

Messgeräte für Gas	Ausgabe: 12/23	G 9
	Ersatz für: 11/09	

<https://doi.org/10.7795/510.20231204>

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
Arbeitsgruppe 1.42 – „Gasmessgeräte“

Inbetriebnahme und Verwendung von Mengenumwertern für Gas

Inhaltsübersicht

1	Vorbemerkung / Anwendungsbereich	5
2	Abkürzungen und Symbole	5
3	Vorschriften, Technische Regeln	7
3.1	EU-Richtlinien	7
3.2	Nationale Gesetze und Verordnungen	7
3.3	Technische Regeln und Spezifikationen	7
4	Begriffsbestimmungen	9
5	K-Zahl Berechnung	10
5.1	K-Zahl zur Volumenermittlung.....	10
5.1.1	Flüssiggas.....	10
5.1.2	Andere Brenngase nach DVGW-G 260.....	10
5.1.3	Sonstige Gase	10
5.2	K-Zahl zur Energieermittlung	10
6	Montage und Anschluss des Mengenumwerters	11
6.1	Auswahl des Mengenumwerters	11
6.2	Parametrierung des Mengenumwerters	11
6.3	Anforderungen an die Temperaturtasche.....	11
6.3.1	Position der Temperaturtasche	12

6.3.2	Tiefe der Temperatertasche	12
6.3.3	Kontrollmessung	13
6.3.4	Umgebungsbedingungen für die Temperaturmessung	13
6.3.5	Temperatertaschen in Bestandsanlagen	14
6.4	Temperatursensor	14
6.5	Druckaufnehmer	14
6.5.1	Druckleitung	14
6.5.2	Vibrationen	14
6.5.3	Prüfanschluss	14
6.5.4	Überdruckmessumformer	14
6.6	Sicherungsmaßnahmen	15
6.6.1	Sicherungszeichen nach MessEV	15
6.6.2	Sicherungszeichen nach dieser Technischen Regel	15
7	Betriebsprüfung	16
7.1	Kompetenznachweis	16
7.2	Prüfmittel	16
7.2.1	Allgemeine Anforderungen	16
7.2.2	Prüfmittel für die Druckmessung	17
7.2.3	Prüfmittel für die Temperaturmessung	17
7.2.4	Rechenprogramm	18
7.2.5	Prüfhilfsmittel	18
7.3	Prüfung der formalen Anforderungen	18
7.4	Messtechnische Prüfung bei Betriebsbedingungen	18
7.4.1	Voraussetzungen zur Prüfung	18
7.4.2	Impulskontrolle	19
7.4.3	Richtigkeitsprüfung	19
7.4.4	Verkehrsfehlergrenzen bei der Betriebsprüfung	20
7.4.5	Bewertung auf Einhaltung der Verkehrsfehlergrenzen	20
7.4.6	Dokumentation	20
8	Ereignisse und Maßnahmen während der Verwendung	21
8.1	Tausch von messtechnischen Komponenten des Mengenumwerters	21
8.2	Zusammenschaltung mit anderen Messgeräten	21
8.3	Konsistenzprüfung	21
8.4	Änderung des K-Zahl-Berechnungsverfahrens	21
8.5	Änderung der Gasbeschaffenheitsdaten	21
9	Dokumentationspflicht für den Verwender	22
9.1	Allgemeine Dokumentationspflichten	22
9.2	Dokumentationspflichten zu der Betriebsprüfung	22

9.3	Nachweise entsprechend dieser Richtlinie	22
10	Datensätze zur Validierung nach 7.2.4	23
10.1	Eingangsgrößen zur Berechnung.....	23
10.2	Berechnungsergebnisse mit AGA8-92DC	24
10.3	Berechnungsergebnisse mit SGERG-88	25
10.4	Berechnungsergebnisse mit SGERG-mod-H2	26
11	Übergangsvorschriften.....	27
12	Änderungen gegenüber der Version von November 2009.....	27



Diese Veröffentlichung steht unter der Lizenz CC BY-ND 3.0 DE

"Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 3.0 Deutschland",
siehe <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/legalcode>.

Diese Lizenz erlaubt die Weiterverbreitung - auch kommerziell -, solange dies ohne
Veränderungen und vollständig mit Quellenangabe und derselben CC-Lizenz geschieht.
Eine Kurzübersicht der Lizenzbedeutung ist zu erreichen über
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de>

Zitiervorschlag für die Quellenangabe:

Technische Richtlinien. Messgeräte für Gas. G 9 „Inbetriebnahme und Verwendung von
Mengenurwertern für Gas“ (12/2023).

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin.

<https://doi.org/10.7795/510.20231204>

1 Vorbemerkung / Anwendungsbereich

Einige Gasmessanlagen bestehen aus verschiedenen mechanischen und elektronischen Einrichtungen, die vorschriftsmäßig in Betrieb genommen und verwendet werden müssen, um sicherzustellen, dass sie während des Betriebs ihren Auslegungsspezifikationen entsprechen. Die Verifizierung ist den nationalen Anforderungen und/oder dem Installations-, Betriebs- und Wartungshandbuch des Herstellers entsprechend vorzunehmen.

Diese Richtlinie führt die „PTB-Prüfregeln Band 20“ und die bisherige TR-G 9 zusammen. Sie behandelt Anforderungen an die Inbetriebnahme und die Verwendung von Teilgeräten nach der MID und von Zusatzeinrichtungen nach MessEG/MessEV, die vom Regelermittlungsausschuss unter den folgenden Nummern geführt werden:

- 5.31 TG: EU-Gasmengenumwerter
- 5.32 ZE: Temperatur- und Zustands-Mengenumwerter
- 5.34 ZE: getrennt und integriert angeordnete Zusatzeinrichtungen für Gaszähler oder Mengenumwerter
- 5.36 ZE: Brennwert-Mengenumwerter
- 5.38 ZE: Mengenumwerter nach EO 7-4 (Fassung vom 11.02.2007)

Außerdem gilt dieses Dokument sinngemäß, soweit anwendbar für:

- 5.33 ZE: Dichte-Mengenumwerter.

2 Abkürzungen und Symbole

AGA-8	Zustandsgleichung nach DIN EN ISO 12213-2
d_n	Relative Dichte = Quotient aus der Dichte des Gases im Normzustand und der Dichte von Luft im Normzustand, die 1,292 923 kg/m ³ beträgt
DAM	Deutsche Akademie für Metrologie
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DKD	Deutscher Kalibrierdienst
DN	Nenndurchmesser des Rohres, in Baumusterprüfbescheinigungen evtl. als D bezeichnet
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
e_{verkehr}	Verkehrsfehlergrenze
f_{MU}	Messabweichung MAW des Mengenumwerter (relativ)
GM-AR	Gesetzliches Messwesen – Allgemeine Regelungen
GM-P	Gesetzliches Messwesen – Prüfanweisung
$H_{s,n}$	Brennwert bezogen auf den Normzustand
k	Erweiterungsfaktor bei Messunsicherheitsangabe

K	Kompressibilitätszahl
K-Zahl	Kompressibilitätszahl
MAW	Messabweichung
MKV	Mittleres Kompressionsverhalten
MU	Mengenumwerter
n/a	nicht anwendbar
p_{abs}	Druck
p_{amb}	Luftdruck
p_{eff}	Effektiver Überdruck
p_{m}	Messdruck
p_{n}	Druck des Normzustandes ($p_{\text{n}} = 101\,325\text{ Pa}$)
p_{r}	Referenzdruck
PGC	Prozessgaschromatograph
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Q_{max}	Maximaler Durchfluss, für den der Zähler ausgelegt und für den die Einhaltung der Fehlergrenzen bestätigt ist
Q_{min}	Minimaler Durchfluss, für den der Zähler ausgelegt und für den die Einhaltung der Fehlergrenzen bestätigt ist
REA	Regelermittlungsausschuss
SGERG-88	Zustandsgleichung nach DIN EN ISO 12213-3
SGERG-mod-H2	für Wasserstoff modifizierte Zustandsgleichung nach DIN EN ISO 12213-3, s. Technischer Bericht PK 1-5-3
t_{eff}	Gastemperatur
T_{n}	Temperatur des Normzustandes ($T_{\text{n}} = 273,15\text{ K}$)
TG	Teilgerät
U	erweiterte Messunsicherheit ($k=2$)
V_{b}	Volumen im Betriebszustand
VFG	Verkehrsfehlergrenze
V_{n}	Volumen im Normzustand
x	Stoffmengenanteil
Z	Realgasfaktor
ZE	Zusatzeinrichtung
z	Zustandszahl

