



---

**Dokumentation**

---

**Einzelfragen zur Ökobilanzierung im Wärmesektor**

## Einzelfragen zur Ökobilanzierung im Wärmesektor

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 111/19  
Abschluss der Arbeit: 24. September 2019  
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und  
Forschung

---

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Ökobilanzierungen von Energieträgern im Wärmesektor</b>	<b>4</b>

## 1. Einleitung

Zur Messung der Klimaschädlichkeit ziehen Experten meist das CO<sub>2</sub>-Äquivalent heran, welches eine Aussage über das gesamte Treibhauspotenzial gibt. Dieser Wert beinhaltet neben dem Kohlenstoffdioxid weitere Treibhausgase. Ein Blick auf die Statistik zeigt die Unterschiede zwischen den Brennstoffarten. Die CO<sub>2</sub>-Emissionswerte liegen für Braunkohle [in Gramm]: 6928, Heizöl: 2797, Erdgas: 2392 und Fernwärme: 2160 im 4-stelligen Bereich. Holz gilt als klimaneutraler Brennstoff. Die CO<sub>2</sub>-Emission bei Scheitholz, Hackschnitzeln, Pellets und anderen Holzheizungen geht gegen null. „Tatsächlich gibt es zwar bei der Verbrennung einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß, allerdings haben die Pflanzen genau dieses CO<sub>2</sub> während ihrer Lebenszeit aufgenommen. Entsprechend entsteht der Umwelt kein Schaden durch schädliche Emissionen von Kohlenstoffdioxid. Dafür weisen Holzheizungen gegenüber Öl- und Gasheizungen allerdings eine deutlich höhere Feinstaubbelastung auf. Es kommt bei einem Vergleich der Klimabilanz auf mehrere Aspekte an.“ In die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Energieträgern muss der Ausstoß der gesamten Prozesskette von z.B. der Förderung über den Transport und die Verbrennung bis zur Entsorgung bzw. zum Recycling berücksichtigt werden. Eine Beschreibung der Ökobilanzierung insbesondere für Holz hat die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zusammengefasst.<sup>1</sup>

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Ökobilanzierung verschiedener Energieträger unter Einbeziehung verschiedener Szenarien hinsichtlich ihrer Prozesskette.

## 2. Ökobilanzierungen von Energieträgern im Wärmesektor

Die Auswertungen einer Studie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) aus dem Jahr 2014 ergeben Emissionsfaktoren für die CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Energieträger inklusive vorgelagerter Prozesskette aus dem kumulierten Energieverbrauch, bezogen auf die Endenergie bis zur Übergabe im Gebäude und geben eine Abschätzung der Größenunterschiede der Werte. Die Größenordnungen bleiben im Allgemeinen gleich. Kohle zeigt die größten Werte, Erdgas und Flüssiggas folgen, wobei Flüssiggas aufgrund seiner Prozesskette höhere Werte erzielt. Die Erneuerbaren zeigen die mit Abstand geringsten Werte für Emissionen (s. nachfolgende Grafik).<sup>2</sup>

---

1 Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (2016). „Der Carbon Footprint von Wärme und Holz“, LWF-aktuell 108, <http://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/biomassenutzung/128582/index.php>,

Kesselheld (2019). „CO<sub>2</sub> Emission verschiedener Heizungsarten im Vergleich“, <https://www.kesselheld.de/co2-emission/>

2 Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (2014). „Kumulierter Energieaufwand und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und -versorgungen“, <http://www.biomacon.com/pdf/IWU.pdf>

