





Heizwert

Quelle: Lwf Bayerische Staatsforstverwaltung, Merkblatt Nr. 12, 2003

Die Energieträger Holz, Heizöl und Erdgas im Vergleich

Energieträger	Holz		Heizöl	Erdgas
Zustand	fest Scheitholz 	fest Hackschnitzel 	flüssig 	gasförmig 
Energieinhalt in kWh	10 kWh		10 kWh	10 kWh
Gewicht in kg	2,5 kg (lufttrocken)		0,860 kg	0,840 kg
Volumen in Liter	5 Liter	12,5 Liter	1 Liter	1000 Liter
in m³	0,005 Kubikmeter	0,0125 Kubikmeter	0,001 Kubikmeter	1 Kubikmeter

10 kWh Energie reichen beispielsweise aus, um 860 Liter Wasser um 10 °C zu erwärmen.

Quelle: LWF, Bayerische Staatsforstverwaltung


Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Heizwert

Der **Heizwert je Gewichtseinheit** hängt nicht von der unterschiedlichen Dichte der Holzarten ab. Entscheidend ist der Anteil des Wassers an der Gesamtmasse, der Wassergehalt. Nadelholz weist aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung einen geringfügig höheren Heizwert je kg auf als Laubholz.

Wie kann ich den Heizwert bei bestimmten Wassergehalten selbst berechnen?

Bei der Verbrennung von Holz verdampft zunächst das enthaltene Wasser. Die dazu benötigte Energie beträgt 0,68 kWh je kg Wasser (Verdampfungswärme). Zieht man die für die Verdampfung des Wassers benötigte Energie von der in der verbleibenden Trockenmasse enthaltenen Energie ab, errechnet sich der Heizwert.

Wassergehalt in %	Heizwert in kWh/kg	
	Nadelholz	Laubholz
0	5,20	5,00
5	4,91	4,72
10	4,61	4,43
15	4,32	4,15
20	4,02	3,86
25	3,73	3,58
30	3,44	3,30
35	3,14	3,01
40	2,85	2,73
45	2,55	2,44
50	2,26	2,16
55	1,97	1,88
60	1,67	1,59



Beispiel:

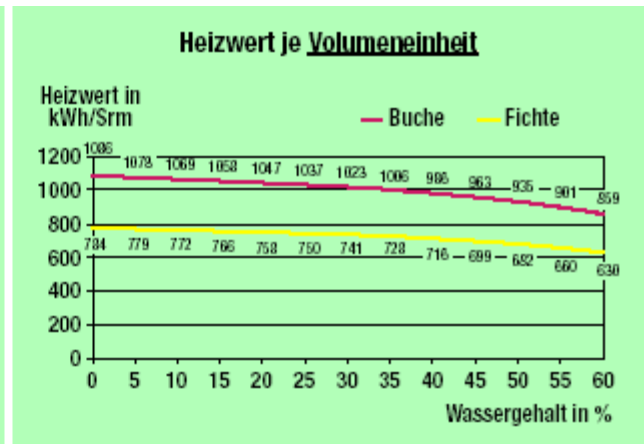
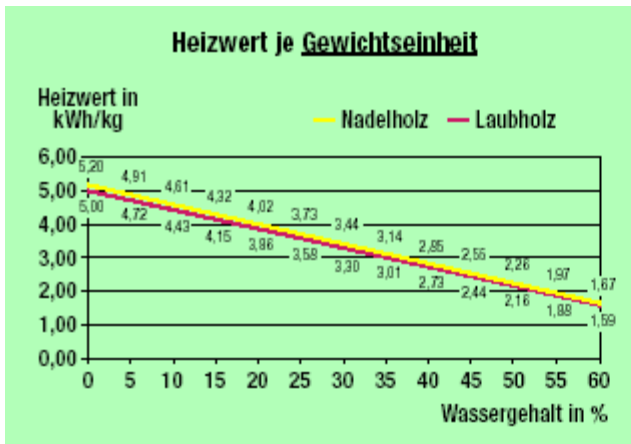
Der Heizwert je kg bei 30 % Wassergehalt beträgt: $(70 \% \times 5 \text{ kWh}) - (30 \% \times 0,68 \text{ kWh}) = 3,3 \text{ kWh}$

Überschlägig liegt der Heizwert von absolut trockenem Holz (Wassergehalt 0 %) bei 5 kWh/kg.

