

# Grundformeln, Formelzeichen, Abkürzungen

Berechnungsergebnis	Gleichung	Größen	Bemerkungen
Energie	$Q = \dot{Q} \cdot t$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>Q</math>: Energie, kWh</li> <li>○ <math>\dot{Q}</math>: Leistung, kW</li> <li>○ <math>t</math>: Zeit, h</li> </ul>	
Leistung aus Verbrennung	$\dot{Q} = \dot{m} \cdot H$ $\dot{Q} = \dot{V} \cdot H$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\dot{Q}</math>: Leistung, kW</li> <li>○ <math>\dot{m}</math>: Massenstrom, kg/h</li> <li>○ <math>\dot{V}</math>: Volumenstrom, m<sup>3</sup>/h</li> <li>○ <math>H</math>: Energieinhalt, kWh/kg oder kWh/m<sup>3</sup></li> </ul>	○ Energieinhalt entweder Heizwert ( $H_U$ bzw. $H_i$ ) oder Brennwert ( $H_O$ bzw. $H_s$ )
Energie durch Verbrennung	wie Leistung, aber mit $m$ bzw. $V$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>V</math>: Volumen, m<sup>3</sup> (m<sup>3</sup>/a) oder <math>l</math> (l/a)</li> <li>○ <math>m</math>: Masse, kg (kg/a)</li> </ul>	○ normalerweise werden Volumen und Masse pro Jahr eingesetzt, so dass sich eine Energie in kWh/a ergibt
Leistung aus Wärmedurchgang	$\dot{Q} = U \cdot A \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\dot{Q}</math>: Leistung, kW</li> <li>○ <math>U</math>: Wärmedurchgang, W/(m<sup>2</sup>K)</li> <li>○ <math>A</math>: Fläche, m<sup>2</sup></li> <li>○ <math>\vartheta</math>: Temperaturen, °C bzw. K</li> </ul>	○ Gleichung für Transmission durch Wände und Wärmeabgabe von Rohren
Energie aus Wärmedurchgang	wie Leistung, multipliziert mit einer Zeit $t$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>t</math>: Zeit, in h (h/a)</li> </ul>	○ normalerweise wird die Zeit in h/a eingesetzt, so dass sich eine Energie in kWh/a ergibt
Leistung durch Stofftransport	$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$ $\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\dot{Q}</math>: Leistung, kW</li> <li>○ <math>\dot{m}</math>: Massenstrom, kg/h</li> <li>○ <math>\dot{V}</math>: Volumenstrom, m<sup>3</sup>/h</li> <li>○ <math>c_p</math>: Wärmespeicherkapazität, kWh/(kgK)</li> <li>○ <math>\rho</math>: Dichte, kg/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\rho \cdot c_p = 0,34</math> Wh/(m<sup>3</sup>K) für Luft</li> <li>○ <math>\rho \cdot c_p = 1,16</math> kWh/(m<sup>3</sup>K) für Wasser</li> <li>○ Gleichung für Lüftungsverluste, Wärmeabgabe von Wasser im Heizkörper/ Wärmeaufnahme im Wärmeerzeuger</li> </ul>
Energie durch Stofftransport	wie Leistung, aber mit $m$ bzw. $V$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>V</math>: Volumen, m<sup>3</sup> (m<sup>3</sup>/a) oder <math>l</math> (l/a)</li> <li>○ <math>m</math>: Masse, kg (kg/a)</li> </ul>	○ normalerweise werden Volumen und Masse pro Jahr eingesetzt, so dass sich eine Energie in kWh/a ergibt
Hydraulische Leistung	$\dot{Q}_{HYD} = P_{HYD} = \Delta p \cdot \dot{V}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\dot{Q}_{HYD} = P_{HYD}</math>: hydraulische Leistung, W</li> <li>○ <math>\Delta p</math>: Druckdifferenz, Pa</li> <li>○ <math>\dot{V}</math>: Volumenstrom, kg/s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ bei Pumpen oder anderen hydraulischen Komponenten</li> <li>○ Einheiten beachten</li> </ul>
Elektrische Leistung	$P_{el} = P_{HYD} / \eta$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>P_{el}</math>: elektrische Leistung, W</li> <li>○ <math>P_{HYD}</math>: hydraulische Leistung, W</li> <li>○ <math>\eta</math>: Pumpenwirkungsgrad</li> </ul>	○ für Pumpen

