



Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente bei Holz- bzw. Energiebilanzberechnungen



Wien, im Jänner 2009



Das Programm „energieholz“ ist Teil der vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Lebensministerium) gestarteten Klimaschutzinitiative klima:aktiv. Strategische Gesamtkoordination: Lebensministerium, Abt. Energie und Umweltökonomie, Dr. Martina Schuster, Mag. Bernd Vogl, DI (FH) Enrico Rose.

Kontakt

DI Dietmar Hagauer
klima:aktiv energieholz
Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency
Mariahilfer Straße 136, A-1150 Wien

Tel.: +43 (1) 586 15 24 - 0, Fax +43 (1) 586 15 24 - 340

E-Mail: dietmar.hagauer@energyagency.at

Internet: <http://www.energieholz.klimaaktiv.at>
<http://www.energyagency.at>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung V/10 – Energie und Umweltökonomie, A-1010 Wien, Stubenbastei 5
Verfasser:
DI Dietmar Hagauer (Taskleitung), Bernhard Lang, Claudia Pasteiner (Österreichische Energieagentur)
DI Kasimir Nemestothy (LKÖ)

in Zusammenarbeit mit Bittermann Wolfgang (ST.AT), Büchsenmeister Richard (BFW), Drack Iris (FHP), Englisch Martin (OFI), Fink Roman (ÖBf AG), Haneder Herbert (NÖ-LWK), Hangler Johannes (BMLFUW), Kanzian Christian (BOKU), Mayer Barbara (ST.AT), Petrovic Brigitte (ST.AT), Pichler Wilfried (HFA), Prem Johannes (BMLFUW), Rathbauer Josef (FJ-BLT), Rohrmoser Christian (SWH), Schopfhauser Wolfgang (Papierholz Austria) und Wakolbinger Rosmarie (ÖBf AG)

Die vorliegende Empfehlung der Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente dient nur zur Abgleichung der Eingangsparameter bei Bilanzbetrachtungen! Für Detailberechnungen von Energieholzkennzahlen wird auf der klima:aktiv Website ein Kalkulationsblatt mit umfangreicher Beschreibung bereitgestellt (siehe www.energieholz.klimaaktiv.at).



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Begriffserklärung | 3 |
| 3 | Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut | 4 |
| 3.1 | Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut G30 (Anlagen bis 500 kW Nennleistung)..... | 4 |
| 3.2 | Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut G50 (Anlagen über 500 kW Nennleistung) | 5 |
| 3.3 | Umrechnungsfaktoren für Industriehackgut..... | 6 |
| 4 | Umrechnungsfaktoren für Rinde | 7 |
| 5 | Umrechnungsfaktoren für Presslinge | 8 |
| 5.1 | Umrechnungsfaktoren für Pellets | 8 |
| 5.2 | Umrechnungsfaktoren für Briketts | 9 |
| 6 | Umrechnungsfaktoren für Brennholz | 10 |
| 6.1 | Umrechnungsfaktoren für Brennholz hart | 10 |
| 6.2 | Umrechnungsfaktoren für Brennholz weich | 11 |
| 6.3 | Umrechnungsfaktoren für Brennholz (Mischsortiment)..... | 12 |
| 7 | Umrechnungsfaktoren für weitere relevante Holzsortimente bei Bilanzberechnungen | 13 |
| 7.1 | Umrechnungsfaktoren für Kappholz | 13 |
| 7.2 | Umrechnungsfaktoren für Spreisseln | 14 |
| 7.3 | Umrechnungsfaktoren für Sägespäne..... | 15 |
| 8 | Umrechnungsfaktoren für Festmeter-Äquivalent | 16 |
| 9 | Gewichtung von Holzartenmischungen aliquot ÖWI 2000/02 – Nutzung | 17 |
| 10 | Literaturverzeichnis | 19 |



Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut (Anlagen bis 500 kW Nennleistung)..... | 4 |
| Tabelle 2: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Holzhackgut (Anlagen über 500 kW Nennleistung)..... | 5 |
| Tabelle 3: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Industriehackgut..... | 6 |
| Tabelle 4: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Rinde | 7 |
| Tabelle 5: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Pellets | 8 |
| Tabelle 6: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Briketts..... | 9 |
| Tabelle 7: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz hart | 10 |
| Tabelle 8: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz weich | 11 |
| Tabelle 9: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Brennholz Mischsortiment..... | 12 |
| Tabelle 10: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Kappholz..... | 13 |
| Tabelle 11: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Spreisseln | 14 |
| Tabelle 12: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Sägespäne | 15 |
| Tabelle 13: Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Festmeter-Äquivalent (Verhältnis feste Holzmasse (m ³) zu Heizwert)..... | 16 |
| Tabelle 14: Gewichtung von Baumarten bei Mischsortimenten aliquot zur ÖWI 2000/02 – Holznutzung (siehe Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002) | 18 |



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 1.6)“ 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 dazu gehörigen Manual bereitgestellt (www.energieholz.klimaaktiv.at).



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:

RICHTIG:

100 t-lutro Holzhackgut G30 = $100 * 3,165 \text{ MWh/t}$ bei 35 % WG = 317 MWh Energieinhalt (Heizwert)

RICHTIG:

100 t-lutro Holzhackgut G30 entspricht bei 35 % WG = 65 t-atro Holzhackgut G30 und 35 t Wasser (rechnerisch bzw. theoretisch)

NICHT ZULÄSSIG WÄRE DIE BERECHNUNG DES GELIEFERTEN ENERGIEINHALTES ÜBER DEN THEORETISCHEN ATRO-TONNEN WERT !!!

FALSCH:

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) = **NICHT ZULÄSSIGE BERECHNUNG DES ENERGIEINHALTES !!!**

Ermittelt man aus der t-lutro zuerst die theoretische t-atro und dann mit der theoretischen t-atro den Energieinhalt = 340 MWh Energieinhalt, würde man den tatsächlich gelieferten Energieinhalt um 23 MWh bzw. 7 % überschätzen. Dieser Berechnungsweg ist daher nicht zulässig!

In der wechselseitigen Bewertung unterschiedlicher Datenquellen mit verschiedensten Einheiten, muss bei jedem Berechnungsweg dieser systematische Fehler vermieden werden!!!



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 feste Holzmasse.

1 Raummeter (rm) ist die Maßeinheit für geschichtete Holzteile, die unter Einschluss der Luftzwischenräume ein Gesamtvolumen von einem Kubikmeter 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 frei werdenden 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 (m³ feste Holzmasse) | t-lutro | (t-atro) | Heizwert | | pro |
|---|-------------------|---------------|-------------------------------|---------|----------|----------|--------|------------|
| | | | | | | [MWh] | [GJ] | |
| Holzhackgut G30 (Wald- und Industriebhackgut, 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 (= m ³) |
| | | 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 auch bei Industriehackgut der Hauptanteil 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 | Wassergehalt | 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 (= m ³) |
| | | 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 (m³ 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
- Ausgangsmaterial für Pelletierung in Österreich vorwiegend Fichtenholz
- 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 (= m ³) |
| | | 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
- Ausgangsmaterial für Brikettierung in Österreich vorwiegend Fichtenholz
- ca. 760 kg/m³ Raumdichte, geschlichtet 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 (= m ³) |
| | | 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 (1-m-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 | Wasser- gehalt | srm (lose) | rm (Stückholz, geschl.) | rm (Scheitholz, 1m) | fm (m³ 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 (1-m-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 (m³ 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 (1-m-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 (1-m-Scheiter, geschlichtet) kann bei Bilanzbetrachtungen (wie bei Scheitholz (1-m-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 | Wassergehalt | srm (lose) | rm (Stückholz, geschl.) | rm (Scheitholz, 1m) | fm (m³ feste Holzmasse) | t-lutro | (t-atro) | Heizwert | | pro |
|---|--------------|---------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------|----------|----------|--------|-------------|
| | | | | | | | | [MWh] | [GJ] | |
| Brennholz (Nadel- und Laubholz, 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 (= m ³) |
| | | 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 (= m ³) |
| | | 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 (= m ³) |
| | | 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 | Wasser- gehalt | 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 [= m ³] |
| | | 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 Laubholzsortiment, Nadelholzmischsortiment, Hartlaubholzmischsortiment, etc.) wurde die Auswertung der Österreichischen Waldinventur 2000/02 zur Holznutzung in Österreich herangezogen (siehe Website des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) unter <http://web.bfw.ac.at/i7/owi.owi0002>).



10 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.

