

PTB-Prüfregeln

Band 29

Messgeräte für Gas

Gaszähler

**Prüfung von Volumengaszählern mit Luft
bei Atmosphärendruck**

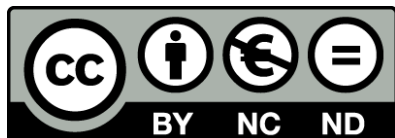
Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Braunschweig und Berlin

ISSN 0341-7964

Diese elektronische Version der PTB-Prüfregel Band 29 ist durch Digitalisierung der 2003 erschienenen Druckversion erzeugt worden. Die folgenden Seiten sind Bilddateien.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt und unterliegt der Creative Commons Nutzerlizenz CC BY-NC-ND 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Empfohlene Zitierweise:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Messgeräte für Gas – Gaszähler: Prüfung von Volumengaszählern mit Luft bei Atmosphärendruck [online]. 1. Auflage 2003. Bearbeitet von Harald Dietrich, Hans-Jürgen Hotze, Bernhardt Jarosch, Franz-Josef Jünger, Matthias Kämpf, Rainer Kramer, Bodo Mickan, Burger Nath, Heino Polzin und Gudrun Wendt. Braunschweig, © 2003, digitalisiert 2020. PTB-Prüfregeln, Band 29. ISSN 0341-7964.
Verfügbar unter: <https://doi.org/10.7795/510.20200811H>

Herausgeber:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

ISNI: 0000 0001 2186 1887

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Bundesallee 100

38116 Braunschweig

Telefon:(05 31) 592-93 13

Telefax:(05 31) 592-92 92

www.ptb.de

PTB-Prüfregeln

Band 29

Messgeräte für Gas

Gaszähler

Prüfung von Volumengaszählern mit Luft bei Atmosphärendruck

Bearbeitet von

Dipl.-Ing. Harald Dietrich
Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Hotze
Dipl.-Ing. Bernhardt Jarosch
Dipl.-Ing. Franz-Josef Jünger
Dipl.-Ing. Matthias Kämpf
Dr.-Ing. Rainer Kramer
Dr.-Ing. Bodo Mickan
Dr.-Ing. Burger Nath
Dipl.-Ing.-Ök. Heino Polzin
Dr.-Ing. Gudrun Wendt

Herausgegeben von der
Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB)
in Zusammenarbeit mit den Eichaufsichtsbehörden

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin

ISSN 0341-7964

Die PTB-Prüfregeln sollen als Unterlage und Richtlinie für die Prüfung von Messgeräten und Betriebsmitteln dienen. Den wesentlichen Teil einer Prüfregel bildet demnach die ausführliche Beschreibung der Prüfverfahren, der benötigten Normalgeräte und anderer Prüfmittel. Soweit es zum besseren Verständnis nützlich erscheint, wird auch auf die Ausführung der Gerätearten und auf Besonderheiten, die bei ihrer Anwendung zu beachten sind, eingegangen. Das Gebiet der PTB-Prüfregeln umfasst neben eichfähigen Messgeräten auch Messgeräte und Objekte anderer Art, die im Bereich der PTB geprüft werden. Die Prüfregeln wenden sich sowohl an die Eichbehörden, staatlich anerkannten Prüfstellen und Überwachungsorgane als auch an die Prüflaboratorien von Industrie und Wirtschaft. Sie werden ferner für die Einrichtung von Prüfstellen und Messräumen sowie für Lehrzwecke von Nutzen sein.

Redaktion: J.-U. Barz
Dr. J. Simon (verantw.)
Physikalische-Technische Bundesanstalt
Bundesallee 100, D-38116 Braunschweig

PTB-Prüfregeln Band 29

Alle Rechte vorbehalten
© 2003 by Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

<https://doi.org/10.7795/510.20200811H>

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	1
1.1	Geltungsbereich	1
1.2	Begriffe und Erläuterungen	2
1.2.1	Volumengaszähler	2
1.2.2	Zählergröße	2
1.2.3	Durchfluss	2
1.2.4	Messbereich	2
1.2.5	Trenndurchfluss	2
1.2.6	Belastungsbereich	2
1.2.7	Belastungsgrad	3
1.2.8	Messabweichung	3
1.2.9	Gewichtete mittlere Messabweichung <i>WME</i>	3
1.2.10	Zyklisches Volumen und Messrauminhalt	4
1.2.11	Prüfzählglied	5
1.2.12	Umdrehungswert des Prüfzählglieds	5
1.2.13	Impulswert	5
1.2.13.1	Niederfrequente Impulsausgänge	5
1.2.13.2	Hochfrequente Impulsausgänge	6
1.2.14	Gaszustand	6
1.2.15	Maßgebliche Temperatur	7
1.2.16	Maßgeblicher Druck	7
1.2.17	Betriebsüberdruck	7
1.2.18	Druckverlust	8
1.2.19	Prüfmodus	8
1.3	Formelzeichen	9
1.4	Mathematisch-physikalische Grundlagen und Ausgangsgleichungen	13

1.4.1	Physikalische Eigenschaften von Gasen	13
1.4.2	Gasgesetze und Zustandsgleichung	13
1.4.3	Zustandsgleichung idealer Gase	13
1.4.4	Zustandsgleichung realer Gase	14
1.4.5	Reynolds-Zahl	15
1.4.6	Empfohlene Berechnungsgleichungen für die Dichte feuchter Luft	15
1.4.7	Empfohlene Berechnungsgleichung für die Viskosität von Luft	18
1.4.8	Zustandszahl	19
1.4.9	Kompressibilitätszahl	19
1.4.10	Berechnung der Messabweichungen	20
2	Verzeichnis der Vorschriften und Regelungen	23
2.1	Eichrechtlich verbindliche Vorschriften	23
2.2	Eichrechtlich nicht verbindliche Vorschriften	25
3	Verfahrensablauf	26
4	Prüfmittel	30
4.1	Allgemeine Anforderungen	30
4.2	Volumennormale	30
4.3	Hilfsmessgeräte	34
4.4	Prüfstände	37
4.4.1	Allgemeine Anforderungen	37
4.4.2	Hardware	37
4.4.3	Software	39
4.4.4	Reihenprüfstände	43
4.4.5	Einzelprüfstände	46
4.4.6	Besonderheiten für Drehkolbengaszähler	48

5	Umgebungsbedingungen (Prüfräume)	49
6	Prüfung	51
6.1	Beschaffenheitsprüfung	51
6.2	Vorbereitung zur messtechnischen Prüfung	51
6.2.1	Temperaturangleich	51
6.2.2	Vorbereitung und Einbau der Prüflinge	51
6.2.3	Vorbereitung der Normale	52
6.2.4	Vorlauf	52
6.2.5	Dichtheitsprüfung	53
6.3	Messtechnische Prüfung	55
6.3.1	Allgemeine Bedingungen	55
6.3.1.1	Betriebsart	55
6.3.1.2	Auswertemethode	56
6.3.1.3	Mindestprüfvolumina	56
6.3.1.4	Durchflusseinstellung	57
6.3.1.5	Impulszählung	57
6.3.1.6	Justierung	58
6.3.1.7	Impulswert- und Zählwerkskontrolle	59
6.3.1.8	Datenschnittstellen	62
6.3.2	Prüfung von Balgengaszählern	63
6.3.2.1	Prüfbelastung und Prüfvolumina	63
6.3.2.2	Fehlergrenzen	65
6.3.2.3	Druckmessung	65
6.3.2.4	Prüfung von Balgengaszählern mit mechanischer Temperaturumwertung	66
6.3.2.5	Stichprobenprüfung zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer mit vermindertem Prüfvolumen	69
6.3.3	Prüfung von Drehkolbengaszählern	71

6.3.4	Prüfung von Turbinenradgaszählern	73
6.3.5	Prüfung von Wirbel- und Drallgaszählern	74
6.3.6	Prüfung von Ultraschallgaszählern	75
6.4	Befundprüfung	76
6.4.1	Maßnahmen vor der Prüfung	76
6.4.2	Durchführung der Prüfung	77
6.4.3	Ergebnis der Befundprüfung und Prüfschein	78
6.4.4	Besondere Regelungen bei begrenztem Prüfvolumen	79
6.4.5	Balgengaszähler mit mechanischer Temperatur- umwertung	80
6.5	Prüfung von Volumennormalen	81
6.5.1	Allgemeines	81
6.5.2	Anschluss von Zusatz- und Hilfseinrichtungen	82
6.5.3	Besondere Anforderungen an Prüfräume und Prüfmittel	83
6.5.4	Vorbereitung der Prüfung	84
6.5.5	Prüfumfang und Prüfablauf	84
6.5.6	Messabweichungen der Volumennormale	86
6.5.7	Kennzeichnung der Volumennormale	87
6.5.8	Stempelung	88
6.5.9	Prüfschein und Gültigkeitsdauer der Prüfung	88
6.5.10	Vergleichsmessungen auf Prüfständen für Gaszähler mit $Q_{\max} \geq 40 \text{ m}^3/\text{h}$	90
6.6	Abnahme und Überwachung von Prüfeinrichtungen	91
6.6.1	Vorbereitung der Abnahme	91
6.6.2	Abnahme	91
6.6.3	Überwachung	95

7	Stempelung, Kennzeichnung und Bescheinigung	96
7.1	Stempelung	96
7.2	Kennzeichnung	97
7.3	Bescheinigung	97
8	Übergangsbestimmungen	98

Anhang

1	Ausführungsformen von Gaszählern und deren Messeigenschaften	99
2	Prüfungsbeispiele	113
2.1	Haushalts-Balgengaszähler	113
2.2	Turbinenradgaszähler	119
2.2.1	Prüfung mit einem Normal	119
2.2.2	Prüfung mit zwei parallel verwendeten Normalen	122
3	Messunsicherheit	125
3.1	Einflussgrößen	125
3.2	Berücksichtigung der Einflussgrößen	127
3.3	Berechnungsbeispiel	128
3.3.1	Methode A	128
3.3.2	Methode B	131
4	Empfehlungen zur Verminderung von Resonanzschwingungen	134
5	Zusätzliche bzw. abweichende Anforderungen an Trommelgaszähler als Volumennormale zu Abschnitt 6.5	138
5.1	Belastungsbereiche	138
5.2	Anforderungen an die Konstruktion	138
5.3	Zählwerk und Prüfzählglied	141
5.4	Prüfumfang	142
5.5	Prüfvolumen	143
5.6	Temperaturmessung	143
5.7	Zulässige Messabweichungen	143
5.8	Justierung der Trommelgaszähler	144
5.9	Kennzeichnung der Trommelgaszähler	145
5.10	Richtige Füllung des Trommelgaszählers	145

Anlagen

1	Musterprotokoll für Balgengaszähler	147
2	Musterprotokoll für Turbinenradgaszähler	148
3	Justierradtabelle	149
4	Musterbescheinigungen	150
4.1	Vorprüfschein	150
4.2	Eichschein	152
4.3	Befundprüfschein	154
4.4	Prüfschein	156

Vorbemerkungen

Messgeräte, die im geschäftlichen Verkehr (z. B. entgeltliche Abgabe von Gas) verwendet oder bereitgehalten bzw. im amtlichen Verkehr (z. B. Steuer- oder Zollrecht) verwendet werden, unterliegen nach dem Eichgesetz der Eichpflicht. Die Eichung besteht aus Prüfung und Stempelung durch die zuständige Eichbehörde oder eine staatlich anerkannte Prüfstelle. Bei dieser Prüfung wird festgestellt, ob das Gerät zur Eichung zugelassen ist und ob es die durch Anlage 7 zur Eichordnung und die durch die Zulassung festgelegten Anforderungen erfüllt. Dies schließt auch eine individuelle messtechnische Prüfung jedes einzelnen Messgeräts selbst ein.

Die nachstehenden Prüfregeleln setzen die genannten Anforderungen für das Gebiet der Volumengaszähler um. Diese sind in Deutschland allein im eichpflichtigen Verkehr mit mehr als 12 Millionen Geräten in der Gasversorgung für Industrie und Haushalt weit verbreitet, wobei sie vorwiegend zur mengenmäßigen Erfassung von technischen Gasen und Gasgemischen, vor allem von Erdgasen, verwendet werden.

Im Folgenden werden die zurzeit zur Eichung zugelassenen Gaszählerbauarten dargestellt sowie die entsprechenden Prüfeinrichtungen, Prüfverfahren und einzelnen Prüfmittel mit den zugehörigen messtechnischen Anforderungen erläutert. Im Rahmen der vorliegenden Prüfregeleln wird dabei nur die Prüfung von Volumengaszählern mit Luft bei Atmosphärendruck beschrieben. Die besonderen Regelungen bezüglich der Prüfungen unter Hochdruckbedingungen werden in einem separaten Band der PTB-Prüfregeleln behandelt.

Alle dargestellten technischen und metrologischen Aspekte basieren auf dem Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Prüfregeleln. Besonderes Augenmerk wurde aber auch darauf gelegt, absehbare Entwicklungstendenzen zu berücksichtigen und die

Anwendung neuer Mess- und Prüfverfahren nicht zu behindern oder einzuschränken. Andere Bedingungen und Anforderungen sind dann möglich, wenn sie im Einvernehmen mit der PTB und der zuständigen Behörde festgelegt werden und mindestens die gleichen Ergebnisse gewährleisten.

Die in den Prüfregeleln formulierten Anforderungen und Bedingungen sind für den Fall der Eichung von im geschäftlichen und/oder amtlichen Verkehr eingesetzten Volumengaszählern verbindlich, soweit in den Bauartzulassungen nichts anderes festgelegt ist. Sie sollen sowohl den Eichbehörden der Länder und den staatlich anerkannten Prüfstellen bei Gaszählerherstellern und Gasversorgungsunternehmen als Anweisung für die durchzuführenden Prüfungen dienen als auch Richtlinie für die entsprechenden Entwicklungs- und Prüflaboratorien in Industrie und Forschung sowie alle übrigen Anwender von Gaszählern sein und Hinweise auf geeignete Prüfmethoden geben.

Die nachfolgenden Prüfregeleln stellen eine völlige Neuarbeitung der bisherigen PTB-Prüfregeleln Band 4 dar, die unter dem Titel „Volumengaszähler“ in der Ausgabe von 1982 erschienen waren. Veraltete, dem Stand der Technik nicht mehr entsprechende Festlegungen aus dieser Ausgabe wurden grundsätzlich nicht übernommen. Wo notwendig, sind sie in Form entsprechender Übergangsvorschriften im Rahmen des Bestandsschutzes für Altanlagen geregelt.

1 Allgemeines

1.1 Geltungsbereich

Die PTB-Prüfregeln „Gaszähler-Prüfung von Volumengaszählern mit Luft bei Atmosphärendruck“ legen die messtechnischen Anforderungen und Bedingungen für die Eichung aller derzeit in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Volumengaszähler-Bauarten im Niederdruck fest. Es sind dies Balgen- und Drehkolbengaszähler als Verdrängungsgaszähler (volumetrische Gaszähler) sowie Turbinenrad-, Wirbel- und Ultraschallgaszähler als Strömungsgaszähler (nichtvolumetrische Gaszähler) bis zu einem maximalen Durchfluss von 40 000 m³/h im Betriebszustand. Nicht behandelt werden die allgemein zur Eichung zugelassenen Messstrecken von Wirkdruckgaszählern sowie die als Massezähler zugelassenen Corioliszähler.

Darüber hinaus werden die für die Eichung der genannten Volumengaszählerbauarten zu verwendenden Normale einschließlich der dafür geltenden Anforderungen und Bedingungen festgelegt. Hierbei werden als unmittelbare Volumennormale Messglocken und Kolbengeräte sowie als Normalzähler Trommel-, Turbinenrad-, Drehschleusen- und Drehkolbengaszähler behandelt. Auf den Einsatz kritisch betriebener Düsen zur Eichung von Gaszählern (ist Gegenstand bereits existierender eigener PTB-Prüfregeln) wird hier nur verwiesen.

Die Prüfregeln beinhalten unabhängig vom Einsatzfall des jeweiligen Gaszählers nur die Prüfung bei Atmosphärendruck mit Luft. Für die Hochdruckprüfung mit Erdgas wird ein weiterer Prüfregeln-Band erstellt.

Die nachfolgenden PTB-Prüfregeln ersetzen vollständig die bisherigen PTB-Prüfregeln Band 4, „Volumengaszähler“ in der Ausgabe von 1982. Übergangsvorschriften werden in Kapitel 8 geregelt.

1.2 Begriffe und Erläuterungen

1.2.1 Volumengaszähler

Kontinuierlich arbeitendes Messgerät, von dem die während des Messvorgangs durchgeströmte Gasmenge mittel- oder unmittelbar gemessen und in Volumeneinheiten angezeigt wird.

1.2.2 Zählergröße

Die Zählergröße ist eine die Größe des Gaszählers kennzeichnende Angabe, die sich aus dem maximalen zulässigen Betriebsvolumendurchfluss ableitet. Beispielsweise wird sie durch den Buchstaben G mit einer nachfolgenden, in der Anlage 7 der Eichordnung festgesetzten Zahl gebildet.

1.2.3 Durchfluss

Der Durchfluss Q ergibt sich aus dem durchgeströmten Volumen pro Zeiteinheit unter Messbedingungen.

1.2.4 Messbereich

Der Messbereich beschreibt den Durchflussbereich des Gaszählers und wird begrenzt durch den minimalen Durchfluss Q_{\min} und den maximalen Durchfluss Q_{\max} .

1.2.5 Trenndurchfluss

Der Trenndurchfluss Q_t trennt die Messbereiche mit unterschiedlichen Fehlergrenzen.

1.2.6 Belastungsbereich

Das Verhältnis von Q_{\min} zu Q_{\max} (z. B. 1:50) wird Belastungsbereich genannt.

1.2.7 Belastungsgrad

Der Belastungsgrad B ist das Verhältnis des gemessenen Durchflusses Q zum maximalen Durchfluss des Gaszählers Q_{\max}

$$B = \frac{Q}{Q_{\max}}. \quad (1)$$

1.2.8 Messabweichung

Unter der Messabweichung f im Sinne dieser Prüfredel wird die Differenz zwischen angezeigter Menge V und tatsächlich durchgeflossener Menge, bezogen auf die tatsächlich durchgeflossene Menge V_{ist} , verstanden.

Die Bestimmung der Messabweichung erfolgt für jeden Zähler individuell auf experimentellem Wege mit Hilfe eines geeigneten Normals. Die Messabweichung ist eine Funktion des Durchflusses. Ihr Verlauf wird als Fehlerkurve bezeichnet. Voraussetzung für die Eichung eines Zählers ist, dass alle Messabweichungen im zugelassenen Belastungsbereich des Zählers innerhalb der Fehlergrenzen liegen.

$$f = \frac{V - V_{\text{ist}}}{V_{\text{ist}}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

Im Zusammenhang mit dieser Prüfredel werden alle Messabweichungen in Prozent angegeben.

1.2.9 Gewichtete mittlere Messabweichung WME

Zur Justierung eines Gaszählers ist es zweckmäßig, aus n einzeln ermittelten Messabweichungen f_i bei den Prüfdurchflüssen Q_i eine gewichtete mittlere Messabweichung (WME , weighted mean error) zu berechnen und als Kriterium zu verwenden. Die Berechnung erfolgt nach Gleichung

chung (3), die der diesbezüglichen Gleichung aus der OIML-Empfehlung Nr. 32 äquivalent ist:

$$WME = \frac{\sum_{i=1}^n k_i f_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad \text{mit } k_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \text{ für } Q_i \leq 0,7Q_{\max} \quad (3)$$

$$\text{und } k_i = 1,4 - \frac{Q_i}{Q_{\max}} \text{ für } 0,7Q_{\max} < Q_i \leq Q_{\max}$$

Werden die Messabweichungen f_i (wie in dieser Prüffregel vereinbart) in Prozent angegeben, ergibt sich die WME ebenfalls in Prozent.

1.2.10 Zyklisches Volumen und Messrauminhalt

Als zyklisches Volumen V_z eines Gaszählers wird im Zusammenhang mit dieser Prüffregel das einem Arbeitsgang des Zählers entsprechende Gasvolumen bezeichnet. Bei Verdrängungszählern wird das zyklische Volumen als Messrauminhalt bezeichnet.

Ein Arbeitsgang ist der Gesamtablauf der Bewegungen, durch den sämtliche bewegliche Teile des Zählers mit Ausnahme des Zählwerks und des Zählwerkgetriebes erstmals wieder in die Ausgangsstellung zurückgeführt werden. Bei Turbinenradgaszählern wird als Arbeitsgang eine volle Umdrehung des Turbinenrads verstanden.

Das Verhältnis zwischen dem zyklischen Volumen und einer vollen Umdrehung des Prüfzählglieds (Umdrehungswert t_r) ist für jeden Zähler durch dessen Konstruktion und Justierung bestimmt.

Die Berechnung des zyklischen Volumens erfolgt für einen Zähler individuell durch Multiplikation des einer vollen Umdrehung des Prüfzählglieds entsprechenden Volumens mit dem Übersetzungsverhältnis zwischen Messwerk und Zählwerk, wobei der eingebaute Justierradsatz

berücksichtigt werden muss (rechnerischer Messrauminhalt bzw. zyklisches Volumen). Der auf den Zählern angegebene Messrauminhalt ist der Nennwert.

1.2.11 Prüfzählglied

Das Prüfzählglied ist das für die messtechnische Prüfung des Zählers besonders eingerichtete niedrigste Zählglied des Zählwerks. Es dient dazu, die messtechnische Prüfung mit ausreichender Genauigkeit durchführen zu können. Wird es nicht durch das letzte Zählglied des Zählwerks gebildet, muss der Gaszähler entsprechende Einrichtungen aufweisen, die den Anschluss eines abnehmbaren Prüfzählglieds ermöglichen.

1.2.12 Umdrehungswert des Prüfzählglieds

Der Umdrehungswert t_r ist der Wert des einer vollen Umdrehung des Prüfzählglieds entsprechenden vom Zählwerk angezeigten Volumens. Der Umdrehungswert ist für einen Zähler konstruktiv festgelegt.

1.2.13 Impulswert

Der Impulswert c_{IW} beschreibt das Verhältnis der vom Impulsgeber generierten Impulse *imp* je Volumeneinheit V und kann als

$$c_{IW} = \frac{n_{\text{imp}}}{V} \quad (4)$$

oder dessen Kehrwert ausgedrückt werden.

1.2.13.1 Niederfrequente Impulsausgänge

Bei Zählern mit niederfrequenten Impulsausgängen ist der Impulswert konstruktiv mit dem Umdrehungswert des Prüfzählglieds gekoppelt. Niederfrequente Impulsausgänge sind am Zählwerk angebracht.

1.2.13.2 Hochfrequente Impulsausgänge

Bei Zählern mit hochfrequenten Impulsausgängen ist der Impulswert konstruktiv mit dem zyklischen Volumen bzw. Messrauminhalt gekoppelt. Hochfrequente Impulsausgänge sind am Messwerk angebracht. Ein Zähler kann mit mehreren hochfrequenten Impulsausgängen mit unterschiedlichen Impulswerten ausgestattet sein.

1.2.14 Gaszustand

Als Zustand eines Gases gelten die Werte von Druck und Temperatur, von denen seine jeweilige Dichte abhängt (z. B. hoher Druck und niedrige Temperatur vergrößern die Dichte).

Als *Betriebszustand* eines Gases gilt sein Zustand im Messwerk des Gaszählers im Augenblick der Volumenmessung. Da dieser Zustand, bedingt durch den unterschiedlichen Aufbau der verschiedenen Gaszählertypen i. Allg. nicht genau erfasst werden kann, muss für die praktische Umwertung ein Zustand, der dem Messzustand möglichst nahe kommt (maßgebliche Temperatur und maßgeblicher Druck) als Ausgangspunkt verwendet werden.

Als *Normzustand* eines Gases gilt in Deutschland der Bezugszustand, der (nach DIN 1343 „Referenzzustand, Normzustand, Normvolumen“) gekennzeichnet ist durch die Normwerte

- des Drucks $p_n = 1,013\ 25$ bar und
- der Temperatur $T_n = 273,15$ K ($t_n = 0$ °C).

Als *Abrechnungstemperatur*¹ T_b wurde entsprechend G 685 für Balgen-gaszähler $T_b = 288,15$ K ($t_b = 15$ °C) festgelegt, die als Zwischenwert für die vollständige Umwertung auf den Normzustand verwendet wird.

1 In der OIML R 31 wird diese Temperatur auch als Basisgastemperatur (engl.: base temperature) bezeichnet

Normzustand und Abrechnungstemperatur sind konventionelle Größen, die für Verrechnungszwecke brauchbar sind aber nur teilweise einen Zusammenhang mit charakteristischen Werten der Praxis haben. Sie sind nicht in allen Staaten gleich.

1.2.15 Maßgebliche Temperatur

Für die Umrechnung des von einem Gaszähler gemessenen Gasvolumens auf andere thermodynamische Gaszustände wird eine Temperatur bestimmt, die als maßgebliche Temperatur bezeichnet wird. Die maßgebliche Temperatur wird entsprechend der Zählerbauart an unterschiedlichen Stellen gemessen.

1.2.16 Maßgeblicher Druck

Für die Umrechnung des von einem Gaszähler gemessenen Gasvolumens auf andere thermodynamische Gaszustände wird ein Druck bestimmt, der als maßgeblicher Druck bezeichnet wird. Der maßgebliche Druck wird entsprechend der Zählerbauart an unterschiedlichen Stellen gemessen. Die Messstelle für den Bezugsdruck ist i . Allg. auf den einzelnen Zählerbauarten entsprechend gekennzeichnet und wird mit der Aufschrift p_r („Referenzdruck“) bezeichnet. In einigen internationalen Dokumenten wird hierfür auch die Bezeichnung p_m („Messdruck“) verwendet.

In dieser Prüffregel werden maßgebliche Drücke als Absolutdrücke angegeben.

1.2.17 Betriebsüberdruck

Als Betriebsüberdruck p_e eines Gaszählers gilt die Differenz zwischen dem Gasdruck am Zählereingang und dem atmosphärischen Druck. Der Betriebsüberdruck wird hier stets als Überdruck angegeben.

1.2.18 Druckverlust

Als Druckverlust Δp eines Gaszählers gilt die Differenz zwischen dem am Eingang und am Ausgang gemessenen statischen Druck des ihn durchströmenden Gases. Er ist eine Funktion des Durchflusses und für volumetrische Zähler begrenzt.

1.2.19 Prüfmodus

Betriebsart eines elektronischen Gaszählers der für dessen Prüfung aktiviert wird.

1.3 Formelzeichen

A	Auflösung der Anzeige
B	Belastungsgrad
C	Sutherlandsche Konstante
c_{IW}	Impulswert
$c_{IW, \text{mess}}$	durch Messung ermittelter Impulswert
$c_{IW, \text{rech}}$	rechnerisch ermittelter Impulswert
c_f	Korrekturfaktor für das veränderte Verhalten der feuchten Luft im Vergleich mit einem idealen Gas
D	Rohrleitungsdurchmesser
e_p	absolute Messabweichung des Prüflings
f	relative Messabweichung
f_N	relative Messabweichung des Normals
f_p	relative Messabweichung des Prüflings
f_r	rohe Messabweichung
Δf	Änderung der relativen Messabweichung
h	relative Luftfeuchtigkeit
I_G	Gesamtübersetzung des Getriebes
J_1, J_2	Justierradkonstanten
K	Kompressibilitätszahl, K-Zahl
k_p	Druckberichtigung
k_t	Temperaturberichtigung
k	Erweiterungsfaktor bei der Messunsicherheitsbestimmung
M_a	molare Masse der trockenen Luft (28,9635 g/mol [7])
M_v	molare Masse von Wasserdampf (18,015 g/mol [7])

n	Anzahl der Messpunkte, Stoffmenge (Anzahl der Mole), Impulszahl
n_{Imp}	Anzahl der Impulse eines Impulsausgangs
$n_{\text{Imp, HF}}$	Anzahl der Impulse eines hochfrequenten Impulsausgangs
$n_{\text{Imp, NF}}$	Anzahl der Impulse eines niederfrequenten Impulsausgangs
$n_{\text{Imp, tr}}$	Anzahl der Umdrehungen (Impulse) eines Prüfzählglieds
$n_{\text{Imp, Vz}}$	Anzahl der Impulse eines hochfrequenten Impulsausgangs für ein zyklisches Volumen
p	Druck
p_a	Luft(-Umgebungs)druck
p_{abs}	Absolutdruck
p_e	Zahlenwert des Unter- bzw. Überdrucks in der Prüfstrecke
p_N	maßgeblicher Druck am Normal
p_n	Normdruck (1,01325 bar)
p_P	maßgeblicher Druck am Prüfling
p_r	maßgeblicher Druck („Referenzdruck“)
p_{sv}	Wasserdampfsättigungsdruck
Δp	Druckverlust eines Zählers, Druckdifferenz zwischen Prüfling und Normal, zeitliche Druckänderung
Q	Durchfluss
Q_L	Leckrate
$Q_{L, \text{zul}}$	zulässige Leckrate
$Q_{L, \text{Ist}}$	Ist-Leckrate
Q_{max}	maximaler Durchfluss eines Gaszählers
Q_{min}	minimaler Durchfluss eines Gaszählers

Q_t	Trenndurchfluss
ΔQ_{rel}	Änderung des relativen Durchflusses
R	spezifische Gaskonstante
R_0	universale (molare) Gaskonstante (8,314 41 J/(mol · K))
R_e	Reynolds-Zahl
T	Temperatur in K
t	Temperatur in °C
t	Prüfzeit
T_a	Raum(-Umgebungs)temperatur in K
t_a	Raum(-Umgebungs)temperatur in °C
T_b	Abrechnungstemperatur in K
t_b	Abrechnungstemperatur in °C
t_{max}	oberer Temperaturgrenzwert in °C
t_{min}	unterer Temperaturgrenzwert in °C
T_N	Absoluttemperatur am Normal in K
t_N	Temperatur am Normal in °C
T_n	Normtemperatur in K
t_n	Normtemperatur in °C
T_p	Absoluttemperatur am Prüfling in K
t_p	Temperatur am Prüfling in °C
t_r	Taupunkttemperatur in °C
t_r	Umdrehungswert des Prüfzählglieds
ΔT	Temperaturdifferenz zwischen Prüfling und Normal
$\Delta t_{\text{prüf}}$	Prüfzeit für die Dichtheitsprüfung
U	erweiterte Messunsicherheit mit $k = 2$
u	Strömungsgeschwindigkeit

V	Volumen
V_a	Volumen bei Atmosphären(-Umgebungs)bedingungen
V_e	eingeschlossenes Volumen
V_{ist}	tatsächlich durchgeströmtes Volumen
$V_{ist, N}$	tatsächlich durch das Normal geströmtes Volumen
$V_{ist, D}$	tatsächlich durch die Düse(n) geströmtes Volumen
$V_{ist, P}$	tatsächlich durch den Prüfling geströmtes Volumen
V_G	während der Impulswertkontrolle durch den Zähler geströmtes Betriebsvolumen
V_N	vom Normal angezeigtes Volumen
V_P	vom Prüfling angezeigtes Volumen
V_n	Volumen im Normzustand
V_z	zyklisches Volumen eines Gaszählers
WME	gewichtete mittlere Messabweichung
χ_v	molarer Anteil des Wasserdampfs in feuchter Luft
Z	Realgasfaktor
Z_n	Realgasfaktor im Normzustand
z	Zustandszahl, Z-Zahl
η	dynamische Viskosität
ρ	Dichte

1.4 Mathematisch-physikalische Grundlagen und Ausgangsgleichungen

1.4.1 Physikalische Eigenschaften von Gasen

Ein gasförmiger Stoff befindet sich in einem Aggregatzustand, der durch den Druck und die Temperatur bestimmt wird. In einem Gas sind die durch Wärmebewegung der Atome und Moleküle hervorgerufenen Kräfte größer als die molekularen Bindungskräfte, die in Feststoffen und Flüssigkeiten den Zusammenhalt bewirken. Ein Gas kann deshalb ein beliebig großes Volumen einnehmen und füllt jeden ihm zur Verfügung stehenden Raum vollständig aus.

1.4.2 Gasgesetze und Zustandsgleichung

Die Beziehung zwischen der Temperatur T , dem Druck p und dem Volumen V einer Gasmenge wird durch die Gasgesetze beschrieben, wobei die für die Gasmessung wichtigsten Beziehungen durch die thermische Zustandsgleichung $f(T, V, p) = 0$ dargestellt werden können.

Sie wird hier vor allem dafür verwendet, die bei verschiedenen thermodynamischen Zuständen gemessenen Volumina ineinander umzurechnen und damit mengenmäßig miteinander vergleichen zu können.

1.4.3 Zustandsgleichung idealer Gase

Ein ideales Gas stellt ein thermodynamisches Modell dar, bei dem das Eigenvolumen der Gasmoleküle und die Wechselwirkung der Moleküle miteinander infolge der van-der-Waals'schen Anziehungskräfte vernachlässigt werden. Näherungsweise kann Luft bei Atmosphärenbedingungen als ideales Gas betrachtet werden.

Das ideale Gas genügt der einfachsten Gasgleichung – der Clapeyron'schen Zustandsgleichung. Sie lautet

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (5)$$

wobei n die Zahl der Mole und R die Gaskonstante bedeuten.

Für die Umrechnung ein und desselben Gases in verschiedene thermodynamische Zustände erhält man für ein ideales Gas die Beziehung

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{const.} \quad \text{bzw.} \quad \rho \cdot V_1 = \rho_2 \cdot V_2 = \text{const.} \quad (6)$$

wobei die Indizes 1 und 2 die beiden ineinander umzurechnenden Zustände charakterisieren.

Beispiel:

Für die Umrechnung eines beim Atmosphärendruck p_a und der Raumtemperatur T_a gemessenen Luftvolumens V_a in den Normzustand (mit dem Index n gekennzeichnet) gilt:

$$V_n = \frac{p_a \cdot 273,15 \text{ K}}{T_a \cdot 1013,25 \text{ mbar}} \cdot V_a \quad (7)$$

1.4.4 Zustandsgleichung realer Gase

Beim realen Gas spielen das Eigenvolumen der Gasmoleküle und ihre Wechselwirkung untereinander eine Rolle.

Für reale Gase gibt es eine ganze Reihe thermischer Zustandsgleichungen, von denen jede einzelne meist einen bestimmten Bereich oder bestimmte Eigenschaften besonders gut beschreiben. Die in der Gasmessung üblicherweise verwendete Zustandsgleichung lautet:

$$p \cdot V = Z \cdot n \cdot R \cdot T \quad (8)$$

wobei Z den Realgasfaktor des Gases bezeichnet. Dieser ist für ein ideales Gas per Definition bei allen Zuständen gleich 1,000. Für Luft bei atmosphärischen Bedingungen kann er in guter Näherung mit $Z = 1,000$ angenommen werden.

1.4.5 Reynolds-Zahl

Die Reynolds-Zahl Re ist eine Kennzahl, die zur Charakterisierung reibungsbehafteter Strömungsvorgänge verwendet wird und das Verhältnis der Trägheits- zu den Zähigkeitskräften beschreibt. Eine für die in der Durchflussmessung geeignete Form lautet:

$$Re = \frac{u \cdot D \cdot \rho}{\eta} = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot D \cdot \eta} \quad (9)$$

wobei mit u die Strömungsgeschwindigkeit, Q der Volumendurchfluss, ρ die Dichte, η die dynamische Viskosität (Zähigkeit) und D der Rohrlaufdurchmesser bezeichnet sind.

Gleiche Reynolds-Zahl verschiedener Strömungen bedeutet gleiche bzw. vergleichbare strömungstechnische Eigenschaften dieser Strömungen. In der Praxis wird diese Reynolds'sche Ähnlichkeit genutzt, um mess- und strömungstechnische Eigenschaften bestimmter Messgerätearten, die unter ausgewählten Bedingungen ermittelt wurden, auf andere Strömungsbedingungen gleicher Reynolds-Zahl zu übertragen.

1.4.6 Empfohlene Berechnungsgleichungen für die Dichte feuchter Luft

Die Dichte ρ feuchter Luft berechnet sich gemäss BIPM-Empfehlung für die Bestimmung der Dichte von feuchter Luft.

$$\rho = \frac{p \cdot M_a}{Z \cdot R_0 \cdot T} \cdot \left[1 - \chi_v \cdot \left(1 - \frac{M_v}{M_a} \right) \right] = 0,348353 \cdot \frac{p}{Z \cdot T} \cdot (1 - 0,3780 \cdot \chi_v) \quad (10)$$

Die Gleichungen (10) bis (18) sind zugeschnittene Größengleichungen, bei denen sorgfältig auf die Einheiten der einzusetzenden Größen zu achten ist. Die Größen und ihre Einheiten für die Verwendung in den Gleichungen (10) bis (18) sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Formelzeichen	Einheit	Erläuterung
p	mbar	absoluter Druck
t	°C	Temperatur
T	K	absolute Temperatur
h	%	relative Feuchte
f		Korrekturfaktor für das veränderte Verhalten feuchter Luft
χ_{sv}		molarer Anteil des Wasserdampfs in gesättigter feuchter Luft
χ_v		molarer Anteil des Wasserdampfs in feuchter Luft
p_{sv}	Pa	Druck des Wasserdampfs in gesättigter feuchter Luft
Z		Realgasfaktor
ρ	kg/m ³	Dichte

Der Realgasfaktor Z für feuchte Luft wird bestimmt zu

$$\begin{aligned}
 Z = 1 - \frac{p}{(273,15 + t)} \cdot [1,62419 \cdot 10^{-4} - 2,8969 \cdot 10^{-6} \cdot t + 1,0880 \cdot 10^{-8} \cdot t^2 \\
 + (5,757 \cdot 10^{-4} - 2,589 \cdot 10^{-6} \cdot t) \cdot \chi_v + (1,9297 \cdot 10^{-2} - 2,285 \cdot 10^{-4} \cdot t) \cdot \chi_v^2] \quad (11) \\
 + \frac{p^2}{(273,15 + t)^2} \cdot (1,73 \cdot 10^{-7} - 1,034 \cdot 10^{-4} \cdot \chi_v^2)
 \end{aligned}$$

Der molare Wasserdampfanteil χ_v wird in der Regel aus den Umgebungsbedingungen im Messraum, aus dem die Prüfluft angesaugt wird, bestimmt. Dabei wird davon ausgegangen, dass keinerlei Kondensation der feuchten Luft im Messraum oder in der Messanordnung erfolgt und sich der molare Wasserdampfanteil damit nicht ändert. Der Wert für χ_v kann entweder mit Hilfe der Taupunkttemperatur t_r oder der relativen Luftfeuchtigkeit h ermittelt werden.

Bei Verwendung der Taupunkttemperatur t_r gelten die folgenden Gleichungen (12) bis (14), wobei als zusätzlicher Messwert der jeweilige Umgebungsluftdruck p_a benötigt wird:

$$\chi_v = c_f(p_a, t_r) \cdot \frac{p_{sv}(t_r)}{p_a} \cdot 10^{-2} \quad (12)$$

mit

$$c_f(p_a, t_r) = 1,00062 + 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot p_a + 5,6 \cdot 10^{-7} \cdot t_r^2 \quad (13)$$

$$p_{sv}(t_r) = \exp \left[1,2811805 \cdot 10^{-5} \cdot (273,15 + t_r)^2 - 1,9509874 \cdot 10^{-2} \cdot (273,15 + t_r) + 34,04926034 - 6,3536311 \cdot 10^3 \cdot (273,15 + t_r)^{-1} \right] \quad (14)$$

Wird für die Ermittlung des molaren Wasserdampfanteils χ_v die relative Luftfeuchtigkeit h verwendet, ist neben dem Umgebungsdruck p_a auch die Umgebungstemperatur t_a erforderlich und es gelten die Gleichungen (15) bis (18):

$$\chi_v = h \cdot x_{sv}(t_a) \cdot 10^{-2} \quad (15)$$

mit

$$\chi_{sv}(t_a) = c_f(p_a, t_a) \cdot \frac{p_{sv}(t_a)}{p_a} \cdot 10^{-2} \quad (16)$$

$$c_f(p_a, t_a) = 1,00062 + 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot p_a + 5,6 \cdot 10^{-7} \cdot t_a^2 \quad (17)$$

$$p_{sv}(t_a) = \exp \left[1,2811805 \cdot 10^{-5} \cdot (273,15 + t_a)^2 - 1,9509874 \cdot 10^{-2} \cdot (273,15 + t_a) + 34,04926034 - 6,3536311 \cdot 10^3 \cdot (273,15 + t_a)^{-1} \right] \quad (18)$$

Generell ist zur Ermittlung der entsprechenden Messwerte für die χ_v -Berechnung anzumerken, dass die Taupunkttemperatur t_r bzw. die relative Luftfeuchtigkeit h möglichst in der Nähe des Eingangs in die Messanordnung gemessen werden sollen und dass die verwendeten Werte für den Umgebungsdruck p_a und die Umgebungstemperatur t_a grundsätzlich unmittelbar am Feuchtemessgerät zu messen sind.