Kumulierter Energieverbrauch verschiedener Energieträger und Energieversorgungen					
Ergebnisse berechnet mit GEMIS Version 4.93 (Sommer 2014)					
Energieart	Prozeß <sup>1)</sup>	Kumulierter Energieverbrauch [kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>end</sub> ]			Treibhausgase CO <sub>2</sub> -Äquivalent [g/kWh <sub>end</sub> ]
		Gesamt	nicht regenerativer Anteil	regenerativer Anteil <sup>3)</sup>	
Brennstoffe <sup>2)</sup>	Heizöl EL	1,16	1,15	0,00	313
	Erdgas H	1,13	1,13	0,00	241
	Flüssiggas	1,10	1,10	0,00	261
	Steinkohle	1,06	1,06	0,00	427
	Braunkohle	1,21	1,20	0,01	449
	Holz hackschnitzel	1,05	0,03	1,01	14
	Brennholz	1,01	0,01	1,00	11
	Holz-Pellets	1,08	0,06	1,02	18
Fernwärme Mix	Deutschland (gemäß Gemis)	1,32	1,08	0,24	295
Nahwärme Mix	Beispielnetz mit 74 WE	0,98	0,98	0,00	216
Solarwärme am Gebäude	Flachkollektor	1,04	0,03	1,00	13
	Vakuumröhrenkollektor	1,05	0,05	1,00	18
Strom	Strom-mix	2,67	2,12	0,55	617
	PV-Strom (amorph)	1,29	0,27	1,03	83
	PV-Strom (monokristallin)	1,53	0,47	1,05	129
	PV-Strom (multikristallin)	1,25	0,23	1,02	62
	Wind (Park Mittelwert 2010)	1,03	0,03	1,00	10

<sup>1)</sup> Vorgelagerte Kette für Endenergie bis Übergabe im Gebäude, inkl. Materialaufwand für Wärme-/Stromerzeuger und ohne Hilfsenergie im Haus

<sup>2)</sup> Bezugsgröße: unterer Heizwert H<sub>u</sub>

<sup>3)</sup> Der regenerative Anteil beinhaltet auch sekundäre Ressourcen, z. B. Restholz und Müll

IWU, 17.12.14

Verschiedene Studien haben in der Vergangenheit mit der Optimierung der Ökobilanzierung von Energieträgern für den Wärmesektor befasst. Beispielzahlen zum Energieaufwand, zur Herstellung von Brennstoffen und den Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung verschiedener Energieträger finden sich auch in den „Basisdaten Bioenergie Deutschland“.<sup>3</sup>

Eine Arbeit der Wissenschaftlichen Dienste behandelt die Ökobilanzierung verschiedener Energieträger, insbesondere von Flüssiggas.<sup>4</sup>

3 Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2018). „Basisdaten Bioenergie Deutschland 2018“, [http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Basisdaten\\_Bioenergie\\_2018.pdf](http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Basisdaten_Bioenergie_2018.pdf)

4 Deutscher Bundestag Wissenschaftliche Dienste (2018). „CO<sub>2</sub> - Bilanzen - Einzelfragen zu Energieträgern, insbesondere Flüssiggas“, WD 8 - 3000 - 003/18 , <https://www.bundestag.de/resource/blob/550728/61522d07688eb301e4edf6b8d2e68f41/wd-8-003-18-pdf-data.pdf>

Forscher der Fachhochschule Salzburg befassten sich im Rahmen der Ökobilanzierung von Holzhackschnitzeln mit unterschiedlichen Bereitstellungsketten und betrachtete ausführlich verschiedene typische Szenarien der Gewinnung von Waldhackschnitzeln. In ihren Auswertungen beschreiben sie detailliert die ökologische Bewertung und ziehen im Jahr 2010 den Schluss, dass der Einsatz von Biomasse zwar in der Regel als klimaneutral betrachtet wird, jedoch weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Komponenten der Prozesskette besteht.<sup>5</sup>

Weitere Forschungen haben danach stattgefunden. Das Verbundprojekt „ExpResBio“ untersuchte beispielsweise verschiedene Biomasse-Bereitstellungsketten hinsichtlich der Ökobilanzierung und ihrer Optimierung. Auf der Projektseite finden sich detaillierte Informationen zur „kosteneffizienten Treibhausgas-Minderung verschiedener Bioenergien“ und zu den harmonisierten "Methoden zur Analyse und Bewertung ausgewählter ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Produktsystemen aus land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen".<sup>6</sup>

Einen Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener Energieträger und verschiedener Bereitstellungsketten für Wärme aus Holz zeigen beispielhaft die folgenden Grafiken für das Land Bayern.<sup>7</sup>

