

Holzenergienutzung in Niedersachsen

Bestandserfassung und Klimaschutzwirkung holzbefeueter Anlagen 2021



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Methodik	4
3	Bestandsentwicklung der Anlagen unterhalb 1 MW	5
4	Bestand an Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW	8
5	Holzverbrauch	9
5.1	Holzverbrauch der Anlagen unterhalb 1 MW	9
5.2	Brennstoffverbrauch der Anlagen oberhalb 1 MW	11
5.3	Gesamtverbrauch aller Anlagen in Niedersachsen	11
6	Emissionsminderung durch Holzenergienutzung	12
6.1	Substitution fossiler Energieträger durch Holzfeuerungsanlagen unterhalb 1 MW	12
6.2	Substitution fossiler Energieträger durch Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW	12
6.3	Vergleich der Emissionen	13
6.3.1	Emissionsbilanz der Holzfeuerungsanlagen unterhalb 1 MW	13
6.3.2	Emissionsbilanz der Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW	15
7	Potenzialerhebung	16
7.1	Bewertung der Stoffgruppen	16
7.1.1	Waldenergieholz	16
7.1.2	Nebenprodukte der Holzverarbeitung	18
7.1.3	Landschaftspflegeholz	18
7.1.4	Kurzumtriebsholz und Miscanthus	19
7.1.5	Altholz	19
7.1.6	Bio- und Grünabfall	20
7.1.7	Stroh	20
7.1.8	Brennstoffeigenschaften	21
7.2	Ermittlung des Potenzials	22
8	Sektorübergreifende Bewertung	28
8.1	Stoffströme in der holzbasierten Bioökonomie	28
8.2	Energetische Holznutzung als Bestandteil der Holzwirtschaft	29
8.3	Holz im zukünftigen Energiesystem	31
9	Zusammenfassung	33
10	Anhang	35
10.1	Abkürzungsverzeichnis	35
10.2	Abbildungsverzeichnis	35
10.3	Tabellenverzeichnis	35

Impressum

Herausgeber:

**3N Kompetenzzentrum NiedersachsenNetzwerk
Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V.**

Geschäftsstelle Werlte

Kompaniestraße 1 | 49757 Werlte

Tel.: 0 59 51 98 93 - 0 | Fax: 0 59 51 98 93 - 11

E-Mail: info@3-n.info

Web: www.3-n.info

in Zusammenarbeit mit:

**Landesinnungsverband für das
Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen (LIV)**

Konrad Adenauer Str. 7 | 30853 Langenhagen

Tel.: 05 11 770 36-0 | Fax: 05 11 770 36-99

Web: www.schornsteinfeger-nds.de

**Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm
und Gefahrstoffe (ZUS LLG)**

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim

Goslarsche Str. 3 | 31134 Hildesheim

Tel.: 0 51 21 163-153 | Fax: 0 51 21 163-362

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Michael Kralemann

Tobias Röther, M. Eng.

Göttingen, Oktober 2022

Alle Rechte liegen beim Herausgeber.

Nachdruck nur mit Genehmigung.

Fotos:

3N Kompetenzzentrum, außer Titels. (Mitte): Power Pellets Vertiebs GmbH

Layout:

Margit Camille-Reichardt

1 Einleitung

Bei der langfristigen Umstellung der deutschen Energieversorgung auf erneuerbare Energieträger stellt der Wärmesektor eine besondere Herausforderung dar. Im Gegensatz zum Stromsektor, der in den vergangenen Jahren bundesweit Anteile zwischen 40 % und 50 % an der Nettostromerzeugung aufwies, verzeichnet der Wärmebereich nur einen Anteil von 13 % erneuerbarer Energieträger, der im Wesentlichen von Holz gebildet wird. Um einen größeren Anteil zu erreichen, sehen die meisten Szenarien der zukünftigen Energieversorgung einen deutlichen Ausbau der Solarthermie und der Wärmepumpentechnologie vor. Ihr Ausbau muss jedoch sowohl technische als auch energiewirtschaftliche Hemmnisse überwinden und geht nur langsam voran.

Die regionale Holzenergienutzung wird auch weiterhin einen wesentlichen Anteil der regenerativen Wärmezeugung leisten müssen. Sie ist in den vergangenen Jahren sowohl durch eine kontinuierliche Modernisierung des Anlagenbestands als auch durch den Zubau neuer Anlagen geprägt. Die Novellierung der 1. BImSchV verschärft die Grenzwerte für CO- und Staubemissionen, was sowohl zu Optimierungen der Verbrennungstechnik als auch zum Ersatz durch moderne Anlagen geführt hat. Dies wurde durch die Förderung von Zentralheizungsanlagen im Marktanreizprogramm des Bundes unterstützt.

Die Entwicklung für Niedersachsen wird seit 2007 durch den Landesinnungsverband für das Schorn-

steinfegerhandwerk Niedersachsen (LIV) und das 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V. dokumentiert. Dies beinhaltet sowohl die Holzheizanlagen in Niedersachsen unterhalb einer Feuerungsleistung von 1.000 kW (Geltungsbereich der 1. BImSchV) als auch die Holzfeuerungsanlagen mit einer Feuerungsleistung über 1.000 kW (Geltungsbereich der 4. BImSchV), so dass ein Überblick aller mit biogenen Festbrennstoffen befeuerten Anlagen in Niedersachsen entsteht. Die Auswertung dient Anlagen- und Brennstoffanbietern, Kammern, Verbänden, Innungen und kommunalen Körperschaften als Informationsquelle über die aktuelle Entwicklung des Marktes.

Die vorliegende Untersuchung ergänzt die Erhebung des Anlagenbestands von 2021 um die Bewertung der Umweltwirkung der Holzenergienutzung und eine Analyse des Holzenergiepotenzials in Niedersachsen.

Der vorliegende Bericht wurde vom 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V. in Zusammenarbeit mit dem Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen und der Zentralen Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (ZUS LLG) im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz erstellt.



2 Methodik

Anlagen unterhalb 1 MW Feuerungsleistung

Das Grundgerüst der Feuerstättenzählung der vergangenen Jahre bildet die Basis für die Auswertung. Für jeden Landkreis gibt es einen standardisierten Erfassungsbogen, auf dem die Feuerungsanlagen in 11 Feuerungsklassen unterteilt sind. Der LIV übermittelt die Erfassungsbögen aller 47 Landkreise und kreisfreien Städte zur weiteren Auswertung an 3N. Die Rohdaten der 22 Feuerungsklassen werden zur besseren Übersicht in 8 Feuerungskategorien und drei Summenkategorien (Tab. 1) zusammengefasst.

Im Folgenden wird zunächst die Entwicklung der Summenkategorien für Scheitholz, Pellets und Hackschnitzel dargestellt. Dies erfolgt in einer Zeitreihe der Jahre 2006, 2011, 2016 und 2021 auf der Betrachtungsebene des Landes Niedersachsen. Für das Jahr der aktuellen Erhebung 2021 wird der Anlagenbestand der drei Summenkategorien auch auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte dokumentiert.

Im Anschluss erfolgen eine Abschätzung des Holzverbrauchs und eine Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger. Abschließend wird ein Emissionsvergleich durchgeführt, der unter anderem die CO₂-Minderung durch Holzfeuerungsanlagen aufzeigt.

Anlagen oberhalb 1 MW Feuerungsleistung

Die erstmals 2012 eingebundene Aufnahme der Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW basiert auf Angaben der Zentralen Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (ZUS LLG). Die Auswertung dieser Anlagen erfolgt anhand der technischen Eckdaten und des jährlichen Brennstoffverbrauchs.



Feuerungskategorien	<ol style="list-style-type: none">1. Scheitholz-Einzelöfen2. Scheitholz-Zentralheizungen < 15 kW3. Scheitholz-Zentralheizungen > 15 kW4. Pellet-Einzelöfen5. Pellet-Zentralheizungen < 15 kW6. Pellet-Zentralheizungen > 15 kW7. Holzhackschnitzel-Zentralheizungen < 50 kW8. Holzhackschnitzel-Zentralheizungen > 50 kW
Summenkategorien	<ol style="list-style-type: none">9. Scheitholz-Feuerungen (Summe)10. Pellet-Feuerungen (Summe)11. Holzhackschnitzel-Feuerungen (Summe)

Tab. 1: Feuerungskategorien und Summenkategorien zur Auswertung der Feuerstättenzählung

3 Bestandsentwicklung der Anlagen unterhalb 1 MW

Die Entwicklung des Gesamtbestandes an Holzfeuerungen zeigt im gesamten Betrachtungszeitraum eine positive Zuwachsrate, wobei sich die Entwicklungstrends in den Feuerungskategorien deutlich unterscheiden.

Den größten Anteil am Anlagenbestand bilden die Scheitholz-Feuerungen mit einer Anzahl von 1.213.173 Objekten, dabei handelt es sich zu 97 % um Einzelfeuerstätten. Die Pellet-Feuerungen zeigen den größten Zuwachs und weisen einen Bestand von 33.258 auf, der zu 57 % aus Einzelfeuerstätten besteht. Der Bestand an Holzhackschnitzelkesseln beträgt 3.057 Anlagen, davon 49 % unterhalb 50 kW.

Bei den Hackschnitzelkesseln ist von 2016 zu 2021 ein leichter Rückgang zu verzeichnen, der durch die Stilllegung von Altanlagen verursacht ist – insbesondere von Kessel mit weniger als 15 kW Leistung, die oft noch in der Statistik geführt, aber kaum noch betrieben wurden. Auch bei Scheitholz-kesseln mit weniger als 15 kW und mit mehr als 50 kW Leistung sind zahlreiche Außerbetriebnahmen zu verzeichnen – insbesondere bei Altanlagen, die die verringerten Emissionswerte der 1. BImSchV nicht erfüllten.

In Abb. 1 ist der Verlauf der jährlichen Zuwächse für alle drei Summenkategorien für die betrachteten Jahre dargestellt.

	Feuerungskategorie	Bestand
1	Scheitholz-Einzelöfen	1.179.521
2	Scheitholz-Zentralheizungen < 15 kW	10.606
3	Scheitholz-Zentralheizungen > 15 kW	23.046
4	Pellet-Einzelöfen	19.066
5	Pellet-Zentralheizungen < 15 kW	5.249
6	Pellet-Zentralheizungen > 15 kW	8.943
7	Holzhackschnitzel-Feuerungen < 50 kW	1.499
8	Holzhackschnitzel-Feuerungen > 50 kW	1.558
9	Scheitholz-Feuerungen	1.213.173
10	Pellet-Feuerungen	33.258
11	Holzhackschnitzel-Feuerungen	3.057

Tab. 2: Anlagenbestand nach Feuerungskategorien und Summenkategorien 2021

Abb. 2 und Tab. 3 zeigen den Bestand der Feuerungskategorien in den Landkreisen und kreisfreien Städten.

