

THERMISCHE GASABRECHNUNG

Allgemeines

Die in der öffentlichen Gasversorgung in Deutschland verteilten Brenngase nach DVGW-Arbeitsblatt G 260 (z.B. Erdgas) sind mittelbare Energieträger, bei denen die Energie in Form der brennbaren Bestandteile chemisch gebunden ist. Bezugsgröße eines Abrechnungsverfahrens kann daher nur die Ermittlung und Bewertung der in einem Abrechnungszeitraum gelieferten Energiemenge im Normzustand sein. Festgelegt ist das Verfahren im DVGW-Arbeitsblatt G 685 „Gasabrechnung“.

Während die Wassermenge in m³ und die verbrauchte Energie in Form von Wärme oder Strom in kWh direkt gemessen werden kann, ist die durch ein Brenngas (Erdgas) bereitgestellte Energie nicht direkt messbar, weil sie abhängig ist vom Volumen, dem Druck, der Temperatur und von der chemischen Zusammensetzung des Gases, aus der sich die temperaturabhängige Kompressibilität und der Brennwert ergeben.

Diese Größen müssen am Übergabepunkt (Gaszähler) bekannt sein, damit eine Abrechnung auf der Grundlage der gelieferten Energie möglich ist. Folglich müssen sämtliche die Energie bestimmenden Größen gemessen oder festgelegt werden.

Die Messung des gelieferten Gasvolumens im Betriebszustand V_b erfolgt im Haushaltsbereich in der Regel durch den Einsatz eines geeichten Balgengaszählers (Volumenmessung).

Am Messort werden in der Regel Gasdruckregelgeräte eingesetzt. Diese halten den Druck innerhalb der vorgegebenen Eichfehlergrenzen konstant. Sie schaffen einen definierten Bezugsdruck für die Volumenanzeige des verwendeten Gaszählers und ermöglichen so eine Umrechnung auf den Normzustand des durch den Zähler geströmten Gases ohne besondere messtechnische Erfassung des Gasdruckes.

Die gesetzlichen Regelungen in Deutschland schreiben vor, dass für die Ermittlung der relevanten Messgrößen grundsätzlich Eichpflicht besteht.

Berechnungsverfahren für die thermische Energie

Die Abrechnung von geliefertem Brenngas erfolgt auf der Grundlage der im Brenngas chemisch gebundenen thermischen Energie. Die thermische Energie von Gas ist diejenige Energie, die beim Verbrennen einer bestimmten Gasmenge frei wird. Sie wird in Kilowattstunden angegeben, die Bezugsbasis für die Abrechnung ist dabei der Normzustand. Dazu wird der für die Abrechnung relevante Brennwert des Gases bestimmt (Normzustand) und das gelieferte Gasvolumen (Betriebszustand) mit einem Gaszähler gemessen.

Das Verhältnis zwischen dem Gasvolumen im Betriebszustand (= Messgröße) und dem Gasvolumen im Normzustand (= Abrechnungsgröße) wird durch die Zustandszahl Z beschrieben. Sie ermöglicht die Berücksichtigung von individuellen Spezifikationen des Versorgungsnetzes und geographischer Gegebenheiten an der Messstelle beim Kunden. Damit kann die gelieferte thermische Energie für jeden Kunden individuell eindeutig und einheitlich bestimmt werden.

Berechnung

$$Q = V_n \cdot H_{s,n}$$

$$V_n = V_b \cdot Z$$

$$Z = \frac{T_n}{T} \cdot \frac{p_{eff} + p_{amb} - p \cdot p_s}{p_n} \cdot \frac{1}{K}$$

$$T = T_n + t$$

damit ergibt sich:

$$Q = V_b \cdot H_{s,n} \cdot \frac{T_n}{T_n + t} \cdot \frac{p_{eff} + p_{amb} - p \cdot p_s}{p_n} \cdot \frac{1}{K}$$

Annahmen dabei:

- (1) Für Erdgas gilt im Allgemeinen: $p \cdot p_s = 0$ (Partialdruck des Wasserdampfes)
- (2) Bei Effektivdruck im Gaszähler von 0,001 bar < p_e < 1,000 bar: $K = 1$
- (3) $p_{amb} = 1016 \text{ mbar} - (0,12 \cdot H \text{ [m]})$; dabei ist H die mittlere Höhe der Höhenzone

Näherungsverfahren zur Berechnung der thermischen Energie ($p_{eff} > 1,000 \text{ bar}$)

Wird ein Betriebsvolumen mit einem Effektivdruck des Gases am Messort von mehr als 1 bar gemessen, dann sind zur exakten Bestimmung der gelieferten Gasmenge im Normzustand Messgeräte zur Mengenumwertung einzusetzen. Diese Messgeräte werten unter Berücksichtigung der realen Zustände (Gastemperatur, Gasdruck, Gaszusammensetzung) das gemessene Betriebsvolumen in Normvolumen um. Die exakte Bestimmung der gelieferten Gasmenge im Normzustand ist in der G 486 „Realgasfaktoren und Kompressibilitätszahlen von Erdgasen“ ausführlich beschrieben. Dieses Verfahren ist sehr aufwändig.

Näherungsweise kann mit folgenden Annahmen hinreichend genau berechnet werden:

Annahmen dabei:

- (4) Bei Effektivdruck im Gaszähler von 1,000 bar < p_e < 5,000 bar: $K \approx 0,99$
- (5) Bei Effektivdruck im Gaszähler von 5,000 bar < p_e < 10,000 bar: $K \approx 0,98$
- (6) Bei Effektivdruck im Gaszähler von $p_e > 1,000 \text{ bar}$:

$$K = 1 - \frac{p_{eff} + p_{amb}}{450 \text{ bar}}$$

Die exakte Berechnung der gelieferten Gasmenge im Normzustand erfolgt unter Anwendung des Approximationsverfahrens „Standard-GERG-88-Virialgleichung zur Berechnung von Realgasfaktoren und Kompressibilitätszahlen“.

Legende

Formelzeichen & Beschreibung	Einheit
Q = Thermische Energie	(kWh)
V_n = Gasvolumen im Normzustand	(Nm³)
V_b = Gasvolumen im Betriebszustand	(Bm³)
$H_{s,n}$ = Brennwert im Normzustand (Mittelwert)	(kWh/Nm³)
Z = Zustandszahl	(-)
T = mittlere Gastemperatur = $T_n + t$	(K)
T_n = Normtemperatur = 273,15 K (entspr. 0° C)	(K)
t = mittlere Gastemperatur = 15° C (festgelegt nach G 685)	(° C)
p_n = Normluftdruck = 1013,25 hPa (= 1,01325 bar)	(bar)
p_{amb} = Jahresmittelwert des Luftdrucks (Höhenzone)	(bar)
p_{eff} = Effektivdruck des Gases am Messort	(bar)
p = Relative Feuchte des Wasserdampfes	(-)
p_s = temperaturabhängiger Sättigungsdruck des Wasserdampfes	(bar)
K = Kompressibilitätszahl	(-)