

DIN EN 12405-3

ICS 91.140.40

Einsprüche bis 2014-02-20

Entwurf

**Gaszähler –
Umwerter –
Teil 3: Flowcomputer;
Deutsche Fassung prEN 12405-3:2013**

Gas meters –
Conversion devices –
Part 3: Flow computer;
German version prEN 12405-3:2013

Compteurs de gaz –
Dispositifs de conversion –
Partie 3: Calculateurs de débit;
Version allemande prEN 12405-3:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-12-20 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nagas@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN, 53058 Bonn, Postfach 14 03 62 (Hausanschrift: Josef-Wirmer-Str. 1 - 3, 53123 Bonn).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 90 Seiten

Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12405-3:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 237 „Gaszähler“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war für die Bearbeitung der Arbeitsausschuss „Gasmessung“ des Normenausschusses Gastechnik (NAGas) zuständig.

Die EN 12405 *Gaszähler — Umwertung* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Volumenumwertung (und dessen Ergänzungen EN 12405-1/A1 und EN 12405-1/+A2, um die Harmonisierung dieser Norm mit der EU-Richtlinie 2004/22/EG über Messgeräte zu erlauben)*
- *Teil 2: Energieumwertung*
- *Teil 3: Flowcomputer*

Bei der Erstellung dieser Europäischen Norm wurde der Inhalt der OIML-Veröffentlichung „Recommendation 140 — measuring systems for gaseous fuel“, berücksichtigt.

Diese Norm legt die Anforderungen und Prüfungen an den Bau, die Leistungsfähigkeit, die Sicherheit und die Konformität von Flowcomputern fest, die zur Erfüllung metrologischer und technischer Anforderungen eines Volumenumwerters mit hoher Genauigkeit verwendet werden. Im Kontext dieser Norm wird bei der Durchführung der Datenverarbeitung zwischen Signalerfassungs-, Messfühler- und Messfunktionen unterschieden.

Es ist vorgesehen, diese Norm in das DVGW-Regelwerk „Gas“ aufzunehmen.

Gaszähler — Umwerter — Teil 3: Flowcomputer

Compteurs de gaz — Dispositifs de conversion — Partie 3 : Calculateurs de débit

Gas meters — Conversion devices — Part 3: Flow computer

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	7
Einleitung.....	8
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Symbole.....	12
3.1 Begriffe	12
3.2 Symbole und Indices	18
3.3 Abkürzungen	19
3.4 Umgebungsklassifizierung von Flowcomputern.....	19
3.4.1 Klimatische Bedingungen.....	19
3.4.2 Mechanische Bedingungen	19
3.4.3 Elektrische und elektromagnetische Bedingungen	19
4 Messprinzip	19
4.1 Allgemeines.....	19
4.2 Korrekturfunktionen	20
4.2.1 Korrektur des Volumens bei Messbedingungen	20
4.2.2 Durchführung der Korrektur der Messabweichungen des Gaszählers	23
4.2.3 Anwendungsgrenzen der Fehlerkorrektur	24
4.2.4 Temperatur- und Druckkorrektur der Abmessungen des Messkörpers von Ultraschall- Gaszählern.....	25
4.2.5 Temperatur- und Druckkorrektur für die Umwertung	25
4.3 Überwachungsfunktionen.....	25
5 Nennbetriebsbedingungen	25
5.1 Vorgegebener Messbereich.....	25
5.1.1 Für den Gasdruck festgelegter Messbereich.....	25
5.1.2 Für die Gastemperatur festgelegter Messbereich.....	25
5.1.3 Gaseigenschaften	26
5.1.4 Basisbedingungen.....	26
5.2 Umgebungsbedingungen	26
5.2.1 Umgebungstemperaturbereich	26
5.2.2 Feuchtebereich	26
5.3 Spannungsversorgung	26
6 Bauanforderungen.....	26
6.1 Allgemeines.....	26
6.2 Plombierung.....	27
6.3 Zeitmessfunktionen	29
6.3.1 Uhr	29
6.3.2 Zeitintervall.....	29
6.4 Gehäuse.....	30
6.5 Anzeigeeinrichtungen	30
6.5.1 Allgemeines.....	30
6.5.2 Elektronische Anzeigeeinrichtung.....	32
6.6 Eingänge für die Volumenumwertung.....	32
6.7 Alarmeinrichtungen im Flowcomputer.....	32
6.7.1 Erkennung fehlerhafter Betriebszustände	32
6.7.2 Behandlung von Volumen während des Installations-/Überprüfungsvorgangs.....	33

