



Energie aus Holz

Stand: Januar 2006

MAßEINHEITEN FÜR BRENNHOLZ

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

I Festmeter (fm) ist die Maßeinheit für 1 Kubikmeter feste Holzmasse.

I Raummeter (rm) ist die Maßeinheit für geschichtete und geschüttete Holzteile, die unter Einschluß der Luftzwischenräume ein Gesamtvolumen von einem Kubikmeter füllen.

I Schichttraummeter (rm) ist die Maßeinheit für einen Raummeter geschichteter Holzstücke (Scheiter, Rollen, Prügel usw.).

I Schüttraummeter (Srm) ist die Maßeinheit für einen Raummeter geschütteter Holzteile (Stückholz, Hackgut, Sägespäne usw.).

I Tonne absolut trocken (to atro) ist die Maßeinheit für das Gewicht von einer Tonne absolut trockener Holzmasse.

Umrechnungsfaktoren für Scheitholzmaße

Beim Verkauf von Scheitholz besteht oft Unsicherheit über die in einem Kubikmeter enthaltene Holzmasse und damit über die Energiemenge. Das Technologie und Förderzentrum (TFZ) in Straubing hat in vielen Schütt- und Stapelversuchen mit Buchen- und Fichtenholz die Volumenumrechnungsfaktoren neu bestimmt.

	Festmeter [fm]	Rundlinge geschichtet [rm]	Gespalten 1 m, gekreuzt [rm]	Gespalten 1 m, geschichtet [rm]	Scheite 33 cm, geschichtet [rm]	Scheite 33 cm, lose geschüttet [Srm]
Umrechnungsfaktoren bezogen auf einen Festmeter:						
Buche	1,00	1,70	2,38	1,98	1,61	2,38
Fichte	1,00	1,55	2,07	1,80	1,55	2,52
Umrechnungsfaktoren bezogen auf einen Raummeter Rundlinge:						
Buche	0,59	1,00	1,40	1,17	0,95	1,40
Fichte	0,65	1,00	1,34	1,16	1,00	1,63
Umrechnungsfaktoren bezogen auf einen Raummeter gespaltener Meterscheite:						
Buche	0,50	0,86	1,20	1,00	0,81	1,20
Fichte	0,56	0,86	1,15	1,00	0,86	1,40
Umrechnungsfaktoren bezogen auf einen Raummeter gestapelter 33er Scheite:						
Buche	0,62	1,05	1,48	1,23	1,00	1,48
Fichte	0,64	1,00	1,33	1,16	1,00	1,62
Umrechnungsfaktoren bezogen auf einen Schüttraummeter 33er Scheite:						
Buche	0,42	0,71	1,00	0,83	0,68	1,00
Fichte	0,40	0,62	0,82	0,72	0,62	1,00

Tab.: Umrechnungsfaktoren für Raum- und Festmetermaße bezogen auf unterschiedliche Grundsorbitimente nach dem TFZ Straubing.

	... fm Rundholz	... rm Scheitholz	... rm Stückholz geschichtet	... rm Stückholz geschüttet	... Srm Feinhackgut	... Srm Großhackgut
1 fm Rundholz	1	1,40	1,20	2,00	2,50	3,00
1 rm Scheitholz, 1 m lang geschichtet	0,70	1	0,85	1,40	1,80	2,15
1 rm ofenfertiges Stückholz geschichtet	0,85	1,20	1	1,67	2,00	2,50
1 Srm ofenfertiges Stückholz geschüttet	0,50	0,70	0,60	1	1,25	1,50
1 Srm Feinhackgut bis 30 mm	0,40	0,55	0,50	0,80	1	1,20
1 Srm Grobhackgut von 30 bis 150 mm	0,33	0,47	0,40	0,67	0,85	1

Tab.: Umrechnungszahlen gebräuchlicher Brennholzsortimente in Anlehnung an ÖNORM M 7132. Die in der Tabelle angeführten Umrechnungen sind Richtwerte, die je nach Schichtung, Korngröße, Verdichtung beim Transport etc. schwanken.

Umrechnungszahlen Gewicht - Festmaß

Holzart/Holzartengruppe	t atro m. R.	fm o. R.
Eiche, Roteiche	1	1,4
Buche	1	1,5
Sonstiges Hartlaubholz	1	1,6
Pappel	1	2,4
Sonstiges Weichlaubholz	1	1,9
Fichte, Tanne	1	2,2
Douglasie	1	2,1
Kiefer, Lärche, sonstiges Nadelholz	1	2,1
	t lutro m.R.	fm o.R.
Eiche, Roteiche	1	0,9
Buche, sonstiges Hartlaubholz	1	0,9
Pappel	1	1,3
Sonstiges Weichlaubholz	1	1,0
Fichte, Tanne, Douglasie	1	1,2
Kiefer, Lärche, sonstiges Nadelholz	1	1,2

Tab.: Umrechnungszahlen Gewicht (atro = absolut trocken, lutro = lufttrocken) zu Festmaß; Achtung: in einigen Bundesländern bestehen Abweichungen hierzu.

