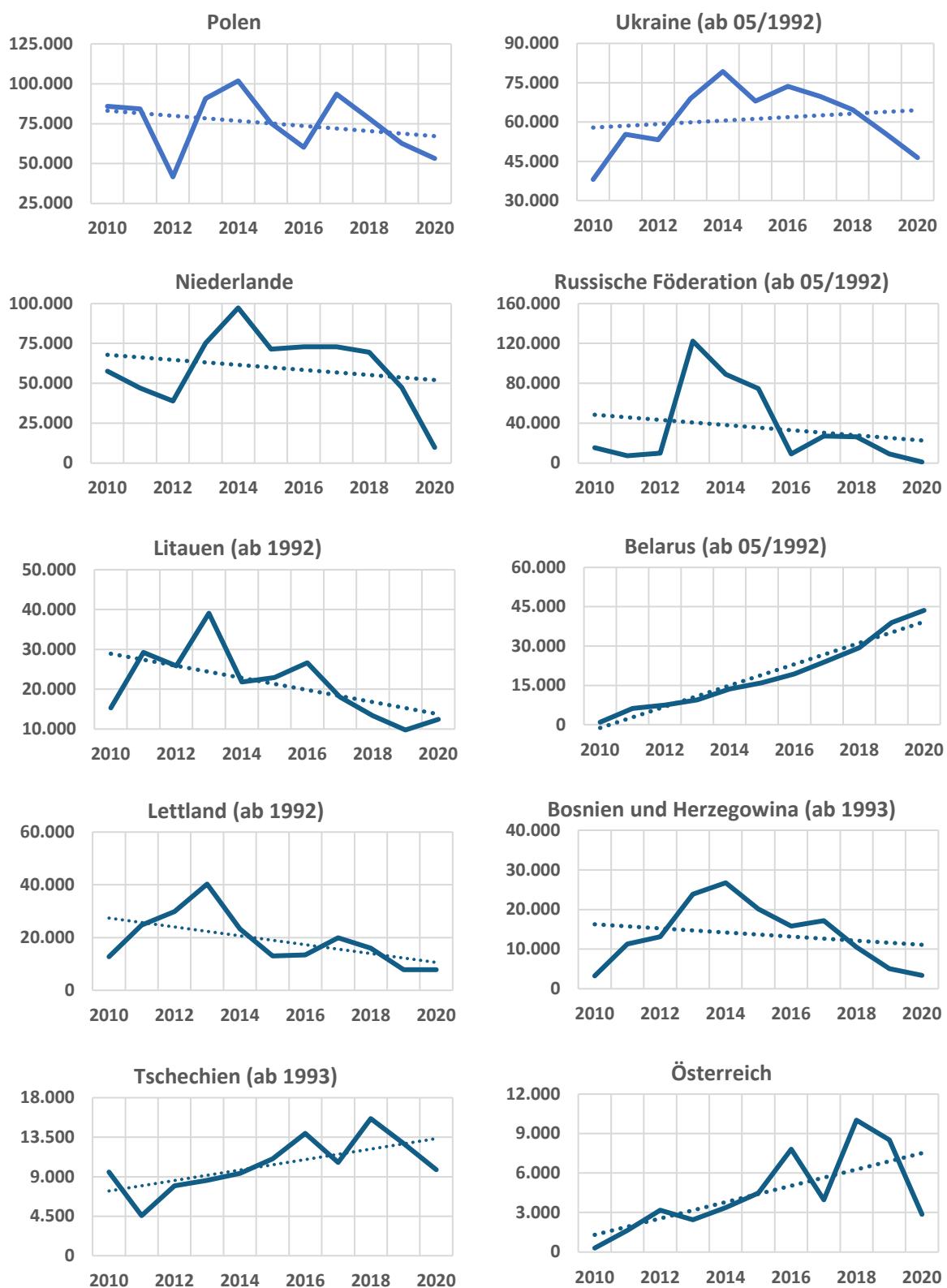
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 40: Entwicklung des Exports von Brennholz ausgewählter Empfängerländer (2010 – 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 41: Entwicklung des Imports von Brennholz ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 56: Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Brennholz exportiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Österreich	47.475	42.247	45.257	45.716	59.602	49.420	47.398
Belgien (ab 1999)	16.597	7.149	19.963	22.650	18.348	29.625	18.503
Italien	11.778	12.166	8.938	7.040	11.680	5.854	10.693
Frankreich	320	6.235	10.981	8.124	6.898	2.127	5.998
Niederlande	1.833	1.418	259	1.088	5.422	41.450	5.518
Litauen (ab 1992)	35	3	43	0	0	46.873	4.280
Dänemark	2.832	2	75	6	1.608	12.384	2.597
Schweiz	1.497	694	1.610	340	3.069	2.743	1.609
Schweden	326	584	200	1	0	0	1.242
Luxemburg (ab 1999)	324	523	2.889	682	138	1.660	1.062

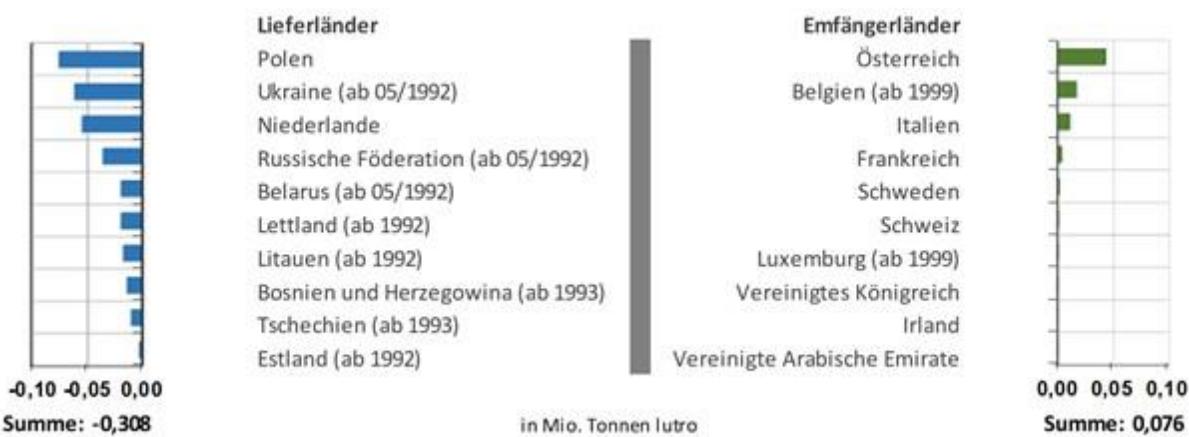
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 57: Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Brennholz importiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010- 2020)
Polen	85.881	41.653	101.846	60.152	78.293	53.255	75.239
Ukraine (ab 05/1992)	38.119	53.239	79.213	73.648	64.667	46.421	61.183
Niederlande	57.501	38.799	97.189	72.875	69.439	9.796	59.939
Russische Föderation (ab 05/1992)	15.278	9.940	89.037	9.226	26.360	1.096	35.570
Litauen (ab 1992)	15.324	25.844	21.774	26.617	13.355	12.444	21.303
Belarus (ab 05/1992)	1.013	7.549	13.600	19.372	29.317	43.579	19.046
Lettland (ab 1992)	12.777	29.881	23.215	13.433	15.985	7.858	18.997
Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	3.257	13.126	26.786	15.843	10.506	3.361	13.686
Tschechien (ab 1993)	9.551	7.978	9.397	13.950	15.632	9.805	10.358
Österreich	298	3.184	3.364	7.808	10.020	2.854	4.413

Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 42: Die jeweils 10 wichtigsten Netto-Lieferländer nach und Netto- Empfängerländer von Deutschland für Brennholz in Mio. t_{luto}



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

A.1.3 Pellets (Pellets, gepresst aus Sägespänen o. Sägenebenprodukten)

Für die betrachtete Zeitperiode sind die Zeitreihen für Pellets sehr klar gefasst und weisen eine hohe Kontinuität auf. Im Gegensatz zu den anderen Holzenergiesortimenten liegen auch Daten aus der Produktionsstatistik vor. In diesem Abschnitt werden die Daten des Statistischen Bundesamtes verwendet. Weitere Datenquellen zum Pelletsmarkt gehen aus der Statistik des DEPV e. V. und aus dem Rohstoffmonitoring hervor.

Definition von Pellets (Pellets, gepresst aus Sägespänen o. Sägenebenprodukten)

Außenhandel:

2009 bis 2011: WA44013020 – Pellets aus Holz

2012 bis 2020: WA44013100 – Holzpellets

Verwendung und Produktion:

2009 bis 2018: GP09-162914908 - Pellets, gepresst, aus Sägespänen o. Sägenebenprod.

Ab 2019: GP19-162915001 - Pellets, gepresst, aus Sägespänen o. Sägenebenprod.

Synonym dieser Gruppe: **Holzpellets**

Charakterisierung des Marktes von Holzpellets

Struktur:

Auch der Markt für Pellets ist überwiegend von der binnennirtschaftlichen Produktion und von der binnennirtschaftlichen Verwendung geprägt. Der Außenhandel spielt jedoch eine deutlich größere Rolle als beim Brennholz. Ein gutes Drittel der Produktion wird exportiert (auch Re-Exporte sind denkbar). Etwa dreizehn Prozent der inländischen Verwendung kamen 2020 aus dem Ausland.

Entwicklung:

Der Markt für Pellets aus Sägespänen wächst seit seiner Entstehung in Folge des Jahres 2000 sehr beständig. Er nahm vor allem mit dem Markteintritt großer Sägewerke Fahrt auf. Diese stehen inzwischen für etwa die Hälfte der Produktion. Der starke Anstieg der Exporte ist auch darauf zurückzuführen, dass die Verwendung in Deutschland in den letzten Jahren langsamer wuchs als die Produktion.

Tabelle 58: Sektoren des Marktes für Holzpellets

Pellets, gepresst, aus Sägenebenprodukten, 2020, in Mio. t _{luto}					
Produktion	2,755	122,8%	1,954	87,1%	Inlandsaufkommen
Export	0,801	35,7%	0,289	12,9%	Import
Inlandsaufkommen	1,954	87,1%	2,243	100,0%	Verwendung

Es gibt typische Pelletmärkte wie z. B. Italien. Typisch sind diese Märkte in dem Sinne, da Haushalte in diesen Ländern nicht auf ganzjährige Heizungen ausgerichtet sind, sondern überwiegend mit Übergangsheizungen, wie z. B. mit Elektroöfen heizen. Dazu sind Pelletöfen eine hervorragende Alternative, zumal sie nicht von fragilen Stromnetzen abhängig sind. Wie oben dargestellt, sind Pellets logistisch gut zu transportieren. Märkte wie Dänemark haben sich zu Handelsplätzen etabliert, auch weil sie zu den Pionieren der Pelletproduktion gehören. Das gilt auch für die Niederlande in deutlich breiterer Weise. Im Falle von Österreich könnte es zusätzlich von Bedeutung sein, dass österreichische Unternehmen der Sägeindustrie, stark in der deutschen Sägeindustrie integriert sind und so in beiden Märkten verankert sind.

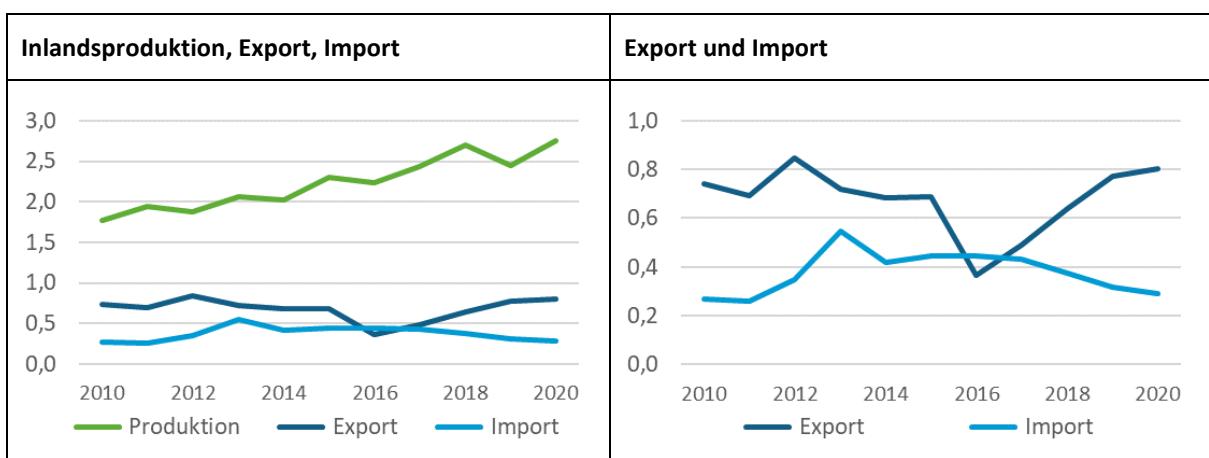
Abbildung 43: Entwicklung der Sektoren von Holzpellets in Mio. t_{luto}

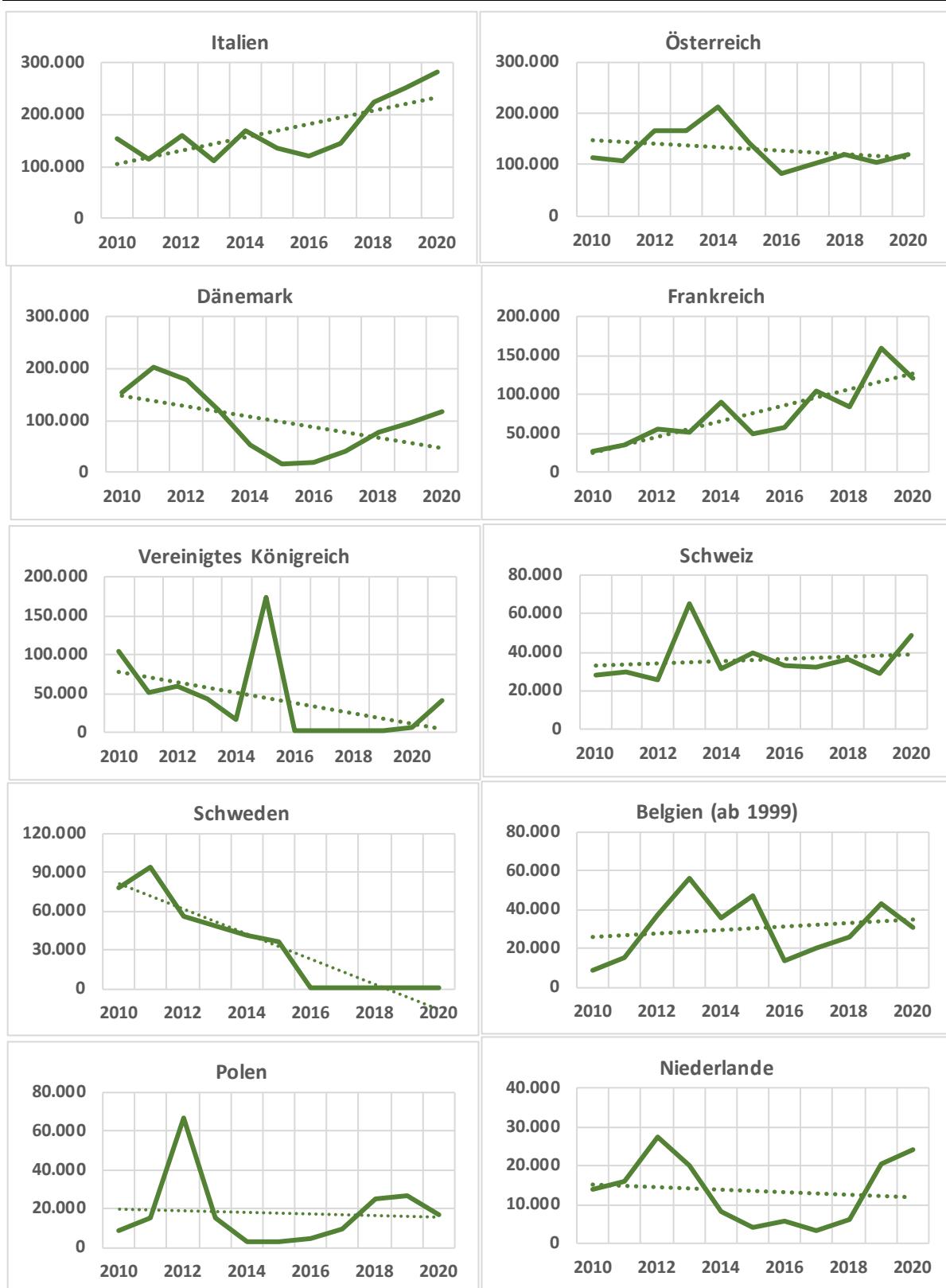
Tabelle 59: Ex- und Importländer von Holzpellets in t

