

Januar 2019

Di	1	Neujahr	1
Mi	2		
Do	3		
Fr	4		
Sa	5		
So	6	Heilige Drei Könige (BW/BY/ST)	
Mo	7		
Di	8		2
Mi	9		
Do	10		
Fr	11		
Sa	12		
So	13		
Mo	14		
Di	15		3
Mi	16		
Do	17		
Fr	18		
Sa	19		

Kongresse, Messen und Ausstellungen 2019

Atlanta, USA 14.01.–16.01.2019	AHR EXPO – International Air-Conditioning, Heating, Refrigerating Exposition
Djidda, Saudi-Arabien 28.01.–30.01.2019	HVACR Expo Saudi – Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration Exhibition
Bratislava, Slowakische Republik 24.01.–27.01.2019	DANUBIUS GASTRO – Fachausstellung für Lebensmittel, Getränke, Maschinen und Einrichtungen für die Lebensmittelindustrie, Hotels und Restaurants
Prag, Tschechische Republik 31.01.–02.02.2019	Moderni Vytapeni – International Trade Fair of Green Energy, Heating and Air Conditioning
Chemnitz, Deutschland 01.02.–03.02.2019	Baumesse Chemnitz
Nitra, Slowakei 05.02.–08.02.2019	AQUA-THERM – Internationale Fachmesse für Heizung, Lüftung, Klima- und Umwelttechnik
Salzburg, 07.02.–10.02.2019	Bauen & Wohnen Salzburg – Internationale Messe für Bauen, Wohnen und Energiesparen
Athen, Griechenland 08.02.–11.02.2019	INFACOMA – Internationale Ausstellung für Baumaterialien, Wärmetechnik, Isolierung und Technologie
Freiburg 08.02.–10.02.2019	Gebäude.Energie.Technik – PLANEN BAUEN WOHNEN
Moskau, Russische Föderation 12.02.–15.02.2019	Aquatherm Moscow – Internationale Fachmesse für Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär-, Umwelt- und Schwimmbadtechnik
Chiba/Tokyo, Japan 13.02.–15.02.2019	SMTS – Supermarket Trade Show
Offenburg, Deutschland 14.02.–15.02.2019	GeoTHERM – expo & congress
Wien, Österreich 14.02.–17.02.2019	Bauen & Energie Wien – Die Messe für gesundes Bauen, Renovieren, Sicherheit, Wellness, Finanzieren und Energiesparen

Spezifische Enthalpie

h	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{Btu}}{\text{pound}}$
1 kJ/kg	1	0,239	0,43
1 kcal/kg	4,19	1	1,80
1 Btu/lb	2,33	0,556	1

$$1 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Spezifische Entropie, spezifische Wärmekapazität

s, c	$\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{kg grd}}$	$\frac{\text{Btu}}{\text{pound}^\circ\text{F}}$
1 kJ/kg K	1	0,239	0,239
1 kcal/kg grd	4,19	1	1
1 Btu/lb°F	4,19	1	1

Volumenstrombezogene Kälteleistung

q_{vol}	$\frac{\text{kJ}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{Btu}}{\text{cubic foot}}$	$\frac{\text{Btu in n}}{\text{cubic foot}}$
1 kJ/m ³	1	0,239	0,02685	$0,0929 \cdot 10^{-6}$
1 kcal/m ³	4,1868	1	0,1123	$0,3901 \cdot 10^{-6}$
1 Btu/ft ³	37,253	8,90	1	$3,473 \cdot 10^{-6}$
1 ton-day/ft ³	$10,734 \cdot 10^6$	$2,563 \cdot 10^6$	$0,288 \cdot 10^6$	1

