

Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente

Bei Holz- bzw. Energiebilanzberechnungen



Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren: DI Dietmar Hagauer (Taskleitung), Bernhard Lang, Claudia
Pasteiner (Österreichische Energieagentur), DI Kasimir Nemestothy (LKÖ)

Fotonachweis: Cover: stock.adobe.com/sonyachny

Stand: 26. April 2023

Disclaimer:

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autorin/ des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/ des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an klimaaktiv@energyagency.at.

Inhalt

1 Einleitung	4
2 Begriffserklärung	6
3 Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut	7
3.1 Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut G30 (Anlagen bis 500 kW Nennleistung)	7
3.2 Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut G50 (Anlagen über 500 kW Nennleistung)	8
3.3 Umrechnungsfaktoren für Industriehackgut	9
4 Umrechnungsfaktoren für Rinde	11
5 Umrechnungsfaktoren für Presslinge	12
5.1 Umrechnungsfaktoren für Pellets	12
5.2 Umrechnungsfaktoren für Briketts	13
6 Umrechnungsfaktoren für Brennholz	14
6.1 Umrechnungsfaktoren für Brennholz hart	14
6.2 Umrechnungsfaktoren für Brennholz weich	15
6.3 Umrechnungsfaktoren für Brennholz (Mischsortiment)	15
7 Umrechnungsfaktoren für weitere relevante Holzsortimente bei Bilanzberechnungen	17
7.1 Umrechnungsfaktoren für Kappholz	17
7.2 Umrechnungsfaktoren für Spreisseln	18
7.3 Umrechnungsfaktoren für Sägespäne	18
8 Umrechnungsfaktoren für Festmeter-Äquivalent	20
9 Gewichtung von Holzartenmischungen aliquot ÖWI 2000/02-Nutzung	21
Über klimaaktiv	23
Tabellenverzeichnis	24
Literaturverzeichnis	25

1 Einleitung

Bei der energetischen Bewertung von Holzsortimenten für Bilanzbetrachtungen ergibt sich die Notwendigkeit, zwischen unterschiedlichen Volums-, Gewichts- bzw. Energieeinheiten umzurechnen. Dabei müssen zur Bewertung der Energieinhalte entsprechende Annahmen für die durchschnittlichen Holzartenmischungen, Dichtemaße und Wassergehalte getroffen werden.

Die vorliegende Empfehlung der Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente bei Bilanzberechnungen soll dazu dienen, die Nachvollziehbarkeit der getroffenen Annahmen zu erleichtern und Fehlerquellen bei unterschiedlichen Berechnungsansätzen zu reduzieren. Weiters soll eine Abstimmung der von verschiedenen Institutionen für Holz- bzw. Energiebilanzberechnungen getroffenen Annahmen erleichtert werden, um auf unterschiedliche Umrechnungsfaktoren zurückzuführende Ergebnisabweichungen und Interpretationsdifferenzen zu vermeiden.

Die Einzelwerte der jeweiligen Umrechnungsmatrix wurden mit dem „Kalkulationsblatt zur Ermittlung von Kenndaten und Preisen für Energieholzsortimente (Version 2.2)“ für die empfohlenen Wassergehalte und Holzartenmischungen errechnet und kaufmännisch auf drei Dezimalstellen gerundet in die Tabellen eingetragen. Die Kehrwerte wurden von den bereits gerundeten Werten berechnet. Die einschlägigen Normen, Handelsusancen bzw. sonstige marktübliche Standards wurden weitgehend berücksichtigt.

Zur Gewichtung der Baumartenanteile bei den verwendeten Holzartenmischungen wurde die Auswertung der Österreichischen Waldinventur 2000/02 zur Holznutzung in Österreich herangezogen (Tabelle 14 bzw. <http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002>).

Es wird noch einmal gesondert darauf hingewiesen, dass die hier empfohlenen Umrechnungsfaktoren bei Energie- bzw. Holzbilanzbetrachtungen für Kaufverhandlungen über einzelne Holzlieferungen oder Detailberechnungen bei Einzelanlagen nicht geeignet sind! Bei einzelnen Holzlieferungen können die Werte aufgrund von unterschiedlicher Schichtung, Körnung, Verdichtung beim Transport etc. schwanken. Für die Ermittlung detaillierter Energieholzkenndaten wurde auf der klima**aktiv** Website ein Kalkulationsblatt mit umfangreichen Erläuterungen sowie dem dazugehörigen Manual bereitgestellt (<https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz.html>).

