

# 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  $\text{m}^3$  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

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

$$V_n = V_b \cdot z$$

$$z = \frac{T_n}{T} \cdot \frac{p_{\text{eff}} + p_{\text{amb}} - \rho \cdot p_s}{p_n} \cdot \frac{1}{K}$$

$$T = T_n + t$$

damit ergibt sich:

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

Annahmen dabei:

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

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

## Temperaturabhängige Aufteilung

### Allgemein

Dieses Verfahren basiert auf dem weitgehend linearen Zusammenhang zwischen der Tagesmitteltemperatur und dem Verbrauch von Heizgaskunden in einem Netzgebiet. Um konstante Verbrauchsanteile (z. B. Kochgas, Warmwasserbereitung, Prozesswärme) bei der Mengenaufteilung zu berücksichtigen, erfolgt die Aufteilung mit einer modifizierten Gradtagzahl  $G_{tm}$ .

### Modifizierte Gradtagzahlen

Die Gradtagzahl  $G_t$  wird nach VDI-Richtlinie 2067/DIN 4108 T6 wie folgt aus der Tagesmitteltemperatur  $T_d$  bestimmt. Die Tagesmitteltemperatur  $T_d$  wird durch Bilden des Mittelwertes aller zur vollen Stunde gemessenen Lufttemperaturwerte von 0 bis einschließlich 23 Uhr UTC (Universal Time Coordinated) ermittelt.

$$T_d = \frac{1}{24} \sum_{i=0}^{23} T_i \quad (3)$$

Die Differenz der Tagesmitteltemperatur zu einer festgelegten mittleren Raumtemperatur von 20 °C ergibt die tägliche Gradtagzahl, sofern die Tagesmitteltemperatur weniger als 15 °C (Heizgrenztemperatur) beträgt:

$$G_t = \begin{cases} 0 & \text{für } T_d \geq 15 \text{ °C} \\ 20 - T_d / \text{°C} & \text{für } T_d < 15 \text{ °C} \end{cases} \quad (4)$$

Die Tagesmitteltemperaturen müssen durch eine Wetterstation ermittelt werden, welche die Anforderungen der WMO No. 8 („Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation“ der World Meteorological Organization (WMO), Seventh Edition 2008) erfüllt. Die modifizierte Gradtagzahl wird aus  $G_t$  für jeden Tag wie folgt berechnet:

$$G_{t,m} = G_t + 2 \quad (5)$$

Die temperaturabhängige Aufteilung wird nach Formel (2) wie folgt durchgeführt, dabei sind:

$Z_o$  Summe der modifizierten Gradtagzahlen  $G_{t,m}$  für die gesamte Abrechnungszeitspanne

$Z_i$  Summe der modifizierten Gradtagzahlen  $G_{t,m}$  für die Teilabrechnungszeitspanne

Andere Konstanten als 2 für die Berechnung von  $G_{t,m}$  sind zulässig, soweit der konkrete Nachweis der besseren Übereinstimmung mit den Gegebenheiten im Versorgungsgebiet erbracht werden kann.

### K-Zahl – Kompressibilitätszahl

Die Kompressibilitätszahl  $K$  ist der Quotient aus den Realgasfaktoren des Gases im Betriebszustand  $Z_{p,T}$  und im Normzustand  $Z_n$ . Sie berücksichtigt das von der Zustandsgleichung für ideale Gase abweichende Verhalten realer Gase.

### Korrekturfaktor $F_{\text{Korr}}$

Der Korrekturfaktor  $F_{\text{Korr}}$  ist das Verhältnis der im Mengenumwerter berechneten Kompressibilitätszahl zur wahren Kompressibilitätszahl. Der Korrekturfaktor berücksichtigt das tatsächliche Kompressibilitätsverhalten, das von den Berechnungsergebnissen des Mengenumwerter abweicht.

### K-Zahl-Korrektur

Die K-Zahl-Korrektur ist die nachträgliche Berechnung des Volumens im Normzustand aus dem Messergebnis des Mengenumwerter durch Multiplikation mit dem Korrekturfaktor.

Hinweis: Fall 2 gilt für Kunden < 5 bar, also für alle anderen, bei denen demnach keine K-Zahl-Prüfung und -Korrektur nötig ist.