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Land	2020	Mittel 2010-2020		Land	2020	Mittel 2010-2020
Italien	282.013	169.686	1	Dänemark	67.698	75.935
Österreich	119.547	130.535	2	Polen	69.037	62.199
Dänemark	116.476	97.980	3	Belgien (ab 1999)	29.333	39.866
Frankreich	121.036	76.001	4	Russische Föderation (ab 05/1992)	22.665	31.061
Vereinigtes Königreich	6.474	42.154	5	Österreich	18.609	29.180
Schweiz	48.588	36.257	6	Niederlande	9.178	26.402
Schweden	642	32.555	7	Tschechien (ab 1993)	16.335	13.741
Belgien (ab 1999)	31.013	30.257	8	Ukraine (ab 05/1992)	23.480	13.666
Polen	17.198	17.751	9	Belarus (ab 05/1992)	8.602	11.323
Niederlande	23.954	13.541	10	Frankreich	5.589	11.011
Japan	6.799	5.499	11	Luxemburg (ab 1999)	15.263	10.331
Spanien	3.000	4.431	12	Vereinigte Staaten von Amerika	415	10.031
Tschechien (ab 1993)	3.667	3.147	13	Schweden	1.145	8.729
Slowenien (ab 05/1992)	3.729	3.126	14	Lettland (ab 1992)	66	6.738
Griechenland	334	1.823	15	Litauen (ab 1992)	1.125	5.480
Russische Föderation (ab 05/1992)	1.660	1.166	16	Estland (ab 1992)	0	4.918
Kroatien (ab 05/1992)	2.823	1.146	17	Vereinigtes Königreich	20	4.431
Vereinigte Staaten von Amerika	0	984	18	Kanada	23	3.676
Taiwan	1.224	904	19	Norwegen	3.585	2.288
Luxemburg (ab 1999)	1.032	798	20	Portugal	0	1.708
Litauen (ab 1992)	1.171	731	21	Spanien	3	1.589
Ungarn	1.113	521	22	Schweiz	23	982
Israel	943	480	23	Rumänien	58	631
Hongkong	463	469	24	Finnland	0	570
Thailand	313	400	25	Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	70	302
Estland (ab 1992)	306	390	26	Slowakei (ab 1993)	128	94

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Rumänien	385	345	27	Italien	1	89
Singapur	636	336	28	Argentinien	0	78
Mexiko	831	322	29	Japan	30	59
Finnland	138	263	30	Kroatien (ab 05/1992)	237	40

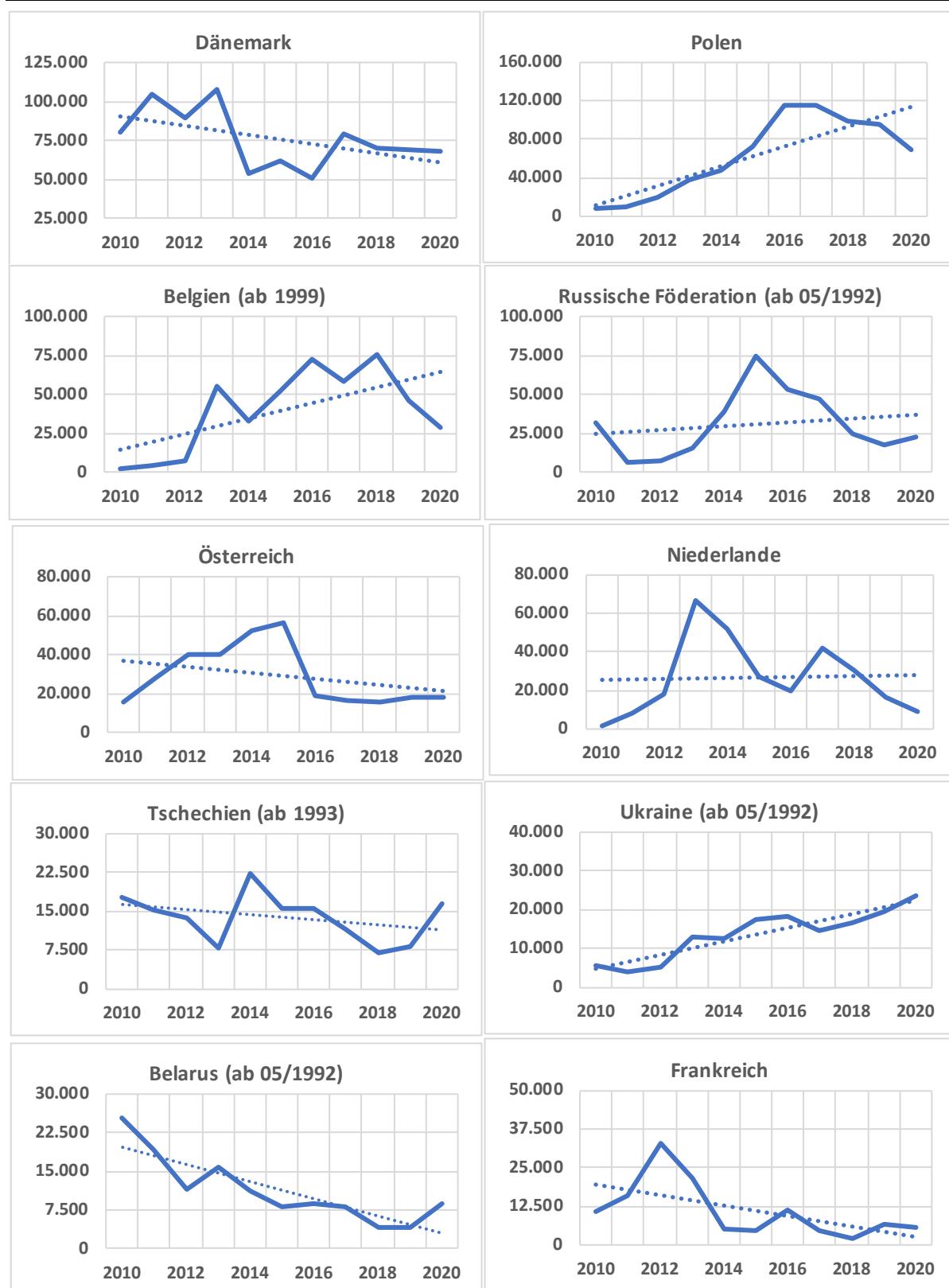
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 44: Entwicklung des Exports von Holzpellets ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 45: Entwicklung des Imports von Holzpellets ausgewählter Lieferländer (2010 - 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 60: Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzpellets exportiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Italien	152.827	160.223	170.714	120.113	223.615	282.013	169.686
Österreich	115.110	166.986	212.409	83.812	119.435	119.547	130.535
Dänemark	153.142	178.196	54.304	20.592	77.021	116.476	97.980
Frankreich	27.448	55.099	90.181	57.501	84.587	121.036	76.001
Vereinigtes Königreich	105.091	58.874	16.997	1.989	2.323	6.474	42.154
Schweiz	28.021	25.896	31.653	33.261	36.193	48.588	36.257
Schweden	78.745	55.774	40.912	261	764	642	32.555
Belgien (ab 1999)	8.736	36.995	35.332	13.272	25.575	31.013	30.257
Polen	8.419	66.904	3.208	4.406	24.809	17.198	17.751
Niederlande	14.056	27.468	8.205	5.552	6.003	23.954	13.541

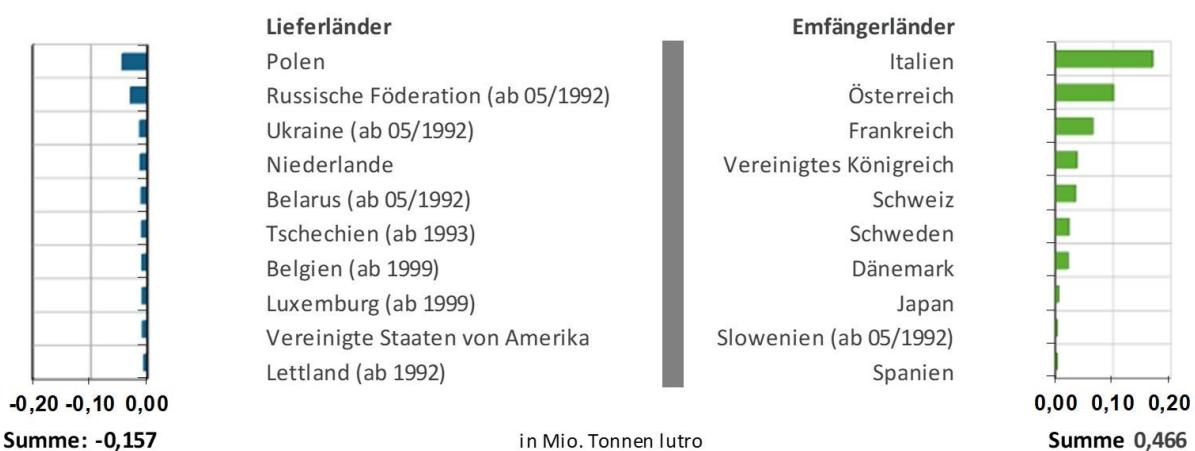
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 61: Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzpellets importiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Dänemark	79.991	89.497	53.551	50.854	70.639	67.698	75.935
Polen	7.118	19.518	46.951	114.575	98.112	69.037	62.199
Belgien (ab 1999)	2.525	7.582	32.919	73.142	75.836	29.333	39.866
Russische Föderation (ab 05/1992)	32.294	7.067	39.147	53.538	24.968	22.665	31.061
Österreich	15.508	40.287	52.074	19.007	15.911	18.609	29.180
Niederlande	1.448	17.710	52.137	19.340	30.606	9.178	26.402
Tschechien (ab 1993)	17.717	13.668	22.342	15.482	7.066	16.335	13.741
Ukraine (ab 05/1992)	5.624	5.242	12.434	18.475	16.660	23.480	13.666
Belarus (ab 05/1992)	25.241	11.406	11.270	8.656	4.087	8.602	11.323
Frankreich	11.003	32.619	5.255	11.285	2.087	5.589	11.011

Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 46: Die jeweils 10 wichtigsten Netto-Lieferländer nach und Netto- Empfängerländer von Deutschland für Holzpellets in Mio. t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Die dargestellte Ist-Situation des Außenhandels mit Holzpellets zeigt somit eher einen Exportüberhang bei relativ stabilen und sehr mäßigen Importzahlen. Ein Blick auf die Nutzung und Importleistungen anderer Länder Europas zeigt, dass hier auch größere Dimensionen möglich sein können, je nachdem ob im Energiesektor eine Entscheidung zum deutlichen Ausbau der Holzenergienutzung fällt. Auch in Deutschland ist die Mitverbrennung von holzbasierten Brennstoffen in Kohlekraftwerken bzw. die Umrüstung von der Kohleverbrennung auf Holzverbrennung in der Diskussion (siehe hierzu u.a. die Zusammenstellung des Hamburger Energietischs (2021) („Mit hohen Fördergeldern Bäume statt Kohle verheizen?“ 2021). Mit welchen Dimensionen eine Entscheidung in diese Richtung verbunden sein kann, zeigt das Beispiel des Kraftwerks von DraxPower in Selby, Großbritannien (siehe Textbox in Kapitel 3.2).

A.1.4 Sonstige gepresste Sägespäne, Holzabfälle und Holzausschuss (Holzbriketts)

Andere gepresste Holzprodukte als Pellets finden erst später Eingang in die Statistik.

Definition von Holzbriketts (Sonstige gepresste Sägespäne, Holzabfälle und Holzausschuss)

Außenhandel:

2013 - 2016 WA44013900 Holzabfälle, Sägespäne und Holzausschuss gepresst

ab 2017 WA44013920 Holzabfälle,-ausschuß zu Briketts gepresst)

Verwendung und Produktion:

ab 2019 GP19-162915003 Briketts, Scheiten a. Sägespänen u. Ä. zusammengepr.

Synonym dieser Gruppe: **Holzbriketts**

Die Gruppe erfasst alle gepressten Holzteile, die nicht Pellets sind.

Charakterisierung des Marktes von Holzbriketts

Struktur:

Der Markt wurde lange Zeit nicht beachtet. Daten wurden in der Außenhandelsstatistik ab 2013 erfasst und in die Produktionsstatistik ab 2019. Im Rohstoffmonitoring wurde die Nutzung von Holzbriketts privater Haushalte im Rahmen der Haushaltsbefragungen erhoben. In der Anfangsphase hatte der Import vermutlich größere Anteile. Eine nennenswerte Produktion dürfte erst in den letzten zehn Jahren erfolgt sein. Allerdings enthält der Markt eine große Dunkelziffer, da das Pressen von Briketts ohne Qualitätsanforderung geringe technische Anforderungen stellt. Mit einfachen Mitteln ist die Produktion selbst im DIY-Verfahren möglich. Somit dürfte es zahlreiche Betriebe geben die der Erfassung, aufgrund statistischer Abschneidegrenzen, entgehen.

Tabelle 62: Sektoren des Marktes für Holzbriketts

Sonstige, gepresste Sägespäne, Holzabfall (Briketts), 2020, in Mio. t _{lutro}					
Produktion	0,806	79,4%	0,756	74,5%	Inlandsaufkommen
Export	0,050	4,9%	0,259	25,5%	Import
Inlandsaufkommen	0,756	74,5%	1,015	100,0%	Verwendung

Entwicklung:

Holzbriketts waren im Rohstoffmonitoring schon sehr früh (spätestens ab 2000) in signifikanter Menge (ca. 100.000 t_{lutro}) feststellbar. Dafür spricht auch einer ihrer Wettbewerbsvorteile. Die lange Brenndauer ermöglicht es in traditionellen Holzheizungen oder Holzöfen die Glut über Nacht zu halten. Die Diskrepanz zwischen den Werten der aktuellen Produktionsstatistik und der Verwendung im Rohstoffmonitoring (Haushalte) muss kein Fehler sein, sondern ist eher ein Hinweis auf bisher noch nicht untersuchte Verwendungen. Dafür spricht die geringe Qualität (Sortenreinheit) im Verhältnis zu Pellets. Sie sind in Bezug auf ihren Heizwert günstiger zu produzieren als Pellets und kostengünstiger zu transportieren als Brennholz. Somit sind größere Verwendungen im gewerblichen und industriellen Bereich möglich.

Abbildung 47: Entwicklung der Sektoren des Marktes für Holzbriketts in Mio. t_{lutro}

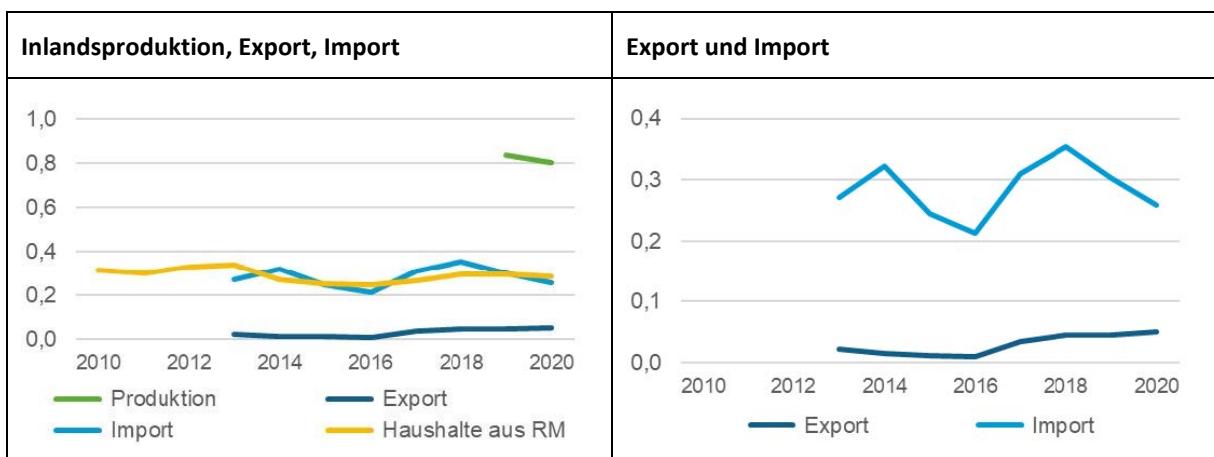


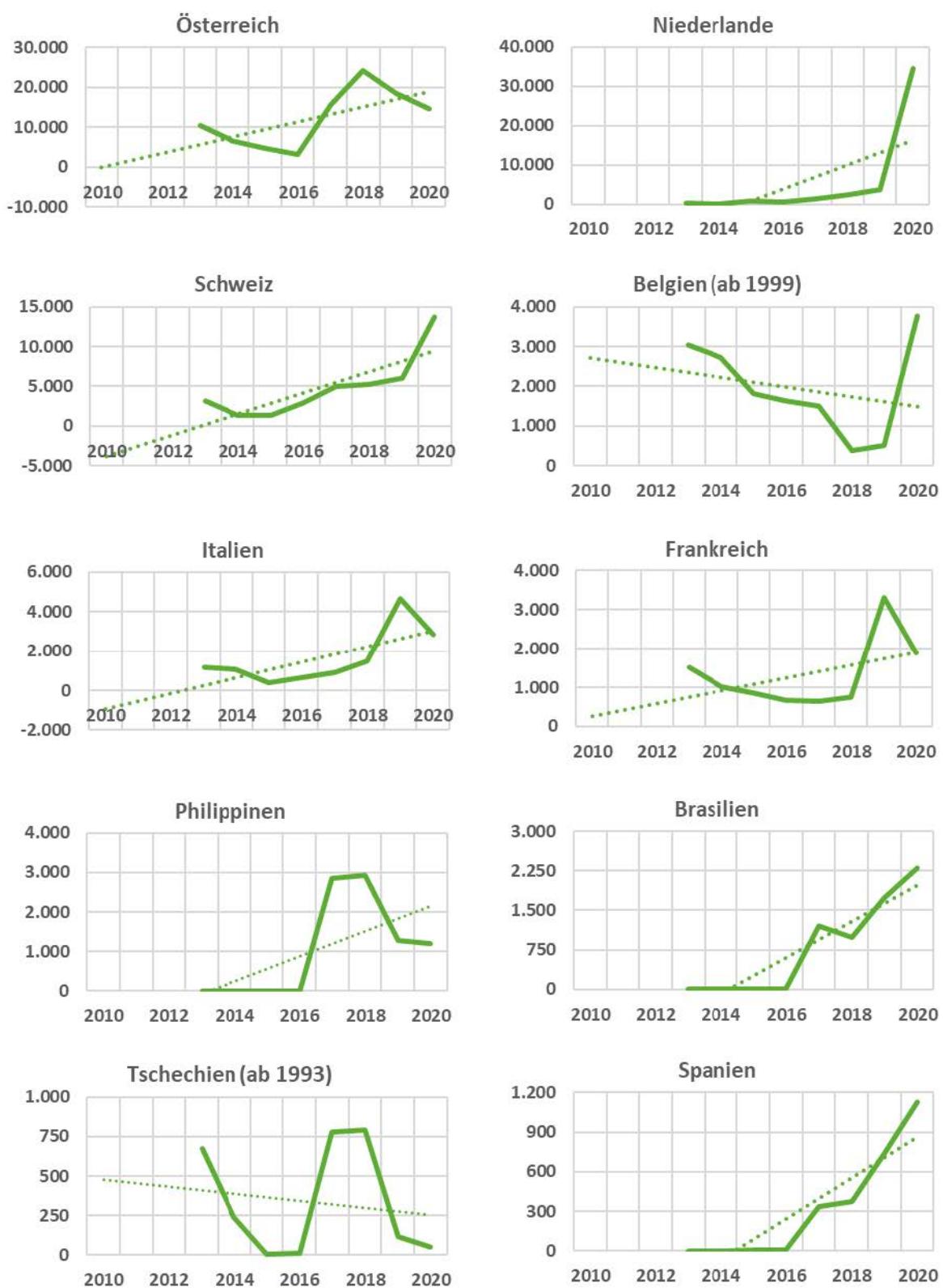
Tabelle 63: Ex- und Importländer von Holzbriketts in t