Volumenstrom	$\dot{V} = V / t = V \cdot n$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\dot{V}</math>: Volumenstrom, m<sup>3</sup>/h</li> <li>○ V: Volumen, m<sup>3</sup></li> <li>○ t: Zeit, h</li> <li>○ n: Luftwechsel, 1/h</li> </ul>	
Massenstrom	$\dot{m} = m / t$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\dot{m}</math>: Massenstrom, kg/h</li> <li>○ m: Masse, kg</li> <li>○ t: Zeit, h</li> </ul>	
Wirkungsgrad	$\eta = \frac{\text{Outputleistung}}{\text{Inputleistung}}$	○ Leistungen: kW	○ für Kessel, Pumpen
Leistungszahl, Leistungsziffer	$\varepsilon = \frac{\text{Outputleistung}}{\text{Inputleistung}}$	○ Leistungen: kW	○ für Wärmepumpen und Kältemaschinen ○ Inputleistung elektrisch oder thermisch
Nutzungsgrad	$\eta = \frac{\text{Outputenergie}}{\text{Inputenergie}}$	○ Energien: kWh, kJ	○ für Kessel u.a. Wärmeerzeuger, Verteilnetze, Gesamtbewertungen von Prozessen
Arbeitszahl (COP)	$\beta = \frac{\text{Outputenergie}}{\text{Inputenergie}}$	○ Energien: kWh, kJ	○ für Wärmepumpen und Kältemaschinen ○ Inputenergie elektrisch oder thermisch
Aufwandszahl	$e = \frac{\text{Inputenergie}}{\text{Outputenergie}}$	○ Energien: kWh, kJ	○ Kehrwert von Nutzungsgrad oder Arbeitszahl
Wärmedurchgangskoeffizient	$U = \frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{\Sigma R}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ U: Wärmedurchgang, W/(m<sup>2</sup>K)</li> <li>○ R<sub>ges</sub>: Gesamtwiderstand, m<sup>2</sup>K/W</li> <li>○ ΣR: Summe der Einzelwiderstände, m<sup>2</sup>K/W</li> </ul>	○ Einzelwiderstände: innerer und äußerer Übergangswiderstand, Leitwiderstände der Schichten
Gesetz der Heizkörper	$\frac{\dot{Q}_{\text{Betrieb}}}{\dot{Q}_{\text{Norm}}} = \left( \frac{\Delta\vartheta_{\text{In,Betrieb}}}{\Delta\vartheta_{\text{In,Norm}}} \right)^n$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\dot{Q}_{\text{Betrieb}}</math>: aktuelle Heizkörperleistung, kW</li> <li>○ <math>\dot{Q}_{\text{Norm}}</math>: Normheizkörperleistung, kW</li> <li>○ Δ<math>\vartheta_{\text{In}}</math>: logarithmische Übertemperatur, K</li> </ul>	○ Umrechnung von Normbedingungen nach Hersteller in aktuelle Betriebsbedingungen
Übertemperatur	$\Delta\vartheta_{\text{In}} = \frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln \frac{\vartheta_V - \vartheta_L}{\vartheta_R - \vartheta_L}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Δ<math>\vartheta_{\text{In}}</math>: logarithmische Übertemperatur, K</li> <li>○ <math>\vartheta_V</math>: Vorlauftemperatur, °C</li> <li>○ <math>\vartheta_R</math>: Rücklauftemperatur, °C</li> <li>○ <math>\vartheta_L</math>: Luftauftemperatur, °C</li> </ul>	