Erfolgt die Bestimmung der Prüfluftfeuchte mit Hilfe eines in der Messanordnung im Prüfluftstrom installierten Feuchtesensors, gelten die o. g. Gleichungen, wenn p_a und t_a durch die entsprechenden Druck- und Temperaturmesswerte am Einbauort des Feuchtesensors ersetzt werden.

1.4.7 Empfohlene Berechnungsgleichung für die Viskosität von Luft

Für die Berechnung der Viskosität von Luft können die in der VDI/VDE-Richtlinie 2040, Blatt 2 „Berechnungsgrundlagen für die Durchflussmessung mit Blenden, Düsen und Venturirohren. Gleichungen und Gebrauchsformeln“ angegebenen Gleichungen und Zahlenwerte verwendet werden.

Die dynamische Viskosität η besitzt die Einheit $\text{Pa} \cdot \text{s}$ und ist vom jeweiligen thermodynamischen Zustand des Mediums abhängig. Für Gase nimmt sie mit steigender Temperatur zu und ist in der Nähe des Atmosphärendrucks nahezu druckunabhängig. In dem Bereich, in der sie in erster Näherung nur von der Temperatur abhängig ist (ideale Gase mit Drücken < 6 bar) kann $\eta(t)$ mit Hilfe der Formel von Sutherland

$$\eta(t) = \eta_n \cdot \sqrt{\frac{T}{T_n}} \cdot \frac{1 + \frac{C}{T_n}}{1 + \frac{C}{T}} \quad (19)$$

aus der Viskosität bezogen auf den Normzustand des Gases η_n und der

Normtemperatur T_n mit der Sutherlandschen Konstanten C errechnet werden. Für trockene Luft bei $t_a = 20\text{ °C}$ gilt: $C = 113$ und $\eta_{20} = 1,820 \cdot 10^{-5}\text{ Pa} \cdot \text{s}$. Hinweise zur Verwendung entsprechender Druckkorrekturen für Drücke über 6 bar sowie zu den Zahlenwerten von C für andere Gase sind ebenfalls dort zu finden.

1.4.8 Zustandszahl

Die Zustandszahl (Z-Zahl) z ist definiert als das Verhältnis zwischen Volumen im Normzustand und im Betriebszustand.

Für ein ideales Gas gilt:

$$z = \frac{T_n \cdot p}{T \cdot p_n} \quad (20)$$

Für ein reales Gas unter Berücksichtigung der Realgasfaktoren im Betriebs- bzw. im Normzustand gilt:

$$z = \frac{T_n \cdot p \cdot Z_n}{T \cdot p_n \cdot Z} \quad (21)$$

1.4.9 Kompressibilitätszahl

Die Kompressibilitätszahl (K-Zahl) des Gases K ist definiert als das Verhältnis der Realgasfaktoren im Betriebs- bzw. im Normzustand

$$K = \frac{Z}{Z_n} \quad (22)$$

und ist im Normzustand 1,000. Bei Prüfungen im Niederdruck, d. h. bei kleinen Abweichungen der Z-Zahl zwischen Prüfling und Normal kann die K-Zahl gleich 1 angenommen und somit vernachlässigt werden. Sonst ist sie analog zu den Realgasfaktoren in unterschiedlichem Maß

vom Druck und von der Temperatur des Gases abhängig und für jedes Gasgemisch nach der Technischen Richtlinie der PTB TR G 9 rechnerisch zu bestimmen.

1.4.10 Berechnung der Messabweichungen

Die Messabweichung f_p eines Prüflings wird berechnet nach:

$$f_p = \left(\frac{V_p}{V_{\text{ist,P}}} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (23)$$

mit V_p : vom Prüfling angezeigtes Volumen

$V_{\text{ist,P}}$: tatsächlich durch den Prüfling geströmtes Volumen.

Das tatsächlich durch den Prüfling geströmte Volumen $V_{\text{ist,P}}$ berechnet sich aus dem tatsächlich durch das Normal geströmten Volumen $V_{\text{ist,N}}$ bezogen auf den Einbauort des Prüflings. Diese Berechnung erfolgt in zwei Schritten.

Für das Normal gilt :

$$f_N = \left(\frac{V_N}{V_{\text{ist,N}}} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad \rightarrow \quad V_{\text{ist,N}} = \frac{V_N}{1 + f_N / 100} \quad (24)$$

mit V_N : vom Normal angezeigtes Volumen

$V_{\text{ist,N}}$: tatsächlich durch das Normal geströmtes Volumen.

Die Anwendung der Zustandsgleichung für ideale Gase ergibt:

$$\frac{V_{\text{ist,P}} \cdot p_P}{T_P} = \frac{V_{\text{ist,N}} \cdot p_N}{T_N} \quad (25)$$

Nach Umformung ist daraus V zu errechnen mit:

$$V_{\text{ist,P}} = \frac{V_{\text{ist,N}} \cdot p_{\text{N}} \cdot T_{\text{P}}}{p_{\text{P}} \cdot T_{\text{N}}} = \frac{V_{\text{N}} \cdot p_{\text{N}} \cdot T_{\text{P}}}{(1 + f_{\text{N}}/100) \cdot p_{\text{P}} \cdot T_{\text{N}}}$$

Eingesetzt in die Gleichung zur Berechnung der Messabweichung des Prüflings ergibt sich die exakte Berechnungsgleichung:

$$f_{\text{P}} = \left(\frac{V_{\text{P}} \cdot (1 + f_{\text{N}}/100) \cdot p_{\text{P}} \cdot T_{\text{N}}}{V_{\text{N}} \cdot p_{\text{N}} \cdot T_{\text{P}}} - 1 \right) \cdot 100 \% . \quad (26)$$

Werden für die Ermittlung der relativen Messabweichungen des Prüflings f_{P} mehrere Normale i betrieben, dann muss für jedes Normal i das wahre durchströmte Volumen separat berechnet und anschließend zu einem Gesamtvolumen aufsummiert werden. Die Bestimmungsgleichung lautet:

$$f_{\text{P}} = \left[\frac{V_{\text{P}} \cdot \frac{p_{\text{P}}}{T_{\text{P}}}}{\sum_i^n \left(\frac{V_{\text{N},i}}{1 + \frac{f_{\text{N},i}}{100}} \cdot \frac{p_{\text{N},i}}{T_{\text{N},i}} \right)} - 1 \right] \cdot 100 \% . \quad (27)$$

Wie in Prüffregel Band 25 gezeigt, gestaltet sich die Berechnung des Volumens durch kritisch betriebene Düsen nicht wie bei anderen Normalen. Damit bei der Verwendung von kritischen Düsen im Parallelbetrieb zu anderen Normalen die einzelnen unterschiedlich berechneten Volumina miteinander vergleichbar sind, müssen sie auf einen Referenzzustand bezogen werden. Für die folgende Gleichung ist hier

als Referenzzustand der Normzustand mit $T_n = 273,15 \text{ K}$ und $p_n = 1013,25 \text{ mbar}$ willkürlich gewählt. Das tatsächlich durch die Düsen geströmte Volumen $V_{\text{ist,D}}$ berechnet sich nach den entsprechenden Gleichungen aus Prüffregel Band 25. Sie lautet im Ergebnis:

$$f_p = \left[\frac{V_p \cdot \frac{p_p \cdot 273,15 \text{ K}}{T_p \cdot 1013,25 \text{ mbar}}}{V_{\text{ist,D}} + \sum_i \left(\frac{V_{\text{Ni}}}{1 + \frac{f_{\text{Ni}}}{100}} \cdot \frac{p_{\text{Ni}} \cdot 273,15 \text{ K}}{T_{\text{Ni}} \cdot 1013,25 \text{ mbar}} \right)} - 1 \right] \cdot 100 \% . \quad (28)$$

Die folgende *Näherungsformel* kann angewendet werden, wenn die Zustandsänderungen zwischen Normal und Prüfling gering sind (Temperaturdifferenzen $\Delta t < 2 \text{ K}$, $\Delta p < 25 \text{ mbar}$). Dabei werden die einzelnen Anteile der Korrektur aufgeteilt. Für die prozentuale Messabweichung des Prüflings f_p gilt dann näherungsweise:

$$f_p = f_r + f_N + k_p + k_t . \quad (29)$$

Dabei sind in prozentualer Darstellung:

f_r : rohe Messabweichung $f_r = (V_p/V_N - 1) \cdot 100 \%$

f_N : Messabweichung des Normals aus dessen Prüfschein in %

k_p : Druckberichtigung: $k_p = 0,1(p_p/\text{mbar} - p_N/\text{mbar}) \%$

k_t : Temperaturberichtigung: $k_t = 0,34(t_N/^\circ\text{C} - t_p/^\circ\text{C}) \%$.

Die daraus resultierende zusätzliche Unsicherheit ist unter den o. a. Bedingungen $< 0,02 \%$. Anwendbar ist die Näherungsformel bei manueller Berechnung der Messabweichung.

2 Verzeichnis der Vorschriften und Regelungen

2.1 Eichrechtlich verbindliche Vorschriften

Eichgesetz (EichG)

Gesetz über das Mess- und Eichwesen (Eichgesetz) in der Neufassung vom 23.3.92 (BGBl. I, S. 711), geändert durch das Gesetz vom 21.12.92 (BGBl. I, S. 2134)

Eichordnung (EO) – Allgemeine Vorschriften

Eichordnung vom 12.8.88 (BGBl. I, S. 1657), zuletzt geändert durch die 3. Verordnung zur Änderung der EO vom 18.8.00 (BGBl. I, S. 1307)

Anlage 7 zur Eichordnung (EO 7) in der Fassung vom 18.8.00

7-1 Volumengaszähler

7-3 Zusatzeinrichtungen (Impulsgeber, Schalteinrichtungen)

Eichkosten-Verordnung (EKVO) in der Fassung vom 11.7.01 (BGBl. I, Nr. 36, S. 1608 ff.)

EWG-Richtlinien

71/318 Volumengaszähler (09/71)

74/331 1. Änderung (07/74)

78/365 2. Änderung (04/78)

82/623 3. Änderung (08/82)

Verwaltungsvorschrift „Gesetzliches Messwesen – Allgemeine Regelungen (GM-AR)“ vom 10. April 2002 (Banz 5/02)

PTB-Anforderungen (PTB-A)

7.1 Volumengaszähler (04/88)

Normen

DIN 1319-3 Grundlagen der Messtechnik. Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße, Messunsicherheit (05/96)

DIN 1343 Referenzzustand, Normzustand, Normvolumen

DVGW-Arbeitsblätter

G 492/I Anlagen für die Gasmengenmessung ... bis 4 bar ... (06/98)

G 492/II Anlagen für die Gasmengenmessung ... über 4 bar ... (12/88)

G 685 Gasabrechnung (04/93) mit Beiblatt (4/95)

PTB-Prüfregeln

Band 25 Prüfstände mit kritisch betriebenen Düsen (1998)

Band 30 Volumengaszähler Hochdruckprüfung (2002)

Technische Richtlinien der PTB

G 3 Eichung von Balgengaszählern \leq G 25 mit angebauten elektronischen Temperatur-Mengennummern (12/94)

G 9 Eichung von Zustands-Mengennummern und Wirkdruckgaszählern mit Zustandserfassung für Gas mit realem Zustandsverhalten (01/98)

G 13 Einbau und Betrieb von Turbinenradgaszählern (03/02)

Sonstiges

PTB-Mitt. 102, Verfahren zur Stichprobenprüfung von Balgengaszählern (04/92) mit Ergänzung in PTB-Mitt. 107 (02/97)

2.2 Eichrechtlich nicht verbindliche Vorschriften

Die nachfolgend aufgeführten Vorschriften und Richtlinien sind zum Zeitpunkt des Inkrafttretens nicht eichrechtlich verbindlich.

DIN EN 1359 Balgengaszähler (05/99)

DIN EN 122 61 Turbinenradgaszähler (05/02)

DIN EN 124 80 Drehkolbengaszähler (06/02)

DIN EN ISO 2859 Annahme der Stichprobenprüfung (04/93)

OIML R 31 Diaphragm gas meters (1995)

OIML R 32 Rotary piston gas meters and turbine gas meters
(1989)

- Giacomo, P.: Formel für die Bestimmung der Dichte von feuchter Luft In: PTB-Mitt. 89 (1979), Heft 4
- VDI/VDE-Richtlinie 2040, Blatt 2: Berechnungsgrundlagen für die Durchflussmessung mit Blenden, Düsen und Venturi-Rohren. Gleichungen und Gebrauchsformeln (1987)
- ISO-Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (1993)

3 Verfahrensablauf

Die Prüfung von Gaszählern erfolgt unabhängig vom Prüfverfahren, den eingesetzten Normalgeräten, der Betriebsart und der Auswertemethode nach den folgenden Grundschemata für die Eichung, Befundprüfung, Sonderprüfung und sonstige Prüfung.

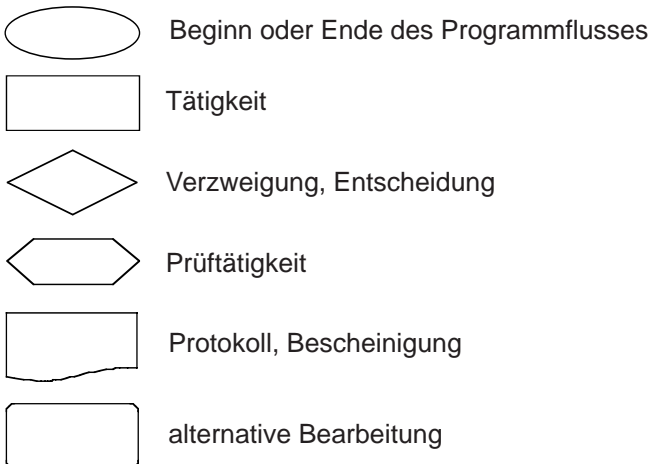
Für die Prüfung von Gebrauchsnormalen und Prüfeinrichtungen sind die Abschnitte 6.5 und 6.6. zu beachten.

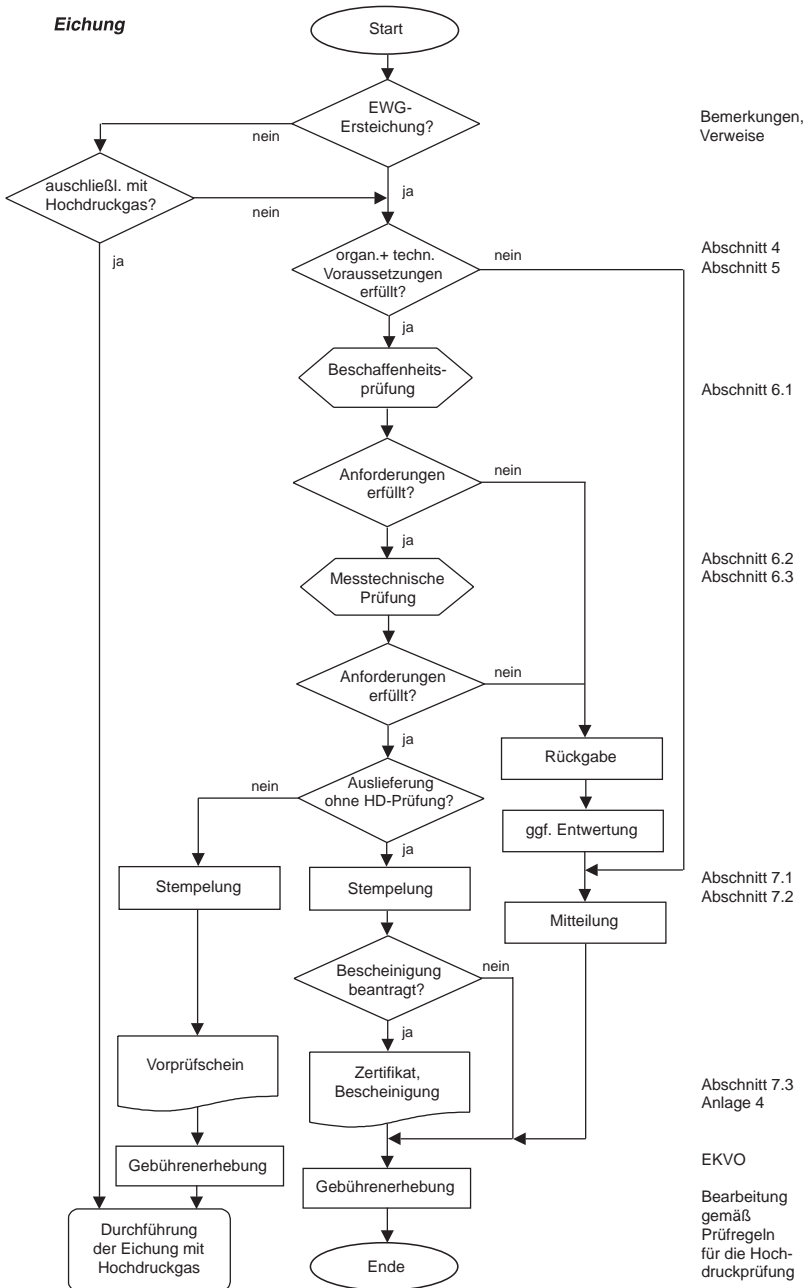
Der Auswahl des Prüfverfahrens nach den aufgeführten Schemata muss die Entscheidung vorangegangen sein, ob eine Prüfung bei Atmosphären- oder Hochdruck erfolgen soll. Derzeit ist die ausschließliche Hochdruckeichung nur innerstaatlich zulässig.

Vor Beginn der Prüfungen ist zu prüfen, ob die technischen und organisatorischen Voraussetzungen eingehalten sind.

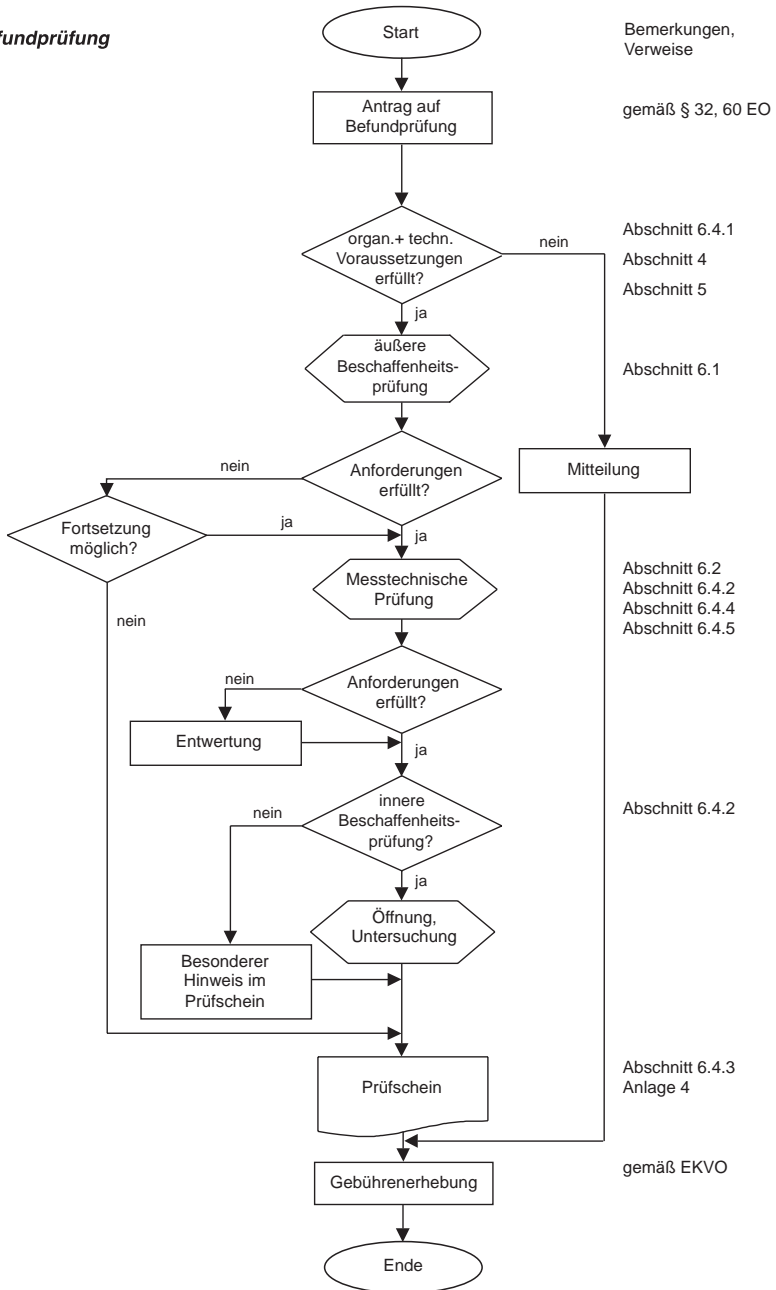
Entsprechend der Antragstellung können Prüfungen nach den EWG-Richtlinien, innerstaatlichen Eichvorschriften und geltenden Normen vorgenommen werden. Derzeit gelten letztere für die Eichung nicht.

In den folgenden Schemata bedeuten die verwendeten Zeichen:

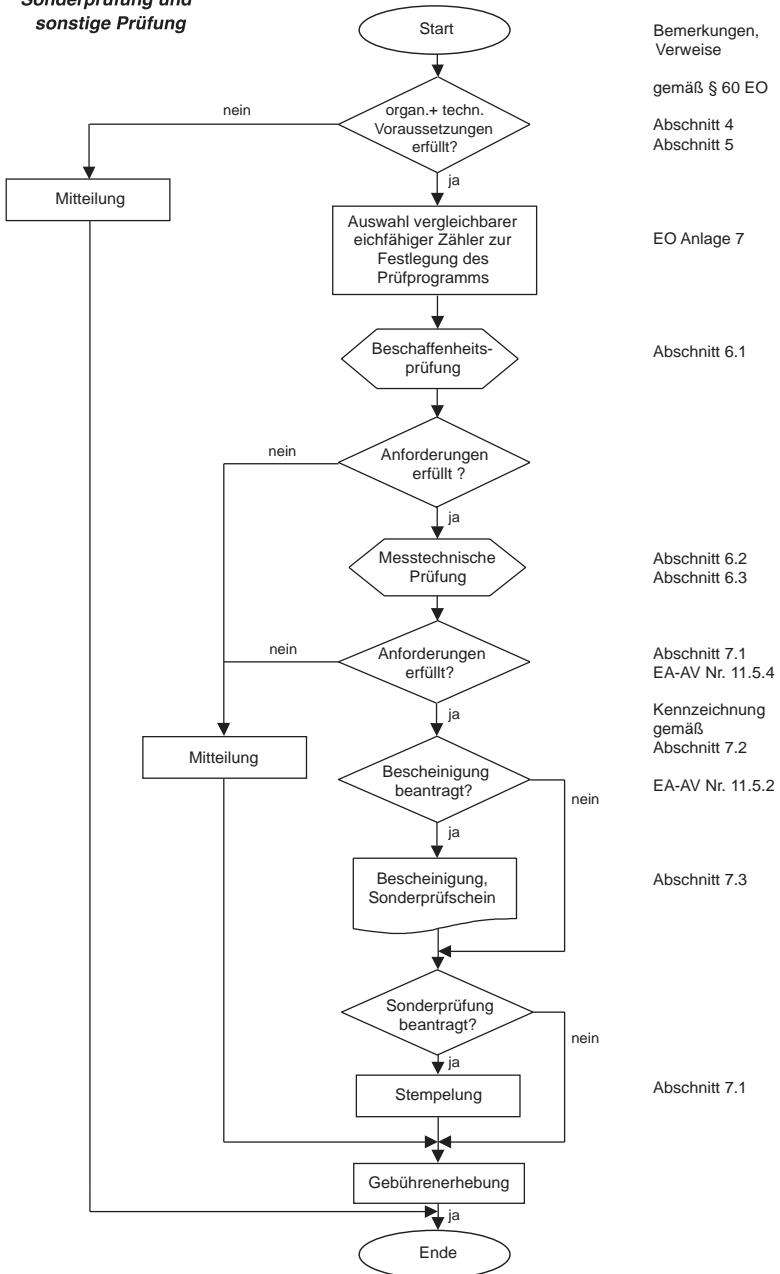




Befundprüfung



Sonderprüfung und sonstige Prüfung



4 Prüfmittel

4.1 Allgemeine Anforderungen

Für Prüfmittel gelten die Anforderungen der Verwaltungsvorschrift „Gesetzliches Messwesen – Allgemeine Regelungen (GM-AR)“ in der jeweils gültigen Fassung.

Prüfmittel müssen von der PTB oder Eichbehörde anerkannt und amtlich geprüft sein.

In den Prüfscheinen angegebene Messabweichungen oder Korrekturen sind zu berücksichtigen und die Nachprüffristen einzuhalten.

4.2 Volumennormale

Als Normale kommen besonders ausgewählte und als Normal geprüfte Gaszähler, Prüfstände mit kritisch betriebenen Düsen, Kolbenzylinder-Messsysteme, Prüfanlagen mit Ovalradzählern und Messglocken (Kubizierapparate) in Betracht. Darüber hinaus können Kombinationen verschiedener Normale genehmigt werden. Normalgaszähler können sowohl im Druck- als auch im Saugbetrieb benutzt werden. Messglocken arbeiten in der Regel nur im Druckbetrieb.

Die wesentlichen Kriterien für die Auswahl der Normale werden von Art, Größe und Ausstattung des Prüflings bestimmt. Dies sind im einzelnen:

- Durchflussbereich
- erforderliches Prüfvolumen
- Bauart des Prüflings (minimale Beeinflussung)
- Art der Volumenerfassung am Prüfling.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die zurzeit verwendeten Normale zur Prüfung einzelner Zählerbauarten.

Tabelle 1: Derzeit verwendete Volumennormale
 × geeignet, (×) bedingt geeignet

Normal	Prüfling-Zählerbauart (Messprinzip)					
	Balgen	Drehkolben	Dreh-schleuse	Turbinenrad	Wirbel/Drall	Ultraschall
Messglocke	×	(×)	(×)	(×)	(×)	(×)
Trommelzähler	×	×	×	×	×	×
Drehkolbenzähler (DKZ)	×	(×)	×	(×)		
Pulsationsarme DKZ	×	×	×	×	×	×
Drehschleusenzähler	×	×	×	×	×	×
Turbinenradzähler		(×)	×	×	×	×
kritisch betriebene Düsen	×	×	×	×	×	×
Kolben-Zylinder-System	×					
Ovalradzähler	×					

Die im Folgenden genannten Eigenschaften von Normalen sollen die Auswahl erleichtern:

Messglocke (Kubizierapparat)

- Haupteinsatzbereich für Durchflüsse bis $10 \text{ m}^3/\text{h}$
- große Langzeitstabilität durch Maßverkörperung
- ortsfeste Aufstellung
- begrenztes Prüfvolumen
- temperaturabhängig durch die Bauhöhe (Temperaturschichtung)

Trommelgaszähler

- relativ großer Belastungsbereich (1:100)
- geringe Überlastfähigkeit
- Gleichlauffehler für die Festlegung von Mindestprüfvolumen beachten
- Wechsel des Gebrauchsorts infolge Ölfüllung problematisch
- subjektive Einflüsse bei der Sperrflüssigkeitsniveaueinstellung

Drehkolbengaszähler/pulsationsarme Drehkolbengaszähler

- breites Einsatzspektrum hinsichtlich der Baugrößen
- Festlegung des Belastungsbereichs (bis 1:100) in Abhängigkeit von der mechanischen Beschaffenheit
- in der Ausführung mit vier Kammervolumina (Standard-DKZ, siehe Anhang 1) ist Ausstattung mit Schall-/Pulsationsdämpfern erforderlich

Drehschleusengaszähler

- Haupteinsatzbereich von 10 m³/h bis 1000 m³/h
- Belastungsbereichserweiterung durch Servoantrieb möglich

Turbinenradgaszähler

- geeignet für große und sehr große Durchflüsse
- relativ kleine Belastungsbereiche durch charakteristische Fehlerkurve
- relativ lange Einlaufstrecke zur ungestörten Anströmung

Kolben-Zylinder-Messsysteme

- relativ großer Belastungsbereich
- hohe Langzeitstabilität durch Maßverkörperung
- begrenztes Prüfvolumen
- relativ kleine Maximaldurchflüsse
- temperaturabhängig durch Art der Aufstellung als stehender oder liegender Zylinder

kritisch betriebene Düsen

- gute Reproduzierbarkeit
- hohe Langzeitstabilität
- Parallelbetrieb für verschiedene Prüfdurchflüsse
- störfest gegen Gebläsepulsationen
- hohe Anforderungen an die Dichtigkeit der Anlage

Messanlagen mit Ovalradzähler (indirekte Gasvolumenmessung)

- relativ kleine Maximaldurchflüsse (primär für Balgengaszähler bis $Q_{\max} < 10 \text{ m}^3/\text{h}$)
- durch den Ölvorratsbehälter begrenztes Prüfvolumen
- relativ aufwendige Bedienung.

Normale werden in der Regel ortsfest aufgestellt oder fest in Gaszählerprüfständen eingebaut. Bedingt durch den eingeengten Durchflussbereich sind Normale verschiedener Größen je nach Art und Größe der zu prüfenden Zähler erforderlich, d. h. durch einfache Umschaltung von einem Normal auf ein anderes mit sich anschließendem Messbereich kann die Prüfung durchgeführt werden. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Messbereiche der Normale um etwa 10 % überlappen sollen. Die Überlappung ist deshalb zu fordern, weil sie eine gegenseitige Kontrolle der Normale gestattet. Weichen die festgestellten Messabweichungen bei der Prüfung eines Zählers im Überlappungsbereich zweier Normale um mehr als 0,3 % voneinander ab, so ist die Ursache festzustellen und zu beseitigen. Bei Differenzen bis zu 0,3 % dürfen die Messabweichungen gemittelt werden.

Der gleichzeitige Betrieb mehrerer parallelgeschalteter Normale (auch unterschiedlicher Bauart) ist zulässig, wenn sichergestellt ist, dass sich diese bei gleichzeitigem Betrieb nicht wesentlich gegenseitig beeinflussen. Dazu sind vor Inbetriebnahme des Prüfstands geeignete Untersuchungen durchzuführen.

Gleichzeitig ist sicherzustellen, dass bei einem Wechsel der Prüfstrecken, in denen sich die jeweiligen Normale befinden, die nicht benutzten Prüfstrecken stets sicher abgesperrt sind. Die Dichtheit jeder dieser Strecken ist ständig durch geeignete Maßnahmen zu kontrollieren. Entsprechende Festlegungen werden bei der Anerkennung des Prüfstands getroffen.

4.3 Hilfsmessgeräte

Als Hilfsmessgeräte werden die Aufnehmer einschließlich Anzeige (ggf. mit Signalverarbeitung) für atmosphärischen Druck, Über- bzw. Differenzdruck, Temperatur, Zeit und (bei kritisch betriebenen Düsen) der Luftfeuchte verstanden.

Erstprüfungen sind jeweils von der zuständigen Eichbehörde bei der Abnahme der Prüfstände vorzunehmen. Regelmäßige Wiederholungsprüfungen der Hilfsmessgeräte werden der Prüfstelle bei Bedarf durch die Eichbehörde auferlegt. Empfohlen wird eine erste Nachprüfung nach spätestens zwei Jahren. Diese und erforderliche Justierungen können auch von der Prüfstellenleitung vorgenommen werden, sofern dafür geeignete Prüfmittel vorhanden sind. Die Dokumentation hat im Prüfstandshandbuch oder elektronisch zu erfolgen.

Im Einzelnen handelt es sich um Hilfsmessgeräte zur Messung der folgenden Messgrößen:

Luftdruck

Geht der Luftdruck in die Berechnung der Messabweichung ein, soll er mindestens einmal während einer Arbeitsschicht gemessen und in der Auswertung der Messergebnisse berücksichtigt werden. Ausreichend ist die Erfassung mit einem Aneroidbarometer und die Eingabe als Festwert in den Rechner.

Druck

Vorzugsweise sollen alle während der Messungen/Prüfungen erforderlichen bzw. für die Berechnungen benötigten Drücke als Differenzdrücke auf einen Referenzwert (z. B. den atmosphärischen Druck) bezogen werden, der als Absolutdruck gemessen wird.

Messgeräte, die ausschließlich zur Druckverlustmessung bzw. Dichtheitsprüfung dienen, müssen nicht amtlich geprüft sein.

Die maßgeblichen Drücke der verschiedenen Zählerbauarten werden gemessen bei

Balgengaszählern	im Eingangsstutzen/-flansch
Drehkolben-/Drehschleusengaszählern	im Eingangsstutzen/-flansch
Turbinenradgaszählern	unmittelbar vor dem Turbinenrad
Wirbelgaszählern	in der Nähe des Störkörpers
Ultraschallgaszählern	im Eingangsstutzen/-flansch
anderen Gaszählern	entsprechend den Angaben in der Zulassung bzw. des Prüflingsherstellers.

Bei Strömungsgaszählern muss die Druckentnahme zwingend an dem am Prüfling mit p_r bezeichneten Stutzen erfolgen. Bei volumetrischen Gaszählern soll die Druckentnahme grundsätzlich ebenfalls am p_r -Stutzen erfolgen. Ersatzmessstellen im Prüfstand sind so zu gestalten, dass keine wesentlichen Unterschiede zu der Messung des maßgeblichen Drucks auftreten. Die Rohrleitungsquerschnitte sollen im Bereich der Druckmessstellen möglichst keine Veränderung aufweisen.

Temperatur

Zur Messung der Temperatur sind vorzugsweise elektronische Aufnehmer vorzusehen.

Für den besseren Wärmeübergang und kürzere Reaktionszeiten sollen die Thermometer bzw. Temperaturfühler direkt (ohne Schutztasche) in die Rohrleitung eingebaut werden.

Die Temperatur ist vorzugsweise dort zu messen, wo bereits Temperaturmessstellen für den späteren Gebrauch vorhanden sind. Andernfalls ist die Temperatur bis zu $2D$ nach dem Auslauf zu messen, wobei darauf zu achten ist, dass in diesem Fall die Strömungsgeschwindigkeit an der Temperaturmessstelle 15 m/s nicht überschreitet.

Bei der Messung der Temperatur im Ein- und Auslauf darf auch dessen Mittelwert als maßgebliche Temperatur verwendet werden.

In Reihenprüfständen darf die Temperatur aufgrund der Messung im Ein- und Ausgang der Prüfstrecke jedem einzelnen Zähler zugeordnet werden.

Werden zur Bestimmung der maßgeblichen Temperatur oder zur Überwachung der Temperaturkonstanz im Prüfstand weitere Temperaturmessstellen verwendet, so sind bei Strömungsgaszählern zur Vermeidung von Einlaufstörungen Durchmesser der Messwertaufnehmer von $\leq 0,1 D$ und Abstände vor dem Einlauf der Zähler von $\geq 5 D$ einzuhalten.

Zeit

An die Zeitmessung werden keine besonderen Genauigkeitsanforderungen gestellt, sofern hiermit nur die Einhaltung der Durchflusseinstellung kontrolliert wird. Falls die Ermittlung der Prüflings-Messabweichungen über den Vergleich der Durchflüsse an Prüfling und Normal erfolgt, wird gefordert, dass sie automatisch gestoppt wird und die Mindestanforderungen der Tabelle 2 eingehalten werden.

Die einzuhaltenden Mindestanforderungen der Hilfsmessgrößen hinsichtlich Teilung bzw. Auflösung A sowie der Messunsicherheiten U ($k = 2$) sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Mindestanforderungen an die Erfassung der Hilfsmessgrößen

Messgröße	Prüfung von Volumennormalen	Prüfung von Volumengaszählern
Druck	$A \leq 0,1 \text{ mbar}$ $U \leq 0,3 \text{ mbar}$	$A \leq 0,1 \text{ mbar}$ $U \leq 0,5 \text{ mbar}$
Temperatur	$A \leq 0,05 \text{ K}$ $U \leq 0,1 \text{ K}$	$A \leq 0,1 \text{ K}$ $U \leq 0,2 \text{ K}$
Zeit	$A \leq 0,01 \text{ s}$ $U_{\text{rel}} \leq 1 \cdot 10^{-4}$	$A \leq 0,01 \text{ s}$ $U_{\text{rel}} \leq 2 \cdot 10^{-4}$

4.4 Prüfstände

4.4.1 Allgemeine Anforderungen

Prüfstände müssen so aufgebaut und ausgeführt sein, dass die Sicherheit des Betriebs innerhalb der für die jeweilige Messaufgabe vorgeschriebenen zulässigen Messunsicherheiten jederzeit gewährleistet ist. Für jeden Prüfstand ist ein Prüfstandshandbuch anzulegen, in dem sämtliche soft- und hardwaremäßigen Änderungen eingetragen werden.

4.4.2 Hardware

Über den Aufbau jedes Prüfstands muss neben dem Prüfstandshandbuch eine Dokumentation vorliegen, aus der u. a. alle eingesetzten Hilfsmessgeräte und deren Anschluss- bzw. Einbaustellen zu erkennen sind.

Eine Überprüfung der Dichtheit muss ohne besonderen Aufwand möglich sein. Insbesondere ist auf die Verhinderung von eventuellen By-pass-Bildungen durch die Einbauweise der Volumennormale und daraus resultierende Leckverluste zu achten.

Machen es Einsatzzweck und/oder konstruktive Gestaltung des Prüfstands erforderlich, können Bestandteile innerhalb der Gültigkeitsdauer ihrer messtechnischen Prüfung regulär ausgetauscht werden. Ein solcher Austausch ist bei der Anerkennung des Prüfstands gesondert zu behandeln. Entsprechende Auflagen hinsichtlich der Kennzeichnung der im Einsatz befindlichen Bestandteile und der Sicherung der korrekten Übernahme eventueller Kalibrierungsparameter in die Prüfstandssoftware sind festzulegen. Jeder Austausch ist im Prüfstandshandbuch zu dokumentieren.

Tabelle 3: Handbuch-Eintragungsbeispiel für im Einsatz befindliche Bestandteile

Bestandteil	Kennung	Einbauort	gültig geprüft bis	Datum	Status	verantwortlich
Differenzdruck- aufnehmer	Fabrik-Nr. 12345/00	Prüfl. gegen Atmosphäre	2.1.02	2.1.01	Erstinbetrieb- nahme	Muster- mann
Differenzdruck- aufnehmer	Fabrik-Nr. 12346/00	G 65 gegen Atmosphäre	2.1.02	2.1.01	Erstinbetrieb- nahme	Muster- mann
Differenzdruck- aufnehmer	Fabrik-Nr. 12347/00	G 250 gegen Atmosphäre	2.1.02	2.1.01	Erstinbetrieb- nahme	Muster- mann

An den Prüfständen müssen außer den Hilfsmessgeräten mindestens vorhanden sein:

Absperrvorrichtungen

Sie dienen zur Prüfung der inneren und äußeren Dichtheit des Prüfstands

Durchflusseinstellorgane

Zur Einstellung der Prüfdurchflüsse sind i. Allg. Absperrvorrichtungen wie Kugelhähne weniger geeignet als Klappen, Regulierschieber oder andere Ventile.

