

Der Energieinhalt von Holz

Der Brennstoff Holz hilft, die fossilen und nur begrenzt vorhandenen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas zu ersetzen. Als nachwachsender Rohstoff gewährleistet das Holz eine nachhaltige und krisensichere Energieversorgung und stärkt zudem die regionale Wertschöpfung. Und: Mit Holz lässt sich sparen. Denn Holzheizer bekommen viel Energie für ihr Geld!

Holz, Heizöl, Erdgas: unsere Energielieferanten

Je nach Energieträger unterscheidet sich der jeweilige Energiegehalt. Er kann nach Volumen oder nach Gewicht angegeben werden. Zum Beispiel enthalten 2,5 kg Scheitholz (Wassergehalt 15%) in etwa gleich viel Energie wie 3 Liter Holzpellets oder 1 Liter Heizöl, nämlich 10 Kilowattstunden (kWh). Mit 10 kWh Energie können beispielsweise 860 Liter Wasser um 10 °C erwärmt werden. Der Jahresbedarf an Heizenergie eines neu gebauten Hauses mit 150 Quadratmetern Wohnfläche beträgt rund 9.000 kWh. Diese Energie steckt in 900 Litern Heizöl, 1,8 Tonnen Pellets oder – je nach Holzart – 5 bis 7 Ster Scheitholz (Wassergehalt 15%).

Brennstoff	Energieinhalt [kWh]	Gewicht [kg]	Volumen [Liter]
Scheitholz (ofenfertig)	10	2,50	5,0
Hackschnitzel (Wassergehalt: 30%)	10	2,50	12,5
Holzpellets	10	2,00	3,0
Heizöl	10	0,86	1,0
Erdgas	10	0,84	1000,0



Drei verschiedene Formen des Energieträgers Holz: Scheitholz, Holz hackschnitzel und Pellets

Preisvergleich: Heizöl – Holz

Um die Beschaffungskosten für Heizöl und Holz vergleichbar zu machen, muss man diese Kosten auf die jeweils enthaltene Energie beziehen. Bei einem Heizölpreis von 1,10 Euro pro Liter bezahlt man 11 Cent pro kWh Energie. Ein Ster lufttrockenes Buchenholz (Wassergehalt 15%) beinhaltet rund 1.900 kWh Energie. Wäre diese Energie gleich teuer wie die Energie aus dem Heizöl, würde der Ster 210 Euro kosten. Tatsächlich liegt der Brennholzpreis aber weit unter diesem Wert. Die Energie im Holz ist somit günstiger als die Energie im Heizöl. Bereitstellungskosten, Abschreibung und Wirkungsgrad der Heizung sind bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

Heizölpreis [€/l]	Theoretischer Holzpreis nach Energieinhalt für Buche ¹			
	[€/Fm]	[€/Rm]	[€/Srm] SH ²	[€/Srm] HS ³
0,60	163	114	82	65
0,70	191	133	95	76
0,80	218	153	109	87
0,90	245	172	123	98
1,00	272	191	136	109
1,10	300	210	150	120
1,20	327	229	163	131
1,30	354	248	177	142
1,40	381	267	191	153
1,50	409	286	204	164
1,60	436	395	218	174
1,70	463	324	232	185
1,80	490	343	245	196
1,90	518	362	259	207
2,00	545	381	272	218

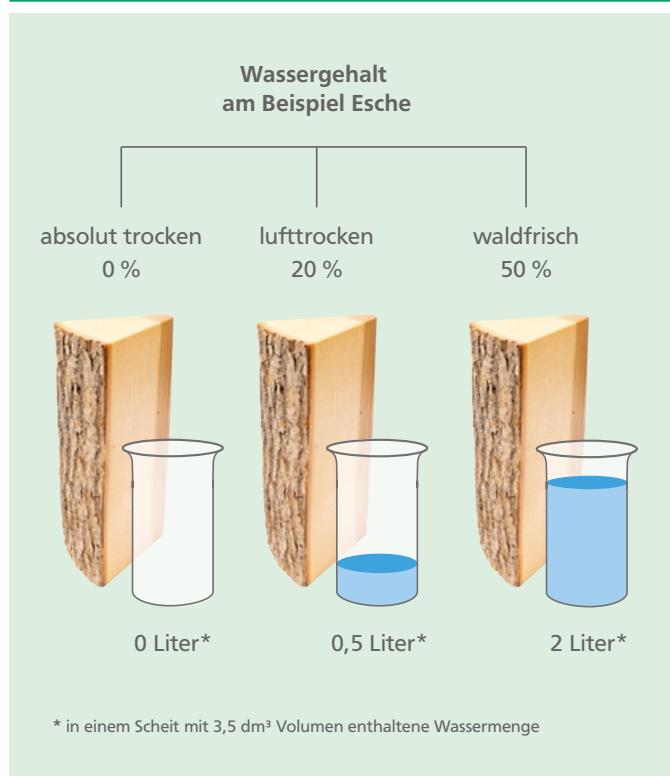
Heizöl und Holz – Preisvergleich nach Energieinhalt