Grundgleichung der Hydraulik	$\Delta p = C \cdot \dot{V}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\Delta p</math>: Druckdifferenz, Pa</li> <li>○ C: Konstante, Pa · h<sup>2</sup>/m<sup>6</sup></li> <li>○ <math>\dot{V}</math>: Volumenstrom, m<sup>3</sup>/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ diese Gleichung gilt für Rohre, in erster Näherung auch für Rohrnetze u.a. Widerstände</li> </ul>
Verhältnisgleichungen der Hydraulik	$\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} = \left( \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} \right)^2$ $\frac{P_{HYD,1}}{P_{HYD,2}} = \left( \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} \right)^3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\Delta p</math>: Druckdifferenz, Pa</li> <li>○ <math>\dot{V}</math>: Volumenstrom, m<sup>3</sup>/h</li> <li>○ P<sub>HYD</sub>: hydraulische Leistung, W</li> <li>○ 1, 2: zwei Zustände</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ wenn der Volumenstrom sich halbiert, viertelt sich der Druckverlust und achttelt sich die Leistung</li> </ul>
Ventilkennwert	$k_V = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{\Delta p_V}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ k<sub>V</sub>: Ventilkennwert, m<sup>3</sup>/h</li> <li>○ <math>\dot{V}</math>: Volumenstrom, m<sup>3</sup>/h</li> <li>○ <math>\Delta p_V</math>: Druckdifferenz über dem Ventil, Pa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ der Ventilkennwert ist charakteristisch für ein und dasselbe Ventil</li> </ul>
Ventilautorität	$a_V = \Delta p_V / \Delta p_{Ges}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ a<sub>V</sub>: Ventilautorität</li> <li>○ <math>\Delta p_V</math>: Druckdifferenz über dem Ventil, Pa</li> <li>○ <math>\Delta p_{ges}</math>: gesamte Druckdifferenz im volumenvariablen Kreis, Pa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ in einfachen Netzen ist <math>\Delta p_{ges}</math> die Pumpenförderhöhe</li> </ul>

Kennwert	Formelzeichen	wichtige Einheit	Bemerkung
Deckungsanteil	a	–	auch: $\alpha$
Wärmeübertragerkennwert	a	–	
Annuitätsfaktor	$a_{p,n}$	$a^{-1}$	wirtschaftlich
Ventilautorität	$a_v$	–	
Begrenzungsfläche, Heizfläche	A	$m^2$	
Wärmespeicherkapazität	$c_p$	$kWh/(kgK)$ , $kJ/(kgK)$	
hydraulischer Widerstand	C	$(bar \cdot h^2)/m^6$	
Aufwandszahl	e	–	
Primärenergiefaktor	$f_p$	–	
Energiedurchlassgrad (von Fenstern)	g	–	
Heizgradtage	G	$kKh/a$	
Gradtagszahl	Gt	$kKh/a$	
Raumhöhe	h	m	
Förderhöhe	H	m	
bezogene Heizlast	H	W/K	
Hub (Ventil-)	H	mm, %	
Brennwert (oberer Heizwert)	$H_o$	$kWh/m^3$ , $kWh/l$	auch neu: $H_s$
Heizwert (unterer Heizwert)	$H_u$	$kWh/m^3$ , $kWh/l$	auch neu: $H_l$
Investitionskosten	$I_o$	€	wirtschaftlich
Wärmedurchgangskoeffizient	k	$W/(m^2 \cdot K)$	neu: U
bezogener Energiepreis	$k_e$	€/kWh	wirtschaftlich
Durchflusskennwert (von Ventilen)	$k_v$	$m^3/h$	
Kosten, jährlich	K	€/a	wirtschaftlich
Länge (von Leitungen)	l	m	auch: L
Länge (von Leitungen)	L	m	auch: l
Masse	m	kg	
Nutzungsdauer, wirtschaftlich	m	a	wirtschaftlich
Preissteigerung	m	–	wirtschaftlich
Masse	m	kg/h	
Massenstrom	$\dot{m}$	kg/h, kg/s	
Luftwechsel	n	$h^{-1}$	
Heizkörperexponent	n	–	
Betrachtungszeitraum	n	a	wirtschaftlich
Druck	p	Pa, bar	
Kapitalzinssatz	p	$a^{-1}$	wirtschaftlich
Leistung	P	W, kW	für elektrische Leistung, sonst auch $\dot{Q}$
bezogene Energiemenge	q	$kWh/(m^2 \cdot a)$	
Volumenstrom, veraltet	Q	$m^3/h$	
Energiemenge	Q	$kWh/a$	
Energie	Q	$kWh$ , J	bei thermischer Energie, sonst auch W
Leistung	$\dot{Q}$	W, kW	bei thermischer Leistung, sonst auch P
Rohrreibungswert	R	Pa/m	
Wärmewiderstand	R	$m^2K/W$	
Preissteigerung	s	$a^{-1}$	wirtschaftlich
Zeit	t	h	auch: z