Einrichtung zur Durchflusskontrolle

Zur Durchflusskontrolle muss der Durchfluss bezogen auf den Messwert mit einer Unsicherheit $U \leq 2\%$ bestimmt werden. Dies kann entweder durch separate Durchflussmessgeräte (für Balgengaszähler-Prüfstände z. B. mit Schwebekörperdurchfluss-Messgeräten) oder mit Hilfe der vom Prüfling oder Normal abgegebenen Impulse erfolgen.

Gebläse

Damit die vom Gebläse abgegebene Wärme nicht zu einer unerwünschten Aufheizung der Prüfluft im Prüfstand führt, wird in der Regel im Saugbetrieb, am besten mit Drehzahlregelung gearbeitet. Bei Prüfanlagen mit Druckbetrieb empfiehlt es sich, vor allem bei größeren Durchflüssen, durch geeignete Maßnahmen, z. B. Wärmetauscher, die erzeugte Kompressionswärme der Prüfluft abzuführen.

4.4.3 Software

Die Prüfstandssoftware stellt das immaterielle (gegenstandslose) Programm zur Anlagensteuerung dar. In Verbindung mit der Hardware ist sie ein wesentlicher Teil der Gesamtanlage „Prüfstand“. Das Programm hat die Aufgabe, den Anlagenprozess gemäß den Vorgaben zu organisieren, die Daten zu verwalten, neue Messwerte zu bilden und die Kommunikation mit dem Nutzer zu führen.

An die Richtigkeit der erzielten Ergebnisse werden hohe Anforderungen gestellt. Entsprechend ist der Bedarf an Kontroll-, Prüf- und Sicherheitseinrichtungen für den Anwender, der den Prüfprozess auf Richtigkeit der Ergebnisse durch Plausibilitätsvergleich überwacht, festzulegen.

Die im Prüfstand verwendete Software muss eine Versionsbezeichnung mit Erstellungsdatum tragen und diese zumindest beim Starten des Programms auf dem Bildschirm anzeigen. Die Software soll weitgehende Sicherheit gegen Bedienungsfehler und nicht genehmigte Programmänderungen bieten (s. u.). Eine menuegesteuerte Bedienung ohne komplizierte Gebrauchsanweisung ist anzustreben.

Die Reihenfolge der Dateneingabe von außen soll dem tatsächlichen Prüfablauf entsprechen. Die Art und Anzahl der aufgenommenen Messwerte hat den Forderungen der eichrechtlichen Vorschriften (Technische Richtlinien, Prüfregele) zu genügen.

Es muss die Möglichkeit bestehen, fehlerhaft eingegebene Werte vor der Auswertung zu korrigieren sowie einen Prüfgang zu unterbrechen und auf einfache Weise neu zu beginnen. Nach der Auswertung darf eine Änderung von Messergebnissen nicht möglich sein. Eine direkte Vergleichbarkeit der berechneten Messabweichungen mit den geltenden Fehlergrenzen muss gegeben sein. Die einschlägigen eichrechtlichen Vorschriften für amtliche Prüfungen sind einzuhalten (z. B. ist die einseitige Ausnutzung von Fehlergrenzen unzulässig).

Die Berechnung der Messabweichung der Prüflinge muss nach den in dieser Prüffregel angegebenen Gleichungen erfolgen. Der Eichbehörde muss diese Berechnung mit allen Korrekturfaktoren sowie auf Verlangen das entsprechende Programmlisting oder ein Flussplan der Berechnungen vorgelegt werden können.

Zur Überwachung durch die Eichbehörde und zur Kontrolle für den Anwender muss ein Anzeigen oder Ausdrucken aller Messwerte möglich sein, die zur Berechnung der Messabweichung verwendet werden. Die Speicherung sämtlicher Prüflingsdaten und Messergebnisse in einer Datenbank ist empfehlenswert, z. B. zum Zwecke der Nachberechnung oder späterer statistischer Auswertung.

Aus dem Protokoll für amtliche Prüfungen müssen mindestens folgende Angaben (eventuell auch in kodierter Form) hervorgehen:

- Prüfstelle
- Prüfstand
- Fabrikat, Typ
- Fabriknummer
- Größe
- Baujahr
- Zulassungsnummer
- Datum
- Belastung (Sollwert)
- Messabweichung, zugeordnet zur Belastung
- Justierung
- Impulswert
- Ergebnis der Zählwerkskontrolle
- Prüfungsart
- Prüfer.

Zugangsberechtigungen

Je nach Zugangsberechtigung des bedienenden Personals werden verschiedene Zugangsbereiche unterschieden. So muss der Zugang für das berechtigte Personal zur Bedienung des Programms, zur Änderung von prüfungsrelevanten Daten sowie von Daten, die eichamtlicher Aufsicht unterliegen, durch Einführung entsprechender Passwortebenen geschützt sein. Im Einzelnen gelten folgende Regelungen:

Bedienbereich

Hier wird der Zugang so geregelt, dass das berechtigte Bedienpersonal die Anlage betreiben kann. Alle Messdaten und Parameter, die zur sachgerechten Führung der Anlage notwendig sind, müssen während des Betriebs frei darstellbar sein und dem Bediener zu Kontrollzwecken zur Verfügung stehen (Lesefunktion). Eine Änderung der Daten darf nicht durchführbar sein.

Setzbereich

Hier erfolgt das Einstellen (Setzen) von Parametern, die auf den Ablauf und Umfang der Prüfung Einfluss nehmen, aber keine eichrechtlich relevanten Parameter verändern.

Daten im Setzbereich sind z. B. die Bezugswerte zum Ablauf und Umfang der Prüfung, die manuelle Verschiebung der errechneten Justierung und die Grenzwerteinstellung zur Beurteilung des Zählers (Qualitätsbetrachtung).

Parametrierbereich

In diesem Bereich erfolgt der Zugriff auf alle Parameter, die eine direkte Auswirkung auf die gesuchte Messgröße haben oder eichamtlicher Aufsicht unterliegen. Hier sind z. B. Änderungen der Kalibrierdaten von Messwertaufnehmer und Volumennormalen möglich.

Der Zugang zum Setz- und Parametrierbereich muss geeignet z. B. über ein Passwort o. ä. geschützt werden. Dies gilt auch für ausgelagerte Dateien.

Anzeigepflicht bei Softwareänderungen

Modifizierte Anlagensoftware ist durch eine Revision der Versionsbezeichnung in jedem Fall kenntlich zu machen. Wurden in der neuen Software die Grundlagen zur Fehlerberechnung oder auch Teilbereiche daraus modifiziert, so besteht gegenüber den Eichbehörden Anzeigepflicht. Die Zustimmung der jeweils zuständigen Eichbehörde ist vor der Inbetriebnahme der neuen Software einzuholen.

Nicht anzeigepflichtig sind Softwareänderungen, die lediglich Visualisierungs- oder Kommunikationsvorgänge, Datenverwaltungsstrukturen oder Wechsel der Betriebssysteme betreffen.

Kennzeichnung

Eindeutig identifiziert wird die Prüfstandssoftware durch ihren Namen, die Versionsnummer und das Betriebssystem, unter dem sie läuft. Der Verwaltungsaufbau der Programm- und Versionsbezeichnung (Fort-schreibung der Versionsnummer) obliegt dem Hersteller, der auch die zugehörige Programmdokumentation zur Verfügung stellt.

Durch eine geeignete Verwaltung im Prüfprogramm (z. B. Prüfstandshandbuch – Beispiel siehe nachstehende Tabelle) muss sichergestellt sein, dass die jeweils für den Betrieb der Anlage eingesetzte Software dem Benutzer in ihrem vollständigen Revisionsstand angezeigt werden kann. Dieser Zugang muss für jeden zugelassenen Benutzer möglich sein.

Bei einem Anlagenprogramm, das aus mehr als einer Datei besteht oder in Verbindung mit Netzrechnern läuft, muss ersichtlich sein, welche ausgelagerten Dateien oder Programme noch zugehörig sind.

Tabelle 4: Beispiel eines Softwareverzeichnisses zum Prüfprogramm

fd. Nr.	Progr.-Name	Version	Prüfstandssoftware			verantwortlich
			System	Rev.-Datum	Änderung	
1	prfstand.exe	V1.9	DOS	2.1.97	Erstinbetriebnahme, Steuerprogramm PC	Mustermann
2	ini.dat	–	DOS	2.1.97	Erstinbetriebnahme, Voreinstellungsdaten PC	Mustermann
3	sps_p1	V3.4	B&R SPS	2.1.97	Erstinbetriebnahme, Steuerprogramm SPS	Mustermann
4	prfstand.exe	V2.0	DOS	1.6.97	Drucküberwachung erweitert, Protokoll und Daten- speicherung modifiziert	Mustermann

Datensicherung

Werden die Prüfungsunterlagen gemäß § 61 der Eichordnung auf elektronischen Datenträgern gespeichert, so sind mindestens die Angaben zu speichern, die aus einem Protokoll für amtliche Prüfungen eines Prüflings hervorgehen müssen. In diesem Fall kann der Protokollausdruck entfallen.

Die Maßnahmen zur Organisation und Dokumentation der Speicherung sind der zuständigen Eichaufsichtsbehörde vor der Einrichtung des Systems darzulegen.

4.4.4 Reihenprüfstände

Für die gleichzeitige Prüfung mehrerer Gaszähler, die insbesondere für Balgen- und Ultraschall-Gaszähler bis $40 \text{ m}^3/\text{h}$ angewendet wird, werden üblicherweise Reihenprüfstände verwendet, die unabhängig vom verwendeten Normal prinzipiell nach gleichem Schema aufgebaut sind:

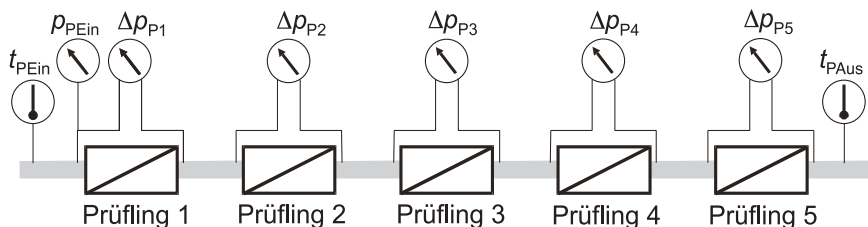


Bild 1: Prinzipskizze eines Reihenprüfstands

An Reihenprüfständen gelten folgende Besonderheiten:

Die Temperatur muss nicht an jedem Prüfling, mindestens jedoch am Ein- und Ausgang der Reihe erfasst werden.

Zur Bestimmung des maßgeblichen Drucks an den jeweiligen Prüflingen dürfen die einzelnen Druckverlustmessungen herangezogen werden (z. B. wird der maßgebliche Druck am Prüfling 3 im obigen Schema aus dem Eingangsdruck am Prüfling 1 abzüglich den Druckverlusten der Prüflinge 1 und 2 berechnet). Dazu müssen die Querschnitte der Rohrleitungen zwischen den Prüflingen so groß sein, dass der Druckverlust in diesen vernachlässigbar klein ist.

Der Druckverlust von in Reihe geprüften Balgengaszählern darf 12 mbar nicht überschreiten. Da dieser beim Durchfluss Q_{\max} auch erreicht werden kann, dürfen i. Allg. höchstens sechs Prüflinge in eine Prüfbank eingespannt werden. Die Beschränkung des Druckverlusts und der daraus resultierenden Anzahl der maximal in Reihe zulässigen Prüflinge ist wegen der möglichen gegenseitigen Beeinflussung der Prüflinge notwendig, kann aber unter der Voraussetzung aufgehoben werden, dass

- die Zustände an jedem Zähler entsprechend berücksichtigt werden
- bei der Abnahme nach Kapitel 6.6.2 die Streuung der Messwerte jedes Zählers die zulässigen Grenzwerte nicht überschreitet.

Der Druckverlust der Prüflinge wird häufig nicht zwischen deren Ein- und Ausgangsstutzen sondern an Ersatzmessstellen in den Einspannvorrichtungen ermittelt. Dadurch erscheint der angezeigte Druckverlust abhängig von der Prüfstandsausführung i. d. R. etwas erhöht. Diese Differenz kann für gleichartige Zähler ermittelt und korrigiert werden. Ebenso können für die Prüfung von gleichen Zählertypen je Einspannplatz Festwerte der Druckkorrektur ermittelt und verwendet werden. Zulässig ist auch die Messung des Gesamtdruckverlusts über der Prüfbank und dessen Aufteilung für die Zuordnung des jeweils maßgeblichen Drucks zu jedem Prüfling.

Prüfstände für temperaturumwertende Balgengaszähler

Für die Prüfung temperaturumwertender Balgengaszähler sind Prüfstände mit einer Temperaturkammer zu verwenden, die entsprechend nachfolgendem Schema aufgebaut ist:

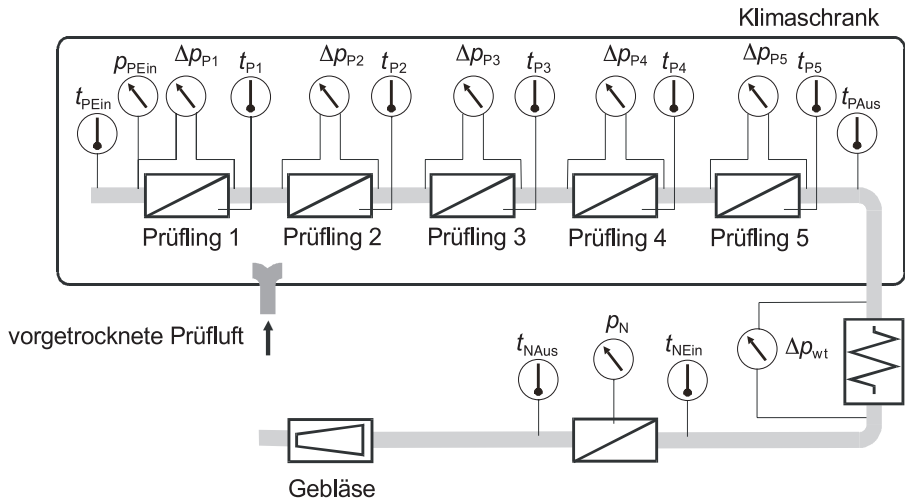


Bild 2: Prinzipskizze eines Reihenprüfstands für temperaturumwertende Balgengaszähler

Zusätzlich zu Reihen- und auch Einzelprüfständen gelten folgende Besonderheiten:

- Die Prüfstände müssen im Saugbetrieb arbeiten.
- Die dem Balgengaszähler zugeführte Prüfluft muss temperiert sein. Dies kann über einen externen Wärmetauscher oder über einen in der Temperaturkammer angeordneten Wärmetauscher erfolgen.
- Die bei der Prüfung verwendete Prüfluft darf in den Prüflingen nicht kondensieren. Das bei der Temperierung vor den Prüflingen anfallende Kondensat ist abzuleiten.

- Durch ausreichende Dimensionierung der Wärmetauscher ist die Konstanz der Temperaturen am Prüfling und am Normal sicherzustellen. (Nachweis bei Prüfstandsabnahme).
- Die Temperaturen an den Temperaturmessstellen in der Temperatorkammer sind mindestens dreimal in der Minute zu messen. Da die Prüflinge temperaturumwertend sind, dürfen die Temperaturen bis zu 2 K voneinander abweichen. Ihre Änderung während einer Prüfung muss kleiner 2 K sein.
- Der Druckverlust zwischen Eingang der Prüflingsstrecke und Normal (ohne Wärmetauscher) soll kleiner 12 mbar sein.

4.4.5 Einzelprüfstände

Größere Gaszähler werden gewöhnlich nach der nachstehend skizzierten Anordnung geprüft, wobei die Prüfluft aus dem Raum angesaugt wird.

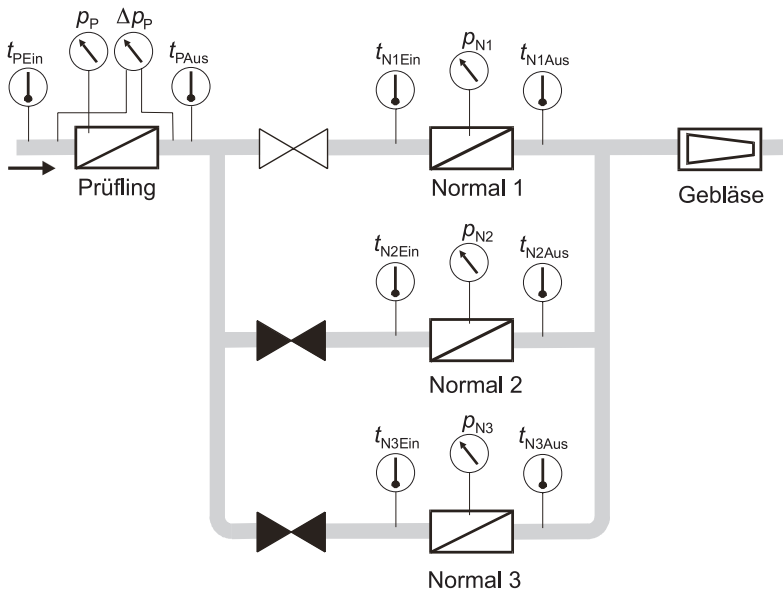


Bild 3: Prinzipskizze eines Einzelprüfstands

Soweit in der Bauartzulassung des Prüflings bzw. der Anerkennung des Prüfstands nicht anders festgelegt, gelten folgende Bestimmungen:

gerade Einlaufrohre vor den Prüflingen

- Länge
 - Balgengaszähler keine
 - Drehkolben-/Drehschleusengaszähler gemäß 4.4.6
 - Turbinenradgaszähler und sonstige Gaszähler $\geq 5 D$
- sonstige Anforderungen
 - gleicher Nenndurchmesser wie am Prüfling
 - entgratete Innenkante des Flanschs
 - Dichtungen dürfen nicht in den Strömungsausschnitt hineinragen
 - installationsbedingte Strömungsprofilstörungen sind zu vermeiden

Auslaufrohre

- Länge
 - Balgengaszähler keine
 - Drehkolben-/Drehschleusengaszähler gemäß 4.4.6
 - Turbinenradgaszähler und sonstige Gaszähler $\geq 3 D$
- sonstige Anforderungen
 - gleicher Nenndurchmesser wie am Prüfling
 - entgratete Innenkante des Flanschs
 - Dichtungen dürfen nicht in den Strömungsausschnitt hineinragen
 - installationsbedingte Strömungsprofilstörungen sind zu vermeiden
 - Nennweitenunterschiede sind durch Diffusoren bzw. Konfusoren auszugleichen.

Rohrverzweigungen in der Prüfanlage müssen absperrbar sein.

Beeinflussungen zwischen Prüfling und Normal bzw. den Normalen untereinander sind zu minimieren. Geeignet hierfür sind z. B. großvolumige Filter und Gleichrichter. Ein Filter dient zusätzlich als Schutz des Normals gegen Verschmutzung.

4.4.6 Besonderheiten für Drehkolbengaszähler

Werden Drehkolbengaszähler geprüft, so können resonanzbedingte Unstetigkeiten von Fehlerkurven (insbesondere bei der Prüfung mit Drehkolbennormalen und – in geringerem Maß – mit anderen Normalen) durch folgendes verursacht werden:

- fehlende Schwingungsdämpfung
Drehkolbengaszähler erzeugen durch periodisches Füllen und Entleeren des Messrauminhalts und durch An- und Abswellen der Drücke immer Schwingungen, die durch glatte Rohrleitungen kaum abgebaut werden.
- ungünstige Längen von Rohrleitungen
Bestimmte Längen von Rohrleitungen können zur Verstärkung von Schwingungen führen. So können gerade Ein- und Auslaufstrecken der dreifachen Nennweite des Zählers ungünstig sein.
- ungünstige Kombination Prüfling-Normal
Werden zwei Drehkolbengaszähler mit prinzipiell gleichen messtechnischen Eigenschaften und Zählergrößen in Reihe betrieben, so ergeben sich dadurch in der Regel gegenseitige Beeinflussungen.
- Leitungsvolumen
Ein ungünstiges Verhältnis von Messrauminhalt und Leitungsvolumen kann zu Pulsationen führen, die eine Beeinflussung von Normal oder Prüfling zur Folge haben.

Zur Verminderung von Resonanzschwingungen in Prüfständen wird auf die Empfehlungen im Anhang 4 verwiesen.

5 Umgebungsbedingungen (Prüfräume)

Die Prüfräume müssen so eingerichtet, bemessen und beschaffen sein, dass die Prüfung der Messgeräte (Prüflinge) sowie der Normale und Prüfeinrichtungen mit der erforderlichen Zuverlässigkeit (Messunsicherheit) möglich ist, Normale und technische Einrichtungen ordnungsgemäß erhalten werden, die Zwischenablage der ungeprüften und geprüften Messgeräte möglich ist, repräsentative Messstellen zur Erfassung des Luftdrucks, der Raumtemperatur und erforderlichenfalls der Luftfeuchte eingerichtet werden können und eine ausreichende Belüftung ohne Störung der Temperaturkonstanz möglich ist.

Prüfräume müssen zeitlich und räumlich eine konstante Temperatur aufweisen. Dies wird erreicht durch eine Klimatisierung bzw. Temperierung des Raums. Prüfräume sollen weiterhin nachfolgende Kriterien einhalten:

- kein direkter Zugang von außen bzw. zu Räumen mit wesentlich anderer Temperatur, ggf. sind Windfänge bzw. Luftschleusen einzurichten
- keine Fenster bzw. nur nach Norden/Osten gerichtete Doppelfenster oder Fenster mit Wärme- und Strahlenisolierung
- keine Durchgangsräume
- Anordnung nicht direkt an schlecht isolierte Außenwände bzw. unmittelbar unter dem Dach.

Temperaturkonstanz ist relativ einfach dadurch zu erreichen, dass die Prüfluft aus dem Prüfraum angesaugt und wieder in ihn ausgeblasen wird, sich also zirkulierend an die Prüfraumtemperatur angleichen kann (bei der Prüfung von Zählern, die bereits in Betrieb waren, ist dies aufgrund der Geruchsentwicklung nicht immer möglich).

Bei großen Prüfbelastungen ist das Ansaugen der Prüfluft aus dem Freien oder aus Nachbarräumen mit wesentlich anderen Temperaturverhältnissen mitunter unumgänglich.

In diesem Fall ist es erforderlich, die angesaugte Luft vorab an die Raumtemperatur anzugleichen.

Es gelten folgende Mindestanforderungen:

Tabelle 5: Mindestanforderungen an Prüfräume

Merkmal	Sollwert
mittlere Raumtemperatur in Prüfstandsnahe	$22 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
Änderung in 24 h	$\leq 2 \text{ K}$
Temperaturschichtung pro Meter Raumhöhe	$\leq 0,5 \text{ K}$
Temperaturdifferenz an den maßgeblichen Messstellen von Normal und Prüfling vor Messbeginn bei ausgeschaltetem Gebläse zur mittleren Raumtemperatur	$\leq 1 \text{ K}$
Änderung je Prüfgang	
<ul style="list-style-type: none"> • Prüfverfahren ohne Temperaturberücksichtigung 	$\leq 0,3 \text{ K}$
<ul style="list-style-type: none"> • Prüfverfahren mit Temperaturberücksichtigung 	gem. Anerkennung des Prüfstands

Hiervon abweichende Anforderungen sind in der Anerkennung des Prüfstands zu regeln.

Die für die Prüfung der Normale und Prüfstände in Kapitel 6.5.3 genannten Anforderungen können durch temporäre technische und organisatorische Maßnahmen erreicht werden.

6 Prüfung

6.1 Beschaffenheitsprüfung

Die Beschaffenheitsprüfung umfasst die Prüfung darauf, ob

- das Messgerät zur Eichung zugelassen ist
- die Ausführung des Messgeräts der Bauartzulassung detailliert entspricht
- keine von außen erkennbaren Beschädigungen vorhanden sind
- bei vorgeprüften Messgeräten die Vorprüfung gültig ist
- im Falle der Nacheichung oder Befundprüfung die Stempelstellen unverletzt sind.

Bei fabrikneuen Messgeräten gleicher Art kann die Beschaffenheitsprüfung exemplarisch durchgeführt werden.

6.2 Vorbereitung zur messtechnischen Prüfung

6.2.1 Temperaturangleich

Die Prüflinge müssen sich vor Prüfbeginn mindestens fünf Stunden im Prüfraum bzw. in einem Raum mit annähernd gleicher Temperatur befinden. Durch gezielten Vorlauf kann die Temperierungszeit gekürzt werden. Die Temperierung ist abgeschlossen, wenn die Temperaturkonstanz bei der Prüfung gegeben ist.

6.2.2 Vorbereitung und Einbau der Prüflinge

Die Prüflinge müssen entsprechend den Herstellerangaben betriebsbereit hergerichtet werden.

Bei *Balgengaszählern* mit $Q_{\max} \leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$ kann von einem inneren Reinigen und Herrichten der zur Nacheichung gestellten Zähler nur abgesehen werden, wenn die Zähler im Ausbauzustand bei einem Durchfluss von $0,2 Q_{\max}$ eine Messabweichung von höchstens 5 % haben. Zähler, die diese Fehlergrenzen bei der Prüfung nicht einhalten, sind zu öffnen und einer Grundreparatur zu unterziehen.

Drehkolbengaszähler sind – sofern in der Bauartzulassungen nicht besonders geregelt – mit Getriebeöl zu befüllen.

Sofern *Turbinenradzähler* mit Schmieröleinrichtungen versehen sind, dürfen diese nicht unmittelbar vor oder während der Prüfung betätigt werden. Andernfalls ist ein Vorlauf von mindestens einer Stunde erforderlich, um den Schmierungseinfluss auf die Messergebnisse zu vermindern.

Der Einbau in die Prüfeinrichtung erfolgt entsprechend den Betriebsanleitungen der Messgerätehersteller. Insbesondere ist auf die Einbaulage zu achten und ein zu hoher Pressdruck auf das Zählergehäuse zu vermeiden. Im übrigen gelten die Festlegungen in den Bedienungsanleitungen bzw. der Anerkennung der Prüfeinrichtung.

Bei Zählern, die bereits längere Zeit im Netz eingebaut waren, empfiehlt es sich, die Prüfluft ins Freie abzublasen, um eine Geruchsbelästigung durch Odoriermittel zu vermeiden.

6.2.3 Vorbereitung der Normale

Die Normale sind entsprechend ihrer Bauart vorzubereiten. Zum Beispiel sind bei Trommelgaszählern Aufstellung und Ölstand zu prüfen und ggf. zu korrigieren.

Es wird empfohlen, zum Schutz des Normals vor Verunreinigungen zwischen Normal und Prüfling ein Filter, z. B. ein Plattenfilter, vorzusehen. Andernfalls sollte das Normal vor dem Prüfling angeordnet werden.

6.2.4 Vorlauf

Ein Vorlauf von Prüflingen und längere Zeit nicht mehr verwendeten Normalen bewirkt, dass Verharzungen des Öls in den Lagern gelöst und das zwischen Antriebs- und Justierrädern vorhandene Spiel sowie die ungleiche Druckverteilung im Prüfstand durch das Einspannen bzw. die Dichtheitsprüfung beseitigt werden. Außerdem wird eine bei Balgengaszählern durch den Transport mögliche ungünstige Schieberstellung korrigiert. Der Vorlauf soll bei volumetrischen Gaszählern mindestens

das 30-fache von V_Z betragen. Zum Temperaturangleich kann auch ein größeres Vorlaufvolumen erforderlich sein

6.2.5 Dichtheitsprüfung

Die Dichtheit des Prüfstands ist unbedingte Voraussetzung für die Richtigkeit der Messergebnisse und deren Unsicherheit. Man unterscheidet zwischen der äußeren und inneren Dichtheit. Der Nachweis kann für die Prüfanlage als ganze Einheit einschließlich installierter Prüflinge oder in Teilabschnitten erfolgen. Der verwendete Prüfdruck soll im nachfolgend genannten Bereich liegen:

$$10 \text{ mbar} \leq \text{Prüfdruck} \leq (3 \cdot \text{Betriebsüberdruck der Prüfanlage}).$$

Tabelle 6: Zulässige Leckrate in Abhängigkeit vom Druckabfall

Zählerart	zul. Leckrate pro Abschnitt $Q_{L, \text{zul}}$	zulässige Gesamtleckrate $\Sigma Q_{L, \text{zul}}$	Δp in der Prüf- strecke max. mbar	Prüfzeiten $\Delta t_{\text{prüf}}$ min
Balgengaszähler	$0,001 Q_{\text{min}}$	$0,003 Q_{\text{min}}$	0,2	3 bis 12
Drehkolbengaszähler Turbinenradgaszähler Wirbelgaszähler		$0,001 Q_{\text{min}}$	1,0	3 bis 12

Bei der Dichtheitsprüfung in Teilabschnitten darf die Summe aller Leckraten der Abschnitte den Tabellenwert $\Sigma Q_{L, \text{zul}}$ nicht überschreiten.

Die Prüfzeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\Delta t_{\text{prüf}} = \frac{60 \Delta p \cdot V_e}{0,001 \cdot Q_{\text{min}} \cdot p_{\text{abs}}} \quad (30)$$

$\Delta t_{\text{prüf}}$	Zahlenwert der Prüfzeit in min
V_e	Zahlenwert des eingeschlossenen Volumens in m^3
Q_{min}	Zahlenwert der kleinsten Prüfbelastung in m^3/h
Δp	Zahlenwert der Druckänderung während der Zeit der Dichtheitsprüfung in mbar

$p_{\text{abs}} = p_{\text{a}} - p_{\text{e}}$	Zahlenwert des Anfangsdrucks als Absolutdruck in mbar (Saugbetrieb). Bei Druckbetrieb ist der Überdruck in der Prüfstrecke zum barometrischen Druck zu addieren.
p_{a}	Zahlenwert des barometrischen Drucks in mbar
p_{e}	Zahlenwert des Unter- bzw. Überdrucks in der Prüfstrecke in mbar.

Wurde die Prüfstrecke mit Unter- bzw. Überdruck beaufschlagt, ist eine Anpassungszeit von mindestens 1 min abzuwarten. Die Temperatur im eingesperrten Volumen soll sich während der Prüfzeit um nicht mehr als 0,1 K ändern.

Eine gegenüber der in der Tabelle 6 angegebenen verminderte Prüfzeit kann ausreichend sein, wenn das eingeschlossene Volumen aus den geometrischen Abmessungen ermittelt wurde, der Druckabfall mit Aufnehmern mit einer Auflösung von 0,01 mbar gemessen wird und dennoch die in der Tabelle angegebenen Grenzwerte der Leckrate eingehalten werden. Die Ist-Leckrate $Q_{\text{L, ist}}$ wird nach Gleichung (31) berechnet:

$$Q_{\text{L, ist}} = \frac{\Delta p \cdot V_{\text{e}}}{\Delta t_{\text{prüf}} \cdot p_{\text{abs}}}. \quad (31)$$

Äußere Dichtheit der Prüfanlage

Die Dichtheit des Prüfstands einschließlich Prüfling muss nach jeder vorgenommenen Änderung und regelmäßig einmal wöchentlich erfolgen und ist zu dokumentieren.

Äußere Dichtheit der Prüflingsinstallation

Nach dem Einbau von Prüflingen ist die Dichtheit vor Beginn der Messung zu prüfen, wobei sich die Kontrolle bei entsprechender Ausstattung des Prüfstands auf den Abschnitt des Prüfstands reduzieren kann, in dem der Prüfling eingebaut ist. (Berechnungsbeispiel s. Anhang 2.1)

Innere Dichtheit der Prüfanlage

Einmal pro Quartal, vorzugsweise in Zusammenhang mit der Vergleichsmessung ist eine innere Dichtheitsprüfung der gesamten Anlage durchzuführen. Um innere Undichtheiten erkennen zu können, müssen Teilbereiche der Anlage absperrbar sein.

6.3 Messtechnische Prüfung

6.3.1 Allgemeine Bedingungen

Für die in den folgenden Abschnitten nicht genannten Gaszählerbauarten sowie bei Abweichungen von den folgenden Festlegungen wird der Umfang der messtechnischen Prüfung in den Bauartzulassungen festgelegt.

6.3.1.1 Betriebsart

Die Betriebsart hängt im Wesentlichen von der Art und Beschaffenheit der Prüflinge ab.

Die zu bevorzugende Betriebsart mittels fliegendem Start und Stopp bietet den Vorteil, dass die Prüfdurchflüsse vor Beginn des eigentlichen Prüfgangs genau eingestellt und die Messzeiten relativ kurz gehalten werden können. Üblicherweise werden dazu hochfrequente Impulsgeber an den Normalen und mindestens niederfrequente an den Prüflingen verwendet. Zur Erhöhung der Messsicherheit ist die Verwendung mehrkanaliger Impulsgeber an den Normalen anzustreben.

Die Betriebsart mit stehendem Start und Stopp ist ausschließlich für volumetrische Gaszähler gestattet. Dabei ist zu beachten, dass durch die Festlegung des Prüfvolumens das Verhältnis zwischen Gesamtmesszeit zur Anfahr- und Abbremszeit nicht weniger als 20:1 beträgt.

Beim Einsatz von Trommelgaszählern sollen möglichst ganze Trommelumdrehungen verwendet werden, um den periodischen Fehler des Normals zu vermeiden.

6.3.1.2 Auswertemethode

Die Messabweichungen können grundsätzlich durch den Vergleich der Prüfvolumina oder der Durchflüsse an Prüfling und Normal ermittelt werden. Zur Einhaltung der Messunsicherheit ist das Mindestprüfvolumen bzw. die Mindestmesszeit am Prüfling (durch Umrechnung auf das entsprechende Prüfvolumen) so festzulegen, dass die Messunsicherheit hierbei $1/5$ der jeweiligen Fehlergrenze nicht überschreitet.

Für Auswertungen mit Hilfe der ermittelten Prüfvolumina sind die Ablesungen an den Zählwerken oder die Zählung der Ereignisse von verschiedenen Impulsgebern (höher-, niederfrequent bzw. deren Kombinationen) maßgeblich. Die Ermittlung der Zählwerksfortschritte, der Impulse und der Prüfzeit kann manuell oder automatisch erfolgen. Insbesondere bei manuellem Start/Stop ist die Einhaltung der zulässigen Messunsicherheit durch Wiederholungsmessungen nachzuweisen.

Die Vergleichsmethode über die Durchflüsse ist von Vorteil, wenn sowohl der Prüfling als auch das Normal (z. B. Trommelzählernormal, Gasmessglocke) keinen hochfrequenten Impulsgeber besitzen. Voraussetzung hierfür ist, dass der Durchfluss konstant gehalten wird und die Zeitmessungen an Prüfling und Normal nahezu synchron erfolgen. Erlaubt die Ausstattung des Normals oder des Prüflings mehrfache Einzelmessungen während der durch den niederfrequentesten Impulsgeber bestimmten Gesamtmesszeit, so kann ein Mittelwert aus den Einzelwerten gebildet werden, sofern die Auswertesoftware des Rechners einen Vergleich der Einzelmesswerte erlaubt und die Differenzen dabei kleiner als 0,05 % sind.

6.3.1.3 Mindestprüfvolumina

Die Mindestprüfvolumina richten sich nach der technischen Ausstattung des Prüflings und des Prüfstands. Sie werden in der Anerkennung durch die Eichbehörde festgelegt.

Erfolgt die Volumenbestimmung außer bei Balgengaszählern über die Ablesung oder Abtastung der letzten Zählwerksrolle des *mechanischen Zählwerks*, so muss das Prüfvolumen ein ganzzahliges Vielfaches des Umdrehungswerts der letzten Zahlenrolle betragen. Zur Einhaltung der maximal zulässigen Unsicherheit muss die Prüfzeit typischerweise mindestens 120 s betragen.

Wird über Trommelgaszähler gemessen, so richtet sich das Prüfvolumen nach der Mindestumdrehungszahl des Normals.

6.3.1.4 Durchflusseinstellung

Die Prüfdurchflüsse sind mit einer Genauigkeit gemäß der Tabelle 7 einzustellen.

Tabelle 7: Höchstzulässige Abweichungen der Durchflusseinstellung

Durchfluss	höchstzulässige Abweichungen
$\geq 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$	$\pm 5 \%$
$< 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$	-10% bis $+ 5 \%$

6.3.1.5 Impulszählung

Die Mindestmesszeit von 60 s ist in aller Regel nicht zu unterschreiten.

Wenn die Messwerte über höherfrequente Impulsgeber elektronisch erfasst werden, sind bei Nachweis der gleichen Messunsicherheit auch kürzere Prüfzeiten möglich.

Werden die Impulsgeber über ein mechanisches Getriebe angetrieben, ist sicherzustellen, dass Übertragungseinflüsse das Ergebnis der messtechnischen Prüfung nicht verfälschen.

Bei der Verwendung von magnetbetätigten Impulsgebern ist darauf zu achten, dass durch entsprechende Vorwahl der Prüfmenge Start und Stopp der Messung immer vom selben Magneten ausgehen.

Neben der Ermittlung des durchströmten Volumens durch Zählung der volumenproportionalen Impulse ist die Prüfung auch durch Vorwahl einer Sollimpulszahl und dem automatischen Start und Stopp des gesteuerten Zählers zulässig.

Zur Bestimmung des angezeigten Volumens bzw. des Durchflusses an einem Zähler (Normal oder Prüfling) ist grundsätzlich dessen hochfrequentester Impulsgeber auszuwerten.

Bei Prüfständen mit einem gemeinsamen Zeitfenster für Prüflingsimpuls- und Normalimpulszählung ist zur Triggerung des Zeitfensters der niederfrequenteste der auszuwertenden Impulsgeber zu nutzen. Hierdurch wird eine möglichst geringe Messunsicherheit erreicht.

Werden gleichzeitig *mehrere Prüflinge* mit einem oder mehreren Normalen geprüft, bestehen zwei Möglichkeiten zur Impulszählung:

- Für jeden Prüfling wird eine separate Impulserfassungseinheit vorgesehen, die ein Zeitfenster für Prüflings- und Normal-Impulszählung erzeugt.
- Es wird für einen Prüfling eine Impulserfassungseinheit vorgesehen, die das Zeitfenster für Prüflings- und Normal-Impulszählung erzeugt. Für jeden weiteren Prüfling wird durch jeweils eine Impulserfassungseinheit nur der angezeigte Durchfluss des Prüflings bestimmt. Die Bestimmung der Messabweichungen der Prüflinge erfolgt mittels der gemessenen Durchflüsse. Voraussetzung für dieses Verfahren ist ein konstanter Volumenstrom während der Messzeit.

Grundsätzlich ist jeder Impulsgeber einer Funktionskontrolle zu unterziehen.

6.3.1.6 Justierung

Ziel der Justierung ist, dass die Fehlerkurve möglichst nahe bei Null liegt, wie es die Justierschritte und die maximalen Fehlergrenzen zulassen.

Zur Justierung können entweder einzelne Messabweichungen oder die von allen Prüfpunkten herangezogen werden.

Methode der Justage mit den Messergebnissen einzelner Messpunkte

Die Zähler werden nach der Prüfung bei einzelnen Durchflüssen justiert, wobei auf Erfahrungen aus dem Verlauf der Fehlerkurve typengleicher Messgeräte zurückgegriffen werden kann. Bei den übrigen Prüfpunkten muss sich erweisen, ob alle Messabweichungen innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen sind und die Einseitigkeitsklausel eingehalten wird.

Methode des gewichteten mittleren Fehlers WME

Die Zähler werden nach Durchführung aller Prüfpunkte gemäß Gleichung (3) justiert. Der mittlere Fehler *WME* darf $\pm 0,4 \%$ nicht überschreiten.