---

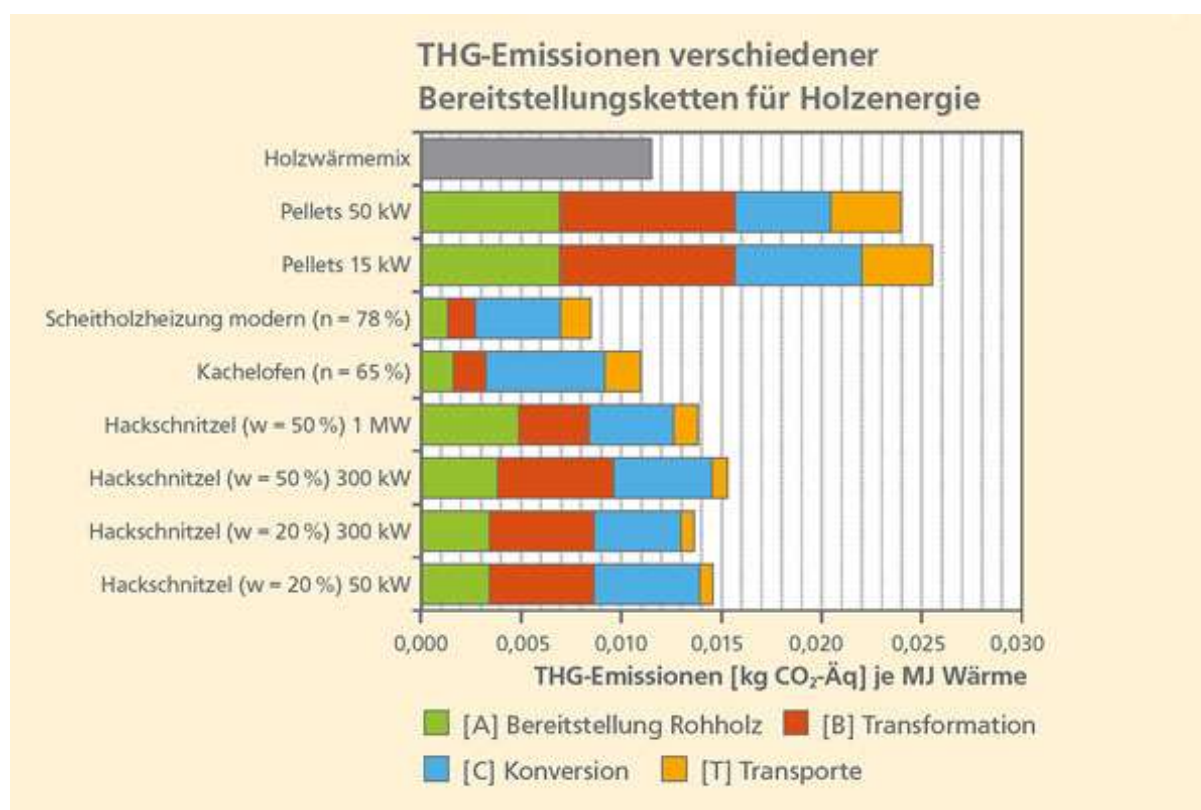
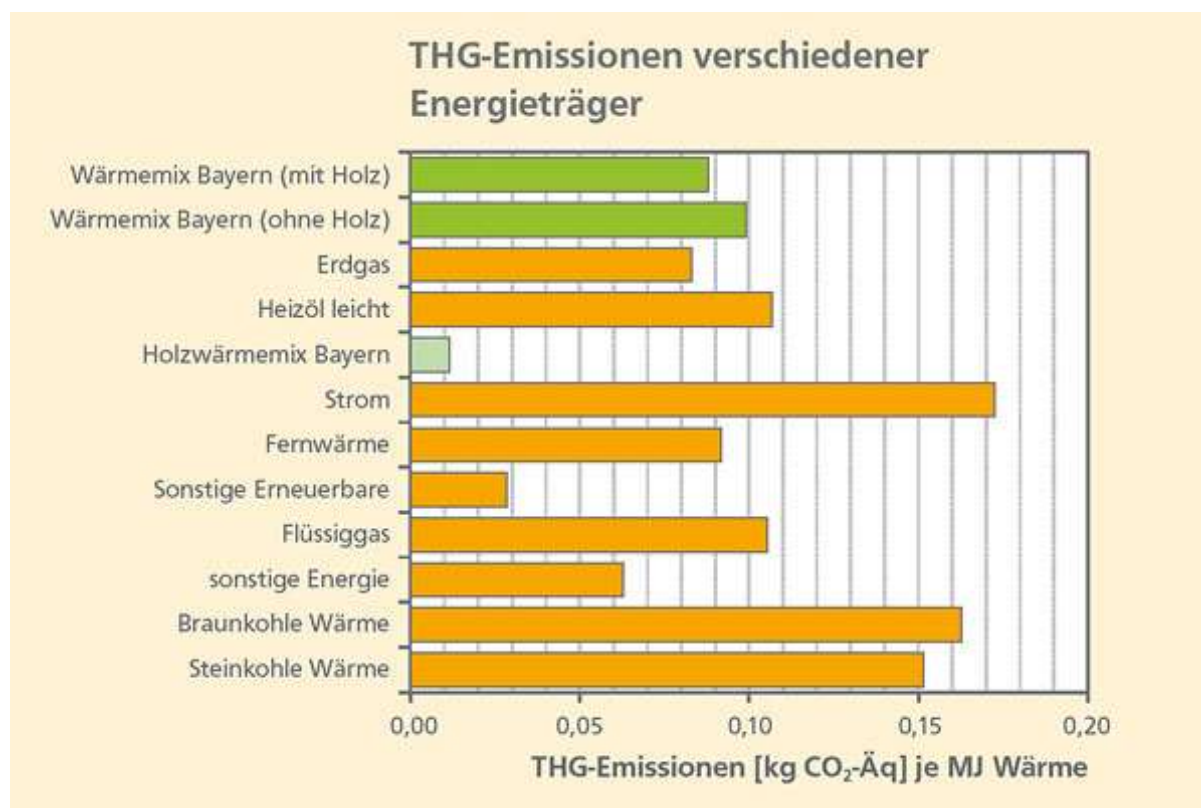
5 Zimmer, B. Fachhochschule Salzburg Fachbereich Holztechnologie und Ökologie (2010). Ökobilanz Waldhackschnitzel“, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), LFW aktuell 74/2010, Seite 22, <https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/forsttechnik/dateien/a74-oekobilanz-waldhackschnitzel.pdf>