3 Vorschriften, Technische Regeln

3.1 EU-Richtlinien

MID Richtlinie 2014/32/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt (Neufassung). ABl. L 96, S. 149

3.2 Nationale Gesetze und Verordnungen

MessEG Mess- und Eichgesetz vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2722, 2723) in der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments geltenden Fassung

MessEV Mess- und Eichverordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010, 2011) in der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments geltenden Fassung

3.3 Technische Regeln und Spezifikationen

DIN EN 12405-1	DIN EN 12405-1:2022-02, Gaszähler - Umwerter - Teil 1: Volumenumwertung; Deutsche Fassung EN 12405-1:2021
DIN EN 12405-2	DIN EN 12405-2:2012-10, Gaszähler - Umwerter - Teil 2: Energieumwertung; Deutsche Fassung EN 12405-2:2012
DIN EN ISO 12213-1: 2010-01	Erdgas – Berechnung von Realgasfaktoren – Teil 1: Einführung und Leitfaden (ISO 12213-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 12213-1:2009
DIN EN ISO 12213-2: 2010-01	Erdgas – Berechnung von Realgasfaktoren – Teil 2: Berechnungen basierend auf einer molaren Gasanalyse als Eingangsgröße (ISO 12213-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 12213-2:2009
DIN EN ISO 12213-3: 2010-01	Erdgas – Berechnung von Realgasfaktoren – Teil 3: Berechnungen basierend auf physikalischen Stoffeigenschaften als Eingangsgrößen (ISO 12213-3:2006); Deutsche Fassung EN ISO 12213-3:2009
DKD-R 5-1	Richtlinie DKD-R 5-1, Kalibrierung von Widerstandsthermometern, Ausgabe 09/2018, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. https://doi.org/10.7795/550.20180828AC
DKD-R 6-1	Richtlinie DKD-R 6-1 Kalibrierung von Druckmessgeräten, Ausgabe 03/2014, Revision 3, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. https://doi.org/10.7795/550.20201221
DVGW G 260	DVGW Arbeitsblatt G 260:2021-09, Gasbeschaffenheit
DVGW G 685-1	DVGW Arbeitsblatt G 685-1:2020-08, Gasabrechnung – Grundlagen der Energieermittlung
DVGW G 685-4	DVGW Arbeitsblatt G 685-4:2020-08, Gasabrechnung – Zählerstandbasierte Energieermittlung (ZBE)

DVGW G 685-5	DVGW Arbeitsblatt G 685-5:2020-08, Gasabrechnung – Lastgangbasierte Energieermittlung (LBE)
DVGW G 685-6	DVGW Arbeitsblatt G 685-6:2022-08 Gasabrechnung – Kompressibilitätszahl (K-Zahl)
GM-AR	Gesetzliches Messwesen – Allgemeine Regelungen Verwaltungsvorschrift GM-AR vom 20.03.2018 Gesetzliches Messwesen - Allgemeine Regelungen (GM-AR)
GUM	BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement. Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 100:2008. URL: https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_100_2008_E.pdf/cb=ef43f-baa5-11cf-3f85-4dcd86f77bd6
PTB-Prüfregeln Band 20	Elektronische Mengenumwerter für Gas (1993) https://doi.org/10.7795/510.20200811D Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Elektronische Mengenumwerter für Gas [online]. 1. Auflage 1993. Bearbeitet von Willi Feuerbach, Horst Hauser, Bernhardt Jarosch, Reiner Joest, Harald Krebs, Gert Krüger, Wolfgang Märkl und Werner Müller. Braunschweig, © 1993, digitalisiert 2020. PTB-Prüfregeln, Band 20. ISSN 0341-7964. Verfügbar unter: https://doi.org/10.7795/510.20200811D
Technischer Bericht PK 1-5-3	Berechnung von Realgasfaktoren und K-Zahlen mit der modifizierten SGERG-Gleichung SGERG-mod-H2, Technischer Bericht PK 1-5-3, Autoren: Dr. Peter Schley et al., Hrsg.: DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. – Technisch-wissenschaftlicher Verein – Bonn, 12. November 2021 (korrigiert am 19. Mai 2022) dvgw-pk-1-5-3-forschungsbericht-sgerg88-mod-h2.pdf
TR-G 13	Physikalisch Technische Bundesanstalt. Technische Richtlinien. Messgeräte für Gas. G 13 „Einbau und Betrieb von Turbinenradgaszählern“. Ausgabe 03/05 https://doi.org/10.7795/510.20150810F
TR-G 15	Technische Richtlinien. Messgeräte für Gas. G 15 „Gasabrechnung – Flüssiggas“ (02/2023). Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. https://doi.org/10.7795/510.20221017A
EO 7-4 Teil 2	Anlage 7 Abschnitt 4 Teil 2 der Eichordnung in der am 31.12.2014 geltenden Fassung

4 Begriffsbestimmungen

Diese Technische Regel verwendet die Bezeichnungen nach DVGW G 685-1 und DVGW G 685-6, die in Deutschland üblich sind und sich von den Bezeichnungen nach DIN EN 12405-1 „Gaszähler-Umwerter“ unterscheiden.

Insbesondere werden V_b für das Volumen im Betriebszustand und V_n für das Volumen im Normzustand verwendet, während die DIN EN 12405-1 V_m (für „measurement conditions“) und V_b (für „base conditions“) verwendet.

Benutzersicherung

Die vom Verwender dokumentierten Sicherungszeichen nach Abschnitt 6.6.2.

Mess- und eichrechtsrelevante Maßnahmen

Mess- und eichrechtsrelevante Maßnahmen sind:

- Betriebsprüfung,
- Eichung,
- Befundprüfung,
- Software-Update,
- Änderung des K-Zahl-Verfahrens und
- Änderung der Uhrzeit.

Betriebsprüfung

Um die Vorgaben nach § 31 Abs. 2 Nr. 1 MessEG zu erfüllen, ist eine Bewertung des Gesamtsystems am Gebrauchsort unter den dort herrschenden Bedingungen durchzuführen. Die Betriebsprüfung wird bei der ersten Inbetriebnahme und bei jedem (weiteren/erneuten) Zusammenschluss des Mengenumwerters mit einem Gaszähler oder ggf. weiteren Messgeräten nach Abschnitt 7 durchgeführt. Die Bewertung wird in dieser Technischen Regel als Betriebsprüfung bezeichnet.

Die Betriebsprüfung besteht aus

- der Prüfung der formalen Anforderungen,
- der messtechnischen Prüfung und
- der Bewertung der Prüfergebnisse.

MKV-Parameter

Die MKV-Parameter sind in DVGW G 685-6 angegeben.

Verwender

Der Verwender ist diejenige natürliche oder juristische Person, die das Messgerät zur Bestimmung von Messwerten im amtlichen oder geschäftlichen Verkehr betreibt oder bereithält.

5 K-Zahl Berechnung

Bei den Anforderungen zur Berechnung der Kompressibilitätszahl (K-Zahl) wird zwischen der Volumen- und Energieermittlung unterschieden.

5.1 K-Zahl zur Volumenermittlung

Der Zahlenwert der K-Zahl zur Volumenermittlung hängt von der Gaszusammensetzung ab und ist entsprechend den in den nachstehenden Abschnitten aufgeführten Vorgaben zu ermitteln.

5.1.1 Flüssiggas

Die Ermittlung der K-Zahl für Flüssiggas erfolgt entsprechend TR-G 15.

5.1.2 Andere Brenngase nach DVGW-G 260

Die Ermittlung der K-Zahl für diese Brenngase erfolgt entsprechend DVGW G 685-6.

5.1.3 Sonstige Gase

Für die Berechnung von Kompressibilitätszahlen für alle anderen Gase, die nicht unter Abschnitt 5.1.1 und 5.1.2 genannt wurden, können Verfahren, die dem Stand der Technik entsprechen eingesetzt werden, sofern sie durch die PTB geprüft und freigegeben worden sind.

5.2 K-Zahl zur Energieermittlung

Gemäß DVGW G 685-6 müssen Brennwert-Mengenumwerter, die mit einem Gaschromatographen zusammenschaltet sind, das Verfahren AGA8-92 DC verwenden.

Wenn das angeschlossene Messgerät zur Ermittlung des Brennwertes oder der Gaszusammensetzung den Anteil des Wasserstoffes nicht ermittelt, dann können Wasserstoffanteile bis 0,2 % bei der K-Zahl-Berechnung vernachlässigt, d. h. mit dem Ersatzwert 0 %, behandelt werden.