Dazu sind bei der Ersteinrichtung von Balgengaszählern Justierräder mit maximalem Abstand vom Grundpaar von $\pm 5 \%$ z. B. nach der Tabelle in Anlage 3 zu verwenden. Bei der Nacheichung dürfen Justierräder aus dem gesamten Tabellenbereich verwendet werden. Bei anderen Gaszählerbauarten werden auch andere Justierradsätze verwendet oder andere Justierverfahren angewendet.

6.3.1.7 Impulswert- und Zählwerkskontrolle

Ziel der Impulswert- bzw. Zählwerkskontrolle ist es, die Wertigkeit aller Impulsausgänge bzw. die Richtigkeit der Zählwerksanzeige nach der Prüfung und ggf. Justierung sicherzustellen. Da sich der Impulswert aller Impulsausgänge aus mechanischen Größen des Gaszählers wie Getriebeübersetzung, Schaufelzahl sowie die Übersetzungen von Justierradpaar und Zählwerksradpaar ableitet, kann die Impulswertkontrolle nur nach Festlegung und Einbau der Zählwerks- und Justierräder durchgeführt werden. Die Impulswertkontrolle bzw. Zählwerkskontrolle ist nach jeder Änderung der Justierung erneut durchzuführen.

Zähler können über hochfrequente Impulsausgänge verfügen, die entsprechend 6.3.1.5 für die messtechnische Prüfung zu verwenden sind. Darüber hinaus können Zähler mit mechanischem Zählwerk über einen niederfrequenten Impulsausgang oder für die messtechnische Prüfung über ein Prüfzählglied verfügen.

Für niederfrequente Impulsausgänge bzw. das Prüfzählglied sind vom Hersteller konstruktiv feste Impulswerte $c_{\text{IW, NF}}$ bzw. ein Umdrehungswert t_r festgelegt. Für hochfrequente Impulsausgänge werden Impulswerte entsprechend der Justierung bestimmt. Der Impulswert wird grundsätzlich auf sieben Stellen genau bestimmt und auf sechs Stellen gerundet angegeben (z. B. $1 \text{ m}^3 \hat{=} 11\,264,3 \text{ Imp}$).

Der Zusammenhang geht aus folgenden allgemein gültigen Gleichungen hervor.

Für den niederfrequenten Impulswert bzw. den Umdrehungswert gilt:

$$c_{\text{IW, NF}} = V_z \cdot I_G \cdot \frac{J_2}{J_1} \quad \text{bzw.} \quad t_r = V_z \cdot I_G \cdot \frac{J_2}{J_1} \quad (32)$$

mit:

- V_z zyklisches Volumen
- I_G Gesamtübersetzung des Getriebes
- $\frac{J_2}{J_1}$ Justieradpaarung.

Zwischen dem zyklischen Volumen V_z und der zugehörigen Anzahl von Impulsen eines hochfrequenten Impulsgebers besteht ein konstruktiv fest vorgegebenes Verhältnis $n_{\text{Imp, Vz}}$.

Damit ergibt sich für den Impulswert des hochfrequenten Impulsgebers:

$$c_{\text{IW, HF}} \cdot n_{\text{Imp, Vz}} = V_z. \quad (33)$$

Hieraus resultiert zwischen den niederfrequenten Ausgängen bzw. dem Prüfzählglied die Relation:

$$c_{IW,NF} = c_{IW,HF} \cdot n_{\text{Imp},V_z} \cdot I_G \cdot \frac{J_2}{J_1} \text{ bzw. } t_r = c_{IW,HF} \cdot n_{\text{Imp},V_z} \cdot I_G \cdot \frac{J_2}{J_1} \quad (34)$$

Für einen zu prüfenden Zähler ist die geltende Formel aus den Zulassungsunterlagen bzw. den Herstellerangaben zu entnehmen.

Impulswertkontrolle

Bei der Kontrolle der niederfrequenten Impulswerte mit Hilfe von hochfrequenten Impulsausgängen sind folgende Bedingungen einzuhalten:

$$\left(\frac{n_{\text{Imp},NF} c_{IW,NF}}{n_{\text{Imp},HF} c_{IW,HF}} - 1 \right) \cdot 100 \% < 0,05 \% \quad (35)$$

bzw.

$$\left(\frac{n_{\text{Imp},tr} \cdot t_r}{n_{\text{Imp},HF} c_{IW,HF}} - 1 \right) \cdot 100 \% < 0,05 \% . \quad (36)$$

Start und Stopp der Impulszählung wird dabei von einem niederfrequenten Impulsgeber ausgelöst. Die Zahl der niederfrequenten Impulse $n_{\text{Imp},NF}$ bzw. die Anzahl der Umdrehungen des Prüfzählglieds soll dabei einem durchströmten Betriebsvolumen V_G von ca. 8 min. bei Q_{max} entsprechen.

Die Anzahl der gezählten Impulse muss darüber hinaus eine Messunsicherheit von 0,05 % ermöglichen.

Wird die geforderte Genauigkeit nach Gleichung (35) bzw. (36) nicht erreicht, kann möglicherweise durch eine Vergrößerung des während der Impulswertkontrolle durchströmten Betriebsvolumens V_G eine bessere Übereinstimmung erzielt werden.

Sollte der Prüfling verschiedene Impulsgeber gleichzeitig besitzen, wird die Impulswertkontrolle mit dem hochfrequentesten Impulsgeber durchgeführt. Die Impulswerte der anderen hochfrequenten Impulsgeber werden rechnerisch ermittelt. Die Plausibilitätskontrolle dieser Impulswerte muss während der Zählerprüfung messtechnisch durch Impulzzählung und Vergleich der Volumina, die der Anzahl der gezählten Impulse entsprechen, erfolgen.

Zählwerkskontrolle

Wird der Zähler mit Hilfe des Prüfzählglieds oder mit einem Impulsausgang geprüft, ist eine Kontrolle des mechanischen Zählwerks erforderlich. Sie kann damit erfolgen, dass mindestens ein Prüfdurchfluss mit dem Zählwerk wiederholt wird, wobei ein Handtaster oder sonstiger Start/Stop-Geber verwendet wird und folgende Forderung einzuhalten ist:

$$\left(\frac{n_{\text{Imp}} C_{\text{IW}}}{V_{\text{G}}} - 1 \right) \cdot 100 \% < 0,05 \% . \quad (37)$$

6.3.1.8 Datenschnittstellen

Digitale Datenschnittstellen zum Auslesen bzw. zur Weitergabe der Messwerte (z. B. DSfG, Encoder-Zählwerk) dürfen bei der Eichung der Zähler verwendet werden.

Wird die Richtigkeitsprüfung statt über die Anzeige ausschließlich über digitale Datenschnittstellen durchgeführt, so ist mindestens einmal im Rahmen der Richtigkeitsprüfung durch einen Wertevergleich sicherzustellen, dass der ausgelesene und der zugehörige angezeigte Registerinhalt mindestens in den in der Anzeige sichtbaren Stellen übereinstimmt.

Bei Zählern, die zu Prüfzwecken in einem speziellen Prüfmodus (z. B. höhere Auflösung des Displays) geschaltet werden, muss der Vergleich mindestens einmal vor Beginn und einmal nach dem Abschluss aller Prüfungen vorgenommen werden.

Grundsätzlich ist jede digitale Datenschnittstelle einer Kontrolle (Wertevergleich) zu unterziehen.

6.3.2 Prüfung von Balgengaszählern

6.3.2.1 Prüfbelastung und Prüfvolumina

Die Zähler sind bei folgenden Durchflüssen auf die Einhaltung der Fehlergrenzen zu prüfen:

- Q_{\min}
- $0,2 Q_{\max}$
- Q_{\max} .

Prüfvolumen mit Zählwerk

Soweit in der Anerkennung der Prüfeinrichtung bzw. im Prüfschein für das Normal nicht anders festgelegt, sind bei der Prüfung der Balgengaszähler mit angebautem Zählwerk folgende Mindestprüfvolumina einzuhalten:

Tabelle 8: Prüfbelastungen und Prüfvolumina für die Prüfung mit Zählwerksablesung

Q_{\max} in m^3/h	Zählergröße nach EWG-Richtlinie	Q_{\min} in m^3/h	Prüfvolumen in m^3 bei Q_{\min}	Prüfvolumen in m^3 bei $0,2 Q_{\max}$	Prüfvolumen in m^3 bei Q_{\max}
2,5	G 1,6	0,016	0,02	0,10	0,2
4,0	G 2,5	0,025	0,02	0,10	0,2
6,0	G 4	0,04	0,03	0,10	0,3
10	G 6	0,06	0,03	0,20	0,5
16	G 10	0,10	0,15	0,30	0,9
25	G 16	0,16	0,15	0,45	1,3
40	G 25	0,25	0,2	0,70	2,0
65	G 40	0,40	0,3	1,2	3,5
100	G 65	0,65	0,5	1,8	5,0
160	G 100	1,0	1,5	3,0	8,0
250	G 160	1,6	1,5	4,5	13,0
400	G 250	2,5	3,0	7,0	20,0
650	G 400	4,0	6,0	14,0	35,0

Weichen die zugelassenen Belastungsbereiche von den in der Tabelle angegebenen (1:160) ab, ist das Prüfvolumen bei Q_{\min} entsprechend dem auf dem Zähler angegebenen Q_{\min} aus der Tabelle zu wählen.

Prüfvolumen ohne Zählwerk

Zur Minimierung des Prüfvolumens und der Prüfzeit können Balgen-gaszähler ohne Zählwerk geprüft werden. In diesem Fall ist anstelle des Zählwerks ein Prüfzählglied (z. B. Kreuz, Stern) anzubringen, das optisch bzw. magnetisch-induktiv abgetastet wird.

Um periodische Fehler des Prüflings zu reduzieren, muss das festzulegende Prüfvolumen einem ganzzahligen Vielfachen des Messvolumens des Gaszählers entsprechen.

Die Abtastunsicherheit der Prüfzählglieder darf 0,2 % nicht überschreiten. Das zulässige minimale Prüfvolumen wird in der Anerkennung des Prüfstands angegeben.

Das Verfahren kann unter den Voraussetzungen angewandt werden, dass

- die Messwerkswelle nach Abnahme des Zählwerks zugänglich ist
- der Start der Messung im Umkehrpunkt des Messwerks vermieden wird
- das Übersetzungsverhältnis im Messwerk 1:1 beträgt
- das Antriebsmoment des Zählwerks die Messabweichung bei Q_{\min} nur unwesentlich beeinflusst.

Nach Abschluss der einzelnen Prüfgänge sind die ermittelten Justierräder und das Zählwerk zu montieren und eine Plausibilitätsprüfung bei einer Prüfbelastung durchzuführen. Dabei darf die maximale Abweichung vom vorher festgestellten Messwert 0,6 % nicht überschreiten.

6.3.2.2 Fehlergrenzen

Die nach Gleichung (26) oder (29) berechneten Messabweichungen werden mit den Fehlergrenzen, die nach DIN EN 1359 und EWG-Richtlinie 71/318/EWG unterschiedlich geregelt sind, verglichen. Sie betragen:

Tabelle 9: Fehlergrenzen für Balgengaszähler

nach 71/318/EWG		nach DIN EN 1359	
Durchflussbereich	Eichfehlergrenze	Durchflussbereich	Fehlergrenze
$Q_{\min} \leq Q < 2 \cdot Q_{\min}$	$\pm 3,0 \%$	$Q_{\min} \leq Q < 0,1 \cdot Q_{\max}$	$\pm 3,0 \%$
$2 \cdot Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 2,0 \%$	$0,1 \cdot Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,5 \%$

Bei der Eichung dürfen die Messabweichungen eines Zählers bei Durchflüssen zwischen $2 \cdot Q_{\min}$ und Q_{\max} nicht sämtlich $\pm 1 \%$ überschreiten, wenn sie alle das gleiche Vorzeichen haben.

6.3.2.3 Druckmessung

Der Druckverlust wird als Druckdifferenz zwischen Eingang und Ausgang des Zählers ermittelt. Er schwankt periodisch mit dem Füllen und Entleeren der Messkammern. Man unterscheidet zwischen mechanischem Druckverlust und Gesamtdruckverlust.

Mechanischer Druckverlust

Der mechanische Druckverlust wird bei Durchflüssen zwischen Q_{\min} und $2 \cdot Q_{\min}$ als Maximalwert der vier Druckspitzen einer Messwerksumdrehung bestimmt. Dazu sind Manometer mit Maximumeinrichtung oder Grenzwertüberwachung bzw. entsprechende Druckschreiber zu verwenden und folgende Maximalwerte einzuhalten:

Tabelle 10: Höchstzulässige Werte des mechanischen Druckverlusts bei Balgengaszählern

Zähler mit Q_{\max}	höchstzulässige Werte des mechanischen Druckverlustes nach EWG-Richtlinie	
	N/m ²	mbar
bis 65 m ³ /h	60	0,6
> 65 m ³ /h bis 400 m ³ /h	100	1,0

Gesamtdruckverlust

Der Gesamtdruckverlust wird beim Durchfluss Q_{\max} als Mittelwert des Druckverlaufs einer kompletten Messwerksumdrehung bestimmt. Er darf folgende Werte nicht überschreiten:

Tabelle 11: Höchstzulässige Werte des Gesamtdruckverlusts bei Balgengaszählern

Zähler mit Q_{\max}	höchstzulässige Druckverlustmittelwerte	
	N/m ²	mbar
bis 10 m ³ /h	200	2
> 10 m ³ /h bis 65 m ³ /h	300	3
> 65 m ³ /h bis 400 m ³ /h	400	4

6.3.2.4 Prüfung von Balgengaszählern mit mechanischer Temperaturumwertung

Die Gaszähler sind auf einem Prüfstand für temperaturumwertende Balgengaszähler zu prüfen. Vor der messtechnischen Prüfung ist nach jeder Temperaturänderung ein Vorlauf der Prüflinge von mindestens 50 Messraumgehalten durchzuführen.

Die Temperaturen werden nach jeder Temperaturänderung stabilisiert, so dass die Temperaturen des Prüfgases (trockene Luft), des Zählers und die Innentemperatur des temperaturgeregelten Schanks innerhalb von 2 K liegen. Während der Messdauer dürfen sich die Temperaturen nicht mehr als um 2 K ändern.

Die Berechnung der Messabweichungen erfolgt nach Gleichung (26), wobei anstelle der Prüflingstemperatur T_p die Abrechnungstemperatur T_b eingesetzt wird. Es kann zwischen zwei verschiedenen Verfahren gewählt werden:

Innerstaatliche Ersteichung Verfahren A – Gesamtprüfung aller Zähler

Alle Zähler werden bei der zulässigen Prüfraumtemperatur bei den Durchflüssen Q_{\min} , $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} geprüft. Bei den Temperaturgrenzwerten t_{\min} (unterer Temperaturgrenzwert) und t_{\max} (oberer Temperaturgrenzwert) ist nur der Durchfluss $0,2 Q_{\max}$ zu prüfen. Es sind die Eichfehlergrenzen entsprechend Tabelle 12 einzuhalten.

Tabelle 12: Eichfehlergrenzen für Balgengaszähler mit mechanischer Temperaturumwertung

Prüf­temperatur	Durchfluss		
	Q_{\min}	$0,2 Q_{\max}$	Q_{\max}
Raumtemperatur	3,5 %	2,5 %	2,5 %
$t_{\min} \pm 2 \text{ °C} / t_{\max} \pm 2 \text{ °C}$	–	3,0 %	–

Haben die Messabweichungen bei Prüfraumtemperatur bei $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} das gleiche Vorzeichen, so müssen beide Messabweichungen innerhalb $\pm 1 \%$ liegen.

Innerstaatliche Ersteichung Verfahren B – Stichprobenverfahren

Gegenüber dem Verfahren A können die Zähler bei der Ersteichung auch nach einem vereinfachten Prüfverfahren geprüft werden, wenn zuvor das Temperaturverhalten der in Frage kommenden Zähler nach dem folgenden Stichprobenverfahren überprüft wurde:

Es werden Zähler gleicher Bauart zu Losen zusammengefasst. Die Zähler müssen einer fortlaufenden Produktion entstammen und für den gleichen Temperaturbereich ausgelegt sein. In Anlehnung an DIN ISO 2859 Teil 1 sind Lose mit einem Losumfang von maximal 500 Zählern zu bilden. Je Los werden fünf Stichprobenzähler zufällig ausgewählt. Für die Prüfung bei Prüfraumtemperatur dürfen zusätzlich zwei Reservezähler herausgegriffen werden.

Die Stichprobenzähler werden zunächst bei Prüfraumtemperatur geprüft und müssen die eingeschränkten Prüffehlergrenzen der Tabelle 13 einhalten. Hält ein Stichprobenzähler diese nicht ein, so kann auf einen Reservezähler zurückgegriffen werden. Haben die Messabweichungen bei Prüfraumtemperatur bei $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} das gleiche Vorzeichen, so müssen beide Messabweichungen innerhalb $\pm 1 \%$ liegen.

Tabelle 13: Prüffehlergrenzen für die Stichprobenzähler eines geprüften Loses

Prüf­temperatur	Durchfluss		
	Q_{\min}	$0,2 Q_{\max}$	Q_{\max}
Raumtemperatur	2,5 %	1,5 %	1,5 %
$t_{\min} \pm 2 \text{ °C} / t_{\max} \pm 2 \text{ °C}$	–	2,5 %	–

Anschließend werden die Stichprobenzähler zusätzlich bei $0,2 Q_{\max}$ an den Temperaturgrenzwerten t_{\min} und t_{\max} geprüft und müssen ebenfalls die Prüffehlergrenzen der Tabelle 13 einhalten. Für diese Prüfung gilt keine Einseitigkeitsklausel.

Eine Umjustierung nach der Prüfung bei den Temperaturgrenzwerten t_{\min} und t_{\max} ist nicht zulässig.

Bei der Prüfung an den Temperaturgrenzwerten t_{\min} und t_{\max} darf kein Stichprobenzähler ausfallen, sonst ist das Los zurückzuweisen oder der Gesamtprüfung nach Verfahren A1 zu unterziehen.

Die Ergebnisse der Stichprobenprüfung sind in geeigneter Form als Qualitätsnachweis nach dem Beispiel der Tabelle 14 zu führen.

Erfolgt die Prüfung der übrigen Zähler in einer anderen Prüf­stelle, dann ist ein Nachweis über die bestandene Stichprobenprüfung zu erstellen.

Die übrigen Zähler des Loses sind lediglich bei Raumtemperatur bei den Durchflüssen Q_{\min} , $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} zu prüfen, wobei die eingeschränkten Prüffehlergrenzen nach Tabelle 15 einzuhalten sind.

Tabelle 14: Beispiel Qualitätsnachweis für Balgengaszähler mit mechanischer Temperaturumwertung

Qualitätsnachweis für die Ersteichung von Haushaltsbalgengaszählern mit mechanischer Temperaturumwertung nach Verfahren B												
Zählerlos:	$t_{\min} = \dots$ °C		Prüfstelle:				Spanne der Messabweichungen					
Losgröße:	$t_{\max} = \dots$ °C		Prüfdatum:									
Zählertyp:			Prüfstand:									
Hersteller:			Prüftemperatur:		20 °C	20 °C	20 °C	t_{\min}	t_{\max}	0,2 Q_{\max}	0,2 Q_{\max}	0,2 Q_{\max}
Zul - Zeichen:			Durchfluss:		Q_{\min}	0,2 Q_{\max}	Q_{\max}	0,2 Q_{\max}	0,2 Q_{\max}	$f(t_{\min}) - f(t_{\max})$ %	$f(t_{\min}) - f(20^\circ\text{C})$ %	$f(20^\circ\text{C}) - f(t_{\max})$ %
Lfd.Nr.	Zähler - nummer	Kunde	Zählernummer Von ... bis ...	Messabw. %	Messabw. %	Messabw. %	Messabw. %	Messabw. %				

Tabelle 15: Prüffehlergrenzen für die übrigen Zähler eines stichprobenartig geprüften Loses

Prüftemperatur	Durchfluss		
	Q_{\min}	0,2 Q_{\max}	Q_{\max}
Raumtemperatur	2,5 %	1,5 %	1,5 %

Haben die Messabweichungen bei 0,2 Q_{\max} und Q_{\max} das gleiche Vorzeichen, so dürfen nicht beide im Betrag 1 % überschreiten.

Zähler, die bei dieser Prüfung die eingeschränkten Prüffehlergrenzen nicht einhalten, haben die Prüfung nur dann bestanden, wenn sie nach Verfahren A geprüft werden.

Nacheichung

Bei der Nacheichung sind die Zähler bei Prüfraumtemperatur bei den Durchflüssen Q_{\min} , 0,2 Q_{\max} und Q_{\max} zu prüfen. Vor dieser Prüfung ist ein Vorlauf bei etwa 0,2 Q_{\max} von mindestens 30 V_z vorzusehen. Es gelten die für die Ersteichung genannten Fehlergrenzen.

6.3.2.5 Stichprobenprüfung zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer mit vermindertem Prüfvolumen

Mit dem nachfolgend beschriebenen Verfahren kann die Stichprobenprüfung von Balgengaszählern bis $Q_{\max} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ ohne Zählwerk mit vermindertem Prüfvolumen nach folgendem Ablauf durchgeführt werden:

- a) Einspannen des Gaszählers in die Prüfeinrichtung und Vorlauf
- b) Prüfung des Zählers bei $0,2 Q_{\max}$ mit Zählwerk (Prüfvolumen $40 \cdot$ Messrauminhalt des Zählers oder mindestens 80 l, Ablesung bei Stillstand des Zählwerks).

Dabei kann sich folgendes ergeben:

- die Fehlergrenze für die Stichprobe wird eingehalten
- die Fehlergrenze der Stichprobe wird um mehr als 0,5 % überschritten, damit ist der Zähler fehlerhaft
- die Fehlergrenze der Stichprobe wird um bis zu 0,5 % überschritten, damit muss die Prüfung wiederholt werden. Hält der Mittelwert beider Prüfungen die Fehlergrenze der Stichprobe nicht ein, so gilt der Zähler als fehlerhaft.

- c) Zählwerkskappe und Zählwerk abnehmen, Zählwerk prüfen.

Wurde der Zähler gemäß b) als fehlerhaft erkannt, so ist die Prüfung zu beenden.

- d) Zähler mit Impulsgeber (fliegender Start/Stop) unter Beachtung der eingebauten Justierradpaarung bei den Durchflüssen $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} prüfen. Das Prüfvolumen ist nach der Anerkennung der Prüfeinrichtung auszuwählen.

- e) Prüfergebnisse ermitteln und auswerten.

Das Ergebnis für den Durchfluss $0,2 Q_{\max}$ ergibt sich aus dem Mittelwert der Messabweichung mit und ohne Zählwerk.

Das Ergebnis beim Durchfluss Q_{\max} ist zu korrigieren, wenn beim Durchfluss $0,2 Q_{\max}$ die Differenz zwischen den Messabweichungen mit und ohne Zählwerk größer 0,6 % ist. Dabei ist paralleler Versatz der Prüfpunkte anzunehmen.

6.3.3 Prüfung von Drehkolbengaszählern

Die Zähler sind bei folgenden Durchflüssen auf die Einhaltung der Fehlergrenzen zu prüfen:

Tabelle 16: Prüfdurchflüsse für Drehkolbengaszähler

innerstaatlich nach EO 7 bzw. nach 71/318/EWG	nach DIN EN 12 480
$Q_{\min}, 0,05 \cdot Q_{\max}, 0,1 \cdot Q_{\max}, 0,25 \cdot Q_{\max}$ $0,4 \cdot Q_{\max}, 0,7 \cdot Q_{\max}$ und Q_{\max}	$Q_{\min}, 0,25 \cdot Q_{\max}$ und Q_{\max}

Bei Zählern, die in wechselnder Durchflussrichtung betrieben werden können, muss an mindestens einem Prüfpunkt zusätzlich die Übereinstimmung der festgestellten Messabweichungen überprüft werden, wobei im Durchflussbereich von $0,2 Q_{\max}$ bis Q_{\max} keine größere Differenz als 0,3 % auftreten darf. Andernfalls muss bei allen Prüfpunkten in beiden Flussrichtungen geprüft werden.

Der minimale Durchfluss Q_{\min} ergibt sich abhängig vom Belastungsbereich aus Tabelle 17.

Tabelle 17: Minimaler Durchfluss in Abhängigkeit vom Belastungsbereich für Drehkolbengaszähler

Q_{\max} [m ³ /h]	Belastungsbereich									
	1:10	1:20	1:30	1:50	1:65	1:80	1:100	1:160	1:200	1:250
	Q_{\min} [m ³ /h]									
16	1,6	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
25	2,5	1,3	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
40	4	2	1,3	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
65	6	3	2	1,3	1	0,8	0,7	0,4	0,3	0,3
100	10	5	3	2	1,5	1,2	1	0,6	0,5	0,4
160	16	8	5	3	2,5	2,0	1,6	1	0,8	0,6
250	25	13	8	5	4	3	2,5	1,6	1,3	1
400	40	20	13	8	6	5	4	2,5	2	1,6
650	65	32	20	13	10	8	7	4	3	3
1000	100	50	32	20	15	12	10	6	5	4
1600	160	80	50	32	25	20	16	10	8	6
...										

Bei Belastungsbereichen $> 1:250$ beträgt der entsprechende Q_{\min} -Wert einem entsprechenden dezimalen Teil der angegebenen Werte.

Der Druckverlust des Prüflings muss gemessen und aufgezeichnet werden.

Die grafische Aufzeichnung ist nicht vorgeschrieben, erleichtert aber das Erkennen von Resonanzerscheinungen, durch welche das Fehlerverhalten von Drehkolbengaszählern wesentlich verfälscht werden kann. Beim Auftreten von Resonanzen sind repräsentative Ersatzprüfdurchflüsse zu wählen. Da Resonanzen sowohl vom Prüfling als auch von seiner Einbausituation abhängen, kann keine Festlegung über die Lage der Ersatzprüfpunkte getroffen werden.

Die Fehlergrenzen sind derzeit wie folgt geregelt:

Tabelle 18: Fehlergrenzen für Drehkolbengaszähler

Eichfehlergrenzen nach 71/318/EWG		nach DIN EN 12 480	
Durchflussbereich	zulässige Messabweichung	Durchflussbereich	zulässige Messabweichung
$Q_{\min} \leq Q < 0,2 \cdot Q_{\max}$	$\pm 2,0 \%$	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,0 \%$
$0,2 \cdot Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0 \%$	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0 \%$

Nach der EWG-Richtlinie dürfen die Messabweichungen nicht sämtlich die Hälfte der oben genannten zulässigen Fehlergrenzen überschreiten, wenn sie das gleiche Vorzeichen haben.

Die Trenndurchflüsse Q_t sind abhängig vom Belastungsbereich wie folgt festgelegt:

Tabelle 19: Trenndurchflüsse für Drehkolbengaszähler

	Belastungsbereich	Trenndurchfluss Q_t
nach 71/318/EWG; EN 12 480	1:10	$0,20 \cdot Q_{\max}$
nach 71/318/EWG; EN 12 480	1:20	$0,20 \cdot Q_{\max}$
innerstaatlich nach EO 7; EN 12 480	1:30	$0,15 \cdot Q_{\max}$
innerstaatlich nach EO 7; EN 12 480	1:50	$0,10 \cdot Q_{\max}$
nach DIN EN 12 480	$>1:50$	$0,05 \cdot Q_{\max}$

6.3.4 Prüfung von Turbinenradgaszählern

Abhängig vom Belastungsbereich sind Turbinenradgaszähler bei folgenden Durchflüssen auf die Einhaltung der Fehlergrenzen zu prüfen (Angaben in % von Q_{\max}):

Tabelle 20: Prüfdurchflüsse für Turbinenradgaszähler

	Belastungsbereich			
	1:10	1:20	1:30	1:50
				2 %
			3 %	
		5 %	5 %	5 %
10 %	10 %	10 %		
25 %	25 %	25 %		25 %
40 %	40 %	40 %		40 %
70 %	70 %	70 %		70 %
100 %	100 %	100 %		100 %

Die Fehlergrenzen sind derzeit wie folgt geregelt:

Tabelle 21: Fehlergrenzen für Turbinenradgaszähler

Eichfehlergrenzen nach 71/318/EWG		nach EN 12 261	
Durchflussbereich	zulässige Messabweichung	Durchflussbereich	zulässige Messabweichung
$Q_{\min} \leq Q < 0,2 \cdot Q_{\max}$	$\pm 2,0 \%$	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,0 \%$
$0,2 \cdot Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0 \%$	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0 \%$

Nach der EWG-Richtlinie dürfen die Messabweichungen nicht sämtlich die Hälfte der oben genannten zulässigen Fehlergrenzen überschreiten, wenn sie das gleiche Vorzeichen haben.

Die Trenndurchflüsse Q_t sind abhängig vom Belastungsbereich wie folgt festgelegt:

Tabelle 22: Trenndurchflüsse für Turbinenradgaszähler

	Belastungs- bereich	Trenndurch- fluss Q_t
nach 71/318/EWG; EN 12 261	1:10	$0,20 \cdot Q_{\max}$
nach 71/318/EWG; EN 12 261	1:20	$0,20 \cdot Q_{\max}$
innerstaatlich nach EO 7; EN 12 261	1:30	$0,15 \cdot Q_{\max}$
innerstaatlich nach EO 7; EN 12 261	1:50	$0,10 \cdot Q_{\max}$
nach DIN EN 12 261	>1:50	$0,05 \cdot Q_{\max}$

6.3.5 Prüfung von Wirbel- und Drallgaszählern

Wirbel- und Drallgaszähler sind wie Turbinenradgaszähler bei folgenden Durchflüssen auf die Einhaltung der Fehlergrenzen zu prüfen (Angaben in % von Q_{\max}):

Tabelle 23: Prüfdurchflüsse für Wirbel- und Drallgaszähler

Belastungsbereich		
1:5	1:10	1:20
		5 %
	10 %	10 %
20 %	25 %	25 %
40 %	40 %	40 %
70 %	70 %	70 %
100 %	100 %	100 %

Es gelten folgende Eichfehlergrenzen:

Tabelle 24: Eichfehlergrenzen für Wirbel- und Drallgaszähler

Durchflussbereich	zulässige Messabweichung
$Q_{\min} \leq Q < 0,2 \cdot Q_{\max}$	$\pm 2,0 \%$
$0,2 \cdot Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0 \%$

Die Messabweichungen dürfen nicht sämtlich die Hälfte der oben genannten zulässigen Fehlergrenzen überschreiten, wenn sie das gleiche Vorzeichen haben.

6.3.6 Prüfung von Ultraschallgaszählern

Die Prüfung von Ultraschallgaszählern mit maximalem Durchfluss bis $10 \text{ m}^3/\text{h}$ erfolgt analog der Prüfung von Balgengaszählern nach Abschnitt 6.3.2 unter Beachtung folgender Besonderheiten:

- Zur Prüfung sind die Ultraschallgaszähler in den Prüfmodus zu versetzen, um die erforderliche höhere Abtastrate und Auflösung (Nachkommastellen) zu gewährleisten.
- Bei der Beschaffenheitsprüfung sind zusätzlich die Softwareversion, deren Prüfsumme und der Batteriezustand zu prüfen.
- Zur Erreichung zuverlässiger Messergebnisse sind Prüfvolumina entsprechend Tabelle 8 anzuwenden. Für geringere Prüfvolumina ist nachzuweisen, dass die Schnittstelle des Prüfstands mit der des Ultraschallgaszählers kompatibel ist und dass die Unsicherheit der Impulserfassung $0,2 \%$ nicht überschreitet. Das zulässige minimale Prüfvolumen muss in der Betriebserlaubnis für die Prüfstände angegeben sein.

Für größere Ultraschallgaszähler sind die Prüfdurchflüsse abhängig vom Belastungsbereich nach folgender Tabelle (Angaben in % von Q_{\max}) festgelegt:

Tabelle 25: Prüfdurchflüsse für Ultraschallgaszähler mit $Q_{\max} > 10 \text{ m}^3/\text{h}$

1:10	Belastungsbereich		
	1:20	1:30	1:50
		3,5 %	2 %
	5 %	5 %	5 %
10 %	10 %	10 %	
25 %	25 %	25 %	25 %
40 %	40 %	40 %	40 %
70 %	70 %	70 %	70 %
100 %	100 %	100 %	100 %

Es gelten folgende Eichfehlergrenzen:

Tabelle 26: Eichfehlergrenzen für Ultraschallgaszähler mit $Q_{\max} > 10 \text{ m}^3/\text{h}$

Durchflussbereich	zulässige Messabweichung
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,0 \%$
$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0 \%$

Die Messabweichungen dürfen nicht sämtlich die Hälfte der oben genannten zulässigen Fehlergrenzen überschreiten, wenn sie das gleiche Vorzeichen haben.

Die Trenndurchflüsse Q_t sind abhängig vom Belastungsbereich wie folgt festgelegt:

Tabelle 27: Trenndurchflüsse für Ultraschallgaszähler mit $Q_{\max} > 10 \text{ m}^3/\text{h}$

Belastungsbereich	Trenndurchfluss Q_t
1:10	$0,20 \cdot Q_{\max}$
1:20	$0,20 \cdot Q_{\max}$
1:30	$0,15 \cdot Q_{\max}$
$\geq 1:50$	$0,10 \cdot Q_{\max}$

6.4 Befundprüfung

6.4.1 Maßnahmen vor der Prüfung

Die den Ausbau und Transport durchführenden Stellen sind anzuhalten, Messgeräte, die einer Befundprüfung unterzogen werden sollen, besonders schonend zu behandeln.

Am Gebrauchsort feststellbare ungünstige Einflüsse und Betriebsbedingungen, die einen Einfluss auf das Messergebnis des Prüflings haben können, sollen im Lieferschein vermerkt werden. Unmittelbar nach dem Ausbau aus dem Netz sind die Stutzen des Zählers dicht zu verschließen. Die Zähler dürfen keiner übermäßigen Transportbelastung ausge-

setzt werden. Eine Verletzung der Stempelzeichen ist unzulässig. Zwischen dem Ausbau und der Prüfung soll der Zähler nicht länger als zwei Wochen möglichst bei Prüftemperatur gelagert werden.

6.4.2 Durchführung der Prüfung

Befundprüfungen müssen mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden. Die besonderen Anforderungen an das Prüfpersonal nach § 60 (3) der Eichordnung für Befundprüfungen in Prüfstellen sind zu beachten. Auf Wunsch soll dem Antragsteller gestattet werden, bei der Durchführung der Prüfung in den Prüfräumen anwesend zu sein.

Bei der Befundprüfung geeichter Messgeräte gelten vor oder nach dem Ablauf der Eichgültigkeitsdauer die Verkehrsfehlergrenzen und die sonstigen Anforderungen, die zum Zeitpunkt der Eichung gegolten haben. Gegebenenfalls ist nach bereits aufgehobenen Vorschriften zu prüfen. Bei Messgeräten, die bisher noch nicht geeicht waren, gelten die zum Zeitpunkt des Antrags auf Befundprüfung maßgebenden Anforderungen und Verkehrsfehlergrenzen.

Die Prüfung besteht aus den Abschnitten

- äußere Beschaffenheitsprüfung
- messtechnische Prüfung
- innere Beschaffenheitsprüfung.

Zuerst wird die äußere Beschaffenheitsprüfung bei ungeöffnetem Messgerät durchgeführt.

Bei der nach der messtechnischen Prüfung erfolgenden inneren Beschaffenheitsprüfung wird das Zählwerk geöffnet und dessen Zustand überprüft. Eine Zerstörung des Messgeräts soll dabei vermieden werden.

Auf die innere Beschaffenheitsprüfung kann in Ausnahmefällen verzichtet werden, wenn der Antragsteller eine Prüfung ohne Öffnen des

Messgeräts beantragt oder dieser zugestimmt hat. Damit soll die Untersuchung durch weitere Gutachter gewährleistet werden. Insbesondere bei einem schwebenden oder drohenden Gerichtsverfahren soll der Antragsteller darauf hingewiesen werden, dass ggf. eine Prüfung ohne Öffnen des Messgeräts möglich ist. Eine derartige Einschränkung des Prüfungsumfanges ist im Prüfschein anzugeben.

Vor der messtechnischen Prüfung ist ein Vorlauf beim Durchfluss $0,2 Q_{\max}$ vorzusehen. Bei Balgengaszählern soll die Vorlaufmenge etwa 30 l betragen, andere Zählerbauarten sollen solange vorlaufen, bis sich stabile Temperaturverhältnisse eingestellt haben. Dann werden alle Prüfungsdurchflüsse, beginnend mit Q_{\min} , in aufsteigender Reihenfolge gemäß den jeweils anzuwendenden Prüfvorschriften eingestellt.

6.4.3 Ergebnis der Befundprüfung und Prüfschein

Für die Beurteilung der Ergebnisse der messtechnischen Prüfung sind die Verkehrsfehlergrenzen nach der Eichordnung – Allgemeine Vorschriften – maßgeblich. Sie betragen für Volumengaszähler das Doppelte der Eichfehlergrenzen. Die Einseitigkeit von Messabweichungen ist dabei unbedeutend.

Die Ergebnisse der Befundprüfung sind zu protokollieren. Aufgrund deren Auswertung sind die in der Eichanweisung – Allgemeine Vorschriften – angegebenen Entscheidungen hinsichtlich Weiterbehandlung bzw. -verwendung des Messgeräts zu treffen.

Über das Ergebnis einer Befundprüfung ist ein Prüfschein nach dem Muster in Anlage 4.3 auszustellen. Der vor der Prüfung abgelesene Zählwerksstand mit zugehöriger Einheit ist in den Prüfschein einzutragen.

6.4.4 Besondere Regelungen bei begrenztem Prüfvolumen

Teilweise Prüfung ohne Zählwerk

Wenn die Art der vorhandenen Prüfeinrichtung die für die Prüfung mit Zählwerk erforderlichen Prüfvolumina nicht ermöglicht und der Antragsteller dem Öffnen des Zählers zugestimmt hat, darf die Befundprüfung von Balgengaszählern mit einem maximalen Durchfluss von $10 \text{ m}^3/\text{h}$ teilweise ohne Zählwerk erfolgen.

Dabei ist nach den folgenden Punkten a) bis e) schrittweise vorzugehen:

- a) Wird beim Vorlauf nach Einspannen des Gaszählers in die Prüfeinrichtung festgestellt, dass das Zählwerk
 - läuft, so erfolgt die Fortsetzung nach b)
 - nicht läuft, so erfolgt die Fortsetzung nach c).
- b) Prüfung des Zählers bei $0,2 Q_{\max}$ mit Zählwerk (Prüfvolumen $40 \cdot$ Messrauminhalt des Zählers oder mindestens 80 l, Ablesung bei Stillstand des Zählwerks).

Dabei kann sich folgendes ergeben:

- die Verkehrsfehlergrenze wird eingehalten
 - die Verkehrsfehlergrenze wird um mehr als 0,5 % überschritten, damit ist der Zähler fehlerhaft
 - die Fehlergrenze wird um bis zu 0,5 % überschritten, damit muss die Prüfung wiederholt werden. Hält der Mittelwert beider Prüfungen die Verkehrsfehlergrenze nicht ein, gilt der Zähler als fehlerhaft.
- c) Zählwerkskappe und Zählwerk abnehmen, Zählwerk prüfen.

Wurde der Zähler gemäß b) als fehlerhaft erkannt, ist die Prüfung zu beenden.