6 Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe (TFZ) (2016). „Kosteneffiziente Treibhausgas-Minderung verschiedener Bioenergien“ [http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/nachhaltigkeit/dateien/161128\\_ed\\_tfz-wissen\\_4.pdf](http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/nachhaltigkeit/dateien/161128_ed_tfz-wissen_4.pdf), Seite 23 ff

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe (TFZ) (2016). „Methoden zur Analyse und Bewertung ausgewählter ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Produktsystemen aus land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen“ [http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/biokraftstoffe/dateien/tfz\\_bericht\\_45\\_expressbio.pdf](http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/biokraftstoffe/dateien/tfz_bericht_45_expressbio.pdf), Seite 132 ff

Zormaier, F. (2017). „Versorgung von Biomasseheiz(kraft)werken mit Wald-Hackschnitzeln“, LWF-aktuell 74, <http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/forsttechnik/dateien/a74-versorgung-von-biomasseheizkraftwerken-mit-waldhackschnitzeln.pdf>

7 Klein, D. et al. (2016). „Der Carbon Footprint von Wärme und Holz“, [http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/dateien/a108\\_der\\_carbon\\_footprint\\_von\\_waerme\\_aus\\_holz\\_gesch.pdf](http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/dateien/a108_der_carbon_footprint_von_waerme_aus_holz_gesch.pdf), LWF aktuell 1/2016



Hinsichtlich der Verwendung von Pellets finden sich Daten zum Energieaufwand zur Herstellung von Brennstoffen – bezogen auf den Heizwert – und ein Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Heizsysteme, inklusive ihrer Vorketten, in einer Broschüre des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.<sup>8</sup>