Wärmeleitfähigkeit

λ	$\frac{\text{J}}{\text{msK}} = \frac{\text{W}}{\text{mK}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{mhK}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{mh grd}}$	$\frac{\text{Btu}}{\text{ft h}^\circ\text{F}}$	$\frac{\text{Btu in l}}{\text{sq.ft. h}^\circ\text{F}}$
1 J/msK = $\frac{\text{W}}{\text{mK}}$	1	3,60	0,860	0,578	6,94
1 kJ/mhK	0,278	1	0,239	0,1605	1,926
1 kcal/mhNgrd	1,163	4,19	1	0,6719	8,064
1 Btu/ft.h°F	1,730	6,23	1,488	1	12
1 Btu in/ft²h°F	0,144	0,519	0,124	0,0833	1

$$1 \frac{\text{cal}}{\text{cm s}^\circ\text{C}} = 418,68 \frac{\text{J}}{\text{msK}} = 1507 \frac{\text{kJ}}{\text{mhK}} = 360 \frac{\text{kcal}}{\text{mh grd}} = 242 \frac{\text{Btu}}{\text{ft h}^\circ\text{F}} = 2900 \frac{\text{Btu in l}}{\text{sq.ft. h}^\circ\text{F}}$$

1.4 Wärmeübertragung

Die Übertragung von Wärme geschieht durch drei verschiedene physikalische Vorgänge:

- die Wärmeleitung,
- die Wärmeübertragung durch Konvektion,
- die Wärmeübertragung durch Strahlungsaustausch.

Die Vorgänge lassen sich wie folgt in Gleichungen fassen:

Leitung:
$$\phi = A \cdot \frac{\lambda}{s} \cdot (t_1 - t_2)$$

mehrschichtige Wände:
$$\phi = A \cdot \frac{1}{\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} + \dots} \cdot (t_1 - t_2)$$

Konvektion:
$$\phi = A \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_2)$$

Wärmedurchgang:
$$\phi = A \cdot U \cdot (t_1 - t_2)$$

Wärmedurchgangs-
koeffizient,
mehrschichtige Wände

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \left[\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} + \dots \right]$$

Strahlung:
$$\phi = A \cdot C_s \cdot \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \phi_{12} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

T in K

Strahlungskoeffizient
des schwarzen Körpers: $C_s = 5,67 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

1.4.1 Stoffwerte zur Wärmeübertragung

Spezifische Wärmekapazität	
Spezifische Wärmekapazität von Metallen	
	kJ/kgK
Aluminium	0,908
Blei	0,129
Eisen und Stahl	0,477
Gold	0,129
Kupfer	0,389
Messing	0,385
Nickel	0,452
Platin	0,134
Quecksilber	0,138
Silber	0,234
Zink	0,389
Zinn	0,230

Spezifische Wärmekapazität fester Stoffe bei +20 °C	
	kJ/kgK
Asbest	0,795
Basalt	0,837
Beton	0,879
Eis bei -10 °C	2,22
Eis bei -20 °C	2,01
Eis bei -60 °C	1,64
Fett	1,925
Glas	0,816
Gummi	0,201
Hartgummi	1,42
Holz	2,13 bis 2,72
Holzkohle	0,753
Iporka	1,382
Kalksandsteine	0,921
Koks	0,837
Kork	1,675 bis 2,093
Korksteine (imprägn.)	1,382
Leder	1,507
Mauerwerk	0,837 bis 1,26
Marmor, Kalkstein	0,795
Öl, gefroren	1,465
Papier	1,356
Paraffin bei -20/±0 °C	1,58
Paraffin bei ±0/+20 °C	2,91
Porzellan	0,795
Porzellan bei +100 °C	0,879
Sandstein	0,711
Schlacke	0,754

1.5 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf eines Raums setzt sich aus dem Wärmebedarf zur Deckung der Transmissionsverluste und dem Wärmebedarf zur Lüfterneuerung zusammen. Der Transmissionswärmeverlust ergibt sich aus der Gleichung:

$$\dot{Q}_T = \sum_i U \cdot A \cdot (t_1 - t_2)$$

Der Wärmedurchgangskoeffizient U für Wände, Decken, Dächer und Türen ist in den folgenden Tabellen dargestellt.