Für Brennwert-Mengenumwerter, die nicht mit einem Gaschromatographen zusammenschaltet sind, gilt das Verfahren zur Kontrolle und ggf. Korrektur der K-Zahl nach DVGW G 685-6, wobei zu beachten ist, dass eine Korrektur von V_n auch eine entsprechende Korrektur der Energie erfordert.

6 Montage und Anschluss des Mengenumwerters

Ein Zusammenschluss des Mengenumwerters mit einem Gaszähler und ggf. anderen Messgeräten darf nur vorgenommen werden, wenn alle mess- und eichrechtlichen Vorschriften und Voraussetzungen eingehalten werden. Dies betrifft sowohl den Aufbau der Messanlage (u. a. Ein- und Auslaufstrecken, gefahrloser Zugang, Temperaturverhältnisse), als auch den verwendeten Zähler (u. a. Durchflussbereich, Verwendungszweck).

6.1 Auswahl des Mengenumwerters

Die Auswahl des Mengenumwerters muss gemäß den Umgebungs- und Messbedingungen von Druck und Temperatur sowie gemäß den Umgebungsklassen, K-Zahl-Berechnungsverfahren (ggf. unter Beachtung des Kohlenwasserstoffkriteriums) usw. erfolgen.

6.2 Parametrierung des Mengenumwerters

Der Hersteller bringt den Mengenumwerter mit einem Parametersatz in Verkehr, der eventuell nicht den Erfordernissen am Gebrauchsort entspricht. Vor der Verwendung müssen die Parameter an die vor Ort vorliegenden Bedingungen angepasst werden. Auch wenn sich diese Bedingungen ändern, können Anpassungen dieser Parameter erforderlich sein. Falls zur Parameteränderung eine Verletzung eines Sicherheitszeichens erforderlich ist, gilt Abschnitt 6.6.

Es ist sicherzustellen, dass die im Display vorgesehene Anzahl von Ziffern für das umgewertete und nicht umgewertete Volumen ausreichend ist. Zu diesem Zweck ist der Volumenfortschritt für V_b bei 8 000 Zählerbetriebsstunden mit dem Durchfluss Q_{max} zu berechnen. Außerdem ist der Volumenfortschritt für V_n , der sich aus diesem Fortschritt für V_b bei der höchsten wahrscheinlichen Zustandszahl ergibt, zu berechnen. Beide Volumenfortschritte dürfen nicht dazu führen, dass der im Display angezeigte Zählwerkstand auf den Ausgangswert zurückspringt.

Bei der Nutzung von Einrichtungen zur Korrektur der Fehlerkurve des Gaszählers ist der Punkt 4.4 der Norm DIN EN 12405-1 zu beachten, insbesondere gilt:

Die Korrektur kann nur vorgenommen werden, wenn der Gaszähler bei Q_{min} mindestens 10 Impulse je Sekunde erzeugt. Unterhalb von Q_{min} ist keine Korrektur zulässig; oberhalb von Q_{max} muss der Korrekturfaktor den Wert beibehalten, den er bei Q_{max} besitzt.

6.3 Anforderungen an die Temperaturtasche

Der Temperaturaufnehmer des Mengenumwerters ist in die hierfür vorgesehene Temperaturtasche des Gaszählers einzubauen. Ist keine geeignete Temperaturtasche vorhanden, ist sie in der Gasmessstrecke zu installieren. Die Tasche muss der Bedienungs-/Montageanleitung und ggf. der Baumusterprüfbescheinigung des Gaszählers entsprechen. Werden in diesen Dokumenten keine Vorgaben getroffen, gelten die in den nachstehenden Abschnitten aufgeführten Anforderungen.

6.3.1 Position der Temperaturtasche

Die Position der Temperaturtasche ist abhängig vom eingesetzten Gaszähler.

Tabelle 1: Position der Temperaturtasche

Zählerart	Abstand vom Flansch des Gaszählers	Position der Tasche
Turbinenradgaszähler	1 DN bis 3 DN	Ausgangsseitig
Ultraschallgaszähler	1 DN bis 3 DN	Ausgangsseitig
Wirbelgaszähler	1 DN bis 3 DN	Ausgangsseitig
Balgengaszähler	max. 3 DN	Ausgangsseitig
Drehkolbengaszähler	max. 2 DN	Eingangsseitig

Hinweis: DN=Nominaldurchmesser des Rohres, in Baumusterprüfbescheinigungen ggf. als D bezeichnet

Folgende Ausnahmen sind zu beachten:

- Sofern der Hersteller eines Turbinenradgaszählers keine Angaben zum Einbau von Temperaturtaschen macht, sind die Regelungen aus der TR-G 13 anzuwenden.
- Unabhängig vom Nominaldurchmesser darf die Temperaturtasche nicht weiter als 600 mm vom Zählerausgang entfernt sein.

6.3.2 Tiefe der Temperaturtasche

Der Einbau der Tasche muss so erfolgen, dass sich der Temperaturfühler etwa in der Mitte der Rohrleitung befindet.

Bei Rohrnennweiten < DN100 ist die Temperaturtasche sehr kurz. Deshalb sind Wärmeisolierungen erforderlich, die den Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Messergebnis gering halten. Die Wärmeisolierungen müssen an der Außenwand des Rohres in der Umgebung der Installationsposition der Temperaturtasche angebracht werden. Außerdem sind ggf. aus dem Gasrohr hervorragende Teile der Temperaturtasche abzuisolieren. Alternativ oder im Idealfall zusätzlich kann die Länge der Temperaturtasche durch einen schrägen Einbau vergrößert werden (siehe nachstehende Abbildung 1).

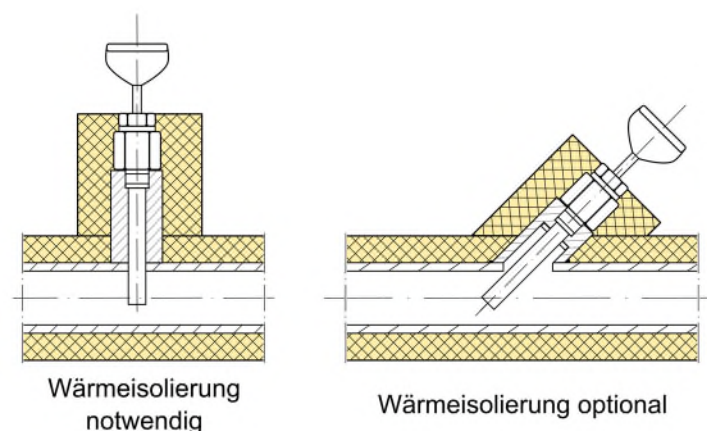


Abbildung 1: Wärmeisolierung (links) und schräger Einbau zur Verlängerung der Temperaturtasche (rechts) bei kleinem Rohrdurchmesser

Bei Rohrnennweiten > DN300 ist eine Eintauchtiefe von 150 mm ausreichend.

Abweichend hierzu ist bei Rohrnennweiten > DN200 eine Eintauchtiefe von 100 mm ausreichend, wenn

- an der Außenwand des Rohres in der Umgebung der Installationsposition der Tauchtasche eine Isolierschicht angebracht worden ist und
- ggf. ein Analog-Digital-Wandler, der sich unmittelbar an der Temperaturmessstelle befindet, durch diese Isolierschicht eingehaust ist.

Beachte: Bei zu kurzer Tauchtasche oder bei nicht bis zu ihrem Boden eingeschobenem Fühler kann die Umgebungstemperatur über den Fühlermantel oder die Tauchtasche die Temperaturmessung beeinflussen. Ein mangelhafter Wärmeübergang zwischen Tasche und Fühler kann insbesondere bei intermittierendem Betrieb oder hinter einer Vorwärmung zu erheblichen Messfehlern führen.

6.3.3 Kontrollmessung

In unmittelbarer Nähe vom Temperaturfühler des Mengenumwerters muss eine zusätzliche Tauchtasche vorhanden sein. Sie muss Abschnitt 6.3.2 entsprechen und in Längsrichtung der Strömung um mindestens 10° versetzt sein. Empfohlen werden mindestens 30° , siehe nebenstehende Abbildung 2.