Anlagenbestand

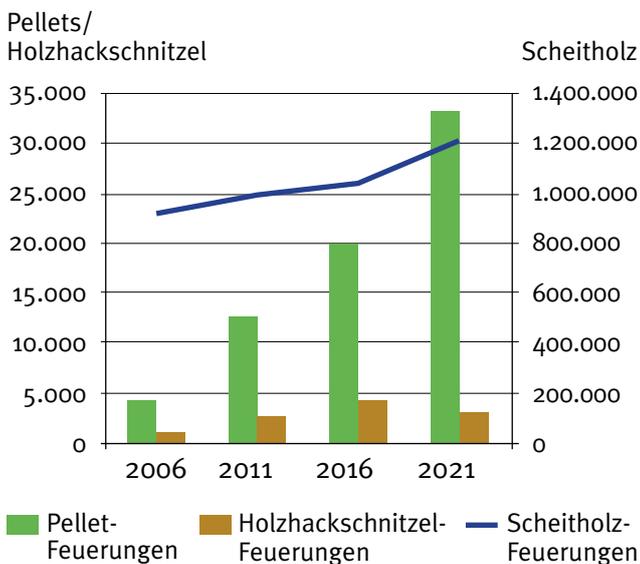


Abb. 1: Anlagenbestand an Holzfeuerungen < 1 MW in Niedersachsen

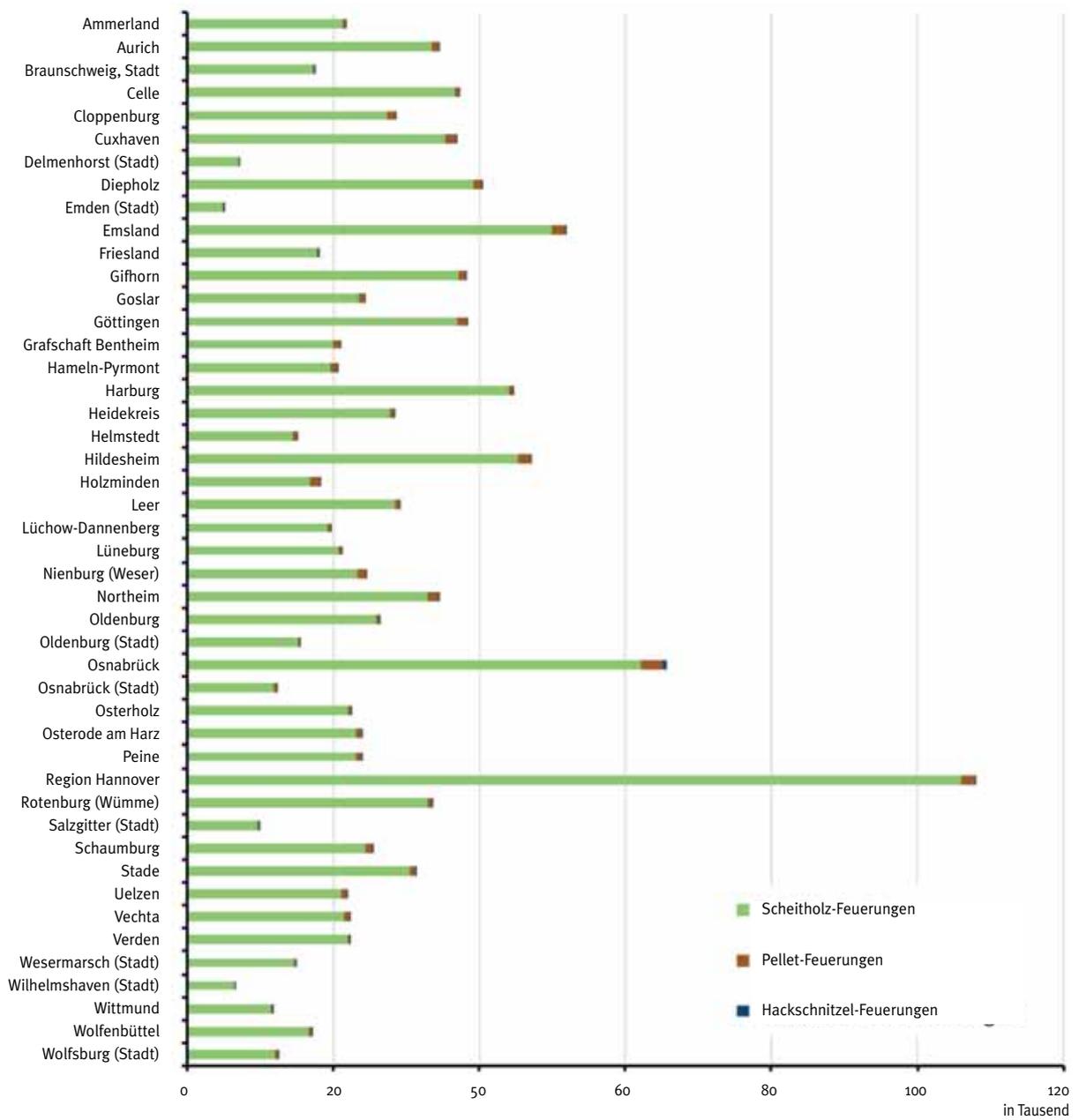


Abb. 2: Anlagenbestand nach Landkreisen und kreisfreien Städten 2021

Landkreis/ kreisfreie Stadt	Feuerungen gesamt	Scheitholz- Feuerungen		Pellet- Feuerungen		Hackschnitzel- Feuerungen	
		Einzel	Zentral	Einzel	Zentral	< 50 kW	> 50 kW
Ammerland	21.653	20.958	363	187	108	24	13
Aurich	34.384	33.188	307	750	118	14	7
Braunschweig, Stadt	17.453	17.018	106	141	179	3	6
Celle	37.316	35.341	1.195	395	272	57	56
Cloppenburg	28.630	26.730	618	954	215	50	63
Cuxhaven	36.851	34.394	953	793	602	74	35
Delmenhorst, Stadt	7.017	6.911	35	47	19	0	5
Diepholz	40.365	38.323	862	637	436	49	58
Emden, Stadt	4.928	4.756	29	129	13	0	1
Emsland	51.968	49.173	841	1.340	398	71	145
Friesland	17.976	17.547	214	144	58	7	6
Gifhorn	38.197	35.579	1.528	569	442	47	32
Goslar	24.195	22.750	677	406	338	10	14
Göttingen	38.318	35.434	1.628	571	651	11	23
Grafschaft Bentheim	20.875	19.589	399	686	146	25	30
Hameln-Pyrmont	20.486	18.751	833	381	486	15	20
Harburg	44.603	42.566	1.488	161	309	38	41
Heidekreis	28.541	26.590	1.180	318	277	66	110
Helmstedt	14.978	14.058	429	286	192	6	7
Hildesheim	46.967	43.996	1.352	972	596	25	26
Holzwinden	18.138	15.973	860	876	412	6	11
Leer	29.098	28.280	216	446	135	10	11
Lüchow-Dannenberg	19.714	17.672	1.474	229	267	48	24
Lüneburg	21.184	20.043	672	166	234	38	31
Nienburg (Weser)	24.421	22.466	913	505	445	55	37
Northeim	34.465	31.143	1.872	770	595	48	37
Oldenburg	26.268	25.602	331	180	126	5	24
Oldenburg, Stadt	15.418	15.174	59	109	66	3	7
Osnabrück	65.659	60.481	1.746	1.593	1.312	276	251
Osnabrück, Stadt	12.214	11.760	81	162	177	15	19
Osterholz	22.473	21.610	442	191	193	29	8
Osterode am Harz	23.801	21.378	1.661	373	371	8	10
Peine	23.818	22.685	499	298	302	14	20
Region Hannover	107.888	104.318	1.676	736	1.058	46	54
Rotenburg (Wümme)	33.689	31.491	1.356	266	406	97	73
Salzgitter, Stadt	9.842	9.589	96	92	61	1	3
Schaumburg	25.329	23.766	666	400	452	18	27
Stade	31.335	29.574	1.038	279	350	41	53
Uelzen	21.863	19.982	1.085	238	433	71	54
Vechta	22.229	21.198	348	409	180	44	50
Verden	22.327	21.435	506	146	196	16	28
Wesermarsch	14.885	14.447	163	219	47	3	6
Wilhelmshaven, Stadt	6.526	6.452	29	39	3	0	3
Wittmund	11.702	11.245	217	179	54	4	3
Wolfenbüttel	17.082	16.146	452	192	270	8	14
Wolfsburg, Stadt	12.419	11.959	157	106	192	3	2
Niedersachsen gesamt	1.249.488	1.179.521	33.652	19.066	14.192	1.499	1.558

Tab. 3: Anlagenbestand nach Landkreisen und kreisfreien Städten 2021

4 Bestand an Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW

Um für Niedersachsen ein Gesamtbild aller Holzfeuerungsanlagen zu erhalten, wurden 2012 erstmals auch die Anlagen mit mehr als 1 MW Feuerungsleistung in die Auswertung eingebunden. Dabei handelt es sich um die Daten der Emissionserklärung gemäß 4. BImSchV, die alle vier Jahre von den Anlagenbetreibern abgegeben werden muss.

Der Bestand niedersächsischer Anlagen im Geltungsbereich der 4. BImSchV umfasst 60 Anlagen. Davon setzen 59 Anlagen Holz und eine Anlage Stroh ein. Zwischen den Erfassungsjahre 2016 und 2021 sind sowohl Anlagenstilllegungen (vorwiegend bei Heizwerken in Industriebetrieben) als auch die Inbetriebnahme von Neuanlagen zu verzeichnen.

Die Eckdaten der Anlagen sind in Tab. 4 dargestellt.

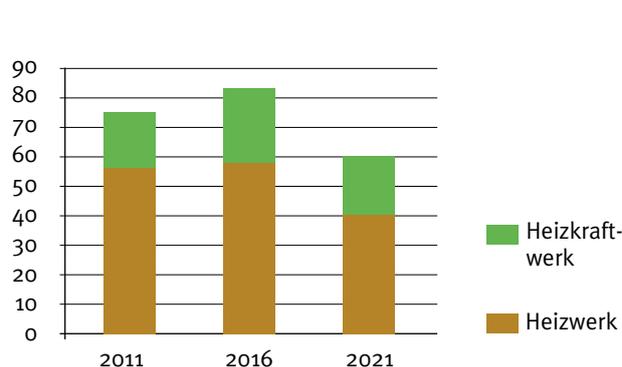


Abb. 3: Bestandsentwicklung von Heizkraftwerken und Heizwerken nach Anzahl

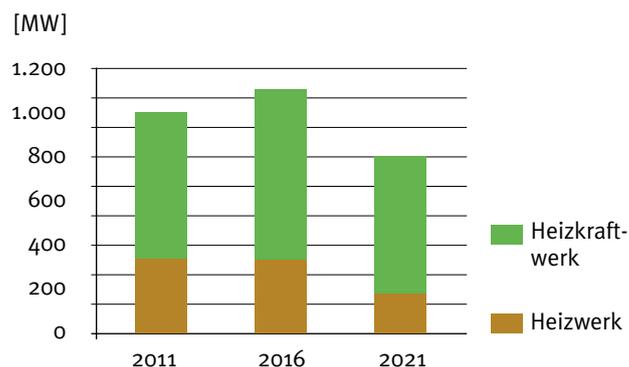


Abb. 4: Bestandsentwicklung von Heizkraftwerken und Heizwerken nach Feuerungswärmeleistung

	Anzahl	FWL [MW]	el. Leistung [MW]	th. Leistung [MW]	Stromerzeugung [MWh/a]	Wärmeerzeugung [MWh/a]	Brennstoffverbrauch [t/a]
Heizkraftwerke	20	692	177	406	992.545	2.226.531	1.385.780
Heizwerke	40	171	0	140	0	370.128	130.183
Summe	60	863	177	546	992.545	2.596.659	1.515.963

Tab. 4: Eckdaten der Holzfeuerungsanlagen > 1 MW im Jahr 2021

5 Holzverbrauch

5.1 Holzverbrauch der Anlagen unterhalb 1 MW

Da keine Daten zum Betrieb der Holzheizanlagen vorliegen, kann der Holzverbrauch in der Feuerstättenzählung nur rechnerisch ermittelt werden. Dazu wurden die Verbräuche der einzelnen Feuerungskategorien auf der Basis von Betriebskennzahlen und üblichen Verbrauchseinheiten der Brennstoffe ermittelt. **2021 wurden 2,18 Mio. Festmeter Scheitholz, 170.000 Tonnen Pellets und 1,22 Mio. Schüttraummeter Hackschnitzel eingesetzt.**

Parallel zur Feuerstättenzählung 2013 hatte das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz deshalb 3N und den LIV beauftragt, in einer Zusatzuntersuchung Daten zu Menge, Qualität und Herkunft des eingesetzten Holzes zu erheben. In der »Verbrauchsdatenerhebung für Holzheizanlagen in Niedersachsen« konnten somit fundierte Ansätze für die Verbräuche der einzelnen Feuerungskategorien ermittelt werden, aus denen sich die in Abb. 5 und Abb. 6 dargestellten Verbräuche ergeben. Zur einheitlichen Darstellung des Holzverbrauches werden die Verbräuche der drei Energieträger auf MWh umgerechnet (s. Tab. 5). Im Laufe des Untersuchungszeitraums führen die Einflüsse der Witterung, des Nutzerverhaltens und die Modernisierung des Gebäudebestands zu einer Verringerung des spezifischen Verbrauchs.

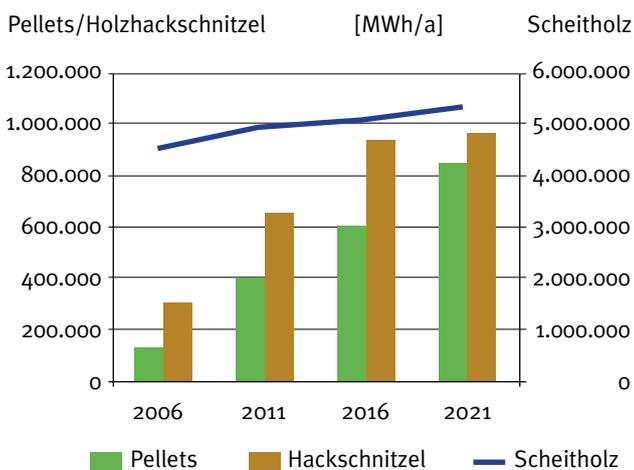


Abb. 5: Entwicklung des Holzverbrauchs der Feuerungen < 1 MW

	Wasser- gehalt	Energie- gehalt bez. auf Gewicht	Energie- gehalt bez. auf Volumen
Scheitholz	20 % _m	3.500 kWh/t	1.700 kWh/Rm
Pellets	10 % _m	5.000 kWh/t	3.250 kWh/m ³
Hack- schnitzel	30 % _m	3.300 kWh/t	800 kWh/Srm

Tab. 5: Umrechnungsfaktoren der Holzbrennstoffe

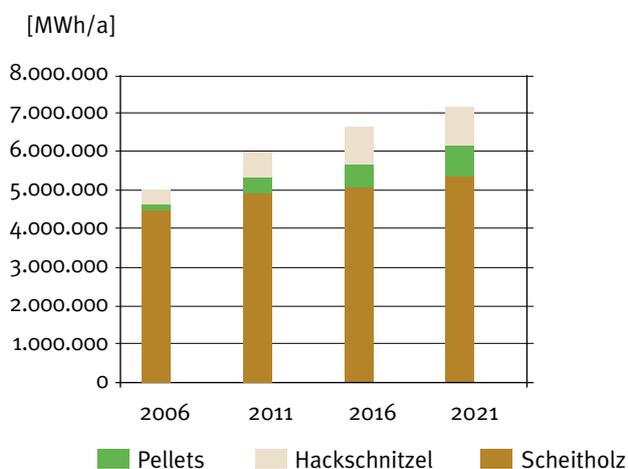


Abb. 6: Entwicklung des Holzverbrauchs der Feuerungen < 1 MW kumuliert

Abb. 7 zeigt die Energieholzverbräuche in den Landkreisen und kreisfreien Städten. Den größten Anteil bilden die Scheitholzfeuerungen. Aufgrund der höheren Leistungen der Pellet- und Hackschnitzelfeuerungen wird ihr höherer spezifischer Verbrauch sichtbar. In Landkreisen mit hohen Beständen von Hackschnitzelkesseln wie dem Emsland und dem Landkreis Osnabrück ist dies besonders deutlich (vgl. auch Abb. 2).

In Niedersachsen wachsen jährlich rund 12,3 Mio. Vorratsfestmeter Holz nach, von denen rund 9,2 Mio. Vfm geerntet werden¹.

Der Holzverbrauch aller Holzheizanlagen unter 1 MW lag im Jahr 2021 bei etwa 2,98 Mio. Festmetern.

¹ Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: »Der Wald in Niedersachsen – Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3«. Hannover, 2014

Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich nicht ausschließlich um Waldholz handelt, da in Scheitholz- bzw. Holzhackschnitzelfeuerungen auch Holzbriketts, Sägeresthölzer, Holz aus der Garten- und Landschaftspflege sowie naturbelassene Althölzer eingesetzt werden. Gleiches gilt für Holzpellets, die überwiegend aus Sägenebenprodukten hergestellt werden.

Die komplexen Strukturen des Holzmarkts lassen außerdem keine belastbaren Aussagen zu, welche Anteile welcher Sortimente innerhalb der Landesgrenzen erzeugt und genutzt werden. In Kombination der Statistik der Holzherkunft aus der Ver-

brauchsdatenerhebung und der Verbräuche der Feuerungskategorien entsteht die in Abb. 8 dargestellte mengengewichtete und energiebezogene Herkunftsverteilung. **Demnach stammen 73 % des in Anlagen unterhalb 1 MW Feuerungsleistung eingesetzten Holzes aus dem Wald. 15 % des Holzes werden als Nebenprodukt einer Verarbeitungsstufe oder nach einer stofflichen Nutzung gewonnen, hierzu gehören auch die Pellets. 12 % des Holzes stammen aus dem Landschafts- und Gartenpflege und werden überwiegend als Hackschnitzel verwendet.**

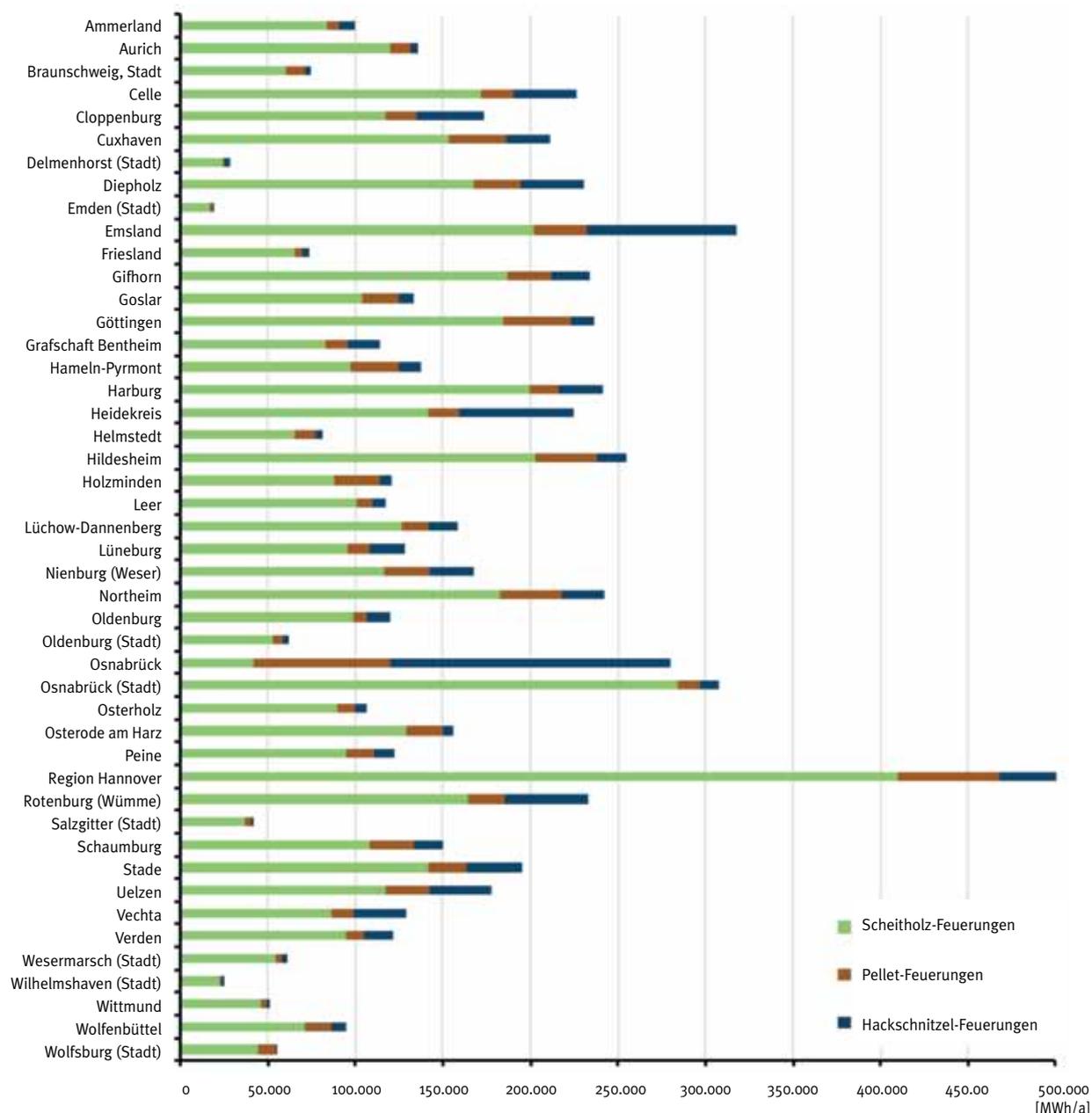


Abb. 7: Holzverbrauch der Anlagen < 1 MW nach Landkreisen und kreisfreien Städten 2021

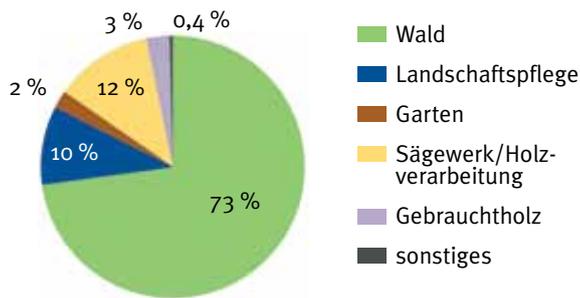


Abb. 8: Herkunft des in Anlagen der 1. BImSchV eingesetzten Energieholzes im Jahr 2021



5.2 Brennstoffverbrauch der Anlagen oberhalb 1 MW

Der Brennstoffverbrauch der Anlagen im Geltungsbereich der 4. BImSchV geht aus den Emissionserklärungen der Anlagenbetreiber hervor. Fehlende Verbrauchsdaten wurden durch die Leistungsangaben und Laufzeiten der Anlagen abgeschätzt. Die Verteilung des Brennstoffverbrauches auf die Sortimente zeigt Abb. 9.