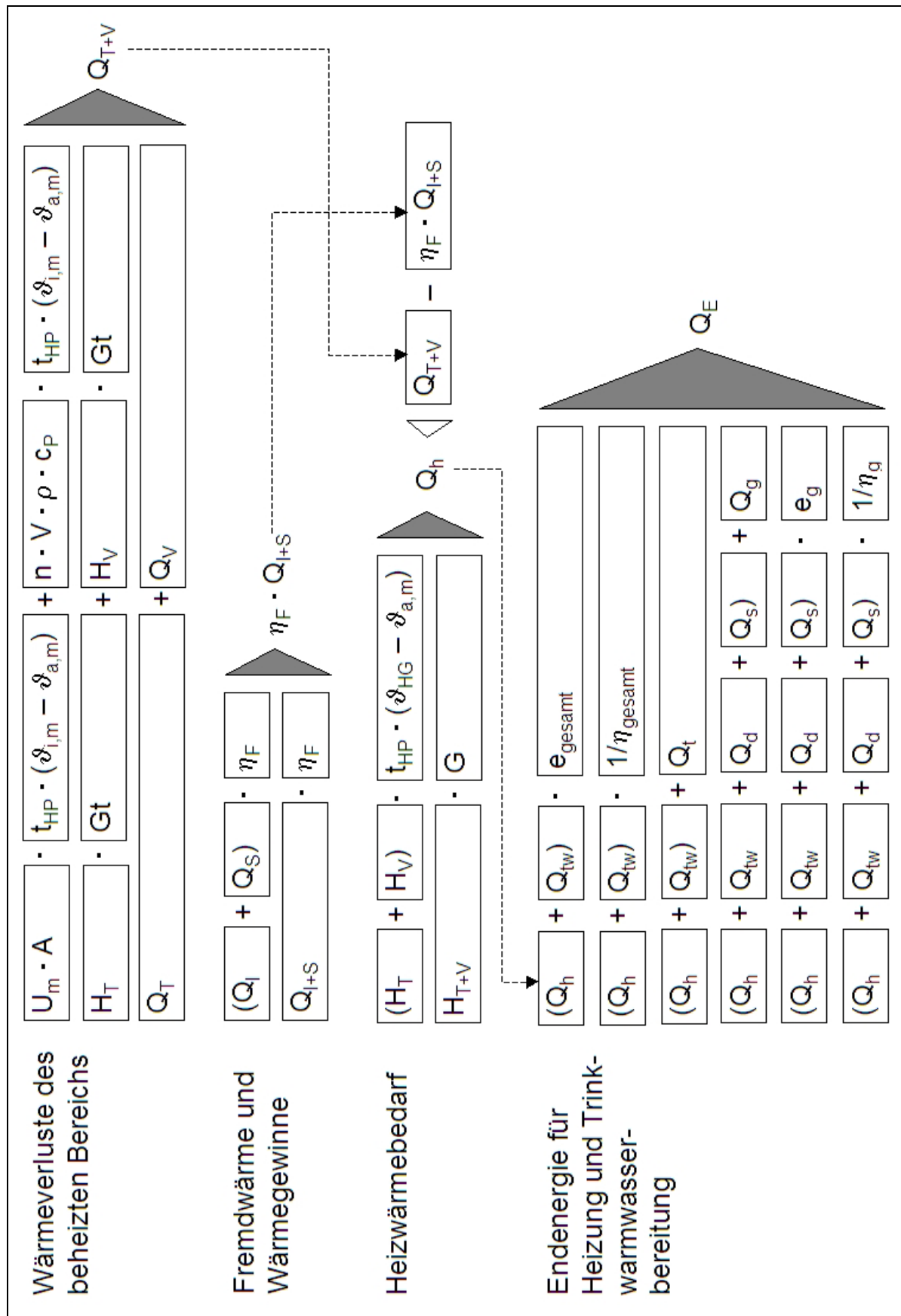
Temperatur	t	°C, K	auch: $\vartheta$
Wärmedurchgangskoeffizient	U	W/(m <sup>2</sup> K)	alt: k
Volumen	V	m <sup>3</sup>	
Volumenstrom	$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /h, l/s	
Energie	W	kWh, kJ	bei elektrischer Energie, sonst auch Q
P-Bereich (eines Reglers)	X <sub>p</sub>	verschieden, z.B. K	Proportionalbereich
Zeit	z	h, s	auch: t
Deckungsanteil	$\alpha$	–	auch: a
Arbeitszahl	$\beta$	–	
Dichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Wasser: 1000 kg/m <sup>3</sup> Luft: 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Leistungszahl	$\varepsilon$	–	
Belastungsgrad	$\varphi$	–	
Wirkungsgrad	$\eta$	–	
Nutzungsgrad	$\eta$	–	
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	W/(m·K)	
Temperatur	$\vartheta$	°C, K	auch: t
Dichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	
Summe	$\Sigma$	verschieden	
Differenz	$\Delta$	verschieden	