Lufttrockenes Holz (Wassergehalt 15 – 20 %) besitzt einen durchschnittlichen Heizwert von 4 kWh/kg,

frisch geschlagenes Holz (Wassergehalt 50 % und mehr) von 2 kWh/kg.

Im Gegensatz zum **Heizwert je Gewichtseinheit** verringert sich der **Heizwert je Volumeneinheit** bei steigendem Wassergehalt nur wenig. Dagegen treten die Unterschiede bei Baumarten mit verschiedenen Dichten wie Fichte und Buche deutlich hervor.



Beispiel: Der Heizwert von einem Festmeter, Raummeter oder Schüttraummeter Holz mit Wassergehalt 50 % (waldfrisch) liegt nur 15 % niedriger als der von lufttrockenem Holz (Wassergehalt 15 %). Bezogen auf das Gewicht beträgt der Unterschied mit 2 statt 4 kWh je kg dagegen 50%! Der Heizwert der Buche je Volumeneinheit liegt aufgrund ihrer hohen Dichte gegenüber der Fichte ein Drittel höher, je Gewichtseinheit aber 5 % tiefer!

Die Volumeneinheiten f_m , r_m und Sr_m gelten für das Holz, wie es im Wald anfällt, unabhängig vom Wassergehalt.

Der Volumenschwund, der bei Trocknung unter 25 % Wassergehalt (Fasersättigungspunkt) beginnt, wird in der Heizwerttabelle *nicht* berücksichtigt.

Heizwerttabelle für verschiedene Baumarten

Wassergehalt in %		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Baumart / Dichte ¹⁾	Maßeinheit	Heizwert in kWh													
Fichte	kg	5,20	4,91	4,61	4,32	4,02	3,73	3,44	3,14	2,85	2,55	2,26	1,97	1,67	
379 kg TMT/m	fm	1971	1957	1942	1925	1906	1885	1860	1832	1799	1760	1713	1656	1584	
	rm	1380	1370	1360	1348	1334	1319	1302	1282	1259	1232	1199	1159	1109	
	Srm	788	783	777	770	763	754	744	733	720	704	685	662	634	
Kiefer	kg	5,20	4,91	4,61	4,32	4,02	3,73	3,44	3,14	2,85	2,55	2,26	1,97	1,67	
431 kg TMT/m	fm	2241	2226	2209	2189	2168	2144	2116	2083	2046	2001	1948	1883	1802	
	rm	1569	1558	1546	1533	1518	1500	1481	1458	1432	1401	1364	1318	1261	
	Srm	896	890	883	876	867	857	846	833	818	801	779	753	721	
Buche	kg	5,00	4,72	4,43	4,15	3,86	3,58	3,30	3,01	2,73	2,44	2,16	1,88	1,59	
558 kg TMT/m	fm	2790	2770	2748	2723	2695	2664	2627	2586	2537	2480	2411	2326	2221	
	rm	1953	1939	1923	1906	1887	1864	1839	1810	1776	1736	1687	1628	1555	
	Srm	1116	1108	1099	1089	1078	1065	1051	1034	1015	992	964	930	888	
Eiche	kg	5,00	4,72	4,43	4,15	3,86	3,58	3,30	3,01	2,73	2,44	2,16	1,88	1,59	
571 kg TMT/m	fm	2855	2835	2812	2786	2758	2726	2689	2646	2596	2537	2467	2380	2273	
	rm	1999	1984	1968	1951	1931	1908	1882	1852	1817	1776	1727	1666	1591	
	Srm	1142	1134	1125	1115	1103	1090	1075	1058	1038	1015	987	952	909	
Pappel	kg	5,00	4,72	4,43	4,15	3,86	3,58	3,30	3,01	2,73	2,44	2,16	1,88	1,59	
353 kg TMT/m	fm	1765	1752	1738	1723	1705	1685	1662	1636	1605	1569	1525	1472	1405	
	rm	1236	1227	1217	1206	1193	1179	1163	1145	1123	1098	1067	1030	983	
	Srm	706	701	695	689	682	674	665	654	642	627	610	589	562	

