

Messgeräte für Gas	Ausgabe: 11/2009	G 9
	Ersatz für: 01/1998	

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt im Einvernehmen mit den Eichaufsichtsbehörden.
Fachlaboratorium: 1.42 – Gasmessgeräte

Eichung und Inbetriebnahme von Mengenumwertern und Wirkdruckgaszählern mit Zustandserfassung

1 Vorbemerkung

Die Anforderungen an Mengenumwerter (MU) sind in der EO–AV und der EO7-4 festgelegt. In der MID (Anhang MI002 Teil II, Abschnitt 8) sind die Gesamtfehlergrenzen für Zustands-Mengenumwerter (im Folgenden ZMU genannt) festgelegt, die auch in der harmonisierten Norm DIN EN 12405-1 enthalten sind.

Die Anforderungen an Wirkdruckgaszähler sind der EO-AV und der EO7-2 zu entnehmen.

Die Messrichtigkeit von ZMU ist nur für trockenes Gas gegeben. Gas gilt hier als trocken, wenn der molare Anteil des Wasserdampfes im Gas die Anwendungsgrenze für die Umwerteverfahren AGA8-DC92 und S-Gerg 88 nicht überschreitet. Diese Grenze beträgt 0,015 %, was 120 mg je m³ im Normzustand oder einem Taupunkt bei Normaldruck von -38 °C entspricht.

Die Verfahren zur Berechnung von Realgasfaktoren und Kompressibilitätszahlen von Erdgasen sind in der MID nicht festgeschrieben.

Die in der ISO 12213 beschriebenen Verfahren AGA 8 DC92 und Standard GERG-88 (Teil 2 und 3, [2] und [3]) sind als Stand der Technik anzusehen und gelten in ihren jeweiligen Anwendungsgrenzen als Referenzverfahren.

Die Umsetzung dieser Verfahren wird im DVGW-Arbeitsblatt G 486^{*)} mit Beiblatt 1 und 2 [1] beschrieben. In diesem Arbeitsblatt sind der Geltungsbereich der Verfahren sowie die Anwendungsgrenzen der verschiedenen Typen von ZMU aufgeführt.

Außerdem sind die Möglichkeiten und Anforderungen bei Korrekturberechnungen umgewerteter Gasmengen im Falle betrieblicher Abweichungen der tatsächlich im Umwerter berücksichtigten Kompressibilitätszahl, zum Beispiel infolge Änderung der Gaszusammensetzung nach der Eichung angegeben.

2 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für eichpflichtige ZMU, die nach nationalem Recht oder MID-konform in Verkehr gebracht wurden, sowie sinngemäß für Brennwert-Mengenumwerter und Wirkdruckgaszähler mit Zustandserfassung (BMU-Z und WDG-Z). Sie dient der Parametrierung am Gebrauchsort, insbesondere für die richti-

ge Bestimmung der Kompressibilitätszahl K in Verbindung mit dem DVGW-Arbeitsblatt G 486.

Die Eichung eines Mengenumwerter ist entsprechend PTB-Prüfregeln Band 20 erst mit der amtlichen Betriebsprüfung am Gebrauchsort abgeschlossen. Hierbei wird sowohl der richtige Einbau des Zählers und des Mengenumwerter als auch die korrekte Zusammenschaltung, Parametrierung und Funktion der Messgeräte überprüft.

Bei ZMU mit CE-Kennzeichen und der zusätzlichen Metrologie-Kennzeichnung nach der MID wird durch eine Konformitätsbewertung sichergestellt, dass u. a. die Fehlergrenzen eingehalten werden. Der Hersteller bringt den ZMU mit einem Parametersatz in Verkehr, der nicht den Erfordernissen am Gebrauchsort entsprechen muss. Folglich muss die oben genannte Betriebsprüfung durch die Eichbehörde bzw. eine staatlich anerkannte Prüfstelle oder den Hersteller (nur falls dieser der Hersteller aller beteiligten Messgeräte ist) erfolgen.