Index	Bedeutung
0, 1, 2 ...	Zählindex, Außentemperaturen, Heizwassertemperaturen
100	Maximalzustand, Auslegungszustand (100 %)
a	außen (Temperatur)
a	Jahr (-eskosten)
a	Anlagen (-preisteigerung)
ab	abgegeben (-e Wärme)
A	Auslegungszustand, Auslegungswert
A	Abgas (-verlustleistung) (-verlustenergie)
B	Bereitschaft (-sverlustleistung) (-sverlustenergie)
Bezug	Bezug (-shöhe) (-sfläche) (-svolumen) (-swert)
ce	control and emission, Übergabe (Wärmeverluste)
d	distribution, Verteilung (Wärmeverluste)
e	external, äußeres (Volumen)
e	Energie (-kosten) (-preisteigerung) (-preisteuerungsrate)
el	elektrisch (-e Energie) (-e Leistung)
E	Endenergie
EB	Energiebezug (-sfläche)
F	Fremdwärme (-nutzungsgrad)
Fe	Fenster
g	generation, Erzeugung (Wärmeverluste)
gesamt	gesamt (-er Druckverlust)
h	Heizwärme (Nutzwärme)
H	Heizenergie (Verlust-, Endenergiemengen)

HG	Heizgrenze
HK	Heizkörper
HP	Heizzeit, Heizperiode
Hyd	hydraulisch (-e Leistung)
i	innen (Temperatur)
i	Investition (-skosten)
i	Zählindex
ist	Istwert
I	innere (Fremdwärme)
I+S	innere und solare (Fremdwärme)
j	Zählindex
konst	konstant (-e Druckregelung)
K	Kessel
L	Luft
ln	logarithmisch (-e Übertemperatur)
m	Mittelwert
m	Nutzungsdauer
max	Maximalwert
mess	Messwert
min	Minimalwert
n	Zählvariable
n	Betrachtungszeitraum
N	Norm
N	Nutz (-fläche)
Nutz	Nutz (-leistung) (-energie)
Opt	optimal
p	Kapitalzins
Pumpe	Pumpe (-ndruckerhöhung) (-nvolumenstrom)
R	Regelung
R	Rücklauf (-temperatur)
s	storage, Speicherung (Wärmeverluste)
s	Preissteigerung
soll	Sollwert
S	solar (Fremdwärme)
S	Strahlung (-sverlustleistung) (-sverlustenergie)
S	Serienkennwert (bei Thermostatventilen)
t	technisch (-e Wärmeverluste)
thermisch	thermisch (-e Energie) (-e Leistung)
tw	Trinkwasser (-nutzwärme)
T	transmission, Transmission (Wärmeverluste)
TW	Trinkwasser (Verlust-, Endenergiemengen)
T+V	Transmission und Lüftung (Wärmeverluste)
u	Wartung und Unterhalt (-skosten) (-spreisteuerungsrate) (-spreissteigerung)
var	variable (Druckregelung)
V	ventilation, Lüftung (Wärmeverluste)
V	Vorlauf (-temperatur)
V	Ventil
WB	Wärmebrücke
x	Zählvariable
θ	Temperatur