Insgesamt werden jährlich rund 1,46 Mio. t biogene Festbrennstoffe in den Anlagen oberhalb 1 MW eingesetzt, was einer Menge von etwa 2,44 Mio. Festmetern entspricht. Mit 710.000 t handelt es sich beim verwendeten Brennstoff zum überwiegenden Teil um Altholz, das fast ausschließlich in Großanlagen im Geltungsbereich des EEG 2000 eingesetzt wird. Am zweithäufigsten wird Holz aus Wald und Landschaftspflege (sog. NawaRo-Holz) mit rund 540.000 t eingesetzt. Die Verwendung von Säge-/Industrierestholz, das überwiegend direkt in holzverarbeitenden Betrieben genutzt wird, hat einen Anteil von 207.000 t. Auf Stroh entfallen 60.000 t.

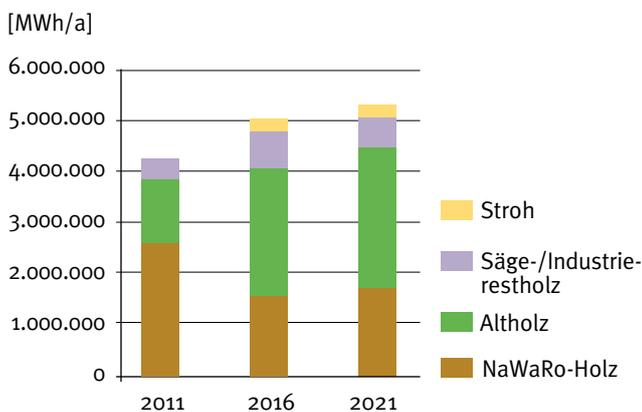


Abb. 9: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs der Feuerungen > 1 MW kumuliert

5.3 Gesamtverbrauch aller Anlagen in Niedersachsen

Werden die Holzbrennstoffe der Kleinanlagen unterhalb 1 MW und der Anlagen oberhalb 1 MW addiert, ergibt sich ein gesamter Brennstoffverbrauch von 3,7 Mio. t. Umgerechnet entspricht dies in etwa 12,5 Mio. MWh Holz. Die Gesamtverteilung zeigt Abb. 10.

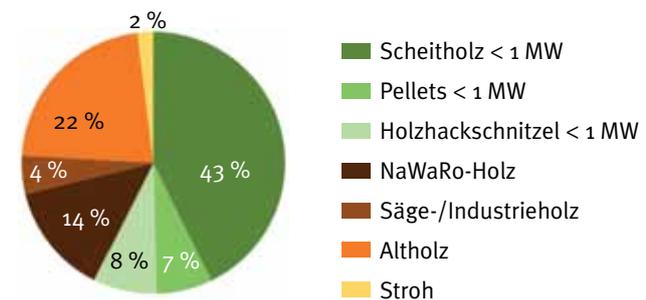


Abb. 10: Gesamtverteilung aller eingesetzten Brennstoffe

6 Emissionsminderung durch Holzenergienutzung

6.1 Substitution fossiler Energieträger durch Holzfeuerungsanlagen unterhalb 1 MW

Die Berechnung der Substitution fossiler Energieträger erfolgt unter Verwendung des Programms GEMIS 5.0². Die Ermittlung der bereitgestellten Nutzenergie stellt hierfür die Basis dar.

Der Holzverbrauch von ca. 2,98 Mio. FM/a entspricht einem Energiegehalt von 7,33 Mio. MWh. Unter Berücksichtigung typischer Anlagennutzungsgrade der verschiedenen Holzheizsysteme können hiermit 5,51 Mio. MWh Nutzenergie bereitgestellt werden.

Da keine Daten darüber vorliegen, welche Energieträger durch die Holzbrennstoffe ersetzt werden, geht die Berechnung davon aus, dass zu 77 % Erdgas und zu 23 % Heizöl substituiert werden. Dies entspricht in etwa der Verteilung von Erdgas und Heizöl im Sektor »Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen« in Niedersachsen³.

Um die gleiche Nutzenergie mit Erdgas und Heizöl bereitzustellen, müssen insgesamt 6,02 Mio. MWh Endenergie eingesetzt werden. Der Unterschied zum Energiegehalt des Holzverbrauches erklärt sich im Wesentlichen dadurch, dass die Anlagennutzungsgrade der fossil befeuerten Systeme höher sind als die der Scheitholzöfen, in denen der größte Teil des Holzes eingesetzt wird. Bei der Energiebereitstellung mit Holzbrennstoffen wird zudem ein geringer Anteil fossiler Energie eingesetzt, z.B. für die Brennstoffherstellung und den Brennstofftransport. In Tab. 6 ist die Bilanz des Einsatzes fossiler Primärenergie dargestellt. **Durch den Einsatz von Holz als Energieträger in Anlagen unterhalb 1 MW ergibt sich in Niedersachsen eine Einsparung an fossiler Primärenergie von 7,1 Mio. MWh.**

6.2 Substitution fossiler Energieträger durch Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger durch die großen Holzfeuerungsanlagen erfolgt ebenfalls unter Verwendung des Programms GEMIS 5.0. Ausgangspunkt stellt hierbei die Ermittlung der bereitgestellten Wärme sowie des eingespeisten Stroms dar. Diese beiden Größen werden aus dem Brennstoffverbrauch und den technischen Leistungsdaten der Anlagen ermittelt.

Da jedoch nicht genau bekannt ist, welche fossilen Energieträger durch die Anlagen ersetzt werden, muss dies – analog zu den Heizanlagen unterhalb 1 MW – ebenfalls abgeschätzt werden. Bei der vorliegenden Betrachtung wird ein Verdrängungsmix zugrunde gelegt, der zum einen die Größenklassen der Holzfeuerungsanlagen und zum anderen die Verteilung des Brennstoffeinsatzes in den Verbrauchssektoren »Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen« und »Verarbeitendes Gewerbe« berücksichtigt. Die zugrunde gelegten Verbrauchsanteile der Sektoren stammen aus der Niedersächsischen Energiebilanz⁴.

Da in einigen der niedersächsischen Holzheizkraftwerken nur ein sehr geringer Anteil an der bereitgestellten Nutzwärme fossile Energieträger ersetzt, übersteigt in Tab. 7 die Nutzwärme aus Holzfeuerungen die Nutzwärme aus fossilen Energieträgern.

Durch den Einsatz von holzartigen Biomassen in Heizwerken und Heizkraftwerken mit einer Feuerungswärmeleistung über 1 MW ergibt sich eine jährliche Einsparung an fossiler Primärenergie von 4,3 Mio. MWh.

² »Gesamtemissionsmodell integrierter Systeme«, INAS GmbH - Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien, Darmstadt

³⁺⁴ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: »Niedersächsische Energie- und CO₂-Bilanzen 2019«, Hannover, 2021

	bereitgestellte Nutzenergie [MWh/a]	eingesetzte fossile Primärenergie [MWh/a]
Holzbrennstoffe	5.509.000	226.000
ersetztes Erdgas (77 %)	4.267.000	5.628.000
ersetztes Heizöl (23 %)	1.242.000	1.702.000
Einsparung fossiler Primärenergie		7.104.000

Tab. 6: Substitution fossiler Energieträger durch Holzbrennstoffe in Anlagen < 1 MW

	bereitgestellte Nutzwärme [MWh/a]	Stromerzeugung [MWh/a]	eingesetzte fossile Primärenergie [MWh/a]
Holzfeuerungsanlagen > 1 MW	2.597.000	993.000	740.000
ersetztes Erdgas (77 %)	1.640.000		2.030.000
ersetztes Heizöl (15 %)	289.000		400.000
ersetzte Kohle (8 %)	130.000		210.000
Mix fossiler Energieträger		993.000	2.420.000
Einsparung fossiler Primärenergie			4.320.000

Tab. 7: Substitution fossiler Energieträger durch Holzfeuerungsanlagen > 1 MW

6.3 Vergleich der Emissionen

Beim Betrieb der Holzfeuerungen zeigt sich der Effekt der klimafreundlichen Wärme- und Stromerzeugung. Die Holzenergienutzung ist annähernd CO₂-neutral. Bei seiner Verbrennung wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie die Pflanzen in der Wachstumsphase aufgenommen haben oder andere Pflanzen zum Zeitpunkt der Verbrennung aufnehmen. Lediglich bei der Brennstoffherstellung, dem Brennstofftransport und für den Strom zum Anlagenbetrieb werden geringe Mengen fossiler Energieträger eingesetzt. Die Berechnung der Emissionen der betrachteten Techniken erfolgt ebenfalls unter Verwendung des Programms GEMIS 5.0.



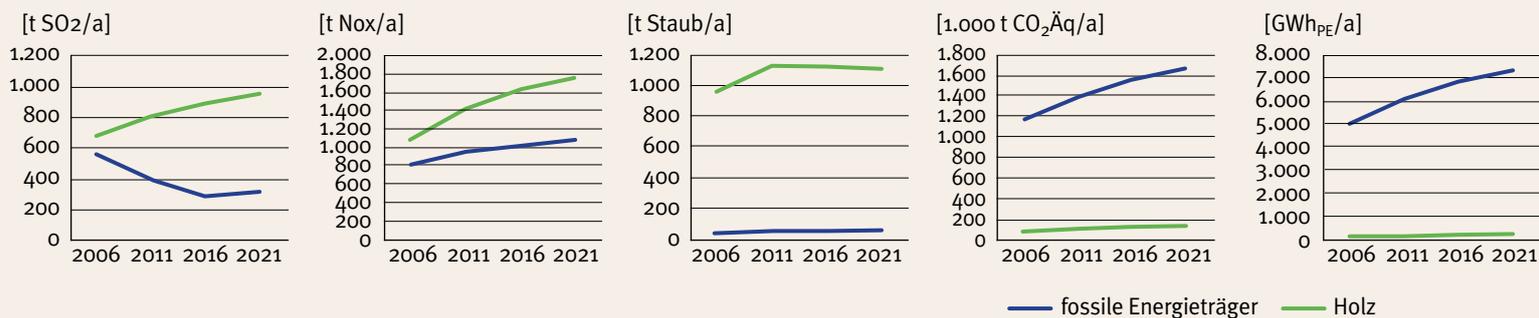


Abb. 11: Emissionen und Verbrauch fossiler Primärenergie der Holzheizanlagen < 1 MW und der verdrängten fossilen Energieträger

6.3.1 Emissionsbilanz der Holzfeuerungsanlagen unterhalb 1 MW

Unter Einbeziehung der vorgelagerten Prozessketten (Anlagenerstellung, Brennstoffbereitstellung) ergeben sich für Holzfeuerungsanlagen unterhalb 1 MW Feuerungsleistung die in Abb. 11 dargestellte Emissionsbilanz.

Die Holzfeuerungsanlagen verringerten den Kohlendioxid ausstoß (angegeben als CO₂-Äquivalente) in Niedersachsen 2021 um 1,55 Mio. t. Die Emissionen der Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂) und Staub sind im Vergleich zu Erdgas und Heizöl brennstoffbedingt erhöht. Die SO₂-Emissionen der verdrängten fossilen Energieträger fallen 2011 und 2016 trotz der steigenden Wärmemenge geringer aus, was auf den reduzierten Schwefelgehalt von Heizöl EL zurückzuführen ist.

Bei der Bewertung der Staubemissionen ist zu berücksichtigen, dass die Wärmeversorgung aus Holz im Vergleich mit den Hauptemittenten Straßenverkehr, Industrie, Kraftwerken und Landwirtschaft nur mit 3,8 % zu den Gesamtstaubemissionen und mit 6,8 % zu den Feinstaubemissionen beiträgt. Die Primärenergiebilanz zeigt noch einmal die deutliche Verringerung des Verbrauchs fossiler Primärenergieträger durch die Holzenergienutzung (s.a. Kapitel 6.1).

Der Verlauf der Staubemissionen zeigt zwei Effekte, die sich überlagern. Einerseits steigen die Emissionen mit der wachsenden Energieerzeugung an. Andererseits führt der Ersatz von Altanlagen durch die Installation moderner Kessel zu einer Emissions-

senkung. Dies ist insbesondere in den Jahren nach Novellierung der 1. BImSchV zu beobachten (ab dem Bezugsjahr 2011).

Die 2009 in Kraft getretene Novellierung verschärft die Grenzwerte für CO- und Staubemissionen und erweitert die Überwachungspflicht auf Feuerstätten im Leistungsbereich zwischen 4 und 15 kW. Bestehende Anlagen, die die neuen Grenzwerte einhalten, können zeitlich unbegrenzt weiterbetrieben werden. Wenn dies nicht möglich ist, unterliegen sie langfristig angelegten Übergangsfristen zwischen 2015 und 2024 (s. Tab. 8). Anstelle eines Austausches kann sich der Betreiber auch für die Installation eines bauartzugelassenen Staubfilters entscheiden. Diese Bestimmungen haben sowohl zu Optimierungen der Verbrennungstechnik als auch zum Ersatz durch moderne Anlagen geführt. **Ab 2025 ist somit der gesamte Anlagenbestand auf das deutlich verringerte Emissionsniveau angepasst.**

Baujahr nach Typenschild	Anteil an Anlagenbestand	Zeitpunkt der Nachrüstung/Außerbetriebnahme
vor 1950	2 %	31.12.2014
1950 - 1974	4 %	31.12.2014
1975 - 1984	6 %	31.12.2017
1985 - 1994	20 %	31.12.2020
1995 - 22.03.2010	46 %	31.12.2024
nach 22.03.2010	22 %	---

Tab. 8: Übergangsfristen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gemäß 1. BImSchV⁵

⁵ Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe: »Nutzereinflüsse auf die Emissionen aus Kaminöfen«. Berichte aus dem TFZ Nr. 61. Straubing 2019

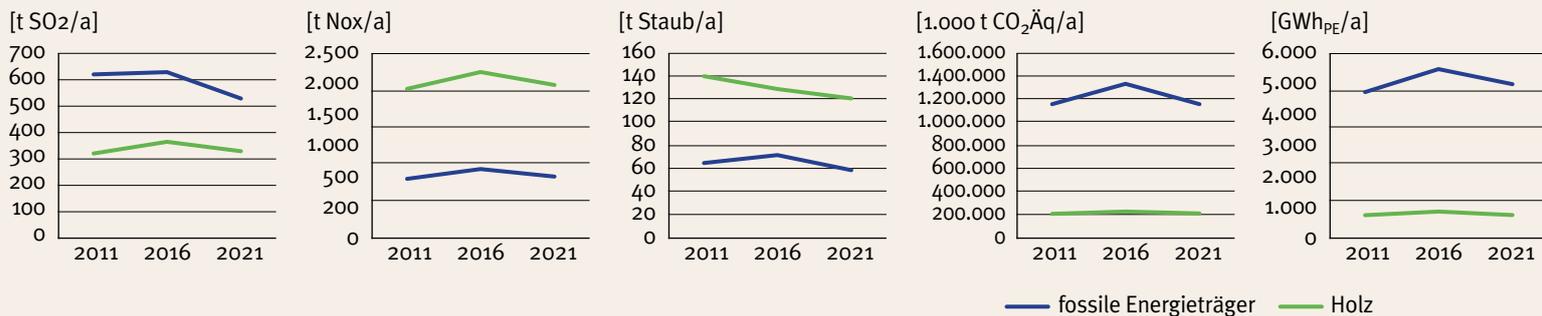


Abb. 13: Emissionen und Verbrauch fossiler Primärenergie der Holzheizanlagen > 1 MW und der verdrängten fossilen Energieträger

Abb. 12 zeigt die Staubgrenzwerte für Kessel und Einzelöfen der drei Brennstoffsortimente. Die 2. Stufe der Novellierung gilt für Hackschnitzel und Pellets seit 2015, für Scheitholz erst seit 2017. Das Marktanreizprogramm des Bundes sah in seiner Förderung von automatisch befeuerten Holzheizanlagen einen zusätzlichen Zuschuss in Höhe von 20 €/kW vor, wenn Staubemissionen auf 15 g/m³ begrenzt wurden. Die meisten angebotenen Kessel erreichten dieses Ziel. Im Vergleich zu den bis 2009 geltenden Grenzwerten wurden die Staubemissionen von Pellet- und Hackschnitzelkesseln also auf ein Zehntel reduziert.