HEIZWERTE

Als Maßeinheit für die Wärmemenge wird Joule (J) oder Kilowattstunde (kWh) verwendet. Die früher übliche Kalorie (cal) wird nur noch als Vergleichsmenge herangezogen. Zwischen den Energieeinheiten besteht folgender Zusammenhang:

1 Joule (J) = 1 Wattsekunde (Ws)

3600 Joule = 1 Wattstunde

$3,6 \times 10^6$ Joule = 1 Kilowattstunde (kWh)

In jedem Brennstoff ist eine bestimmte Menge an Energie, die sogenannte Roh- oder Primärenergie enthalten. Nach Umwandlung, etwa durch Verbrennen des Holzes, steht Nutzenergie in Form von Raumwärme, Brauchwasserwärme, Kochwärme etc. zur Verfügung.

1 kWh = 860 kcal = 3.600 kJ (3,6 MJ)

1 MJ = 239 kcal = 0,278 kWh

Als Heizwert eines Brennstoffes wird jene Wärmemenge angegeben, die er in der Lage ist abzugeben. Der Heizwert des Holzes ist im wesentlichen von zwei Einflussgrößen abhängig: Wassergehalt (Holzfeuchtigkeit) und Gewicht (Dichte).

Baumart	Heizwert kWh je fm	Heizwert kWh je rm	Heizwert kWh je kg
Buche, Eiche, Esche, Robinie, Hainbuche, Ulme	2.800-3.000	1.900 - 2.100	4,0 - 4,2
Birke, Ahorn	2.600 - 2.700	1.900	4,1 - 4,3
Weide, Erle	2.000 - 2.100	1.400 - 1.500	4,1
Pappel	1.700	1.200	4,1
Fichte, Tanne	2.000 - 2.100	1.400 - 1.500	4,5
Kiefer, Lärche, Douglasie	2.200 - 2.300	1.700	4,4

Tab.: Baumarten und Heizwerte (bei 15 - 20 % Feuchtigkeit)

Der Heizwert in Abhängigkeit vom Wassergehalt

Je mehr Wasser im Holz enthalten ist, desto geringer wird sein Heizwert, da das Wasser im Verlauf des Verbrennungsvorgangs verdampft und dabei Wärme verbraucht wird. Die Verdampfungswärme für 1 kg Wasser beträgt ca. 0,68 kWh (2,44 MJ).

Der **Wassergehalt (w)** des Holzes ist die in Prozenten angegebene Masse an Wasser bezogen auf die Gesamtmasse.

Die **Holzfeuchtigkeit (u)** ist die in Prozenten angegebene Masse an Wasser bezogen auf die Darrmasse (absolute Trockensubstanz = reine Holzmasse ohne Wasser).

„Waldfrisches Holz“, das angenommen je zur Hälfte seines Gewichtes aus reiner Holzmasse und Wasser besteht, hat somit einen Wassergehalt von $w = 50\%$ oder eine Feuchtigkeit von $u = 100\%$.

Für die Berechnung des Heizwertes für die Holzarten kann im Durchschnitt ein Wert von $5,2 \text{ kWh/kg} = 19 \text{ MJ/kg}$ Trockensubstanz angenommen werden. Je nach Wassergehalt ändert sich auch der Heizwert (Hu).

Zustand des Holzes	Wassergehalt	Heizwert (Hu)
waldfrisch	50—60 %	2,0 kWh/kg = 7,1 MJ/kg
über einen Sommer gelagert	25—35 %	3,4 kWh/kg = 12,2 MJ/kg
über mehrere Jahre gelagert	15—25 %	4,0 kWh/kg = 14,4 MJ/kg

Heizvergleich mit anderen Brennstoffen

Brennstoff / Energieträger	durchschnittlicher Heizwert	
	in MJ	in kWh
1 kg Ofenöl	42 MJ/kg (36 MJ/l)	11,67 kWh/kg
1 kg Heizöl	41 MJ/kg	11,40 kWh/kg
1 kg Steinkohle	29 MJ/kg	8,06 kWh/kg
1 kg Koks	29 MJ/kg	8,06 kWh/kg
1 kg Braunkohle	15 MJ/kg	4,17 kWh/kg
1 m ³ Erdgas	37 MJ/m ³	10,28 kWh/m ³
1 kWh Strom	3,6 MJ	1,0 kWh
1 kg Holz (w = 20 %)	14,4 MJ/kg	4,0 kWh/kg

Bei einem Heizwertvergleich mit anderen Energieträgern kann abgeleitet werden, dass Holz im Heizwert mit Braunkohle vergleichbar ist und etwa 1 kg Öl durch 3 kg Holz ersetzt werden kann.

Fichtenrinde liegt im Heizwert ähnlich wie Holz. Ein Schüttraummeter Rinde wiegt im Durchschnitt 250 bis 300 kg und hat im Winter in etwa einen Wassergehalt von 50 % und somit einen Heizwert von 500 bis 550 kWh (rd. 2 kWh/kg).