¹⁾ Werte in kg Trocknemasse (T₃₄) je fm ohne Berücksichtigung von Trockenschwund (Raumdicke, nach KOLLMEIER 1982)

Gleichgewichtspreise nach Energieinhalt zu Heizöl

Heizölpreis Energiepreis Theoretischer Holzpreis nach Energieinhalt für Buche

in € je Liter	in Cent je kWh	€ je t Trockenmasse	€ je fm	€ je rm	€ je Srm
0,10	1,0	50	28	20	11
0,15	1,5	75	42	29	17
0,20	2,0	100	56	39	22
0,25	2,5	125	70	49	28
0,30	3,0	150	84	59	33
0,35	3,5	175	98	68	39
0,40	4,0	200	112	78	45
0,45	4,5	225	126	88	50
0,50	5,0	250	140	98	56
0,55	5,5	275	153	107	61
0,60	6,0	300	167	117	67

Bezogen auf den Energieinhalt kosten Holzbrennstoffe meist deutlich weniger als Heizöl. Dies trifft besonders für Hackschnitzel zu. Allerdings erfordert eine Hackschnitzelheizung auch höhere Investitionen als eine Ölheizung.

Achtung: aktuelle Förderprogramme beachten!!!

Preisermittlung

– nach Volumen:

Wenn Baumart und Wassergehalt bekannt und konstant sind, ist es ausreichend genau, mit einem festen Preis je Volumeneinheit (z.B. 22 €/ Srm) abzurechnen. Besteht das Energieholz aus mehr als einer Baumart oder schwankt der Wassergehalt stark, ist das Volumenmaß ein unzureichender Ausgangswert für die Preisermittlung.

– nach Gewicht und Wassergehalt:

Wassergehalt in %	Heizwert in kWh/kg	Korrekturfaktor 1) (Wassergehalt 30 % entspricht 1,00)	Vergütung 2) in € je Tonne
0	5,00	1,52	152
5	4,72	1,43	143
10	4,43	1,34	134
15	4,15	1,26	126
20	3,86	1,17	117
25	3,58	1,09	109
30	3,30	1,00	100
35	3,01	0,91	91
40	2,73	0,83	83
45	2,44	0,74	74
50	2,16	0,66	66
55	1,88	0,57	57
60	1,59	0,48	48

1) Der Korrekturfaktor verhält sich proportional zum Heizwert.

2) Grundvergütung beispielsweise 100 €/t bei Wassergehalt 30 %

– nach produzierter Wärmemenge:

Beispiel 1: Kiefer

Vorgabe:

Kiefern hackschnitzel mit Wassergehalt 30 %
Bereitstellungskosten: 22 €/Srm

Berechnung:

Energieinhalt je Srm (aus Umrechnungstabelle) 800 kWh / Srm
Preis nach Energieinhalt (= 22 / 800) 2,75 Cent / kWh

Jahresnutzungsgrad des Heizkessels 80 %

Preis je kWh nach Wärmemenge (= 2,75 / 0,8) = 3,44 Cent / kWh = 34,4 € / MWh

>Bei Bereitstellungskosten von 22 €/ Srm könnte die produzierte Wärmemenge für 3,44 Cent / kWh angeboten werden.

Beispiel 2: Buche

Vorgabe:

Vereinbarter Preis nach Wärmemenge von 3,44 Cent / kWh
Buchen hackschnitzel, Wassergehalt 30 %

Berechnung:

Jahresnutzungsgrad des Heizkessels 80 %
Preis nach Energieinhalt (= 3,44 x 0,8) = 2,75 Cent/kWh
Energieinhalt je Srm (aus Umrechnungstabelle) 1051 kWh/Srm
Rechnerischer Preis etwa (=1051 x 0,0275) = 28,90 € / Srm

>Die Abrechnung mit 3,44 Cent / kWh produzierter Wärmemenge ermöglicht im Beispiel eine Vergütung von 28,90 €/Srm.

Nach Wärmemenge lässt sich einfach abrechnen. Allerdings verursacht die exakte Einschätzung des Jahresnutzungsgrades des Heizkessels Probleme. Als Anhaltswert für einen gut ausgelasteten Holzheizkessel können 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 auf und damit unterschiedliche Heizwerte. Dies gilt es bei allen Kalkulationen und Abrechnungen zu beachten.