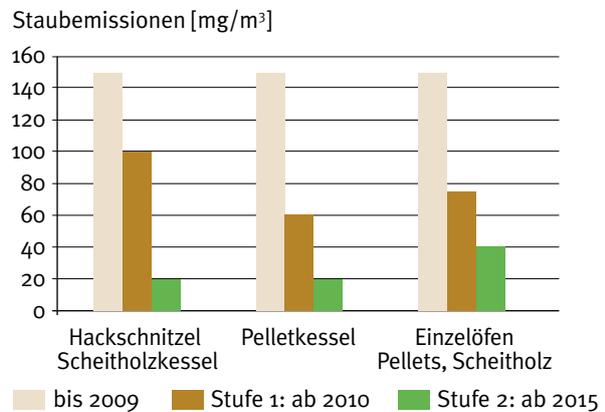


Abb. 12: Entwicklung der Staubgrenzwerte für Kessel und Einzelöfen gemäß 1. BImSchV

Die technologische Entwicklung während des Betrachtungszeitraums ist in der Emissionsberechnung berücksichtigt.

6.3.2 Emissionsbilanz der Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW

Die Holzfeuerungsanlagen oberhalb 1 MW verringerten den Kohlendioxidausstoß in Niedersachsen 2021 um 975.000 t. Die Emissionen von Stickoxiden (NO_x) und Staub sind im Vergleich zum Mix aus Erdgas, Heizöl und Kohle brennstoffbedingt erhöht. Die SO₂-Emissionen werden dagegen verringert, im Gegensatz zu den Anlagen unterhalb 1 MW zeigt sich hier die Verdrängung von Kohle und Heizöl. Die generell geringeren Werte des Jahres 2021 sind von der reduzierten Energieerzeugung aus Holz verursacht.



7 Potenzialerhebung

Die Ermittlung der Holzenergiepotenziale in Niedersachsen ergänzt die Analyse des Anlagenbestands und beziffert sowohl den Anteil der heutigen Nutzung als auch den zukünftig realistisch erreichbaren Anteil.

Grundsätzlich steht ein breites Rohstoffspektrum für die energetische Nutzung zur Verfügung. Die Bestimmung von Potenzialen erfordert klare Systemgrenzen, die von der jeweiligen Betrachtungsebene abhängig sind. Die übliche Unterscheidung in die folgenden Potenzialbegriffe ist im vorliegenden Fall nur begrenzt geeignet:

- theoretisches Potenzial: physikalisch nutzbares Energieangebot der gesamten vorhandenen Biomasse
- technisches Potenzial: Berücksichtigung von technischen, rechtlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Restriktionen
- wirtschaftliches Potenzial: Beschränkung auf die wirtschaftlich konkurrenzfähige Nutzung (unter aktuellen oder festzulegenden zukünftigen Rahmenbedingungen)
- ungenutzte Potenziale: Beschränkung auf die heute ungenutzten Mengen (nicht erschlossen oder als Abfall beseitigt)

Eine Konkretisierung des Potenzialbegriffs ist notwendig, da sich viele Restriktionskriterien wie z.B. die Kaskadennutzung oder naturschutzfachliche Kriterien nicht starr in Konzepte zur Ermittlung theoretischer, technischer oder wirtschaftlicher Potenziale übertragen lassen. Der Ansatz des stoffspezifisch definierten »erschließbaren Potenzials« berücksichtigt i.S. der bisher in der Literatur üblichen Potenzialdefinition den theoretischen und technischen Rahmen der Potenziale wie die naturräumlichen Voraussetzungen und die Erschließbarkeit (bei Landwirtschaft und Forstwirtschaft) sowie die erfassten Mengen an Abfall⁶.

Bezogen auf die räumliche Zuordnung der Potenziale weisen die verfügbaren Daten sehr unterschiedliche Qualitäten auf. Ein Teil der Daten liegt auf der angestrebten Bezugsebene der Landkreise vor. Andere Daten werden nur auf Landes- oder Bundesebene erhoben und müssen mit spezifischen Kenngrößen

auf die Kreisebene übertragen werden. Dabei wird grundsätzlich ein flächenbezogener Ansatz gewählt. Der Bezug auf die land- und forstwirtschaftlichen Flächen, die Zuständigkeitsbereiche der öffentlichen Entsorger und die Straßen- und Schienenwege ermöglicht eine klare Zuordnung zum Erzeugungsort der einzelnen Stoffe unabhängig von der heutigen Verarbeitung/Entsorgung. Eine Mengenermittlung entlang der nachgelagerten Verarbeitungsstufen birgt dagegen die Gefahr von unvollständiger oder mehrfacher Erfassung und ermöglicht insbes. in räumlich volatilen Märkten keine eindeutige örtliche Zuordnung. Die Untersuchungsregionen leisten somit einen anteiligen Beitrag zum Mengenaufkommen der Stoffgruppen, auch wenn diese dort heute über- oder unterproportional stark verarbeitet werden.

Die aktuelle Situation des Rohstoffaufkommens der Stoffgruppen, ihrer stofflichen und energetischen Nutzung sowie der wesentlichen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden in den Kapiteln 8.1 beschrieben. In Kapitel 8.2 folgt die Mengenermittlung für die Untersuchungsregionen.

Die untersuchten Stoffgruppen werden in 10 Kategorien gegliedert (s. Tab. 9). Die Kategorisierung orientiert sich an den physikalischen Eigenschaften, den verfügbaren Daten und den rechtlichen Rahmenbedingungen. Diverse kleinere Sortimente können mangels belastbarer, flächendeckender Angaben nicht berücksichtigt werden, hierzu zählt z.B. Holz aus Obstplantagen, von Friedhöfen und Moorflächen sowie Altholz, das in Haushalten direkt verheizt wird.

7.1 Bewertung der Stoffgruppen

Holz ist der am stärksten genutzte Bioenergieträger und wird bisher ausschließlich zur Wärme- und Stromerzeugung eingesetzt. Dabei handelt es sich um zahlreiche Sortimente, die sich hinsichtlich Herkunft und Eigenschaften deutlich unterscheiden.

⁶ Fehrenbach, Wern, Hünecke et al.: „BioRest – Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem“. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau 2019

Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ): „Biomassepotenziale von Abfall- und Reststoffen“. Hrsg. durch die Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe. Gülzow 2015

Hauptkategorie	Oberkategorie	Unterkategorie
naturbelassenes Holz	Waldenergieholz Nebenprodukte der Holzverarbeitung Landschaftspflegeholz Kurzumtriebsholz	
landwirtschaftliche Produkte	Reststoffe Anbaubiomasse	Stroh Miscanthus
biogene Abfallstoffe	Siedlungsabfall Altholz	Bioabfall, Grünabfall A I (naturbelassen) A II / III (lackiert, beschichtet) A IV (behandelt)

Tab. 9: Kategorisierung der Stoffgruppen

7.1.1 Waldenergieholz

Holz ist der wichtigste und bekannteste nachwachsende Rohstoff und Energieträger. Bei der forstlich vorrangig angestrebten Produktion von Stammholz für die Sägeindustrie fällt unvermeidlich auch immer Holz an, das zu dünn, zu kurz, zu krumm oder zu geschädigt ist, um gesägt werden zu können. Dieses Material wird dann teilweise als sog. Industrieholz an die Holzwerkstoffindustrie zur Herstellung von z.B. Span- oder Faserplatten verkauft oder in der Zellstoffindustrie verarbeitet (niedersächsisches Holz zumeist in den Werken in Alfeld und Stendal). Ein großer Anteil des minderwertigen Materials wird primär als Energieholz genutzt – bei Nadelholz 16 %, beim industriell weniger gut verwertbaren Laubholz 70 %.

Waldenergieholz bildet das größte Sortiment im Energieholzmarkt, 58 % der in Niedersachsen eingesetzten Hackschnitzel und 83 % des Scheitholzes stammt aus dieser Quelle⁷. Insbesondere für Laubholzbestände spielt diese Nutzung eine wichtige Rolle, so stammen 48 % der Hackschnitzel und 80 % des Scheitholzes aus Laubwäldern.

Bei Energieholz werden verschiedene Quellen und Aufbereitungsarten unterschieden:

- Scheitholz aus Stammabschnitten oder starken Ästen stellt die insbes. bei Privatkunden meist verwendete Form dar. Es kann von diesen im eigenen oder fremden Wald selbst gefällt oder aufgearbeitet (Selbstwerbung, insbes. Kronenholz von Laubbäumen) oder aufbereitet (gespalten und getrocknet) gekauft werden.

- Waldhackschnitzel werden aus nicht anders verwertbaren Stammstücken, Ästen oder auch aus dünneren Zweigen hergestellt und in größeren, automatisch beschickten Kesseln eingesetzt.

Wenn das eingesetzte Astmaterial sehr dünn ist oder – vor allem bei Nadelholz – auch Blattmasse vorhanden ist, ist es zur energetischen Nutzung weniger geeignet. Der relativ hohe Rindenanteil und die Grünmasse sind nicht nur problematisch für die Verbrennung, die Entfernung dieses Materials aus dem Wald kann auf nährstoffärmeren Standorten auch zum unzulässigen Export wertvoller Nährstoffe führen. Ressourcen aus diesen Quellen werden in der Potenzialermittlung deshalb nicht berücksichtigt.

Der Markt ist von einer kleinteiligen Anbieterstruktur geprägt, nur bei Landesforstbetrieben und z.T. bei den Forstämtern der Landwirtschaftskammern können große Mengen vermarktet werden. Die bereitgestellten Mengen weisen sowohl in der Qualität als auch in den Mengen eine hohe Konstanz auf und sind nur wenig von Markteinflüssen geprägt. Die niedersächsischen Wälder befinden sich zu 56 % in privatem Besitz, 42 % der Eigentümer besitzen weniger als 2 ha. Diese Flächen sind z.T. nicht professionell genutzt und weisen einen Bewirtschaftungsrückstand auf, der bei stärkerer Nutzung zu einem überproportionalen Brennholzaufkommen führen würde. Das Potenzial ergibt sich aus den folgenden Größen mit ihren charakteristischen Einschlagmengen und Energieholzanteilen:

⁷ 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e. V.: „Verbrauchsdatenerhebung

Holzfeuerungen Niedersachsen für holzbefeuerte Anlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV“. Werte/Göttingen 2015

- Waldflächen (landkreisbezogen)⁸
- Waldregion (westniedersächsisches Tiefland, ostniedersächsisches Tiefland, niedersächsisches Bergland)⁹ mit typischen Einschlagzahlen
- Waldtypus (Laubwald, Nadelwald) mit typischen Anteilen der Nutzungen
- Nutzungspfade (Energie, Sägewerke, Holzwerkstoffindustrie, Zellstoffgewinnung) mit typischen Anteilen von Sortimenten zur energetischen Nutzung

7.1.2 Nebenprodukte der Holzverarbeitung

In der ersten Verarbeitungsstufe fallen 20 - 50 % des Eingangsmaterials als Reststoff an, dabei handelt es sich um Rinde, Späne, Kappenden, Schwarzen und Spreißel. Sie werden sowohl energetisch als auch stofflich genutzt und können als Reststoff zum verfügbaren Potenzial gezählt werden. Im Gegensatz dazu werden die Reststoffe der Holzverarbeitenden Industrie überwiegend innerhalb der Betriebe genutzt, vor allem zur Energieversorgung, und stehen nur zu einem geringeren Anteil zur externen Nutzung zur Verfügung. Sägerestholz weist vglw. gleichbleibende Qualität auf, die Mengen sind aber deutlich konjunktur-geprägt. Das Potenzial ergibt sich aus den regionalen Einschlagmengen, den in Sägewerken verarbeiteten Partien und den Sägerestholzanteilen.

100 % Nadelholz* (ohne Rinde) ergeben:

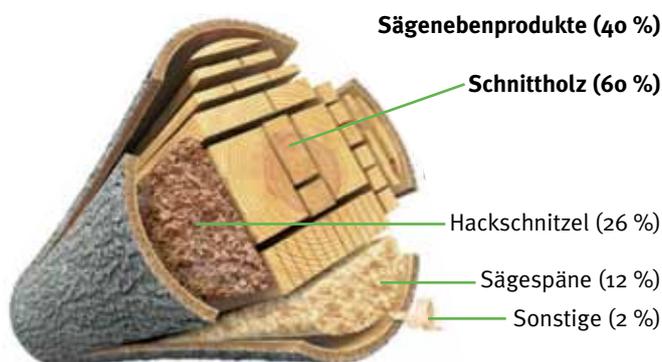


Abb. 14: Massenbilanz bei Holzeinschnitt in Sägewerken

* Der Einschnitt in deutschen Sägewerken beruht zu über 95 % auf Nadelholz
 Quelle: Döring, P.; Mantau, U.: Standorte der Holzwirtschaft - Sägeindustrie - Einschnitt und Sägenebenprodukte 2010, Hamburg, 2012. Umrechnung: DEPI. © Deutsches Pelletinstitut, unter Verwendung von Bildern von miüan/123RF.com und Can Stock Photo/dusan 964

7.1.3 Landschaftspflegeholz

Holz aus der Sektion Landschaftspflege fällt unter anderem sowohl bei der Unterhaltung von Hecken-, Ufer- und Feldgehölzen sowie Straßen- und Bahnböschungen als auch von Parkanlagen, Obstplantagen, Leitungsschneisen und Naturschutzgebieten an. Hecken bieten das größte Potential innerhalb des Landschaftspflegeholzes, wobei konkrete Größenordnungen bisher nicht zur Verfügung stehen. Das Landschaftspflegematerial unterscheidet sich in wesentlichen Punkten vom Waldholz. Zum einen sind die Quellen erheblich vielfältiger, zum anderen sind die Voraussetzungen der Preisfindung nicht mit denen von Waldholz vergleichbar.

Im Gegensatz zu Waldholz wird Landschaftspflegeholz nicht gezielt für eine weitere Verwendung geerntet, sondern ausschließlich im Zuge notwendiger Pflegemaßnahmen entnommen. Die Bereitstellungskosten für das Hackgut sind deshalb oft schon durch den Auftraggeber abgedeckt, es muss jedoch der erhöhte Aufwand durch die Aufarbeitung kleinerer Mengen, die Einhaltung der Qualitätsanforderungen zur energetischen Nutzung und die größeren Transportentfernungen berücksichtigt werden.

Holz aus der Landschaftspflege weist hinsichtlich der Qualität eine vglw. große Bandbreite auf und wird von einer großen Zahl an Aufbereitern angeboten. In der konsequenten Nutzung des anfallenden Materials liegt das größte Wachstumssegment innerhalb des Holzenergiesektors. Das Potenzial ergibt sich aus flächenspezifischen Mengen Gehölzschnitt. Ihnen liegen mehrere Untersuchungen mit unterschiedlichen Ansätzen zu Grunde. Das Gehölzschnittaufkommen entlang der Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen ist recht gut zu ermitteln¹⁰, während für Gemeindestraßen, Wirtschaftswege und Landschaftshecken andere Quellen herangezogen werden müssen¹¹.

⁸ Landesamt für Statistik Niedersachsen: „Katasterfläche in Niedersachsen – Tatsächliche Nutzung (ALKIS)“ Hannover 2022

⁹ Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: „Der Wald in Niedersachsen – Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3“. Hannover 2014

7.1.4 Kurzumtriebsholz und Miscanthus

Der Anbau schnellwachsender Hölzer auf landwirtschaftlichen Flächen stellt einen Grenzbereich zwischen Land- und Forstwirtschaft dar. Speziell gezüchtete Pappel- und Weidensorten erreichen jährliche Zuwächse von 6 - 14 t_{TS}/ha und werden alle 3 bis 10 Jahre geerntet. Dabei kommen Maschinen zum Einsatz, die die Bäume schneiden und direkt zu Hackschnitzeln verarbeiten. Das frische Material wird getrocknet und ähnlich wie Hackschnitzel anderer Herkünfte verwendet. In der Qualität ähnelt es Landschaftspflegeholz, das Mengenaufkommen ist aufgrund der gezielten Produktion gut planbar.

Miscanthus gehört zu den ausdauernden Gräsern, es wird umgangssprachlich auch oft als Riesenchinaschilf oder Elefantengras bezeichnet und wird bis zu 4 m hoch. Er gehört zu den sog. C₄-Pflanzen und besitzt dadurch einen sehr leistungsfähigen (CO₂-) Stoffwechsel der zu einer hohen Biomasseproduktion beiträgt. Bei den Erträgen können je nach Standort und Bodengüte 10 bis 20 t_{TM}/ha/a erreicht werden. Die verbrennungstechnischen Eigenschaften des Miscanthus unterscheiden sich deutlich von holzartigen Brennstoffen. Dabei sind vor allem unterschiedliche Gehalte an Elementen und verbrennungstechnische Kennwerte dafür verantwortlich.