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Land	2020	Mittel 2010-2020		Land	2020	Mittel 2010-2020
Österreich	14.603	12.243	1	Polen	70.707	88.640
Niederlande	34.461	5.415	2	Ukraine (ab 05/1992)	49.034	46.786
Schweiz	13.677	4.809	3	Belarus (ab 05/1992)	54.717	37.169
Belgien (ab 1999)	3.773	1.924	4	Russische Föderation (ab 05/1992)	24.045	29.031
Italien	2.861	1.656	5	Lettland (ab 1992)	8.980	18.159
Frankreich	1.888	1.327	6	Litauen (ab 1992)	6.162	17.870
Philippinen	1.210	1.036	7	Tschechien (ab 1993)	9.335	9.183
Brasilien	2.303	778	8	Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	4.412	8.702
Tschechien (ab 1993)	54	334	9	Kroatien (ab 05/1992)	8.676	6.000
Spanien	1.132	324	10	Rumänien	2.628	5.806
Australien	604	249	11	Österreich	7.993	5.379
Republik Korea	547	232	12	Niederlande	1.227	3.502
Israel	160	231	13	Slowenien (ab 05/1992)	3.482	2.525
Vietnam	250	213	14	Schweiz	6.337	2.163
Luxemburg (ab 1999)	269	211	15	Belgien (ab 1999)	1.864	1.220
Dänemark	241	197	16	Dänemark	8.811	1.212
Malaysia	444	185	17	Slowakei (ab 1993)	443	1.011
Taiwan	248	166	18	Estland (ab 1992)	0	468
Ungarn	21	159	19	Frankreich	1.052	427
Volksrepublik China	529	133	20	Vereinigtes Königreich	1.375	342
Polen	171	104	21	Serbien (ab 06/2005)	23	261
Thailand	307	81	22	Italien	90	157
Griechenland	93	69	23	Schweden	0	131
Finnland	23	65	24	Ungarn	0	71
Japan	176	57	25	Luxemburg (ab 1999)	24	64
Mexiko	50	52	26	Vereinigte Staaten von Amerika	46	31

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Serbien (ab 06/2005)	36	43	27	Indonesien	51	17
Argentinien	76	35	28	Republik Moldau (ab 05/1992)	0	13
Peru	101	35	29	Volksrepublik China	58	12
Schweden	106	34	30	Kolumbien	0	7

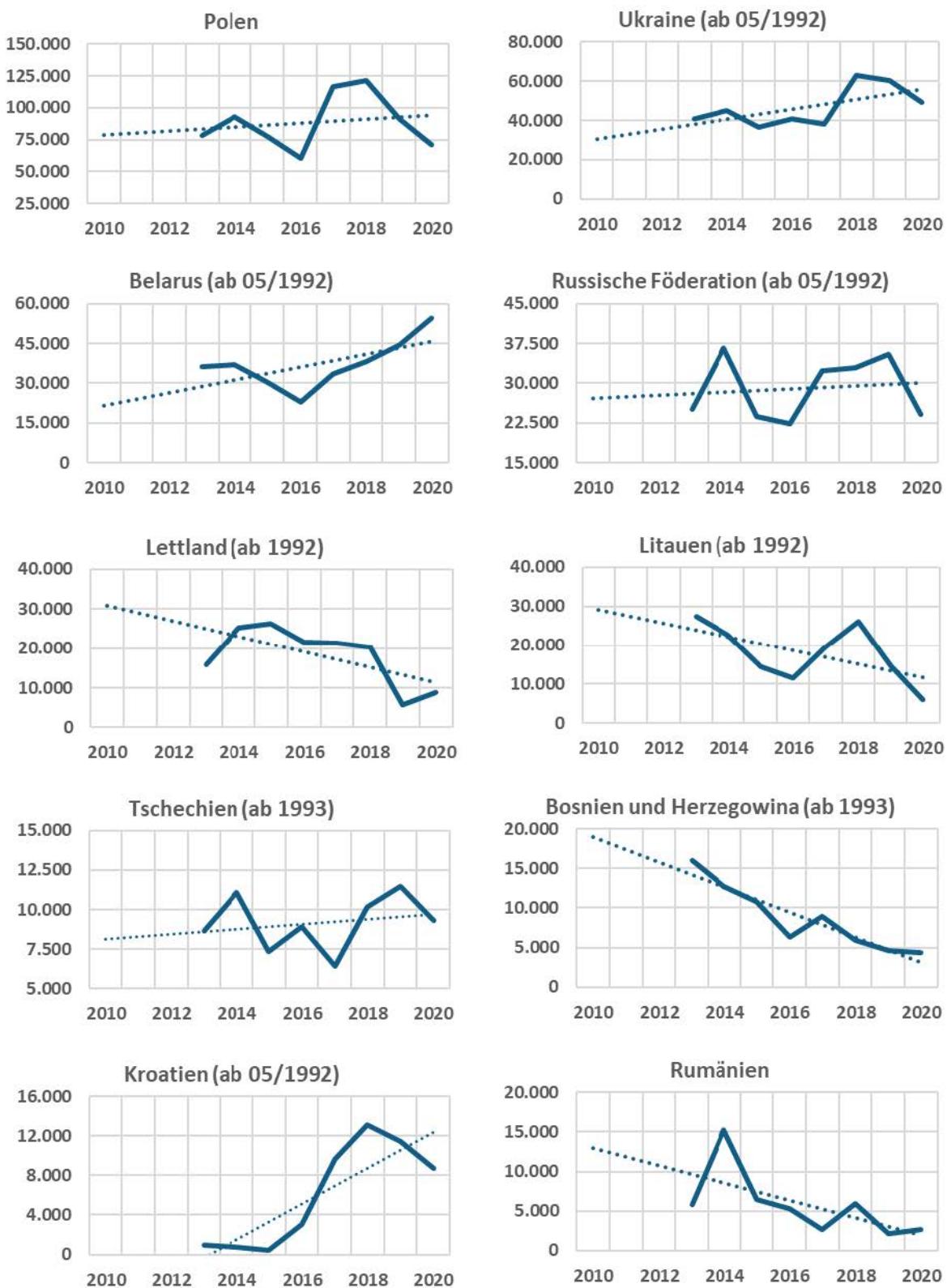
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 48: Entwicklung des Exports von Holzbriketts ausgewählter Empfängerländer (2010 – 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 49: Entwicklung des Imports von Holzbriketts ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 64: Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzbriketts exportiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Österreich	10.535	6.540	4.624	3.087	24.288	14.603	12.243
Niederlande	191	40	894	569	2.269	34.461	5.415
Schweiz	3.115	1.307	1.324	2.917	5.211	13.677	4.809
Belgien (ab 1999)	3.039	2.718	1.811	1.645	377	3.773	1.924
Italien	1.185	1.081	382	666	1.506	2.861	1.656
Frankreich	1.502	1.024	850	674	746	1.888	1.327
Philippinen	0	0	0	0	2.926	1.210	1.036
Brasilien	0	0	0	0	979	2.303	778
Tschechien (ab 1993)	675	244	6	11	788	54	334
Spanien	0	1	4	5	376	1.132	324

Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 65: Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzbriketts importiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010- 2020)
Polen	78.300	92.724	77.879	60.583	121.479	70.707	88.640
Ukraine (ab 05/1992)	41.027	45.166	36.287	40.816	63.153	49.034	46.786
Belarus (ab 05/1992)	36.255	36.911	30.150	23.057	38.185	54.717	37.169
Russische Föderation (ab 05/1992)	25.001	36.707	23.652	22.268	32.838	24.045	29.031
Lettland (ab 1992)	15.888	25.171	26.196	21.690	20.220	8.980	18.159
Litauen (ab 1992)	27.501	22.646	14.530	11.689	26.154	6.162	17.870
Tschechien (ab 1993)	8.637	11.055	7.356	8.935	10.197	9.335	9.183
Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	15.966	12.731	10.729	6.340	5.913	4.412	8.702
Kroatien (ab 05/1992)	907	759	464	3.054	13.139	8.676	6.000
Rumänien	5.877	15.211	6.443	5.351	6.019	2.628	5.806

Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 50: Die jeweils 10 wichtigsten Netto-Lieferländer nach und Netto- Empfängerländer von Deutschland für Holzbriketts in Mio. t_lutro



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

A.1.5 Holzabfälle (Altholz)

Die Verwendung von Recyclingstoffen war Anfang des Jahrtausends noch nicht so ausgeprägt, sodass auch Resthölzer oder Energieholzprodukte enthalten sein konnten. Die Sortimente wurden zunehmend differenziert, sodass die Warennummern für den hier betrachteten Zeitraum (2010 bis 2020) den Kernbereich der Holzabfälle kennzeichnen.

Definition von Holzabfällen (Altholz)

Außenhandel:

WA44013090 Holzabfälle u. Holzausschuss, Pellets u. a. (2006 b. 2008) teilweise

WA44013080 Holzabfälle u. Holzausschuss, a.n.g. (2009 b. 2011)

WA44013990 Holzabfälle u. Holzausschuss, a.n.g. (2011 b. 2012)

WA44013980 Holzabfälle u. Holzausschuss, a.n.g. (2013 b. 2016)

WA44014090 Holzabfälle und Holzausschuss, a.n.g. (ab 2017)

Verwendung und Produktion (Aufkommen im Entsorgungssystem):

Rohstoffmonitoring (2018-2020)

Synonym dieser Gruppe: **Altholz**

Charakterisierung des Marktes von Altholz

Struktur:

Der Markt für Altholz ist in verschiedener Weise dokumentiert. Die Abfallstatistik weist zahlreiche Positionen (AVV-Nummern) aus, in denen Altholz vorkommt. Die Abfallgruppen enthalten nicht nur sortenreines Altholz. Somit wird das Altholz teilweise über Anteile empirischer Studien ermittelt. Zudem werden die Abfallströme insgesamt dargestellt. Dadurch werden Mengen des Intrahandels doppelt gezählt. Alle Teilnehmer des Marktes, die Altholz in jedweder Form aufnehmen.

Im Rohstoffmonitoring wird die Altholzmenge im Entsorgungssystem (Altholzentsorger und -verarbeiter) erfasst. Dabei wird zwischen Handelsvolumen und Marktvolumen unterschieden. Das Handelsvolumen enthält den Intrahandel. Z. B. kleine Entsorger liefern Altholz an größere, die entsprechende Anlagen zur Sortierung und Bearbeitung haben. Im Marktvolumen ist der Intrahandel herausgerechnet. Das Fachbetriebsregister enthält ca. 5.000 Betriebe mit einer Berechtigung Altholz zu handhaben. Neben den Betrieben, die Altholz einsammeln, befinden sich darunter auch zahlreiche Betriebe, die Holz nur transportieren, handeln oder in Anlagen energetisch nutzen. Das Handelsvolumen kann somit deutlich über der tatsächlich im Markt verfügbaren Menge (Marktvolumen) liegen, weil es durch mehrere Hände geht. Das Marktvolumen im Erfassungssystem wird im Folgenden an der Position „Produktion“ ausgewiesen. Es entspricht wie der Außenhandel der im Markt verfügbaren Menge. Je nach Fragestellung kann man eine andere Wahl treffen.

Eine dritte Möglichkeit, die Abfallmenge zu erfassen, erfolgt im Rohstoffmonitoring über die Endverwender (BMA und Haushalte). Die Mengen in Haushalten ergeben sich aus der Haushaltsbefragung und stellen interne Verwendung der Haushalte von Holzresten aus Verarbeitung (DiY) und Gebrauchtholz dar.

Im Außenhandel sind zwei Warenströme zu unterscheiden, die Warenpositionen der Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamtes (s. o.) und die notifizierungspflichtigen Holzabfälle, die durch das Umweltbundesamt erfasst werden. Da Letztere nicht nach Ländern ausgewiesen werden, erfolgt die Darstellung anhand der Warenpositionen der Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamtes. Der folgende Vergleich der beiden Warenströme weist die Relevanz, bzw. ihren Anteil an der Verwendung von Altholz aus.

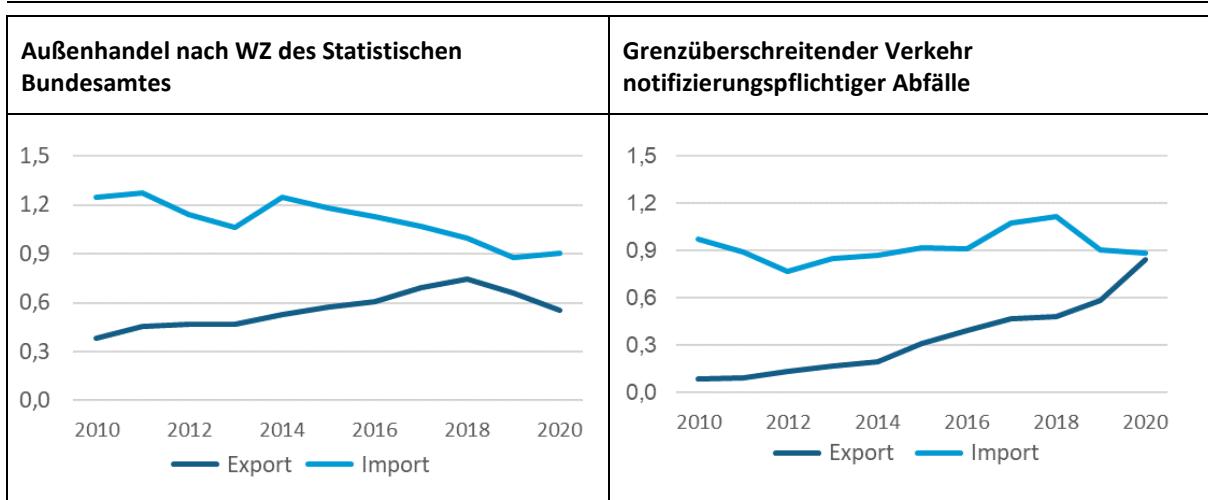
Tabelle 66: Sektoren des Marktes für Altholz

Holzabfälle und Holzausschuss (Altholz), 2020, in Mio. t_lutro					
Entsorgung *	8,035	81,8%	9,434	96,0%	Inlandsaufkommen
Export (WA)	0,556	5,7%	0,904	9,2%	Import (WA)
Export (UBA)	0,843	8,6%	0,883	9,0%	Import (UBA)
Export, insgesamt	1,399	14,2%	1,787	18,2%	Import, insgesamt
Aufkommen	9,434	96,0%	9,822	100,0%	Verwendung

*) Altholz im Entsorgungssystem laut Altholzstudie des Rohstoffmonitorings

(WA) = Außenhandelsstatistik; UBA = notifizierungspflichtige Abfälle (Wert noch 2019)

Abbildung 51: Vergleich des Außenhandels nach WZ und notifizierungspflichtiger Holzabfälle (UBA) im Vergleich Mio. t_{luto}



Entwicklung:

Die Entwicklung des Marktes für Altholz hängt zum einen von der Entwicklung des Entsorgungssystems ab. Dieser Treiber kann für Deutschland als weitgehend abgeschlossen betrachtet werden. Darüber hinaus ist der Anfall von Altholz vor allem von der Aktivität in den Verbrauchermärkten (Bau, Möbel, Verpackung) abhängig. Je stärker es in diesen Bereichen zu Austauschprozessen kommt (Gebäudemodernisierung, Möbelkauf, Transportaktivität), je höher ist das Aufkommen von Gebrauchtholz. Der Preis bewegt das Angebot nur geringfügig, weil er für den Altholzbesitzer (Haushalt) keine Bedeutung hat. Nachfrageseitig ist zu beobachten, dass sinkende Preise zur Substitution anderer Holzsortimente führen. Die Nachfragekapazität ist kurzfristig auch eher inflexibel. Weil Angebot und Nachfrage relativ unbeweglich sind, schwankt der Preis sehr stark. Eine offizielle Preisstatistik zum Altholz ist beim Statistischen Bundesamt in Planung. Bis dahin ist man auf Meldungen zu Preisbereichen aus dem EUWID angewiesen.