Für den Lüftungswärmebedarf ist der Luftaustausch von entscheidender Bedeutung:

$$\dot{Q}_L = \dot{V}_L \cdot \rho_L \cdot c_{pL} \cdot (t_1 - t_2)$$

Bei kontrollierter Lüftung kann durch Wärmerückgewinnung mehr als die Hälfte der Lüftungswärme zurückgewonnen werden. In Gebäuden mit Massenströmen von außen muss die Wärme zur Aufwärmung dieser Masse zusätzlich zur Verfügung stehen. Dies gilt z. B. für Autos, die im Winter sehr kalt in die Garage fahren oder für Hallen, wo im Winter ständig kalte Ware von außen zugeführt wird.

Zum Wärmebedarf eines Gebäudes zählt auch die zur Brauchwassererwärmung notwendige Energie.

Durch die meist sehr geringen Transmissionsverluste ist die Bedeutung des Wärmebedarfs für die Lüftung und die Brauchwassererwärmung stark gestiegen.

Gemäß Energieeinsparverordnung EnEV 2016 wird der Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes unter Berücksichtigung von Heizung, Trinkwarmwasser, Beleuchtung, Lüftung, Dampf und Kälte berechnet. Die in der EnEV 2016 angegebenen Referenzwerte für Nichtwohngebäude sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt. Gemäß Zeile 1.0 der Tabelle 1 ist zu beachten, dass seit 1.1.2016 die Werte der Tabelle mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren sind; d.h. dass der erlaubte Jahres-Primärenergiebedarf um 25 Prozent gesunken ist.

Ausführung des Referenzgebäudes (Nichtwohngebäude)

Zeile	Bauteil/System	Eigenschaft (zu Zeilen 1.1 bis 1.13)	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
			Raum-Solltempe- raturen im Heizfall $\geq 19\text{ °C}$	Raum-Solltempe- raturen im Heizfall von $12\text{ bis } < 19\text{ °C}$
1.0	Der nach einem der in Nummer 2 oder in Nummer 3 angegebenen Verfahren berechnete Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes nach den Zeilen 1.1 bis 8 ist für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren. § 28 bleibt unberührt.			
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U = 0,35\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1.2	Vorhangsfassade (siehe auch Zeile 1.14)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,40\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U = 1,90\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\perp} = 0,48$	$g_{\perp} = 0,60$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{D65} = 0,72$	$\tau_{D65} = 0,78$
1.3	Wand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer Bauteile nach Zeile 1.4)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U = 0,35\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1.4	Dach (soweit nicht unter Zeile 1.5), oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U = 0,35\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1.5	Glasdächer	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 2,7\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U_{\text{W}} = 2,7\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\perp} = 0,63$	$g_{\perp} = 0,63$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{D65} = 0,76$	$\tau_{D65} = 0,76$
1.6	Lichtbänder	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 2,4\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U_{\text{W}} = 2,4\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\perp} = 0,55$	$g_{\perp} = 0,55$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{D65} = 0,48$	$\tau_{D65} = 0,48$
1.7	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 2,7\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U_{\text{W}} = 2,7\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\perp} = 0,64$	$g_{\perp} = 0,64$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{D65} = 0,59$	$\tau_{D65} = 0,59$
1.8	Fenster, Fenstertüren (siehe auch Zeile 1.14)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 1,3\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$U_{\text{W}} = 1,9\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\perp} = 0,60$	$g_{\perp} = 0,60$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{D65} = 0,78$	$\tau_{D65} = 0,78$

3.1 Charakteristika von Kältemitteln

Prof. Thomas Maurer

Auszug aus: IKET (Hrsg.), Pohlmann – Taschenbuch der Kältetechnik, 22. Auflage, Berlin, Offenbach: VDE VERLAG 2018