Zusätzlich muss hier auf eine Besonderheit hinsichtlich der Einheit „t-atro“ näher eingegangen werden. Zur Erklärung worauf bei der Umrechnung zwischen Holzmaßen und Energieeinheiten geachtet werden muss, soll folgendes Beispiel dienen:

Korrekte Anwendung:

- 100 t-lutro Holzhackgut G30 = $100 * 3,165 \text{ MWh/t}$ bei 35 % WG = 317 MWh Energieinhalt (Heizwert)
- 100 t-lutro Holzhackgut G30 entspricht bei 35 % WG = 65 t-atro Holzhackgut G30 und 35 t Wasser (rechnerisch bzw. theoretisch)

Inkorrekte Anwendung:

- Nicht zulässig ist die Berechnung des gelieferten Energieinhaltes über den theoretischen Atro-Tonnen Wert
- 100 t-lutro entspricht bei 35 % WG = 65 t-atro Holzhackgut G30 = $65 * 5,235 \text{ MWh/t}$ bei 0 % WG = 340 MWh Energieinhalt (Heizwert)
- Ermittelt man aus der t-lutro zuerst die theoretische t-atro und dann mit der theoretischen t-atro den Energieinhalt = 340 MWh Energieinhalt, überschätzt man den tatsächlich gelieferten Energieinhalt um 23 MWh bzw. 7 %

2 Begriffserklärung

Übliche Maßeinheiten in der Forst- und Holzwirtschaft sind Festmeter (fm) für Rundholzsortimente und Raummeter (rm) für geschichtetes Holz bis 2 m Länge. Für kleinstückiges Holz, wie z.B. Hackgut, wird der Begriff Schüttraummeter (srm) verwendet.

- 1 Festmeter (fm) ist die Maßeinheit für einen Kubikmeter (m^3) feste Holzmasse.
- 1 Raummeter (rm) ist die Maßeinheit für geschichtete Holzteile, die unter Einschluss der Luftzwischenräume ein Gesamtvolumen von einem Kubikmeter (m^3) füllen.
- 1 Schüttraummeter (srm) ist die Maßeinheit für einen Raummeter geschüttete Holzteile (Hackgut, Sägespäne, Stückholz usw.).
- 1 Tonne absolut trocken (t-atro) ist die Maßeinheit für die Masse von einer Tonne absolut trockenem Holz.
- 1 Tonne lufttrocken (t-lutro) ist die Maßeinheit für die Masse von einer Tonne Holz mit dem jeweiligen Wassergehalt.

Der Heizwert (HW) ist der Quotient aus der bei vollständiger Verbrennung eines festen Brennstoffs freiwerdenden Wärmemenge und dessen Masse, wenn das vor dem Verbrennen im Brennstoff vorhandene Wasser und das bei der Verbrennung gebildete Wasser nach der Verbrennung im dampfförmigen Zustand vorliegen.

3 Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut

3.1 Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut G30 (Anlagen bis 500 kW Nennleistung)

Die empfohlene Umrechnungsmatrix bei Bilanzbetrachtungen für Holzhackgut im Einsatzbereich von Kleinanlagen und mittleren Anlagen bis 500 kW Nennleistung wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 35 % mittlerer Wassergehalt
- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß für Nadelholz- und Laubholzmischsortiment mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02
- Feinhackgut G30 mit einer Schüttdichte von 0,4 Festmeter pro Schüttraummeter

Ist aus der Datenquelle der Einsatzbereich des Holzhackgutes nicht erkennbar (Anlagen bis 500 kW, Anlagen > 500 kW), kann bei Bilanzbetrachtungen vereinfachend – entsprechend der marktüblichen Vorgangsweise – wie in Tabelle 1 mit der Schüttdichte von Feinhackgut G30 (0,4 Festmeter pro Schüttraummeter bzw. 2,5 Schüttraummeter pro Festmeter) gerechnet werden.

