

## Sicherheitsaspekte

### Wasserstoff ist:

- nicht detonativ im Freien
- nicht zerfallsfähig
- nicht selbstentzündlich
- nicht oxidierend, nicht brandfördernd
- nicht giftig
- nicht korrosiv
- nicht radioaktiv
- nicht übelriechend
- nicht ansteckend
- nicht wassergefährdend
- nicht fruchtschädigend
- nicht krebserzeugend

Wasserstoff ist leichter als Luft und entweicht schnell nach oben.

Wasserstoff hat einen hohen Diffusionskoeffizienten (viermal größer als Methan) und verdünnt sich rasch in Luft.

Wasserstoff hat deutlich engere Detonations- als Explosionsgrenzen – bei früher Zündung brennt er, bevor die Detonationsgrenzen erreicht werden.

Wasserstoff brennt mit unsichtbarer Flamme, die sehr wenig Wärme abstrahlt.

Wasserstoff ist farb- und geruchlos.

## Vorsprung durch Innovation.

Linde Gas ist mehr. Linde Gas übernimmt mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im globalen Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Maßstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmergeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

Linde Gas bietet mehr – wir bieten Mehrwert, spürbare Wettbewerbsvorteile und erhöhte Profitabilität. Jedes Konzept wird exakt auf die Bedürfnisse unserer Kunden abgestimmt. Individuell und maßgeschneidert. Das gilt für alle Branchen und für jede Unternehmensgröße.

Wer heute mit der Konkurrenz von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen tägliche Werkzeuge für optimale Kundenlösungen sind. Partnerschaft bedeutet für uns jedoch nicht nur wir für Sie – sondern vor allem wir mit Ihnen. Denn in der Kooperation liegt die Kraft wirtschaftlichen Erfolgs.

**Linde Gas – ideas become solutions.**

## Verkaufszentren

**4651 Stadl-Paura (Zentrale)**  
Waschenbergerstr. 13  
Tel. +43 (0)50 4273 - 1  
Fax +43 (0)50 4273 - 1900

**1030 Wien**, Erdbergstr. 197 - 199  
Tel. +43 (0)50 4273 - 2  
Fax +43 (0)50 4273 - 2460

**8020 Graz**, Südbahnstr. 60  
Tel. +43 (0)50 4273 - 5  
Fax +43 (0)50 4273 - 5460

**8605 Kapfenberg**, Winklerstr. 26  
Tel. +43 (0)50 4273 - 4  
Fax +43 (0)50 4273 - 4460

**4020 Linz, voestalpine**  
Voest-Alpine-Str. 3 (Sauerstoffstr. 8)  
Tel. +43 (0)50 4273 - 1640  
Fax +43 (0)50 4273 - 1644

**2492 Eggendorf**, Carl von Linde-G. 1  
Tel. +43 (0)50 4273 - 3  
Fax +43 (0)50 4273 - 3460

**9020 Klagenfurt**, Ebentalerstr. 167  
Tel. +43 (0)50 4273 - 6  
Fax +43 (0)50 4273 - 6460

**6300 Wörgl**, Gewerbestraße 8  
Tel. +43 (0)50 4273 - 9  
Fax +43 (0)50 4273 - 9460

**LINDE GAS GmbH**  
Anwendungstechnisches Zentrum  
A-1030 Wien, Erdbergstraße 197 - 199  
Tel. +43 (0)50 4273 - 2, Fax-DW - 2160  
[www.linde-gas.at](http://www.linde-gas.at), [office@at.linde-gas.com](mailto:office@at.linde-gas.com)



Rechnen Sie mit Wasserstoff V 1.00 | 07.05.2008 | WMK-HR



Rechnen Sie mit Wasserstoff.  
Die Datentabelle.