6.7.3	Speicherung metrologischer Daten.....	33
6.7.4	Alarmfunktion	33
6.8	Spezielle Überwachungsfunktionen des Flowcomputers.....	33
6.8.1	Zustandsprüfung von Turbinenradzählern (Mechanischer Zähler)	33
6.8.2	Zustandsprüfung von Ultraschall-Gaszählern (Zähler-Integritätsprüfung).....	34
6.8.3	Zustandsprüfung von Gasanalysegeräten	35
6.8.4	Zustandsprüfung von Druck- und Temperatur-Messumformern	36
6.8.5	Prüfung der Zeitüberschreitung (en: timeout check)	36
6.8.6	Selbstüberwachung des Z-Algorithmus	37
6.8.7	Volumenvergleich.....	37
6.8.8	Vergleich der Gasqualität	38
6.9	Abschaltfunktion	39
6.10	Langzeit-Datenspeicher	39
6.10.1	Allgemeines	39
6.10.2	Kategorien der zu speichernden Daten.....	40
6.10.3	Auslöser (en: trigger) und Verfahren zur Speicherung	40
6.10.4	Uhrzeitstempel	41
6.10.5	(Physikalische, elektronische und Software-) Sicherheit	41
6.10.6	Fehlerbehandlung	42
6.10.7	Langzeitdatenspeicherung – Sicherheitsaudit.....	42
7	Einbauanforderungen	43
7.1	Allgemeines	43
7.2	Flowcomputer.....	44
7.3	Temperaturmessumformer.....	44
7.4	Druckmessumformer	44
8	Leistungsanforderungen	44
8.1	Referenzbedingungen.....	44
8.2	Nennbetriebsbedingungen	45
8.3	Maximal zulässige Abweichung.....	45
8.3.1	Allgemeines	45
8.3.2	Messabweichungen der Umwertung	45
8.3.3	Besondere Messabweichungen für einen FC	45
8.4	Bedingungen für die Anpassung der Elemente eines FC	46
8.5	Einflussfaktoren	46
8.6	Störungen.....	47
8.7	Beständigkeit	47
8.8	Wiederholbarkeit	47
8.9	Zuverlässigkeit	47
8.10	Justierung und Kalibrierung der Messumformer.....	47
9	Konformitätsprüfungen	48
9.1	Verifizierung der Bauanforderungen	48
9.2	Verifizierung der Leistungsanforderungen.....	48
9.2.1	Prüfbedingungen	48
9.2.2	Muster für die Prüfung von Flowcomputern.....	50
10	Kennzeichnung.....	51
11	Einbau- und Betriebsvorschriften	52
Anhang A (normativ)	Bauartprüfung	53
A.1	Allgemeine Bedingungen	53
A.1.1	Allgemeines	53
A.1.2	Zusätzliche spezielle Bedingungen für FC	53
A.1.3	Prüfverfahren	54
A.1.4	Verifizierung der Bauanforderungen	55
A.2	Genauigkeitsprüfungen bei Referenzbedingungen	55
A.2.1	Ziel.....	55
A.2.2	Referenzdokumente	55
A.2.3	Durchführung.....	56