Bei der energetischen Bewertung von Holzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 1: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut (Anlagen bis 500 kW Nennleistung)

Sortiment	Wasser- gehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Holzhackgut G30 (Wald- und Industriehackgut, Nadel- und Laubholz, gemischt)	35 %	1	0,400	0,256	0,167	0,811	2,921	srm (lose)
		2,500	1	0,641	0,417	2,028	7,302	fm (=m³)
		3,906	1,560	1	0,650	3,165	11,393	t-lutro
		5,988	2,398	1,538	1	5,235	18,846	(t-atro)
		1,233	0,493	0,316	0,191	1	3,600	MWh
		0,342	0,137	0,088	0,053	0,278	1	GJ

3.2 Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut G50 (Anlagen über 500 kW Nennleistung)

Die empfohlene Umrechnungsmatrix bei Bilanzbetrachtungen für Holzhackgut im Einsatzbereich von Anlagen über 500 kW Nennleistung wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 35 % mittlerer Wassergehalt
- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß für Nadelholz- und Laubholzmischsortiment mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02
- Mittelhackgut G50 mit einer Schüttdichte von 0,33 Festmeter pro Schüttraummeter

Ist aus der Datenquelle der Einsatzbereich des Holzhackgutes nicht erkennbar (Kleinanlagen bis 500 kW, Anlagen > 500 kW), kann bei Bilanzbetrachtungen vereinfachend – entsprechend der marktüblichen Vorgangsweise – wie in Tabelle 1 mit der Schüttdichte von Feinhackgut G30 (0,4 Festmeter pro Schüttraummeter bzw. 2,5 Schüttraummeter pro Festmeter) gerechnet werden.

Bei der energetischen Bewertung von Holzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 2: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut (Anlagen über 500 kW Nennleistung)

Sortiment	Wassergehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Holzhackgut G50 (Wald- und Industriehackgut, Nadel- und Laubholz, gemischt)	35 %	1	0,330	0,211	0,137	0,669	2,410	srm (lose)
		3,030	1	0,641	0,417	2,028	7,302	fm (=m³)
		4,739	1,560	1	0,650	3,165	11,393	t-lutro
		7,299	2,398	1,538	1	5,235	18,846	(t-atro)
		1,431	0,493	0,316	0,191	1	3,600	MWh
		0,415	0,137	0,088	0,053	0,278	1	GJ

3.3 Umrechnungsfaktoren für Industriehackgut

Die empfohlene Umrechnungsmatrix bei Bilanzbetrachtungen für Industriehackgut wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 45 % mittlerer Wassergehalt
- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß für Nadelholz- und Laubholzmischsortiment mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02
- Industriehackgut mit einer Schüttdichte von 0,35 Festmeter pro Schüttraummeter

Umfassende Untersuchungen haben gezeigt, dass der Hauptanteil der Hackschnitzel im Industriehackgut kleiner 63 mm ist.

Bei der energetischen Bewertung von Holzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 3: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Industriehackgut

Sortiment	Wasser- gehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Industriehackgut (Nadel- und Laubholz, mit und ohne Rinde, gemischt)	45 %	1	0,350	0,265	0,146	0,683	2,458	srm (lose)
		2,857	1	0,757	0,417	1,949	7,017	fm (=m³)
		3,774	1,321	1	0,550	2,573	9,264	t-lutro
		6,849	2,398	1,818	1	5,235	18,846	(t-atro)
		1,464	0,513	0,389	0,191	1	3,600	MWh
		0,407	0,143	0,108	0,053	0,278	1	GJ

4 Umrechnungsfaktoren für Rinde

Die empfohlene Umrechnungsmatrix für Rinde bei Bilanzbetrachtungen wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 50 % mittlerer Wassergehalt
- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß wurden für Rinde vereinfachend mit den Kennzahlen für Holz gleichgesetzt, das Nadelholzmischsortiment wurde mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02 festgelegt.
- Schüttgut mit einer Schüttdichte von 0,3 Festmeter pro Schüttraummeter
- Bei Rinde ergeben sich in der Praxis besonders stark variierende Einzelwerte. Je nach Holzartenmischung, Durchmesserklassen (Schwachholz, Starkholz), Nutzungszeitpunkt (Frühjahr, Winter), Entrindungstechnik und Zerkleinerungsverfahren können die Stückigkeit, die Schüttdichte und der Wassergehalt sehr unterschiedlich sein. Die empfohlenen Umrechnungsfaktoren stellen daher nur sehr grobe Richtwerte mit großen Variationsbreiten dar.