- d) Impulsgeber montieren, Zähler mit Impulsgeber (fliegender Start/ Stopp) unter Beachtung der eingebauten Justierradpaarung bei den

Durchflüssen Q_{\min} , $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} prüfen. Das dabei eingestellte Prüfvolumen ist nach der Anerkennung des Prüfstands festzulegen.

e) Zähler unter Einbeziehung aller vier Prüfpunkte und dem Vergleich zwischen den Ergebnissen mit und ohne Zählwerk beim Durchfluss $0,2 Q_{\max}$ wie folgt klassifizieren:

- Die Verkehrsfehlergrenze wird in keinem der vier Prüfpunkte überschritten und die Differenz zwischen der Prüfung mit und ohne Zählwerk bei $0,2 Q_{\max}$ ist nicht größer 0,5 %. Damit ist der Zähler in Ordnung.
- Die Verkehrsfehlergrenze wird in keinem der vier Prüfpunkte überschritten und die Differenz zwischen der Prüfung mit und ohne Zählwerk bei $0,2 Q_{\max}$ ist größer 0,5 %. Damit ist der Zähler in Ordnung; im Prüfschein ist auf einen möglichen Zählwerkseinfluss hinzuweisen.
- Die Verkehrsfehlergrenze wird in einem oder mehreren der vier Prüfpunkte überschritten. Damit ist der Zähler nicht in Ordnung.

6.4.5 Balgengaszähler mit mechanischer Temperaturumwertung

Bei der Befundprüfung von Balgengaszählern mit mechanischer Temperaturumwertung sind die Zähler zunächst bei Prüfraumtemperatur bei den Durchflüssen Q_{\min} , $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} zu prüfen. Vor dieser Prüfung ist ein Vorlauf bei etwa $0,2 Q_{\max}$ von etwa $30 V_z$ vorzusehen.

Liegen die Messergebnisse außerhalb der eingeschränkten Verkehrsfehlergrenzen jedoch innerhalb der Verkehrsfehlergrenzen, kann der Antragsteller zusätzlich die Prüfung bei t_{\min} und t_{\max} verlangen.

Tabelle 28: Eingeschränkte Verkehrsfehlergrenzen für Balgengaszähler mit mechanischer Temperaturumwertung

Prüftemperatur	Durchfluss		
	Q_{\min}	$0,2 Q_{\max}$	Q_{\max}
Raumtemperatur	6 %	4 %	4 %

Tabelle 29: Verkehrsfehlergrenzen für Balgengaszähler mit mechanischer Temperaturumwertung

Prüftemperatur	Durchfluss		
	Q_{\min}	$0,2 Q_{\max}$	Q_{\max}
Raumtemperatur	7 %	5 %	5 %
$t_{\min} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	–	6 %	–
$t_{\max} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	–	6 %	–

6.5 Prüfung von Volumennormalen

Die Prüfung von kritisch betriebenen Düsen als Gebrauchsnormale erfolgt nach den PTB-Prüfregeln, Band 25 „Messgeräte für Gas – Prüfstände mit kritisch betriebenen Düsen“.

Bei der Prüfung von Trommelgaszähler-Normalen sind die im Anhang 5 genannten Besonderheiten zu beachten.

6.5.1 Allgemeines

Die Darstellung der Volumeneinheit erfolgt in Deutschland in zwei Kalibrierketten, getrennt für Luft im Niederdruckbereich (bis 4 bar) und Erdgas unter Hochdruck (über 4 bar).

Die Primär- und Sekundärnormale für die Volumeneinheit von atmosphärischer Luft, von denen alle Messungen für diesen Bereich abgeleitet werden, befinden sich in der PTB.

Die Prüfung von Volumennormalen erfolgt mit Hilfe von Volumenmess-einrichtungen höherer Genauigkeit (Bezugsnormale der PTB, Normale der nächst höheren Ordnung der Eichaufsichtsbehörden).

Normalgeräte können geprüft werden als Gebrauchsnormalgeräte und Normale der nächst höheren Ordnung. Die Gebrauchsnormale für Niederdruck werden entweder von der PTB oder den Eichbehörden, die über geeignete Prüfmittel bzw. Prüfstände verfügen, geprüft. Die Prüfung der Normale der nächst höheren Ordnung obliegt der PTB.

Die Prüfung von Gebrauchsnormalen kann außer in der PTB oder den Eichbehörden auch am Gebrauchsort mit transportablen Normalen (Transfornormalen) erfolgen.

Die bei der Prüfung der Gebrauchsnormale sowie bei ihrer Verwendung erzielte Messunsicherheit muss auf jedem Prüfstand gesondert nach Anhang 3 bestimmt werden.

Zum Erzielen einer mit einem einzelnen Normal der nächst höheren Ordnung nicht erreichbaren Belastung dürfen zwei oder mehrere Normale der nächst höheren Ordnung für die Prüfung von Gebrauchsnormalen parallel geschaltet werden.

Falls an einem Gebrauchsnormal ein abnehmbares Prüfzählglied verwendet werden soll, muss es bei der Prüfung angebracht sein.

Sollen Gebrauchsnormale mit Impulsgebern bzw. Impulsabtastungen verwendet werden, müssen diese bei der Prüfung an die Normale angebracht sein und in die Prüfung mit einbezogen werden.

6.5.2 Anschluss von Zusatz- und Hilfseinrichtungen

Zusatzeinrichtungen müssen so beschaffen und so angebracht sein, dass sie die Wirkungsweise sowie das Ablesen der Gebrauchsnormale nicht beeinträchtigen.

Gebrauchsnormale können mit rückwirkungsfreien Doppelimpulsgebern versehen sein, die funktionsfehlersicher sein müssen. Sofern diese nur einkanalig ausgeführt sind, müssen sie auf einfache Weise, zum Beispiel mit Hilfe eines zusätzlichen niederfrequenten Impulsgebers regelmäßig überprüft werden können.

Der Impulswert ist in Abhängigkeit von dem minimalen Prüfvolumen so zu wählen, dass eine Auflösung gleich oder besser 0,1% erreicht wird.

Sonstige integrierte Hilfsmessgeräte müssen den Anforderungen gemäß Kapitel 4.3 genügen.

6.5.3 Besondere Anforderungen an Prüfräume und Prüfmittel

Für Prüfräume gelten die in Abschnitt 5 genannten Anforderungen. Die Temperatur darf sich jedoch nicht mehr als 0,5 K je Stunde ändern.

Die Prüfung von Gebrauchsnormalen vor Ort erfordert eine Messunsicherheit des transportablen Normals der nächst höheren Ordnung von höchstens 0,15 %.

Für die Volumenbestimmung sind – je nach Nenndurchfluss der Gebrauchsnormale – Volumennormale höherer Ordnung geeignet.

Kolbenmesseinrichtungen und Messglocken müssen präzise Wegdifferenzmesseinrichtungen aufweisen. Gaszähler mit $Q_{\max} > 40 \text{ m}^3/\text{h}$ müssen mit NF- und/oder HF-Impulsgebern ausgestattet sein. An Trommelgaszählern sind Einrichtungen zur Erkennung voller Messtrommelumdrehungen erforderlich. Bei der Verwendung von Drehkolben-gaszählern ist auf ausreichende Dämpfungsmaßnahmen zu achten.

Das Prüfmedium muss sauber sowie frei von Öl (Ausnahmen: Messanlagen mit Ovalradzählern, Trommelgaszähler) und Staub sein. Wird Luft unter nahezu atmosphärischen Bedingungen als Prüfmedium verwendet, muss die relative Luftfeuchtigkeit so beschaffen sein, dass es unter keinen Umständen zu Kondensat kommt.

Bei der Benutzung der Normale höherer Ordnung sind die in den Prüfscheinen enthaltenen Hinweise (Ölung, Auftreten von Schwingungen, Füllung mit Sperrflüssigkeit) zu beachten.

Vor Strömungsgaszählern, die als Gebrauchsnormal verwendet werden, sind grundsätzlich im Prüfstand gerade Einlaufrohre mit gleichem Innendurchmesser, wie er am Eintritt in den Gaszähler vorhanden ist, vorzusehen. Wenn aus räumlichen Gründen von den vorgenannten Ein-

bauvorschriften im Prüfstand abgewichen, und das Gebrauchsnormale auf einem externen Prüfstand geprüft wird, ist das Normal mit dem dazugehörigen Einlaufrohr zu prüfen.

Als weitere Prüfmittel und Prüfungshilfsmittel werden solche benötigt, die auch bei der Anwendung der Volumennormale in Prüfständen erforderlich und in Abschnitt 4.3 aufgeführt sind.

6.5.4 Vorbereitung der Prüfung

Die Temperatur der Gebrauchsnormale (ggf. des Prüfstands) ist hinreichend an die des Normals der höheren Ordnung anzupassen. Dies ist im Allgemeinen gewährleistet, wenn sich die Normale bereits am Tag vor der Prüfung im Prüfraum befinden.

Neue oder generalüberholte (neue Lager, neue Zahnräder) Trommel-, Turbinenrad-, Drehkolben- und Drehschleusengaszähler, die als Gebrauchsnormale verwendet werden sollen, bedürfen zur Stabilisierung der Messeigenschaften eines Einlaufs von wenigstens 50 Stunden bei Q_{\max} . Alle anderen Gebrauchsnormale bedürfen eines Einlaufs von wenigstens fünf Stunden bei Q_{\max} .

Die Verwendung der Schmiereinrichtung bei Turbinenradgaszählern während der Gültigkeitsdauer der Prüfung ist unzulässig.

Die Dichtheit der Verbindung zwischen dem Normal der nächst höheren Ordnung bzw. Prüfstand und dem Gebrauchsnormal bzw. Prüfstand (äußere Dichtheit) – ggf. zusätzlich die Dichtheit von Parallelleitungen zueinander (innere Dichtheit) –, ist gemäß Abschnitt 6.2.5 sicherzustellen.

6.5.5 Prüfumfang und Prüfablauf

Die Messabweichungen von Zähler-Gebrauchsnormalen müssen bei mindestens zwölf Durchflüssen, üblicherweise bei sinkendem Durch-

fluss, ermittelt werden, wobei durch Wiederholungsmessungen (u. a. mit steigendem Durchfluss) auch die Reproduzierbarkeit festgestellt wird. Je ein Prüfpunkt soll dabei unterhalb bzw. oberhalb des Durchflussbereichs liegen. Aufgrund der Ergebnisse wird der zulässige Durchflussbereich festgelegt (in der Regel $> 1:10$).

Bei der Prüfung von Messglocken und Kolben-Zylindersystemen, deren Messabweichungen nicht vom Durchfluss abhängen, werden Tests bei den möglichen Start- und Stopstellungen mit unterschiedlichen Volumina bei beliebigen Durchflüssen durchgeführt. Zum Nachweis der Reproduzierbarkeit sind je Abschnitt mindestens drei Prüfungen und zusätzliche Wiederholungsmessungen erforderlich. Zur Bestätigung der Durchflussunabhängigkeit werden die Durchflüsse variiert und möglichst auch an den Grenzen der vorgesehenen Verwendung der Gebrauchsnormale eingestellt. In besonderen Fällen kann für besonders große Durchflüsse die Prüfung auch über Staffelmessungen (Parallelschaltung von Gebrauchsnormalen) erfolgen. In diesen Fällen ist die PTB zu informieren. Die PTB entscheidet, ob ein Vertreter ihrerseits an den Staffelmessungen teilnimmt.

Der Druckverlust der Normale der nächst höheren Ordnung muss mit den für die jeweilige Belastung aus den Prüfungsscheinen zu entnehmenden Sollwerten nach Maßgabe der in den Prüfungsscheinen zugelassenen Abweichungen übereinstimmen.

Der Differenzdruck zwischen dem Gebrauchsnormal und dem Normal bzw. den Normalen höherer Ordnung muss mindestens mit einer Messunsicherheit $< 0,3$ mbar gemessen bzw. bestimmt werden.

Der Druckverlust wird durch Gegeneinanderschalten der Druckmessstellen am Eingang und Ausgang eines jeden Zählers gemessen; sein Wert ist auf $0,05$ mbar gerundet in das Prüfungsprotokoll einzutragen; bei größeren Schwankungen (Resonanzbereich) sind die Grenzwerte mit einzutragen.

6.5.6 Messabweichungen der Volumennormale

Die Messabweichungen werden nach den Gleichungen (26) und (27) berechnet. Sie beziehen sich auf die Messungen mit Luft mit einer Bezugsdichte von $1,2 \text{ kg/m}^3$. Unter normalen atmosphärischen Bedingungen kann angenommen werden, dass die Luft in dem Prüfraum diese Voraussetzungen erfüllt.

Bei der erstmaligen Prüfung eines Zählernormals soll die Justierung mit einer mittleren *WME* von $\pm 0,2 \%$ erfolgen.

Um die Anforderungen an die Messunsicherheit erreichen zu können, sind folgende Anforderungen an die Fehlerkurve der Gebrauchsnormale zweckmäßigerweise einzuhalten:

- Kurve der Messabweichungen entsprechend dem bauarttypischen Verlauf
- Spanne der Messabweichungen maximal 2 %
- Reproduzierbarkeit der Messpunkte $< 0,1\%$
- für Drehkolben-, Drehschleusen- und Turbinenradgaszähler:
 - Steigung der Messabweichungskurve im Bereich $Q \leq 0,2 Q_{\max}$: $\Delta f / \Delta Q_{\text{rel}} \leq 5$ (Δf in %)
 - Steigung der Messabweichungskurve im Bereich $Q \leq 0,2 Q_{\max}$: $\Delta f / \Delta Q_{\text{rel}} \leq 3$ (Δf in %).

Weichen die festgestellten Messabweichungen bei der Prüfung eines Gebrauchsnormals im Überlappungsbereich zweier Normale der nächst höheren Ordnung um mehr als 0,2 % voneinander ab, so ist die Ursache festzustellen und zu beseitigen. Bei Abweichungen bis zu 0,2 % sind die Messabweichungen zu mitteln.

6.5.7 Kennzeichnung der Volumennormale

Volumennormale, die zur Prüfung von Gaszählern eingesetzt werden, müssen gültig geprüft sein. Die dabei festgestellten individuellen Messabweichungen werden im Prüfschein (Beispiel siehe Anlage 4.4) dokumentiert und sind für den Betrieb der Normale verbindlich. Prüfscheine und Volumennormale müssen daher durch eine eindeutige Kennzeichnung zugeordnet werden können, die ohne technische Hilfsmittel für den Anwender lesbar sein muss.

Jedes Volumennormal muss mindestens folgende Angaben zu seiner individuellen Kennzeichnung besitzen:

- Herstellerkennung
- Herstellungsjahr
- Fabrikationsnummer
- Art des Normalgeräts
- ggf. Zählergröße
- ggf. Nennwert des Messrauminhalts
- ggf. Nennweite der Anschlussflansche
- höchster Betriebsüberdruck
- Durchströmungsrichtung.

Diese Angaben müssen direkt erkennbar, gut lesbar und für normale Betriebsbedingungen dauerhaft angebracht sein.

Bei Turbinenradgaszählern ist der Hinweis „Die Verwendung der Schmiereinrichtung ist während der Gültigkeitsdauer der Prüfung unzulässig“ auf einem besonderen Schild anzugeben.

Volumennormale, deren Gehäuse oder Messwerk gegen die Einwirkung von Gasen nicht widerstandsfähig oder geschützt sind, müssen auf einem besonderen Schild die Bezeichnung „Nur für Luft“ tragen.

6.5.8 Stempelung

Die Stempelstellen sind so zu wählen, dass bei etwaigem Ausbau des gestempelten Teils die aufgebrachte Stempelung zerstört wird.

Es sind Stempelzeichen (Prüfzeichen) u. a. aufzubringen auf

- alle Schilder, die eine vorgeschriebene Kennzeichnung tragen
- Teile des Gehäuses, die nicht auf andere Weise gegen Eingriffe gesichert sind, durch die die Genauigkeit der Messung beeinflusst werden kann
- Verbindungsstellen zwischen dem Volumennormal und den bei der Prüfung angeschlossenen Zusatz- und Hilfseinrichtungen.

Zusätzlich sind die Volumennormale nach der Prüfung mit dem Jahr der Prüfung zu kennzeichnen (Stempelzeichen bestehend aus Prüfzeichen und Jahresbezeichnung).

6.5.9 Prüfschein und Gültigkeitsdauer der Prüfung

Über die Ergebnisse der erfolgten Prüfung ist ein Prüfschein zu erstellen. Darin müssen folgende Angaben enthalten sein:

- prüfende Stelle
- Art und Klasse der zur Prüfung verwendeten Volumennormale
- Ort der Prüfung
- Prüfung im Prüfstand oder auf externem Prüfstand der prüfenden Stelle
- Antragsteller
- Art des geprüften Volumennormals
- Herstellerkennung
- Herstellungsjahr
- Fabrikationsnummer

- ggf. Zählergröße
- ggf. Nennwert des Messrauminhalts
- ggf. Nennweite der Anschlussflansche
- ggf. Art der Ölfüllung
- bei Turbinenradgaszählern der Hinweis „Die Verwendung der Schmiereinrichtung ist während der Gültigkeitsdauer der Prüfung unzulässig“
- höchster Betriebsüberdruck
- Verwendungszweck (Gebrauchsnormal)
- festgelegte Werte für Q_{\min} und Q_{\max}
- festgestellte Messabweichungen bei den einzelnen Durchflusswerten
- erzielte Messunsicherheit bei der Prüfung und ggf. für die Anwendung
- Gültigkeitsdauer bzw. Zeitintervall bis zur Wiederholung der Prüfung
- ggf. Berechnungsgleichung(en) für die Messabweichungen über dem Durchfluss.

Nach der Verwaltungsvorschrift GM-AR ist die Gültigkeitsdauer der Prüfung von Gebrauchsnormalen entspr. Tabelle 30 festgelegt.

In begründeten Fällen, z. B. neuer Hersteller, können im Einvernehmen mit der PTB auch kürzere Gültigkeitsdauern festgelegt werden. Die erstmalige Prüfung von neuartigen Gebrauchsnormalen erfolgt durch die PTB.

Eine Wiederholung der Prüfung ist nach jeder Instandsetzung erforderlich und wenn bei Vergleichsmessungen mittels transportabler Normale höherer Ordnung Abweichungen von mehr als 0,3 % festgestellt wurden oder wenn die Gültigkeit des Prüfscheins abgelaufen ist.

Wiederholungsprüfungen sind zu empfehlen, wenn die Abweichung bei den Vergleichsmessungen 0,2 % überschreiten.

Tabelle 30: Gültigkeitsdauer der Prüfung von Gebrauchsnormalen

Art der Volumennormale	Zählergröße	Gültigkeitsdauer in Jahren
Messglocke (Kubizierapparat)		5
Trommelgaszähler		5
Drehkolbengaszähler	bis G 1000	5
	ab G 1600	8
Drehschleusengaszähler	bis G 250	3
	ab G 400	5
Turbinenradgaszähler	bis G 1000	3
	ab G 1600	5
Kolben-Zylinder-Messsysteme		5
Messanlagen mit Ovalradzähler	bis G 6	5

6.5.10 Vergleichsmessungen auf Prüfständen für Gaszähler mit $Q_{\max} > 40 \text{ m}^3/\text{h}$

Zur Überwachung der Messbeständigkeit der Gebrauchsnormale sind Vergleichsmessungen durchzuführen. Für die Vergleichsmessungen sind geeignete Vergleichszähler auszuwählen. Die gewünschte Messunsicherheit der Vergleichszähler einschließlich Drift und einschließlich der Unsicherheiten bei der Volumenumrechnung infolge von Messunsicherheiten bei der Druck- und Temperaturmessung soll kleiner oder gleich 0,3 % sein.

Für Vergleichszähler werden keine amtlichen Prüfscheine gefordert, sie müssen aber einer zugelassenen Bauart angehören.

Interne Vergleiche

Mindestens monatlich sind bei einer anfallenden Prüfung genaue Vergleiche der Gebrauchsnormale in den Überlappungsbereichen ($> 10\%$) auszuführen. Falls gleich große Normalzähler vorhanden sind, sollen diese mindestens vierteljährlich indirekt miteinander verglichen werden, indem ein Prüfling mit ihnen bei den gleichen Durchflüssen geprüft wird.

Die Ergebnisse dieser Vergleichsmessungen sind zu dokumentieren. Bei Abweichungen von mehr als 0,3 % sind Untersuchungen erforderlich, um die Ursachen der Abweichungen festzustellen und zu beseitigen.

Externe Vergleiche

Mindestens jährlich sollen externe Vergleichsmessungen mit der Eichaufsichtsbehörde bzw. anderen Prüfständen ausgeführt werden. Diese brauchen nicht den ganzen Durchflussbereich zu umfassen. Nach spätestens drei Jahren soll einmal der gesamte Durchflussbereich des Prüfstands kontrolliert werden.

6.6 Abnahme und Überwachung von Prüfeinrichtungen

6.6.1 Vorbereitung der Abnahme

Für die Abnahme durch die überwachende Eichaufsichtsbehörde wird die Prüfeinrichtung betriebsfertig hergerichtet. Es muss sichergestellt sein, dass die verwendeten Hilfsmessgeräte den in Kapitel 4.3 definierten Anforderungen entsprechen. Die Prüfstandsdokumentation (Beschreibung der Hard- und Software, Berechnungen, Prüfstandshandbuch und ggf. Prüfscheine) ist bereitzuhalten. Der Eichaufsichtsbehörde ist diese Dokumentation auf deren Verlangen ggf. schon vor dem Abnahmetermin zur Verfügung zu stellen.

6.6.2 Abnahme

Die Abnahme führt die zuständige Behörde in der Prüfstelle am Gebrauchsort der Prüfeinrichtung durch. Dabei werden die Dokumentationen, insbesondere Berechnungen, Spezifikationen und Nachweise gesichtet.

Anlagenkennzeichnungen (z. B. Typenschild, Sensorbeschriftungen) sind zu überprüfen.

Die Volumennormale werden hinsichtlich Kennzeichnung, Material und Zustand überprüft. Die konstruktive Ausführung der Prüfeinrichtung ist hinsichtlich der Gefahr der Bypassbildung zu untersuchen. Bei Volumennormalen ohne Sperrflüssigkeit (z. B. Drehkolbengaszählern) muss eine Doppelabsperrung vorhanden sein. Ferner muss nachgewiesen werden, dass alle für amtliche Prüfungen erforderlichen Durchflüsse innerhalb der festgelegten Grenzen des Nenndurchflusses realisierbar sind. Dies gilt sowohl für die Verwendung einzelner Normale als auch für Kombinationen von Normalen. Die Überlappung der Belastungsbereiche der Normale ist nachzuweisen. Eine Beeinträchtigung der Wirkungsweise der Volumennormale durch vorhandene Zusatz- und Hilfsmessgeräte ist hinsichtlich deren Beschaffenheit und Einbau in die Prüfeinrichtung zu überprüfen und ggf. zu beseitigen.

Sofern die Hilfsmessgeräte nach Abschnitt 4.3 bzw. die Messwertaufnehmer noch nicht mit der Signalverarbeitung des Prüfstands geprüft sind, muss dies im Rahmen der Abnahme erfolgen. Wenn nötig, ist die Überlaststabilität bei Differenzdruckaufnehmern nachzuweisen.

Die Anlage ist auf Funktion sowie auf äußere und innere Dichtheit (mit Prüfstrecke) zu testen. Vorhandene Ein- und Auslaufrohre für die Volumennormale bzw. Prüflinge sind u. a. auf ihre Länge, ihren Innendurchmesser und den Radius an der Innenkante des Flanschs zu überprüfen. Die vom Gebläse abgegebene Wärme darf nicht zu einer unerwünschten Aufheizung der Prüfluft im Prüfstand führen. Die Empfindlichkeit der Einstellorgane für den Durchfluss ist zu testen.

Wird die Bestimmung des Prüfvolumens auf eine Zeitmessung zurückgeführt, ist entweder die verwendete interne Quarzfrequenz oder noch besser die Zeitmessung über die gesamte Messkette von der Impulserfassung am Prüfplatz bis zur Auswertung zu kontrollieren. Dazu kann z. B. an Stelle des Prüflings ein mit DCF77 funkgesteuerter bzw. mittelbar geprüfter Impulsgeber an einem beliebigen Prüfplatz eingesetzt und dessen von der Messsoftware ausgegebenen Signale gemessen werden.

Die Software ist hinsichtlich der Prüfabläufe, Grenzwerteingaben, Messfehlerberechnungen, Protokollierung, Datensicherung und Zugangsbe-
rechtigung zu verifizieren. Ist dies bereits vorher an baugleichen Prüf-
anlagen geschehen, kann auf diese Überprüfung verwiesen werden.
Voraussetzung für die Erkennung identischer Software ist die Versions-
kennzeichnung. Es ist zu überprüfen, dass alle zur Berechnung der
Messabweichung erforderlichen Messdaten abrufbar sind und die Pro-
tokollführung den entsprechenden Anforderungen in Abschnitt 4.4.3
genügt.

Zur Überprüfung der Messrichtigkeit und Wiederholgenauigkeit der
Prüfeinrichtung sind Wiederholungsprüfungen durchzuführen. Dies soll
mit besonders messstabilen Prüflingen erfolgen, deren Messverhalten
hinreichend bekannt ist. Dazu sind mindestens je zehn Wiederholungs-
prüfungen mit den benötigten Prüfschritten und -parametern durchzu-
führen.

Im Anschluss ist die Unsicherheit für die Bestimmung des Zählwerk-
fortschritts bei den eingestellten Prüfvolumina, an den beim Betreiber
üblicherweise geprüften Zählertypen, durch mindestens je zehn Wieder-
holungsprüfungen zu bestimmen und es sind ggf. die Prüfvolumina an-
zupassen. In diese Prüfungen sind die jeweils anwendbaren Abtastvor-
richtungen für die Volumenerfassung einzubeziehen.

Aus den Wiederholungsprüfungen wird die zweifache Standardabwei-
chung bestimmt. Die diesem Wert entsprechende Unsicherheit der Vo-
lumenbestimmung darf $1/5$ der jeweiligen Eichfehlergrenze nicht über-
schreiten.

Bei Reihenprüfständen ist zu überprüfen, ob sich die Zähler bei der
Reihenprüfung nicht gegenseitig beeinflussen. Hierzu sind Messungen
mit den Zählern durchzuführen, die zur Bestimmung der Unsicherheit
bei der Volumenbestimmung verwendet wurden. Die einzelnen Zähler
werden in der vollbestückten Prüfreihe auf verschiedenen Prüfplätzen
geprüft. Für Haushaltszähler dürfen die Mittelwerte der Messabwei-

chungen auf den verschiedenen Prüfplätzen sich von den Mittelwerten der Wiederholungsprüfungen bei den Prüfpunkten $0,2 Q_{\max}$ und Q_{\max} um nicht mehr als 0,4 % unterscheiden.

Bei Einzelprüfständen sind im Rahmen der Abnahme interne und externe Vergleichsmessungen nach Abschnitt 6.5.10 durchzuführen.

Die für die zu prüfenden Zählertypen erforderlichen Prüfabläufe, Prüfvolumina und ggf. notwendige Grenzwerte (z. B. zulässige Leckrate) sind endgültig festzulegen. Weiterhin wird die zeitliche Abfolge der Nachprüfung der Hilfsmessgeräte bei der Abnahme festgelegt.

Bei der Verwendung von Drehkolbenzählern mit vier Kammervolumina (Standard-DKZ) als Normale bzw. Prüflinge ist zusätzlich folgendes zu beachten:

Schallschwingungen und daraus resultierende Resonanzen gehen in der Regel mit einem Anstieg des Druckverlusts der Volumenzähler bei dem betreffenden Durchfluss einher. Durch exakte Messung und Aufzeichnung der Druckverlustwerte über dem Durchfluss können diese im Allgemeinen erkannt und vermieden werden.

a) Tests mit Standard-DKZ

Die Kurve der Messabweichungen und des Druckverlusts von Standard-DKZ, die als Normale verwendet werden sollen, ist nach der Erstprüfung auch eingebaut im Prüfstand durch Vergleich mit einem TransfERNormal (möglichst kein Standard-DKZ) zu ermitteln. Dazu sind Messungen über den gesamten Messbereich in Stufen von $0,05 Q_{\max}$ erforderlich. Druckverlustabweichungen $> 0,15$ mbar von der ermittelten Druckverlustkurve lassen auf Resonanzerscheinungen schließen. Diese sind z. T. mit erheblichen Sprüngen der Messabweichungen ($> 0,25$ %) in der Regel nach Minus verbunden. Derartige Störungs-einflüsse sind durch Dämpfungsmaßnahmen zu mindern.

b) Tests mit Standard-DKZ als Prüfling

Nachdem der verwendete Prüfstand nach a) praktisch frei von Resonanzeinflüssen durch Standard-DKZ-Normale ist, muss jede zu prüfende Baugröße von Standard-DKZ-Prüflingen exemplarisch auf Störeinflüsse geprüft werden. In Stufen des Durchflusses gem. a) werden ebenfalls Druckverlustserhöhungen und entsprechende Messabweichungssprünge ermittelt.

Sofern diese größer als 0,15 mbar bzw. 0,25 % sind, sind Dämpfungsmaßnahmen erforderlich bzw. zu verbessern, so dass mindestens diese Grenzwerte eingehalten werden.

Reichen die Maßnahmen zur Schalldämpfung nicht aus bzw. führen nicht zum Erfolg, so gilt der betreffende Bereich um die Resonanzstelle als nicht geeignet für die Prüfung von Standard-DKZ. Die Verwendbarkeit des Prüfstands ist entsprechend einzuschränken, sofern es nicht gelingt, mit Durchflussveränderungen um den Prüfpunkt brauchbare Messergebnisse zu erzielen.

Alternativ sollten andere als Standard-DKZ-Normale verwendet werden. Bei ausreichendem Puffervolumen können ggf. auch Turbinenradgaszählernormale eingesetzt werden. Dazu ist es erforderlich, durch die oben genannten Prüfungen zu untersuchen, ob bei Prüflingen mit bekannten Kurven der Messabweichungen reproduzierbare Ergebnisse auch mit Turbinenradgaszählernormalen erzielt werden. Ist dies der Fall, so kann für die geprüften Zählergrößen von einem genügenden Abbau der Pulsationen ausgegangen werden. Für nichtbeseitigbare Resonanzstellen bei der Verwendung von Standard-DKZ-Normalen kann die punktuelle Verwendbarkeit von Turbinenradgaszählernormalen ebenfalls untersucht werden.

6.6.3 Überwachung

Eine regelmäßige Überwachung aller Hilfsmessgeräte hat durch den Betreiber entsprechend den Festlegungen bei der Abnahme zu erfolgen.

7 Stempelung, Kennzeichnung und Bescheinigung

7.1 Stempelung

In der Regel wird der Hauptstempel (bestehend aus dem nebeneinanderstehendem Eichzeichen und der Jahresbezeichnung) nach Abschluss der messtechnischen Prüfung am Datenschild des Gaszählers oder in dessen unmittelbarer Nähe angebracht.

Der Hauptstempel kann auch aus einer Plombe, auf deren Vorderseite das Eichzeichen und auf deren Rückseite die Jahresbezeichnung ersichtlich ist, gebildet werden.

Erforderlichenfalls können die Zeichen auch auf zwei voneinander getrennten Plomben aufgebracht werden.

Bei der Eichung in Stufen mit Vorprüfung der Komponenten (z. B. dem Messwerk eines Wirbelgaszählers) oder bei Zählern, die zusätzlich hochdruckgeprüft werden sollen, wird nur ein Sicherungsstempelzeichen (Eichzeichen ohne Jahresbezeichnung) an der Hauptstempelstelle aufgebracht.

Bestandteile der Gaszähler wie Messwerk, Zählwerk, Impulsgeber etc. werden mit Sicherungsstempeln gegen Trennung vom Messgerät und gegen Eingriffe gesichert.

Auf Sicherungsstempel gegen das Lösen von Teilen kann verzichtet werden, wenn durch die Konstruktion des Gaszählers sichergestellt ist, dass dies bleibend erkenntlich ist bzw. zur Unbrauchbarkeit des Messgeräts führt.

Angebrachte Schilder mit Aufschriften oder Bezeichnungen, die nicht unlösbar mit dem Gaszähler verbunden sind bzw. nicht beim Lösen vom Gaszähler zerstört werden, sind ebenfalls mit eichamtlichen Stempelzeichen zu sichern.

Im Übrigen ist die Stempelung von Gaszählern gemäß den Festlegungen in der jeweiligen Bauartzulassung vorzunehmen.

7.2 Kennzeichnung

Fehlen auf dem Gaszähler Aufschriften, die nach der Nr. 4.1 des Kapitels I der EWG-Richtlinie über Volumengaszähler bzw. der jeweiligen Bauartzulassung gefordert sind oder sind diese nicht mehr lesbar bzw. beschädigt, so sind sie vor Abschluss der Eichung aufzubringen.

7.3 Bescheinigung

Über die Eichung von Gaszählern bei Atmosphärendruck kann auf Antrag ein Eichschein mit oder ohne Verzeichnis der Messabweichungen nach dem Muster in Anlage 4.2 ausgestellt werden.

Die Ergebnisse von messtechnischen Prüfungen ausländischer Eichbehörden, über die Prüfzertifikate vorliegen, können ohne Wiederholung der Messungen zur Ausstellung von innerstaatlichen Bescheinigungen herangezogen werden.

Über die Vorprüfung von Komponenten eines elektronischen Gaszählers (z. B. des Messwerks eines Wirbelgaszählers) ist dann ein Vorprüfschein nach dem Muster in Anlage 4.1 auszustellen, wenn die Bestandteile nicht unmittelbar nach der Einzelprüfung zusammengeführt und geeicht werden.

Ein Vorprüfschein ist ebenfalls auszustellen, wenn der Zähler einer zusätzlichen Hochdruckprüfung unterzogen werden soll. Dieser Vorprüfschein verbleibt anschließend bei der Prüfstelle, welche die Hochdruckprüfung durchführt und einen Eichschein ggf. unter Berücksichtigung einer geänderten Justierung erstellt.

Über das Ergebnis von Befundprüfungen ist je nach Prüfergebnis ein Prüfschein mit oder ohne Angabe der Messabweichungen gemäß dem Muster in Anlage 4.3 auszustellen.

8 Übergangsbestimmungen

Die in dieser Vorschrift genannten Bestimmungen gelten mit Wirkung des Zeitpunkts des Inkraftsetzens durch die zuständigen Behörden der Bundesländer.

Prüfeinrichtungen, die bis zum 31.12.01 nach den PTB-Prüfregeln Band 4 erstellt und in Betrieb genommen wurden, können noch bis zum 31.12.04 unverändert weiter betrieben werden, sofern die neuen Anforderungen einen Umbau der Prüfeinrichtung bedingen.

Die in dieser Vorschrift gegenüber den Prüfregeln Band 4 genannten Erleichterungen können für bestehende Prüfeinrichtungen nur in Anspruch genommen werden, wenn die technischen und organisatorischen Voraussetzungen dafür erfüllt sind und die Prüfeinrichtungen unter diesem Gesichtspunkt von der zuständigen Behörde abgenommen wurden.

Anhang

1 Ausführungsformen von Gaszählern und deren Messeigenschaften

Im Folgenden soll ein Überblick zu den derzeit verwendeten Volumengaszählerbauarten gegeben werden.

Volumengaszähler lassen sich in Verdrängungsgaszähler und Strömungsgaszähler einteilen. Bei Verdrängungsgaszählern erfolgt die Volumensmessung unmittelbar durch periodisches Füllen und Entleeren einer oder mehrerer Messkammern, sie werden deshalb auch als volumetrische Gaszähler bezeichnet. Zu den Verdrängungsgaszählern gehören Zähler mit:

- Sperrflüssigkeit (Trommelgaszähler)
- verformbaren Trennwänden (Balgengaszähler) und
- sich drehenden Trennwänden (Drehkolbengaszähler, Drehschleusengaszähler).

Strömungsgaszähler sind hingegen Gaszähler, bei denen die Volumensmessung mittelbar erfolgt. Es werden strömungsphysikalische Gesetzmäßigkeiten bzw. Effekte genutzt, wobei die Wirkung des strömenden Gases mit Hilfe speziell angepasster Messorgane bzw. Sensorsysteme erfasst werden. Zu den Strömungsgaszählern gehören:

- Wirkdruckgaszähler
- Turbinenradgaszähler
- Wirbelgaszähler
- Ultraschallgaszähler
- Coriolisgaszähler.

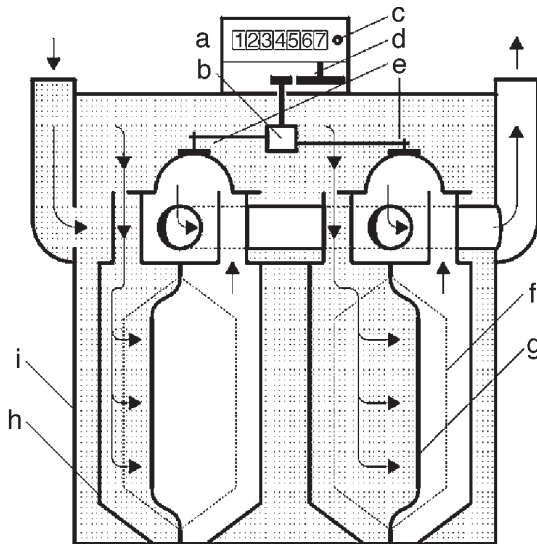
Auf Wirkdruck- und Coriolisgaszähler wird im Weiteren nicht eingegangen, da sie für die Prüfregel nicht von Interesse sind.

Trommelgaszähler, Drehschleusengaszähler

Trommelgaszähler und Drehschleusengaszähler haben nur noch als Normalmessgeräte praktische Bedeutung. Sie werden aber auch in diesem Bereich zunehmend durch kritisch betriebene Venturidüsen und andere Volumengaszähler ersetzt.

Balgengaszähler

Balgengaszähler sind volumetrische Zähler mit vier Messkammern. Jeweils zwei Messkammern bilden eine Einheit, die durch eine verformbare Wand, den Balg, getrennt sind. Die Bälge beider Einheiten sind über Hebel und Gestänge miteinander verbunden und treiben über einen Kurbeltrieb Schieber und das Zählwerk an (Bilder A1-1 und A1-2).



- | | | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| a Zählwerk | d Justierung | g Trennmembran (Balg) |
| b Kurbeltrieb | e Schiebersteuerung | h Messkammergehäuse |
| c Anschluss für Prü fzählglied | f max. Auslenkung | i Zählergehäuse |
| | der Trennmembran | |

Bild A1-1: Prinzipschema eines Balgengaszählers

Während des Messvorgangs gelangt das Gas vom Eingangsstutzen durch ein geöffnetes Ventil in eine Messkammer und füllt diese. Hierbei wird das Gas aus der gegenüberliegenden Messkammer zum Ausgangsstutzen gefördert. Nachdem der Balg seine Endlage beim Befüllen erreicht hat, schaltet das Gestänge die als Schieber gestalteten Ventile derart um, dass die gerade entleerte Messkammer gefüllt bzw. das Gas aus der vollen Messkammer zum Ausgangsstutzen gefördert wird. Die andere Einheit arbeitet in gleicher Weise, jedoch mit einer „Phasenverschiebung“. Hierdurch wird erreicht, dass die zum Umschalten der Schieber am Ende eines Befüll-/Entleer-Vorgangs erforderlichen Kräfte durch die andere Einheit geliefert werden können. Der Messrauminhalt ergibt sich aus der Summe der Rauminhalte, die durch beide Bälge in einem Messzyklus verdrängt werden.