A.2.4	Abnahmekriterien	56
A.3	Einfluss der Umgebungstemperatur.....	56
A.3.1	Ziel	56
A.3.2	Referenzdokumente	56
A.3.3	Durchführung	56
A.3.4	Abnahmekriterien	56
A.4	Einfluss von feuchter Wärme, Dauerzustandsprüfung	56
A.4.1	Ziel	56
A.4.2	Referenzdokumente	56
A.4.3	Durchführung	57
A.4.4	Abnahmebedingungen	57
A.5	Einfluss von feuchter Wärme, zyklische Prüfung	57
A.5.1	Ziel	57
A.5.2	Referenzdokumente	57
A.5.3	Durchführung	57
A.5.4	Abnahmebedingungen	58
A.6	Änderung der Versorgungsspannung	58
A.6.1	Ziel	58
A.6.2	Referenzdokumente	58
A.6.3	Durchführung	58
A.6.4	Abnahmekriterien	58
A.7	Kurzzeitige Verringerung der Versorgungsspannung	59
A.7.1	Ziel	59
A.7.2	Referenzdokumente	59
A.7.3	Durchführung	59
A.7.4	Abnahmekriterien	59
A.8	Elektrische Störgrößen/Bursts	59
A.8.1	Ziel	59
A.8.2	Referenzdokumente	59
A.8.3	Durchführung	59
A.8.4	Abnahmekriterien	59
A.9	Elektromagnetische Störempfindlichkeit	60
A.9.1	Ziel	60
A.9.2	Referenzdokumente	60
A.9.3	Durchführung	60
A.9.4	Abnahmekriterien	60
A.10	Elektrostatische Entladungen	60
A.10.1	Ziel	60
A.10.2	Referenzdokumente	60
A.10.3	Durchführung	60
A.10.4	Abnahmekriterien	61
A.11	Drucküberlastung (nur für Druckmessumformer)	61
A.11.1	Ziel	61
A.11.2	Referenzdokumente	61
A.11.3	Durchführung	61
A.11.4	Abnahmekriterien	61
A.12	Einfluss von Schwingungen	61
A.12.1	Ziel	61
A.12.2	Referenzdokumente	61
A.12.3	Durchführung	62
A.12.4	Abnahmekriterien	62
A.13	Einwirkung von Stößen	62
A.13.1	Ziel	62
A.13.2	Referenzdokumente	62
A.13.3	Durchführung	62
A.13.4	Abnahmekriterien	62
A.14	Drucküberlastung (mechanisch) (nur für Druckmessumformer)	62
A.14.1	Ziel	62
A.14.2	Referenzdokumente	63

A.14.3	Durchführung.....	63
A.14.4	Abnahmekriterien	63
A.15	Beständigkeit	63
A.15.1	Ziel.....	63
A.15.2	Referenzdokumente	63
A.15.3	Durchführung.....	63
A.15.4	Abnahmekriterien	64
A.16	Alarmfunktion	64
A.16.1	Ziel.....	64
A.16.2	Referenzdokumente	64
A.16.3	Durchführung.....	64
A.16.4	Abnahmekriterien	64
A.17	Wiederholbarkeit	64
A.17.1	Ziel.....	64
A.17.2	Referenznormen	64
A.17.3	Durchführung.....	64
A.17.4	Abnahmekriterien	65
A.18	Kurzzeitige Gleichstromschwankungen	65
A.18.1	Ziel.....	65
A.18.2	Referenznormen	65
A.18.3	Durchführung.....	65
A.18.4	Abnahmekriterien	65
A.19	Überspannungen in Versorgungsleitungen und/oder Signalleitungen.....	65
A.19.1	Ziel.....	65
A.19.2	Referenznormen	65
A.19.3	Durchführung.....	65
A.19.4	Abnahmebedingungen.....	66
A.20	Netzfrequenz-Magnetfeld.....	66
A.20.1	Ziel.....	66
A.20.2	Referenznormen	66
A.20.3	Durchführung.....	66
A.20.4	Abnahmebedingungen.....	66
Anhang B (normativ)	Druckmessumformer.....	67
B.1	Anwendungsbereich	67
B.2	Nennbetriebsbedingungen	67
B.2.1	Für den Druck festgelegter Messbereich.....	67
B.2.2	Umgebungsklassifizierung.....	67
B.2.3	Spannungsversorgung	67
B.3	Bauanforderungen	67
B.3.1	Allgemeines	67
B.3.2	Gehäuse	67
B.3.3	Anzeigeeinrichtungen.....	68
B.4	Leistungsanforderungen	68
B.4.1	Referenzbedingungen.....	68
B.4.2	Nennbetriebsbedingungen	68
B.4.3	Höchste zulässige Messabweichungen	68
B.4.4	Einflussfaktoren	68
B.4.5	Störungen.....	68
B.4.6	Beständigkeit	69
B.5	Konformitätsprüfungen	69
B.5.1	Prüfbedingungen	69
B.5.2	Prüfungen.....	69
B.5.3	Für die Prüfung erforderliches Druckmessumformer-Muster	69
B.6	Kennzeichnung.....	69
Anhang C (normativ)	Temperaturmessumformer	70
C.1	Anwendungsbereich	70
C.2	Nennbetriebsbedingungen	70
C.2.1	Für die Temperatur festgelegter Messbereich	70