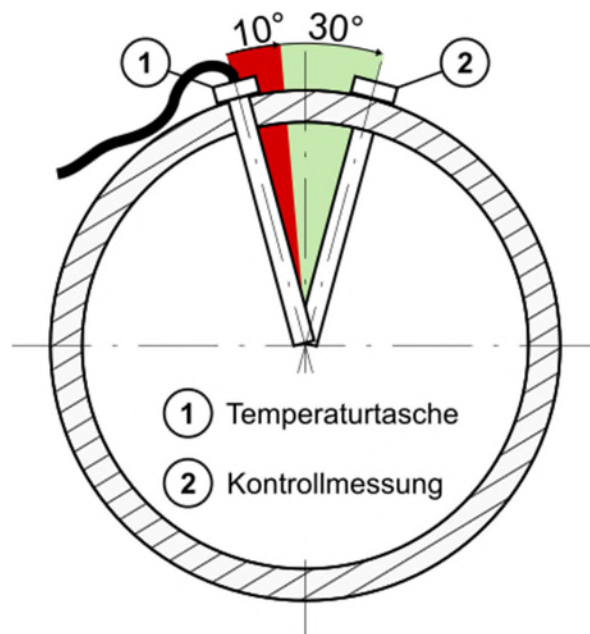


Abbildung 2: Kontrollmessung

6.3.4 Umgebungsbedingungen für die Temperaturmessung

Um sicherzustellen, dass die in der Temperaturtasche gemessene Temperatur gleich der des durch den Zähler strömenden Gases ist, kann eine Wärmedämmung des äußeren Teils der Temperaturtasche und der Rohrleitung über eine angemessene Länge vor und hinter dem Zähler erforderlich sein.

Dies ist der Fall, wenn der zu erwartende Temperaturunterschied zwischen Gas und Rohrwand in der betreffenden Messanlage dazu führt, dass die VFG nicht eingehalten werden. Mögliche Einflussfaktoren sind z. B.:

- Umgebungstemperatur,
- Sonneneinstrahlung,
- Wärmeabstrahlung (z. B. in der Nacht).

6.3.5 Temperaturtaschen in Bestandsanlagen

Ist bereits eine externe Temperaturtasche in Verwendung, darf diese auch nach dem Wechsel des Zählers (von einem Zähler ohne interne Temperaturtasche zu einem Zähler mit interner Temperaturtasche) weiterhin verwendet werden.

6.4 Temperatursensor

Falls der Wärmeübergang zwischen der Innenwand der Tauchtasche und dem Temperaturfühler nicht durch direkten Metallkontakt erfolgt, ist er über ein Medium wie Öl oder Wärmeleitpaste sicherzustellen. Dessen Füllstand darf bei eingebautem Temperaturfühler nicht wesentlich höher als die temperaturempfindliche Länge des Temperaturfühlers sein, um einen Wärmeübergang von der Umgebung zu vermeiden.

6.5 Druckaufnehmer

Der Messwertaufnehmer für den Gasdruck ist an der hierfür maßgebenden Stelle des Gaszählers (p_r/p_m -Stutzen) anzuschließen. Bei Gaszählern ohne p_r/p_m -Stutzen wird der Druckaufnehmer an der Eingangsseite des Zählers angeschlossen.

6.5.1 Druckleitung

Die Druckleitung muss so kurz wie möglich sein und darf dabei eine Länge von 2 m nur mit Zustimmung der zuständigen Eichbehörde übersteigen. Sie ist in Richtung des Druckaufnehmers durchgehend steigend zu verlegen. Sollten diese Anforderungen eine ungünstige Position der Druckmessung bewirken, so wird empfohlen, dort einen externen Druckaufnehmer zu installieren.

6.5.2 Vibrationen

Die Montage des Mengenumwerters oder externen Druckaufnehmers auf einer erheblich vibrierenden Gasleitung ist nur zulässig, wenn der Mengenumwerter oder Druckaufnehmer für mechanische Umgebungsbedingungen der Klasse M2 (siehe Anlage 2 der MessEV) zugelassen ist.

6.5.3 Prüfanschluss

Im Messsystem muss es möglich sein, einen weiteren Druckaufnehmer kurzzeitig zu Prüfzwecken anzuschließen. Diese Forderung kann durch einen Dreiwegehahn in der Druckleitung erfüllt werden.

6.5.4 Überdruckmessumformer

Um Messabweichungen auf Grund des schwankenden Luftdrucks zu vermeiden, sind Absolutdruck-Messumformer einzusetzen. Hiervon abweichend darf ein Überdruck-Messumformer eingesetzt werden, wenn der minimale absolute Betriebsdruck größer oder gleich 21 bar ist und der mittlere Umgebungsdruck entsprechend der geodätischen Höhe bestimmt wird.

6.6 Sicherungsmaßnahmen

Für die bestimmungsgemäße Verwendung von Mengenumwertern müssen diese gesichert werden. Erforderlich sind hierfür Sicherungszeichen

- nach MessEV (Sicherungszeichen des Herstellers, der Eichbehörden, der staatlich anerkannten Prüfstellen oder der Instandsetzer),
- nach dieser Technischen Richtlinie (Benutzersicherungen).

Sicherungszeichen, die als Klebmarke ausgeführt sind, müssen so beschaffen sein, dass sie nicht zerstörungsfrei abgelöst werden können.

6.6.1 Sicherungszeichen nach MessEV

Mit den Sicherungszeichen nach MessEV wird die Unversehrtheit des Mengenumwertern sichergestellt. Die Eichfrist endet vorzeitig, wenn diese Sicherungszeichen unkenntlich, entwertet oder vom Messgerät entfernt sind. Ausnahmen hiervon sind in § 37 Abs. 2 Nr. 4 MessEG definiert.

Anzahl, Ausführung (Klebmarke, Drahtplombe etc.) und Position dieser Sicherungszeichen sind den technischen Unterlagen zu entnehmen.

6.6.2 Sicherungszeichen nach dieser Technischen Regel

Wer einen Mengenumwerter mit anderen Geräten zusammengeschaltet verwendet, hat sicherzustellen, dass die wesentlichen Anforderungen gemäß MessEV während der gesamten Zeit, in der das Messgerät nach § 31 MessEG verwendet wird, erfüllt sind. Um diese einzuhalten, muss der Verwender sicherstellen, dass an folgenden Stellen Benutzersicherungen (Ausführung als Klebmarke, Drahtplombe etc.) angebracht sind:

- Verbindung des Druckaufnehmers mit der Gasleitung oder mit dem p_r/p_m -Stutzen des Gaszählers,
- Verbindung des Temperaturlaufnehmers mit der Tauchtasche,
- Fixierung des Drei-Wege-Hahns, um sicherzustellen, dass mit dem Druckaufnehmer tatsächlich der Gasdruck bei der Gasmessung gemessen wird,
- Verbindung zu weiteren Geräten, die dem gesetzlichen Messwesen unterliegen (Gaszähler, Encoder, Impulsgeber, ggf. PGC, ggf. externes Belastungs-Registriergerät, ggf. externe Signiereinheit).

Bei den zur Energiebegrenzung gegebenenfalls vorhandenen galvanischen Trennungen der o. g. Verbindungen ist zum Schutz vor und ggf. Nachweis von Eingriffen eine geeignete Benutzersicherung anzubringen.

7 Betriebsprüfung

Die Betriebsprüfung hat zu erfolgen, wenn der Verwender einen Mengenumwerter nach einem Zusammenschluss mit einem Gaszähler oder ggf. weiteren Messgeräten in Betrieb nimmt, in Betrieb nehmen lässt oder nach erfolgter Lösung des Zusammenschlusses (z. B. bei einer Eichung oder beim Tausch von Komponenten) wieder in den Betriebszustand versetzt.

7.1 Kompetenznachweis

Wer Betriebsprüfungen durchführt, muss über die folgenden Kompetenzen verfügen:

- mindestens eine bestandene Fach- und Berufsausbildung in einem technischen Bereich, die für die Betriebsprüfung qualifiziert,
- ausreichende Kenntnisse der Messgeräte und der Prüfverfahren,
- angemessene Kenntnisse der einschlägigen rechtlichen Bestimmungen, insbesondere der wesentlichen Anforderungen, die die Messgeräte nach den §§ 7 und 8 MessEV zu erfüllen haben, sowie der geltenden harmonisierten Normen, der geltenden normativen Dokumente und der vom Regelermittlungsausschuss (Ausschuss nach § 46 Absatz 1 Satz 1 des MessEG) ermittelten Normen und Spezifikationen,
- angemessene Kenntnisse über das Anbringen von erforderlichen Benutzersicherungen,
- angemessene Kenntnisse über das Erstellen von Bescheinigungen, Protokollen und Berichten, die als Nachweis für durchgeführte Betriebsprüfungen dienen, und
- eine bestandene Sachkunde-Prüfung bei der Deutschen Akademie für Metrologie (DAM) im Bereich Mengenumwerter zum Nachweis der mess- und eichrechtlichen Sachkunde.

7.2 Prüfmittel

Die prüfenden Stellen müssen über geeignete Prüfmittel zur Durchführung der Betriebsprüfung verfügen. Im Einzelnen sind dies Prüfmittel für die Temperaturmessung, die Druckmessung und die K-Zahl-Berechnung.