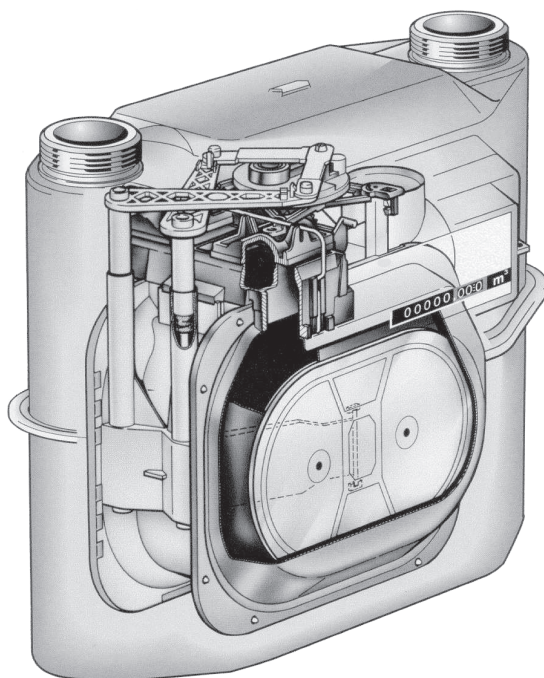


Bild A1-2: Schnittbild eines Balgengaszählers

Im Laufe der Entwicklung der Balgengaszähler ist einerseits die Umstellung von Leder- auf Kunststoffmembranen und andererseits der Übergang vom Balgengaszähler mit festem Anschlag auf den Freischwinger (Balgengaszähler ohne festen Anschlag) zu verzeichnen. Unter festem Anschlag ist hierbei zu verstehen, dass die Endlage der verformbaren Trennwände durch Anschläge in den Messeinheiten erfolgen. Durch den Einsatz von gummierten Kunstfaser-Membranen konnte gegenüber den Zählern mit Ledermembranen ein verbessertes Langzeitverhalten erreicht werden.

Werden Balgengaszähler an Gebrauchsorten mit großem Temperaturgang eingesetzt, können temperaturumwertende Balgengaszähler verwendet werden. Diese Balgengaszähler verfügen über temperaturempfindliche Elemente, z. B. Bimetallhebel, die eine temperaturabhängige Verstellung des Messkammervolumens bewerkstelligen. Da dieser Mechanismus zusätzliche Einflüsse auf das Messverhalten hat, wurden für temperaturumwertende Balgengaszähler erhöhte Eichfehlergrenzen festgelegt.

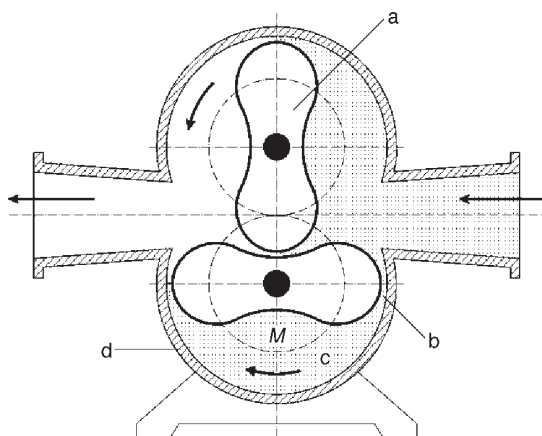
Undichtheiten an den Schiebergleitflächen und undichte Bälge sind die Hauptursachen für bei Balgengaszählern entstehende Messfehler. Die durch poröse Bälge oder von den Schiebergleitflächen bewirkte Undichtheit führt zu einem Schlupf, der sich am stärksten im unteren Teil des Durchflussbereichs durch eine Minderanzeige auswirkt.

Im Haushaltsbereich werden Balgengaszähler, die sich durch einen besonders großen Belastungsbereich auszeichnen, in großer Stückzahl eingesetzt.

Balgengaszähler können wie andere Gaszähler mit z. T. sehr unterschiedlichen Systemen zur Übertragung der Zählerstände (üblich sind magnetische Impulsgeber) zu Umwertern oder Zusatzeinrichtungen ausgestattet werden. Diese müssen für Anwendungen im amtlichen und geschäftlichen Verkehr den Anforderungen der Eichordnung entsprechen.

Drehkolbengaszähler

Drehkolbengaszähler sind volumetrische Zähler, bei denen sich zwei rotierende Kolben in einem Gehäuse gegeneinander abwälzen. Das Schnittbild der Kolben senkrecht zur Rotationsachse ist so gestaltet, dass die Spalten zwischen den Kolben selbst und dem Gehäuse unabhängig von der Stellung gering sind (Bild A1-3).



a Drehkolben b Spalt c Messkammerinhalt M d Gehäuse

Bild A1-3: Schnittbild eines Drehkolbengaszählers

Die Kolben werden durch ein Getriebe mit geringem Spiel synchronisiert, so dass sie sich bei der Drehung nicht berühren (Bild A1-4). Das gemessene Volumen wird jeweils zwischen den Kolben und der Gehäusewand gefördert. Bei jeder vollen Umdrehung der Kolben (Messzyklus) wird der Messkammerinhalt M je Kolben zweimal und somit insgesamt viermal ausgeschoben.

Am Synchronisationsgetriebe werden das Zählwerk und der Impulsgeber angeschlossen. Die Spaltabmessungen können durch moderne Fertigungsverfahren gering gehalten werden, wodurch es möglich ist, sehr große Durchflussbereiche von $Q_{\max}/Q_{\min} = 250$ zu erreichen. Anderer-

seits führen die geringen Spaltabmessungen zu einer hohen Empfindlichkeit gegen Schmutzpartikel. Um eine Beschädigung der Kolben, die häufig aus Leichtmetall gefertigt werden, zu vermeiden, sind deshalb u. U. entsprechende Vorkehrungen wie Filter vorzusehen.

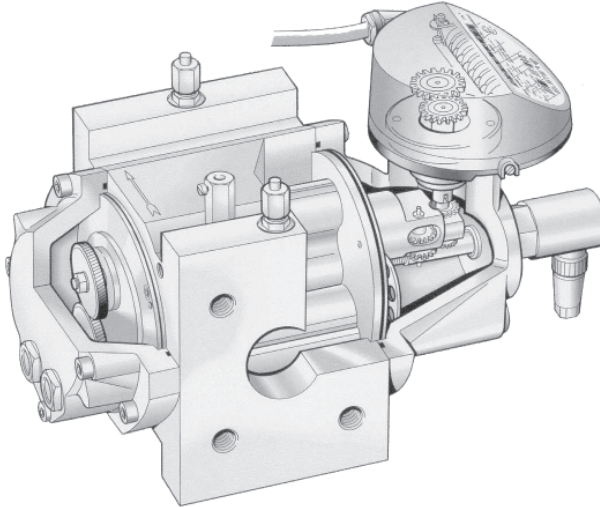


Bild A1-4: Aufbau eines Drehkolbengaszählers

Das typische Fehlerverhalten des Drehkolbengaszählers zeigt Bild A1-5. Die Fehlerkurve wird durch die Spaltverluste zwischen den Drehkolben sowie zwischen Drehkolben und Gehäuse bestimmt und steigt mit zunehmendem Durchfluss näherungsweise hyperbolisch an.

Auf Grund der Spaltverluste und der Reibung der Zahnräder und Lager läuft ein Drehkolbengaszähler erst bei einem Mindestdurchfluss an.

Im unteren Belastungsbereich kann durch die Spaltverluste ein Teil des Gases ungemessen durch den Zähler strömen. Mit zunehmender Belastung wird durch die zunehmende Relativgeschwindigkeit, mit der sich die den Messraum begrenzenden Wände aneinander vorbeibewegen, ein Teil des gemessenen Gases auf die Eingangsseite des Zählers zurückgefördert und nochmals gemessen.

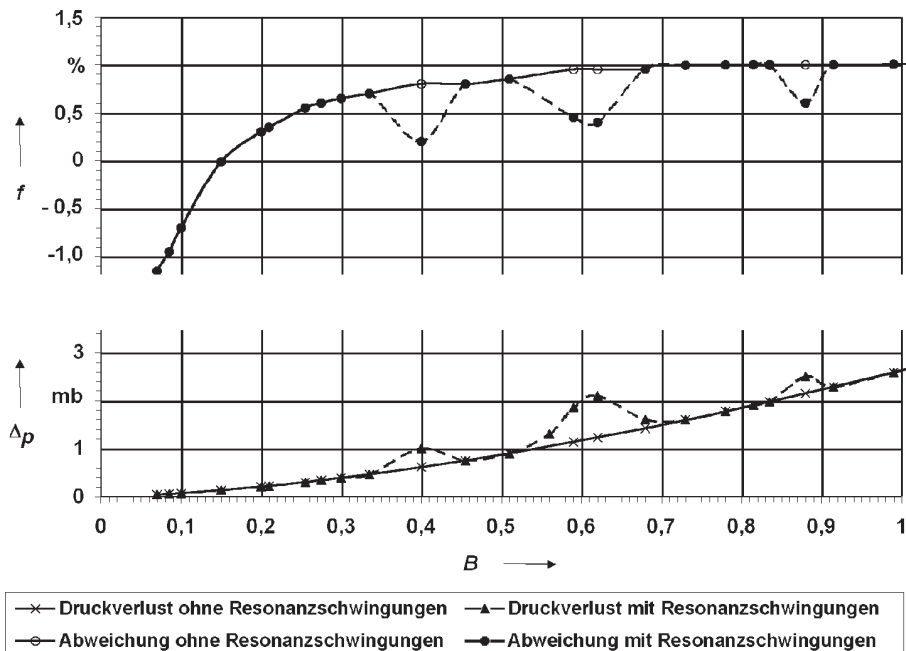


Bild A1-5: Typische Fehlerkurve eines Drehkolbengaszählers

Die Größe der Spaltverluste und der Rückförderung sind abhängig von den Spaltbreiten, der Viskosität des Gases und dem Strömungscharakter der Spaltströmung (laminar oder turbulent).

Bei der Messung des Gasvolumens durchströmt das Gas den Drehkolbengaszähler nicht kontinuierlich. Die Folge sind Pulsationen, die bei ungünstiger Rohrleitungskonfiguration zu schwingenden Gassäulen führen und erhebliche Messfehler verursachen können. Um bei der Prüfung der Zähler pulsationsbedingte Einbrüche der gemessenen Fehlerkurve zu vermeiden, werden die Zähler häufig mit Schalldämpfern geprüft. Beim Einsatz der Zähler sind gegebenenfalls geeignete Maßnahmen zur Vermeidung pulsationsbedingter Messabweichungen vorzunehmen (z. B. Änderung der Zählergröße bei Resonanzen).

Turbinenradgaszähler

Turbinenradgaszähler bestehen aus einem druckfesten Gehäuse, einem Verdrängungskörper, dem Turbinenrad und einem Getriebe, das das Zählwerk antreibt (Bilder A1-6 und A1-7).

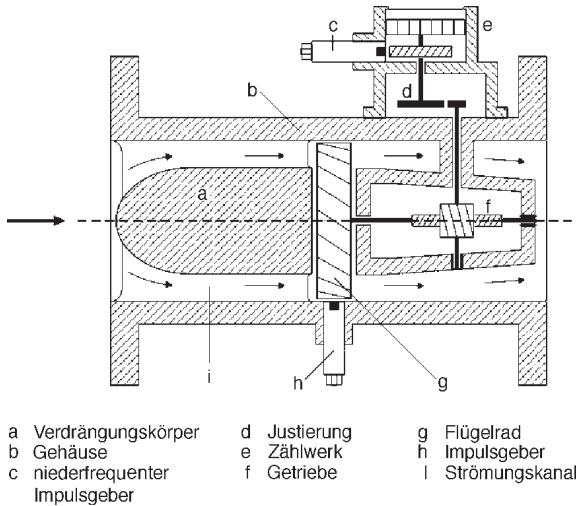


Bild A1-6: Schematische Darstellung eines Turbinenradgaszählers

Durch die Strömung des Gases wird das Turbinenrad in Rotation versetzt, wobei durch eine strömungstechnische Optimierung der Zählergestaltung erreicht werden konnte, dass die Rotationsfrequenz der mittleren Strömungsgeschwindigkeit annähernd proportional ist. Die Fehlerkurven zeigen einen flachen Verlauf und eine geringe Druckabhängigkeit.

Mechanische Reibungsverluste in den Lagern und Getriebeteilen und Strömungsgrenzschichten in der Ringdüse sowie am Turbinenrad, die von der Strömungsgeschwindigkeit und von der Viskosität des zu messenden Gases abhängen, bewirken Abweichungen der Fehlerkurve vom angestrebten flachen Verlauf. Es ist deshalb für Hochdruckanwendungen zweckmäßig, die Zähler im gesamten genutzten Druckbereich zu prü-

fen. Für den Vergleich von Nieder- und Hochdruckfehlerkurven bieten sich von der Reynolds-Zahl abhängige Darstellungen der Fehlerkurven an, da Grenzschichteffekte den Reynoldsschen Ähnlichkeiten unterliegen.

Turbinenradgaszähler werden überwiegend zur Messung von großen Gasmengen im Mittel- und Hochdruckbereich eingesetzt. Die Zähler verfügen über ein oder mehrere Impulsausgänge, die hoch- und niederfrequente Impulse liefern. Die hochfrequenten Impulsgeber nutzen häufig die Schaufelenden der Turbinenräder oder Zahnscheiben, um Impulse zu generieren. Durch einen zweiten Impulsgeber kann ein phasenverschobenes Impulssignal erzeugt werden. Mit Hilfe einer geeigneten Signalauswertung können Störungen unterdrückt und eine einwandfreie Funktion der Turbinenradgaszähler überwacht werden.

Während die niederfrequenten Impulse meist ganzzahlige Impulswertigkeiten besitzen, haben die hochfrequenten Impulse eine gebrochene Zahl als Wertigkeit, die durch die Justierung des Zählwerkstrahles beeinflusst und bei der Prüfung der Zähler bestimmt wird.

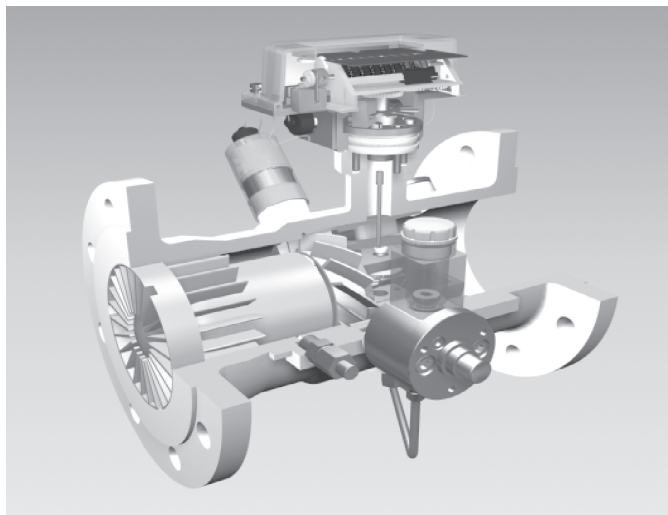


Bild A1-7: Schnittbild eines Turbinenradgaszählers

Turbinenradgaszähler sind wie alle Strömungsgaszähler empfindlich gegen gestörte Anströmprofile. In der Technischen Richtlinie G 13 wurden deshalb Einbauvorschriften festgelegt, die bei der Anwendung der Zähler zu beachten sind. In Abhängigkeit von der Vorstörungsfestigkeit der Zähler, die bei der Zulassung mit Hilfe von vorgegebenen Vorstörungskonfigurationen (siehe OIML-Empfehlung R 32) untersucht wird, können in der Zulassung hiervon abweichende Einbauvorschriften festgelegt werden.

Ein weiteres Problem bei der Anwendung von Turbinenradgaszählern kann sich aus dem zeitlichen Verlauf des Durchflusses ergeben. Insbesondere beim intermittierenden Betrieb, das heißt beim periodischen Wechsel zwischen ruhendem Gas (kein Durchfluss) und einem hohen Durchfluss macht sich der Effekt bemerkbar, dass die Turbinenräder weitaus länger nachlaufen als sie zum Anlaufen für eine dem Durchfluss proportionale Drehzahl benötigen. Da der genannte Effekt in ungünstigen Fällen zu einer erheblichen Überschreitung der Verkehrsfehlergrenzen führen kann, dürfen entsprechend der TRG 13 die Zähler entweder nicht so angewendet werden oder es sind zusätzliche technische Maßnahmen erforderlich. Dies können mechanische Nachlaufbremsen oder Nachlaufregistriergeräte sein, die zugelassen sein müssen.

Wirbelgaszähler

Wirbelgaszähler nutzen den Effekt der Ablösung einer Kármánschen Wirbelstraße an einem angeströmten Körper. Der Zähler besteht aus einem Gehäuse mit Kreisquerschnitt und Flanschen sowie einem eingebauten, scharfkantigen Störkörper mit T-ähnlichem Querschnitt. Die Anströmung des Störkörpers erfolgt senkrecht zur Stirnseite (Quersteg des T-Querschnitts) so, dass sich eine Kármánsche Wirbelstraße hinter dieser Stirnseite mit Wirbeln zu beiden Seiten des Längsstegs ausbildet (Bild A1-8). Die Frequenz der Ablösungen von Strömungswirbeln ist proportional der mittleren Strömungsgeschwindigkeit im Rohr.

Zur Erfassung der Wirbelablösungen können die Druckschwankungen im Bereich des Störkörpers genutzt werden. So werden bei einer Ausführungsform in zwei in diesem Strömungsgebiet entsprechend angeordneten Bohrungs-/Rohrleitungssystemen in Folge der Druckschwankungen zwei um 180° phasenverschobene Durchflussschwankungen erzeugt.

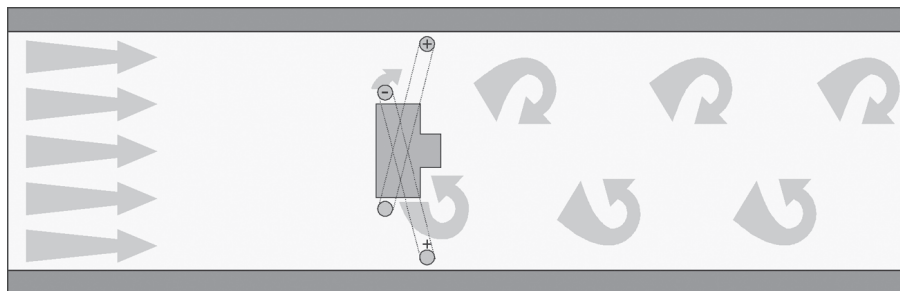


Bild A1-8: Ausbildung der Kármánschen Wirbelstraße

Die Durchflussschwankungen in den beiden Rohrleitungssystemen werden mittels Thermistoren in Spannungsschwankungen umgesetzt, die zur Erzeugung von Rechteckimpulsen genutzt werden. Die Impulse werden zweikanalig zu einem elektronischen Zählwerk geleitet, das über eine Fehlererkennung (Ausfall von Impulsen) verfügt. Die vom Volumenzählwerk gezählten Impulse sind proportional zum Volumen, das den Zähler durchströmt hat.

Um den Einfluss von Vorstörungen zu begrenzen, muss der Zähler in eine Messstrecke gleichen Innendurchmessers integriert werden. Die Länge der erforderlichen Einlaufstrecke mit z. B. einer Gesamtlänge von 20 Rohrrinnendurchmessern D (mit eingebautem Rohrbündelgleichrichter) und der Auslaufstrecke mit z. B. mindestens $5 D$ werden in der Zulassung festgelegt.

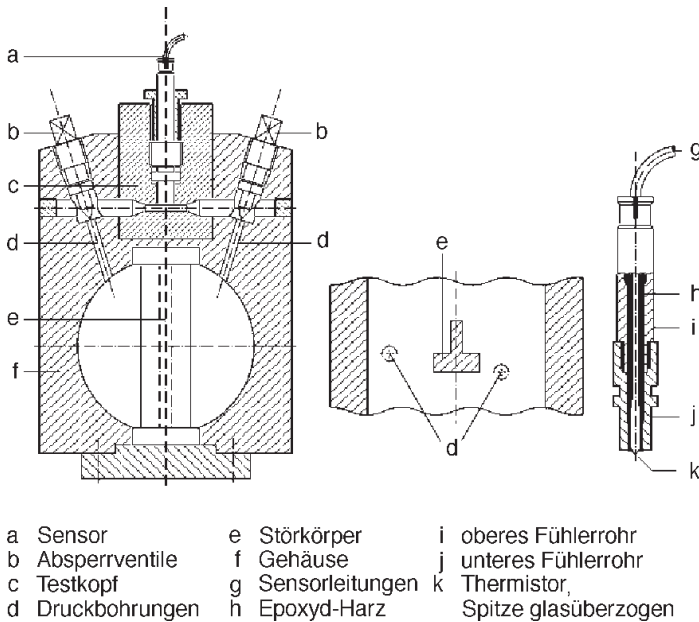


Bild A1-9: Schematischer Aufbau eines Wirbelgaszählers

Ultraschallgaszähler

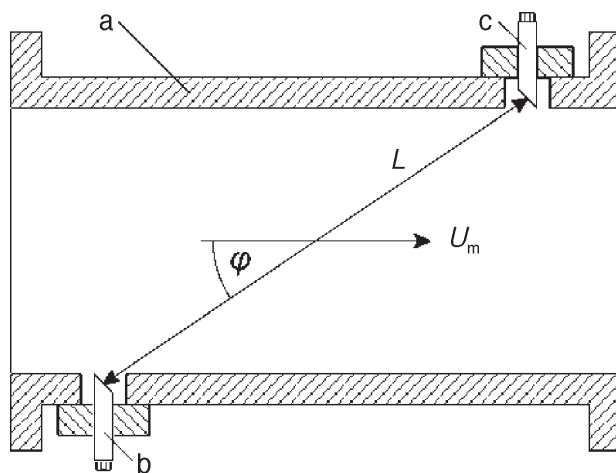
Ultraschallgaszähler werden sowohl für Haushaltsmessungen als auch für Messungen in Rohrleitungen mit großem Innendurchmesser gefertigt. Vorteilhaft bei Ultraschallgaszählern ist, dass wie bei Wirbelgaszählern keine beweglichen Teile vorhanden sind, die einem mechanischen Verschleiß unterliegen. Das Prinzip besteht darin, den Einfluss strömenden Gases auf die Schallausbreitung zu nutzen. Wird ein Schallimpuls vom Transducer A ausgesendet, so erreicht er Transducer B in Folge der Strömungsgeschwindigkeit u_m schneller als dies bei ruhender Strömung der Fall wäre (Bild A1-10). Werden hingegen die Schallimpulse von B nach A gesandt, ist die Laufzeit t_{ba} größer als ohne Strömung. Durch Messung der Laufzeiten t_{ab} und t_{ba} kann die Schallgeschwindigkeit c aus der Bestimmungsgleichung für die mittlere Pfadgeschwindigkeit u_m eliminiert werden, so dass die mittlere Strömungs-

geschwindigkeit entlang eines Pfads nur aus geometrischen Größen und der Laufzeitdifferenz der Schallimpulse folgt.

$$t_{ab} = \frac{L}{c + u_m \cdot \cos(\varphi)} \quad (\text{A1-1})$$

$$t_{ba} = \frac{L}{c - u_m \cdot \cos(\varphi)} \quad (\text{A1-2})$$

$$u_m = \frac{L}{2 \cdot \cos(\varphi)} \left(\frac{1}{t_{ab}} - \frac{1}{t_{ba}} \right) \quad (\text{A1-3})$$



a Gehäuse b Transducer A c Transducer B

Bild A1-10: Prinzip eines Ultraschallgaszählers

Ist, wie bei Ultraschall-Haushaltsgaszählern sichergestellt, dass das Strömungsprofil unabhängig von den Anströmbedingungen sich stets in gleicher Weise ausbildet, genügt es, einen einzigen Pfad einzusetzen.

Bei den Großgaszählern mit Nennweiten DN 80 und größer kann hingegen auch bei $10 D$ gerader Einlauflänge kein ausgebildetes Strömungsprofil angenommen werden. Um eine ausreichende „Abtastung“ der Strömung zu erreichen, werden zugelassene Ultraschallgaszähler (Großgaszähler) mit mindestens drei Pfaden ausgestattet. Der Volumenstrom Q wird aus den Pfadgeschwindigkeiten u_m durch eine gewichtete Summation bestimmt. Da die gemessenen Laufzeiten auch eine Berechnung der Schallgeschwindigkeit erlauben, kann zur Überwachung der Zähler ein Vergleich mit den Schallgeschwindigkeitswerten erfolgen, die aus einer gegebenenfalls gemessenen Gasbeschaffenheit berechnet wurden.

Beim Einsatz von Ultraschallgaszählern im Haushaltsbereich wird zur Energieversorgung eine Batterie verwendet. Um eine ausreichende Nutzungsdauer der Zähler ohne Wechsel des Akkumulators zu erreichen, ist die Messfrequenz (Frequenz der Aussendung von Schallimpulsen) beim normalen Betrieb relativ gering. Zur Prüfung können Ultraschallhaushaltsgaszähler in einen Prüfmodus umgeschaltet werden, bei dem die Messfrequenz erhöht wird.

Zugelassene Ultraschallgaszähler mit mehreren Pfaden erlauben meist einen Wechsel der Transducer ohne Entspannung der Rohrleitungen und ohne Nacheichung, sofern die Arbeiten bzw. die Aktualisierung der transducerspezifischen Daten im Auswerterechner unter eichamtlicher Aufsicht erfolgen.

Die Übertragung der Messwerte zu Mengenumwertern und Zusatzgeräten erfolgt über Impulsschnittstellen oder seriellen Schnittstellen mit herstellerspezifischen Protokollen. Die bei Ultraschallhaushaltsgaszählern vorhandene serielle Schnittstelle ermöglicht außerdem eine Verringerung der Prüfzeiten gegenüber einer Prüfung unter Verwendung der Anzeige.

2 Prüfungsbeispiele

2.1 Haushalts-Balgengaszähler

Fünf Balgengaszähler der Größe G 4 gleicher Bauart sollen messtechnisch geprüft werden.

Hierfür steht ein Reihenprüfstand mit Trommelgaszähler-Gebrauchsnormen der Größen NB 2 und NB 15 im Saugbetrieb in folgender Anordnungsskizze zur Verfügung:

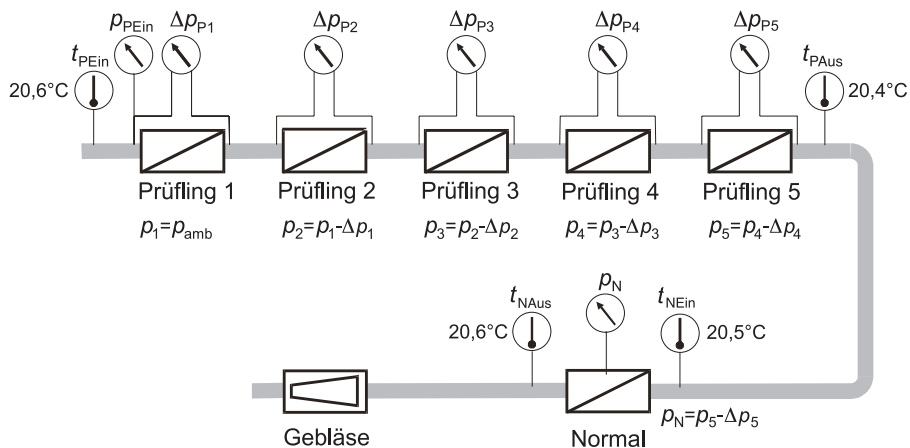


Bild A2-1: Anordnungsskizze: Reihenprüfung von Balgengaszählern

Bei der messtechnischen Prüfung mit manueller Bedienung ergibt sich nach Einspannen der Prüflinge und einem Vorlauf folgende Prüffolge:

1. Dichtheitsprüfung

Bei einer Prüfzeit von 10 min wird ein Druckabfall von 0,2 mbar festgestellt.

Zwischen den Absperrreinrichtungen des Prüfstands setzt sich das eingeschlossene Volumen V_E zusammen aus dem

- Messrauminhalt des Normals (NB 15) 50 dm³
 - Volumen der Prüflinge (5 · 4 dm³) 20 dm³
 - Volumen der Verbindungsleitungen 30 dm³
- und damit V_E insgesamt 100 dm³.

Bei Zählern der Größe G 4 mit $Q_{\min} = 40 \text{ dm}^3/\text{h}$ beträgt die zulässige Leckrate:

$$Q_{L,zul} = 0,003 \cdot \frac{40 \text{ dm}^3}{60 \text{ min}} = 0,002 \text{ dm}^3/\text{min}.$$

Die tatsächliche Leckrate ist nach Gleichung (31):

$$Q_{L,ist} = \frac{0,2 \text{ mbar} \cdot 100 \text{ dm}^3}{10 \text{ min} \cdot 1000 \text{ mbar}} = 0,002 \text{ dm}^3/\text{min}.$$

Die Dichtheitsforderung ist damit eingehalten.

2. Prüfung bei $Q_{\max} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$

Bei der mit dem Trommelzählernormal NB 15 durchgeführten Prüfung werden folgende Messwerte registriert:

- Volumenanzeige am Normal (Voreinstellung): $V_N = 300 \text{ dm}^3$
- Messabweichung des Normals gemäß Prüfschein: $f_N = -0,15 \%$
- Volumenanzeigen an den Prüflingen P1 bis P5:

		P1	P2	P3	P4	P5
Prüfbeginn	dm ³	657,4	518,2	422,0	321,3	524,2
Prüfende	dm ³	951,8	816,0	720,2	619,2	821,8

- Differenzdrücke Δp :

	Δp_{P1}	Δp_{P2}	Δp_{P3}	Δp_{P4}	Δp_{P5}	Δp_N
mbar	1,60	1,80	1,50	1,50	1,60	0,15

- Temperaturen am:

Eingang des Normals NB 15	20,6 °C
Ausgang des Normals NB 15	20,5 °C
Eintritt in den Reihenprüfstand	20,6 °C
Austritt aus dem Reihenprüfstand	20,4 °C.

Daraus werden folgende Zwischenergebnisse berechnet:

- Zählwerksfortschritte an den Prüflingen (Prüfende – Prüfanfang):

dm ³	V_{P1}	V_{P2}	V_{P3}	V_{P4}	V_{P5}
	294,4	297,8	298,2	297,9	297,6

- rohe Messabweichungen aus $f_r = (V_P/V_N - 1) \cdot 100$ %:

%	$f_{r,P1}$	$f_{r,P2}$	$f_{r,P3}$	$f_{r,P4}$	$f_{r,P5}$
	-1,87	-0,73	-0,60	-0,70	-0,80

- zugeordnete Drücke nach der Skizze der Prüfanordnung:

mbar	P_{P1}	P_{P2}	P_{P3}	P_{P4}	P_{P4}	P_N
	1000,0	998,4	996,6	995,1	993,6	992,0

- Druckberichtigung nach $k_p = 0,1 \cdot (p_p - p_N)$ %

%	k_{p1}	k_{p2}	k_{p3}	k_{p4}	k_{p5}
	+0,80	+0,64	+0,46	+0,31	+0,16

- zugeordnete Temperaturen:

°C	t_{P1}	t_{P2}	t_{P3}	t_{P4}	t_{P5}	t_N
	20,6	20,55	20,5	20,45	20,4	20,5

- Temperaturberichtigungen nach $k_t = 0,34 \cdot (t_N - t_p)$ %

%	k_{t1}	k_{t2}	k_{t3}	k_{t4}	k_{t5}
	-0,03	-0,02	0	+0,02	+0,03

Die Berechnung der Messergebnisse für den Prüfpunkt Q_{\max} nach $f_P = f_r + f_N + k_p + k_t$ ergibt:

%	f_{P1}	f_{P2}	f_{P3}	f_{P4}	f_{P5}
	-1,25	-0,26	-0,29	-0,52	-0,76.

3. Prüfung bei $0,2 Q_{\max} = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Bei der mit dem Trommelzählernormal NB 2 (das kleinere Normal mit höherer Auflösung und geringerer Messunsicherheit ist zu bevorzugen) durchgeführten Prüfung ergeben sich folgende Messwerte:

- Volumenanzeige am Normal (Voreinstellung): $V_N = 100 \text{ dm}^3$
- Messabweichung des Normals gemäß Prüfschein: $f_N = -0,15 \%$
- Volumenanzeigen an den Prüflingen P1 bis P5:

	P1	P2	P3	P4	P5
Prüfbeginn dm^3	951,8	816,0	720,2	619,2	821,8
Prüfende dm^3	1053,0	916,4	821,0	720,1	923,0

- Differenzdrücke Δp :

	Δp_{P1}	Δp_{P2}	Δp_{P3}	Δp_{P4}	Δp_{P5}	Δp_N
mbar	0,20	0,30	0,20	0,20	0,30	0,20

- Temperaturen am:

Eingang des Normals NB 2	20,7 °C
Ausgang des Normals NB 2	20,6 °C
Eintritt in den Reihenprüfstand	20,6 °C
Austritt aus dem Reihenprüfstand	20,4 °C

Daraus werden folgende Zwischenergebnisse berechnet:

- Zählwerksfortschritte an den Prüflingen (Prüfende – Prüfanfang):

	V_{P1}	V_{P2}	V_{P3}	V_{P4}	V_{P5}
dm^3	101,2	100,4	100,8	100,9	101,2

- rohe Messabweichungen aus $f_r = (V_P/V_N - 1) \cdot 100 \%$:

	$f_{r,P1}$	$f_{r,P2}$	$f_{r,P3}$	$f_{r,P4}$	$f_{r,P5}$
%	+1,20	+0,40	+0,80	+0,90	+1,20

- zugeordnete Drücke nach der Skizze der Prüfanordnung:

	P_{P1}	P_{P2}	P_{P3}	P_{P4}	P_{P4}	P_N
mbar	1000,0	999,8	999,5	999,3	999,1	998,8

- Druckberichtigung nach $k_p = 0,1 \cdot (p_p - p_N) \%$

	k_{p1}	k_{p2}	k_{p3}	k_{p4}	k_{p5}
%	+0,12	+0,10	+0,07	+0,05	+0,03

- zugeordnete Temperaturen:

	t_{P1}	t_{P2}	t_{P3}	t_{P4}	t_{P5}	t_N
°C	20,6	20,55	20,5	20,45	20,4	20,6

- Temperaturberichtigungen nach $k_t = 0,34 \cdot (t_N - t_p) \%$

	k_{p1}	k_{p2}	k_{p3}	k_{p4}	k_{p5}
%	0	+0,02	+0,03	+0,05	+0,07

Die Berechnung der Messergebnisse für den Prüfpunkt 0,2 Q_{\max} nach $f_p = f_r + f_N + k_p + k_t$ ergibt:

	f_{P1}	f_{P2}	f_{P3}	f_{P4}	f_{P5}
%	+1,17	+0,37	+0,75	+0,85	+1,15.

4. Prüfung bei $Q_{\min} = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$ mit Trommelzählernormal NB 2

Bei der nur mit dem Trommelzählernormal NB 2 möglichen Prüfung ergeben sich folgende Messwerte:

- Volumenanzeige am Normal (Voreinstellung): $V_N = 30 \text{ dm}^3$
- Messabweichung des Normals gemäß Prüfschein: $f_N = + 0,05 \%$
- Volumenanzeigen an den Prüflingen P1 bis P5:

		P1	P2	P3	P4	P5
Prüfbeginn	dm^3	53,0	916,4	821,0	720,1	923,0
Prüfende	dm^3	82,8	946,0	850,6	749,8	952,7

- Differenzdrücke Δp :

	Δp_{P1}	Δp_{P2}	Δp_{P3}	Δp_{P4}	Δp_{P5}	Δp_N
mbar	0,20	0,10	0,15	0,20	0,20	0,03

- Temperaturen am:

Eingang des Normals NB 2	20,7 °C
Ausgang des Normals NB 2	20,6 °C
Eintritt in den Reihenprüfstand	20,6 °C
Austritt aus dem Reihenprüfstand	20,4 °C.

Daraus werden folgende Zwischenergebnisse berechnet:

- Zählwerksfortschritte an den Prüflingen (Prüfende – Prüfanfang):

dm^3	V_{P1}	V_{P2}	V_{P3}	V_{P4}	V_{P5}
	29,8	29,6	29,6	29,7	29,7

- rohe Messabweichungen aus $f_r = (V_P/V_N - 1) \cdot 100 \%$:

$f_{r,P1}$	$f_{r,P2}$	$f_{r,P3}$	$f_{r,P4}$	$f_{r,P5}$
-0,67	-1,33	-1,33	-1,00	-1,00

- zugeordnete Drücke nach der Skizze der Prüfanordnung:

p_{P1}	p_{P2}	p_{P3}	p_{P4}	p_{P4}	$p_{N,1}$
1000,0	999,8	999,7	999,5	999,3	999,1

- Druckberichtigung nach $k_p = 0,1 \cdot (p_P - p_N) \%$

k_{p1}	k_{p2}	k_{p3}	k_{p4}	k_{p5}
+0,09	+0,07	+0,06	+0,04	+0,02

- zugeordnete Temperaturen:

t_{P1}	t_{P2}	t_{P3}	t_{P4}	t_{P5}	$t_{N,6}$
20,6	20,55	20,5	20,45	20,4	20,6

- Temperaturberichtigungen nach $k_t = 0,34 \cdot (t_N - t_P) \%$

k_{p1}	k_{p2}	k_{p3}	k_{p4}	k_{p5}
0	+0,02	+0,03	+0,05	+0,07

Die Berechnung der Messergebnisse für den Prüfpunkt Q_{\max} nach

$f_P = f_r + f_N + k_p + k_t$ ergibt:

f_{P1}	f_{P2}	f_{P3}	f_{P4}	f_{P5}
-0,53	-1,20	-1,19	-0,86	-0,86.

Die Messergebnisse sind in dem Prüfprotokollmuster der Anlage 1 zusammengefasst.

2.2 Turbinenradgaszähler

Im Folgenden soll die Prüfung eines Turbinenradgaszählers der Größe G 4000 an fünf Belastungspunkten beschrieben werden. Dabei wird zunächst detailliert auf die Prüfungen bei $Q_{\text{nenn}} = 2600 \text{ m}^3/\text{h}$ mit einem Normal und bei $Q_{\text{nenn}} = 4500 \text{ m}^3/\text{h}$ mit zwei parallel geschalteten Normalen eingegangen. Die Ergebnisse der Prüfungen an den anderen Belastungspunkten bei $Q_{\text{nenn}} = 6500 \text{ m}^3/\text{h}$, $1625 \text{ m}^3/\text{h}$, $650 \text{ m}^3/\text{h}$ und $325 \text{ m}^3/\text{h}$ werden tabellarisch angegeben. Anschließend wird die Berechnung der mittleren gewichteten Messabweichung *WME* für dieses Beispiel durchgeführt.

2.2.1 Prüfung mit einem Normal

Das Bild A2-2 zeigt die Prüfstandskonfiguration mit dem Prüfling und den zwei parallelen geschalteten Normalen von denen aber lediglich Normal 1 an der Messung beteiligt ist.

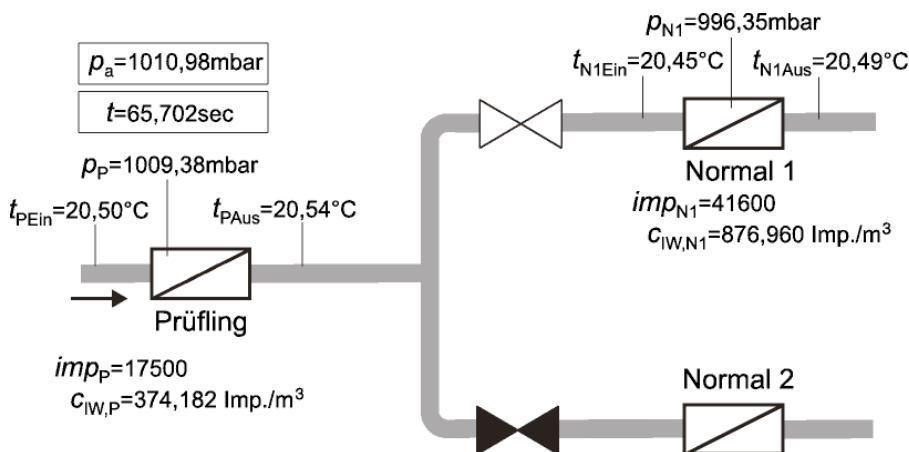


Bild A2-2: Anordnungsskizze: Prüfung eines Turbinenradgaszählers mit einem Normal

Die Messabweichung f_p des Prüflings soll bei einer Nennprüfbelastung $Q_{\text{nenn}} = 2600 \text{ m}^3/\text{h}$ ermittelt werden. An Prüfling und Normal befinden sich Messstellen zur Erfassung der Eingangs- und Ausgangstemperatur t_{Ein} und t_{Aus} sowie des Referenzdrucks p . Das während der Prüfzeit t durch die Konfiguration geströmte Volumen V wird durch die Summe der erfassten Impulse Imp und des jeweils dazugehörigen Impulswerts c_{IW} berechnet.