Als Kältemittel werden die in einem geschlossenen Kältekreislauf enthaltenen Stoffe bezeichnet, die infolge einer Wärmeaufnahme vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand überführt werden. Die Wärmeaufnahme wird zur Kälteerzeugung genutzt. In vielen Anwendungen übernimmt das Kältemittel auch den Wärmetransport zwischen der wärmeaufnehmenden, d. h. kälteerzeugenden, und der wärmeabgebenden Seite des Prozesses (sogenannte Direktsysteme), sodass keine weiteren Kälte- und Wärmeträger-Sekundärsysteme notwendig sind. Kältemittel werden sowohl in Verdichterkältemaschinen als auch in Sorptionskältemaschinen eingesetzt. Die Stoffe, mit denen ohne Phasenwechsel Kälte erzeugt wird, beispielsweise Gase in Kaltgasmaschinen, magnetokalorische Materialien etc., werden üblicherweise als Arbeitsstoff, Arbeitsmittel oder Arbeitsmedium und nicht als Kältemittel bezeichnet. Sie werden in diesem Kapitel nicht behandelt.

Kältemittel können Reinstoffe oder Stoffgemische sein.

Bei den für eine Anwendung geforderten Temperaturen sind häufig mehrere Stoffe bzw. Stoffgemische mit dem gewünschten Phasenwechsel zu finden. Aufgrund von weiteren Randbedingungen muss eine passende, d. h. optimale, Auswahl getroffen werden.

Die Emission von verschiedenen halogenierten Kohlenwasserstoffen kann zu einer erheblichen Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre führen und einen atmosphärischen Treibhauseffekt bewirken. Durch internationale Abkommen, beispielsweise das Montrealer Protokoll von 1987 über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, ist die Verwendung von ozonschichtzerstörenden Kältemitteln weitgehend verboten. Hauptaugenmerk liegt heute auf einer Beschränkung der Treibhauswirksamkeit von Kältemitteln. Die sich fortlaufend verschärfenden Grenzwerte haben zu chemischen Neuformulierungen von Kältemitteln und der zunehmenden Verwendung sogenannter natürlicher Kältemittel (der Stoff kommt auch in der Natur vor) geführt.

3.1.1 Kältemitteltypen und Bezeichnungen

Als Kältemittel können organische und anorganische Stoffe verwendet werden:

organische Kältemittel (Kohlenwasserstoffe)		anorganische Kältemittel
halogeniert ¹	nicht halogeniert	
z. B. Difluormethan R32, Difluorchlormethan R22	z. B. Propan R290, Isobutan R600a	vor allem Ammoniak R717, Kohlendioxid R744 und Wasser R718, evtl. auch Lachgas R744A u. a.

1) Das Molekül enthält mindestens ein Atom eines Halogens (Fluor, Chlor, Brom, Iod)

In Tabelle 1 sind die heute gebräuchlichen organischen Typen zusammengestellt.

Tabelle 1: Organische Kältemittel-Typen

Abkürzung deutsch	Abkürzung englisch	Bezeichnung	Halogenierung	enthaltene Elemente
FCKW	CFC	Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff	vollhalogeniert	F, Cl, C
HFCKW	HCFC	Hydrogen-Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff	teilhalogeniert	H, F, Cl, C
FKW	PFC	Fluor-Kohlenwasserstoff	vollhalogeniert	F, C
HFKW	HFC	Hydrogen-Fluor-Kohlenwasserstoff	teilhalogeniert	H, F, C
HFCO	HCFO	Hydrogen-Fluor-Chlor-Olefin	teilhalogeniert	H, F, Cl, C
HFO	HFO	Hydrogen-Fluor-Olefin	teilhalogeniert	H, F, C
KW	HC	Kohlenwasserstoff	nichthalogeniert	H, C
HO	HO	Hydrogen-Olefin	nichthalogeniert	H, C

Bei den halogenierten Kältemitteln handelt es sich überwiegend um Derivate von Alkanen (Methan, Ethan, Propan, Butan) und von Alkenen (Ethen, Propen, Buten) sowie deren Isomere mit üblicherweise maximal vier Kohlenstoffatomen. Alkohole (das Molekül enthält eine oder mehrere Hydroxylgruppen OH) werden heute selten als Kältemittel verwendet.

Als Olefine werden zyklische und azyklische Kohlenwasserstoffe mit einer oder mehreren Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung bezeichnet (beispielsweise Propen).