C.2.2	Umgebungsklassifizierung	70
C.2.3	Spannungsversorgung	70
C.3	Bauanforderungen	70
C.3.1	Allgemeines	70
C.3.2	Gehäuse	70
C.3.3	Anzeigeeinrichtungen	70
C.4	Leistungsanforderungen	71
C.4.1	Referenzbedingungen	71
C.4.2	Nennbetriebsbedingungen	71
C.4.3	Höchste zulässige Messabweichungen	71
C.4.4	Einflussfaktoren	71
C.4.5	Störungen	71
C.4.6	Beständigkeit	71
C.5	Konformitätsprüfungen	72
C.5.1	Prüfbedingungen	72
C.5.2	Prüfungen	72
C.5.3	Für die Prüfung erforderliche Temperaturmessumformer-Muster	72
C.6	Kennzeichnung	72
Anhang D (normativ) Anforderungen und Prüfung der Korrekturfunktion der Messabweichung		
	des Zählers	73
D.1	Allgemeines	73
D.2	Verifizierung der Ermittlung der Volumendurchflussrate	73
D.3	Verifizierung des Verfahrens zur Berechnung der Gasdichte	74
D.4	Verifizierung der Verfahren zur Berechnung der Gasviskosität	74
D.5	Verifizierung des Übergangs der Fehlerkurve von $e(Q_i)$ zu $e(Re_i)$	74
D.6	Verifizierung der Interpolation oder Approximation der Fehlerfunktion $e(Q)$ oder $e(Re)$	75
D.7	Verifizierung der Ermittlung des Korrekturfaktors $F(Q)$ oder $F(Re)$, der korrigierten Durchflussrate und des korrigierten Volumens	75
D.8	Verifizierung der Aktivierung und Deaktivierung der Fehlerkorrekturberechnungen an den Anwendungsgrenzen	75
D.8.1	Mit einer Fehlerkorrektur auf der Grundlage der Kalibrierung der Durchflussrate Q	75
D.8.2	Mit einer Fehlerkorrektur auf der Grundlage der Kalibrierung von Re	76
Anhang E (informativ) Anwendungsbereich der Fehlerkorrektur des Zählers mit den Funktionen:		
	$e(Q)$ oder $e(Re)$	77
E.1	Allgemeines	77
E.2	Turbinenradzähler, die bei nahezu konstantem P_{Op} arbeiten	78
E.3	Turbinenradzähler, die bei variablem P_{Op} arbeiten, der von P_{test} verschieden ist	80
E.4	Korrektur mit $e(Re)$ bei Ultraschall-Gaszählern	87
	Literaturhinweise	88

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12405-3:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 237 „Gaszähler“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

EN 12405 besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Volumenumwertung (und ihre Änderungen EN 12405/A1 sowie EN 12405-1/prA2 zur Harmonisierung der Norm mit der EG-Messgeräte-Richtlinie 2004/22/EG)*
- *Teil 2: Energieumwertung*
- *Teil 3: Flowcomputer (diese Europäische Norm)*

Bei der Erstellung dieser Europäischen Norm wurde der Inhalt der OIML-Publikation „Recommendation 140 — Messsysteme für gasförmige Brennstoffe“ berücksichtigt.

Einleitung

In Abhängigkeit vom vorgesehenen Verwendungszweck ist es möglich, dass ein Volumen-Umwerter mit hoher Genauigkeit benötigt wird. Teil 3 der EN 12405 wurde erarbeitet, um bezüglich der Genauigkeit und der damit verbundenen Funktionen strenge Anforderungen zu erfüllen.