2.1 Gerätearten

Die Zustands-Mengenumwerter werden für diese Richtlinie entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt G 486 in folgende Typen unterteilt:

ZMU I

Mechanische oder elektronische Umwerter, die mit $K = 1$ arbeiten,

ZMU II

Mechanische oder elektronische Umwerter, die K als Festwert mit $K < 1$ berücksichtigen,

ZMU III-1

Mechanische Umwerter, bei denen die vorab in Tabellenform als Funktion von Druck und Temperatur berechneten Kompressibilitätszahlen in einen druckabhängigen und einen temperaturabhängigen Anteil aufgeteilt und in die Messwerke einjustiert sind. Diese ZMU haben keine praktische Bedeutung mehr und werden deshalb nicht weiter betrachtet.

ZMU III-2

Elektronische Umwerter, die die Kompressibilitätszahl $K = f(p, T, x_{\text{gas}})$ $x_{\text{gas}} = \text{konst}$ durch Interpolation in einer abgespeicherten für eine Gaszusammensetzung gültigen zweidimensionalen Tabelle oder mit einer einfachen Rechengleichung mit an **eine** Gaszusammensetzung angepassten Koeffizienten ermitteln. Diese Umwerter können auch Tabellen oder Koeffizientensätze für **mehrere** Gaszusammensetzungen x_{gas} enthalten, von denen sich der Benutzer unter Benutzersicherung die gültige auswählt.

ZMU III-3

Elektronische Umwerter, bei denen die Kompressibilitätszahl $K = f(p, T, x_{\text{gas}})$ laufend aus dem Druck und aus der Temperatur unter Berücksichtigung von festen Gasdaten ($x_{\text{gas}} = \text{konst}$) berechnet wird, die unter Benutzersicherung einzugeben sind.

ZMU III-4

Elektronische Umwerter, bei denen alle Gasdaten für die Berechnung der Kompressibilitätszahl $K = f(p, T, x_{\text{gas}})$ durch Messaufnehmer oder Messgeräte erfasst werden. Wasserstoffgehalte bis 0,2 % können vernachlässigt, d.h. mit dem Ersatzwert 0% behandelt werden.

Werden ZMU in Gasnetzen betrieben, in die wasserstoffhaltige Gase eingespeist werden, können zum Zwecke der K -Zahl-Bestimmung nicht geeichte Geräte zur Messung der Wasserstoffkonzentration verwendet werden, sofern keine eichfähigen Geräte zur Verfügung stehen. Die Bedingungen dafür gehen sinngemäß aus dem DVGW-Arbeitsblatt G 486, Abschnitt 6.2 hervor.

Bei ZMU III-3 und ZMU III-4 wird die Kompressibilitätszahl entweder nach Standard-GERG-88, AGA 8 oder nach einer Näherungsgleichung aus den Gasdaten und den Zustandsgrößen berechnet.

2.2 Grenzwerte

Die Zustandsgrößenbereiche für ZMU der Typen I und II sind so zu wählen, dass die K -Zahl im gesamten p - T -Bereich eine Fehlergrenze von $F_k < 0,5\%$ nicht überschreitet. Kann der ZMU sowohl als Typ I, II oder III verwendet werden, so ist der Betrieb als Mengenumwerter der Typen I und II nur dann zulässig, wenn im gesamten p - T -Bereich eine Fehlergrenze von $F_k < 0,25\%$ eingehalten wird.

Die Anwendungsgrenzen für das Standard-GERG-88 und AGA8 Verfahren sind bezüglich der Zustandsgrößen p und T und für die Gasbeschaffenheit x_{gas} im DVGW-Arbeitsblatt G 486 festgelegt.¹

2.3 Näherungsverfahren

Rechenverfahren, wie das AGA-NX-19-mod einschließlich der Korrektur BR.KORR.3H für Erdgase mit hohem Brennwert können als zulässiges Näherungsverfahren verwendet werden, wenn es in der Bauartzulassung oder in der MID-Baumuster- bzw. Entwurfsprüfbescheinigung zugelassen wurde.