Kürzel	Erläuterung
AGFW	Arbeitsgemeinschaft für Wärme- und Heizkraftwirtschaft
AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
ATV	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen
Bbl	Beiblatt
BDH	Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie und Umwelttechnik e. V.
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
DIN	Deutsches Institut für Normung; deutsche Norm
DIN V	deutsche Vornorm
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EFH	Einfamilienhaus
EN	Europäische Norm
EnEG	Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz)
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
HeizAnIV	Heizungsanlagenverordnung
HeizKoV	Heizkostenverordnung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
ISO	International Standardization Organisation, internationale Norm
LEG	Leitfaden energieeffiziente Gebäudeplanung
MFH	Mehrfamilienhaus
NEH	Niedrigenergiehaus
NT	Niedertemperatur
PH	Passivhaus
P-Regler	Proportional-Regler
PI-Regler	Proportional-Integral-Regler
PID-Regler	Proportional-Integral-Differential-Regler
prEN	vorläufige Europäische Norm
QS	Qualitätssicherung, Stand der Qualitätssicherung
SHK	Sanitär-, Heizungs-, Klimatechnik
SIA	Schweizer Ingenieur- und Architektenverband; Schweizer Norm
TEB	Räumliche Teilbeheizung (räumlich eingeschränkter Heizbetrieb)
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TGL	Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen der ehemaligen DDR
THKV	Thermostatisches Heizkörperventil
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband der Investitionsgüterindustrie
VDZ	Vereinigung der deutschen Zentralheizungswirtschaft e. V.
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
WSchV	Wärmeschutzverordnung
ZEB	Zeitliche Teilbeheizung (zeitlich eingeschränkter Heizbetrieb)

# Energiebilanz





## Größen der Bilanz

Kürzel	Erläuterung	Einheit (typisch)
$U_m$	mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient ggf. incl. Wärmebrücken (auch $H_T'$ )	W/(m <sup>2</sup> ·K)
A	Hüllfläche um den beheizten Bereich	m <sup>2</sup>
V	beheiztes Luftvolumen ( $V_L$ )	m <sup>3</sup>
n	Luftwechsel (auch $\beta$ )	1/h bzw. h <sup>-1</sup>
$\rho$	Dichte der Luft	kg/m <sup>3</sup>
$c_p$	Wärmespeicherkapazität der Luft	kWh/(kg·K) oder Wh/(kg·K)
$\vartheta_{i,m}$	mittlere Innentemperatur (auch $t_i$ )	°C oder als Differenz K
$\vartheta_{a,m}$	mittlere Außentemperatur (auch $t_a$ )	°C oder als Differenz K
$\vartheta_{HG}$	Heizgrenztemperatur (auch $t_{HG}$ )	°C oder als Differenz K
$t_{HP}$	Heizperiode (auch z)	d/a oder h/a
$H_T$	bezogener Transmissionswärmeverlust, Wärmeverlustkoeffizient	W/K
$H_V$	bezogener Lüftungswärmeverlust, Wärmeverlustkoeffizient	W/K
Gt	Gradtagszahl	Kd/a oder kWh/a
G	Heizgradtage	Kd/a oder kWh/a
$Q_T$	Transmissionswärmeverlust/bedarf	kWh/a
$Q_V$	Lüftungswärmeverlust/bedarf ( $Q_L$ )	kWh/a
$Q_{T+V}$	Wärmeverluste	kWh/a
$Q_I$	innere Fremdwärme/Wärmegewinne ( $Q_i$ )	kWh/a
$Q_S$	solare Fremdwärme/Wärmegewinne	kWh/a
$Q_{I+S}$	Fremdwärme	kWh/a
$Q_h$	Heizwärmebedarf	kWh/a
$Q_{tw}$	Nutzwärme für Warmwasser ( $Q_w$ )	kWh/a
$Q_t$	technische Verluste, endenergiebezogen	kWh/a
$Q_d$	Verteilverluste	kWh/a
$Q_s$	Speicherverluste	kWh/a
$Q_g$	Erzeugerverluste	kWh/a
$Q_E$	Endenergie (Q, E)	kWh/a
$\eta_F$	Fremdwärmenutzungsgrad (auch $\eta$ )	ohne
$\eta_g$	Erzeugernutzungsgrad, endenergiebezogen (auch $\eta_a$ )	ohne
$\eta_{gesamt}$	Gesamtnutzungsgrad der Technik, endenergiebezogen	ohne
$e_g$	Erzeugeraufwandszahl, endenergiebezogen	ohne
$e_{gesamt}$	Gesamtaufwandszahl der Technik, endenergiebezogen	ohne