Bei der energetischen Bewertung von Rindensortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Rindensubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 4: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Rinde

Sortiment	Wassergehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Rinde (Nadelholz)	50 %	1	0,300	0,236	0,118	0,542	1,951	srm (lose)
		3,333	1	0,786	0,393	1,807	6,504	fm (=m³)
		4,237	1,272	1	0,500	2,299	8,277	t-lutro
		8,475	2,545	2,000	1	5,278	19,000	(t-atro)
		1,845	0,553	0,435	0,189	1	3,600	MWh
		0,513	0,154	0,121	0,053	0,278	1	GJ

5 Umrechnungsfaktoren für Presslinge

5.1 Umrechnungsfaktoren für Pellets

Die empfohlene Umrechnungsmatrix für Pellets bei Bilanzbetrachtungen wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 8 % mittlerer Wassergehalt
- Vorwiegend Fichtenholz als Ausgangsmaterial für Pelletierung in Österreich
- 6 mm Pellets mit ca. 650 kg/m³ Schüttdichte

Bei der energetischen Bewertung von Pelletssortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 5: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Pellets

Sortiment	Wasser- gehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Pellets (Fichte)	8 %	1	1,455	0,652	0,600	3,131	11,272	srm (lose)
		0,687	1	0,448	0,413	2,153	7,750	fm (=m³)
		1,534	2,232	1	0,920	4,801	17,284	t-lutro
		1,667	2,421	1,087	1	5,278	19,000	(t-atro)
		0,319	0,464	0,208	0,189	1	3,600	MWh
		0,089	0,129	0,058	0,053	0,278	1	GJ

5.2 Umrechnungsfaktoren für Briketts

Die empfohlene Umrechnungsmatrix für Briketts bei Bilanzbetrachtungen wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 8 % mittlerer Wassergehalt
- Vorwiegend Fichtenholz als Ausgangsmaterial für Brikettierung in Österreich
- ca. 760 kg/m³ Raumdichte, geschichtet auf Paletten

Bei der energetischen Bewertung von Brikettsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 6: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Briketts

Sortiment	Wassergehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Briketts (Fichte)	8 %	1	1,541	0,761	0,700	3,653	13,152	srm (lose)
		0,649	1	0,448	0,413	2,153	7,750	fm (=m³)
		1,314	2,232	1	0,920	4,801	17,284	t-lutro
		1,429	2,421	1,087	1	5,278	19,000	(t-atro)
		0,274	0,464	0,208	0,189	1	3,600	MWh
		0,076	0,129	0,058	0,053	0,278	1	GJ

6 Umrechnungsfaktoren für Brennholz

6.1 Umrechnungsfaktoren für Brennholz hart

Die empfohlene Umrechnungsmatrix für Brennholz hart bei Bilanzbetrachtungen, wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 20 % mittlerer Wassergehalt
- Hartlaubholzmischsortiment aliquot zur Holznutzung laut ÖWI 2000/02
- Stückholz (ofenfertig, geschüttet) mit einer Schüttdichte von 0,5 Festmeter pro Schüttraummeter
- Stückholz (ofenfertig, geschlichtet bzw. gestapelt) mit einer Raumdichte von 0,85 Festmeter pro Raummeter
- Scheitholz (1m-Scheiter, geschlichtet bzw. gestapelt) mit einer Raumdichte von 0,7 Festmeter pro Raummeter

Bei der energetischen Bewertung von Brennholzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 7: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz hart

Sortiment	Wassergehalt	srm (lose)	rm (Stückholz (Scheitholz, geschl.))	rm (1m)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
								[MWh]	[GJ]	
Brennholz hart (Hartlaubholz, Mischsortiment)	20 %	1	0,847	0,699	0,500	0,365	0,292	1,411	5,079	srm (lose)
		1,180	1	1,214	0,850	0,621	0,497	2,398	8,634	rm (Stück)
		1,430	0,824	1	0,700	0,512	0,409	1,975	7,111	rm (Scheit)
		2,000	1,176	1,429	1	0,730	0,584	2,822	10,158	fm (=m³)
		2,740	1,610	1,953	1,370	1	0,800	3,864	13,911	t-lutro
		3,425	2,012	2,445	1,712	1,250	1	5,000	18,000	(t-atro)
		0,709	0,417	0,506	0,354	0,259	0,200	1	3,600	MWh
		0,197	0,116	0,141	0,098	0,072	0,056	0,278	1	GJ

6.2 Umrechnungsfaktoren für Brennholz weich

Die empfohlene Umrechnungsmatrix für Brennholz weich bei Bilanzbetrachtungen wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 20 % mittlerer Wassergehalt
- Nadelholzmischsortiment aliquot zur Holznutzung laut ÖWI 2000/02
- Stückholz (ofenfertig, geschüttet) mit einer Schüttdichte von 0,5 Festmeter pro Schüttraummeter
- Stückholz (ofenfertig, geschlichtet bzw. gestapelt) mit einer Raumdichte von 0,85 Festmeter pro Raummeter
- Scheitholz (1m-Scheiter, geschlichtet bzw. gestapelt) mit einer Raumdichte von 0,7 Festmeter pro Raummeter