¹ Wassergehalt 15%

² Srm SH: Schüttraummeter Scheitholz

³ Srm HS: Schüttraummeter Hackschnitzel

Trockenes Holz verwenden, heißt Energie sparen



Brennholz mit hohen Wassergehalten hat nicht nur einen deutlich geringeren Heizwert als trockenes Holz, sondern führt auch zu stark erhöhten Emissionswerten.

»Wasser brennt nicht!« Bei der Holzverbrennung muss zunächst das im Holz enthaltene Wasser verdampfen. Dazu werden 0,68 kWh je kg Wasser benötigt. Zieht man die für die Verdampfung des Wassers benötigte Energie von der in der verbleibenden Trockenmasse enthaltenen Energie ab, errechnet sich der Heizwert. Nadelholz hat aufgrund seines höheren Anteils an Lignin und Harz einen etwas höheren Heizwert je kg als Laubholz.

Beispiel für Laubholz mit einem Wassergehalt von 30 %

Der Heizwert beträgt:

$$(70\% \times 5,00 \text{ kWh/kg}) - (30\% \times 0,68 \text{ kWh/kg}) = 3,30 \text{ kWh/kg}$$

Wassergehalt [%]	Heizwert [kWh/kg]	
	Nadelholz	Laubholz
0	5,20	5,00
15	4,32	4,15
20	4,02	3,86
30	3,44	3,30
40	2,85	2,73
50	2,26	2,16

Im Zusammenhang mit der Qualität von Brennholz wird oft der Wassergehalt angegeben. Wassergehalt darf dabei nicht mit Holzfeuchte verwechselt oder gleichgesetzt werden. Viele im Handel erhältliche elektronische Messgeräte zeigen die Holzfeuchte an. Mit folgender Tabelle kann die Holzfeuchte in den Wassergehalt umgerechnet werden.

Wassergehalt [%]	5	15	20	30	40	50
Holzfeuchte [%]	5	18	25	43	67	100

Verhältniszahlen zwischen den Raummaßen

Rundholz in Festmeter [Fm]	Scheite (gespalten, geschichtet) in Raummeter bzw. Ster [Rm]		Scheite (gespalten, geschüttet) in Schüttraummeter, 33 cm [Srm]	Hackschnitzel in Schüttraummeter [Srm]
	100 cm Länge	33 cm Länge		
1,0	1,6	1,4	2,1	2,5
0,7	1,2	1,0	1,5	1,8
0,6	1,0	0,9	1,3	1,5
0,5	0,7	0,6	1,0	1,1
0,4	0,6	0,5	0,8	1,0

Holz ist kein homogener Stoff. Die Tabelle gibt durchschnittliche Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Raummaße wieder. Die Zahlen verstehen sich als Anhaltswerte. Das Verhältnis zwischen Raummeter und Festmeter schwankt je nach Durchmesser, Länge, Form und Entastungsqualität der Hölzer sowie der Sorg-

falt beim Aufsetzen der Holzstapel. Das Verhältnis zwischen Schüttraummeter und Festmeter hängt beim Scheitholz von der Größe der Scheite, der Holzart und der Art der Schüttung ab. Bei Hackschnitzeln kommt es auf ihre Größe und Homogenität sowie die Schüttdichte an.

Heizwerte verschiedener Baumarten

Qualitativ hochwertige Energie- und Brennholzsortimente weisen einen Wassergehalt unter 20 % auf.

Die Volumeneinheiten Festmeter (Fm), Raummeter (Rm) und Schüttraummeter (Srm) gelten für das Holz, wie es im Wald anfällt – unabhängig vom Wassergehalt. Der Volumenschwund, der bei der Trocknung unter 25% Wassergehalt (Fasersättigungsbereich) beginnt, ist in dieser Tabelle nicht berücksichtigt. Die Heizwerte für den Raummeter (Rm) wurden pauschal mit 0,7 Fm/Rm und für den Schüttraummeter (Srm) Hackschnitzel mit 0,4 Fm/Srm berechnet. Beim Schüttraummeter (Srm) Scheitholz wurden zwischen 0,45 und 0,5 Fm/Srm angesetzt, um dem holzartentypischen Unterschieden beim Schütten Rechnung zu tragen.