Der Anbau von Miscanthus und von schnellwachsenden Hölzer im Kurzumtrieb weist in Deutschland ein relativ konstantes Niveau auf und verzeichnet in Niedersachsen 2021 nur 349 ha Miscanthus bzw. 543 ha Kurzumtriebsholz. Die Gründe für diese geringe Verbreitung liegen in der Konkurrenz der anuellen Kulturen, der langfristigen Flächenbindung und dem damit verbundenen wirtschaftlichen Risiko. Sie überwiegen zumeist die Vorteile der niedrigen Ansprüche an die Bodenqualität sowie dem geringen und antizyklischen Bearbeitungsaufwand. Schnellwachsende Baumarten finden auch in Agroforstsystemen Verwendung, führen jedoch nicht zu bedeutenden Flächenanteilen. Das Potenzial ergibt

sich aus den in den GAP-Daten erfassten Anbauflächen, ein Anstieg wird aus o.g. Gründen nicht erwartet.

7.1.5 Altholz

Altholz im Sinne der Altholzverordnung sind Industrierestholz und Gebrauchtholz, soweit es sich Abfall im Sinne des § 3 Absatz 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes handelt. Bei ersterem handelt es sich um Massivholz- und Holzwerkstoffreste aus den Betrieben der Holzbe- oder -verarbeitung und der Holzwerkstoffindustrie einschließlich Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil (mehr als 50 %_m). Letzteres sind gebrauchte Erzeugnisse aus Massivholz, Holzwerkstoffen oder aus Verbundstoffen mit überwiegendem Holzanteil (mehr als %_m).

Je nach der Belastung mit holzfremden Gefahrstoffen unterscheidet die Altholzverordnung die folgenden Kategorien:

- Altholzkategorie A I: naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde (ca. 20 % des Massenfalls)
- Altholzkategorie A II: verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel (ca. 60 % des Massenfalls)
- Altholzkategorie A III: Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung, ohne Holzschutzmittel (ca. 10 % des Massenfalls)
- Altholzkategorie A IV: mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz (ca. 10 % des Massenfalls)

¹⁰ Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung / Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr 2022

Fehrenbach, Wern, Hünecke et al.: »BioRest – Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem«. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau 2019

¹¹ 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe und Bioökonomie e. V.: »Energie aus der Landschaftspflege – Ergebnisse des Projekts Vitaal Eems- en Aa's gebied«. Werlte 2016

Cremer et al.: »Mobilisierung und wirtschaftliche Nutzung von Rohholz aus Wald und Landschaft zur Energieerzeugung«. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Freiburg 2007

Landesamt für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: »Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 3 – Biomasse-Energie«. Recklinghausen 2014



Die Baukonjunktur, Investitionstätigkeiten und der allgemeine Konsum beeinflussen den Anfall von Altholz. Da der größte Anteil des Altholzes derzeit zur Stromerzeugung genutzt wird, prägen die Bestimmungen des EEG die Nachfrage. Die meisten Altholzkraftwerke sind zwischen 2001 und 2005 in Betrieb gegangen, so dass die Vergütungsdauer in einigen Jahren enden wird. Es wird erwartet, dass Anlagen ohne Wärmenutzung und mit logistisch ungünstigem Standort dann keinen wirtschaftlichen Betrieb mehr erreichen und auf andere Brennstoffe wechseln. Das politische Ziel der verbesserten Kaskadennutzung von Holz aus Gründen des Klimaschutzes könnte das Angebot an Altholz für die energetische Verwendung etwas reduzieren. Die durchschnittliche jährlich anfallende Altholzmenge beträgt ca. 100 kg/Einw. und beträgt in Niedersachsen 810.000 t/a.¹²

7.1.6 Bio- und Grünabfall

Das Potenzial von Bio- und Grünabfällen umfasst eine Vielzahl von Reststoffen, die für die Strom- und Wärmeproduktion genutzt werden können, z.B. in Biogasanlagen oder in Holzheizanlagen. Bioabfälle umfassen alle Reststoffe im Sinne der Bioabfallverordnung aus Haushalten und Gewerbe wie z.B. Küchenabfälle und Reststoffe der Lebensmittelindustrie. Grünabfälle umfassen Grünschnitt aus der Garten-, Landschafts- und Parkpflege.

In Niedersachsen werden Bioabfälle in 86 % der Haushalte erfasst, bei Grünabfall beträgt diese Quote 59 %. Nur in den Landkreisen Rotenburg, Harburg und der Grafschaft Bentheim bestehen Bringsysteme auf Sammelplätzen, die zu deutlich geringen Erfassungsquoten führen. Die hohe Anschlussquote spiegelt sich in einer überdurchschnittlich hohen Erfassungsmenge von jährlich 163 kg/Einw. wider. In Zukunft ist deshalb keine wesentliche Steigerung des Aufkommens zu erwarten, die energetische Nutzung wird jedoch gegenüber der Kompostierung eine höhere Bedeutung bekommen. Bei der vergärbaren Fraktion trägt auch die 2017 in Kraft getretene Düngemittelverordnung hierzu bei, nach der der Nährstoffgehalt von Kompost bei der landwirtschaftlichen Verwertung vollständig auf die Nährstoffbilanz angerechnet wird, was zu einer verringerten Nutzung dieses Verwertungswegs führen wird.

Das als Festbrennstoff nutzbare Potenzial ergibt sich aus der Niedersächsischen Abfallbilanz¹³ mit landkreisbezogenen Werten, die sich überwiegend auf die holzartige Fraktion des Grünabfalls bilden.

7.1.7 Stroh

Das Segment der festen landwirtschaftlichen Reststoffe beinhaltet die folgenden Stoffgruppen:

- Stroh (Getreide, Körnermais, Raps etc.)
- Zwischenfrüchte ohne Futternutzung
- Erntereste (z.B. Maisspindeln)
- verdorbene oder krankheitsgeschädigte Pflanzen

Während einige dieser Substrate in Biogasanlagen zur Vergärung von Pflanzensilage und Gülle mitvergoren werden können, erfordern Stoffe wie z.B. Stroh spezielle Technologien. Durch angepasste Aufschluss- und Vergärungsverfahren können diese Substrate zur Gaserzeugung genutzt werden. Bei Stroh besteht jedoch auch die Möglichkeit der Verbrennung in Heizanlagen oder Heizkraftwerken, so dass für die Mengen, die nicht zur Humusbildung auf den Feldern verbleiben oder stofflich genutzt werden, zwei konkurrierende Pfade der energetischen Nutzung offenstehen.

¹² Döring, P.; Mantau, U.: Altholz im Entsorgungsmarkt. Aufkommen und Verwertung 2020. Hamburg 2021

¹³ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: »Abfallbilanz 2018«. Hannover 2020

Bezeichnung	Trockensubstanz	Aschegehalt	Energiegehalt
	Anteil % _m	Anteil % _m	Heizwert H _I kWh/kg _{FM}
Waldenergieholz	65 %	2 %	3,0
Sägenebenprodukte	55 %	3 %	2,5
Altholz A I	80 %	5 %	3,9
Altholz A II / III	80 %	5 %	3,9
Altholz A IV	80 %	5 %	3,9
Landschaftspflegeholz	55 %	3 %	2,5
Kurzumtriebsholz	60 %	3 %	2,5
Stroh	82 %	7 %	4,1
Miscanthus	85 %	4 %	4,9
Bioabfall (holzartiger Anteil)	38 %	10 %	1,6
Grünabfall (holzartiger Anteil)	50 %	6 %	2,4

Tab. 10: Energetische Eigenschaften biogener Festbrennstoffe

Das Potenzial der landwirtschaftlichen Nebenprodukte ist indirekt durch die Anbaufläche der Hauptprodukte bestimmt, deren Nutzung auf Basis der aktuellen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erfolgt. Inwiefern optimierte Anbau- und Fruchtfolgen, Zwischennutzungen oder energetische Nutzungskaskaden in eine bestehende Produktion bzw. einen bestehenden Stoffstrom sinnvoll integriert werden können, ist von den regionalen Rahmenbedingungen sowie von den technisch verfügbaren und wirtschaftlich geeigneten Prozessketten abhängig.

Während die o.g. Stoffgruppen heute mit einer Einsatzmenge von rd. 460.000 t/a nur einen Anteil von 1 % des Substratmixes der niedersächsischen Biogasanlagen und 2 % der Festbrennstofffeuerungen ausmachen, kann von einem deutlichen höheren Potenzial ausgegangen werden. Es wird im Wesentlichen von Stroh gebildet, da die übrigen Stoffe in weit geringeren und stark schwankenden Mengen anfallen.

Aufgrund der Bedeutung von Stroh als Humusbildner und als Einstreu wird das energetisch nutzbare Potenzial mit 40 % des Aufkommens angesetzt, das zu 50 % der Verbrennung, zu 40 % der Vergärung und zu 10 % der Pyrolyse zugeordnet wird.

7.1.8 Brennstoffeigenschaften

Die beschriebenen Festbrennstoffe sind von unterschiedlichen Eigenschaften geprägt, die sowohl von den Stoffeigenschaften als auch von den Aufbereitungswegen verursacht sind (s. Tab. 10). Der Energiegehalt ist vor allem vom Wassergehalt bestimmt und kann durch geeignete Lagerung optimiert werden. Der Aschegehalt spiegelt die Fremdstoffanteile (Abfallstoffe) und die chemischen Eigenschaften (Stroh, Rindenanteil bei Holz) wider. Alle Energieträger können in geeigneten Anlagen eingesetzt werden. Die Verbrennungsqualität ist durch die emissionsrechtlichen Bestimmungen vorgegeben und bewegt sich durch die regelmäßige Anpassung an die technische Entwicklung auf hohem Niveau.

7.2 Ermittlung des Potenzials

Auf Basis der in Kapitel 7.1 beschriebenen Eigenschaften der Rohstoffgruppen und ihrer Nutzungssituation wird das nutzbare Potenzial für die Untersuchungsräume ermittelt. Tab. 11 zeigt die Werte im Überblick auf Landesebene, Tab. 11 und Tab. 12 fassen das energetische Potenzial nach Herkunftsgruppen zusammen (Zuordnung s. Tab. 9). **Das Energieholzpotenzial in Niedersachsen beträgt 16,8 Mio. MWh/a. 22 % des Potenzials stellen Abfall- oder Reststoffe dar, 78 % sind Nebenprodukte der stofflichen Holznutzung oder anderer Zwecke wie der Landschaftspflege.**

Den größten Beitrag leistet das naturbelassene Holz mit rd. 63 % des Potenzials, vor allem gebildet aus Waldholz und den damit verbundenen Nebenprodukten der Holzverarbeitung sowie aus Landschaftspflegeholz. Die biogenen Abfall- und Reststoffe leisten mit 22 % den zweitgrößten Anteil, der im We-

sentlichen aus Altholz besteht. Die landwirtschaftlichen Reststoffe bilden mit 14 % die kleinste Gruppe. Abb. 16 zeigt die Höhe des Potenzials der Landkreise und kreisfreien Städte. Gebiete mit großen Flächen (Landschaftspflegeholz, landwirtschaftliche Reststoffe), großen Waldanteilen (Waldenergieholz, Nebenprodukte der Holzverarbeitung) und hohen Bevölkerungszahlen (Altholz, Bio- und Grünabfall) weisen die höchsten Potenziale auf.

Gebiete mit geringen Flächen- und Waldanteilen aber hohem Energieverbrauch überschreiten z. T. das lokal verfügbare Potenzial und beziehen ihren Bedarf aus umliegenden Regionen. Hier zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei Nahrungs- und Futtermitteln sowie bei anderen Energieträgern, bei denen Ballungsräume aus ländlichen Regionen beliefert werden. Die großen Holz- und Strohheizkraftwerke wie z.B. in Landesbergen, Papenburg, Emden, Emlichheim und Eilsfleth werden aus überregionalen Quellen versorgt.

Bezeichnung	Abfall-/Reststoff	Nebenprodukt	Energiegehalt MWh/a	Menge t/a
Waldenergieholz		✓	5.303.906	1.767.969
Nebenprodukte der Holzverarbeitung		✓	2.532.941	1.013.177
Altholz A I	✓		631.460	161.913
Altholz A II / III	✓		2.210.109	566.695
Altholz A IV	✓		315.730	80.956
Landschaftspflegeholz		✓	2.749.344	1.099.738
Kurzumtriebsholz			24.450	9.056
Miscanthus			20.073	4.106
Stroh		✓	2.431.404	593.025
Hackschnitzel aus Bioabfall und Grüngut	✓		555.890	231.621
Summe			16.755.234	5.524.148

Tab. 11: Potenziale biogener Festbrennstoffe zur energetischen Nutzung in Niedersachsen

Bezeichnung	Energiegehalt MWh/a	Menge t/a
naturbelassenes Holz	10.630.714	3.894.044
landwirtschaftliche Reststoffe	2.431.404	593.025
Abfall- und Reststoffe	3.713.189	1.041.185

Tab. 12: Potenziale biogener Festbrennstoffe nach Herkunftsgruppen

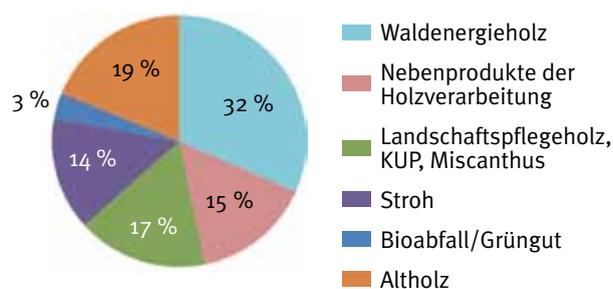


Abb. 15: Anteile der Energieinhalte der Stoffgruppen

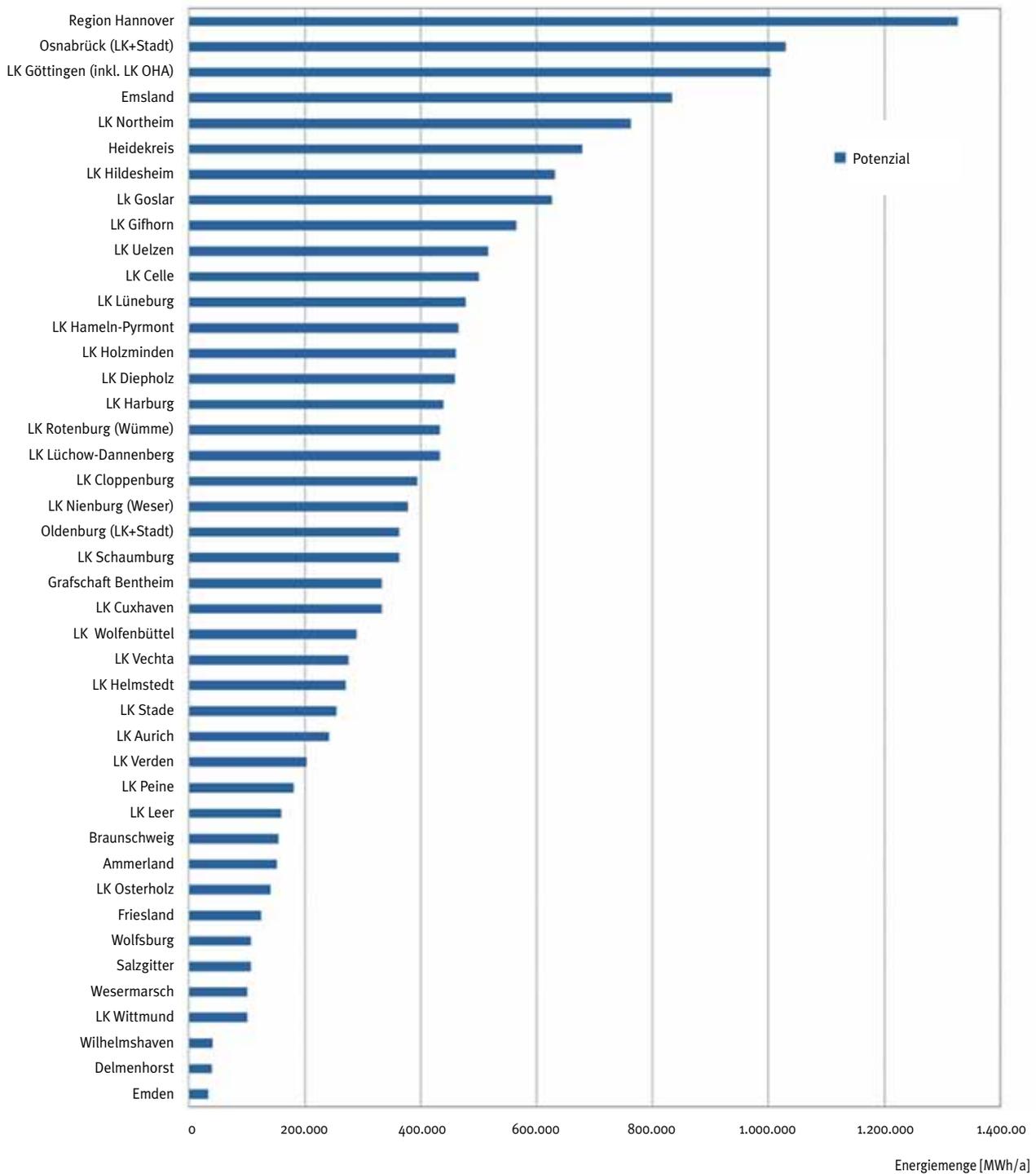


Abb. 16: Verteilung der regionalen Holzenergiepotenziale in den Landkreisen und kreisfreien Städten

Die Tabellen 13 und 14 auf den folgenden Seiten enthalten die Potenzialermittlung in den Landkreisen und kreisfreien Städten.