International wurden zunächst die folgenden Bezeichnungen für halogenierte Kältemittel festgelegt:

$$R(m - 1)(n + 1)(p)$$

R = Refrigerant (Kältemittel)

m = Anzahl der C-Atome

n = Anzahl der H-Atome

p = Anzahl der F-Atome

Die Anzahl der evtl. im Molekül vorhandenen Chloratome ergibt sich aus der Wertigkeit von Kohlenstoff (= 4).

Beispiele:

R12 (oder FCKW-12 entspricht eigentlich R012, wobei die führende Null nicht geschrieben wird): $m = 1$, $n = 0$, $p = 2$ und das Molekül enthält 2 Cl-Atome. Es handelt sich um ein Derivat des Methans CH_4 : CCl_2F_2 (Dichlordifluormethan).

R125 (oder HFKW-125): $m = 2$, $n = 1$, $p = 5$. Es handelt sich um ein Derivat des Ethans C_2H_6 : CHF_2CF_3 (Pentafluorethan).

R134a (oder HFKW-134a): $m = 2$, $n = 2$, $p = 4$ und das Molekül enthält kein Cl-Atom. Es handelt sich um 1,1,1,2-Tetrafluorethan CH_2FCF_3 .

Weitere Bezeichnungen

Aufgrund von neuentwickelten Kältemitteln und der vermehrten Nutzung von Kältemittelgemischen mussten weitere Bezeichnungen eingeführt werden (vollständige Auflistung siehe [1]).

8.3 Fachhochschulen mit der Studienrichtung Kälte-, Klima-, Wärme-, Heizungs- und Lüftungstechnik

Beuth Hochschule für Technik Berlin Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin	Tel.: 0 30 / 45 04-0 www.beuth-hochschule.de
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenbg. Lipezker Str. 47, 03048 Cottbus	Tel.: 0 355 / 69 0 www.b-tu.de
Technische Hochschule Köln Claudiusstr, 1, 50678 Köln	Tel.: 02 21 / 82 75-0 www.th-koeln.de
Europäische Studienakademie Kälte-Klima-Lüftung Senefelder Str. 3, 63477 Maintal	Tel.: 06109 / 69 54 40 www.esak.de
Fachhochschule Erfurt Altonaer Str. 25, 99085 Erfurt	Tel.: 0361 / 67000 www.fh-erfurt.de
Fachhochschule Münster, Standort Steinfurt Stegerwaldstr. 39, 48565 Steinfurt	Tel.: 0 25 51 / 9 62-0 97 www.fh-muenster.de
Fachhochschule Regensburg Prüfening Str. 58, 93049 Regensburg	Tel.: 0941 / 94302 www.oth-regensburg.de
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Am Weichselgarten 8, 91058 Erlangen	Tel.: 09131 / 850 www.fau.de
Hochschule Biberach Karlstr. 11, 88400 Biberach	Tel.: 07351 / 582-0 www.hochschule- biberach.de
Hochschule Bremerhaven, Fachbereich 1 Betriebs- und Versorgungstechnik An der Karlstadt 8, 27568 Bremerhaven	Tel.: 04 71 / 48 23-0 www.hs-bremerhaven.de
Hochschule Coburg Friedrich-Streib-Str. 2, 96450 Coburg	Tel.: 09561 / 3170 www.hs-coburg.de
Hochschule Darmstadt, Fachbereich Maschinenbau Haardtring 100, 64295 Darmstadt	Tel.: 0 61 51 / 16 85 71 www.h-da.de
Hochschule Esslingen Ingenieurpädagogik Versorgungstechnik-Maschinenbau Flandernstraße 101, 73732 Esslingen	Tel.: 07 11 / 3 97-43 90 www.hs-esslingen.de
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg Berliner Tor 5, 20099 Hamburg	Tel.: 040 / 428750 www.haw-hamburg.de
Hochschule für Technik Stuttgart Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart	Tel.: 0711 / 89 26 26 60 www.hft-stuttgart.de