Bei der energetischen Bewertung von Brennholzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 8: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz weich

Sortiment	Wasser- gehalt	srm (lose)	rm (Stückholz geschl.)	rm (Scheitholz, 1m)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
								[MWh]	[GJ]	
Brennholz weich (Nadelholz, Mischsortiment)	20 %	1	0,847	0,699	0,500	0,250	0,200	1,021	3,675	srm (lose)
		1,180	1	1,214	0,850	0,425	0,340	1,735	6,248	rm (Stück)
		1,430	0,824	1	0,700	0,350	0,280	1,429	5,145	rm (Scheit)
		2,000	1,176	1,429	1	0,500	0,400	2,042	7,350	fm (=m³)
		4,000	2,353	2,857	2,000	1	0,800	4,086	14,711	t-lutro
		5,000	2,941	3,571	2,500	1,250	1	5,278	19,000	(t-atro)
		0,979	0,576	0,700	0,490	0,245	0,189	1	3,600	MWh
		0,272	0,160	0,194	0,136	0,068	0,053	0,278	1	GJ

6.3 Umrechnungsfaktoren für Brennholz (Mischsortiment)

Die empfohlene Umrechnungsmatrix für Brennholz (Laubholz- und Nadelholzmischsortiment) bei Bilanzbetrachtungen wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 20 % mittlerer Wassergehalt
- Mischsortiment aus 50 % Brennholz hart (Hartlaubholz) und 50 % Brennholz weich (Nadelholz)
- Stückholz (ofenfertig, geschüttet) mit einer Schüttdichte von 0,5 Festmeter pro Schüttraummeter
- Stückholz (ofenfertig, geschlichtet bzw. gestapelt) mit einer Raumdichte von 0,85 Festmeter pro Raummeter
- Scheitholz (1m-Scheiter, geschlichtet bzw. gestapelt) mit einer Raumdichte von 0,7 Festmeter pro Raummeter
- Bei einem angenommenen Mischungsverhältnis von ca. 10 % Stückholz (ofenfertig, geschüttet), ca. 25 % Stückholz (ofenfertig, geschlichtet) und ca. 65 % Scheitholz (1m-Scheiter, geschlichtet) kann bei Bilanzbetrachtungen (wie bei Scheitholz, also 1m-Scheiter, geschlichtet) mit einer Raumdichte von 0,7 Festmeter pro Raummeter gerechnet werden

Bei der energetischen Bewertung von Brennholzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 9: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz Mischsortiment

Sortiment	Wasser- gehalt	srm (lose)	rm (Stückholz (Scheitholz, geschl.)	rm (1m)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
								[MWh]	[GJ]	
Brennholz weich (Nadelholz, Mischsortiment)	20 %	1	0,847	0,699	0,500	0,307	0,246	1,216	4,377	srm (lose)
		1,180	1	1,214	0,850	0,523	0,418	2,067	7,441	rm (Stück)
		1,430	0,824	1	0,700	0,431	0,344	1,702	6,128	rm (Scheit)
		2,000	1,176	1,429	1	0,615	0,492	2,432	8,754	fm (=m³)
		3,252	1,912	2,320	1,626	1	0,800	3,975	14,311	t-lutro
		4,065	2,387	2,899	2,033	1,250	1	5,139	18,500	(t-atro)
		0,822	0,495	0,470	0,411	0,252	0,195	1	3,600	MWh
		0,228	0,137	0,131	0,114	0,070	0,054	0,278	1	GJ

7 Umrechnungsfaktoren für weitere relevante Holzsortimente bei Bilanzberechnungen

7.1 Umrechnungsfaktoren für Kappholz

Die empfohlene Umrechnungsmatrix bei Bilanzbetrachtungen für Kappholz wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 35 % mittlerer Wassergehalt
- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß für Nadelholz- und Laubholzmischsortiment mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02
- Kappholz mit einer Schüttdichte von 0,5 Festmeter pro Schüttraummeter

Bei der energetischen Bewertung von Holzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 10: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Kappholz