Das Deutsche Pelletinstitut schreibt z.B. zusammenfassend zur Ökobilanz von Holzpellets und vergleicht die Staub- und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Heizsystemen: „Eine Ökobilanz analysiert den gesamten Lebensweg eines Produktes von der Entstehung bis zur Entsorgung. Dabei erfasst die Ökobilanz die ökologischen Auswirkungen des Produktes auf die Umwelt. Das Heizen mit Holzpellets weist eine sehr gute Ökobilanz auf, da Holzpellets als annähernd CO<sub>2</sub>-neutral gelten und zu 100 Prozent aus Holz bestehen. Im Vergleich zu anderen Heizsystemen zeichnen sich Pelletanlagen durch einen sehr geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoß aus. Auch in ihrer Energiebilanz sind Pellets umwelt- und klimafreundlich: Für die Rohstoffbeschaffung, zur Herstellung sowie für den Transport von Pellets muss zwar auch z.T. fossile Energie aufgewendet werden. Dieser Aufwand beträgt jedoch lediglich 2,7 Prozent (zum Vergleich: Der Energieaufwand für Öl liegt bei zwölf Prozent, der für Erdgas bei zehn Prozent).“<sup>9</sup>

Zur Diskussion der Substitutionsfaktoren und Emissionen der Wärmebereitstellung von fester Biomasse inklusive der Vorketten für Haushalte und Industrie hat das Umweltbundesamt ausführliche Informationen zusammengefasst.<sup>10</sup>

Die Kaskadennutzung im Holzsektor zur Steigerung der Ressourceneffizienz beschreibt eine Studie des Umweltbundesamtes. Dabei führten die Autoren eine Definitionsbestimmung des Begriffs und umfassende Ökobilanzen zu verschiedenen Kaskadenoptionen jeweils für vier Sektoren, u.a. für den Wärmesektor, durch.<sup>11</sup>

\*\*\*

---

8 Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2009). „Holzpellets komfortabel, effizient, zukunftssicher“, 6. Auflage [https://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_179-brosch\\_holzpellets\\_2009.pdf](https://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_179-brosch_holzpellets_2009.pdf) und [www.depi.de](http://www.depi.de)

9 Deutsches Pelletinstitut GmbH (dpi) (2019). „Ökobilanz“, <https://depi.de/de/pelletlexikon#cq6bu>, Grafik <https://depi.de/de/p/Emissionen-von-Heizsystemen-8JLciqntpKjB7UnjvZYveM>

10 Umweltbundesamt (UBA) (2017). „Erneuerbare Energien“, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-10-26\\_climate-change\\_23-2017\\_emissionsbilanz-ee-2016.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-10-26_climate-change_23-2017_emissionsbilanz-ee-2016.pdf), Kapitel 5

„Der Substitutionsfaktor beschreibt, in welchem Maße bestimmte Energieträger durch einen anderen Energieträger ersetzt werden. In diesem Bericht beschreiben die Substitutionsfaktoren insbesondere den Ersatz fossiler Primär- und Sekundärenergieträger durch erneuerbare Energien.“

11 Umweltbundesamt (UBA) (2017). Endbericht „Biomassekaskaden – Mehr Ressourceneffizienz durch Kaskadennutzung von Biomasse – von der Theorie zur Praxis“, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-06-13\\_texte\\_53-2017\\_biokaskaden\\_abschlussbericht.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-06-13_texte_53-2017_biokaskaden_abschlussbericht.pdf)

„Der Begriff der Kaskadennutzung findet in verschiedenen Bereichen, wie z.B. in Wissenschaft, Politik und Wirtschaft, Anwendung. Er wird in verschiedenen Zusammenhängen verwendet und zeigt dadurch eine enge Verflechtung mit Kreislaufwirtschaft, Recycling, Bioraffinerie, Bioökonomie. Bis heute bestehen allerdings Unklarheiten, was dieser Begriff Neues zum Ausdruck bringt oder wie er abzugrenzen sei.“