Der negative Außenhandelssaldo (Ex-Im) geht tendenziell zurück. Etwa seit 2014 sinken die Importe und steigen die Exporte, sodass der Außenhandelssaldo 2020 nur noch ca. 400.000 t beträgt, ggü. 800.000 t im Jahr 2010. Sollte sich die Tendenz fortsetzen, wird das Entwicklungspotenzial des Altholzmarktes weitgehend vom inländischen Aufkommen bestimmt werden.

Abbildung 52: Entwicklung der Sektoren des Altholzmarktes in Mio. t_{luto}

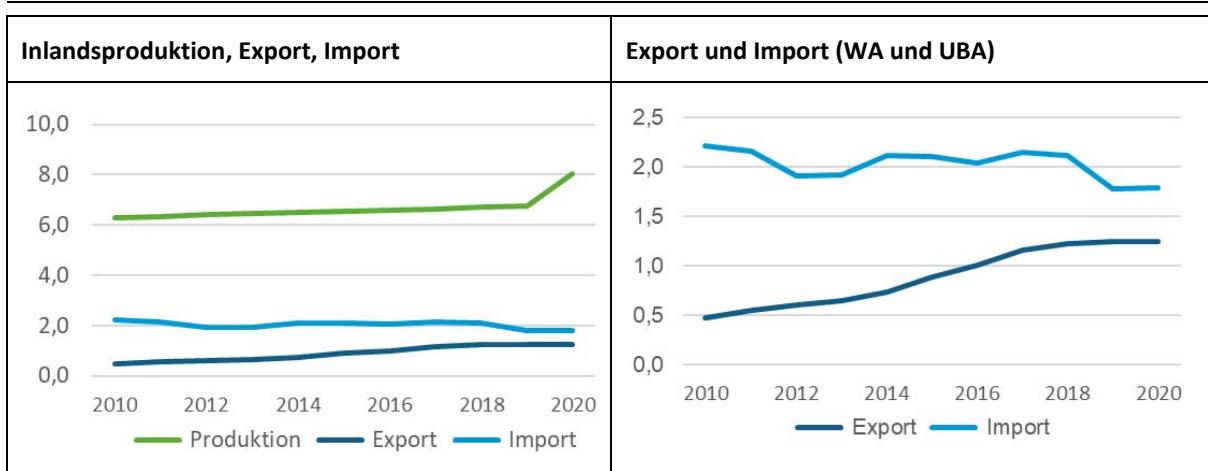


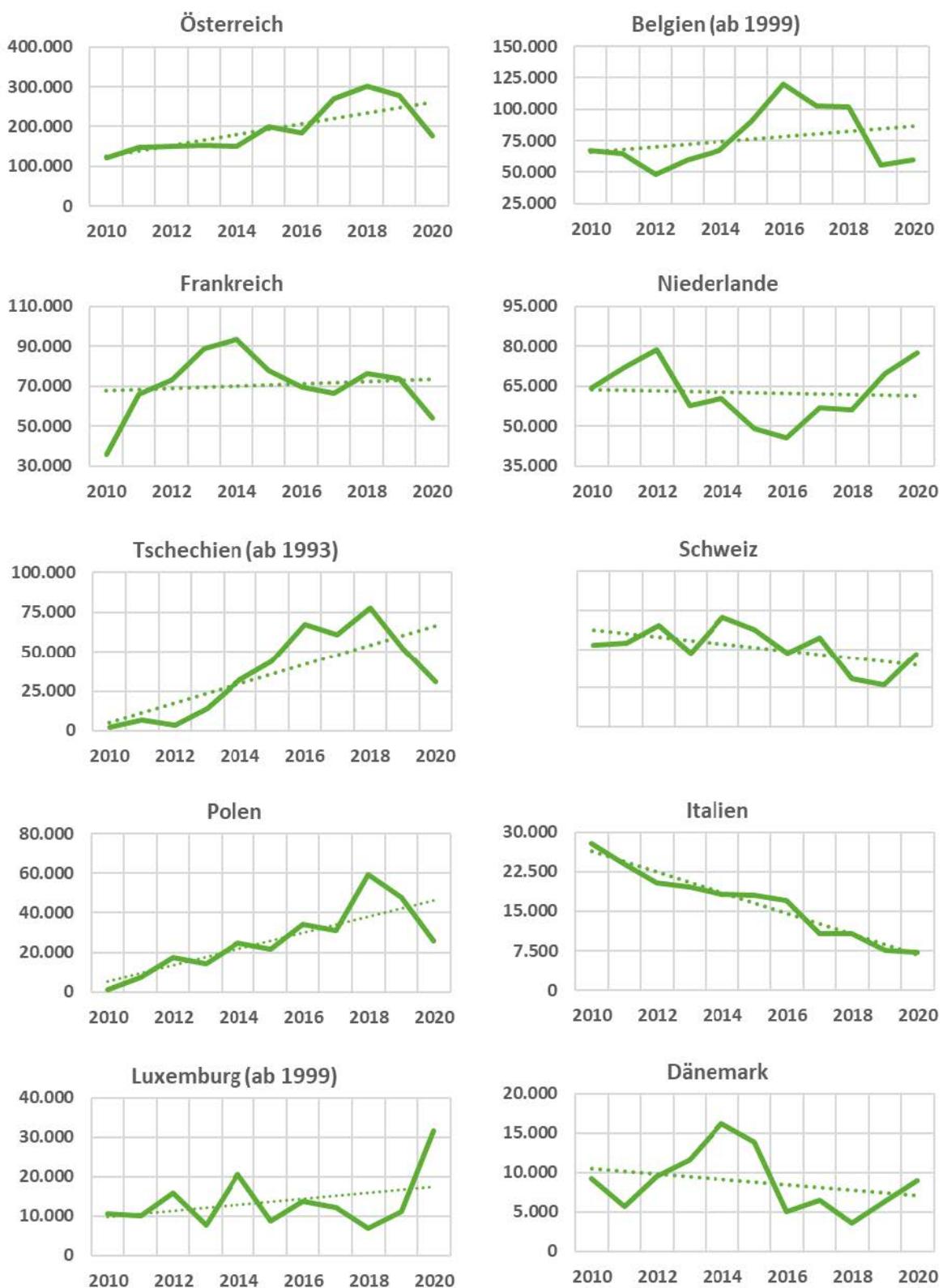
Tabelle 67: Ex- und Importländer von Altholz in t

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Land	2020	Mittel 2010-2020		Land	2020	Mittel 2010-2020
Österreich	176.007	194.195	1	Niederlande	400.675	463.965
Belgien (ab 1999)	59.990	76.126	2	Schweiz	107.339	133.573
Frankreich	54.144	70.533	3	Polen	103.087	112.352
Niederlande	77.514	62.627	4	Dänemark	41.835	83.800
Tschechien (ab 1993)	31.150	35.659	5	Belgien (ab 1999)	93.885	77.945
Schweiz	28.812	30.443	6	Frankreich	37.724	61.832
Polen	25.956	25.893	7	Tschechien (ab 1993)	15.275	35.899
Italien	7.230	16.515	8	Österreich	35.979	32.174
Luxemburg (ab 1999)	31.515	13.551	9	Italien	32.569	27.318
Dänemark	9.025	8.765	10	Vereinigtes Königreich	1	11.668
Ungarn	11.332	7.076	11	Schweden	253	9.101
Schweden	21.365	3.676	12	Ukraine (ab 05/1992)	62	8.210
Spanien	562	2.610	13	Luxemburg (ab 1999)	5.065	7.623
Vereinigtes Königreich	10.130	1.823	14	Belarus (ab 05/1992)	3.528	7.202
Finnland	1.512	1.373	15	Portugal	11.317	6.612
Slowenien (ab 05/1992)	1.607	964	16	Russische Föderation (ab 05/1992)	38	6.282
Slowakei (ab 1993)	6.384	893	17	Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	0	3.924
Singapur	129	811	18	Lettland (ab 1992)	5.300	2.786
Vereinigte Arabische Emirate	943	687	19	Litauen (ab 1992)	2.720	1.946
Portugal	1.096	536	20	Vereinigte Staaten von Amerika	1.361	1.540
Rumänien	816	449	21	Norwegen	0	1.399
Kroatien (ab 05/1992)	293	224	22	Rumänien	236	1.051
Russische Föderation (ab 05/1992)	14	208	23	Spanien	5.723	1.015
Norwegen	236	191	24	Kroatien (ab 05/1992)	0	821
Republik Korea	9	174	25	Estland (ab 1992)	25	507
Bahrain	133	169	26	Slowakei (ab 1993)	0	402
Litauen (ab 1992)	128	123	27	Slowenien (ab 05/1992)	95	270

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Israel	37	111	28	Finnland	0	176
Thailand	28	104	29	Ungarn	0	147
Philippinen	4	88	30	Volksrepublik China	220	69

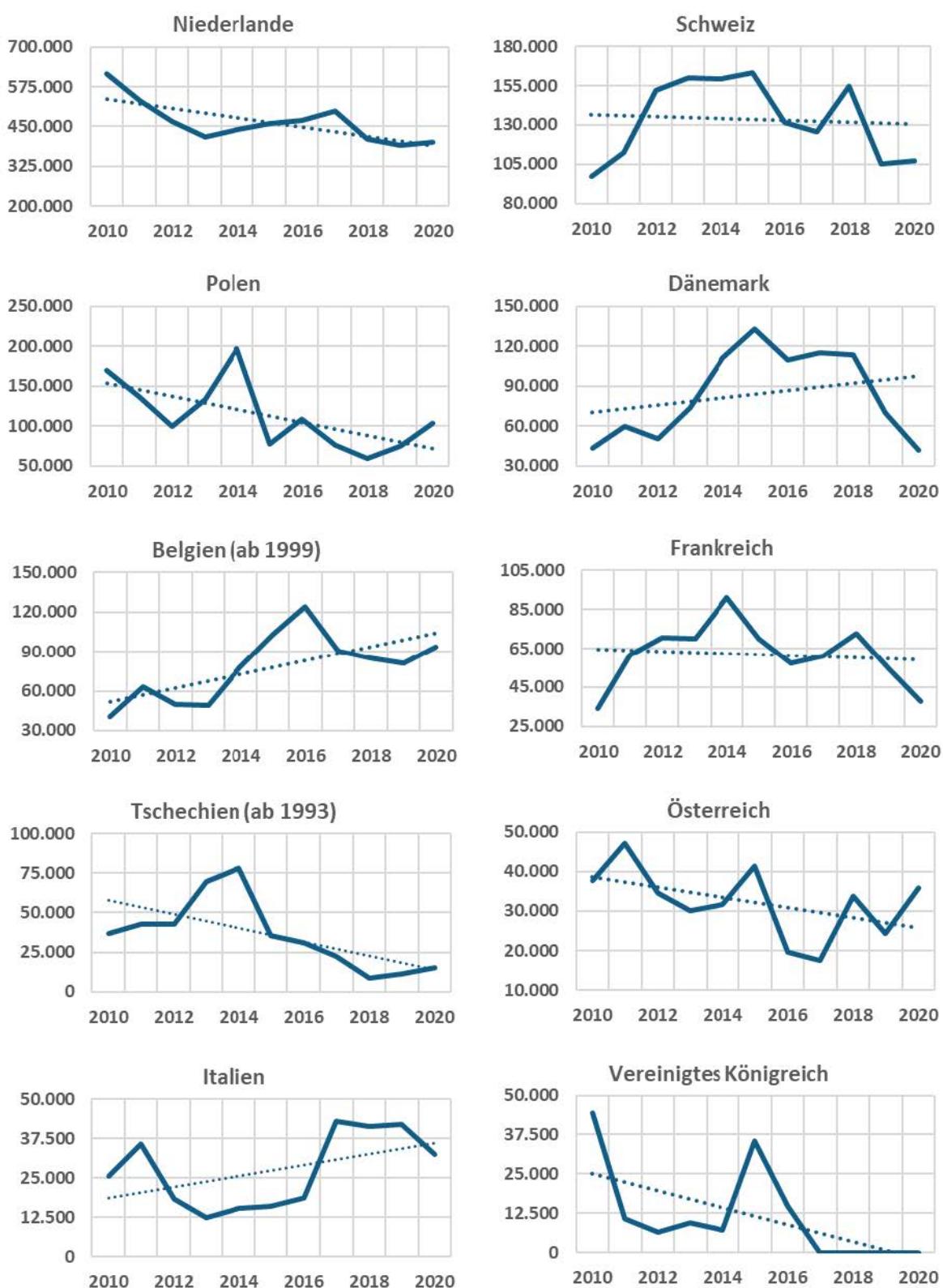
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 53: Entwicklung des Exports von Altholz ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 54: Entwicklung des Imports von Altholz ausgewählter Lieferländer (2010 - 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 68: Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Altholz exportiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Österreich	122.422	151.254	151.221	183.315	302.656	176.007	194.195
Belgien (ab 1999)	67.342	48.423	67.130	120.080	101.976	59.990	76.126
Frankreich	35.621	73.419	93.595	69.796	76.395	54.144	70.533
Niederlande	64.481	78.788	60.244	45.512	56.290	77.514	62.627
Tschechien (ab 1993)	2.511	3.332	32.135	67.171	77.980	31.150	35.659
Schweiz	31.150	36.082	38.180	29.006	22.316	28.812	30.443
Polen	1.428	17.228	24.879	33.993	59.286	25.956	25.893
Italien	27.940	20.369	18.176	16.989	10.844	7.230	16.515
Luxemburg (ab 1999)	10.697	15.890	20.535	13.848	6.798	31.515	13.551
Dänemark	9.281	9.550	16.178	5.071	3.605	9.025	8.765

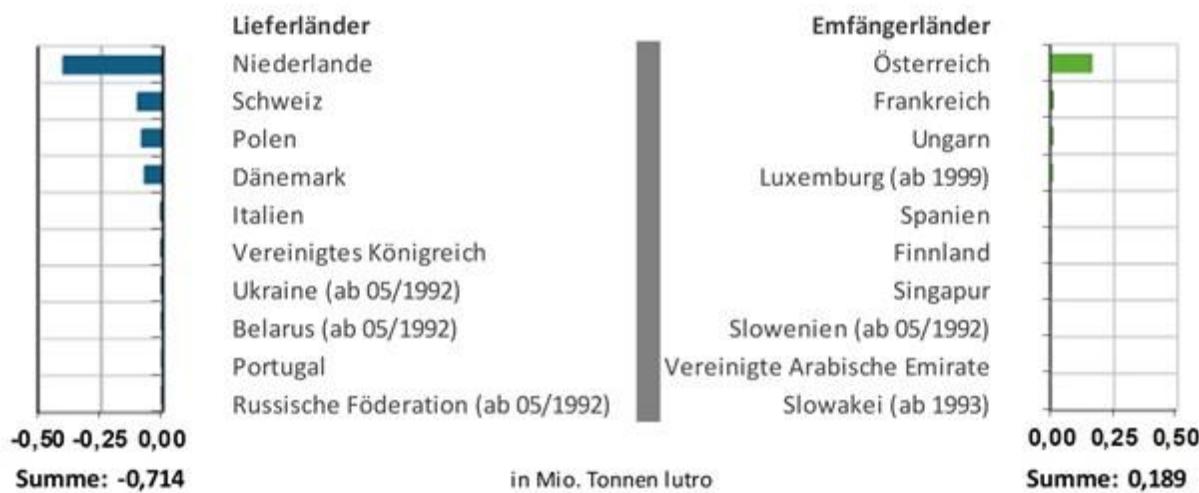
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 69: Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Altholz importiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Niederlande	615.543	467.259	439.155	469.062	411.957	400.675	463.965
Schweiz	97.293	152.251	159.338	131.691	154.847	107.339	133.573
Polen	169.503	99.670	197.293	108.418	59.335	103.087	112.352
Dänemark	43.359	50.625	111.392	109.444	113.870	41.835	83.800
Belgien (ab 1999)	40.837	49.802	78.061	123.747	84.676	93.885	77.945
Frankreich	34.066	70.451	91.293	57.125	72.498	37.724	61.832
Tschechien (ab 1993)	36.586	42.978	77.956	31.198	8.951	15.275	35.899
Österreich	37.810	34.631	31.751	19.494	33.829	35.979	32.174
Italien	25.411	18.186	15.463	18.441	41.334	32.569	27.318
Vereinigtes Königreich	44.374	6.403	7.260	14.753	17	1	11.668

Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 55: Die jeweils 10 wichtigsten Netto-Lieferländer nach und Netto- Empfängerländer von Deutschland für Altholz in Mio. t_{luto}



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

A.1.6 Holzkohle

Holzkohle ist ein relativ homogenes Produkt, sodass die Klassifikation recht konstant ist. 2007 hat die Warennummer gewechselt, aber es kam zu keiner Veränderung des Produktes. Der Zusatz „auch zusammengepresst“ weist darauf hin, dass auch Holzkohle, die aus Resten der Produktion von Holzkohle gepresst werden dazugehören. Ab 2017 wurde zusätzlich die Gruppe Holzkohle aus Bambus aufgenommen. In der Zeit von 2017 bis 2020 wurde hierzu aber nur Lieferungen aus China ausgewiesen, die im Mittel eine geringe Menge von 211 t ausmachten. Sie wurden ab 2017 mit der bisherigen Gruppe (WA 44029000) zusammengefasst.