Näherungsweise können für überschlägige Berechnungen folgende Vergleichswerte in Ansatz gebracht werden:

1000 Liter Heizöl sind zu ersetzen durch:

- ➔ ca. 5 bis 6 rm Laubholz (Hartholz)
- ➔ ca. 7 bis 8 rm Nadelholz (Weichholz)
- ➔ ca. 10 bis 15 Srm Hackgut.

Die Werte stellen einen reinen Mengenvergleich auf der Basis des Energiegehaltes dar.

Alle Werte zum Heizvergleich stammen aus: „Energie aus Holz“, Broschüre der Niederösterreichischen Landwirtschaftskammer, 1994.

HOLZTROCKNUNG UND -LAGERUNG

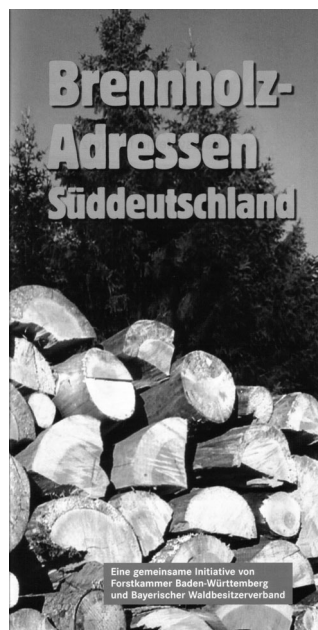
Holz braucht Zeit zum Austrocknen. Nach ca. 1 bis 2 Jahren ist Holz lufttrocken, d.h. es hat eine Restfeuchte von 20 %.

- ➔ Brennholz sofort nach der Fällung in 1-m-Stücke einsägen, aufspalten und aufschichten.
- ➔ Aufgestertes Holz nicht über längere Zeit im Wald ungeschützt vortrocknen lassen (Ausnahme: Eiche, Kastanie)
- ➔ Brennholz nach Vortrocknung möglichst bald aus dem Wald abtransportieren.
- ➔ Scheitholz muss an einer belüfteten, möglichst sonnigen Stelle regengeschützt aufgeschichtet werden (südexponiert)
- ➔ Zwischen den einzelnen Holzstößen sollte eine Handbreit Abstand sein, damit die durchströmende Luft die entweichende Feuchtigkeit mitnehmen kann. Holzstöße keinesfalls mit Plastikfolie oder Zeltbahnen abdecken, da die Feuchtigkeit dann nicht entweichen und von der Luft mitgenommen werden kann.
- ➔ Frisches Holz nicht im Keller stapeln, da es dort nicht austrocknen kann.
- ➔ Ungeschütztes, schlecht durchlüftetes und ungespaltenes Brennholz verliert seinen Heizwert.

FÖRDERMÖGLICHKEITEN UND ANSPRECHPARTNER

- ➔ **Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft**, Am Hochanger 11, 85354 Freising, Tel. 08161/71-0, www.lwf.bayern.de
- ➔ **C.A.R.M.E.N. e.V.**, Schulgasse 18, 94315 Straubing, Tel. 09421/960 300, www.carmen-ev.de
- ➔ **Technologie- und Förderzentrum**, Schulgasse 18, 94315 Straubing, Tel. 09421/300-210, www.tfz.bayern.de
- ➔ **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle**, Frankfurter Str. 29-35, 65760 Eschborn, www.bafa.de
- ➔ **Kreditanstalt für Wiederaufbau**, KfW Bankengruppe, Palmengartenstr. 5-9, 60325 Frankfurt am Main, Tel. 069/7431-0, www.wowi.de/info/forderung/kfw

BRENNHOLZVERZEICHNIS



Brennholzadressen Süddeutschland

2005 entwickelte sich durch den Preisanstieg am fossilen Energiemarkt ein regelrechter Brennholzboom. Meldungen vom Brennholzklaue finden sich in allen Medien. Der Bayerische Waldbesitzerverband und die Forstkammer Baden-Württemberg haben nun ein aktuelles Brennholzverzeichnis herausgebracht. Darin sind Brennholzerzeuger und -verkäufer aus Baden-Württemberg und Bayern, nach Postleitzahlen geordnet, aufgeführt.

Auf Waldbesitzerseite wird man sich darauf einrichten, die Dienstleistungen rund um das Energieholz auszubauen und zu optimieren. Dazu gehört auch eine Vielfalt an Sortimenten. Brennholz bedeutet heute nicht mehr nur Scheitholz in der üblichen Form. Die deutlich gestiegene Nachfrage hat auch dazu geführt, dass vom Brennholz in langer Form über Stückholz, Hackschnitzeln bis hin zu Holzbriketts und Pellets das Thema durch ein breites Spektrum an Erzeugnissen am Markt repräsentiert wird. Diese Vielfalt wird in der Broschüre in ihrer ganzen Breite abgebildet.

Die Broschüre kann über den Waldbesitzerverband bezogen werden. Darüber hinaus ist die Broschüre auch im Internet unter www.brennholz-sued.de einzusehen. Brennholzproduzenten, die einen Eintrag in die Broschüre versäumt haben, können sich gegen Gebühr nachträglich im Internet eintragen lassen.