Hier gilt immer  $K = 1$ . Falls der Ausdruck des K-Zahl-Korrekturfaktors formulartechnisch nicht zw. den Fall 2- & Fall 3-Kunden zu trennen ist, kann man den K-Zahl-Korrekturfaktor stets mit „1,0000“ ausweisen.

### Rundungsregeln

Zählerstände müssen mit drei Nachkommastellen erfasst und weiterverarbeitet werden, sofern sie vom Zähler ausgegeben werden.

### Mengenfortschritt Zähler

#### Anlagen ohne Mengenumwerter

Der Lieferant muss die im Abrechnungszeitraum gelieferte Energie, den Abrechnungsbrennwert und die Zustandszahl sowie den zugehörigen Fortschritt des Zählwerks für das Volumen im Betriebszustand angeben. Diesen Fortschritt errechnet der Lieferant, indem er die Energie durch den Abrechnungsbrennwert und die Zustandszahl dividiert. Der Letztverbraucher kann den Zählwerksfortschritt nachvollziehen, indem er die Zählwerkstände des Volumens im Betriebszustand zu Beginn und Ende des Abrechnungszeitraums abliest und die Differenz bildet.

### Anlagen mit Messung des Volumens im Normzustand mit ausgeschlossener K-Zahl-Korrektur nach Teil 6 „Gasabrechnung – Kompressibilitätszahl (K-Zahl)“

Der Lieferant muss die im Abrechnungszeitraum gelieferte Energie, den Abrechnungsbrennwert sowie den zugehörigen Fortschritt des Zählwerks für das Volumen im Normzustand angeben. Diesen Fortschritt errechnet der Lieferant, indem er die Energie durch den Abrechnungsbrennwert dividiert. Der Letztverbraucher kann den Zählwerksfortschritt durch Subtraktion der Zählerstände nachvollziehen.

### Anlagen mit Zustands-Mengenurwerter mit möglicher K-Zahl-Korrektur nach Teil 6 „Gasabrechnung – Kompressibilitätszahl (K-Zahl)“

Der Lieferant muss die im Abrechnungszeitraum gelieferte Energie, den Abrechnungsbrennwert, den tatsächlich angewendeten K-Zahl-Korrekturfaktor  $F_{\text{kor}}$  sowie den zugehörigen Fortschritt des Zählwerks für das Volumen im Normzustand angeben. Diesen Fortschritt errechnet der Lieferant, indem er die Energie durch den Abrechnungsbrennwert und den tatsächlich angewendeten K-Zahl-Korrekturfaktor dividiert. Der Letztverbraucher kann den Zählwerksfortschritt durch Subtraktion der Zählerstände nachvollziehen.

#### **Betriebszustand $V_b$ / Betriebskubikmeter**

Das Volumen im Betriebszustand  $V_b$  ist das vom Gaszähler gemessene Gasvolumen im Betriebszustand

Übliche Einheit: Kubikmeter ( $\text{m}^3$ )

#### **Normzustand $V_n$ / Normkubikmeter**

Das Volumen im Betriebszustand  $V_n$  ist das vom Gaszähler gemessene Gasvolumen im Betriebszustand

Übliche Einheit: Kubikmeter ( $\text{m}^3$ )

## Legende

| Formelzeichen & Beschreibung                                   | Einheit                  |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------|
| $Q$ = Thermische Energie                                       | kWh                      |
| $V_n$ = Gasvolumen im Normzustand                              | $\text{Nm}^3$            |
| $V_b$ = Gasvolumen im Betriebszustand                          | $\text{Bm}^3$            |
| $H_{s,n}$ = Brennwert im Normzustand (Mittelwert)              | $\text{kWh}/\text{Nm}^3$ |
| $z$ = 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                      |
| $p_{\text{amb}}$ = Jahresmittelwert des Luftdrucks (Höhenzone) | bar                      |
| $p_{\text{eff}}$ = Effektivdruck des Gases am Messort          | bar                      |
| $\rho$ = Relative Feuchte des Wasserdampfes                    | –                        |
| $p_s$ = temperaturabhängiger Sättigungsdruck des Wasserdampfes | bar                      |
| $K$ = Kompressibilitätszahl                                    | –                        |
| $F_{\text{kor}}$ = Korrekturfaktor                             | –                        |