Definition von Holzkohle

Außenhandel:

bis 2006	WA44020000	Holzkohle, auch zusammengepresst
bis 2007	WA44029000	Holzkohle, a.n.g., auch zusammengepresst
ab 2017	WA44021000	Holzkohle, auch zusammengepresst, aus Bambus

Verwendung und Produktion:

eigene Erhebung

Synonym dieser Gruppe: **Holzkohle**

Ursprünglich wurde inländische Produktion der Einschlagsrückrechnung des TI entnommen. Sie betrug 73.894 m³ (Festmeteräquivalent). Wie viel Rohholz wird eingesetzt, um eine Tonne Holzkohle zu produzieren? Die UNECE weist für Europa einen Median in Höhe von 6 m³/t aus und für Deutschland in Höhe von 5 m³/t, was 14.778 t Holzkohle entspräche. Der Umrechnungsfaktor wurde durch die eigenen Recherchen bestätigt, da die Produktionsverfahren in Deutschland effizienter arbeiten. Die Produktionsmenge insgesamt betrug nach eigenen Recherchen jedoch 40.000 t oder 200.000 m³. Davon wird im Folgenden

ausgegangen. Es gibt hierzu keine Zeitreihen, sodass der Wert konstant für die gesamte Periode verwendet wird.

Charakterisierung des Marktes von Holzkohle

Struktur:

Der Markt für Holzkohle unterscheidet sich von den bisher betrachteten Märkten durch eine geringe Inlandsproduktion. Importe dominieren den Markt.

Ein weiteres abweichendes Strukturmerkmal ist, dass Holzkohle in Deutschland so gut wie vollständig zum Grillen verwendet wird und somit nicht zum Erzeugen von Wärme oder Energie im Sinne der übrigen Holzenergierohstoffe. Aus diesem Grunde fließt es in die folgenden Übersichten nicht ein.

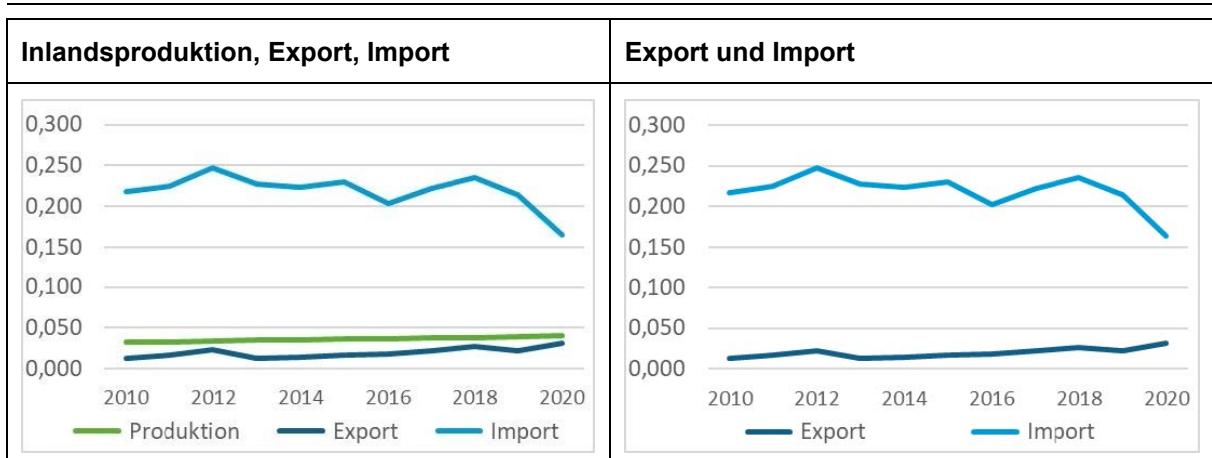
Entwicklung:

Entsprechend der Freizeitverwendung ist eine Mengenentwicklung wie in anderen haushaltsnahen Verbrauchsmärkten zu erwarten, also eine relativ stabile Entwicklung. Tatsächlich bewegt sich der Import von Holzkohle zwischen 2010 und 2019 zwischen 200.000 und 250.000 t. Der deutliche Einbruch auf 165.000 t im Jahr 2020 dürfte auf die Corona-Pandemie zurückzuführen sein, die private Zusammenkünfte größerer Art verhindert hat. Interessanterweise sind im Jahr 2020 die Exporte deutlich gestiegen. Es kann vermutet werden, dass langfristige Handelsbeziehungen oder auch Verträge aufrechterhalten wurden und Überschussmengen exportiert wurden.

Tabelle 70: Sektoren des Marktes für Holzkohle

Holzkohle, 2020, in Mio. t _{luto}					
Produktion	0,040	23,1%	0,008	4,9%	Inlandsaufkommen
Export	0,032	18,2%	0,165	95,1%	Import
Inlandsaufkommen	0,008	4,9%	0,173	100,0%	Verwendung

Abbildung 56: Entwicklung der Sektoren des Marktes für Holzkohle in Mio. t_{luto}



*) Bei nicht gemeldeten Daten einzelner Jahre wird der Mittelwert aus den verfügbaren Daten gebildet.

Die meisten Importe kommen aus osteuropäischen Ländern. Beim Import von Holzkohle treten erstmals auch außereuropäische Länder (Paraguay, Nigeria, Indonesien, Argentinien, Nigeria, Namibia) in größerer Anzahl auf. Höhere Wertigkeit und geringere Transportkosten im

Vergleich zu anderen Holzenergieprodukten dürften dabei den Ausschlag geben. Die große Menge Holzkohle aus Polen könnte auch aus Exporten bestehen, die aus zuvor importierten Mengen stammen.

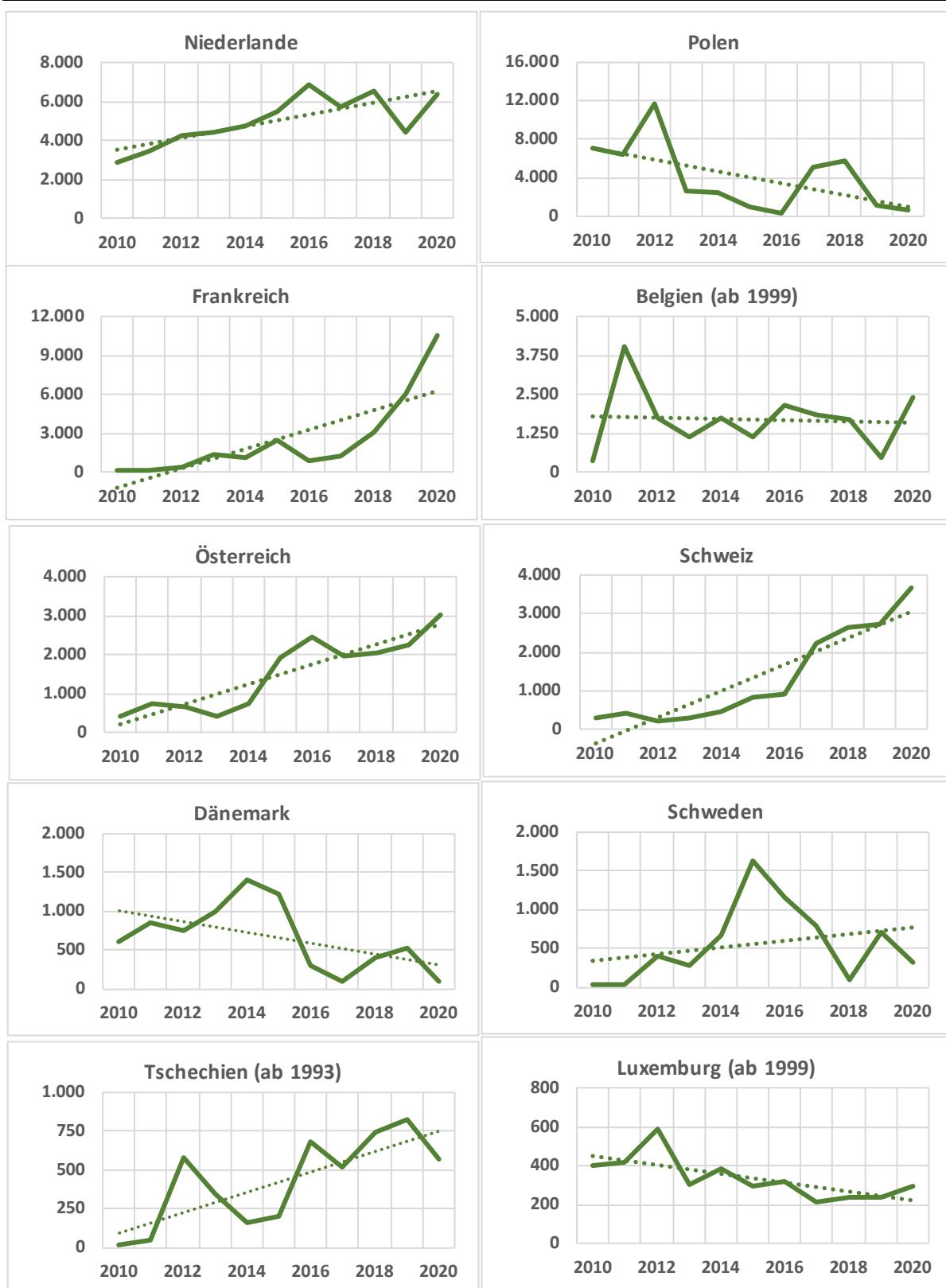
Tabelle 71: Ex- und Importländer von Holzkohle in t

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Land	2020	Mittel 2010-2020		Land	2020	Mittel 2010-2020
Niederlande	6.380	5.020	1	Polen	77.403	70.439
Polen	612	3.990	2	Paraguay	10.699	32.677
Frankreich	10.590	2.527	3	Nigeria	2.647	19.811
Belgien (ab 1999)	2.420	1.710	4	Ukraine (ab 05/1992)	23.024	17.947
Österreich	3.040	1.518	5	Litauen (ab 1992)	997	13.062
Schweiz	3.679	1.334	6	Indonesien	8.302	9.300
Dänemark	96	658	7	Frankreich	1.706	7.883
Schweden	317	556	8	Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	8.707	7.350
Tschechien (ab 1993)	566	424	9	Argentinien	2.082	6.821
Luxemburg (ab 1999)	291	334	10	Namibia	4.958	6.638
Spanien	512	243	11	Niederlande	2.427	4.262
Ungarn	560	223	12	Spanien	5.520	4.230
Vereinigtes Königreich	198	147	13	Rumänien	45	3.185
Russische Föderation (ab 05/1992)	672	142	14	Vereinigtes Königreich	31	2.320
Griechenland	102	127	15	Belgien (ab 1999)	441	2.148
Ukraine (ab 05/1992)	88	109	16	Brasilien	6.001	1.359
Italien	296	82	17	Lettland (ab 1992)	0	1.222
Slowenien (ab 05/1992)	293	79	18	Philippinen	1.252	980
Portugal	50	77	19	Südafrika	2.693	938
Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	3	71	20	Zypern	19	788
Slowakei (ab 1993)	67	69	21	Kuba	1.041	720
Rumänien	21	64	22	Thailand	533	624
Kroatien (ab 05/1992)	238	42	23	Serben (ab 06/2005)	3	541
Türkei	170	35	24	Malaysia	0	538
Irland	5	23	25	Österreich	336	512

Export von Deutschland nach "Land X"			Rang	Import von "Land X" nach Deutschland		
Finnland	5	22	26	Volksrepublik China	441	310
Litauen (ab 1992)	14	22	27	Ägypten	0	285
Marokko	154	18	28	Ghana	0	260
Vereinigte Arabische Emirate	1	18	29	Slowakei (ab 1993)	42	228
Mongolei	14	14	30	Russische Föderation (ab 05/1992)	457	203

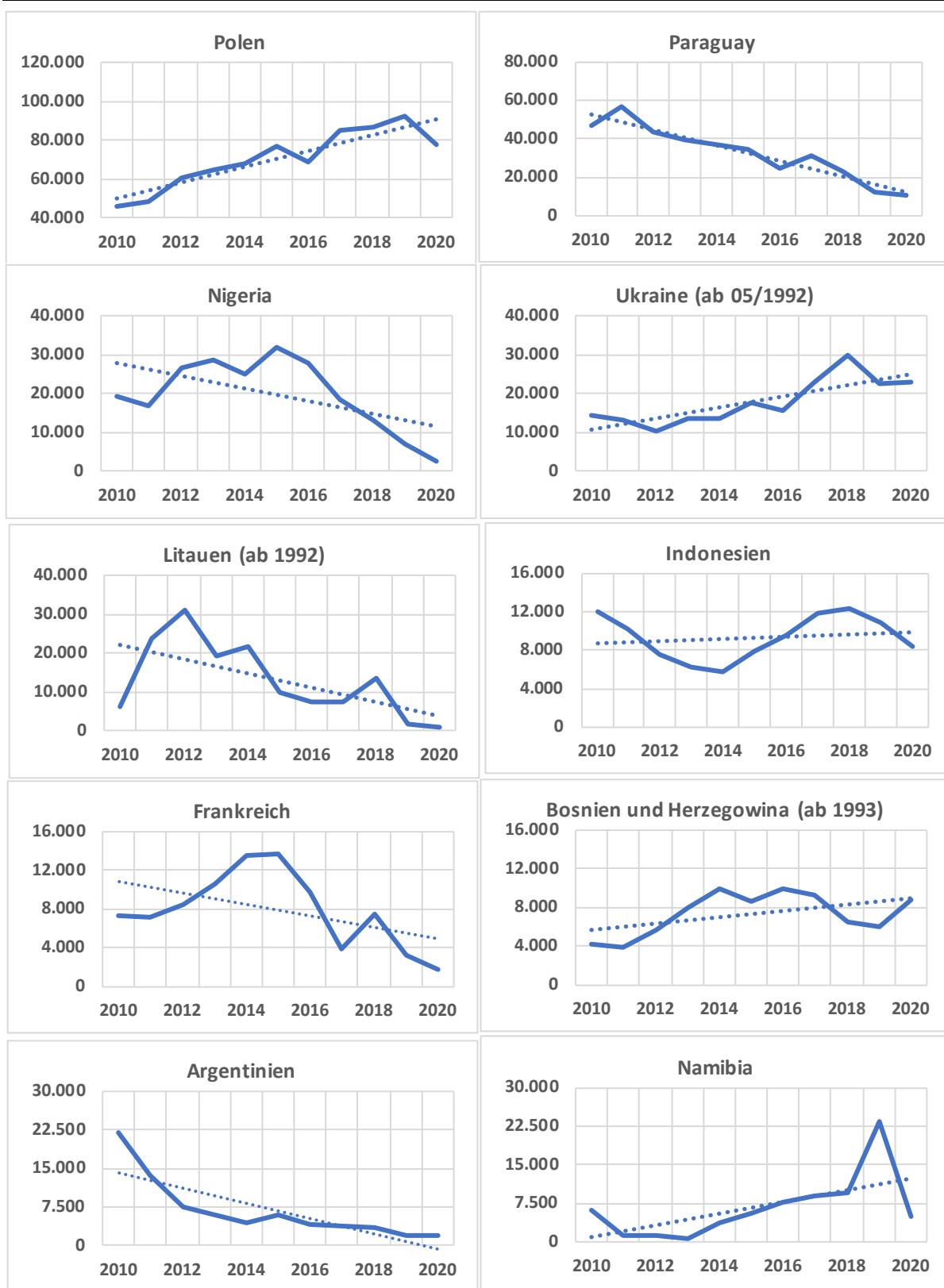
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 57: Entwicklung des Exports von Holzkohle ausgewählter Empfängerländer (2010 – 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 58: Entwicklung des Imports von Holzkohle ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in t



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 72: Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzkohle exportiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Niederlande	2.884	4.282	4.741	6.886	6.524	6.380	5.020
Polen	7.062	11.670	2.372	317	5.711	612	3.990
Frankreich	208	442	1.158	850	3.096	10.590	2.527
Belgien (ab 1999)	390	1.745	1.733	2.137	1.688	2.420	1.710
Österreich	422	671	769	2.446	2.044	3.040	1.518
Schweiz	296	221	439	917	2.625	3.679	1.334
Dänemark	610	754	1.402	298	412	96	658
Schweden	26	403	661	1.155	99	317	556
Tschechien (ab 1993)	14	580	160	679	743	566	424
Luxemburg (ab 1999)	399	589	384	316	235	291	334