7.2.1 Allgemeine Anforderungen

Rückführung

Alle Prüfmittel müssen nachweislich auf nationale Normale auf der Grundlage von nationalen, europäischen oder internationalen Regeln metrologisch rückgeführt sein. Die Rückführung kann durch eine kompetente Stelle gemäß GM-AR erfolgen. Weitere Details sind im Folgenden beschrieben.

Kennzeichnung und Auflistung

Die Kennzeichnung muss eine eindeutige Identifizierung des Prüfmittels ermöglichen.

Es ist eine Liste über alle Prüfmittel und Prüfhilfsmittel zu führen, die folgende Angaben beinhaltet:

- Prüfmittelart (Temperaturaufnehmer, Druckaufnehmer etc.),

- Seriennummer oder andere eindeutige Identifikation des Prüfmittels,
- Hersteller,
- Typbezeichnung,
- Messbereich,
- Datum der letzten Rückführung,
- Prüffrist,
- Datum der nächsten Rückführung,
- Rückführungsnachweis (Prüfschein-Nr., Kalibrierschein-Nr.).

Darüber hinaus ist eine Historie der bisherigen Rückführungen zum Nachweis der Messstabilität zu pflegen. Rückführungsnachweise sind min. 10 Jahre aufzubewahren.

Messabweichung der Prüfmittel

Die Messabweichungen der Prüfmittel, die bei deren Kalibrierung festgestellt wurden, sind bei der Betriebsprüfung zu berücksichtigen.

7.2.2 Prüfmittel für die Druckmessung

Für Drucknormale erfolgt die Rückführung konform zur Richtlinie DKD-R 6-1 nach Kalibrierablauf A oder nach Prüfung einer dem anerkannten Stand der Technik gleichwertigen Kalibriervorschrift. Die gemäß dieser DKD-Richtlinie berechnete erweiterte Messunsicherheit ($k=2$) für den Absolutdruck darf 0,1 % des Messwertes nicht überschreiten.

Wird der Absolutdruck bestimmt, indem der Umgebungsdruck und der Überdruck (der beide Vorzeichen haben kann) jeweils separat gemessen und die Ergebnisse summiert werden, so darf die erweiterte Messunsicherheit ($k=2$) für das Barometer 0,07 % des Messwertes nicht überschreiten.

Für das Überdruckmessgerät darf die erweiterte Messunsicherheit ($k=2$) 0,07 % des Messwertes nur dann überschreiten, wenn sie dennoch kleiner als 0,3 mbar ist.

Das Barometer muss einen Messbereich-Untergrenze des Absolutdruckes von 850 mbar abdecken.

Die Prüffrist ist in der GM-AR geregelt.

7.2.3 Prüfmittel für die Temperaturmessung

Für Temperaturnormale erfolgt die Rückführung konform zur Richtlinie DKD-R 5-1 oder nach Prüfung einer dem anerkannten Stand der Technik gleichwertigen Kalibriervorschrift, an mindestens 5 über den Messbereich gleichmäßig verteilten Prüfpunkten. Der Maximalwert der erweiterten Messunsicherheit ($k=2$) der Kalibrierung wird auf 0,04 % der absoluten Temperatur begrenzt.

Die Temperaturnormale müssen mindestens einen Messbereich von -20 °C bis 70 °C abdecken, wobei eine Rückführung im Temperaturbereich von -10 °C bis 60 °C hierfür ausreicht.

Die Prüffrist ist in der GM-AR geregelt.

7.2.4 Rechenprogramm

Bevor mit einem Rechenprogramm Realgasfaktoren oder Kompressibilitätszahlen ermittelt werden, ist das verwendete Programm zu validieren. Die Validierung besteht darin, die ermittelten Realgasfaktoren und/oder Kompressibilitätszahlen mit denen aus den Tabellen in Abschnitt 10 zu vergleichen. Die Abweichungen der ermittelten Werte zu den im Abschnitt 10 vorgegebenen Ergebnissen darf höchstens einen Ziffernschritt der letzten Nachkommastelle betragen. Der Vergleich muss für alle angegebenen Gase und Zustände erfolgen, d. h. für 8 Gase mit jeweils 12 Prüfpunkten.

Die Validierung kann durch eine beliebige Stelle (z. B. Verwender, Hersteller oder Behörde) erfolgen und muss dokumentiert werden.

7.2.5 Prüfhilfsmittel

Umgebungstemperatur

Zur Ermittlung der Umgebungstemperatur kann das im Vorfeld genannte Prüfmittel verwendet werden.

Umgebungsluftfeuchte

Zur Ermittlung der Luftfeuchte ist ein Hygrometer, mit einer Teilung von ± 1 % rel. Feuchte zu verwenden. Die Richtigkeit des Hygrometers muss regelmäßig (mindestens alle 2 Jahre) durch den Vergleich mit einem rückgeführten Messgerät nachgewiesen werden. Die Rückführung kann durch eine beliebige Stelle erfolgen und muss dokumentiert werden.

7.3 Prüfung der formalen Anforderungen

Mit der formalen Prüfung wird festgestellt, dass der Zusammenschluss des Mengenumwerterers mit einem Gaszähler und ggf. anderen Messgeräten entsprechend Abschnitt 6 erfolgte und alle weiteren formalen mess- und eichrechtlichen Vorschriften eingehalten wurden.

Die formale Prüfung ist entsprechend den Vorgaben nach Abschnitt 9.2 zu dokumentieren.

7.4 Messtechnische Prüfung bei Betriebsbedingungen

Mit der messtechnischen Prüfung wird bei den vorliegenden Betriebsbedingungen festgestellt, ob bei bestimmungsgemäßer Verwendung die Verkehrsfehlergrenze eingehalten wird.

7.4.1 Voraussetzungen zur Prüfung

Eine messtechnische Prüfung darf nur durchgeführt werden, wenn die formalen Anforderungen nach Abschnitt 7.3 eingehalten werden.

Für eine ordnungsgemäße messtechnische Prüfung unter Betriebsbedingungen ist es Voraussetzung, dass

- die Auswahl des K-Zahl-Verfahrens im Mengenumwerter nach Abschnitt 5 anhand den voraussichtlichen Eingangsgrößen von Druck, Temperatur und den hierfür erforderlichen Gasbeschaffenhheitsdaten erfolgte,
- Zähler und Aufnehmer ausreichend Zeit hatten, sich insbesondere durch Temperaturengleich an die Betriebsverhältnisse anzupassen,

- während der Messungen keine großen Schwankungen der Zustände und der Gaszusammensetzung auftreten und
- der Durchfluss wenigstens so lange hergestellt werden kann, dass die Impulsübertragung vom Zähler zum Umwerter überprüft werden kann.

Bei der messtechnischen Prüfung sind zu messen:

- der Absolutdruck p_{abs} (durch direkte Messung oder Summierung von Messwerten für den Luftdruck p_{amb} und den Effektivdruck p_{eff} in der Gasleitung) und
- die Gastemperatur t_{eff} .

7.4.2 Impulskontrolle

Es ist eine Kontrolle der Impulsübertragung vom Gaszähler zum Mengenumwerter durchzuführen. Hierzu muss ein Gasdurchfluss erzeugt werden.

Hier sind je nach Impulsgeber-Ausstattung des Gaszählers zwei verschiedene Vorgehensweisen einzuhalten:

- Bei Gaszählern mit HF-Impulsgebern:
Es ist ein Mindestvolumenfortschritt notwendig, der eine Ablesegenauigkeit von 0,1 % (oder weniger) ermöglicht. Die Überprüfung der Übertragung erfolgt durch Vergleich des Volumenfortschrittes des Zählwerkes des Zählers und des Volumenfortschrittes des Zählerwerkes im Umwerter.
- Bei Gaszählern mit NF-Impulsgeber:
Der erzeugte Gasdurchfluss muss während des Aufenthaltes in der Messstation mindestens 10 Impulse erzeugen. Die Überprüfung der Übertragung erfolgt durch Vergleich des Volumenfortschrittes des Gaszähler-Zählwerkes und des Volumenfortschrittes des Zählwerkes im Umwerter.
- Bei Gaszählern mit Encoder-Zählwerken oder anderer digitaler Übertragung des Zählwerkstandes:
Es ist ein Volumenfortschritt erforderlich, der ausreicht, um den Encoder-Zählerwerkstand zu ändern. Die Überprüfung der Übertragung erfolgt durch Vergleich des Volumenfortschrittes des Encoder-Zählwerkes und des Volumenfortschrittes des Zählwerkes im Umwerter.