Richtig aufbereitet und gelagerte Brennholzscheite sind nach einem Jahr Lagerdauer lufttrocken (»ofenfertig«). Bei längerer Lagerung können durch Insektenfraß Verluste an Heizwert entstehen.

Absolut trockenes Holz (atro):

Wassergehalt = 0%

Lufttrockenes Holz (lutro):

Wassergehalt = 15–20%

Frisch geschlagenes Holz:

Wassergehalt > 50%

Wassergehalt [%]		0	15	20	30	50
Baumart	Maßeinheit	Heizwert				
Fichte	Dichte [kg/Fm]	379 ¹	446	474	541	758
	kWh/kg	5,20	4,32	4,02	3,44	2,26
	kWh/Fm	1971	1926	1904	1863	1713
	kWh/Rm	1380	1348	1333	1304	1199
	kWh/Srm SH ²	895	875	865	846	778
	kWh/Srm HS ³	788	770	762	745	685
Kiefer	Dichte [kg/Fm]	431 ¹	507	539	616	862
	kWh/kg	5,20	4,32	4,02	3,44	2,26
	kWh/Fm	2241	2190	2166	2118	1948
	kWh/Rm	1569	1533	1516	1483	1364
	kWh/Srm SH ²	1018	995	984	962	885
	kWh/Srm HS ³	896	876	866	847	779
Buche	Dichte [kg/Fm]	558 ¹	656	698	797	1116
	kWh/kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
	kWh/Fm	2790	2724	2692	2631	2411
	kWh/Rm	1953	1907	1885	1841	1687
	kWh/Srm SH ²	1395	1362	1346	1315	1205
	kWh/Srm HS ³	1116	1090	1077	1052	964
Eiche	Dichte [kg/Fm]	571 ¹	672	714	816	1142
	kWh/kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
	kWh/Fm	2855	2788	2755	2692	2467
	kWh/Rm	1999	1951	1929	1884	1727
	kWh/Srm SH ²	1427	1393	1377	1345	1233
	kWh/Srm HS ³	1142	1115	1102	1077	987
Pappel	Dichte [kg/Fm]	353 ¹	415	441	504	706
	kWh/kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
	kWh/Fm	1765	1723	1703	1664	1525
	kWh/Rm	1236	1206	1192	1165	1067
	kWh/Srm SH ²	840	820	811	792	726
	kWh/Srm HS ³	706	689	681	666	610

1 Werte in kg Trockenmasse je Fm ohne Berücksichtigung von Trockenschwund (Raumdichte nach Kollmann 1982)

2 Srm SH: Schüttraummeter Scheitholz

3 Srm HS: Schüttraummeter Hackschnitzel

Wissenswertes zu Pellets

Pellets sind zylindrische Presslinge aus getrocknetem, naturbelasstem Holz (z. B. Sägemehl und Hobelspäne) ohne Zusatz chemischer Bindemittel.

Qualitätspellets sollten die Anforderungen der DIN EN 14961-2 erfüllen. Das Heizen mit einer Pellets-Zentralheizung ist für den Eigenheimbesitzer ähnlich komfortabel wie mit Öl oder Gas. Pellets werden hauptsächlich mit LKW zum Kunden geliefert und in den Lagerraum eingeblasen. Kleinmengen werden auch als Sackware angeboten.

Pro 1 kW Heizlast des Gebäudes wird rund 1 m³ Lagerraum benötigt. Damit ist für ein gut gedämmtes Haus mit 150 m² Wohnfläche ein Lagerraum von 6–8 m² Grundfläche ausreichend.

Merkmale von Qualitätspellets	
Heizwert	18 MJ/kg (~ 5 kWh/kg)
Schüttgewicht	650 kg/m ³
Durchmesser	6–8 mm
Länge	5–45 mm

Auf die Qualität der Pellets achten – Feuchtigkeit unbedingt vermeiden und auf mehrjährige Lagerhaltung verzichten.

Preisermittlung bei Hackschnitzeln

Nach Volumen

Bei einheitlichem Hackholz und konstantem Wassergehalt genügt es, mit einem festen Preis je Volumeneinheit (z. B. in €/Srm) abzurechnen.

Besteht das Energieholz aus mehr als einer Baumart oder schwankt der Wassergehalt stark, ist das reine Volumenmaß ein unzureichender Ausgangswert für die Preisermittlung. Es besteht eine große Unsicherheit in Bezug auf Energieinhalt und Heizwert. Zudem wird eine gute Qualität für den Lieferanten nicht automatisch besser vergütet.