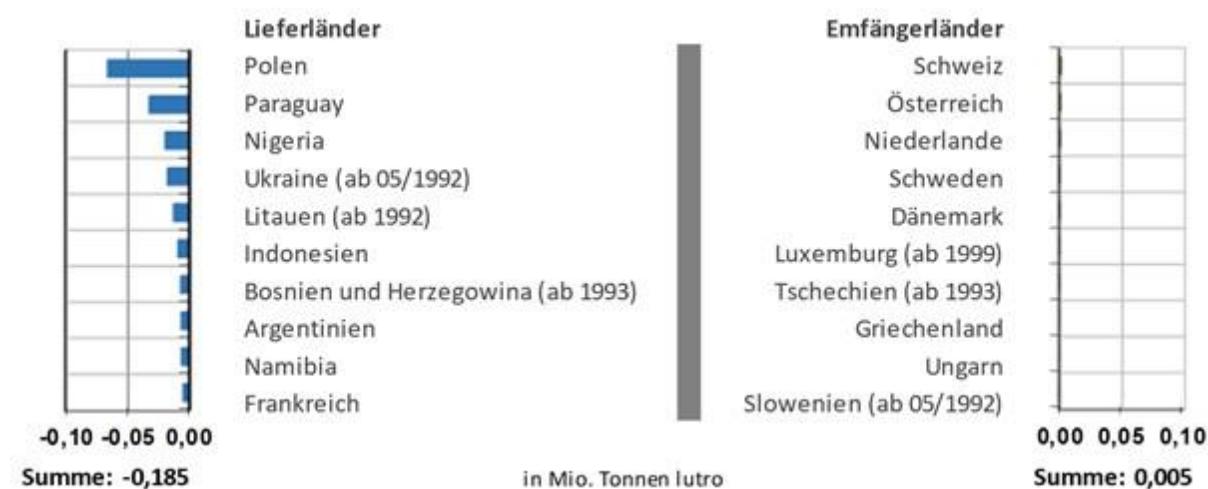
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 73: Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzkohle importiert in t

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Polen	46.225	61.011	67.697	68.562	86.344	77.403	70.439
Paraguay	46.602	43.550	36.756	24.573	23.076	10.699	32.677
Nigeria	19.506	26.530	24.856	27.979	13.386	2.647	19.811
Ukraine (ab 05/1992)	14.514	10.393	13.746	15.459	30.012	23.024	17.947
Litauen (ab 1992)	6.394	31.273	21.668	7.587	13.803	997	13.062
Indonesien	12.040	7.510	5.741	9.452	12.372	8.302	9.300
Frankreich	7.254	8.488	13.606	9.711	7.439	1.706	7.883
Bosnien und Herzegowina (ab 1993)	4.223	5.673	10.001	9.996	6.425	8.707	7.350
Argentinien	22.022	7.601	4.509	4.132	3.437	2.082	6.821
Namibia	6.104	1.338	3.670	7.785	9.490	4.958	6.638

Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 59: Die jeweils 10 wichtigsten Netto-Lieferländer nach und Netto- Empfängerländer von Deutschland für Holzkohle in Mio. t_{luto}



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

A.1.7 Detailergebnisse zur Summe der Tonnage aller Holzenergieprodukte

Die Außenhandelsstatistik erfasst Exporte und Importe in verschiedenen Maßeinheiten, aber durchgehend in Tonnen im lufttrockenen Zustand. Somit lassen sich diese Werte auch als Tonnage aller Holzprodukte addieren. Dazu bedarf es keiner weiteren Umrechnung. Bei den folgenden Darstellungen wurde Holzkohle nicht berücksichtigt, da sie nicht im engeren Sinne zur Wärme- und Energieerzeugung zählt bzw. nicht in der Energiepolitik adressiert wird.

Tabelle 74: Entwicklung des Exports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Österreich	248.281	315.110	370.060	260.934	415.184	306.775	322.774
Italien	184.163	186.648	193.456	139.711	244.392	295.789	193.144
Frankreich	52.703	112.727	167.703	115.157	145.707	162.952	132.338
Dänemark	162.471	184.883	65.972	24.219	81.648	135.418	106.856
Belgien (ab 1999)	72.472	78.040	105.004	121.623	115.684	106.404	103.448
Niederlande	61.025	84.037	50.675	39.067	53.097	154.124	66.836
Schweiz	51.323	51.847	61.296	56.823	60.093	85.177	62.674
Vereinigtes Königreich	105.810	60.615	17.393	2.702	4.220	14.052	43.583
Schweden	79.115	57.200	41.510	3.563	2.730	15.704	36.394
Polen	9.539	78.998	20.887	28.257	66.621	35.853	36.072

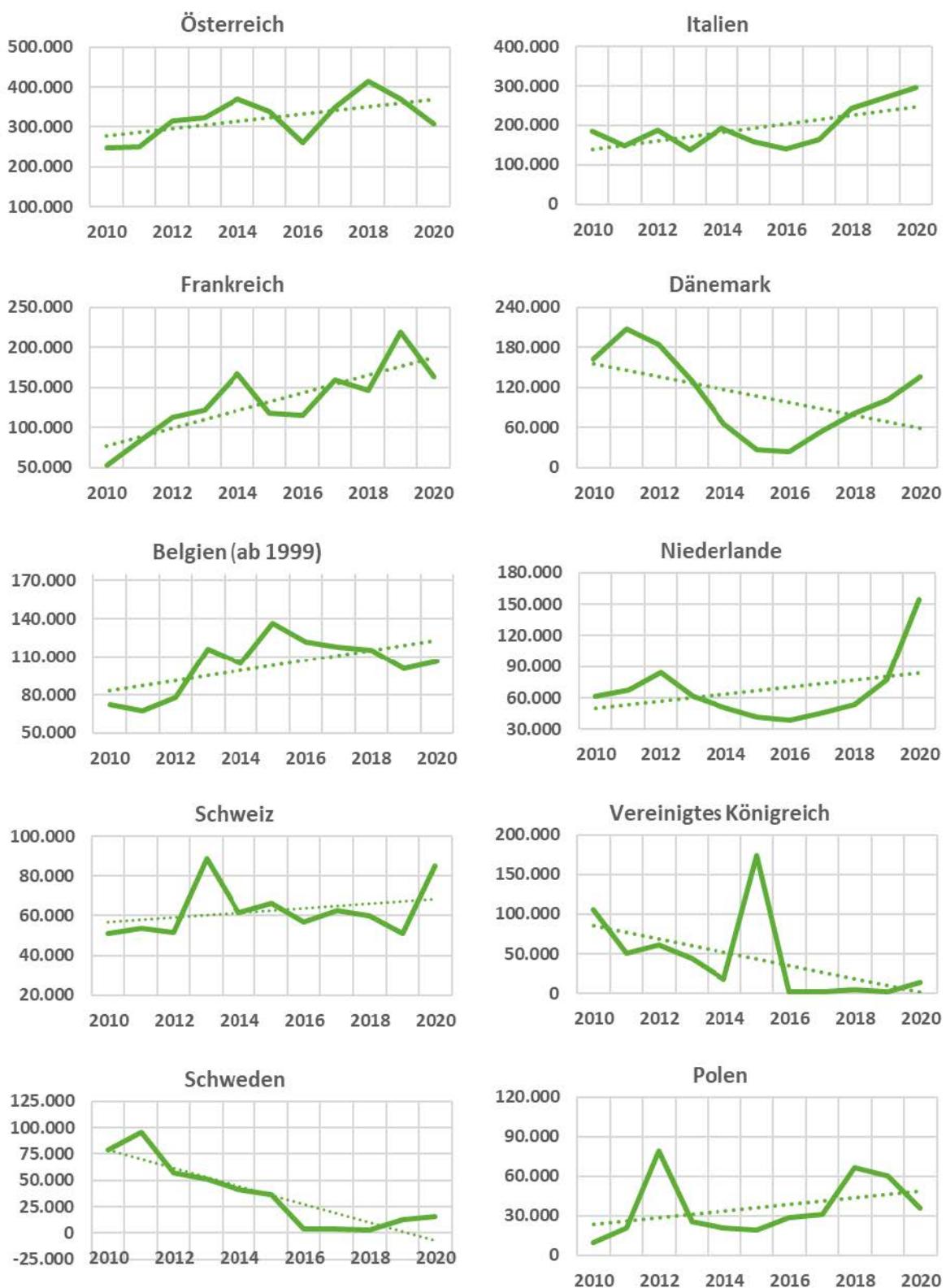
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Tabelle 75: Entwicklung des Imports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010- 2020)
Niederlande	674.492	523.767	594.845	563.733	558.894	439.192	564.256
Polen	262.502	160.840	438.813	343.728	574.784	446.154	388.122
Dänemark	137.847	140.920	167.950	167.350	189.447	119.664	165.210
Schweiz	99.388	157.316	162.790	132.799	157.802	115.712	137.266
Belgien (ab 1999)	44.164	57.385	116.193	197.780	173.695	138.885	123.782
Ukraine (ab 05/1992)	64.877	89.216	137.183	133.428	144.835	119.005	117.086
Tschechien (ab 1993)	63.854	64.624	120.750	69.565	153.808	167.921	104.774
Russische Föderation (ab 05/1992)	66.509	33.059	166.278	85.032	84.167	47.844	94.027
Frankreich	47.426	109.486	99.837	73.549	110.144	66.173	87.618
Österreich	53.616	78.102	93.547	48.588	112.050	85.129	81.611

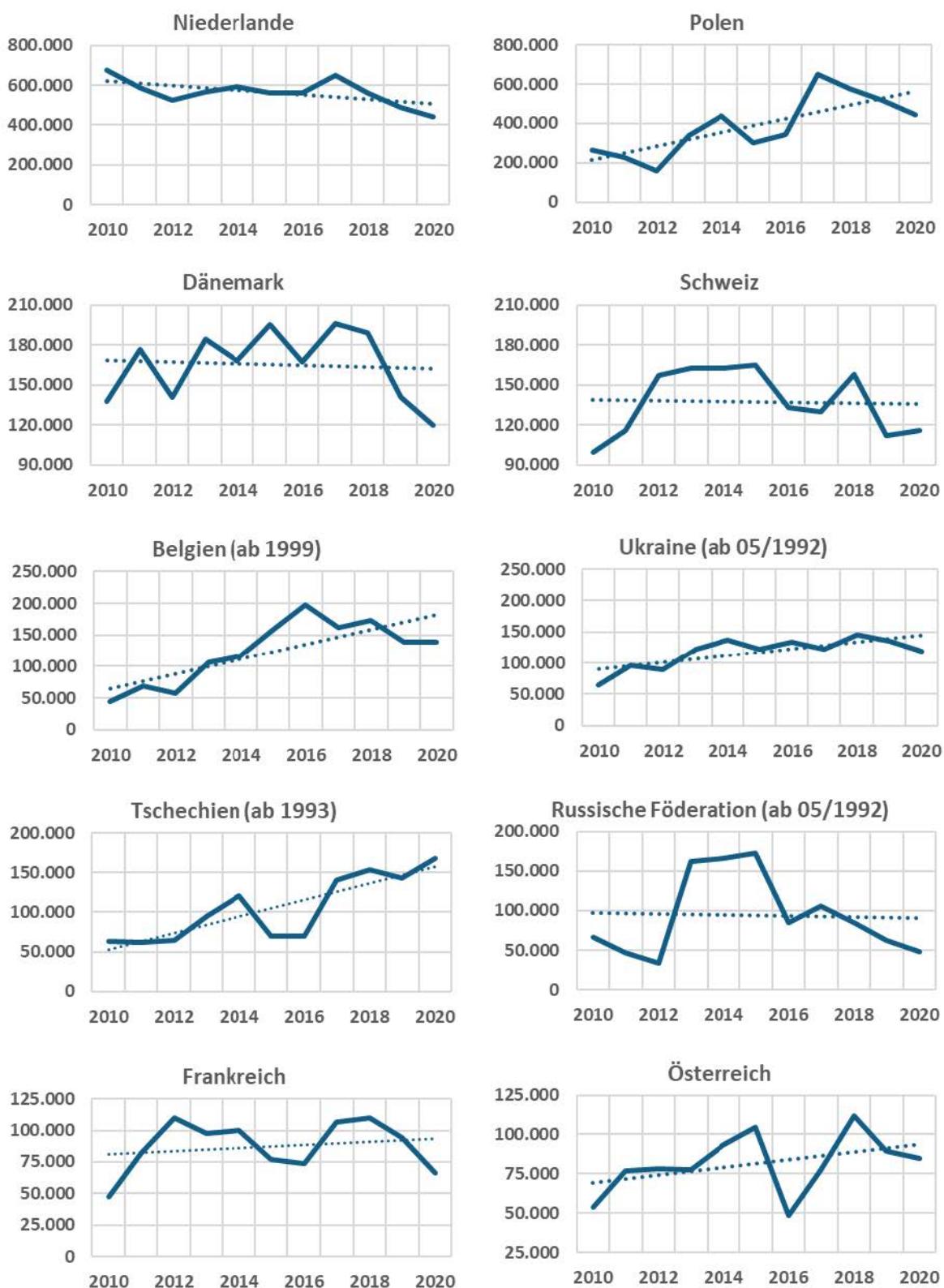
Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 60: Entwicklung des Exports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 61: Entwicklung des Imports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnage insgesamt



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

A.1.8 Detailergebnisse zur Summe der Derbholzäquivalente aller Holzenergieprodukte

Ein Derbholzäquivalent entspricht der Menge an Rohholz über 7 cm Durchmesser, die in einem Produkt enthalten ist. Bei Brennholz entspricht der Waldholzanteil der gemeldeten Tonnage. Für andere Produkte ist man auf die Anwendung von Waldholzanteilen angewiesen, die im internationalen Vergleich weniger bekannt sind. Es wurde für Pellets von einem Anteil von 10 % und für andere Presslinge von einem Anteil von 15 % ausgegangen. Sägespäne und Altholz enthalten kein Waldholz im Sinne von primär geerntetem Waldholz. Holzkohle wurde, wie im vorangegangenen Kapitel nicht in die Betrachtung aufgenommen. Das Ergebnis wird unverändert in Masse, also lufttrockener Tonnage dargestellt. Das entsprechende Holzvolumen in Kubikmeter hängt von der Holzartenzusammensetzung ab. In Deutschland beträgt der Laubholzanteil ca. 60 %. Presslinge enthalten überwiegend Nadelholz. Somit kann man als grobe Schätzung gegenüber der Masse von einem doppelt so hohen Volumen ausgehen. Tendenziell ist in südlicheren Ländern von höheren Laubholzanteilen auszugehen, also eines höheren Umrechnungsfaktors.

Tabelle 76: Die 10 wichtigsten Länder in die Deutschland Holzenergieprodukte exportiert in Tonnen Derbholzäquivalenten

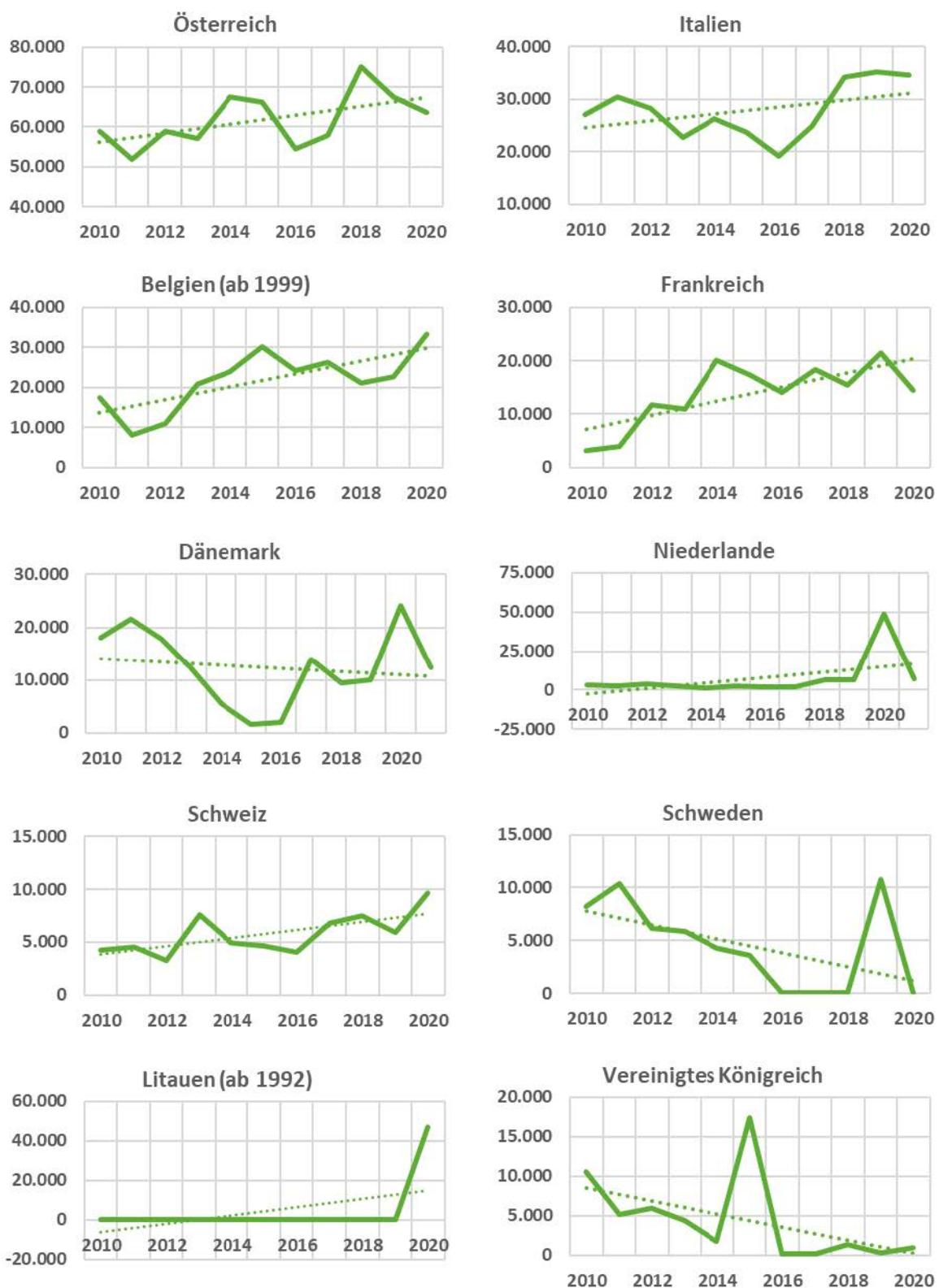
Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Österreich	58.986	58.945	67.479	54.560	75.189	63.565	61.787
Italien	27.060	28.188	26.171	19.151	34.267	34.485	27.842
Belgien (ab 1999)	17.470	10.848	23.904	24.224	20.962	33.292	21.739
Frankreich	3.065	11.745	20.153	13.975	15.469	14.514	13.743
Dänemark	18.146	17.822	5.546	2.076	9.384	24.068	12.417
Niederlande	3.239	4.164	1.086	1.729	6.362	49.014	7.463
Schweiz	4.299	3.284	4.971	4.104	7.470	9.654	5.759
Schweden	8.201	6.161	4.292	32	76	80	4.501
Litauen (ab 1992)	83	61	113	79	95	46.991	4.354
Vereinigtes Königreich	10.509	5.887	1.703	205	1.346	957	4.349