Sollte während des Aufenthaltes des Prüfpersonals in der Messstation kein ausreichender Zählwerksfortschritt realisierbar sein, so sind im Nachgang Zählerstände am Gaszähler und am Mengenumwerter zu bestimmen, die eine Überprüfung der Übertragung ermöglichen. Dies kann bei einem zweiten Termin der prüfenden Stelle oder durch Mitteilung des Betreibers erfolgen.

Falls mehrere Signalübertragungen parallel vorliegen, müssen alle eichtechnisch relevanten Übertragungswege überprüft werden. Dies umfasst neben dem Signal für das Abrechnungszählwerk auch Signale, die zur Überwachung verwendet werden (z. B. für die Synchronprüfung nach DVGW G 685-4 oder G 685-5) und ggf. zu einer Störung des Umwerter führen können.

7.4.3 Richtigkeitsprüfung

Der Sollwert des Zählwerkfortschrittes für das Volumen im Normzustand wird durch Multiplikation der Zustandszahl mit dem Zählwerkfortschritt für das Volumen im Betriebszustand ΔV_b bestimmt. Der Gesamtfehler f_{MU} wird durch Vergleich des während der

Messzeit aufgetretenen Zählwerkfortschritts für das Volumen im Normzustand des Mengenumwerter ΔV_n mit dem errechneten Sollwert des validierten Prüfprogramms ermittelt:

$$f_{\text{MU}} = \frac{\Delta V_n}{\frac{T_n \cdot p_{\text{abs}}}{p_n \cdot (t_{\text{eff}} + 273,15 \text{ °C}) \cdot K} \cdot \Delta V_b} - 1$$

Sollte kein ausreichender Zählerfortschritt realisierbar sein, so erfolgt eine Richtigkeitsprüfung durch Vergleich der Zustandszahlen z:

$$f_{\text{MU}} = \frac{z_{\text{MU}}}{\frac{T_n \cdot p_{\text{abs}}}{p_n \cdot (t_{\text{eff}} + 273,15 \text{ °C}) \cdot K}} - 1$$

7.4.4 Verkehrsfehlergrenzen bei der Betriebsprüfung

Für MID-Geräte sowie für national geregelte Messgeräte, die in dieser Technischen Richtlinie behandelt werden (meist Brennwert-Mengenumwerter), betragen die Verkehrsfehlergrenzen:

$\pm 1,0 \%$ bei einer Umgebungstemperatur von $20 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, einer Umgebungfeuchte von $60 \% \pm 15 \%$ und den Nennwerten für die Stromversorgung.

Abweichend anzuwendende Verkehrsfehlergrenzen:

- a) $\pm 1,4 \%$ für Temperatur-Mengenumwerter und $\pm 2 \%$ für andere Umwerter, wenn messtechnisch nachgewiesen wird, dass entweder die Umgebungstemperatur nicht im Bereich $20 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ liegt oder dass die Umgebungfeuchte nicht im Bereich $60 \% \pm 15 \%$ liegt.
- b) wenn sich aus den zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens geltenden Anforderungen sowie den zu diesem Zeitpunkt vorliegenden genannten harmonisierten Normen, normativen Dokumenten, technischen Spezifikationen oder Regeln größere Verkehrsfehlergrenzen ableiten lassen.

7.4.5 Bewertung auf Einhaltung der Verkehrsfehlergrenzen

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt unter Berücksichtigung der Unsicherheit, so dass die festgestellte Messabweichung mit einer Sicherheit von mindestens 95% im erlaubten Bereich der Verkehrsfehlergrenze liegt:

$$|f_{\text{MU}}| \leq e_{\text{verkehr}} - U(f_{\text{MU}})$$

Die erweiterte Messunsicherheit des Mengenumwerter $U(f_{\text{MU}})$ ist nach dem GUM zu ermitteln. Wird diese nicht prüfpunktscharf berechnet, ist hierfür $U(f_{\text{MU}}) = 0,3 \%$ anzusetzen.

Die messtechnische Prüfung gilt als bestanden, wenn das Ergebnis der Prüfung der genannten Anforderung entspricht.

7.4.6 Dokumentation

Die messtechnische Prüfung ist entsprechend den Vorgaben nach Abschnitt 9.2 zu dokumentieren.

8 Ereignisse und Maßnahmen während der Verwendung

Während der Verwendung können unter anderem folgende Ereignisse oder Maßnahmen vorkommen:

8.1 Tausch von messtechnischen Komponenten des Mengenumwerters

Nach dem Austausch einer Komponente, der mit Verletzung eines Sicherheitszeichens nach Abschnitt 6.6.1 verbunden ist, endet die Eichfrist des Mengenumwerters vorzeitig. Dies gilt nicht für instand gesetzte Mengenumwerter nach § 37 Abs. 5 MessEG.

8.2 Zusammenschaltung mit anderen Messgeräten

Werden mit dem Mengenumwerter verbundene Messgeräte getrennt, ausgetauscht, oder weitere Messgeräte angeschlossen, sind die vom Mengenumwerter übertragenen und die dem Mengenumwerter gelieferten, angezeigten Daten zu überprüfen, soweit dies vor Ort möglich ist.

Wird der mit dem Mengenumwerter zusammenschaltete Gaszähler ausgetauscht oder weitere Messgeräte angeschlossen, so sind die Sicherheitsmaßnahmen nach Abschnitt 6.6.2 und die Betriebsprüfung nach Abschnitt 7 durchzuführen.

8.3 Konsistenzprüfung

Wird mehr als ein mess- und eichrechtskonformes Gerät in der Messanlage eingesetzt, sind Konsistenzprüfungen entsprechend DVGW G 685-4 oder G 685-5 in der jeweils aktuellen Fassung vorzunehmen.

8.4 Änderung des K-Zahl-Berechnungsverfahrens

Bei Änderung des K-Zahl-Berechnungsverfahrens ist weder eine Eichung noch eine Betriebsprüfung notwendig, sofern die Regelungen nach Abschnitt 6.6.1 beachtet werden.

8.5 Änderung der Gasbeschaffenheitsdaten

Die Gasbeschaffenheitsdaten sind entsprechend DVGW G 685-6 im Mengenumwerter ggf. anzupassen.

9 Dokumentationspflicht für den Verwender

Die Dokumentationspflicht besteht aus dem allgemeinen Teil und einer Aufzeichnung über die Betriebsprüfung. Sie dient zum Nachweis der ordnungsgemäßen Verwendung.

Die geforderte Dokumentation muss der zuständigen Behörde auf Anforderung unverzüglich zur Verfügung gestellt werden.

9.1 Allgemeine Dokumentationspflichten

Für Mengenumwerter muss eine Dokumentation (Papier oder elektronische Aufzeichnung) geführt werden. Diese enthält:

- Standort des Mengenumwerters,
- Kenndaten (z. B. Seriennummer des Mengenumwerters, Messbereiche der Aufnahme, ...),
- K-Zahl-Berechnungsverfahren,
- Gasbeschaffenheitswerte oder MKV-Parameter,
- Impulswertigkeit oder Übertragungsprotokoll,
- sonstige messtechnisch relevante Parameter,
- alle mess- und eichrechtsrelevanten Maßnahmen
 - nach MessEG/MessEV und
 - nach dieser Richtlinie,
- Ausführung (Art, Farbe, Form, Beschriftung/Logo) der verwendeten Sicherungen nach Abschnitt 6.6.2.

9.2 Dokumentationspflichten zu der Betriebsprüfung

Folgende Daten und Aufzeichnungen über die Prüfung sind im Rahmen der Dokumentation erforderlich:

- durchgeführte Maßnahme,
- Prüfer, prüfende Stelle und die Nachweise nach Abschnitt 9.3,
- verwendete Prüfmittel und Normale,
- Aufzeichnung und Ergebnis über
 - die formale Prüfung nach Abschnitt 7.3,
 - die messtechnische Prüfung nach Abschnitt 7.4,
- Lage aller angebrachten Sicherungen nach Abschnitt 6.6.2.

9.3 Nachweise entsprechend dieser Richtlinie

Die Unterlagen aus den Vorgaben nach den Abschnitten 7.1, 7.2 und 7.3 dieser Richtlinie müssen dem Verwender zur Beurteilung vorliegen. Diese und das Ergebnis der Beurteilung sind der zuständigen Behörde auf Verlangen unverzüglich zur Verfügung zu stellen.

Wird die Inbetriebnahme durch Personal vorgenommen, das als leitendes Prüfstellenpersonal einer staatlich anerkannten Prüfstelle mit der Befugnis „Eichung Mengen-

umwerter“ öffentlich bestellt ist oder durch eine Eichbehörde durchgeführt, so müssen diese Nachweise nicht durch den Verwender erbracht werden.