Potenzialerhebung biogener Festbrennstoff – Mengenerfassung

	Einheit	Wald- energieholz	Nebenprodukte der Holzverarbeitung	Altholz A I	Altholz A II/III	Altholz A IV
Summe Niedersachsen	MWh/a t/a	5.303.906 1.767.969	2.532.941 1.013.177	631.460 161.913	2.210.109 566.695	315.730 80.956
Ammerland	t/a	8.513	5.302	2.528	8.848	1.264
LK Aurich	t/a	5.586	3.479	3.898	13.643	1.949
Grafschaft Bentheim	t/a	43.351	18.901	2.839	9.938	1.420
Braun-schweig	t/a	3.906	2.002	5.093	17.825	2.546
LK Celle	t/a	82.796	64.660	1.418	4.963	709
LK Cloppenburg	t/a	29.924	13.047	3.561	12.464	1.781
LK Cuxhaven	t/a	18.223	11.350	4.086	14.299	2.043
Delmenhorst	t/a	207	129	1.587	5.555	794
LK Diepholz	t/a	20.552	12.801	4.479	15.677	2.240
Emden	t/a	165	103	1.035	3.623	518
Emsland	t/a	78.917	34.408	6.783	23.741	3.392
Friesland	t/a	4.818	3.001	2.026	7.090	1.013
LK Gifhorn	t/a	62.108	48.504	3.642	12.746	1.821
LK Göttingen (inkl. LK OHA)	t/a	142.275	88.617	6.625	23.187	3.312
LK Goslar	t/a	103.384	64.393	2.744	9.603	1.372
Region Hannover	t/a	122.899	53.584	23.693	82.925	11.846
LK Hameln-Pyrmont	t/a	68.670	29.940	3.049	10.672	1.525
LK Harburg	t/a	40.818	31.877	5.272	18.450	2.636
Heidekreis	t/a	91.013	71.077	2.879	10.078	1.440
LK Helmstedt	t/a	29.104	14.916	1.870	6.546	935
LK Hildesheim	t/a	79.415	34.625	5.624	19.684	2.812
LK Holz Minden	t/a	86.613	37.763	1.430	5.005	715
LK Leer	t/a	1.872	1.166	3.529	12.352	1.765
LK Lüchow-Dannenberg	t/a	54.052	42.212	992	3.472	496
LK Lüneburg	t/a	51.309	40.070	3.789	13.262	1.895
LK Nienburg	t/a	27.410	17.073	2.492	8.724	1.246
LK Northeim	t/a	132.051	57.574	2.697	9.439	1.348
LK und Stadt Oldenburg	t/a	21.091	13.137	6.191	21.669	3.096
LK und Stadt Osnabrück	t/a	119.994	52.317	10.778	37.724	5.389
LK Osterholz	t/a	8.694	5.415	2.332	8.162	1.166
LK Rotenburg (W.)	t/a	36.081	22.473	3.332	11.662	1.666
LK Peine	t/a	8.588	4.402	2.803	9.812	1.402
Salzgitter	t/a	6.422	3.291	2.122	7.428	1.061
LK Schaumburg	t/a	47.186	20.573	3.236	11.327	1.618
LK Stade	t/a	9.522	5.931	4.227	14.793	2.113
LK Uelzen	t/a	62.059	48.465	1.901	6.655	951
LK Vechta	t/a	12.176	7.584	2.964	10.374	1.482
LK Verden	t/a	10.876	6.774	2.835	9.922	1.417
Wesermarsch	t/a	1.541	960	1.823	6.382	912
Wilhelmshaven	t/a	131	81	1.553	5.437	777
LK Wittmund	t/a	4.246	2.644	1.176	4.116	588
LK Wolfenbüttel	t/a	23.890	12.244	2.440	8.541	1.220
Wolfsburg	t/a	5.522	4.312	2.537	8.880	1.269

Tab. 13: Regionale Verteilung der Holzenergiepotenziale I

Landschafts- pflegeholz	Kurzumtriebs- holz	Miscanthus	Stroh	Hackschnitzel aus Bioabfall und Grüngut	Summe Masse	Summe Energie
2.749.344	24.450	20.073	2.431.404	555.890		16.775.307
1.099.738	9.056	4.106	593.025	231.621	5.528.254	
17.343	23	12	2.559	3.868	50.261	151.345
30.565	493	82	11.925	5.466	77.087	241.626
23.314	1	94	7.430	4.467	111.755	332.605
4.575	0	0	2.891	6.421	45.259	154.735
4.179	173	59	10.158	3.938	173.053	499.989
33.722	62	118	25.759	4.548	124.984	393.401
48.884	33	129	9.890	2.515	111.453	332.231
1.483	0	0	190	1.424	11.367	39.793
47.271	100	94	31.849	12.096	147.159	459.522
2.668	0	0	680	948	9.741	32.675
68.464	47	494	38.294	20.024	274.563	833.806
14.472	65	0	3.802	4.377	40.663	123.905
37.218	127	35	20.733	3.019	189.952	564.406
41.677	435	35	25.682	6.055	337.899	1.002.914
22.952	130	0	9.933	1.434	215.945	626.536
54.539	1.747	141	36.905	28.541	416.820	1.326.230
18.935	82	47	13.951	8.212	155.082	465.012
29.641	388	306	9.650	7.362	146.399	438.821
44.493	1.000	24	11.519	4.233	237.755	678.312
16.052	0	59	15.901	1.800	87.184	271.006
28.689	545	0	26.640	5.866	203.900	630.973
16.483	28	0	7.998	1.418	157.455	459.615
25.784	0	47	2.888	2.520	51.923	159.928
29.140	112	82	15.972	2.590	149.120	432.287
31.525	538	35	13.644	5.398	161.466	477.327
33.258	30	71	26.753	4.692	121.749	378.035
30.123	135	35	21.286	2.589	257.278	762.009
27.729	6	47	13.859	8.344	115.170	363.264
53.225	150	459	37.086	17.131	334.253	1.029.826
15.456	0	0	2.129	3.269	46.622	140.305
49.146	415	153	16.464	4.618	146.010	432.718
12.738	35	35	11.579	4.019	55.412	180.664
5.330	0	0	4.526	2.593	32.773	106.982
16.042	47	24	11.905	7.378	119.335	362.960
30.091	28	541	8.561	6.485	82.291	254.422
34.725	757	24	18.832	2.607	176.976	516.858
19.294	795	329	23.645	5.367	84.010	275.101
18.741	178	71	11.102	2.336	64.253	203.649
19.582	113	35	608	2.644	34.600	100.850
2.542	0	0	190	1.396	12.108	41.373
15.595	27	282	3.807	891	33.372	100.468
17.196	210	59	21.289	3.556	90.646	289.531
4.858	0	47	2.561	3.165	33.150	107.290

Basisdaten	Gesamt- fläche ¹	Waldfläche ¹	landwirtschaft- liche Fläche ¹	Anbau- fläche KUP ²	Anbaufläche Miscanthus ²	Anbaufläche Getreide ²
	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Summe Niedersachsen	4.770.982	1.043.005	2.633.903	543	349	847.179
Ammerland	73.046	7.826	43.097	1	1	3.656
LK Aurich	128.735	5.135	82.897	30	7	17.036
Grafschaft Bentheim	98.197	15.622	60.999	0	8	10.614
Braunschweig	19.270	2.156	8.534	0	0	4.130
LK Celle	17.602	69.646	53.318	10	5	14.511
LK Cloppenburg	142.034	19.256	98.388	4	10	36.798
LK Cuxhaven	205.896	16.752	136.159	2	11	14.129
Delmenhorst	6.245	190	2.534	0	0	272
LK Diepholz	199.100	18.893	129.225	6	8	45.499
Emden	11.236	152	5.257	0	0	972
Emsland	288.364	50.783	169.639	3	42	54.706
Friesland	60.954	4.429	45.422	4	0	5.431
LK Gifhorn	156.759	52.244	80.834	8	3	29.618
LK Göttingen (inkl. LK OHA)	175.539	73.243	74.222	26	3	36.688
LK Goslar	96.673	53.222	27.284	8	0	14.190
Region Hannover	229.713	44.288	117.627	105	12	52.721
LK Hameln-Pyrmont	79.752	24.746	39.847	5	4	19.930
LK Harburg	124.844	34.335	55.654	23	26	13.786
Heidekreis	187.400	76.558	69.343	60	2	16.456
LK Helmstedt	67.611	16.066	42.934	0	5	22.716
LK Hildesheim	120.835	28.618	68.001	33	0	38.057
LK Holzminden	69.427	31.212	26.381	2	0	11.426
LK Leer	108.601	1.721	67.416	0	4	4.125
LK Lüchow-Dannenberg	122.735	45.467	62.006	7	7	22.817
LK Lüneburg	132.781	43.160	63.002	32	3	19.491
LK Nienburg	140.081	25.198	81.633	2	6	38.218
LK Northeim	126.876	47.586	59.095	8	3	30.408
LK und Stadt Oldenburg	116.793	19.389	64.917	0	4	19.799
LK und Stadt Osnabrück	224.177	43.241	122.482	9	39	52.980
LK Osterholz	65.100	7.992	39.124	0	0	3.041
LK Rotenburg (W.)	207.000	33.169	126.755	25	13	23.520
LK Peine	53.650	4.741	35.235	2	3	16.541
Salzgitter	22.449	3.545	10.674	0	0	6.466
LK Schaumburg	67.568	17.004	33.443	3	2	17.007
LK Stade	126.740	8.753	80.149	2	46	12.230
LK Uelzen	146.258	52.203	73.272	45	2	26.903
LK Vechta	81.263	11.193	68.277	48	28	33.779
LK Verden	78.934	9.998	46.320	11	6	15.860
Wesermarsch	82.476	1.417	57.104	7	3	869
Wilhelmshaven	10.707	120	3.433	0	0	272
LK Wittmund	65.684	3.903	42.327	2	24	5.439
LK Wolfenbüttel	72.429	13.188	51.695	13	5	30.413
Wolfsburg	20.461	4.645	7.948	0	4	3.659

Tab. 14: Regionale Verteilung der Holzenergiepotenziale II

Bioabfall ³	Einwohner ¹	Energieholzverbrauch 2021 (1. BlmSchV)	Energieholzverbrauch 2021 (4. BlmSchV) ⁴	Energieholzverbrauch 2021 (Summe)
t/a	---	MWh/a	MWh/a	MWh/a
1.271.367	8.027.031	6.969.798	4.992.459	11.962.257
21.233	123.507	99.498	0	99.498
30.002	190.447	136.084	148.843	284.927
24.520	138.722	74.661	763.709	838.370
35.244	248.823	225.859	6.702	232.561
21.616	69.279	173.612	5.904	179.516
24.964	173.980	210.994	2.640	213.634
13.805	199.603	28.201	0	28.201
7.814	77.537	230.379	0	230.379
66.395	218.839	18.711	33.000	51.711
5.205	50.576	317.276	454.892	772.168
109.913	331.397	73.453	925.530	998.983
24.025	98.971	233.620	0	233.620
16.572	177.919	133.377	0	133.377
33.236	323.661	236.343	16.121	252.464
7.870	134.050	113.794	199.431	313.225
156.664	1.157.541	137.139	415.005	552.144
45.075	148.963	241.344	267.574	508.918
40.410	257.548	224.814	2.882	227.696
23.233	140.673	81.510	0	81.510
9.879	91.379	254.602	0	254.602
32.197	274.773	120.710	112.512	233.222
7.786	69.862	116.922	53.163	170.085
13.834	172.421	158.271	9.989	168.260
14.219	48.472	128.192	0	128.192
29.632	185.129	167.254	11.550	178.804
25.754	121.773	242.112	480.645	722.757
14.209	131.765	120.073	84.480	204.553
45.800	302.480	62.349		62.349
94.031	526.584	279.587	192.666	472.253
17.946	113.928	307.859	0	307.859
25.348	162.782	106.319	11.308	117.627
22.060	136.960	156.180	0	156.180
14.233	103.684	122.563	0	122.563
40.497	158.108	500.825	0	500.825
35.594	206.496	233.345	4.138	237.483
14.311	92.894	41.922	396.290	438.212
29.462	144.805	149.732	77.444	227.176
12.824	138.507	195.588	25.265	220.853
14.511	89.080	177.438	290.776	468.214
7.665	75.891	129.318	0	129.318
4.891	57.455	121.815	0	121.815
19.518	119.224	61.389	0	61.389
17.370	123.949	24.766	0	24.766

Quellen: ¹ Landesamt für Statistik Niedersachsen; ² GAP-Daten; ³ Nds. Abfallbilanz; ⁴ eigene Berechnung

8 Sektorübergreifende Bewertung

8.1 Stoffströme in der holzbasierten Bioökonomie

Eine nachhaltige Bioökonomie erfordert eine ganzheitliche Betrachtung der Wertschöpfungskette, die alle industriellen und wirtschaftlichen Sektoren umfasst, die biogene Rohstoffe erzeugen, verarbeiten und nutzen. Darunter fallen Anbau und Ernte der Rohstoffe, deren Nutzung bis hin zur Verwertung der Reststoffe. Eine Besonderheit der Sektoren rund um die Forst- und Holzwirtschaft ist, dass hier bereits seit Jahrhunderten produktive Wirtschaftszweige existieren. Dies steht beispielsweise im Gegensatz zum Konzept der Bioraffinerie für die Gewinnung neuer Materialien aus alternativen Biomassen, das erst noch etabliert werden muss.

Abb. 17 gibt einen Überblick über die Holzströme in der holzbasierten Bioökonomie. Rohstoffquelle ist hauptsächlich der Wald. Weitere, hier nicht explizit dargestellte Holzstoffströme, kommen zusätzlich aus der Landschaftspflege und aus Kurzumtriebsplantagen. Der Waldbestand stellt mit Blick auf den CO₂-Kreislauf in der Atmosphäre einen wichtigen Kohlenstoffspeicher dar. Die fortlaufende Bindung von CO₂ aus der Luft und Einlagerung in Form von Biomasse erfolgt aber durch die Zuwächse. Durch den Verbleib von Totholz und Kronenmaterial nach der Ernte oder Pflege wird der Erhalt von Lebensraum und Nährstoffen im Wald gewährleistet. Aus dem nachhaltig verfügbaren Zuwachs wird Derbholz geerntet (oberirdische Holzmenge mit einem Durch-

messer > 7 cm mit Rinde). Zusätzlich fällt bei Verjüngungs- und Waldpflegemaßnahmen Restholz an, das meist der energetischen Verwertung zugeführt wird. Dabei handelt es sich um Durchforstungsrestholz oder Rückstände aus der Stammholzgewinnung für die stoffliche Nutzung, die auch als Schlagabraum bezeichnet werden.

Das geerntete Derbholz (Rohholz) wird über verschiedene Verarbeitungsschritte der stofflichen Nutzung zugeführt (Bau- und Konstruktionsholz, Möbel, Papier und vieles mehr). Durch diese Nutzung entsteht neben dem Wald ein zusätzlicher Kohlenstoffspeicher in Form der Holzprodukte.