Sortiment	Wassergehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Kappholz (Kappstücke) (Nadel- und Laubholz, mit und ohne Rinde, gemischt)	35 %	1	0,500	0,320	0,208	1,014	3,651	srm (lose)
		2,000	1	0,641	0,417	2,028	7,302	fm (=m³)
		3,125	1,560	1	0,650	3,165	11,393	t-lutro
		4,808	2,398	1,538	1	5,235	18,846	(t-atro)
		0,986	0,493	0,316	0,191	1	3,600	MWh
		0,274	0,137	0,088	0,053	0,278	1	GJ

7.2 Umrechnungsfaktoren für Spreisseln

Die empfohlene Umrechnungsmatrix bei Bilanzbetrachtungen für Spreisseln wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 40 % mittlerer Wassergehalt
- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß für Nadelholz- und Laubholzmischsortiment mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02
- Spreisseln mit einer Schüttdichte von 0,6 Festmeter pro Schüttraummeter

Bei der energetischen Bewertung von Holzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 11: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Spreisseln

Sortiment	Wassergehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Spreisseln (Nadel- und Laubholz, mit und ohne Rinde, gemischt)	40 %	1	0,600	0,417	0,250	1,195	4,303	srm (lose)
		1,667	1	0,694	0,417	1,992	7,171	fm (=m³)
		2,398	1,441	1	0,600	2,869	10,329	t-lutro
		4,000	2,398	1,667	1	5,235	18,846	(t-atro)
		0,837	0,502	0,349	0,191	1	3,600	MWh
		0,232	0,139	0,097	0,053	0,278	1	GJ

7.3 Umrechnungsfaktoren für Sägespäne

Die empfohlene Umrechnungsmatrix bei Bilanzbetrachtungen für Sägespäne wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 10 % mittlerer Wassergehalt

- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß für Nadelholz- und Laubholzmischsortiment mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02
- Sägespäne mit einer Schüttdichte von 0,33 Festmeter pro Schüttraummeter

Bei der energetischen Bewertung von Holzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 12: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Sägespäne

Sortiment	Wassergehalt	srm (lose)	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
						[MWh]	[GJ]	
Sägespäne (Nadel- und Laubholz, gemischt)	10 %	1	0,330	0,165	0,148	0,765	2,756	srm (lose)
		3,030	1	0,500	0,450	2,320	8,351	fm (=m³)
		6,061	2,000	1	0,900	4,643	16,716	t-lutro
		6,757	2,222	1,111	1	5,235	18,846	(t-atro)
		1,307	0,431	0,215	0,191	1	3,600	MWh
		0,363	0,120	0,060	0,053	0,278	1	GJ

8 Umrechnungsfaktoren für Festmeter-Äquivalent

Die empfohlene Umrechnungsmatrix für Festmeter-Äquivalent bei Bilanzbetrachtungen in Österreich wurde unter folgenden Annahmen erstellt:

- 35 % mittlerer Wassergehalt
- Heizwert, Rohdichte und Schwindmaß für Nadelholz- und Laubholzmischsortiment mit Gewichtungsfaktoren aliquot zur Baumartenverteilung der Holznutzung in Österreich laut ÖWI 2000/02

Bei der energetischen Bewertung von Brennholzsortimenten, die in t-atro (Tonnen absolut trockene Holzsubstanz, 0 % Wassergehalt) erhoben wurden, müsste bei Anwendung der Umrechnungsmatrix zuerst auf t-lutro zurückgerechnet werden, um eine Überschätzung des tatsächlich vorliegenden Energieinhaltes zu vermeiden.

Tabelle 13: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Festmeter Äquivalent (Verhältnis feste Holzmasse (m³) zu Heizwert)

Sortiment	Wassergehalt	fm (m ³ feste Holzmasse)	t-lutro	t-atro	Heizwert		pro
					[MWh]	[GJ]	
Festmeter-Äquivalent (Nadel- und Laubholz, gemischt)	35 %	1	0,641	0,417	2,028	7,302	fm (=m³)
		1,560	1	0,650	3,165	11,393	t-lutro
		2,398	1,538	1	5,235	18,846	(t-atro)
		0,493	0,316	0,191	1	3,600	MWh
		0,137	0,088	0,053	0,278	1	GJ

9 Gewichtung von Holzartenmischungen aliquot ÖWI 2000/02-Nutzung

Zur Gewichtung der Baumarten bei Holzartenmischungen (Nadelholz- und Laubholzmischsortiment, Nadelholzmischsortiment, Hartlaubholzmischsortiment, etc.) wurde die Auswertung der Österreichischen Waldinventur 2000/02 zur Holznutzung in Österreich herangezogen (siehe Website des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturerfahrung und Landschaft (BFW) unter <http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002>).