Die folgende Tabelle zeigt alle erfassten Messwerte:

Eingangstemperatur am Prüfling	$t_{P, \text{Ein}}$	20,50	°C
Ausgangstemperatur am Prüfling	$t_{P, \text{Aus}}$	20,54	°C
Referenzdruck am Prüfling	p_P	1009,38	mbar
Impulse vom Prüfling	Imp_P	17500	1
Impulswert der Impulse vom Prüfling	$c_{IW, P}$	374,182	Imp/m ³
Eingangstemperatur am Normal 1	$t_{N1, \text{Ein}}$	20,45	°C
Ausgangstemperatur am Normal 1	$t_{N1, \text{Aus}}$	20,49	°C
Referenzdruck am Normal 1	p_{N1}	996,35	mbar
Impulse vom Normal 1	Imp_{N1}	41600	1
Impulswert von Normal 1	$c_{IW, N1}$	876,960	Imp/m ³
Messabweichung des Normals 1	f_{N1}	0,08	%
Atmosphärendruck	p_a	1010,98	mbar
Prüfzeit	t	65,702	s

Der für die Berechnung der Messabweichung f_p maßgebliche Temperaturwert T_P bzw. T_N am Prüfling bzw. Normal ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert zwischen der Eingangs- und Ausgangstemperatur t_{Ein} und t_{Aus} am Prüfling bzw. Normal umgerechnet in Kelvin (Gleichung A2-1).

$$T = \frac{t_{\text{Ein}} + t_{\text{Aus}}}{2} + 273,15 \text{ K} \quad (\text{A2-1})$$

Das vom Prüfling bzw. Normal erfasste Volumen V bzw. V_N erhält man durch Division der während der Prüfzeit t gezählten Impulssumme Imp durch den entsprechenden Impulswert c_{IW} (Gleichung A2-2).

$$V = \frac{Imp}{c_{IW}} \quad (\text{A2-2})$$

Die Messabweichung f_N des Normal bei der entsprechenden Belastung Q errechnet sich entweder aus einem dazu im Prüfprotokoll des Normal angegebenen Polynom oder aus der linearen Interpolation zwischen den einzelnen Messabweichungen. Die dazu notwendige Belastung Q_N des Normal erhält man aus der Division des Volumens V_N am Normal durch die Prüfzeit t (Gleichung A2-3). Da die Prüfzeit üblicherweise in Sekunden gemessen und der Durchfluss im allgemeinen in m^3/h angegeben wird, findet hier mit dem Faktor 3600 s/h die entsprechende Umrechnung statt.

$$Q = \frac{V}{t} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \quad (\text{A2-3})$$

Nach der folgenden Tabelle lauten die zur Verwendung in Gleichung (26) berechneten Zwischenergebnisse.

Referenztemperatur am Prüfling	T_P	293,67	K
Volumenanzeige des Prüflings	V_P	46,77	m^3
Belastung am Prüfling	Q_P	2562,59	m^3/h
Referenztemperatur am Normal 1	T_N	293,62	K
Volumenanzeige am Normal 1	V_N	47,44	m^3
Belastung am Normal 1	Q_N	2599,19	m^3/h

Die Messabweichung f_P des Prüflings erhält man dann mit Hilfe von Gleichung (26). Wie Gleichung (A2-4) zeigt wird für dieses Beispiel eine Messabweichung $f_P = -0,06 \%$ errechnet.

$$f_P = \left[\frac{46,77 \text{ m}^3 \cdot \left(1 + \frac{0,08 \text{ \%}}{100 \text{ \%}}\right) \cdot 1009,38 \text{ mbar} \cdot 293,62 \text{ K}}{47,44 \text{ m}^3 \cdot 996,35 \text{ mbar} \cdot 293,67 \text{ K}} - 1 \right] \cdot 100 \text{ \%} \quad (\text{A2-4})$$

$$f_P = -0,06 \text{ \%}$$

2.2.2 Prüfung mit zwei parallel verwendeten Normalen

Im Gegensatz zur Beispielrechnung 2.2.1 werden hier zwei Normale parallel betrieben um den Prüfling bei einem Nenndurchfluss $Q_{\text{nenn}} = 4500 \text{ m}^3/\text{h}$ zu prüfen. Der Gesamtdurchfluss wird dabei etwa zu gleichen Teilen auf jedes der beiden Normale aufgeteilt. Die nachstehende Skizze zeigt die angenommene Konfiguration des Prüfstands für diese Beispielrechnung.

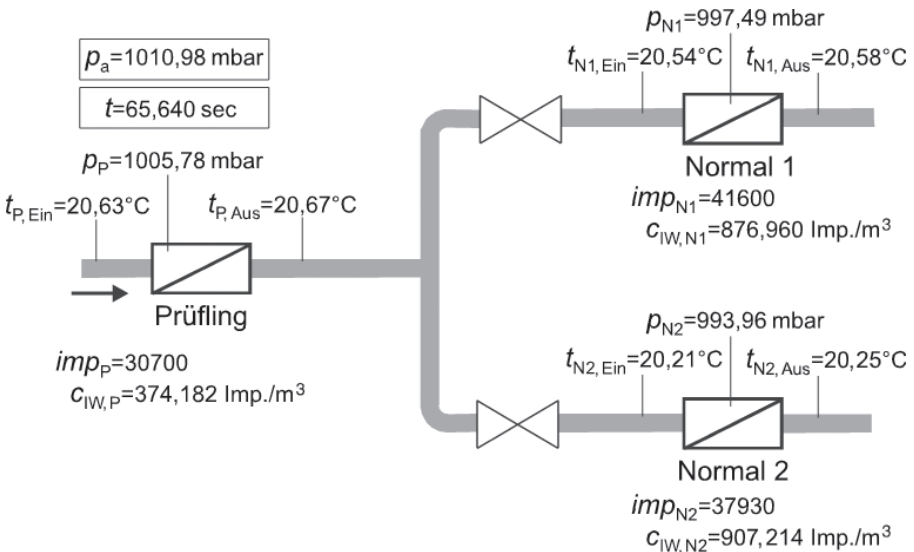


Bild A2-3: Anordnungsskizze: Prüfung eines Turbinenradgaszählers mit zwei parallel betriebenen Normalen

In der folgenden Tabelle sind alle für die Berechnung der Messabweichung f_p erfassten Messwerte eingetragen:

Eingangstemperatur am Prüfling	$t_{P, \text{Ein}}$	20,63	°C
Ausgangstemperatur am Prüfling	$t_{P, \text{Aus}}$	20,67	°C
Referenzdruck am Prüfling	p_P	1005,78	Mbar
Impulse vom Prüfling	Imp_P	30700	1
Impulswert vom Prüfling	$c_{IW, P}$	374,182	Imp/m ³
Eingangstemperatur am Normal 1	$t_{N1, \text{Ein}}$	20,54	°C
Ausgangstemperatur am Normal 1	$t_{N1, \text{Aus}}$	20,58	°C
Referenzdruck am Normal 1	p_{N1}	997,49	Mbar
Impulse vom Normal 1	Imp_{N1}	35861	1
Impulswert von Normal 1	$c_{IW, N1}$	876,960	Imp/m ³
Messabweichung des Normals 1	f_{N1}	0,09	%
Eingangstemperatur am Normal 2	$t_{N2, \text{Ein}}$	20,21	°C
Ausgangstemperatur am Normal 2	$t_{N2, \text{Aus}}$	20,25	°C
Referenzdruck am Normal 2	p_{N2}	993,96	Mbar
Impulse vom Normal 2	Imp_{N2}	37930	1
Impulswert von Normal 2	$c_{IW, N2}$	907,214	Imp/m ³
Messabweichung des Normals 2	f_{N2}	- 0,49	%
Atmosphärendruck	p_a	1010,98	Mbar
Prüfzeit	t	65,640	s

Wie schon im Beispiel 2.2.1 berechnen sich Referenztemperatur T , Volumen V und Belastung Q an Prüfling und den Normalen nach den zuvor angeführten Gleichungen (A2-1) bis (A2-3).

Die sich daraus für die Berechnung der Messabweichung f_P resultierenden Zwischenergebnisse zeigt die folgende Tabelle:

Referenztemperatur am Prüfling	T_P	293,80	K
Volumenanzeige des Prüflings	V_P	82,05	m ³
Belastung am Prüfling	Q_P	4499,76	m ³ /h
Referenztemperatur am Normal 1	T_{N1}	293,71	K
Volumenanzeige am Normal 1	V_{N1}	40,89	m ³
Belastung am Normal 1	Q_{N1}	2242,73	m ³ /h
Referenztemperatur am Normal 2	T_{N2}	293,38	K
Volumenanzeige am Normal 2	V_{N2}	41,81	m ³
Belastung am Normal 2	Q_{N2}	2293,02	m ³ /h

Da hier zwei Normale zum Einsatz kommen, müssen entsprechend Gleichung (27) die von den Normalen gemessenen Volumina V_N einzelnen berechnet und jeweils auf den thermodynamischen Zustand am Prüfling umgerechnet werden. Die Summe der Teilvolumen V_{N1} und V_{N2} dient dann zur Berechnung der Messabweichung f_p des Prüflings. Für dieses Beispiel wird eine Messabweichung $f_p = -0,07\%$ errechnet.

$$f_p = \left[\frac{82,05 \text{ m}^3 \cdot \frac{1005,78 \text{ mbar}}{293,80 \text{ K}}}{\left(\frac{40,89 \text{ m}^3}{\left(1 + \frac{0,09\%}{100\%}\right)} \cdot \frac{997,49 \text{ mbar}}{293,71 \text{ K}} \right) + \left(\frac{41,81 \text{ m}^3}{\left(1 + \frac{-0,49\%}{100\%}\right)} \cdot \frac{993,96 \text{ mbar}}{293,38 \text{ K}} \right)} - 1 \right] \cdot 100\% \quad (\text{A2-5})$$

$$f_p = -0,07\%$$

Zusammenfassend zeigt die nachstehende Tabelle alle gemessenen Messabweichungen:

Nr.	Prüfdurchfluss		Messabweichung
6	100 % Q_{\max}	$Q_6 = 6500 \text{ m}^3/\text{h}$	$f_{p6} = -0,26\%$
5	70 % Q_{\max}	$Q_5 = 4500 \text{ m}^3/\text{h}$	$f_{p5} = 0,06\%$
4	40 % Q_{\max}	$Q_4 = 2600 \text{ m}^3/\text{h}$	$f_{p4} = -0,07\%$
3	25 % Q_{\max}	$Q_3 = 1625 \text{ m}^3/\text{h}$	$f_{p3} = 0,11\%$
2	10 % Q_{\max}	$Q_2 = 650 \text{ m}^3/\text{h}$	$f_{p2} = 0,40\%$
1	5 % Q_{\max}	$Q_1 = 325 \text{ m}^3/\text{h}$	$f_{p1} = -0,06\%$

Aus den bei den einzelnen Prüfdurchflüssen Q_i gemessenen Messabweichungen f_{pi} des Prüflings berechnet sich für dieses Beispiel der mittlere gewichtete Fehler WME nach Gleichung (3):

$$WME = \frac{0,4 \cdot (-0,26) + \frac{4500}{6500} \cdot 0,06 + \frac{2600}{6500} \cdot (-0,07) + \frac{1625}{6500} \cdot 0,11 + \frac{650}{6500} \cdot 0,40 + \frac{325}{6500} \cdot (-0,06)}{0,4 + \frac{4500}{6500} + \frac{2600}{6500} + \frac{1625}{6500} + \frac{650}{6500} + \frac{325}{6500}}$$

$$WME = -0,014\%$$

Die Berechnung der Messergebnisse ist in einem Protokoll nach dem Musterbeispiel der Anlage 2 zu dokumentieren.

3 Messunsicherheit

Bei der Ermittlung der Messunsicherheit ist generell sicherzustellen, dass die Gesamtmessunsicherheit des Prüfstands $1/3$ der Eichfehlergrenze des Prüflings nicht übersteigt.

Die Gesamtmessunsicherheit ergibt sich aus der Unsicherheit der Normalgeräte und prüfstandsbedingten Unsicherheiten. Letztere müssen prüfstandsspezifisch ermittelt werden.

3.1 Einflussgrößen

Die Einflussgrößen wirken auf

- das Normal
- den Prüfling
- das Messverfahren (den Messvorgang).

Diese Unterteilung ist sowohl aus systematischen Gründen vorteilhaft (Separierung der drei Haupteinflussgruppen) als auch aus Gründen der einfachen quadratischen Zusammenfassung, da diese Anteile häufig unkorreliert zueinander sind.

Einflussgrößen auf das Normal

- Unsicherheit der Messabweichungen gemäß Prüfschein (in diesem Wert sind die folgenden drei Einflussgrößen bereits enthalten):
 - Bauart
 - Reproduzierbarkeit
 - Langzeitstabilität
- Art und Zuverlässigkeit der Erfassung des Volumenfortschritts
- Unsicherheit der Justierung (bei Trommelgaszählern)

- Temperierung (Anpassung an Prüfraumtemperatur)
- Betriebszustand (z. B. Vorlauf, Ölfüllung bei Trommelgaszählern, Schmiereinrichtung)

Einflussgrößen auf das angezeigte Volumen am Prüfling

- Messprinzip
- Reproduzierbarkeit
- Art und Zuverlässigkeit der Erfassung des Volumenfortschritts
- Temperierung (Anpassung an Prüfraumtemperatur)
- Betriebszustand (z. B. Vorlauf, Ölfüllung bei Trommelgaszählern, Schmiereinrichtung)

Einflussgrößen beim Prüfverfahren (Prüfstand)

- **Temperaturaufnahme (Normal und Prüfling):**
 - Art und Genauigkeit der Sensoren
 - Unsicherheit der Messabweichung der Sensoren
 - Berücksichtigung der Messabweichung der Sensoren (falls nicht korrigiert wird)
 - Trägheit bei Messwertänderung
 - Reaktion auf Anströmung (Durchfluss)
 - Eigenerwärmung durch Messstrom
 - Langzeitdrift
 - Häufigkeit der Messwerterfassung
 - Signalauswertungselektronik (Umformfehler, Drift)
- **Druckaufnahme (Normal und Prüfling):**
 - Art und Genauigkeit der Sensoren
 - Unsicherheit der Messabweichung der Sensoren
 - Korrektur der Messabweichung der Sensoren
 - Beweglichkeit; Hysterese; Langzeitdrift
 - Reaktion auf Druckschwankungen
 - Häufigkeit der Messwerterfassung
 - Signalauswertungselektronik (Umformfehler, Drift)

Weitere Einflüsse

- Temperaturniveau und -konstanz während der Messung
- Durchfluss (Genauigkeit der Einstellung bzw. Berechnung)
- Luftdruck (Erfassung, Berichtigung, Schwankungen)
- Dichte des Prüfmediums (Luft, Gas)
- Feuchte der Prüfluft
- gegenseitige Beeinflussung Normal/Prüfling und/oder der Prüflinge untereinander bei Reihenprüfung (Resonanzen, Drall, Anströmprofil etc.)
- Art und Genauigkeit der Auswertung von Messergebnissen (Rundungsfehler)

Fast alle genannten Einflussgrößen wirken sich als Temperatur-, Druck- und damit mittelbare Volumenänderungen aus.

3.2 Berücksichtigung der Einflussgrößen

Die wesentlichen Einflussgrößen, die bei der Bestimmung der Messunsicherheit auf jeden Fall berücksichtigt werden müssen, sind:

Volumen an Prüfling und Normal

Die Messunsicherheit wird hauptsächlich durch die Art und Genauigkeit der Volumenerfassung beeinflusst. Für das Normal kann i. d. R. die im Prüfschein angegebene Messunsicherheit angenommen werden, sofern es entsprechend den Bedingungen bei seiner Prüfung betrieben wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Normal unter Verwendung eines Transfornormals im Prüfstand nachgeprüft wurde.

Werden nur die Mindestanforderungen bei der Festlegung des Prüfvolumens eingehalten, so ist die im folgenden Berechnungsbeispiel angegebene Unsicherheit (0,05 %) für den Prüfling in die Berechnung aufzunehmen. Bei reduzierten Prüfvolumina unter Verwendung beson-

derer Hilfsmittel, z. B. Impulsgeber, ist durch eine entsprechende Anzahl von Wiederholungsmessungen zu untersuchen, ob mindestens die gleichen Unsicherheiten erreicht werden.

Temperaturmessung an Prüfling und Normal

Dabei ist nicht nur die Art der Temperaturlaufnehmer (Empfindlichkeit, Trägheit) maßgeblich, sondern auch die Ausführung der Temperaturmessstellen, die Häufigkeit der Messungen und deren Auswertung. Werden aus praktischen Gründen (z. B. schwierige Ablesung) anstelle der vorgeschriebenen Messstellen Ersatzmessungen an anderer Stelle vorgenommen, so ist bei der Abnahme des Prüfstands zu gewährleisten, dass die in Tabelle 2 des Kapitels 4.3 angegebenen Unsicherheiten dennoch eingehalten werden.

Maßgeblicher Druck an Prüfling und Normal

Die direkte Messung des Differenzdrucks zwischen den Entnahmestellen des maßgeblichen Drucks von Prüfling und Normal führt i. Allg. zur geringsten Messunsicherheit.

Bei indirekten Messungen, z. B. über den Druckverlust von in Reihe geschalteten Zählern, ist bei der Abnahme des Prüfstands sicherzustellen, dass die Messunsicherheit den in Tabelle 2 des Kapitels 4.3 angegebenen Wert nicht übersteigt.

3.3 Berechnungsbeispiel

3.3.1 Methode A

Anwendung der rechenstechnischen Variation der Einflussgrößen in den Grenzen der abgeschätzten Unsicherheit und Ermittlung der daraus folgenden Variation der Ergebnisgröße nach DIN 1319 Teil 3.

Durchführung:

In Anlehnung an die Gleichungen 24 bis 27 ergibt sich für die *absolute* Messabweichung e_p des Prüflings:

<https://doi.org/10.7795/510.20200811H>

$$e_P = V_P - V_{\text{ist, P}} = V_P - \frac{V_N \cdot p_N \cdot T_P}{p_P \cdot T_N \cdot (1 + f_N / 100)} = V_P - \frac{V_{\text{ist, N}} \cdot p_N \cdot T_P}{p_P \cdot T_N}$$

und für die relative Messabweichung:

$$f_P = \left(\frac{V_P}{V_{\text{ist, P}}} - 1 \right) \cdot 100 \%$$

Prüfling	Normal
$V_P = 1000 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ l}$	$V_N = 1011 \text{ dm}^3 = 1011 \text{ l}$
$p_P = 990 \text{ mbar}$	$p_N = 980 \text{ mbar}$
$t_P = 20,0 \text{ °C}$ bzw. $T_P = 293,15 \text{ K}$	$t_N = 20,0 \text{ °C}$ bzw. $T_N = 293,15 \text{ K}$
	$f_N = + 0,10 \%$

Setzt man diese Werte in die Gleichungen ein, erhält man eine absolute Messabweichung des Prüflings von $e_P = 0,212 \text{ l}$ bzw. eine relative Messabweichung $f_P = 0,02 \%$.

Im folgenden Berechnungsbeispiel werden die Standardunsicherheiten aller Eingangsgrößen aus den Angaben zur erweiterten Messunsicherheit in den Prüfscheinen der zur Messung der Eingangsgrößen verwendeten Messgeräte bestimmt. Die Standardunsicherheit des Messwerts des Volumens am Normal $u(V_N)$ enthält dabei bereits die Standardunsicherheit der Messabweichung f_N gemäß Prüfschein:

Eingangsgröße	erweiterte Messunsicherheit U^* ($k = 2$)	Standardunsicherheit** $u = U/2$
Anzeige des Normalgaszählers V_N	0,20 % = 2,02 l	0,1 % = 1,01 l
Anzeige des Prüflings V_P	0,05 % = 0,50 l	0,025 % = 0,25 l
Druckmessung am Normal p_N	0,3 mbar = 0,03 %	0,15 mbar = 0,015 %
Druckmessung am Prüfling p_P	0,3 mbar = 0,03 %	0,15 mbar = 0,015 %
Temperaturmessung am Normal T_N	0,2 K = 0,07 %	0,1 K = 0,035 %
Temperaturmessung am Prüfling T_P	0,2 K = 0,07 %	0,1 K = 0,035 %

* Nach den Prüf- bzw. Kalibrierscheinen für die verwendeten Messgeräte

** Im Regelfall geht die Messunsicherheit eines Messgeräts auf eine Kalibrierung mit einer großen Anzahl von Einflussfaktoren zurück, so dass für das Endergebnis von einer Normalverteilung der Einflussfaktoren ausgegangen werden kann. Für den Fall von Messgeräten, bei denen von einer Gleichverteilung mit der Intervallbreite $2a$ ausgegangen werden muss (z. B. bei Verwendung von Eichfehlergrenzen für die Messunsicherheit), ergibt sich die Standardunsicherheit als $u = a/\sqrt{3}$.

**Prüfung eines Gaszählers unter Verwendung eines Volumennormalzählers
Bestimmung der Messunsicherheit durch Variation der Eingangsgrößen**

$$e_p = V_P - V_{\text{ist}P} = V_P - \frac{V_N \cdot p_N \cdot T_P}{p_P \cdot T_N (1 + f_N / 100)} = V_P - \frac{V_{\text{ist}N} \cdot p_N \cdot T_P}{p_P \cdot T_N} = 0,212 \text{ l}$$

$$f_N = 0,10 \%$$

$$f_P = e_P / V_{\text{ist}P} = 0,02 \%$$

Variable	V _P l	V _N l	p _P mbar	p _N mbar	T _P K	T _N K	e _p l	Differenz oberer -unterer Wert	quadratiert (Varianz)
Ausg.daten	1000,00	1011,00	990,00	980,00	293,15	293,15	0,2119		
u(V _P)/2 in l	999,88	1011,00	990,00	980,00	293,15	293,15	0,0869		
0,125	1000,13	1011,00	990,00	980,00	293,15	293,15	0,3369	0,2500	6,25E-02
u(V _N)/2 in l	1000,00	1010,50	990,00	980,00	293,15	293,15	0,7113		
0,505	1000,00	1011,51	990,00	980,00	293,15	293,15	-0,2875	-0,9988	9,98E-01
u(p _P)/2 in mbar	1000,00	1011,00	989,93	980,00	293,15	293,15	0,1362		
0,075	1000,00	1011,00	990,08	980,00	293,15	293,15	0,2876	0,1515	2,29E-02
u(p _N)/2 in mbar	1000,00	1011,00	990,00	979,93	293,15	293,15	0,2884		
0,075	1000,00	1011,00	990,00	980,08	293,15	293,15	0,1354	-0,1530	2,34E-02
u(T _G)/2 in K	1000,00	1011,00	990,00	980,00	293,10	293,15	0,3824		
0,05	1000,00	1011,00	990,00	980,00	293,20	293,15	0,0414	-0,3411	1,16E-01
u(T _N)/2 in K	1000,00	1011,00	990,00	980,00	293,15	293,10	0,0414		
0,05	1000,00	1011,00	990,00	980,00	293,15	293,20	0,3824	0,3411	1,16E-01

Summe der Quadrate: 1,34E+00

Wurzel hieraus: 1,157

Die erw. Messunsicherheit U ergibt sich durch Multiplikation der Standardunsicherheit u mit dem Faktor k=2: 2,314

Die Messabweichung f_p des Prüfings beträgt in l: **0,212 ± 2,314**

in %: **0,02 ± 0,23**

Variiert man in der Bestimmungsgleichung für e_p die Werte dieser Einflussgrößen jeweils um die Hälfte des Absolutwerts der angenommenen Standardunsicherheit in positiver und negativer Richtung gemäß Abschnitt 6.3.2 der DIN 1319-3, so erhält man die Werte in der oben dargestellten Tabelle.

Das Gesamtmessergebnis lautet also e_p = 0,212 l ± 2,314 l bzw.

$$f_p = 0,02 \% \pm 0,23 \%$$

3.3.2 Methode B

Ermittlung der Empfindlichkeit des betrachteten Gleichungssystems durch mathematische Differentiation der Bestimmungsgleichung nach den einzelnen Einflussgrößen zur Bestimmung des jeweiligen Propor-

tionalitätsfaktors (Sensitivitätskoeffizient), mit dem die Unsicherheit der Eingangsgröße in den Unsicherheitsanteil der Ergebnisgröße überführt wird (Näherungsmethode).

Durchführung:

Durch partielle Differentiation der Ausgangsgleichung

$$e_P = V_P - V_{\text{ist, P}} = V_P - \frac{V_N \cdot p_N \cdot T_P}{p_P \cdot T_N \cdot (1 + f_N / 100)}$$

nach den einzelnen Einflussgrößen lassen sich die Sensitivitätskoeffizienten wie folgt bestimmen:

Die Gesamt-Standardmessunsicherheit $u(e_P)$ der Messabweichung e_P des Prüflings bei i Einflussgrößen x_i ist

$$u(e_P) = \sqrt{\sum \left(\frac{\partial e_P}{\partial x_i} \right)^2 \cdot (u(x_i))^2}$$

wobei $u(x_i)$ die Standardunsicherheit der jeweiligen Einflussgröße darstellt und angenommen wird, dass die Eingangsgrößen unkorreliert sind.

Angewandt auf die obige Gleichung ergibt dies:

$$u(e_P) = \sqrt{\left(\frac{\partial e_P}{\partial V_N} \right)^2 \cdot (u(V_N))^2 + \left(\frac{\partial e_P}{\partial V_P} \right)^2 \cdot (u(V_P))^2 + \left(\frac{\partial e_P}{\partial p_N} \right)^2 \cdot (u(p_N))^2 + \left(\frac{\partial e_P}{\partial p_P} \right)^2 \cdot (u(p_P))^2 + \left(\frac{\partial e_P}{\partial T_N} \right)^2 \cdot (u(T_N))^2 + \left(\frac{\partial e_P}{\partial T_P} \right)^2 \cdot (u(T_P))^2}$$

Für das Berechnungsbeispiel werden die gleichen Zahlenwerte benutzt wie oben für die Methode A:

Prüfling	Normal	
$V_P = 1000 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ l}$ $p_P = 990 \text{ mbar}$ $t_P = 20,0 \text{ °C}$ bzw. $T_P = 293,15 \text{ K}$	$V_N = 1011 \text{ dm}^3 = 1011 \text{ l}$ $p_N = 980 \text{ mbar}$ $t_N = 20,0 \text{ °C}$ bzw. $T_N = 293,15 \text{ K}$ $f_N = + 0,10 \%$	
Eingangsgröße	erweiterte Messunsicherheit U ($k = 2$)	Standardunsicherheit $u = U/2$
Anzeige des Normalgaszählers V_N	0,20 % = 2,02 l	0,1 % = 1,01 l
Anzeige des Prüflings V_P	0,05 % = 0,50 l	0,025 % = 0,25 l
Druckmessung am Normal p_N	0,3 mbar = 0,03 %	0,15 mbar = 0,015 %
Druckmessung am Prüfling p_P	0,3 mbar = 0,03 %	0,15 mbar = 0,015 %
Temperaturmessung am Normal T_N	0,2 K = 0,07 %	0,1 K = 0,035 %
Temperaturmessung am Prüfling T_P	0,2 K = 0,07 %	0,1 K = 0,035 %

Die einzelnen Differentialquotienten ergeben sich unter Verwendung der oben angegebenen Zahlenwerte wie folgt:

$$\frac{\partial e_P}{\partial V_N} = - \frac{p_N \cdot T_G}{p_P \cdot T_N \cdot (1 + f_N / 100)} = -0,988 \text{ 91}$$

$$\frac{\partial e_P}{\partial V_P} = 1$$

$$\frac{\partial e_P}{\partial p_N} = - \frac{V_N \cdot T_P}{p_P \cdot T_N \cdot (1 + f_N / 100)} = -1,020 \text{ 2 dm}^3/\text{mbar}$$

$$\frac{\partial e_P}{\partial p_P} = \frac{V_N \cdot p_N \cdot T_P}{p_G^2 \cdot T_N \cdot (1 + f_N / 100)} = 1,009 \text{ 89 dm}^3/\text{mbar}$$

$$\frac{\partial e_P}{\partial T_N} = \frac{V_N \cdot p_N \cdot T_P}{T_N^2 \cdot (1 + f_N / 100)^2 \cdot p_P} = 3,407 \text{ 093 dm}^3/\text{K}$$

$$\frac{\partial e_P}{\partial T_P} = - \frac{V_N \cdot p_N}{p_P \cdot T_N \cdot (1 + f_N / 100)} = -3,410 \text{ 500 dm}^3/\text{K}$$

**Prüfung eines Gaszählers unter Verwendung eines Volumennormalzählers
Bestimmung der Messunsicherheit durch Differentiation der Ausgangsgleichung**

$$e_P = V_P - V_{\text{ist,P}} = V_P - \frac{V_N \cdot p_N \cdot T_P}{p_P \cdot T_N \cdot (1 + f_N/100)} = 0,212 \quad \text{dm}^3$$

$$f_N = 0,1 \quad \%$$

$$f_P = e_P / V_{\text{ist,P}} = 0,021 \quad \%$$

Eingangsgröße		Standard- unsicherheit	Sensitivitäts- koeffizient		Varianz
x_i		$u(x_i)$	de_P/dx_i	$(de_P/dx_i) u(x_i)$	$(\text{dm}^3)^2$
V_N (dm ³)	1011,00	1,01	-0,98891	-0,998799	9,98E-01
V_P (dm ³)	1000,00	0,25	1,00000	0,250000	6,25E-02
p_N (mbar)	980,0	0,2	-1,02019	-0,153029	2,34E-02
p_P (mbar)	990,0	0,2	1,00989	0,151483	2,29E-02
T_N (K)	293,15	0,1	3,40709	0,340709	1,16E-01
T_P (K)	293,15	0,1	-3,41050	-0,341050	1,16E-01

Summe Σ : 1,3389

Standardunsicherheit $u(e_P)$: (dm³) 1,157

Erweiterte Messunsicherheit $U(e_P)$ ($k = 2$): (dm³) 2,314

Gesamtmessergebnis:

Die Messabweichung e_P in dm³ beträgt: 0,212 ± 2,314

bzw. die relative Messabweichung f_P in % beträgt: 0,02 ± 0,23

Mit $U(e_P) = 2,314$ bzw. $U(f_P) = 0,23$ % ergibt sich also praktisch das gleiche Ergebnis wie nach Methode A berechnet. Das Gesamtmessergebnis lautet hier:

$$e_P = 0,212 \text{ dm}^3 \pm 2,314 \text{ dm}^3$$

$$f_P = 0,02 \text{ \%} \pm 0,23 \text{ \%}$$

Da – wie demonstriert – die beiden Methoden A und B zum gleichen Ergebnis führen, wird man in der Praxis in den meisten Fällen unter Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms auf Methode A zurückgreifen, um sich das bei Methode B erforderliche und bei komplizierteren Gleichungen oft lästige partielle Differenzieren zu ersparen.

4 Empfehlungen zur Verminderung von Resonanzschwingungen

Zur Verminderung von Resonanzschwingungen in Prüfständen, in denen Standard-Drehkolbengaszähler als Normale oder Prüflinge eingesetzt werden, bestehen grundsätzlich viele Möglichkeiten.

Als Dämpfer können in die Messstrecke eingebaute Filter, großvolumige Standrohre, Schläuche, Drosseln, Umlenkungen und Leitungsabschnitte mit welliger Innenfläche wirken. Ein gezielter Abbau von störenden Resonanzen ist beispielsweise durch den Einsatz von Absorptionsschalldämpfern bzw. die Anwendung von Dämpfungsbehältern zu erreichen. Die Verwendung von Drosseldämpfern ist nicht zu empfehlen, da diese neben geringer Wirkung einen hohen Strömungswiderstand aufweisen.

Schalldämpfung durch Absorptionsdämpfer

Der Absorptionsdämpfer besteht aus einem Element, dessen Durchgangskanal bzw. -rohr mit schallschluckenden Stoffen umgeben ist. Durch Reibungsverluste wird die Schallenergie in Wärme umgewandelt. Die Wirkung ist abhängig von der Länge des Absorptionsbereichs, der Stärke des Dämpfungsmaterials, dem Umfang und dem Querschnitt des Durchgangs. Die Dämpfung steigt mit der Größe des Verhältnisses von Länge multipliziert mit dem Umfang zur Querschnittsfläche unter Beachtung der auftretenden Wellenlängen.

In Bild A4-1 ist der prinzipielle Aufbau eines Absorptionsdämpfers dargestellt.

Für die Anwendung in Prüfständen für Drehkolbengaszähler sind Kenntnisse über Drehfrequenz der zu prüfenden und der als Normal verwendeten Drehkolbengaszähler sowie der verwendeten Gebläse erforderlich.

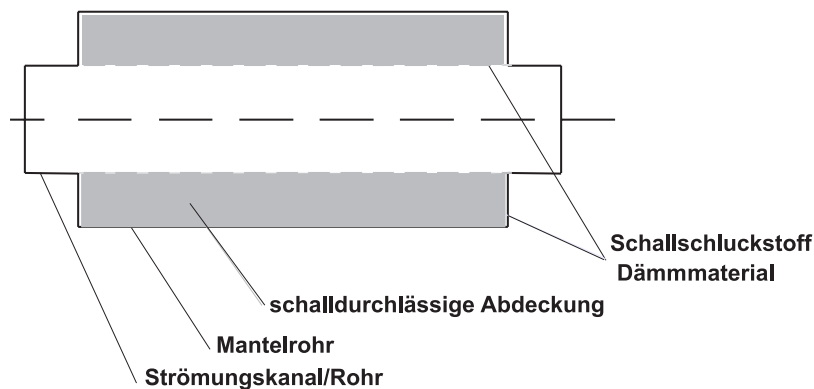


Bild A4-1: Prinzipskizze eines Absorptionsschalldämpfers

Der Aufbau einer Prüfeinrichtung mit Drehkolbengaszählern als Prüf- und Normalgerät unter Verwendung von Absorptionsschalldämpfern ist in Bild A4-2 vereinfacht dargestellt.

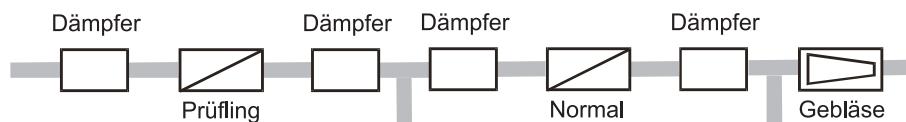


Bild A4-2: Schema einer Prüfeinrichtung mit Absorptionsschalldämpfern

Statt des Schalldämpfers am Eingang des Prüflings ist auch ein reflexionsarmer Abschluss bzw. ein offener Einlauf in die Prüfeinrichtung ohne Einlaufrohr möglich, sofern der messtechnische Einfluss durch Schallschwingungen hinreichend klein ist und die Prüfeinrichtung im Saugbetrieb betrieben wird. Entsprechendes gilt für den letzten Schalldämpfer der Prüfeinrichtung, wenn die Anlage im Druckbetrieb arbeitet.

Der Vorteil von Absorptionsdämpfern ist ihre sehr gute Wirksamkeit. Durch ihren Einsatz nach dem obigen Bild kann außerdem der Lärm im Prüfraum soweit vermindert werden, dass zusätzliche Schallschutzmaßnahmen für das Bedienungspersonal nur in Ausnahmefällen erforderlich sind. Der Nachteil liegt in den hohen Kosten für ihre Planung und Errichtung und darin, dass die Anwendung auf bestimmte Frequenzbereiche beschränkt ist.

Schalldämpfung durch Dämpfungsbehälter

Eine Dämpfung von Schallschwingungen lässt sich auch durch Dämpfungsbehälter, die möglichst unmittelbar vor und ggf. nach dem Zähler angeordnet werden, erreichen.

Der Behälter soll in zylindrischer Form ausgeführt sein, wobei die Anschlussstutzen der Zähler möglichst dicht angeordnet sind. Die Größe wird so bemessen, dass sein Volumen einem Vielfachen des Messraumvolumens des Zählers entspricht. Die Wirksamkeit kann durch Vergrößerung des Volumens und z. B. Platten, die parallel zu den Stirnflächen angeordnet sind, den Behälter in etwa gleich große Räume teilen und den Volumenstrom mehrfach umlenken, gesteigert werden. Die Führung der Prüfluft durch Lochplatten und (perforierte) Schläuche kann ebenfalls zur Dämpfung beitragen. Die Behälterwände werden zusätzlich mit schallschluckendem Material (z. B. Mineralwolle, Schaumstoff) versehen.

Bild A4-3 zeigt den schematischen Aufbau einer Prüfeinrichtung mit Dämpfungsbehälter.

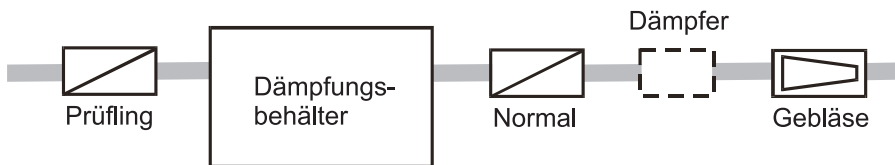


Bild A4-3: Schema einer Prüfeinrichtung mit Dämpfungsbehälter

Im Saugbetrieb kann der Prüfling gänzlich ohne Einlaufrohr (Ansaugung aus dem halbkugeligen Raum) oder ebenfalls mit Dämpfungsbehälter bzw. Absorptionsschalldämpfer vor dem Eingang betrieben werden. Im Druckbetrieb gilt entsprechendes für die Ausgangsseite des Normalgeräts. Mit Dämpfungsbehältern können mit relativ geringem Kostenaufwand Resonanzschwingungen einfach reduziert bzw. abgebaut werden. Eine Verminderung der Lärmbelästigung wird nicht erreicht, wenn Prüflinge im offenen Saugbetrieb eingangsseitig ohne Dämpfer betrieben werden.

5 Zusätzliche bzw. abweichende Anforderungen an Trommelgaszähler als Volumennormale zu Abschnitt 6.5

Für Trommelgaszähler, die als Volumennormale verwendet werden, sind neben den Anforderungen im Abschnitt 6.5 „Prüfung von Volumennormalen“ auch die folgenden zusätzlichen bzw. abweichenden Anforderungen zu beachten.

5.1 Belastungsbereiche

Zulässig sind Trommelgaszähler der folgenden Größen mit den zugehörigen Belastungsbereichen:

Größe NB	Messrauminhalt V (dm ³)	min. Durchfluss Q_{\min} (m ³ /h)	max. Durchfluss Q_{\max} (m ³ /h)
2	5	0,015	2,0
3	10	0,030	3,0
6	20	0,060	6,0
15	50	0,150	15,0
30	100	0,300	30,0
50	200	0,600	50,0
100	500	1,500	100,0
150	1000	3,000	150,0
300	2000	6,000	300,0

Der Verwendungsbereich der Gebrauchsnormale kann bei der Prüfung abweichend von den vorgenannten Belastungsbereichen festgelegt werden.

5.2 Anforderungen an die Konstruktion

Das Gehäuse und alle für die Messung wichtigen Teile müssen aus einem undurchlässigen, hinreichend festen und nicht spröden Werkstoff bestehen und, soweit sie mit der Sperrflüssigkeit oder mit Schmierstoffen in Berührung kommen, diesen gegenüber hinreichend beständig sein.