Für die Anwendung dieser Norm werden Funktionen beschrieben, obwohl diese Funktionen physisch in anderen Bauteilen angeordnet sein können (z. B. eine in der Messeinrichtung selbst oder im Rechner programmierte Kalibrierkurve).

ANMERKUNG Wenn die Einrichtung zur Bestimmung des Realgasfaktors physisch nicht lokal angeschlossen ist, sind dokumentierte Vorkehrungen festzulegen, um sicherzustellen, dass es durch die Datenübertragung nicht zu einem Verlust an Präzision kommt.

Zur Durchführung der Datenverarbeitung werden die folgenden drei Hauptkategorien von Funktionen beschrieben:

- Messfühler-Signalerfassungsfunktionen: Verarbeitung von Signalen einer physikalischen Größe durch Messfühler und Messumformer in Messwerte;
- Messfühlerfunktionen: Umwandlung von Messgrößen in korrekte Messwerte, meist auf der Grundlage von Kalibrierergebnissen und Filtervorgängen;
- Messfunktionen: Berechnung abgeleiteter Werte wie z. B. Volumen, Brennwert, Realgasfaktor usw. auf der Grundlage internationaler Normen und Gleichungen sowie Umsetzung der Kontrolle und Überwachung zum Zwecke einer hohen Genauigkeit und um Ersatzwerte zu erhalten.