Tabelle 14: Gewichtung von Baumarten bei Mischsortimenten aliquot zur ÖWI 2000/02 Holznutzung (siehe Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW))

Gewichtung nach ÖWI-Nutzung		2000-2002		Berechnungen (bzw. Zwischenergebnisse)										
ÖWI Kat.	Baumart	ÖWI Bezeichnung	ÖWI-NUTZUNG [1000 Vfm]	Brennwert [MJ/kg TS]	Quelle Darr-dichte [kg/m³]	Quelle Schw. vol [%]	Weichlaubholz		Hartlaubholz		Laub bzw. Nadel		Laub & Nadel (gesamt)	
							Darr-dichte gewichtet [kg/m³]	Schw. gewichtet [%]	Darr-dichte gewichtet [kg/m³]	Schw. gewichtet [%]	Darr-dichte gewichtet [kg/m³]	Schw. gewichtet [%]	Brennwert gewichtet [MJ/kg TS]	H-Gehalt gewichtet [%]
WLH	Pappel, Schwarz-	Schwarzpappel	15	19,3	410	13,8	9,3	0,3			2,1	0,1		
WLH	Linde	Linde	35	19,3	520	14,9	27,5	0,8			6,3	0,2		
WLH	Pappel, Zitter-	Agne, Weiß-, Silberpappel	69	19,3	450	12,0	46,8	1,2			10,8	0,3		
WLH	-	Hybridpappel	74		410	13,8	45,8	1,5			10,5	0,4		
WLH	Erie, Schwarz-	Schwarzerle	79	19,3	490	13,1	58,4	1,6			13,4	0,4		
WLH	Weide	Baumweide	87	19,3	520	10,2	68,2	1,3			15,7	0,3		
WLH	Birke	Birke	145	19,3	640	13,9	140,0	3,0			32,2	0,7		
WLH	Erie, Grau-	Weißerle	159	19,3	490	13,1	117,5	3,1			27,0	0,7		
HLH	Kastanie, Edel-	Edelkastanie	19	19,3	530	11,3			4,5	0,1	3,5	0,1		
HLH	-	Sorbus und Prunus	32		665	15,8			9,6	0,2	7,4	0,2		
HLH	Ulm	Ulm	52	19,3	640	13,2			15,0	0,3	11,5	0,2		
HLH	Robinie	Robinie	56	19,3	730	10,6			18,4	0,3	14,2	0,2		
HLH	Buche, Weiß-	Hainbuche	125	19,3	750	18,8			42,2	1,1	32,5	0,8		
HLH	Esche	Ahorn	127	19,3	600	11,5			34,3	0,7	26,4	0,5		
HLH	Esche	Esche	184	19,3	670	13,2			55,6	1,1	42,8	0,8		
HLH	Eiche	Eiche	367	19,3	680	13,9			112,5	2,3	86,6	1,8		
HLH	Buche, Rot-	Rotbuche	1.257	19,3	680	17,9			385,2	10,1	296,6	7,8		
	Laubholz		2.882	19,3					677,4	16,2	639,6	15,4	98,1	2,4
	davon Hartlaubholz		2.219						677,4	16,2				
	davon Weichlaubholz		663						513,4	13,0				
WLH	-	sonstiges Laubholz	15								639,6	15,4	0,5	0,0
NH	Douglase	Douglase	1	20,4	470	11,9					0,0	0,0		
NH	Kiefer, Zirbel-	Zirbe	11	20,4	400	9,0					0,3	0,0		
NH	Kiefer, Weymouths-	Weymouthskiefer	12	20,4	370	8,4					0,3	0,0		
NH	Kiefer, Schwarz-	Schwarzkiefer	131	20,4	560	13,0					4,6	0,1		
NH	Tanne	Tanne	892	20,4	410	11,5					23,0	0,6		
NH	Lärche	Lärche	926	20,4	550	11,4					32,0	0,7		
NH	Kiefer, Weiß-	Weißkiefer	1.531	20,4	510	12,1					49,1	1,2		
NH	Fichte	Fichte	12.397	20,4	430	11,7					335,2	9,1		
	Nadelholz		15.901	20,4							444,6	11,7	376,1	9,9
NH	-	sonstiges Nadelholz									444,6	11,7	0,0	0,0
	NH & LH		18.798								474,6	12,3	20.260,35	6,17