10 Datensätze zur Validierung nach 7.2.4

Dieser Abschnitt enthält Tabellen mit Gasbeschaffenheitsdaten in Abschnitt 10.1 sowie Ergebnisse für den Realgasfaktor Z und die Kompressibilitätszahl K für die drei Berechnungsverfahren AGA8-92DC, SGERG-88 und SGERG-mod-H2 in den Abschnitten 10.2 bis 10.4. Die K -Zahlen und Z -Zahlen werden mit 5 Nachkommastellen angegeben, während im DVGW-Regelwerk G 685-1 gefordert wird, dass 4 Stellen angegeben werden.

10.1 Eingangsgrößen zur Berechnung

Die folgende *Tabelle 2* gibt die Stoffmengenanteile der Gase 1 bis 6 gemäß DIN EN ISO 12213-2 sowie zweier weiterer Gase 7 (wasserstoffangereichertes Nordseegas nach DVGW G 260) und 8 (ziemlich reiner Wasserstoff) an. Diese Daten sind die Eingangsdaten für Berechnungen mit dem Verfahren AGA8-92DC in Abschnitt 10.2.

Tabelle 2: Gasbeschaffenheitsdaten für AGA8-92DC

	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
$x(\text{CH}_4)$	0,965	0,907	0,859	0,735	0,812	0,826	0,665 3	0
$x(\text{N}_2)$	0,003	0,031	0,01	0,1	0,057	0,117	0,006 1	0,01
$x(\text{CO}_2)$	0,006	0,005	0,015	0,016	0,076	0,011	0,014 6	0
$x(\text{C}_2\text{H}_6)$	0,018	0,045	0,085	0,033	0,043	0,035	0,052	0
$x(\text{C}_3\text{H}_8)$	0,004 5	0,008 4	0,023	0,007 4	0,009	0,007 5	0,009 4	0
$x(\text{n-C}_4\text{H}_{10})$	0,001	0,001 5	0,003 5	0,001 2	0,001 5	0,001 2	0,002 1	0
$x(\text{iso-C}_4\text{H}_{10})$	0,001	0,001	0,003 5	0,001 2	0,001 5	0,001 2	0	0
$x(\text{n-C}_5\text{H}_{12})$	0,000 3	0,000 4	0,000 5	0,000 4	0	0,000 4	0,000 4	0
$x(\text{iso-C}_5\text{H}_{12})$	0,000 5	0,000 3	0,000 5	0,000 4	0	0,000 4	0	0
$x(\text{C}_6\text{H}_{14})$	0,000 7	0,000 4	0	0,000 2	0	0,000 2	0,000 1	0
$x(\text{C}_7\text{H}_{16})$	0	0	0	0,000 1	0	0,000 1	0	0
$x(\text{C}_8\text{H}_{18})$	0	0	0	0,000 1	0	0	0	0
$x(\text{H}_2)$	0	0	0	0,095	0	0	0,25	0,99
$x(\text{CO})$	0	0	0	0,01	0	0	0	0
Summe x_i	1	1	1	1	1	1	1	1

Die folgende *Tabelle 3* gibt die Gasbeschaffenheitsgrößen der Gase 1 bis 6 gemäß DIN EN ISO 12213-3 sowie der bereits erwähnten Gase 7 und 8 an. Angegeben sind die Stoffmengenanteile des Kohlenstoffdioxids und des Wasserstoffs, der Brennwert sowie die relative Dichte. Diese Daten sind die Eingangsdaten für die Berechnungen mit den Verfahren SGERG-88 (siehe Abschnitt 10.3) und SGERG-mod-H2 (siehe Abschnitt 10.4).

Tabelle 3: Gasbeschaffenheitsdaten für SGERG-88 und SGERG-mod-H2

	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
$x(\text{CO}_2)$	0,006	0,005	0,015	0,016	0,076	0,011	0,014 6	0,000
$x(\text{H}_2)$	0,000	0,000	0,000	0,095	0,000	0,000	0,250	0,990
d_n	0,581	0,609	0,650	0,599	0,686	0,644	0,488 2	0,078 5
$H_{s,n} / \text{MJ/m}^3$	40,66	40,62	43,53	34,16	36,64	36,58	34,577	12,626

10.2 Berechnungsergebnisse mit AGA8-92DC

Tabelle 4 gibt Ergebnisse für den Realgasfaktor Z an. Der grau hinterlegte Teil der *Tabelle* ist der Norm DIN EN ISO 12213-2 entnommen. Die entsprechenden Daten für K sind in *Tabelle 5* zu finden. In der Norm ist für das Gas 3 bei $p = 120$ bar und $t = 36,85$ °C als letzte Stelle eine 8 angegeben, der in der Norm beschriebene Algorithmus liefert jedoch 7.

Tabelle 4: Realgasfaktoren Z mit AGA8-92DC

p/bar	$t/^\circ\text{C}$	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
10	16,85	0,979 29	0,978 43	0,974 00	0,984 59	0,977 63	0,980 76	0,987 96	1,005 96
20	16,85	0,958 71	0,956 98	0,947 90	0,969 55	0,955 34	0,961 76	0,976 36	1,011 94
60	-3,15	0,840 53	0,833 48	0,793 80	0,885 50	0,826 09	0,853 80	0,912 00	1,038 02
60	6,85	0,861 99	0,855 96	0,822 06	0,901 44	0,849 69	0,873 70	0,924 71	1,037 11
60	16,85	0,880 06	0,874 84	0,845 44	0,915 01	0,869 44	0,890 52	0,935 59	1,036 25
60	36,85	0,908 67	0,904 66	0,881 83	0,936 74	0,900 52	0,917 23	0,953 09	1,034 63
60	56,85	0,930 11	0,926 96	0,908 68	0,953 18	0,923 68	0,937 30	0,966 39	1,033 19
120	-3,15	0,721 33	0,710 44	0,641 45	0,810 24	0,695 40	0,750 74	0,858 10	1,077 67
120	6,85	0,760 25	0,750 66	0,689 71	0,837 82	0,737 80	0,785 86	0,879 69	1,075 71
120	16,85	0,793 17	0,784 75	0,731 23	0,861 37	0,773 69	0,815 69	0,898 24	1,073 83
120	36,85	0,845 15	0,838 63	0,796 97	0,899 13	0,830 22	0,863 11	0,928 17	1,070 36
120	56,85	0,883 83	0,878 70	0,845 53	0,927 66	0,872 11	0,898 62	0,950 93	1,067 24

Tabelle 5: Kompressibilitätszahlen K mit AGA8-92DC

p/bar	$t/^\circ\text{C}$	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
10	16,85	0,981 83	0,981 07	0,977 14	0,986 53	0,980 37	0,983 14	0,989 52	1,005 33
20	16,85	0,961 19	0,959 56	0,950 96	0,971 47	0,958 01	0,964 10	0,977 90	1,011 31
60	-3,15	0,842 71	0,835 73	0,796 36	0,887 25	0,828 40	0,855 88	0,913 43	1,037 37
60	6,85	0,864 23	0,858 27	0,824 71	0,903 22	0,852 07	0,875 82	0,926 16	1,036 47
60	16,85	0,882 34	0,877 20	0,848 17	0,916 82	0,871 87	0,892 68	0,937 06	1,035 60
60	36,85	0,911 03	0,907 10	0,884 67	0,938 59	0,903 04	0,919 45	0,954 59	1,033 99
60	56,85	0,932 52	0,929 46	0,911 61	0,955 06	0,926 26	0,939 57	0,967 91	1,032 54
120	-3,15	0,723 20	0,712 36	0,643 51	0,811 84	0,697 34	0,752 56	0,859 45	1,077 00
120	6,85	0,762 22	0,752 68	0,691 93	0,839 47	0,739 86	0,787 77	0,881 08	1,075 04
120	16,85	0,795 22	0,786 87	0,733 59	0,863 08	0,775 85	0,817 67	0,899 66	1,073 16
120	36,85	0,847 34	0,840 89	0,799 54	0,900 91	0,832 54	0,865 21	0,929 63	1,069 69
120	56,85	0,886 12	0,881 07	0,848 26	0,929 50	0,874 54	0,900 80	0,952 42	1,066 57

10.3 Berechnungsergebnisse mit SGERG-88

Tabelle 6 gibt Ergebnisse für den Realgasfaktor Z an. Der grau hinterlegte Teil der *Tabelle* ist der Norm DIN EN ISO 12213-3 entnommen. Die entsprechenden Daten für K sind in *Tabelle 7* zu finden.