Über verschiedene Verarbeitungsschritte hinweg fallen Nebenprodukte und Reststoffe an. Sofern sie sich nicht mehr für eine weitere stoffliche Nutzung eignen, können diese energetisch verwertet werden. Ebenso kann ein Produkt aus Holz, das nicht mehr zur Wiederverwendung geeignet ist, am Lebenszeitende energetisch verwertet werden. Neben Energie in Form von Wärme und Strom können thermochemische Umwandlungsprozesse je nach Ziel und Prozessführung auch Energieträger wie Gase oder Öle bereitstellen und so zur Defossilisierung des Energiesystems beitragen. Um den Kreislauf zu schließen, müssen Rückstände bzw. Verbrennungsprodukte wie z. B. Aschen oder organisches Material in Form von Biokohle nach entsprechender Qualitätskontrolle und ggf. erforderlicher Aufbereitung einer Anschlussnutzung zugeführt werden.¹⁴



Abb. 17: Stoffströme in der Holzwirtschaft

¹⁴ J. Eichermüller, H. Thorwarth: »Holzbasierte Bioökonomie Baden-Württemberg – Analyse der Datenlage zu Holzstoff-

strömen«. Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, Rottenburg, 2022

Das Konzept der Kaskadennutzung sieht vor, Rohstoffe möglichst effizient und nachhaltig zu nutzen. So sollen Produkte möglichst oft (u.a. durch Recycling) wiederverwendet werden. Anschließend können sie einer thermischen Nutzung zugeführt werden. Die Bilanzierung der stofflichen und energetischen Holzverwendung (Abb. 18) zeigt, dass dies für den Rohstoff Holz bereits eine hohe Bedeutung hat und in der Praxis umgesetzt wird.

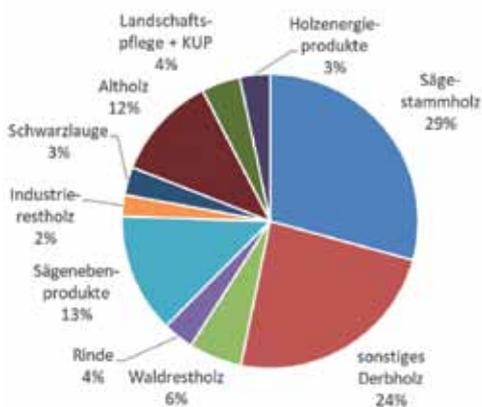
Auf Seiten der Holzverwendung zeigt die Bilanz, dass stoffliche und energetische Nutzung einen etwa gleichen Anteil haben. Dies wird durch die Kategorien auf Seiten des Holzaufkommens widergespiegelt. Sägestammholz und sonstiges Derbholz sind die beiden Sortimente, die sich besonders für eine stoffliche Nutzung eignen. Sie haben gemeinsam einen Anteil von 50 % am Holzaufkommen. Die weiteren Sortimente wie Waldrestholz, Altholz und Sägenebenprodukte sind eher für eine energetische Verwertung geeignet. Ob ein Stoff oder Element nahezu endlos im Nutzungskreislauf gehalten werden kann, ist davon abhängig, ob der Stoff im Rahmen der Aufbereitung zur Verwertung wieder auf die Qualität des Ausgangsrohstoffs gebracht werden kann. Zusätzliche Kriterien sind hierbei der dazu erforderliche Energieaufwand und die Höhe der Anreicherung von Schadstoffen durch die mehrfache Nutzung. Bei vielen endlichen Rohstoffen wie z.B. Metallen oder kritischen Elementen kann ein endloser Kreislauf geschaffen werden. Beim nachwachsenden Rohstoff Holz erscheint das indes nicht zielführend.

8.2 Energetische Holznutzung als Bestandteil der Holzwirtschaft

Die energetische Nutzung ist auch in Niedersachsen eine wichtige Größe im Holzmarkt geworden – rd. 5,9 Mio. Fm werden jährlich zur Wärme- und Stromerzeugung eingesetzt. Der Großteil davon in den 1,2 Mio. Scheitholzöfen und -kesseln (44 %) sowie 41 % in den 60 Anlagen oberhalb 1 MW Feuerungsleistung, hier kommen überwiegend Altholz und Landschaftspflegeholz zum Einsatz. Bei der restlichen Menge handelt es sich vor allem um Holzhackschnitzel, die in größeren Heizanlagen genutzt werden¹⁶. Die Verhältnisse entsprechen etwa denen auf Bundesebene.

Das breite Spektrum der Holzsortimente ist durch sehr unterschiedliche Einflüsse geprägt. Abb. 19 zeigt dies im Überblick für die wichtigsten Nutzungspfade. Während Stammholz und Sägenebenprodukte in der Holzverarbeitenden Industrie ihre höchste Wertschöpfung erreichen, ist die Wärmeerzeugung zur bestimmenden Verwendung von Waldrestholz geworden. Dies gilt insbesondere für Laubholz. Bei steigenden Heizölpreisen und geringer Baukonjunktur wird aber auch Industrieholz zur Hackschnitzelerzeugung eingesetzt. Hier zeigt sich die besondere Position zwischen dem Energie- und dem Holzmarkt mit seinen Chancen und Risiken. Geringwertige Sortimente wie Altholz und Landschaftspflegeholz haben dagegen ihren festen Platz in der energetischen Nutzung. Ebenso wie Scheitholz, das nur mit hohem

Aufkommen



Verwendung

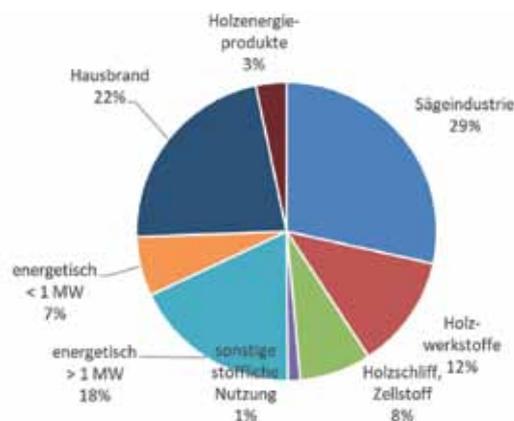


Abb. 18: Holzrohstoffbilanz in Deutschland für das Jahr 2016 ¹⁵

¹⁵ Mantau, U.; Fehrenbach, H.; Hennenberg, K.: Aktuelle Holzenergienutzung in Deutschland. In: UBA (Hg.): Aktuelle Nutzung und Förderung der Holzenergie. Teilbericht zu den Projekten BioSINK und BioWISE. Dessau-Roßlau, 2022.

¹⁶ 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe und Bioökonomie e. V.: »Verbrauchsdatenerhebung Holzfeuerungen Niedersachsen für holzbefeuerte Anlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV«. Werlte/Göttingen 2015

manuellen Aufwand aufgearbeitet werden kann und in einer sehr kleinstrukturierten Eigentümerschaft bereitgestellt wird.

Holz hat seine Stärke weiterhin in der dezentralen Wärmeerzeugung. Der größte Anlagenzuwachs ist vor allem bei Pellet- und Hackschnitzelkesseln zu beobachten, allerdings mit sehr verschiedenen Anwendungsfeldern. Während Holzpellets eher in Wohngebäuden und öffentlichen Liegenschaften installiert werden, zeigen sich bei Hackschnitzeln zwei unterschiedliche Entwicklungslinien: einerseits kleinere Kessel bei Akteuren mit Bezug zur Land- und Forstwirtschaft, andererseits größere Anlagen für Energieversorger, Kommunen, Gewerbebetriebe etc. Wenn ein ausreichender ganzjähriger Wärmebedarf vorliegt wie z.T. in Industriebetrieben, können auch Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung errichtet werden. Dann zumeist maßgeschneidert auf den Wärmeverbrauch – anders als die Großkraftwerke zur ausschließlichen Stromerzeugung nach den Bestimmungen des EEG 2000. Für die Abnehmer ist neben einer zuverlässigen Brennstoffqualität vor allem eine berechenbare Preisentwicklung wichtig. Die Statistik der vergangenen Jahre zeigt die relative Preiskonstanz der Holzbrennstoffe im Vergleich zu fossilen Energieträgern. Die direkteste Kopplung besteht bei Holzpellets, die überwiegend zur energetischen Nutzung produziert werden und somit die höchste Bindung an Preise fossiler Brennstoffe aufweisen.

Die direkte Nutzung von Waldholz steht im Spannungsfeld der folgenden Interessen:

- Naturschutzziele führen zu Nutzungseinschränkungen.
- Waldprogramme i.S. der Klimafolgenanpassung führen zu geringeren Nadelholzanteilen, die den Bedarf der Säge- und Holzwerkstoffindustrie in geringerem Maße decken, und eine weitere Extensivierung der Bewirtschaftung zur Folge.
- Energiepolitik und Klimaschutz erfordern die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger.

Die Konflikte müssen im gesellschaftlichen Diskurs abgewogen und gelöst werden, können aber durch einige Maßnahmen verringert werden. Eine langfristige Holzverwendung erhöht die Klimaschutzwirkung durch dauerhafte CO₂-Bindung. Sie sollte in einer Nutzungskaskade erfolgen, an die sich eine energetische Nutzung erst nach einem langen Verwertungs- und Recyclingfluss anschließt. Die Kaskadennutzung ist ebenso wie die nachhaltige Waldbewirtschaftung, bei der das Ökosystem Wald mit all seinen Leistungen dauerhaft erhalten bleibt, ein Garant für die Holzenergie als dauerhafter Bestandteil der nachhaltigen Energieversorgung.

Das Holzwachstum und die CO₂-Bindung lassen sich waldbaulich steuern, denn im Streben nach Licht, Wasser und Nährstoffen konkurrieren die Bäume untereinander. Wird ein Baum entnommen, nutzen Nachbarbäume die frei gewordene Stelle und kompensieren die Entnahme mit stärkerem Biomassewachstum. Das entnommene Holz substituiert durch seine stoffliche und seine spätere energetische Nutzung andere fossile Rohstoffe und Energie-

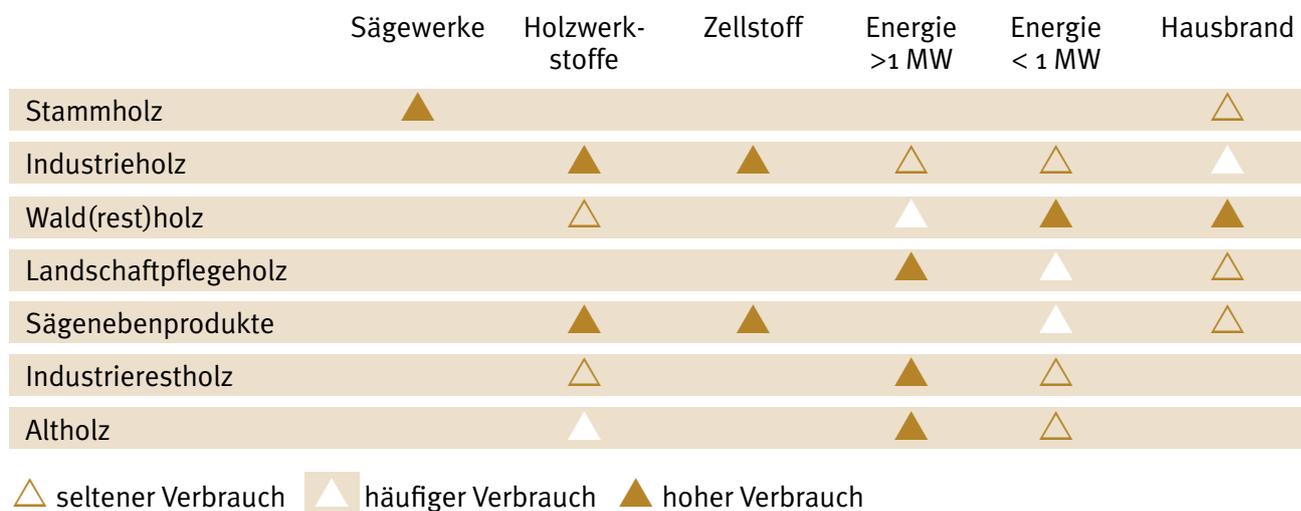


Abb. 19: Nutzungskonkurrenzen der stofflichen und energetischen Holznutzung

träger und verstärkt somit den Klimaschutzeffekt. In ungenutzten Wäldern wächst die Biomasse nicht unendlich: Die Bäume sterben ab und das sich zersetzende Totholz gibt den gebundenen Kohlenstoff größtenteils als CO₂ wieder frei: Diese Waldökosysteme sind langfristig CO₂-neutral.

Wenn am Ende der Nutzungszeit eines Holzprodukts der während seines Wachstums aufgenommene Kohlenstoff freigesetzt wird, besteht ein grundlegender Unterschied zu fossilen Energieträgern. Deren Nutzung emittiert die über Jahrmillionen aufgenommenen CO₂-Mengen, während sich der CO₂-Kreislauf der Bioenergieträger über Jahre bis Jahrzehnte abspielt. Die freigesetzte Menge wird zur gleichen Zeit via Photosynthese von unzähligen anderen Bäumen aufgenommen. Für das Klima ist nicht der einzelne entnommene und tatsächlich nur langsam wieder nachwachsende Baum entscheidend, sondern wie viel CO₂ insgesamt aus der Atmosphäre aufgenommen und im gleichen Zeitraum wieder freigesetzt wird. Die geringere Energiedichte von Holz gegenüber Kohle oder Heizöl spielt dabei keine Rolle – die fossilen Energieträger entstanden über Jahrmillionen durch Einlagerung und unter hohem Druck, was zu entsprechend höheren CO₂-Emissionen während der Verbrennung führt. CO₂ aus Kohle & Co. belasten die Atmosphäre heute zusätzlich, weil es ihr schon vor Jahrmillionen entzogen wurde, ohne dass heute eine adäquate Entnahme durch Neubildung fossiler Rohstoffe stattfindet.

Grundmaxime für klimaneutrales (oder klimapositives) Wirtschaften mit Holz ist, dass der Saldo klimarelevanter Emissionen positiv oder mindestens ausgeglichen sein muss: Es muss mehr oder mindestens so viel nachwachsen, wie entnommen wird.

Das ist unter dem Begriff Nachhaltigkeit auch die Leitlinie der Forstwirtschaft in Deutschland. Langfristig trägt Waldwachstum als Kohlenstoffsenke nur in Kombination mit Holznutzung aus nachhaltiger Forstwirtschaft dazu bei, den Klimawandel aufzuhalten.

8.3 Holz im zukünftigen Energiesystem

Holzenergieträger leisten deutschlandweit mit 67 % den größten Beitrag zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (s. Abb. 20). Er wird sowohl von den Anlagen unterhalb 1 MW Feuerungsleistung gemäß 1. BImSchV als auch durch die Anlagen gemäß 4. BImSchV gebildet. Dies wird ergänzt durch die Wärmenutzung aus Biogasanlagen, so dass der gemeinsame Beitrag der Bioenergie 80 % beträgt. In Niedersachsen liegt er mit 84 % noch etwas höher, was durch den hohen Bestand an Biogasanlagen bedingt ist.

Eine Energieversorgung ohne fossile und atomare Energieträger basiert auf zwei Säulen: der Senkung des Nutzenergieverbrauchs um etwa 50 % und der Deckung des verbleibenden Bedarfs durch erneuerbare Energieträger. Strombasierte Energieträger werden dabei den höchsten Anteil haben – auf der Erzeugungsseite bedeutet dies den Ausbau von Solar- und Windstromkapazitäten, auf der Übertragungsebene den Ausbau des Leitungsnetzes und die Schaffung von Speicherkapazitäten und auf der Verbrauchsseite einen hohen Anteil von Elektromobilität und Wärmepumpenheizanlagen. Da letztere nur in energetisch hochwertigen Gebäuden sinnvoll einzusetzen sind, führen die Entwicklungsziele hier wieder zusammen.