1) Quelle: ÖNORM B 3012 Holzarten - Kennwerte zu den Benennungen und Kurzzeichen der ÖNORM EN 13556
 2) Kollmann, F. (1951): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Springer Verlag
 3) Wagentür, R. und Scheiber, C. (1985): Holz atlas, 2. Auflage, VEB Fachbuchverlag Leipzig
 4) Wagentür, R. (2004): Bildlexikon Holz, 2. verb. u. erw. Auflage, Fachbuch
 5) Jonas, A. et al (2005): Energie aus Holz, Informationsbrochure der Landwirtschaftskammer, 9. überarbeitete Auflage, Landwirtschaftskammer NO
 6) Österreichische Energieagentur

Über klimaaktiv

klimaaktiv ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Seit 2004 bietet sie in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes, ständig wachsendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben. klimaaktiv zeigt, dass jede Tat zählt: Jede und jeder in Kommunen, Unternehmen, Vereinen und Haushalten kann einen aktiven Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des nationalen Energie- und Klimaplanes (NEKP) für Österreich bei. Näheres unter klimaaktiv.at

Die Klimakrise, stark volatile Energiepreise und die Abhängigkeit von fossilen Energieimporten machen einen Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion in Österreich unerlässlich. Damit die nationalen Ziele der Klimaneutralität und Energiewende erreicht werden, muss die Geschwindigkeit des Ausbaus beschleunigt werden. Dies unterstützt das Programm klimaaktiv „Erneuerbare Energiewende“. Wir identifizieren Hürden der Umsetzung von Projekten in Gemeinden, Unternehmen und bei Bürger:innen, zeigen Handlungsoptionen auf und liefern Fakten zur Energiewende. Mehr unter klimaaktiv.at/erneuerbare.

Kontakt

Strategische Gesamtsteuerung klimaaktiv

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Sektion Klima und Energie

Stabsstelle Dialog zu Energiewende und Klimaschutz

Stubenbastei 5, 1010 Wien

Programmmanagement klimaaktiv Erneuerbare Energiewende

Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency (AEA)

Lorenz Strimitzer

klimaaktiv@energyagency.at

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut (Anlagen bis 500 kW Nennleistung)	8
Tabelle 2: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut (Anlagen über 500 kW Nennleistung)	9
Tabelle 3: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Industriehackgut	10
Tabelle 4: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Rinde	11
Tabelle 5: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Pellets.....	12
Tabelle 6: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Briketts	13
Tabelle 7: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz hart	14
Tabelle 8: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz weich.....	15
Tabelle 9: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz Mischsortiment.....	16
Tabelle 10: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Kappholz.....	17
Tabelle 11: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Spreisseln	18
Tabelle 12: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Sägespäne	19
Tabelle 13: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Festmeter Äquivalent (Verhältnis feste Holzmasse (m ³) zu Heizwert).....	20
Tabelle 14: Gewichtung von Baumarten bei Mischsortimenten aliquot zur ÖWI 2000/02 Holznutzung (siehe Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)	22

Literaturverzeichnis

Jonas, A. et al. (2005): Energie aus Holz, Informationsbroschüre der Landwirtschaftskammer, 9. überarbeitete Auflage, Landwirtschaftskammer NÖ, 120 S.

Kollmann, F. (1951): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Springer Verlag.

Obernberger, I. (1998): Nutzung fester Biomasse in Verbrennungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung aschebildender Elemente. dbv-Verlag, TU Graz, 350 S.

ÖNORM B 3012 Holzarten – Kennwerte zu den Benennungen und Kurzzeichen der ÖNORM EN 1e3556.

ÖNORM M 7132: Energiewirtschaftliche Nutzung von Holz und Rinde als Brennstoff. Begriffsbestimmungen und Merkmale.

ÖNORM M 7133: Holzhackgut für energetische Zwecke. Anforderungen und Prüfbestimmungen.

ÖNORM M 7135: Presslinge aus naturbelassenem Holz oder naturbelassener Rinde. Pellets und Briketts. Anforderungen und Prüfbestimmungen

Papierholz Austria (2006): Holzübernahme-Richtlinien. Revision 6.

Wagenführ, R. (2004): Bildlexikon Holz, 2. verb. u. erw. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig.

Wagenführ, R. und Scheiber, C. (1985): Holzatlas, 2. Auflage. VEB Fachbuchverlag Leipzig.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 (0) 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at