Tabelle 77: Die 10 wichtigsten Länder, aus denen Deutschland Holzenergieprodukte importiert in Tonnen Derbholzäquivalenten

Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Niederlande	101.174	78.565	89.227	84.560	83.834	65.879	84.638
Polen	39.375	24.126	65.822	51.559	86.218	66.923	58.218
Dänemark	20.677	21.138	25.193	25.103	28.417	17.950	24.782
Schweiz	14.908	23.597	24.418	19.920	23.670	17.357	20.590
Belgien (ab 1999)	6.625	8.608	17.429	29.667	26.054	20.833	18.567

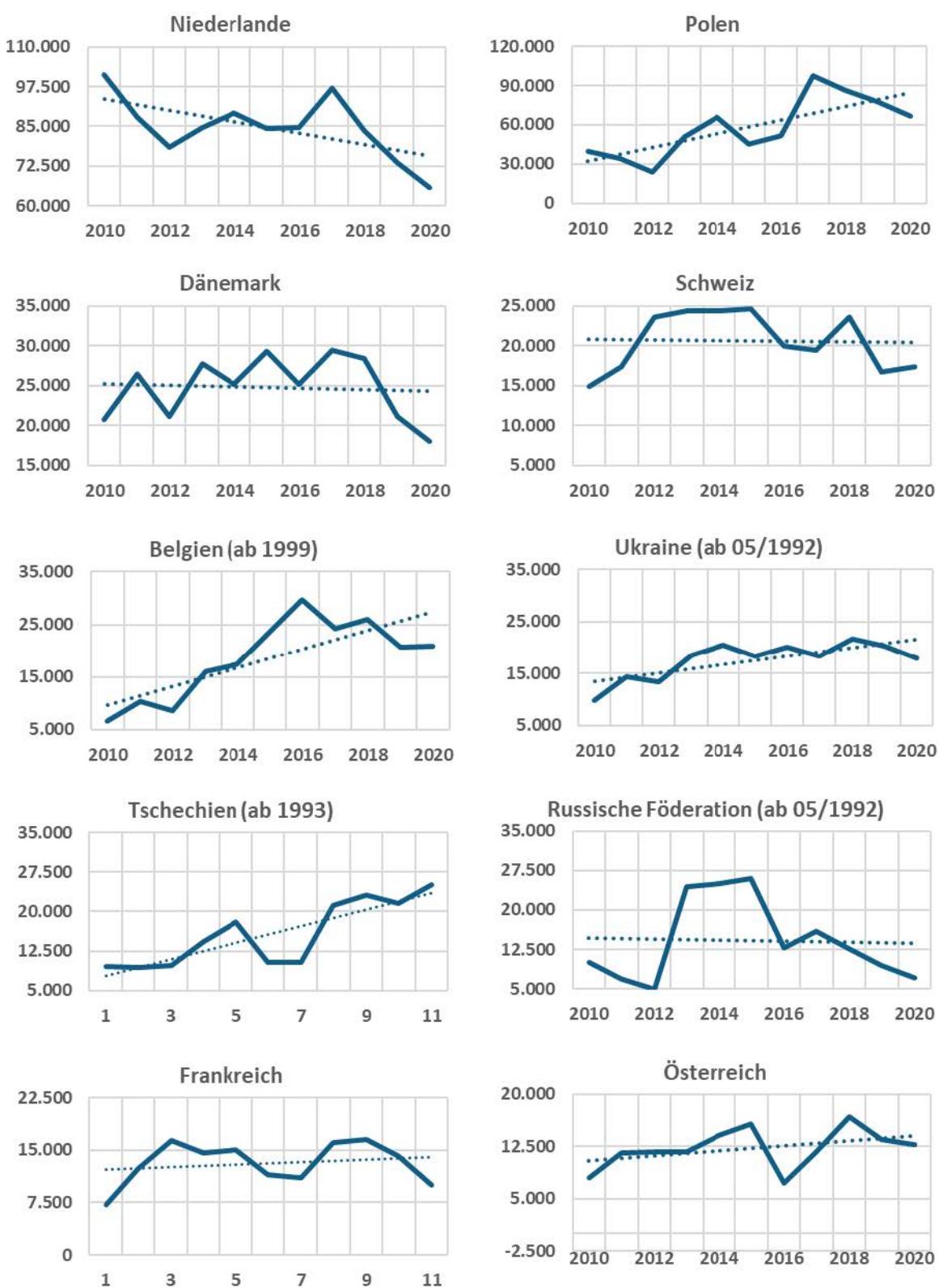
Jahr Export nach	2010	2012	2014	2016	2018	2020	Mittel (2010-2020)
Ukraine (ab 05/1992)	9.732	13.382	20.577	20.014	21.725	17.851	17.563
Tschechien (ab 1993)	9.578	9.694	18.113	10.435	23.071	25.188	15.716
Russische Föderation (ab 05/1992)	9.976	4.959	24.942	12.755	12.625	7.177	14.104
Frankreich	7.114	16.423	14.976	11.032	16.522	9.926	13.143
Österreich	8.042	11.715	14.032	7.288	16.807	12.769	12.242

Abbildung 62: Entwicklung des Exports von Holzenergieprodukten ausgewählter Empfängerländer (2010 - 2020) in Tonnen Derbholzäquivalenten insgesamt



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

Abbildung 63: Entwicklung des Imports von Holzenergieprodukten ausgewählter Lieferländer (2010 – 2020) in Tonnen Derbholzäquivalenten insgesamt



Quelle: Statistisches Bundesamt, siehe Erklärung in Textbox am Kapitelbeginn

A.2 Landesförderprogramme

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Merkmale (Themen/ geförderte Maßnahmen, Förderbedingungen) von Förderprogrammen der Länder zusammengefasst, die die energetische Nutzung von Biomasse adressieren. Grundlage für die Auswahl ist die „Bundesländer-Übersicht zu Erneuerbaren Energien“ und die dort gelisteten Landesförderprogramme⁵¹. In die Tabelle aufgenommen sind ausschließlich aktuell laufende und beschlossene Programme, Programme, die vor kurzem beendet wurden, sind nicht aufgeführt. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Tabelle 78: Übersicht Landesförderprogramme

Land	Förder- programm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
BW	Klimaschutz- Plus (seit 2002) (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtsc haft Baden- Württemberg 21.12.2020)	<p>Ziel: Reduktion des Energiebedarfs für Wärme und Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärmebereitstellung</p> <p>Maßnahmen: energetische Sanierung (inkl. Erneuerung der Heizung), Einsatz regenerativer Energien (u.a. Pelletheizungen, Holzhackschnitzelheizungen in bestehenden NWG)</p> <p>Maßnahmen in: NWG (kommunale und kirchliche Einrichtungen, gemeinnützige Vereine, Stiftungen, Krankenhäuser, Rehabilitationseinrichtungen, gewerblich genutzte Gebäude) und weiteren Gebäuden (Alten-, Pflege- und Behindertenheime, Gebäude zur Erfüllung kommunaler Unterbringungspflichten, Studentenwohnheime)</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Gebäude müssen in BW liegen;</p> <p>Zuwendungen für: Kommunen, selbstständige, rechtsfähige kommunale Stiftungen des öffentlichen Rechts, KMU, mehrheitlich kommunale Unternehmen, Träger von Krankenhäusern, Reha-Einrichtungen, stationären Einrichtungen und Studentenwohnheimen, Körperschaften, Personenvereinigungen oder Vermögensmassen des öffentlichen Rechts, kirchliche Einrichtungen, gemeinnützige Vereine und Stiftungen, natürliche Personen</p> <p>Förderung: Zuschussförderung (einmalig), Bemessung nach „über anrechenbare Lebensdauer der Maßnahme rechnerisch nachzuweisenden Minderung der Treibhausgasemissionen“ (50 Euro pro vermiedener Tonne CO₂-Äquivalent, aber maximal 30 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, 15 %, wenn Maßnahme auch Erfüllung der Anforderungen des EWärmeG dient, Erhöhung, wenn KfW-Effizienzhausstandard 55 oder 70 erreicht oder beste Variante nach Grundsätzen des nachhaltigen Bauens ausgeführt wird auf maximal 40 %; Förderhöhe 3.000 – 200.000 € pro Vorhaben; Kumulierungsverbot (mit Ausnahmen))</p>
BW	Energie vom Land – Bioenergie (laufend) (L- Bank 2021)	Ziel: Nutzung von Bioenergie ausweiten	Zuwendungen für: Unternehmen der Erzeugung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Energien (Fokus KMU)

⁵¹ <https://www.foederal-erneuerbar.de/uebersicht/bundeslaender/BW%7CBY%7CB%7CBB%7CHB%7CHH%7CHE%7CMV%7CNI%7CNRW%7CRLP%7CSL%7CSN%7CST%7CSH%7CTH%7CD/kategorie/politik/auswahl/356-foerderprogramme/>

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
		<p>Maßnahmen: Anlagen zur Erzeugung von Bioenergie (z.B. Biomasseheizkraftwerke, Biogasanlage, Holzvergasungsanlagen, Erzeugung biogener Kraftstoffe, Nahwärmenetze), Anlagen zur Speicherung oder Verteilung der erzeugten Energie, Beteiligung an Bioenergie-Unternehmen</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Förderung: Anlagen, die Vergütung nach EEG (ab 2014) oder KWKG erhalten, werden nur zu beihilfefreien Konditionen gefördert; Förderung durch zinsvergünstigte Darlehen (bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten; Laufzeiten 6 bis 20 Jahre); Förderprogramm wird in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftlichen Rentenbank durchgeführt</p>
BW	Energieeffiziente Wärmenetze (Laufend; Anträge noch möglich für Investitionen) (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden Württemberg 04.02.2016)	<p>Ziel: Bau und Erweiterung von energieeffizienten Wärmenetzen inkl. Integration erneuerbarer Energien, KWK und Abwärme</p> <p>Maßnahmen: Förderbaustein 1: kommunale Wärmepläne (Anträge nicht mehr möglich); Förderbaustein 2: Beratungsinitiativen (Ausschreibung beendet); Förderbaustein 3: Investitionen in Wärmenetze (verlängert bis 30.06.2022)</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendungen für: Landkreise, Kommunen, Unternehmen, Zweckverbände, Einrichtungen des öffentlichen Rechts</p> <p>Förderung: mit Bundesprogrammen kumulierbare Investitionsförderung; Zuschuss bis zu 20 % der förderfähigen Kosten (max. 200.000 € pro Vorhaben); durch Boni kann Höchstbetrag auf max. 400.000 € erhöht werden; Förderung für Errichtung und Erweiterung von Wärmenetzen, ggf. einschließlich integrierte Anlagen zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien, Wärmepumpen, hocheffiziente KWK und Abwärme (industriell, gewerblich); kumulativ mindestens 80 % der Wärme aus genannten Quellen; max. 20 % Wärmeverlust in Netz, min. 10 Gebäude angeschlossen; Ausgeschlossen sind Wärmenetze, die ausschließlich aus Biomassekesseln gespeist werden; Boni für: Einsatz Solarthermie, Abwärmenutzung, große Wärmespeicher und Absenklauftemperatur</p>
BY	Energiekredit , Energiekredit Plus, Energiekredit Gebäude, Ökokredit	<p>Ziel: Investitionen in Umwelt- und Klimaschutz, sowie Energieeffizienz</p> <p>Maßnahmen: alle Maßnahmen, die über BEG förderfähig sind</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendungen für: KMU und freiberuflich Tätige mit Sitz oder Niederlassung in Bayern</p> <p>Förderung: mit BEG kumulierbare Förderung (BEG EM, BEG NWG); günstigere Konditionen als Marktzins, lange Laufzeiten und tilgungsfreie Jahre (bei Energiekredit Gebäude bis zu 20 Jahre Zinsbindung); mit Darlehen können bis zu 100 % der förderfähigen Investitionen gefördert werden</p>

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
BY	BioKlima	<p>Ziel: Förderung Biomassenutzung (Holz) für Wärmeerzeugung</p> <p>Maßnahmen: Biomasseheizwerken (Hackschnitzel und Pellets) mit einer thermischen Leistung von min. 60 kW</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendungen für: Natürliche Personen, Juristische Personen des Privatrechts, Personengesellschaften, Kirchliche Einrichtungen und juristische Personen des öffentlichen Rechts der mittelbaren Landes- und Bundesverwaltung mit eigener Rechtsträgerschaft (insbesondere kommunale Gebietskörperschaften, Anstalten, Stiftungen, Kammern)</p> <p>Förderung: Grundförderung zwischen 30 % und 40 % der zuwendungsfähigen Kosten (Investitionsmehrkosten ggü. leistungsgleicher fossiler Energieerzeugungsanlage)</p> <p>Zusatzförderung Biomasseheizsysteme mit Abgaswärmetauscher (Economiser) oder Abgaskondensationsanlage (+5 %), Biomasseheizsysteme mit Nutzung neuinstallierter solarer Wärme ab solarer Deckung von 10 % bzw. 20 % (+5 % bzw. +10 %)</p>
B	Berliner Heizungsaustauschprogramm	<p>Ziel: CO₂-Emissionen im Wohngebäudebestand reduzieren</p> <p>Maßnahmen: Errichtung und Inbetriebnahme von Gasbrennwertkesseln, Wärmepumpen, Holzpellet- und Holzhackschnitzelkesseln, Mini-KWK, Solarthermie, Brennstoffzellenheizungen, Hausstationen für Anschluss an effiziente Fernwärme</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendungen für: Eigentümer*innen von Ein- und Zweifamilienhäusern (Wohngebäude), Einzeleigentümer*innen von Gebäuden mit mehrheitlicher Wohnnutzung (max. 20 Wohneinheiten), Wohnungseigentümergemeinschaften von Gebäuden mit mehrheitlicher Wohnnutzung (max. 20 Wohneinheiten)</p> <p>Förderung: Zuschussförderung: 3.500 € für Wärmepumpen, Holzpellet- und Holzhackschnitzelkessel, Mini-KWK, Brennstoffzellenheizungen; Bonus für zusätzliche Kopplung Heizungsanlage mit Solarthermie oder Wärmepumpe: 500 € für Kopplung mit solarer Brauchwassererwärmung und 1.000 € für Kopplung mit solarer Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung sowie für Kopplung mit Wärmepumpe</p>
BB	Brandenburg-Kredit für den ländlichen Raum	<p>Ziel: Investition im ländlichen Raum fördern; Ziel Baustein 5 (Energie vom Land): Investitionen in Erzeugung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Energien, v.a. energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe oder Wirtschaftsdüngern aus Land- und Forstwirtschaft</p> <p>Maßnahmen: Investition in land- und forstwirtschaftlichen Unternehmen, Agrar- und Ernährungswirtschaft, u.a.</p>	<p>Zuwendungen für: Landwirtschaft (Zinsbonus für Landwirte unter 41 Jahren), Garten- und Weinbau; Agrar-, Forst- und Ernährungswirtschaft; Energieproduktion; Unternehmen müssen KMU sein</p> <p>Förderung: vergünstigte Darlehen (bis zu 100 % Finanzierungsanteil), max. 10 Mio. €; Laufzeit bis zu 30 Jahre (bis zu 3 tiligungsfreie Jahre); Zinsbindung max. 10 Jahre; Zinsverbilligung max. 10 Jahre bis zu 0,2 % p.a. nominal</p>