Linde Gas

*Linde*

## Wasserstoff-Daten

unterer Heizwert	3,00 kWh/Nm <sup>3</sup>	10,8 MJ/Nm <sup>3</sup>
	2,359 kWh/l LH <sub>2</sub>	8,495 MJ/l LH <sub>2</sub>
	33,33 kWh/kg	120,0 MJ/kg
oberer Heizwert	3,54 kWh/Nm <sup>3</sup>	12,75 MJ/Nm <sup>3</sup>
	2,790 kWh/l LH <sub>2</sub>	10,04 MJ/l LH <sub>2</sub>
	39,41 kWh/kg	141,86 MJ/kg
Dichte	0,0899 kg/Nm <sup>3</sup>	70,79 kg/m <sup>3</sup> LH <sub>2</sub>
Siedepunkt	20,390 K	
	(0,1013 MPa)	
unterer Wobbe-Index	11,361 kWh/Nm <sup>3</sup>	40,898 MJ/Nm <sup>3</sup>
oberer Wobbe-Index	13,428 kWh/Nm <sup>3</sup>	48,340 MJ/Nm <sup>3</sup>
spezifische Wärmekapazität	c <sub>p</sub> = 14,199 J/kg/K	c <sub>v</sub> = 10,074 J/kg/K
Explosionsgrenze in Luft		4,0 – 75,0 Vol.-%
Detonationsgrenze in Luft		18,3 – 59,0 Vol.-%
Diffusionskoeffizient	0,61 cm <sup>2</sup> /s	

Der Energiegehalt von 1 Nm<sup>3</sup> Wasserstoff entspricht 0,34 l Benzin, 1 l flüssiger Wasserstoff entspricht 0,27 l Benzin, 1 kg Wasserstoff entspricht 2,75 kg Benzin.

## Gas-Umrechnungstabelle (m<sup>3</sup> bei 15° C und 1 bar)

Gas*	m <sup>3</sup>	Liter	kg
	15° C	flüssig	
	1 bar	1,013 bar	
H <sub>2</sub>	1	1,188	0,0841
	454,3	1	0,0708
	-252,8	11,891	14,126
			1

## Kompressionsfaktor (273,15 K)

Druck (MPa)	0,1013	5	10	15	20
Kompressionsfaktor	1	1,032	1,065	1,098	1,132
Druck (MPa)	25	30	35	40	50
Kompressionsfaktor	1,166	1,201	1,236	1,272	1,344
Druck (MPa)	60	70	80	90	100
Kompressionsfaktor	1,416	1,489	1,560	1,632	1,702

## Daten zu Energieträgern

Wasserstoff	3,00 kWh/Nm <sup>3</sup>	33,33 kWh/kg
Rohöl	≈ 1 toe/t	≈ 11,6 kWh/kg
Diesel	≈ 10 kWh/l	≈ 11,9 kWh/kg
Benzin	≈ 8,8 kWh/l	≈ 12,0 kWh/kg
Methanol	4,44 kWh/l	5,47 kWh/kg
Methan	9,97 kWh/Nm <sup>3</sup>	13,9 kWh/kg
Erdgas	8,8 – 10,4 kWh/Nm <sup>3</sup>	10,6 – 3,1 kWh/kg
(82 – 93 % CH <sub>4</sub> )		
Propan	25,89 kWh/Nm <sup>3</sup>	12,88 kWh/kg
Buthan	34,39 kWh/Nm <sup>3</sup>	12,7 kWh/kg
Stadtgas**	4,54 kWh/Nm <sup>3</sup>	7,57 kWh/kg

LH<sub>2</sub>: 100 % para-Wasserstoff  
Normbedingungen: 273,15 K; 0,1013 MPa

\* Verdampfungswärme und Siedetemperatur bei 1,013 bar.

\*\* (51 %<sub>vol</sub> H<sub>2</sub>; 18 %<sub>vol</sub> CO; 19 %<sub>vol</sub> CH<sub>4</sub>; 2 %<sub>vol</sub> C<sub>1</sub>H<sub>4</sub>; 4 %<sub>vol</sub> CO<sub>2</sub>; 6 %<sub>vol</sub> N<sub>2</sub>)  
Alle Angaben ohne Gewähr.

## Umrechnungsfaktoren

### Energie

von	in	multiplizieren mit
MJ	kWh	0,2778
toe	kWh	11.630
BTU	kWh	0,2931 x 10 <sup>-3</sup>
kWh	MJ	3,6
toe	MJ	41.868
BTU	MJ	0,001055
kWh	BTU	3.412
MJ	BTU	947,9
toe	BTU	39,7 x 10 <sup>6</sup>
kWh	toe	86,0 x 10 <sup>-6</sup>
MJ	toe	23,88 x 10 <sup>-6</sup>
BTU	toe	25,19 x 10 <sup>-9</sup>

### Druck

bar	MPa	0,1
psi	MPa	0,006895
MPa	psi	145
bar	psi	14,5
MPa	bar	10
psi	bar	0,06895

### Volumen

scf	Nm <sup>3</sup>	(Normbedingungen) 0,0283
Nm <sup>3</sup>	scf	35,31