Nach Gewicht und Wassergehalt

Die Abrechnung nach Gewicht und Wassergehalt orientiert sich am Energieinhalt des Holzes. Abgerechnet wird z. B. in €/Tonne bei einem definierten Wassergehalt. Voraussetzung ist, dass das Gewicht der Hackschnitzel sowie der Wassergehalt möglichst genau ermittelt werden. Die Gewichtsermittlung kann relativ einfach mit einer Fahrzeugwaage geschehen. Zur Messung des Wassergehalts stehen verschiedene Geräte zur Verfügung. Am verlässlichsten ist der Trockenschrank.

Nach produzierter Wärme

Nach Wärmemenge lässt sich einfach abrechnen, sofern die Heizanlage von nur einem Lieferanten beliefert wird. Beim Verbraucher ist die Installation eines Wärmemengenzählers erforderlich. Abgerechnet wird die gemessene Wärmemenge in €/MWh. Dabei ist jedoch der Jahresnutzungsgrad der Anlage zu berücksichtigen. Die Einschätzung des Jahresnutzungsgrades ist nicht immer einfach. Für einen gut ausgelasteten Heizkessel können rund 80% angenommen werden, d. h. der am Wärmemengenzähler abgelesene Wert entspricht etwa 80% der ursprünglich im Holz enthaltenen Energie. Diese kann nie vollständig als Nutzwärme an das Wärmenetz abgegeben werden, weil unter anderem mit den über den Kamin austretenden Rauchgasen Wärme verloren geht.

Grundsätzlich weist Holz als Naturstoff veränderliche Dichten und Wassergehalte und damit unterschiedliche Heizwerte auf. Dies gilt es, bei allen Kalkulationen und Abrechnungen zu beachten.

Preisermittlung bei Scheitholz

Nach Volumen

Scheitholz wird meist nach Volumen abgerechnet. Dazu werden die Einheiten Schüttraummeter (Srm) oder Raummeter (Rm) bzw. Ster verwendet.

Wichtig ist zusätzlich zur Angabe des Volumens auch die Holzart, der Wassergehalt sowie die Verarbeitung, also z. B. ob die Scheite auf 33 cm oder 25 cm abgelängt und gespalten sind.

Ein **Schüttraummeter** entspricht einem Kubikmeter lose geschütteter Holzscheite. Rund die Hälfte des in Bayern verkauften Brennholzes wird als 33-cm-Scheite in Schüttraummeter abgerechnet. Ein **Raummeter** entspricht einem Kubikmeter lose geschichtetem Holz (mit Hohlräumen). Auch dieses Maß spielt in der Praxis eine bedeutende Rolle. Meist werden aufgeschichtete 1-m-Scheite gemessen, aber auch ofenfertig geschnittene 33-cm-Scheite können aufgeschichtet vermessen werden.

Nach Gewicht

Die Abrechnung von Scheitholz nach Gewicht spielt eine geringere Rolle. Wichtig ist auch hier die Angabe der Holzart und des Wassergehalts.

Um Missverständnissen vorzubeugen, ist eine genaue Absprache beim Handel mit Hackschnitzeln und Scheitholz unerlässlich, da je nach der verwendeten Einheit auch die Energieinhalte unterschiedlich sind. Deshalb sollten die Abrechnungseinheit immer mit der Liefereinheit übereinstimmen.

Impressum

Herausgeber und Bezugsadresse:

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising

Telefon: +49-(0)8161-4591-0

E-Mail: redaktion@lwf.bayern.de Internet: www.lwf.bayern.de

Verantwortlich: Dr. Peter Pröbstle, Präsident der LWF

Redaktion: Johann Wild

Autoren: Markus Riebler, Johannes Metsch

Bildnachweis: Seite 1: (links) M. Rathjen, LWF; (Mitte) N. Hofmann, LWF, (rechts) F. Schulmeyer, LWF; Seite 2: (Holzscheit) M. Rathjen, LWF

Druck: Lerchl-Druck e.K., Freising

Auflage: 10.000 Stück

Layout: Christine Hopf, Andrea Nißl

Weitere Informationen zur energetischen Nutzung von Holz sowie Datenbanken mit Unternehmern, die Hacker und Säge-Spalt-Automaten betreiben, finden Sie unter www.holzenergieonline.de im Internet.

Vervielfältigung, Verbreitung und Bearbeitung bzw. jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts, insbesondere außerhalb des privaten Gebrauchs, ist nur nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers erlaubt.