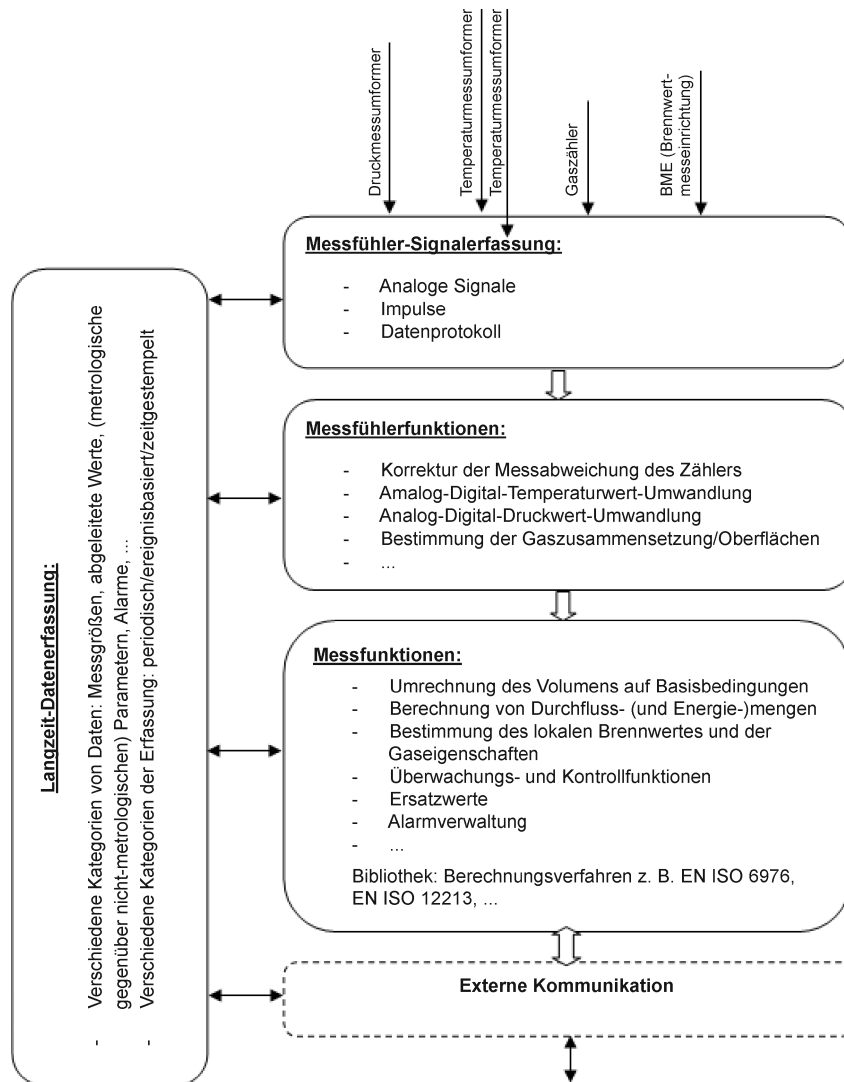


Bild 1 — Beschreibung der Funktionsweisen des Flowcomputers

Modularer und gesamtheitlicher Ansatz

Beim modularen Ansatz ist der Flowcomputer eine Baugruppe, die aus gesonderten miteinander verbundenen Messinstrumenten und einem Rechner besteht, die getrennt voneinander verifiziert werden. Jedes Messinstrument wird entsprechend seines Prüfverfahrens verifiziert, indem die am Rechner oder am damit verbundenen Messinstrument selbst vorhandene Anzeige genutzt wird. Im letztgenannten Fall muss die Anzeige der Anzeige desjenigen Messinstrumentes entsprechen, welches die Volumenumwertung direkt vornimmt. Die Verifizierung der Funktionen umfasst die Verifizierung der Berechnung für jede charakteristische Gasmenge und/oder die Verifizierung der Berechnung der Volumenumwertung.

Die verbundenen Messinstrumente werden für oder mit einer Bauart von Flowcomputern validiert, um die Kompatibilität der Verbindung sicherzustellen.

Die Brennwert-Messeinrichtung (BME) wird in EN 12405-2 behandelt.

Beim gesamtheitlichen Ansatz wird der Flowcomputer als Ganzes geprüft, das den Rechner und die verbundenen Messinstrumente und Funktionen umfasst.

Die Prüfverfahren sind in Anhang A angegeben.

1 Anwendungsbereich

Teil 3 dieser Norm legt die Anforderungen und Prüfungen an den Bau, die Leistungsfähigkeit, die Sicherheit und die Konformität von Flowcomputern fest, die zur Erfüllung metrologischer und technischer Anforderungen eines Volumenumwerter mit hoher Genauigkeit verwendet werden.

Sie werden zur Bestimmung des Volumens von Brenngasen einschließlich der Brenngase der ersten und zweiten Familie nach EN 437 verwendet.

Für die Anwendung dieser Norm werden ausschließlich Flowcomputer betrachtet, die für den Betrieb mit Ultraschallzählern nach ISO 17089-1 oder Turbinenradgaszählern nach EN 12261 vorgesehen sind.

Für die Anwendung dieser Norm werden für Flowcomputer (FC) ausschließlich die Klassifizierungsklassen E2 und M1 berücksichtigt.

Die Flowcomputer müssen mit externen gesonderten Messumformern für Druck und Temperatur ausgestattet sein, die separat genehmigt werden dürfen.

Die Festlegungen hinsichtlich der Druck- und Temperatur-Messumformer sind in Anhang B und C enthalten.

Die Anforderungen und Prüfungen für den Energierechner sind in EN 12405-2 angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 437, *Prüfgase — Prüfdrücke — Gerätekategorien*

EN 1776, *Gasversorgung — Erdgasmessanlagen — Funktionale Anforderungen*

EN 12261, *Gaszähler — Turbinenradgaszähler*

EN 12405-2, *Gaszähler — Umwerter — Teil 2: Energieumwertung*

EN 55011, *Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte — Funkstörungen — Grenzwerte und Messverfahren (CISPR 11:1997, modifiziert)*

EN 60068-2-1, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-1: Prüfverfahren — Prüfung A: Kälte (IEC 60068-2-1:1990)*

EN 60068-2-2, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-2: Prüfverfahren — Prüfung B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 60068-2-2A:1976)*

EN 60068-2-30, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-30: Prüfverfahren — Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden) (IEC 60068-2-30:1980 + A1:1985)*

EN 60068-2-31, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-31: Prüfverfahren — Prüfung Ec: Schocks durch raue Handhabung, vornehmlich für Geräte (IEC 60068-2-31:1969 + A1:1982)*

EN 60068-2-64, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-64: Prüfverfahren — Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden*

EN 60068-2-78, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-78: Prüfverfahren — Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant (IEC 60068-2-78:2001)*

EN 60079-0, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 0: Betriebsmittel — Allgemeine Anforderungen (IEC 60079-0:2004)*

EN 60079-7, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit "e" (IEC 60079-7:2001)*