Die Trommelgaszähler müssen so eingerichtet sein, dass sie in Richtung vom Gehäuse durch die Trommel zum Knierohr durchströmt werden. Der Eingangsstutzen soll am Hinterboden oder in dessen Nähe am Gehäusemantel liegen, der Ausgangsstutzen an der Rückseite in der Achsenrichtung der Trommel. Das Knierohr muss so weit hochgeführt sein, dass beim Betrieb des Zählers keine Sperrflüssigkeit eindringen kann.

Das Gehäuse muss einen Überdruck von mindestens 50 mbar ohne eine die Messeigenschaften beeinträchtigende Verformung mit Sicherheit aushalten.

Die Trommel muss zum Zwecke der Reinigung und Instandhaltung ausgebaut werden können. Die Lage abnehmbarer Böden zum Gehäuse muss durch Passstifte oder dergleichen festgelegt sein. Bei großen Gehäusen sind Mannlöcher zum Begehen der Trommel zulässig.

Die Trommel muss mindestens fünf gleich große Messkammern enthalten. Sie muss gut achsengerecht ausgeführt und statisch ausgewuchtet sein.

Die Trommeln müssen sich beim Vorwärtsgang im Sinne des Uhrzeigers drehen.

Die die Messkammerräume abschließenden Wände müssen so tief in die Sperrflüssigkeit eintauchen, dass ein sicherer Abschluss auch bei den höchsten im Zähler zu erwartenden Druckunterschieden gewährleistet ist.

Die Trommelwelle muss gut gelagert sein. Wird sie zum Antrieb eines außerhalb des Zählergehäuses angebrachten Zeigers oder Zählwerks durch den Vorderboden nach außen geführt, so muss die Durchführung dicht halten, soll aber möglichst reibungsarm sein. Vorzugsweise sind Magnetkupplungen einzusetzen.

Als Sperrflüssigkeit ist nur ein dünnflüssiges, schwer verdunstendes Öl zulässig.

Die Füllöffnung muss oberhalb der durch den Sollstand gegebenen Grenze in das Gehäuse führen; sie muss gasdicht verschließbar sein. Zum Ablassen von Sperrflüssigkeit soll ein unterhalb des Sollstands liegender Hahn und zum völligen Entleeren des Trommelraums muss an der tiefsten Stelle im Vorderboden ein Entleerungshahn angebracht sein. Am Ausgangsstutzen muss eine Vorrichtung angebaut sein, durch die übergelaufenes Öl angezeigt wird. An der tiefsten Stelle muss ein Hahn zum Ablassen übergelaufener Flüssigkeit vorhanden sein.

Zur Herstellung des richtigen Füllstands muss eine Vorrichtung (Füllstandsanzeiger) vorhanden sein, die es ermöglicht, den Stand der Sperrflüssigkeit so einzustellen, dass sich der Messrauminhalt mit einer Unsicherheit von höchstens $\pm 0,1 \%$ ergibt.

Als Füllstandsanzeiger sind bei Trommelgaszählern Spiegelstandrohre oder Stechpegeleinrichtungen zulässig. Besondere Vorschriften über Einrichtungen zum Prüfen des richtigen Füllstands bei großen Trommelgaszählern bleiben vorbehalten.

Das Spiegelstandrohr oder die Stechpegeleinrichtung muss durch ein Feingewinde in der Höhe verstellbar sein. Die Einstellung muss durch eine Gegenmutter oder dergleichen festgelegt werden können. Der Rand des Standrohrs muss waagrecht sein. Die Einstellung der Justiereinrichtung muss plombierbar sein.

Die Justiereinrichtung muss für sich absperierbar sein. Das Spiegelstandrohr muss durch eine aufklappbare Kappe abgedeckt werden können. An der Justiereinrichtung muss eine Auffangvorrichtung für etwa übergelaufene Flüssigkeit mit absperribarer Entleerung vorhanden sein.

Der Rand des Spiegelstandrohrs muss scharfkantig sein und soll einen Durchmesser von etwa 30 mm haben.

Die Eingangs- und Ausgangsstutzen der Trommelgaszähler müssen absperrbare Öffnungen zum Belüften der Trommel haben.

Der Zähler muss mit einer Kreuz-Libelle mit einer Empfindlichkeit von mindestens 1 Millimeter Ausschlag bei einer Neigung von 1/2000 ausgerüstet sein.

Ortsbewegliche Trommelgaszähler müssen mindestens drei Füße mit Stellschrauben besitzen. Die Schrauben sollen in Kegeln mit Halbkugelspitzen enden.

Druckmessstutzen müssen am Eingangs- und Ausgangsstutzen angebracht sein. Die Bohrungen sollen einen Durchmesser von 3 mm bis 5 mm haben und innen bündig sein.

Temperaturmessstutzen müssen am Eingangs-, am Ausgangsstutzen und im Vorderboden unterhalb des vorgesehenen Füllstands angebracht sein.

Der mechanische Druckverlust eines Trommelgaszählers, d. h. der Druckverlust bei einem Durchfluss von etwa dem Vierfachen des Minimaldurchflusses, gemessen mit einem entsprechend trägheitsarmen Differenzdruckmanometer, darf während einer vollen Trommelumdrehung um nicht mehr als 0,1 mbar um seinen Mittelwert schwanken. Negative Druckverluste dürfen nicht auftreten.

5.3 Zählwerk und Prüfpfählglied

Die Anforderungen der EWG-Richtlinie über Volumengaszähler (71/318 EWG), Kapitel I Nr. 5 – Zählwerke und Prüfpfählglied – sind auf die Trommelgaszähler anzuwenden.

Zulässig sind nur Rollenzählwerke. Außer dem Rollenzählwerk muss ein mit der Trommelwelle spielfrei verbundener Zeiger bzw. bei feststehendem Zeiger, ein mit der Trommel fest verbundenes Zifferblatt vorhanden sein.

Das niedrigste Zählglied des Rollenzählwerks muss eine Teilung von mindestens 0,2 l haben und sich mit dem Messwerk ununterbrochen schleichend bewegen.

Wenn der Zeiger bzw. der mit Null bezifferte Skalenstrich eines an der Trommel befestigten Zifferblatts senkrecht nach oben zeigt, muss die Trommel in der Mitte eines Winkelbereichs stehen, bei dem die aufgetauchten Kammern entweder mit dem Eingang oder mit dem Ausgang verbunden sind. Die Verbindung des Zeigers mit der Trommelwelle muss so eingerichtet sein, dass der Zeiger nur in dieser Stellung aufgesetzt werden kann. Der Zeiger muss ausgewuchtet sein.

Der Durchmesser des von der Zeigerspitze beschriebenen Kreises bzw. des an der Trommel befestigten Zifferblatts darf nicht kleiner als 200 mm sein. Die letzten 5 cm der Zeigerspitze dürfen maximal 2 mm breit sein. Sie muss spitz zulaufen.

Der Zeigerkreis bzw. das an der Trommel befestigte Zifferblatt muss mit einer gleichmäßigen und mittenrichtig angebrachten Strichteilung versehen sein.

Auf dem Zeigerkreis bzw. auf dem an der Trommel befestigten Zifferblatt müssen die Stellungen der Trommel, bei denen eine aufgetauchte Kammer weder mit dem Eingang noch mit dem Ausgang verbunden ist, auf ihrer ganzen Länge durch rote Kreisbögen gekennzeichnet sein. Der Nullstrich muss als die Stellung der Trommel zur Prüfung des Füllstands zusätzlich die Bezeichnung „Füllstellung“ tragen.

5.4 Prüfumfang

Neben den zunächst bei fallender Belastung ermittelten und teilweise mit steigender Belastung wiederholten Prüfpunkten können für bestimmte Prüfpunkte, in denen das Normal eingesetzt werden soll, Messabweichungen für weitere Belastungen ermittelt werden.

Soll der Belastungsbereich des Normalzählers gegenüber der Größentabelle nach oben erweitert werden, muss zusätzlich bei dieser Spitzenbelastung geprüft werden. Die Messabweichungen, die beim Q_{\max} -Wert nach der Größentabelle und bei dem höheren Wert der Spitzenbelas-

tung gemessen wurden, dürfen sich um nicht mehr als 0,3 % unterscheiden.

Ergibt sich bei einer Nachprüfung der ursprüngliche Verlauf der Fehlerkurve, so kann auf die Ermittlung der Messabweichungen bei zusätzlichen Prüfpunkten verzichtet werden.

5.5 Prüfvolumen

Zusätzlich zu den Anforderungen nach Abschnitt 6.3.2 muss das Prüfvolumen mindestens dem dreifachen Messrauminhalt des Trommelgaszählers entsprechen.

5.6 Temperaturmessung

Zusätzlich zu den Anforderungen nach Abschnitt 4.4 ist die Temperatur auch in der Sperrflüssigkeit der Trommelgaszähler zu messen.

Die Temperatur am Eingangsstutzen von Trommelgaszählern darf höchstens um 0,3 K von der Temperatur der Sperrflüssigkeit abweichen.

Als maßgebende Temperatur gilt bei Trommelgaszählern die Ausgangstemperatur.

5.7 Zulässige Messabweichungen

Abweichend von Abschnitt 6.5.6 gelten für Trommelgaszähler folgende Anforderungen bezüglich der Messabweichungen:

- Die zulässigen Messabweichungen betragen für die Prüfung als Gebrauchsnormale $\pm 0,5$ %. Die maximal zulässige Spanne der Messabweichungen beträgt 0,8 %.
- Die Differenzen der Messabweichungen zwischen der Abwärts- und Aufwärtsmessung bei den jeweiligen Belastungen dürfen maximal 0,1 % betragen.

- Die Inhaltswerte von zehn bezifferten Skalenabschnitten, die je 1/10 Trommelumdrehung entsprechen, dürfen um nicht mehr als $\pm 0,5 \%$ von ihrem Mittelwert abweichen.
- Im Prüfschein für einen Trommelgaszähler als Gebrauchsnorm ist das Mindestprüfvolumen für Prüfgänge mit Teilen von Trommelumdrehungen so festzulegen, dass die größte periodische Messabweichung, die sich aus der Addition der Messabweichungen beliebiger benachbarter Skalenabschnitte ergibt, $0,2 \%$ des Prüfvolumens nicht überschreitet.

5.8 Justierung der Trommelgaszähler

Erfahrungsgemäß muss ein Trommelgaszähler bei der Belastung Q_{\max} auf $-0,1 \%$ bis $-0,2 \%$ justiert werden. Die Justierung (z. B. Richtung Minus) wird wie folgt bei Q_{\max} durchgeführt:

- Aus dem betriebsbereiten Zähler ist eine genau definierte Menge Sperrflüssigkeit abzulassen (bei einem Zähler NB 15 z. B. 0,5 Liter).
- Der Füllstandsanzeiger ist auf den neuen Sperrflüssigkeitsspiegel genau einzustellen.
- Nach Ablassen der Sperrflüssigkeit ist der Zähler erneut zu prüfen.
- Die festgestellten Messabweichungen abzüglich der ursprünglichen Messabweichungen stellt das Maß für die bewirkte Änderung der Messabweichung, bezogen auf das Volumen der abgelassenen Sperrflüssigkeit, dar.
- Die Sperrflüssigkeit wird abzüglich der Menge, die der angestrebten Änderung der Messabweichung entspricht, wieder in den Zähler gefüllt, der Füllstandsanzeiger wird ordnungsgemäß eingestellt.
- Dann werden die Messabweichungen über den gesamten Durchflussbereich aufgenommen.

5.9 Kennzeichnung der Trommelgaszähler

Zusätzlich zu den Angaben nach Abschnitt 6.5.7 muss in der Nähe des Füllstandsanzeigers die „Füllregel“ mit folgendem Text angegeben werden:

„Zur richtigen Füllung muss der Zähler ausgerichtet, die Trommel vollständig benetzt, in Füllstellung gebracht, die Abtropfzeit eingehalten und die Belüftungsstutzen am Eingang und Ausgang geöffnet sein.“

5.10 Richtige Füllung des Trommelgaszählers

Vor der Benutzung und nach einer Temperaturänderung der Sperrflüssigkeit von max. 0,5 K muss der Ölstand neu justiert werden. Der Trommelgaszähler muss ausgerichtet sein. Nach ca. drei Umdrehungen wird der Zähler angehalten und die im Prüfschein angegebene Abtropfzeit, mindestens zwei Minuten, abgewartet. Anschließend wird der Ölstand exakt, durch Ablassen oder Nachfüllen des Öls, einjustiert.

Anlagen

1	Musterprotokoll für Balgengaszähler	147
2	Musterprotokoll für Turbinenradgaszähler	148
3	Justierradtabelle	149
4	Musterbescheinigungen	150
4.1	Vorprüfschein	150
4.2	Eichschein	152
4.3	Befundprüfschein	154
4.4	Prüfschein	156

Anlage 1

Bauart-Zulassungs-Nr.: DXX7.122YY Hersteller		Größe: G 4		Messraum: 2 dm ³		Membran: Kunstst		Q _{min.} : 0,04 m ³ /h		Q _{max.} : 6,0 m ³ /h							
		XY		XY		XY		XY		XY							
Fabrik-Nr./Baujahr		123456/00		1234568/00		1234593/00		1234594/00		1234597/00							
Messpunkt bei Q		max	min	max	min	max	min	max	min	max	min						
Durchfluss Q	m ³ /h	6,0	0,04	6,0	0,04	6,0	0,04	6,0	0,04	6,0	0,04						
Prüfung	Ableitung Prüfende	951,8	053,0	816,0	916,4	946,0	720,2	821,0	850,6	619,2	720,1	749,8	821,8	923,0	952,7		
	Ableitung Prüfanfang	657,4	951,8	053,0	518,2	816,0	916,4	422,0	720,2	821,0	321,3	619,2	720,1	524,2	821,8	923,0	
	Fortschritt V _p	294,4	101,2	29,8	297,8	100,4	29,6	298,2	100,8	29,6	297,9	100,9	29,7	297,6	101,2	29,7	
Normal	Fortschritt V _N	300,0	100,0	30,0	300,0	100,0	30,0	300,0	100,0	30,0	300,0	100,0	30,0	300,0	100,0	30,0	
	absolut e _p = V _p · V _N	-5,6	1,2	-0,2	-2,2	0,4	-0,4	-1,8	0,8	-0,4	-2,1	0,9	-0,3	-2,4	1,2	-0,3	
Messabw.	relativ f _r = 100 · e _p /V _N	-1,87	1,2	-0,67	-0,73	0,4	-1,33	-0,6	0,8	-1,33	-0,7	0,9	-1,0	-0,8	1,2	-1,0	
	Verlust Δp _r = p _s · p _e	1,6	0,2	0,2	1,8	0,3	0,1	1,5	0,2	0,2	1,5	0,2	0,2	1,6	0,3	0,2	
Druck	zulässig Δp _s	2,0	-	0,6	2,0	-	0,6	2,0	-	0,6	2,0	-	0,6	2,0	-	0,6	
	am Normal p _N	992,0	998,8	999,1	992,0	998,8	999,1	992,0	998,8	999,1	992,0	998,8	999,1	992,0	998,8	999,1	
	am Prüfling p _p	1000	1000	1000	998,4	999,8	999,8	996,6	999,5	999,7	995,1	999,3	999,5	993,6	999,1	999,3	
	Differenz Δp = p _p - p _N	8,0	1,2	0,9	6,4	1,0	0,7	4,6	0,7	0,6	3,1	0,5	0,4	1,6	0,3	0,2	
	Korrektur k _p = 0,1 · Δp	0,8	0,12	0,09	0,64	0,1	0,07	0,46	0,07	0,06	0,31	0,05	0,04	0,16	0,03	0,02	
Temperatur	am Normal t _N	20,5	20,6	20,6	20,5	20,6	20,5	20,6	20,5	20,6	20,5	20,6	20,5	20,6	20,5	20,6	
	am Prüfling t _p	20,6	20,6	20,6	20,55	20,55	20,5	20,5	20,5	20,45	20,45	20,45	20,4	20,4	20,4	20,4	
Messabw. des Normals	Differenz Δt = t _N - t _p	-0,1	0	0	-0,05	0,05	0	0,1	0,1	0,05	0,15	0,15	0,1	0,2	0,2		
	Korrektur k _t = 0,34 · Δt	-0,03	0	0	-0,02	0,02	0	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,03	0,07	0,07		
Korrektursumme k = k _p + k _t + k _k	am Prüfling	-0,15	-0,15	0,05	-0,15	-0,15	0,05	-0,15	-0,15	0,05	-0,15	-0,15	0,05	-0,15	-0,15	0,05	
	Messabw. des Prüflings	0,62	-0,03	0,14	0,47	-0,03	0,13	0,31	-0,05	0,14	0,18	-0,05	0,14	0,04	-0,05	0,14	
Fehlergrenze FG	relativ f _r = f _p + k	-1,25	1,17	-0,53	-0,26	0,37	-1,2	-0,29	0,75	-1,19	-0,52	0,85	-0,86	-0,76	1,15	-0,86	
	absolut	±2,0	±2,0	±3,0	±2,0	±2,0	±3,0	±2,0	±2,0	±3,0	±2,0	±2,0	±3,0	±2,0	±2,0	±3,0	
Prüfdatum		Prüfer		Unterschrift		Bemerkungen:											

Anlage 2

Prüfprotokoll Turbinenradgaszähler									
Bauart: Turbinenradgaszähler	Hersteller: XX	Fabrik-Nr.: 83012345	Baujahr: 1989						
Zulassungs-Nr.: D XX/7.211.YY	Größenbezeichn.: G 400	Q_{\min} : 20 m ³ /h	Q_{\max} : 660 m ³ /h						
Justierpaar: 32/40	NF-Impulswert: 1 imp/m ³	HF-Impulswert: 2558,95 imp/m ³	Luftdruck p_{amb} : 1006,0 mbar						
Anlass der Prüfung: Nacheichung nach Reparatur									
Bemerkungen: justiert nach 26/33, neuer HF-W = 2598,34									
Gebrauchsnormal									
Messpunkt Q	TRZ G 650	TRZ G 650	TRZ G 650	TRZ G 650	DRSIZ G 100	DRSIZ G 100	DRSIZ G 100	DRSIZ G 100	TRZ G 650
Durchfluss Q_{Soll}	max	0,7 max	0,4 max	0,25 max	0,1 max	0,05 max/min	0,7 max	0,7 max	0,7 max
Durchfluss Q_{Ist}	650	455	260	162,5	65	32	455	455	455
Durchfluss $Q_{\text{Ist}} = 3,6 \cdot V_N \cdot (1 - f_N) / t$	648,2	450,2	256,5	159,7	63,7	31,8	457,3	457,3	457,3
Temperatur f_N	21,40	21,45	21,50	21,55	21,60	21,65	21,65	21,65	21,65
Normal	K	294,55	294,60	294,65	294,70	294,75	294,80	294,80	294,80
Temperatur f_P	21,60	21,65	21,65	21,70	21,70	21,70	21,70	21,70	21,70
Prüfung	K	294,75	294,80	294,80	294,85	294,85	294,85	294,85	294,85
Druck	mbar	-10,4	-5,3	-1,9	-0,8	-0,2	-0,1	-0,1	-5,3
Normal	mbar	995,6	1000,7	1004,1	1005,2	1005,8	1005,9	1005,9	1000,7
Druck	mbar	-	-	-	-	-	-	-	-
Prüfung	mbar	-4,0	-3,9	-0,6	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-3,9
Messzeit	mbar	1002,0	1002,1	1005,4	1005,8	1005,9	1006,0	1006,0	1002,1
Volumen Normal	mbar	-	-	-	-	-	-	-	-
Volumen Normal	s	82,62	79,11	96,94	88,60	165,50	224,20	224,20	79,08
Volumen Normal	imp/m ³	6612,23	6612,23	6612,23	6612,23	4325,87	4325,87	4325,87	6612,23
Volumen Normal	imp	98768	65629	45790	26098	12709	8600	8600	66638
Volumen Normal	dm ³	14937,3	9925,4	6925,0	3946,9	2937,9	1988,0	1988,0	10078,0
Volumen Normal	imp/m ³	2558,95	2558,95	2558,95	2558,95	2558,95	2558,95	2558,95	2598,34
Volumen Normal	imp	38380	25587	17914	10236	7677	5177	5177	25983
Volumen Normal	dm ³	14998,2	9999,0	7000,5	4000,1	3000,1	1999,6	1999,6	9999,8
Messabw. des Normal f_N (Prüfschein)	%	0,41	0,32	0,27	0,40	0,38	0,51	0,51	0,32
Messabw. des Prüflings f_P (Gleichung)	%	1,40	1,14	1,44	1,76	2,48	1,09	1,09	-0,34
Messabw. des Prüflings f_P (nach Just.)	%	-0,14	-0,40	-0,10	+0,22	+0,94	-0,45	-0,45	-0,34
Fehlergrenze FG	%	1	1	1	1	2	2	2	1
Prüfamt	Prüfdatum	Prüfer	Unterschrift		$f_P = \left(\frac{V_P \cdot p_{\text{atm}}}{V_N \cdot p_{\text{atm}}} \cdot \frac{T_N}{T_P} \cdot (t + \frac{f_N}{100}) - 1 \right)$				

Anlage 3

Justierradtabelle

Zähneanzahl		Damit erzielter Übersetzungsfaktor	Abstand vom Grundpaar %	Einzelabstand %	Modul	Radsatz Nr.	Farbe
treibendes Rad	getriebenes Rad						
38	44	1,158	7,37	0,70	0,70	13	
30	35	1,167	6,67	0,96	0,88	12	
28	33	1,179	5,71	0,71	0,94	11	
32	38	1,188	5,00	0,24	0,82	10,5	
42	50	1,190	4,76	0,32	0,63	10	braunbeige
36	43	1,194	4,44	0,44	0,73	9,5	
30	36	1,200	4,00	0,36	0,87	9	weißgrün
44	53	1,205	3,64	0,31	0,60	8,5	
24	29	1,208	3,33	0,30	1,08	8	lichtblau
33	40	1,212	3,03	0,17	0,79	7,5	
28	34	1,214	2,86	0,16	0,93	7	pastellorange
37	45	1,216	2,70	0,20	0,70	6,5	olivgrün
32	39	1,219	2,50	0,28	0,81	6	olivgrün
36	44	1,222	2,22	0,28	0,72	5,5	hellrosa
31	38	1,226	1,94	0,23	0,83	5	hellrosa
35	43	1,229	1,71	0,17	0,74	4,5	staubgrau
26	32	1,231	1,54	0,21	0,99	4	staubgrau
30	37	1,233	1,33	0,28	0,86	3,5	grünblau
38	47	1,237	1,05	0,25	0,68	3	grünblau
25	31	1,240	0,80	0,26	1,03	2,5	enzianblau
37	46	1,243	0,54	0,14	0,69	2	enzianblau
49	61	1,245	0,40	0,40	0,53	1,5	reinweiß
32	40	1,250	0	0	0,80	1	reinweiß
47	59	1,255	-0,40	0,40	0,55	13,5	rehbraun
35	44	1,257	-0,57	0	0,73	14	rehbraun
27	34	1,259	-0,74	0,17	0,94	14,5	tiefschwarz
38	48	1,263	-1,05	0,31	0,67	15	tiefschwarz
30	38	1,267	-1,33	0,28	0,84	15,5	maigrün
26	33	1,269	-1,54	0,21	0,97	16	maigrün
33	42	1,273	-1,82	0,28	0,77	16,5	schwefelgelb
29	37	1,276	-2,07	0,25	0,87	17	schwefelgelb
36	46	1,278	-2,22	0,15	0,70	17,5	feuerrot
32	41	1,281	-2,50	0,28	0,79	18	feuerrot
28	36	1,286	-2,86	0,36	0,90	18,5	
38	49	1,289	-3,16	0,30	0,66	19	rotlila
24	31	1,292	-3,33	0,17	1,05	19,5	
34	44	1,294	-3,53	0,20	0,74	20	granitgrau
37	48	1,297	-3,78	0,25	0,68	20,5	
33	43	1,303	-4,24	0,46	0,76	21	erdbeerrot
29	38	1,310	-4,83	0,59	0,86	21,5	
38	50	1,316	-5,26	0,43	0,65	22	
24	32	1,333	-6,67	1,41	1,03	23	
32	43	1,344	-7,50	0,83	0,77	24	
28	38	1,357	-8,57	1,07	0,87	25	

Die hier abgebildete und andere Justierradtabelle sind nach folgendem Beispiel zu verwenden:

Nach den festgestellten Messabweichungen eines Gaszählers mit dem bisher eingebauten Justierradpaar 33/42 soll dieser um 0,8 % nach Plus justiert werden.

Mit dem Justierradpaar 33/42 ist der Zähler um - 1,82 % vom Grundpaar 32/40 justiert.

Für eine Korrektur um + 0,80 % sollte ein Justierradpaar gewählt werden, das - 1,82 % + 0,8 % = -1,02 % vom Grundpaar 32/40 liegt.

Es kommt dafür nur das Justierradpaar 38/48 mit dem Abstand von -1,05 % vom Grundpaar in Betracht.



Mess- und Eichwesen Neuland Eichdirektion

Office of Legal Metrology of the state of Neuland (Germany)

**DIE BEI DEN MESSUNGEN VERWENDETEN NORMALE SIND AUF DIE NATIONALEN NORMALE BEI DER PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT RÜCKGEFÜHRT.
THE STANDARDS USED FOR THE MEASUREMENTS ARE TRACEABLE TO THE NATIONAL STANDARDS AT THE PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT.**

Vorprüfschein

Preliminary inspection certificate



Nummer <i>Number</i>	001/02
Gegenstand <i>Object</i>	Wirbelgaszähler-Messwerk
Identifikation <i>Identification</i>	Fabrik-Nr. 1234567
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Neuding
Antragsteller <i>Applicant</i>	GVU
Anzahl der Seiten der Anlage <i>Number of pages of the addendum</i>	1
Ort und Datum der Vorprüfung <i>Place and date of preliminary inspection</i>	Neustadt, 08.01.02

Gültigkeit der Vorprüfung bis 08.01.03
This preliminary inspection is valid until

Stempelzeichen
Marking



Vorprüfscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit. Dieser Vorprüfschein darf nur unverändert weiterverbreitet werden.

Preliminary inspection certificates without signature and official stamp are not valid. This preliminary inspection certificate may only be reproduced in unchanged form.

Ort und Datum <i>Place and date</i>	Stempel <i>Stamp</i>	Im Auftrag <i>By order</i>
Neustadt, 08.01.02		Expert
Straße	PLZ Ort	Telefon
		Telefax



Zusätzliche Angaben zum Gegenstand

Additional comments concerning the object

Messwerk eines Wirbelgaszählers mit der innerstaatliche Bauartzulassungs-Nr. 7.222/01.XX der Größe G 1600.

Prüfverfahren

Test Procedure

Das Messwerk wurde bei den unten genannten Durchflüssen im Prüfstand des Herstellers geprüft. Dabei wurde er in Reihenschaltung mit Volumengaszähler-Gebrauchsnormalen des Herstellers unter Benutzung der Impulsgeber am Normal und Prüfling verglichen. Maßgeblich für den Zustand der Prüfluft waren dabei die Drücke am "p_r-Stutzen" und die Temperaturen am Ausgang der Zähler.

Umgebungsbedingungen

Environmental conditions

Luftdruck: 995 mbar / Prüfraumtemperatur: 20,3 °C bis 20,6 °C

Ergebnis

Result

Die Anforderungen der Eichordnung Anlage 7-1 und der o. g. Bauartzulassung werden erfüllt. Aufgrund der vom Messwerk abgegebenen Impulse wurden für den nach den Prüfungsergebnissen festgelegten Impulswert von 345,123 imp/m³ folgende Messabweichungen bestimmt:

Prüfbelastung	Q_{\min}	$0,1 Q_{\max}$	$0,25 Q_{\max}$	$0,4 Q_{\max}$	$0,7 Q_{\max}$	Q_{\max}
Durchfluss (m ³ /h)	125 m ³ /h	250 m ³ /h	625 m ³ /h	1000 m ³ /h	1750 m ³ /h	2500 m ³ /h
Messabweichung (%)	-0,45	+0,33	+0,22	+0,12	-0,11	-0,05
Messunsicherheit (%)	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Fehlergrenze (%)	± 2,0	± 2,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0

Messunsicherheit

Uncertainty of measurement

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß dem „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ (DIN V ENV 13005) ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im Falle der Normalverteilung im zugeordneten Werteintervall.

Hinweise

Notes

Das Messgerät ist damit nicht geeicht. Es kann in Verbindung mit einer hierfür zugelassenen Anzeigeeinrichtung, z.B. einem elektronischen Mengenumwerter, zur Eichung gestellt werden. Der Eichstempel wird nach der messtechnischen Gesamtprüfung an der Anzeigeeinrichtung angebracht.

Die Gültigkeit der Vorprüfung erlischt vorzeitig, wenn eine der in §13 Absatz 1 der Eichordnung beschriebenen Veränderungen eingetreten ist.

Ende der Anlage

End of the addendum

Anlage 4.2



Mess- und Eichwesen Neuland Eichdirektion

Office of Legal Metrology of the state of Neuland (Germany)

**DIE BEI DEN MESSUNGEN VERWENDETEN NORMALE SIND AUF DIE NATIONALEN NORMALE
BEI DER PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT RÜCKGEFÜHRT.
THE STANDARDS USED FOR THE MEASUREMENTS ARE TRACEABLE TO THE NATIONAL STANDARDS AT
THE PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT.**

Eichschein

Verification certificate



Nummer
Number

002/02

Gegenstand
Object

Gaszähler

Identifikation
Identification

Fabrik-Nr. 1234567

Hersteller
Manufacturer

Neuding

Antragsteller
Applicant

GVU

Anzahl der Seiten der Anlage
Number of pages of the addendum

1

Ort und Datum der Eichung
Place and date of verification

Neustadt, 08.01.02

Gültigkeit der Eichung bis 31.12.10
This verification is valid until

Stempelzeichen
Marking



**Eichscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit. Dieser Eichschein darf
nur unverändert weiterverbreitet werden.**

Verification certificates without signature and official stamp are not valid. This verification certificate may only be reproduced in unchanged form.

Ort und Datum
Place and date

Stempel
Stamp

Im Auftrag
By order

Neustadt, 08.01.02

Expert

Straße

PLZ Ort

Telefon

Telefax



Zusätzliche Angaben zum Gegenstand

Additional comments concerning the object

Turbinenradgaszähler mit der EWG-Bauartzulassungs-Nr. D01/7.211/XX der Größe G 650 ohne Schmierungeinrichtung.

Prüfverfahren

Test Procedure

Der Turbinenradgaszähler wurde bei den unten genannten Durchflüssen im Prüfstand der Eichbehörde geprüft. Dabei wurde er in Reihenschaltung mit Volumengaszähler-Gebrauchsnormalen der Eichbehörde unter Benutzung der Impulsgeber am Normal und Prüfling verglichen. Maßgeblich für den Zustand der Prüfluft waren dabei die Drücke am "p_r-Stutzen" und die Temperaturen am Ausgang der Zähler.

Umgebungsbedingungen

Environmental conditions

Luftdruck: 990 mbar / Prüfraumtemperatur: 21,8 °C bis 22,2 °C

Ergebnis

Result

Die Anforderungen der Eichordnung Anlage 7-1 und der o. g. Bauartzulassung werden erfüllt. Es wurden folgende Messabweichungen festgestellt:

Prüfbelastung	Q_{\min}	0,1 Q_{\max}	0,25 Q_{\max}	0,4 Q_{\max}	0,7 Q_{\max}	Q_{\max}
Durchfluss (m ³ /h)	50 m ³ /h	100 m ³ /h	250 m ³ /h	400 m ³ /h	700 m ³ /h	1000 m ³ /h
Messabweichung (%)	-1,45	+0,73	+0,32	+0,13	-0,08	-0,03
Messunsicherheit (%)	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Eichfehlergrenze (%)	± 2,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0	± 1,0

Messunsicherheit

Uncertainty of measurement

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß dem „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ (DIN V ENV 13005) ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im Falle der Normalverteilung im zugeordneten Werteintervall.

Hinweise

Notes

Die Gültigkeit der Eichung erlischt vorzeitig, wenn eine der in §13 Absatz 1 der Eichordnung beschriebenen Veränderungen eingetreten ist.

Ende der Anlage

End of the addendum



Mess- und Eichwesen Neuland Eichdirektion

Office of Legal Metrology of the state of Neuland (Germany)

**DIE BEI DEN MESSUNGEN VERWENDETEN NORMALE SIND AUF DIE NATIONALEN NORMALE BEI DER PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT RÜCKGEFÜHRT.
THE STANDARDS USED FOR THE MEASUREMENTS ARE TRACEABLE TO THE NATIONAL STANDARDS AT THE PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT.**

Befundprüfschein

Inspection certificate



Nummer <i>Number</i>	003/01
Gegenstand <i>Object</i>	Gaszähler
Identifikation <i>Identification</i>	Fabrik-Nr. 1234567
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Neuding
Antragsteller <i>Applicant</i>	GVU
Anzahl der Seiten der Anlage <i>Number of pages of the addendum</i>	1
Ort und Datum der Befundprüfung <i>Place and date of inspection</i>	Neustadt, 08.01.01

Stempelzeichen
Marking



Befundprüfscheine ohne Unterschrift und Dienstsiegel haben keine Gültigkeit. Dieser Befundprüfschein darf nur unverändert weiterverbreitet werden.

Inspection certificates without signature and official stamp are not valid. This inspection certificate may only be reproduced in unchanged form

Ort und Datum
Place and date

Stempel
Stamp

Im Auftrag
By order

Neustadt, 08.01.02

Expert

Straße

PLZ Ort

Telefon

Telefax



Zusätzliche Angaben zum Gegenstand

Additional comments concerning the object

Balngasgaszähler mit der innerstaatlichen Bauartzulassungs-Nummer 7.122.XX, Größenbezeichnung G 4, angebrachter Hauptstempel des Eichamtes Neustadt, Jahresbezeichnung 98, Zählwerkstand vor Beginn der Prüfung: 12345,2 m³ Zählwerkstand nach Beendigung der Prüfung: 12345,7 m³

Prüfverfahren

Test Procedure

Nach der Überprüfung der äußeren Beschaffenheit wurde der Gaszähler in der Prüfeinrichtung der Eichbehörde nach einem Vorlauf bei 0,2 Q_{\max} von 30 dm³ bei den unten genannten Durchflüssen in aufsteigender Reihenfolge messtechnisch geprüft. Dabei wurde er in Reihenschaltung mit Volumengaszähler-Gebrauchsnormen der Eichbehörde unter Benutzung der Skalenanzeigen verglichen. Maßgeblich für den Zustand der Prüfluft waren dabei die Drücke am Eingangs- und die Temperaturen am Ausgangsstutzen der Zähler. Im Rahmen der inneren Beschaffenheitsprüfung wurde das Zählwerk überprüft / Auf die innere Beschaffenheitsprüfung wurde entsprechend dem Antrag des Antragstellers verzichtet *).

Umgebungsbedingungen

Environmental conditions

Luftdruck: 998 – 1000 mbar / Prüfraumtemperatur: 20,0 °C bis 20,3 °C

Ergebnis

Result

Die Anforderungen bei der Beschaffenheitsprüfung sind - nicht - erfüllt *).

Die Messabweichungen liegen - nicht - innerhalb der Verkehrsfehlergrenzen **).

Prüfbelastung	Q_{\min}	0,2 Q_{\max}	Q_{\max}
Durchfluss (m ³ /h)	0,04 m ³ /h	1,2 m ³ /h	6 m ³ /h
Messabweichung (%) **)	-1,5	+5,3	-0,3
Messunsicherheit (%)	0,4	0,3	0,3
Verkehrsfehlergrenze (%)	+ 6,0	+ 4,0	+ 4,0

Das Zählwerk ist - nicht - in Ordnung *).

Sonstige Feststellungen und Beurteilungen: Starke Geräusche bei Q_{\max} . ***)

Messunsicherheit

Uncertainty of measurement

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß dem „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ (DIN V ENV 13005) ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im Falle der Normalverteilung im zugeordneten Werteintervall.

Hinweise

Notes

Dem Befundprüfschein ist ein Beiblatt mit weiteren gesetzlichen Hinweisen beigelegt.

Ende der Anlage

End of the addendum

*) Nichtzutreffendes streichen

**) Tabellenzeile entfällt bei Einhalten der Verkehrsfehlergrenzen

***) entfällt, wenn keine sonstigen Feststellungen getroffen werden



Mess- und Eichwesen Neuland Eichdirektion

Office of Legal Metrology of the state of Neuland (Germany)

**DIE BEI DEN MESSUNGEN VERWENDETEN NORMALE SIND AUF DIE NATIONALEN NORMALE BEI DER PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT RÜCKGEFÜHRT.
THE STANDARDS USED FOR THE MEASUREMENTS ARE TRACEABLE TO THE NATIONAL STANDARDS AT THE PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT.**

Prüfschein

Inspection certificate



Nummer <i>Number</i>	004/01
Gegenstand <i>Object</i>	Trommelgaszähler
Identifikation <i>Identification</i>	Fabrik-Nr. 1234567
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Neuding
Antragsteller <i>Applicant</i>	GVU
Anzahl der Seiten der Anlage <i>Number of pages of the addendum</i>	1
Ort und Datum der Prüfung <i>Place and date of inspection</i>	Neustadt, 08.01.01

Gültigkeit der Prüfung: 08.01.07

This inspection is valid until

Stempelzeichen

Marking



Prüfscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit. Dieser Prüfschein darf nur unverändert weiterverbreitet werden.

Inspection certificates without signature and stamp are not valid. This inspection certificate may only be reproduced in unchanged form.

Ort und Datum <i>Place and date</i>	Stempel <i>Stamp</i>	Im Auftrag <i>By order</i>
Neustadt, 08.01.02		Expert
Straße	PLZ Ort	Telefon
		Telefax



Zusätzliche Angaben zum Gegenstand

Additional comments concerning the object

Turbinenradgaszähler mit der EWG-Bauartzulassungs-Nr. D01/7.211/XX
der Größe G 650 ohne Schmierungseinrichtung.

Prüfverfahren

Test Procedure

Der Turbinenradgaszähler wurde bei den unten genannten Durchflüssen im Prüfstand der Eichbehörde geprüft. Dabei wurde er in Reihenschaltung mit Volumengaszähler-Gebrauchsnormalen der Eichbehörde unter Benutzung der Impulsgeber am Normal und Prüfling verglichen. Maßgeblich für den Zustand der Prüfluft waren dabei die Drücke am "p_r-Stutzen" und die Temperaturen am Ausgang der Zähler.

Umgebungsbedingungen

Environmental conditions

Luftdruck: 990 mbar / Prüfraumtemperatur: 21,8 °C bis 22,2 °C

Ergebnis

Result

Die Anforderungen der Eichordnung Anlage 7-1 und der o. g. Bauartzulassung werden erfüllt. Es wurden folgende Messabweichungen festgestellt:

Prüfbelastung	Q_{\min}	$0,1 Q_{\max}$	$0,25 Q_{\max}$	$0,4 Q_{\max}$	$0,7 Q_{\max}$	Q_{\max}
Durchfluss (m ³ /h)	50 m ³ /h	100 m ³ /h	250 m ³ /h	400 m ³ /h	700 m ³ /h	1000 m ³ /h
Messabweichung (%)	-1,45	+0,73	+0,32	+0,13	-0,08	-0,03
Messunsicherheit (%)	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Eichfehlergrenze (%)	+ 2,0	+ 1,0	+ 1,0	+ 1,0	+ 1,0	+ 1,0

Messunsicherheit

Uncertainty of measurement

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß dem „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ (DIN V ENV 13005) ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im Falle der Normalverteilung im zugeordneten Werteintervall.

Hinweise

Notes

Die Gültigkeit der Eichung erlischt vorzeitig, wenn eine der in §13 Absatz 1 der Eichordnung beschriebenen Veränderungen eingetreten ist.

Ende der Anlage

End of the addendum