Die Gase 7 und 8 können nicht mit SGERG-88 berechnet werden, da die Dichte, der Wasserstoffanteil und bei Gas 8 auch der Brennwert außerhalb der für SGERG-88 zulässigen Grenzen liegen.

Tabelle 6: Realgasfaktoren Z mit SGERG-88

p/bar	$t/^\circ\text{C}$	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
10	16,85	0,979 27	0,978 43	0,974 02	0,984 62	0,977 72	0,980 79	n/a	n/a
20	16,85	0,958 69	0,957 00	0,947 94	0,969 62	0,955 52	0,961 83	n/a	n/a
60	-3,15	0,840 84	0,833 97	0,794 15	0,885 69	0,826 64	0,854 06	n/a	n/a
60	6,85	0,862 02	0,856 15	0,822 10	0,901 50	0,850 17	0,873 88	n/a	n/a
60	16,85	0,880 07	0,875 00	0,845 53	0,915 07	0,870 03	0,890 71	n/a	n/a
60	36,85	0,908 81	0,904 91	0,882 23	0,936 84	0,901 24	0,917 36	n/a	n/a
60	56,85	0,929 96	0,926 90	0,908 93	0,953 02	0,923 94	0,936 90	n/a	n/a
120	-3,15	0,721 46	0,711 40	0,643 22	0,808 43	0,695 57	0,749 39	n/a	n/a
120	6,85	0,759 69	0,750 79	0,690 62	0,836 13	0,738 28	0,784 73	n/a	n/a
120	16,85	0,792 57	0,784 72	0,731 96	0,859 99	0,774 63	0,814 90	n/a	n/a
120	36,85	0,844 92	0,838 77	0,797 78	0,898 27	0,831 66	0,862 66	n/a	n/a
120	56,85	0,883 22	0,878 32	0,845 54	0,926 62	0,872 69	0,897 49	n/a	n/a

Tabelle 7: Kompressibilitätszahlen K mit SGERG-88

p/bar	$t/^\circ\text{C}$	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
10	16,85	0,981 81	0,981 07	0,977 15	0,986 56	0,980 44	0,983 16	n/a	n/a
20	16,85	0,961 17	0,959 58	0,950 99	0,971 53	0,958 18	0,964 16	n/a	n/a
60	-3,15	0,843 02	0,836 22	0,796 70	0,887 43	0,828 94	0,856 13	n/a	n/a
60	6,85	0,864 25	0,858 45	0,824 74	0,903 27	0,852 54	0,875 99	n/a	n/a
60	16,85	0,882 35	0,877 36	0,848 24	0,916 87	0,872 44	0,892 86	n/a	n/a
60	36,85	0,911 16	0,907 35	0,885 06	0,938 69	0,903 75	0,919 58	n/a	n/a
60	56,85	0,932 37	0,929 40	0,911 85	0,954 89	0,926 50	0,939 17	n/a	n/a
120	-3,15	0,723 33	0,713 31	0,645 29	0,810 02	0,697 50	0,751 20	n/a	n/a
120	6,85	0,761 66	0,752 81	0,692 84	0,837 78	0,740 33	0,786 63	n/a	n/a
120	16,85	0,794 62	0,786 83	0,734 31	0,861 69	0,776 78	0,816 87	n/a	n/a
120	36,85	0,847 11	0,841 02	0,800 34	0,900 04	0,833 97	0,864 75	n/a	n/a
120	56,85	0,885 51	0,880 69	0,848 26	0,928 44	0,875 12	0,899 66	n/a	n/a

10.4 Berechnungsergebnisse mit SGERG-mod-H2

Tabelle 8 gibt die Ergebnisse für den Realgasfaktor Z an. Für die Gase 1, 2, 3, 5 und 6 sind die auf 5 Dezimalstellen gerundeten Ergebnisse weitgehend identisch zu *Tabelle 6*, da sich die Unterschiede zwischen SGERG-88 und SGERG-mod-H2 bei diesen Gasen nicht auswirken. Einzelne Werte unterscheiden sich um einen Ziffernschritt, weil der Startwert einer Iteration verändert ist.

Dasselbe gilt für die Kompressibilitätszahlen K (*Tabelle 9*) im Vergleich zu denen in *Tabelle 7*.

Für Gas 4 führen die unterschiedlichen Annahmen für $x(\text{CO})$ zu kleineren Realgasfaktoren und Kompressibilitätszahlen in *Tabelle 8* und *Tabelle 9*, verglichen mit den Angaben in *Tabelle 6* und *Tabelle 7*.

Tabelle 8: Realgasfaktoren Z mit SGERG-mod-H2

p/bar	$t/^\circ\text{C}$	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
10	16,85	0,979 27	0,978 43	0,974 02	0,984 55	0,977 72	0,980 79	0,988 08	1,005 89
20	16,85	0,958 69	0,957 00	0,947 94	0,969 49	0,955 52	0,961 83	0,976 63	1,011 83
60	-3,15	0,840 84	0,833 97	0,794 15	0,885 15	0,826 64	0,854 06	0,913 46	1,037 67
60	6,85	0,862 02	0,856 15	0,822 10	0,901 07	0,850 17	0,873 88	0,925 90	1,036 86
60	16,85	0,880 07	0,875 00	0,845 53	0,914 72	0,870 03	0,890 71	0,936 75	1,036 08
60	36,85	0,908 81	0,904 91	0,882 23	0,936 56	0,901 24	0,917 36	0,954 44	1,034 57
60	56,85	0,929 96	0,926 90	0,908 93	0,952 73	0,923 94	0,936 90	0,967 81	1,033 12
120	-3,15	0,721 47	0,711 40	0,643 22	0,807 83	0,695 57	0,749 39	0,861 80	1,077 21
120	6,85	0,759 69	0,750 79	0,690 62	0,835 69	0,738 28	0,784 73	0,882 68	1,075 30
120	16,85	0,792 57	0,784 72	0,731 96	0,859 65	0,774 63	0,814 90	0,900 99	1,073 48
120	36,85	0,844 92	0,838 77	0,797 78	0,897 98	0,831 66	0,862 66	0,931 00	1,070 08
120	56,85	0,883 22	0,878 33	0,845 54	0,926 26	0,872 69	0,897 49	0,953 71	1,066 91

Tabelle 9: Kompressibilitätszahlen K mit SGERG-mod-H2

p/bar	$t/^\circ\text{C}$	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Gas 4	Gas 5	Gas 6	Gas 7	Gas 8
10	16,85	0,981 81	0,981 07	0,977 15	0,986 50	0,980 44	0,983 16	0,989 62	1,005 27
20	16,85	0,961 17	0,959 58	0,950 99	0,971 40	0,958 18	0,964 16	0,978 15	1,011 22
60	-3,15	0,843 02	0,836 22	0,796 70	0,886 90	0,828 94	0,856 13	0,914 88	1,037 04
60	6,85	0,864 25	0,858 46	0,824 74	0,902 85	0,852 54	0,875 99	0,927 35	1,036 23
60	16,85	0,882 35	0,877 36	0,848 24	0,916 53	0,872 44	0,892 86	0,938 21	1,035 45
60	36,85	0,911 16	0,907 35	0,885 06	0,938 42	0,903 75	0,919 58	0,955 93	1,033 94
60	56,85	0,932 37	0,929 40	0,911 85	0,954 61	0,926 51	0,939 17	0,969 32	1,032 49
120	-3,15	0,723 33	0,713 31	0,645 29	0,809 43	0,697 50	0,751 20	0,863 15	1,076 55
120	6,85	0,761 66	0,752 81	0,692 84	0,837 35	0,740 33	0,786 63	0,884 06	1,074 64
120	16,85	0,794 62	0,786 83	0,734 31	0,861 35	0,776 78	0,816 87	0,902 40	1,072 83
120	36,85	0,847 11	0,841 02	0,800 34	0,899 76	0,833 97	0,864 75	0,932 45	1,069 42
120	56,85	0,885 51	0,880 69	0,848 26	0,928 10	0,875 12	0,899 66	0,955 20	1,066 26

11 Übergangsvorschriften

Die Vorgaben dieser Richtlinie müssen spätestens bei der nächsten Betriebsprüfung umgesetzt werden.

12 Änderungen gegenüber der Version von November 2009

Vollständige Überarbeitung und Neufassung der bisherigen TR-G.

Es erfolgte eine Anpassung an den neuen Rechtsrahmen, insbesondere fällt die Forderung weg, dass die Verbindung des Mengenumwerters mit anderen Messgeräten durch die zuständige Eichbehörde oder eine staatlich anerkannte Prüfstelle erfolgt.