Die Anwendungsgrenzen (Zustandsgrößen p , T und die Gasbeschaffenheit x_{gas}) und die maximalen Abweichungen vom Referenzverfahren (AGA 8 DC92 / Standard-GERG 88) bzw. die bei der Eichung einzuhaltenden Fehlergrenzen für die Druck- und Temperaturmessung müssen aus der Bauartzulassung, der Baumusterprüfbescheinigung, der Entwurfsprüfbescheinigung oder aus den darin verbindlich gemachten Unterlagen hervorgehen.

2.4 Andere Gase

Für die Berechnung von Kompressibilitätszahlen für Gase, die nicht von der ISO 12231 erfasst werden, können Verfahren, die dem Stand der Technik entsprechen eingesetzt werden, sofern sie durch die PTB geprüft und zugelassen wurden.

Das Verfahren AGA8 kann auch außerhalb der im DVGW-Arbeitsblatt G486-B2 festgelegten Anwendungsgrenzen verwendet werden, wenn eine Vergleichsrechnung mit einem von der PTB freigegebenen Referenzverfahren eine ausreichende Genauigkeit (0,1 %) zeigt.

¹ Für Drücke $p_{\text{abs}} \leq 26$ bar sind beide Verfahren gleichwertig. Sofern das Gas die erforderlichen Kriterien für das Standard-GERG-88-Verfahren gemäß G 486 nicht einhält, ist für Drücke $p_{\text{abs}} > 26$ bar das Verfahren nach AGA8 DC92 anzuwenden.

In Anhang 1 sind Gaszusammensetzungen angegeben, für die diese Berechnung bereits durchgeführt wurde.

3 Eichtechnische Prüfung von ZMU

Ergänzend zu den u. a. in den PTB-Prüfregeln Band 20 "Elektronische Mengenumwerter für Gas" [5] festgelegten Prüfungen ist folgendes zu beachten.

Je nach Art der Durchführung der messtechnischen Prüfung sind in den PTB-Prüfregeln Band 20 oder den Unterlagen nach Abschnitt 2.3 abweichende Prüffehlergrenzen festgelegt. Die Fehlergrenze von 0,5 % wird bei der Inbetriebnahme und Nacheichung von Mengenumwertern nur angewendet, wenn die Umgebungsbedingungen gemäß MID, Anhang MI-002, Absatz 8 vorliegen (Umgebungstemperatur 17 °C-23 °C, rel. Umgebungsfeuchte 45 % - 75 %, Nennwert der Stromversorgung).

3.1 Überprüfung des Berechnungsverfahrens für K

Bei allen amtlichen Maßnahmen ist der Sollwert der Kompressibilitätszahl nach Standard-GERG-88 oder nach AGA 8 zu berechnen, je nachdem, welche Eingangsdaten zur Verfügung stehen und welches Verfahren im ZMU parametrierbar ist.

3.2 Überprüfung der Parametrierung

Die ZMU sind so zu parametrieren, dass ihr Basiszustand dem Normzustand nach DIN 1343 [6] entspricht ($p_N=1013,25$ mbar, $T_N=273,15$ K = 0 °C). Falls dies nicht möglich ist, sind die hierfür in der G 685 vorgesehenen Regelungen zu beachten. Alle elektronischen ZMU müssen so parametrierbar werden, dass sie bei Überschreitung der zulässigen Zustandgrößenbereiche (siehe 2.2) in Störung gehen.

Die Gasbeschaffenheit und deren Änderungen unter Benutzersicherung müssen in einem Datenbuch bzw. elektronischen Logbuch nachvollziehbar dokumentiert sein.

3.2.1 ZMU II

Bei diesen Umwertern muss die verwendete Kompressibilitätszahl nach Standard-GERG-88 oder AGA 8 berechnet sein, wobei mittlere Werte für die Zustandsgrößen und die Gaszusammensetzung zu verwenden sind.