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
		<p>Sanierung Wirtschaftsgebäude und die Nutzung und Aufbereitung erneuerbarer Energien und nachwachsende Rohstoffe (u.a. Biomasseheizkraftwerke, Holzvergasungsanlagen, Erzeugung von Biokraftstoffen); Biomassenutzung insbesondere in Baustein 2 (Nachhaltigkeit), Baustein 4 (Umwelt- und Verbraucherschutz) und Baustein 5</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	
HB	Ersatz von Elektroheizungen	<p>Ziel: Ersatz von Elektroheizungen durch Zentralheizungen in Gebäuden mit max. 12 Wohneinheiten</p> <p>Maßnahmen: Einbau Zentralheizung (Warmwasserbereitung muss integriert oder gekoppelt sein) auf Basis erneuerbarer Energien, KWK, Nah- oder Fernwärme, Abwärme oder Gas</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendungen für: Grund-/Gebäudeeigentümer*innen oder sonstige dinglich Verfügungsberechtigte (z.B. Erbbauberechtigte, Wohnungseigentümer*innen), die Mieter*innen und Pächter*innen mit Zustimmung der/des dinglich Verfügungsberechtigte*n, Unternehmen, die sich vertraglich zur Übernahmeder Wärmeversorgung und/oder Warmwasserversorgung eines Gebäudes verpflichtet haben.</p> <p>Förderung: Anteilsfinanzierung; Kumulierung mit anderen Förderungen zulässig; Zuschusshöhe von Maßnahme/Energieträger und i.d.R. Anzahl der Wohneinheiten abhängig: Umstellung auf Holzpellets: bis zu 2.700 €; wenn Warmwasserbereitung elektrisch bleibt bis zu 1.350 €</p>
HB	Ersatz von Ölheizkesseln	<p>Ziel: Ersatz von Ölkkesseln in bestehenden Wohngebäuden</p> <p>Maßnahmen: Ersatz Ölkkessel durch Wärmeerzeuger mit einem möglichst geringen Einsatz nicht erneuerbarer Primärenergie: Nah- oder Fernwärme auf Basis von KWK, Abfallverbrennung oder Abwärme; Gas-Brennwertkessel in Kombination mit Solarthermie für Warmwasser und/ oder Heizungsunterstützung (Gas nur, wenn kein Anschluss an Nah- oder Fernwärme möglich; Kollektorfläche bis zu 40 m²); Holzpellets, Holzhackschnitzel (max. Nennleistung 100 kW_{th}; sekundäre Partikelabscheidung Fördervoraussetzung)</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendungen für: Grund-/Gebäudeeigentümer*innen oder sonstige dinglich Verfügungsberechtigte (z.B. Erbbauberechtigte, Wohnungseigentümer*innen), die Mieter*innen und Pächter*innen mit Zustimmung der/des dinglich Verfügungsberechtigte*n, Unternehmen, die sich vertraglich zur Übernahmeder Wärmeversorgung und/oder Warmwasserversorgung eines Gebäudes verpflichtet haben.</p> <p>Förderung: Anteilsfinanzierung; Kumulierung mit anderen Förderungen zulässig; Zuschusshöhe von Maßnahme/Energieträger und i.d.R. Anzahl der Wohneinheiten abhängig: Umstellung auf Holzpellets oder Holzhackschnitzel: BAFA-Förderung muss zusätzlich beantragt werden, Förderung</p>

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
HH	Erneuerbare Wärme	<p>Ziel: Verbesserung Energieeffizienz Wärmebereitstellung, Nutzung erneuerbarer Energien, Emissionsminderung im Wärmebereich</p> <p>Maßnahmen: vollautomatisch arbeitende Biomasse-Verbrennungsanlagen (Pellets, Hackschnitzel und andere biogene Brennstoffe) und Biogasanlagen ab einer Größe von 100 kW, Solarthermieanlagen, Heizungsaustausch bei gleichzeitiger Installation Solarthermieanlage, Wärmepumpen, Geothermie und Wärme aus Abwasser, Wärmeverteilnetze, Wärmespeicher ab 4 m³, Mehrfachnutzung von Flächen</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Bremen bis zu 100 % der BAFA-Förderung zusätzlich⁵²</p> <p>Zuwendungen für: Grundeigentümer*innen oder dinglich Verfügungsberechtigte, Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, sonstige Organisationen (z.B. Vereine, Stiftungen, Kirchen), Contracting-Unternehmen</p> <p>Förderung: Bundesförderung muss vorrangig eingesetzt werden; max. Förderbetrag je Vorhaben 200.000 €; keine Förderung von Anlagen, die ausschließlich zur Erfüllung gesetzlicher Anforderungen dienen; im Neubau nur, wenn Transmissionswärmeverluste maximal denen eines Effizienzhauses 55 entsprechen; Förderhöhe Biomasseverbrennungsanlagen: 45 € je kW Nennleistung bis 500 kW, bei größeren Anlagen Einzelfallprüfung und -festlegung</p>
HE	Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsenden Rohstoffe	<p>Ziel: Nutzung von Biomasse zur Energiebereitstellung; Kaskadennutzung von Holz soll gefördert werden</p> <p>Maßnahmen: Holzfeuerungsanlagen ab 30 kW, Nahwärmenetze, Pilot- und Demonstrationsvorhaben</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendungen für: Kommunen und Einrichtungen der öffentlichen Hand</p> <p>Förderung: Zuschussförderung; Anlagen 30 bis 100 kW: Zuschuss abhängig von eingesetztem Brennstoff (Pellets: 80 €/kW, Hackschnitzel pauschal 3.500 € je Anlage, besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel pauschal 2.000 € je Anlage)</p> <p>Anlagen ab 101 kW: Anteilsfinanzierung; Zuwendungsfähig sind u.a. Kosten für Holzfeuerung, Abgasfilter, Brennstofflager, Pufferspeicher, bauliche Maßnahmen; Zuschuss bis zu 30 % der förderfähigen Investitionskosten (bei kommunalen Projekten bis zu 40 %); Förderhöchstbetrag 200.000€ pro Vorhaben; Kumulation mit Bundesförderung möglich</p> <p>Nahwärmenetze werden gefördert, wenn gleichzeitig eine Förderung für Biomassefeuerungs- oder Biogasanlage durch das Land Hessen erfolgt (Mindestwärmeabsatz 750 kWh pro Trassenmeter)</p> <p>Innovative Technologien zur energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse: Zuschuss bis zu 50 %</p>

⁵² In der aktuellen Förderrichtlinie aus dem Jahr 2019 ist noch kein Verweis auf die BEG enthalten, es ist aber davon auszugehen, dass eine Kumulierung weiterhin möglich ist

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
HE	Förderung Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien	<p>Ziel: umfassende energetische Modernisierung des kommunalen Gebäudebestandes</p> <p>Maßnahmen: energetische Modernisierung von NWG, die in energetisch nachteiligem Zustand sind; Ersatzneubauten und Neubauten als Modellvorhaben mit besonders hohen energetischen Standards; investive Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien (u.a. Biomasseheizungen); automatisch Beschickte Biomasseanlagen nur in Zusammenhang mit umfassender energetischer Gebäudesanierung</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendung für: Kommunen, Landkreise, kommunale Zweckverbände</p> <p>Förderung: variable Zuschusshöhe; im Bereich „Förderung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie von innovativen Energietechnologien“ nicht rückzahlbarer Zuschuss von i.d.R. 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben; Bei Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz sind Biomasseanlagen mit Verweis auf andere Förderprogramme ausgenommen</p>
HE	Diverse Zuschussprogramme zu KfW-Programmen	<p>Ziel: Erhöhung Sanierungsrate insbesondere bei vermieteten Wohnungen und in WEGs</p> <p>Maßnahmen: Entsprechend BEG Übersicht</p>	<p>Zuwendung für: Privatpersonen</p> <p>Förderung: Zinszuschuss zu KfW-Darlehen, zinsgünstige Darlehen, Tilgungszuschüsse</p>
MV	Klimaschutzförderung	<p>Ziel: Unterstützung von Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur nachhaltigen Energieeffizienzsteigerung</p> <p>Maßnahmen: Fokus Biomassenutzung sowie weitere erneuerbare Ansätze zur regionalen Wärmeerzeugung und -verteilung; Einsatz von Speichersystemen</p> <p><u>Weitere Informationen Kommunen</u></p> <p><u>Weitere Informationen Unternehmen</u></p>	<p>Zuwendung für: Kommunen und weitere nicht wirtschaftlich tätige Organisationen; wirtschaftlich tätige Organisationen (Unternehmen)</p> <p>Förderung: Kommunen: Projektförderung als nicht rückzahlbarer Zuschuss; Anteilfinanzierung der zuwendungsfähigen Ausgaben (i.d.R. 50 %, bis zu 80 % möglich); Begrenzung auf Höchstbetrag in Zuwendungsbescheid Unternehmen: Projektförderung als nicht rückzahlbarer Zuschuss; Anteilfinanzierung der zuwendungsfähigen Ausgaben (bei erneuerbaren Energien i.d.R. 50 %, bis zu 60 % möglich)</p>
NI	CO ₂ -Landesprogramm - energetische Modernisierung im Mietwohnungsbestand	<p>Ziel: Reduktion CO₂-Emission in bestehenden Gebäuden mit mindestens zwei Mietwohnungen</p> <p>Maßnahmen: Erneuerung oder energetische Optimierung von Heizungsanlagen und Lüftungsanlagen, energetische Modernisierung Gebäudehülle (inkl. sommerlicher Wärmeschutz)</p> <p><u>Weitere Informationen</u></p>	<p>Zuwendung für: Investierende, die Gebäude mit Fertigstellung vor dem 01.01.1995 energetisch modernisieren wollen</p> <p>Förderung: Nur bei Vorliegen eines aktuellen integrierten Stadtentwicklungs- oder Wohnraumversorgungskonzept der Kommune; vergünstigte Darlehen; Darlehenshöhe bis zu 85 % der durch Maßnahme verursachten Kosten (gestaffelte spezifische Höchstsumme pro m²); zeitlich befristete Begrenzung Umlagemöglichkeiten im Rahmen der Modernisierungsumlage</p>

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
NRW	progres.nrw „Markteinführung“	Programm wurde beendet und soll nach der Sommerpause 2021 unter dem Namen „Klimaschutztechnik“ weitergeführt werden; bislang Förderung Biomasseanlagen in Verbindung mit thermischer Solaranlage	-
RLP	Modernisierung vermieteten Wohnraums	Ziel: Reduktion CO ₂ -Emission in bestehenden Mietwohngebäuden Maßnahmen: u.a. Einsatz erneuerbarer Energien für die Wärmebereitstellung (inkl. Anlagen zur Nutzung der Energie aus Biomasse) <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: Eigentümer*innen von Mietwohnungen; dinglich Nutzungsberechtigte Förderung: Vergünstigte Darlehen und Tilgungszuschüsse
RLP	Zukunftsfähige Energieinfrastruktur	Ziel: Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit der Energieversorgung verbessern Maßnahmen: Fokus Wärmenetze und Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energie (Biomasse, geothermische und solare Energie, industrielle Abwärme, Abwärme aus Abwasser) <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: Kommunen, Zweckverbände, Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts, Eigengesellschaften kommunaler Gebietskörperschaften, KMU, Genossenschaften Förderung: Zuschuss bis zu 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (min. 100.000 €, max. 5 Mio. €); Kumulierung mit anderer öffentlicher Förderung bis zu einer Förderquote von max. 50 %
SL	ZEP kommunal 2014-2020	Anträge können noch bis 2023 gestellt werden Ziel: Verminderung der CO ₂ -Emissionen Maßnahmen: u.a. Maßnahmen zu CO ₂ -Reduktion im Gebäudebestand, Solarthermie, Holzfeuerungsanlagen, Wärme- und Kältenetze und deren Erzeugungsanlagen <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: kommunale Gebietskörperschaften und deren Eigenbetriebe, communal beherrschte Beteiligungsgesellschaften kommunaler Gebietskörperschaften, sonstige Körperschaften des öffentlichen Rechts Förderung: Projektförderung als Anteilfinanzierung in Höhe von bis zu 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (Fördertatbestände nach Nr. 10 bis 14 und Nr. 16; automatisch beschickte Holzfeuerungsanlagen Nr. 12; Wärme- und Kältenetze Nr. 16); Kumulierung möglich
SL	Modernisierung von selbstgenutztem Wohneigentum	Ziel: Beitrag zur Sicherstellung einer bedarfsgerechten Wohnversorgung leisten Maßnahmen: Modernisierung von Wohnungen in selbstgenutzten Ein- und Zweifamilienhäusern, sowie in selbstgenutzte Eigentumswohnungen; u.a. Einbau Biomasseheizung <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: Eigentümer*innen von selbstgenutzten Wohnungen; nur Haushalte unter definierten Einkommensgrenzen und bis zu einer Wohnfläche von max. 156 m ² (EFH), bzw. 240 m ² (ZFH) Förderung: Mitfinanzierung; bis zu 80 % der förderfähigen Modernisierungskosten, max. 60.000 €; max. Kreditlaufzeit 30 Jahre; Tilgungszuschüsse für Familien mit Kindern

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
SL	Modernisierung von Mietwohnraum	Ziel: Beitrag zur Sicherstellung einer bedarfsgerechten Wohnversorgung leisten Maßnahmen: Modernisierung von Mietwohnraum; u.a. Einbau Biomasseheizung <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: Träger*innen von Investitionsmaßnahmen an vermieteten Wohngebäuden unter Berücksichtigung bestimmter Prämissen der sozialen Wohnraumförderung des Saarlandes Förderung: Zinsgünstige Darlehen mit einer Laufzeit bis zu 30 Jahre; bis zu 80 % der förderfähigen Modernisierungskosten, max. 60.000 € je Wohneinheit; für bestimmte Maßnahmen Tilgungszuschüsse; Mietpreis- und Belegungsbinding von min. 10 Jahren
SN ⁵³	Förderung der Modernisierung von preisgünstigem Mietwohnraum	Ziel: bedarfsgerechte Modernisierung von Mietwohnraum für Mieter*innen mit geringem Einkommen Maßnahmen: Modernisierungen, u.a. Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO ₂ -Emissionen, sowie zur Erhöhung der Nutzung erneuerbarer Energien <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: den-/diejenige, der/ die an Mietwohnraum Eigentum oder Erbbaurecht hat; nur in Gemeinden mit weniger als 300.000 Einwohner*innen Förderung: Zinsgünstige Darlehen; bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben (min. 50.000 €); Zuschuss 35 % der förderfähigen Ausgaben, höchstens 400 €/m ² Wohnfläche
ST	Sachsen-Anhalt ENERGIE	Aufgrund der hohen Nachfrage aktuell (Stand 09.07.2021) keine Anträge möglich Ziel: Verringerung CO ₂ -Emissionen in Unternehmen Maßnahmen: Investive Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien in Unternehmen <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: KMU, Großunternehmen, Kommunale Eigenbetriebe, Energiedienstleistende (Energiecontracting für Unternehmen) Förderung: Zuschuss max. 500.000 € (abhängig von Unternehmensgröße: bis zu 45 % der zuwendungsfähigen Ausgaben für kleine Unternehmen, bis zu 35 % für mittlere Unternehmen, bis zu 25 % für große Unternehmen); 5 % für KMU möglich (Wissenstransfer)
ST	Sachsen-Anhalt MODERN–Energieeffizient Sanieren	Ziel: Verringerung Energiebedarf und CO ₂ -Emissionen in Gebäuden Maßnahmen: energetische Sanierung Gebäude, u.a. Erneuerung der Heizungsanlage <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: Privatpersonen und private Vermietende, gewerbliche Vermieter*innen/Wohnungsunternehmen Förderung: Darlehen bis zu voller Höhe des Finanzierungsbedarfs (min. 10.000 €); Laufzeit: 10, 20 oder 30 Jahre, ein Jahr tilgungsfrei
SH	Landesprogramm Wirtschaft - Energetische Optimierung öffentlicher	Ziel: Verringerung Energiebedarf und CO ₂ -Emissionen in Gebäuden Maßnahmen: u.a. energetische Optimierung in Jugendherbergen und Bildungsstätten, Energetische Optimierung öffentlicher Infrastruktur im	Zuwendung für: gemeinnützig anerkannte juristische Personen des privaten und öffentlichen Rechts, Träger der freien Jugendhilfe, örtliche Träger der öffentlichen Jugendhilfe, kreisangehörige Städte und Kommunen

⁵³ In Sachsen sind in einigen Regionen sind darüber hinaus wieder Anträge im Rahmen der Förderrichtlinie Klimaschutz – RL Klima/2014 möglich. Es werden u.a. auch Investitionen in die energetische Biomassenutzung gefördert: <https://www.sab.sachsen.de/f%C3%BCrderprogramme/sie-planen-kommunale-investitionen/f%C3%BCrderrichtlinie-klimaschutz.jsp>

Land	Förderprogramm	Thema / geförderte Maßnahmen	Förderbedingungen
	Infrastrukturen	Rahmen einer nachhaltigen Stadtentwicklung <u>Weitere Informationen</u>	Förderung: Anteilfinanzierung in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses, Förderquote bis zu 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben
SH	Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme	Ziel: objektübergreifende Umsetzung und Unterstützung von Projekten im Bereich der Erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung Maßnahmen: Umstellung Energieversorgung auf CO ₂ -freie Technologien; Aus- und Neubau Wärmenetze sowie Einsatz erneuerbarer Energien in diesen Möglichkeiten zur weiteren Antragstellung unklar; <u>weitere Informationen</u>	Zuwendung für: kommunale Eigenbetriebe, Zweckverbände, kommunale Körperschaften, sonstige Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts, rechtsfähige Personengesellschaften, juristische Personen des privaten Rechts, Genossenschaften, Vereine sowie Unternehmen (bevorzugt KMU) Förderung: Projektförderung als Anteilfinanzierung in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses; höchsten 1 Mio. €, Förderquote bis zu 50 %
TH	Förderprogramm Klima Invest	Ziel: Treibhausgasemissionen in Thüringen reduzieren, Energie einsparen und Klimaanpassungen ermöglichen Maßnahmen: u.a. Wärmekonzepte, gebäudetechnische Investitionen (erneuerbare Energien und weitere) <u>Weitere Informationen</u>	Zuwendung für: Gemeinden, Gemeindeverbände, Landkreise, Zweckverbände, sonstige juristische Personen des öffentlichen Rechts, soziale und gemeinnützige Einrichtungen, Kirchen, kommunale Unternehmen Förderung: Kumulierung möglich; Zuschuss in Form einer Anteilsfinanzierung oder Festbetragsfinanzierung; Förderquoten differenziert nach Programmteil und Empfängergruppe