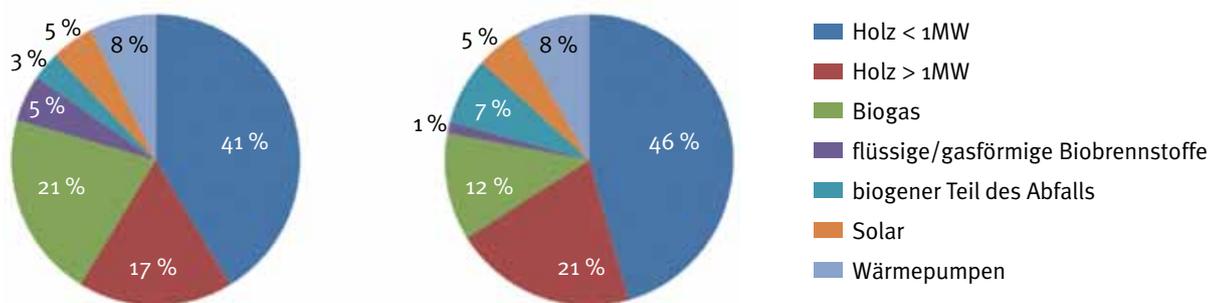


Abb. 20: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern¹⁷

¹⁷ Angaben der nichtbiogenen Energieträger: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klima-

schutz. Datenquellen: Niedersächsisches Landesamt für Statistik; Leipziger Institut für Energie

Die Rolle der Bioenergie konzentriert sich als regelbarer Energieträger im Stromsektor auf die Abdeckung von Lastspitzen und auf die Abdeckung von erzeugungsschwachen Zeiträumen bei Wind- und Solaranlagen. Im Wärmesektor kommt die Eigenschaft der Erzeugung von höheren Temperaturen zum Tragen. Dies betrifft sowohl Gebäude, deren energetische Sanierung noch aussteht oder die sich nicht ausreichend sanieren lassen, als auch auf industrielle Prozesse. Hier werden Festbrennstoffe und gasförmige Bioenergieträger idealerweise in KWK-Anlagen eingesetzt. Über Wärmenetze können mehrere erneuerbare Energieträger kombiniert und langfristig ausgetauscht werden. Im Verkehrssektor können flüssige und gasförmige Biokraftstoffe den Schwerlastverkehr sowie den Schiffs- und Flugverkehr unterstützen. Das Bioenergiepotenzial ist jedoch bei weitem nicht ausreichend, um alle genannten Einsatzbereiche abzudecken und muss daher durch Sekundärenergieträger wie Wasserstoff und synthetisches Methan ergänzt werden, die jedoch mit erheblichen Umwandlungs- und Speicherverlusten verbunden sind.

Damit Holz einen noch größeren Anteil an der Energiewende leisten kann, ist eine Senkung des Energieverbrauchs ebenso erforderlich wie die Steigerung der Nutzungseffizienz. Dies betrifft sowohl die Einzelfeuerstätten (und wäre hier auch mit einer Senkung der Emissionen verbunden) als auch größere Heizanlagen, die durch technologische Neuentwicklungen wie die Holzvergasung zu Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ausgebaut werden können. Bei Pellet- und Hackschnitzelfeuerungen wird das größte Wachstumspotenzial gesehen, sie führen als automatisch befeuerte Anlagen zudem zu deutlich geringeren Emissionen als handbeschickte Feuerstätten.

3N hat im Projekt BISON die Transformation der Energieversorgung in der Energieregion Hümmling untersucht. Gemeinsam mit der Technischen Universität Clausthal und der HAWK Hochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen wurde ein Szenario entwickelt, dessen Eckdaten in Abb. 21 dargestellt sind. Im Vergleich zum Basisjahr 2018 wird im Zieljahr (hier 2050) ein um 43 % verringerter Bedarf fast vollständig aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt, die innerhalb der Region erzeugt werden. Biomasse leistet über alle Nutzungsformen einen Beitrag von 15 %, er wird zu 79 % aus Biogas und zu 21 % aus Holz gebildet – zu 29 % in Form von Strom, zu 47 % als Wärme und zu 25 % als Kraftstoff.

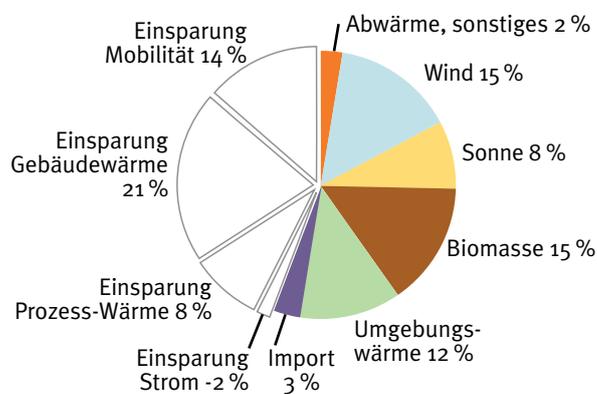


Abb. 21: Deckung des Energieverbrauchs der Energieregion Hümmling im Jahr 2050 im Vergleich zu 2018¹⁸

¹⁸ 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe und Bioökonomie e. V.: „Biomasse-Integration zur SystemOptimierung in der Energieregion Hümmling mit

ganzheitlichem, sektorübergreifendem Ansatz“. Gefördert durch die Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe. Werlte 2021

9 Zusammenfassung

Um die Marktentwicklung bei Holzheizanlagen in Niedersachsen zu dokumentieren, erstellt das 3N Kompetenzzentrum in Zusammenarbeit mit dem Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen (LIV) im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz seit 2007 die Feuerstättenzählung für holzbeheizte Anlagen bis 1 MW Feuerungsleistung. Um einen Gesamtüberblick aller mit Holz beheizten Anlagen in Niedersachsen zu erhalten, werden auch die Holzfeuerungen über 1 MW Feuerungsleistung in die Auswertung eingebunden. Die vorliegende Untersuchung ergänzt die Erhebung des Anlagenbestands von 2021 um die Bewertung der Umweltwirkung der Holzenergienutzung und eine Analyse des Holzenergiepotenzials in Niedersachsen.

Die Entwicklung des Gesamtbestandes an Holzfeuerungen zeigt im gesamten Betrachtungszeitraum eine positive Zuwachsrate, wobei sich die Entwicklungstrends in den Feuerungskategorien deutlich unterscheiden.

Den größten Anteil am Anlagenbestand bilden die Scheitholz-Feuerungen mit einer Anzahl von 1.213.173 Objekten, dabei handelt es sich zu 97 % um Einzelfeuerstätten. Die Pellet-Feuerungen zeigen den größten Zuwachs und weisen einen Bestand von 33.258 auf, der zu 57 % aus Einzelfeuerstätten besteht. Der Bestand an Holzhackschnitzel-Feuerungen beträgt 3.057 Anlagen, davon 49 % unterhalb 50 kW.

Der Bestand niedersächsischer Anlagen im Geltungsbereich der 4. BImSchV beträgt 60 Anlagen. Davon setzen 59 Anlagen Holz und eine Anlage Stroh ein. Zwischen den Erfassungsjahren 2016 und 2021 sind sowohl Anlagenstilllegungen (vorwiegend bei Heizwerken in Industriebetrieben) als auch die Inbetriebnahme von Neuanlagen zu verzeichnen.

Der Holzverbrauch der Holzheizanlagen unter 1 MW lag im Jahr 2021 bei etwa 3,37 Mio. Festmetern. Diese Menge verteilt sich zu 78 % auf Scheitholz-Feuerungen, 12 % auf Hackschnitzel-Anlagen und 10 % auf Pellet-Feuerungen. Der Verbrauch der Holzfeuerungsanlagen über 1 MW lag bei etwa 2,44 Mio. Festmetern, so dass in Summe etwa 5,89 Mio. Festmeter holzartige Biomasse eingesetzt wurden.

Durch den Einsatz des Energieträgers Holz ergibt sich bei den Kleinfeuerungsanlagen unterhalb 1 MW eine Einsparung an fossiler Primärenergie von 7,1 Mio. MWh, bei den Feuerungsanlagen oberhalb 1 MW eine Einsparung von 4,3 Mio. MWh. Insgesamt werden somit durch den Einsatz holzartiger Biomassen in Niedersachsen rund 12,3 Mio. MWh fossile Primärenergieträger eingespart.

Die Verringerung des Kohlendioxidausstoßes durch den Einsatz von holzartigen Brennstoffen betrug in Niedersachsen 2021 insgesamt 2,7 Mio. t. Hierzu trugen die Kleinfeuerungsanlagen mit einer Einsparung von 1,0 Mio. t und die großen Holzfeuerungsanlagen mit etwa 1,7 Mio. t bei.

Die 2009 in Kraft getretene Novellierung der 1. BImSchV beinhaltete eine deutliche Absenkung der Staubemissionen und führte in den Folgejahren sowohl zur Stilllegung von Altanlagen als auch zur Installation von Neuanlagen. Ab 2025 ist der gesamte Anlagenbestand auf das deutlich verringerte Emissionsniveau angepasst. Die Installation von Neuanlagen mit besonders geringen Staubemissionen wurde durch die Förderung des Marktanzreizprogramms des Bundes weiter verstärkt, so dass Pellet- und Hackschnitzelkessel mit 15 mg/m³ noch ein Zehntel der in der Vergangenheit geltenden Emissionen aufweisen.

Der Energieholzverbrauch betrug 2021 13,1 Mio. MWh. Das Energiepotenzial ist damit noch nicht ausgeschöpft. Es weist 16,8 Mio. MWh/a auf und wird überwiegend aus naturbelassenem Holz gebildet. 22 % sind der Kategorie Abfall- und Reststoffe zuzuordnen. 78 % werden von Nebenprodukten der stofflichen Nutzung gebildet. Sowohl die Holzernte und -verarbeitung als auch Stroh und Landschaftspflegeholz fallen in diese Kategorie.

Holz hat seine Bedeutung vor allem im ländlichen Raum und bei der Erzeugung hoher Temperaturen, für die Solarkollektoren und Wärmepumpen nicht geeignet sind. Entwicklungslinien liegen in der Mobilisierung weiterer Rohstoffpotenziale, einer hocheffizienten Verwendung und in der Kaskadennutzung in Verbindung mit stofflicher Nutzung.

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick:

- 2021 waren in Niedersachsen im Leistungsbereich unterhalb 1 MW 1.213.173 Scheitholz-Feuerungen, 33.258 Pellet-Feuerungen und 3.057 Holzhackschnitzelkessel in Betrieb.
- Im Leistungsbereich oberhalb 1 MW waren 40 Heizwerke und 20 Heizkraftwerke in Betrieb.
- 2021 wurden 2,18 Mio. Fm Scheitholz, 170.000 t Pellets und 1,22 Mio. Srm Hackschnitzel eingesetzt. In Anlagen oberhalb 1 MW wurden 1,46 Mio. t biogene Festbrennstoffe genutzt. In Summe aller Anlagen entspricht dies 3,7 Mio. t Brennstoff bzw. 12,5 MWh Endenergie.
- Durch den Einsatz von Holz als Energieträger in Anlagen unterhalb 1 MW ergibt sich in Niedersachsen eine Einsparung von 7,1 Mio. MWh fossiler Primärenergie. Die Strom- und Wärmeerzeugung in Anlagen oberhalb 1 MW vermeiden den Verbrauch von 4,3 Mio. MWh fossiler Energieträger.
- Die Summe aller niedersächsischen Holzfeuerungsanlagen verringerte 2021 den Kohlendioxidausstoß um 2,52 Mio. t.
- Die 2009 in Kraft getretene Novellierung der 1. BImSchV verschärft die Grenzwerte für CO- und Staubemissionen und führt zu einer deutlichen spezifischen Emissionsenkung. Der Ersatz von Altanlagen durch die Installation moderner Kessel gleicht die wachsende Energieerzeugung vollständig aus. Bis 2025 wird der gesamte Anlagenbestand auf das deutlich verringerte Emissionsniveau angepasst. Die Bestimmungen der 1. BImSchV und die Förderung des Marktanreizprogramms führen zu einer Reduzierung der Staubemissionen von Pellet- und Hackschnitzelkesseln auf ein Zehntel der Werte von 2009.
- Der Wechsel von Einzelöfen zu automatisch befeuerten Kesseln reduziert die Wärmeerzeugung aus fossilen Energieträger und senkt gleichzeitig die Staub- und CO-Emissionen.
- Das Energieholzpotenzial in Niedersachsen beträgt 16,8 Mio. MWh/a.
- 22 % des Potenzials stellen Abfall- oder Reststoffe dar, 78 % sind Nebenprodukte der stofflichen Holznutzung oder anderer Zwecke wie der Landschaftspflege.

10 Anhang

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anlagenbestand an Holzfeuerungen < 1 MW in Niedersachsen	5
Abb. 2: Anlagenbestand nach Landkreisen und kreisfreien Städten 2021	6
Abb. 3: Bestandsentwicklung von Heizkraftwerken und Heizwerken nach Anzahl	8
Abb. 4: Bestandsentwicklung von Heizkraftwerken und Heizwerken nach Feuerungswärmeleistung	8
Abb. 5: Entwicklung des Holzverbrauchs der Feuerungen < 1 MW	9
Abb. 6: Entwicklung des Holzverbrauchs der Feuerungen < 1 MW kumuliert	9
Abb. 7: Holzverbrauch der Anlagen < 1 MW nach Landkreisen und kreisfreien Städten 2021	10
Abb. 8: Herkunft des in Anlagen der 1. BImSchV eingesetzten Energieholzes im Jahr 2021	11
Abb. 9: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs der Feuerungen > 1 MW kumuliert	11
Abb. 10: Gesamtverteilung aller eingesetzten Brennstoffe	11
Abb. 11: Emissionen und Verbrauch fossiler Primärenergie der Holzheizanlagen < 1 MW und der verdrängten fossilen Energieträger	14
Abb. 12: Entwicklung der Staubgrenzwerte für Kessel und Einzelöfen gemäß 1. BImSchV	15
Abb. 13: Emissionen und Verbrauch fossiler Primärenergie der Holzheizanlagen > 1 MW und der verdrängten fossilen Energieträger	15
Abb. 14: Massenbilanz bei Holzeinschnitt in Sägewerken	18
Abb. 15: Anteile der Energieinhalte der Stoffgruppen	24
Abb. 16: Verteilung der regionalen Holzenergiepotenziale und der aktuell genutzten Holzenergie in den Landkreisen und kreisfreien Städten	25
Abb. 17: Stoffströme in der Holzwirtschaft	28
Abb. 18: Holzrohstoffbilanz in Deutschland für das Jahr 2016	29
Abb. 19: Nutzungskonkurrenzen der stofflichen und energetischen Holznutzung	30
Abb. 20: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern	31
Abb. 21: Deckung des Energieverbrauchs der Energieregion Hümmling im Jahr 2050 im Vergleich zu 2018	32

10.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Feuerungskategorien und Summenkategorien zur Auswertung der Feuerstättenzählung	4
Tab. 2: Anlagenbestand nach Feuerungskategorien und Summenkategorien 2021	5
Tab. 3: Anlagenbestand nach Landkreisen und kreisfreien Städten 2021	7
Tab. 4: Eckdaten der Holzfeuerungsanlagen > 1 MW im Jahr 2021	8
Tab. 5: Substitution fossiler Energieträger durch Holzbrennstoffe in Anlagen < 1 MW	9
Tab. 6: Substitution fossiler Energieträger durch Holzfeuerungsanlagen > 1 MW	13
Tab. 7: Übergangsfristen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gemäß 1. BImSchV	13
Tab. 8: Übergangsfristen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gemäß 1. BImSchV	14
Tab. 9: Kategorisierung der Stoffgruppen	17
Tab. 10: Energetische Eigenschaften biogener Festbrennstoffe	21
Tab. 11: Potenziale biogener Festbrennstoffe zur energetischen Nutzung in Niedersachsen	22
Tab. 12: Potenziale biogener Festbrennstoffe nach Herkunftsgruppen	22
Tab. 13: Regionale Verteilung der Holzenergiepotenziale I	24
Tab. 14: Regionale Verteilung der Holzenergiepotenziale II	26

10.1 Abkürzungsverzeichnis

1 kW = 1.000 W	HKW = Heizkraftwerk
1 MW = 1.000 kW	HW = Heizwerk
a = Jahr	kW = Kilowatt
Äq. = Äquivalent	kWh = Kilowattstunde
CO = Kohlenstoffmonoxid	Srm = Schüttraummeter
CO ₂ = Kohlenstoffdioxid	MW = Megawatt
Fm = Festmeter	MWh = Megawattstunde
Vfm = Vorratsfestmeter	NO _x = Stickoxide
FWL = Feuerungswärmeleistung	PE = Primärenergie
GWh = Gigawattstunde	SO ₂ = Schwefeldioxid
	t = Tonnen



3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk
Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V.



in Zusammenarbeit mit dem
Landesinnungsverband für das
Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen (LIV)

und der
Zentralen Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe (ZUS LLG)



Niedersächsisches Ministerium
für Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz

im Auftrag des
Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

**3N Kompetenzzentrum
Niedersachsen Netzwerk
Nachwachsende Rohstoffe
und Bioökonomie e.V.**

Geschäftsstelle Werlte
Kompaniestraße 1
49757 Werlte
Tel.: 0 59 51/ 98 93 - 0
Fax: 0 59 51/ 98 93 - 11
E-Mail: info@3-n.info
Web: www.3-n.info

Büro Göttingen
Rudolf-Diesel-Straße 12
37075 Göttingen
Tel.: 05 51/ 3 07 38 - 17
Fax: 05 51/ 3 07 38 - 21
E-Mail: goettingen@3-n.info

Büro Heidekreis
Walsroder Str. 9
29683 Bad Fallingb. b. b. b.
Tel.: 0 51 62/ 88 50 - 475
Fax: 0 51 62/ 98 56 - 297
E-Mail: heidekreis@3-n.info