3.2.2 ZMU III-1 und ZMU III-2

Bei diesen Umwertern müssen die Kompressibilitätszahlen bzw. Koeffizientensätze nach Standard-GERG-88 oder AGA 8 berechnet sein.

3.2.3 ZMU III-3 und ZMU III-4

Bei diesen Umwertern sind Gasdaten aus der Analyse eines mittleren Betriebsgases zu verwenden.

4 Eichtechnische Prüfung von BMU-Z und WDG-Z

Brennwert-Mengennumwerter und Wirkdruckgaszähler werden in Stufen geeicht. BMU-Z müssen die Kompressibilitätszahl nach Standard-GERG-88 oder AGA 8 berechnen. Die Rechner von WDG-Z müssen die Kompressibilitätszahl nach einem der in ISO 12213 festgelegten Verfahren berücksichtigen.

5 Übergangsvorschrift

Der p - T -Bereich bei ZMU der Typen I und II in Anlagen, die in Betrieb sind, darf abweichend von Abschnitt 3.2 bis 2012 so parametrisiert sein, dass die Regelungen für die Mengenabrechnung mit und ohne Korrekturverfahren nach G 486 Abschnitt 5 und 6 eingehalten werden.

Ein Korrekturverfahren kann aber weiterhin angewendet werden.

6 Literatur

[1] DVGW-Arbeitsblatt G 486

"Realgasfaktoren und Kompressibilitätszahlen von Erdgasen - Berechnung und Anwendung", Ausgabe August 1992, incl. 1. Beiblatt mit Anpassung an DIN 51857 / ISO 6976.

Arbeitsblatt G 486-B2

„2. Beiblatt zum DVGW-Arbeitsblatt G 486: Ergänzende Anforderungen zur Berechnung und Anwendung von Realgasfaktoren und Kompressibilitätszahlen von Erdgasen“

[2] DIN EN ISO 12213-2:2005 Erdgas- Berechnung von Realgasfaktoren – Teil 2: Berechnungen basierend auf einer molaren Gasanalyse als Eingangsgröße

[3] DIN EN ISO 12213-3:2005 Erdgas – Berechnung von Realgasfaktoren – Teil 3: Berechnungen basierend auf physikalischen Stoffeigenschaften als Eingangsgrößen

[4] DIN EN 12405-1 Gaszähler – Umwerter – Teil 1: Volumenumwerter

[5] PTB-Prüfregeln Band 20

„Elektronische Mengennumwerter für Gas“, Ausgabe 1993

[6] DIN 1343 Referenzzustand – Normzustand – Normvolumen; Begriffe und Werte

*) DVGW-Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

Anhang 1: Zusätzliche Anwendungsgebiete für AGA8-DC92:

Für folgenden Fälle ist die Anwendbarkeit des Verfahrens AGA8-DC92 durch eine Vergleichsrechnung an der PTB nachgewiesen worden:

1) Für den Druckbereich bis 21 bar Absolutdruck:

Einem methanreichen Gas (mindestens 95 % Methan, höchstens 4 % CO₂, andere Komponenten nach G260) wird Propan und / oder Butan zugemischt, und für das Mischgas gilt:

- der Propananteil beträgt höchstens 10 %
- der Anteil an iso-Butan beträgt höchstens 2 %
- die Summe der Anteile von n-Butan und iso-Butan beträgt höchstens 3%.

2) Für den Druckbereich bis 42 bar Absolutdruck:

- Einem methanreichen Gas (mindestens 95 % Methan, höchstens 4 % CO₂, andere Komponenten nach G260) wird Luft zugemischt
- Einem methanreichen Gas (mindestens 95 % Methan, höchstens 4 % CO₂, andere Komponenten nach G260) wird Propan und / oder Butan zugemischt, die Temperatur bei der Volumenmessung beträgt mindestens +7 °C, und für das Mischgas gilt:
 - der Propananteil beträgt höchstens 10 %
 - der Anteil an iso-Butan beträgt höchstens 0,5 %
 - die Summe der Anteile von n-Butan und iso-Butan beträgt höchstens 1,5%.