EN 60079-11, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit "i"* (IEC 60079-11:2006)

EN 60079-25, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 25: Eigensichere Systeme* (IEC 60079-25:2003)

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

EN 60730-1:2000, *Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen* (IEC 60730-1:1999, modifiziert)

EN 60947-5-6:2000, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-6: Steuergeräte und Schaltelemente; Gleichstrom-Schnittstelle für Näherungssensoren und Schaltverstärker (NAMUR)*

EN 60950-1, *Einrichtungen der Informationstechnik — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen* (IEC 60950-1:2001, modifiziert)

EN 61000-4-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität* (IEC 61000-4-2:1995)

EN 61000-4-3, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder* (IEC 61000-4-3:2002)

EN 61000-4-4, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst* (IEC 61000-4-4:2004)

EN 61000-4-5, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen* (IEC 61000-4-5:2005)

EN 61000-4-6, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren — Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder* (IEC 61000-4-6:1996)

EN 61000-4-8, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen* (IEC 61000-4-8:1993 + A1:2001)

EN 61000-4-11, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren — Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen* (IEC 61000-4-11:2004)

EN 61000-4-29, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-29: Prüf- und Messverfahren; Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen an Gleichstrom-Netzeingängen* (IEC 61000-4-29:2000)

EN 61520, IEC 61520

EN 62054-21, *Wechselstrom-Elektrizitätszähler — Tarif- und Laststeuerung — Teil 21: Besondere Anforderungen an Schaltuhren*

EN ISO 12213-2, *Erdgas — Berechnung von Realgasfaktoren — Teil 2: Berechnungen basierend auf einer molaren Gasanalyse als Eingangsgröße* (ISO 12213-2)

EN ISO 12213-3, *Erdgas — Berechnung von Realgasfaktoren — Teil 3: Berechnungen basierend auf physikalischen Stoffeigenschaften als Eingangsgrößen* (ISO 12213-3)

EN ISO 13443, *Erdgas — Standardbezugsbedingungen* (ISO 13443)

EN ISO 6976, *Erdgas — Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung* (ISO 6976)

ISO 15970, *Natural gas — Measurement of properties — Volumetric properties: density, pressure, temperature and compression factor*

EN ISO 17089-1, *Durchflussmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen — Ultraschallzähler für Gas — Teil 1: Zähler für den eichpflichtigen Verkehr und Verrechnungsmessungen* (ISO 17089-1)

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

absoluter Druck

Druckwert des Gases, bezogen auf Vakuum

3.1.2

verbundenes Messinstrument

Instrument für die Messung bestimmter Größen, die charakteristisch für das Gas sind (Temperatur, Druck, Brennwert, usw.), dessen Anzeigen vom Rechner verwendet werden, um Korrekturen und/oder Umwertungen vorzunehmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm im Zusammenhang mit E-Us in modularer Bauweise werden V-U und BME als verbundene Messgeräte betrachtet.

3.1.3

Basisbedingungen

festgelegte Bedingungen, die verwendet werden, um das Gasvolumen unabhängig von den Messbedingungen und dem oberen Brennwert anzugeben

Die Druckbezugsgröße ist sowohl für Volumenmessung als auch die Verbrennung immer 101,325 kPa. Die Temperatur ist anzugeben.

BEISPIEL Temperatur von 273,15 K und absoluter Druck von 1,013 25 bar oder Temperatur von 288,15 K und absoluter Druck von 1,013 25 bar.

3.1.4

Rechner

elektronisches Gerät, das die Ausgangssignale von Mess- und Datensystemen empfängt (angeschlossener Gaszähler, Messumformer) und sie verarbeitet

3.1.5

Messgerät zur Bestimmung des Brennwertes

BME

verbundenes Messinstrument zur Ermittlung des Brennwertes des Gases

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm wird das BME aufgrund der Anforderung, dass für Überprüfungen und Berechnungen die Gaszusammensetzung verwendet werden muss, als Gas-Chromatograph (GC) beschrieben.

3.1.6

Realgasfaktor

Kenngroße, welche die Abweichung von idealem Gas angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Berechnung des Realgasfaktors ist nach ISO 12213, Teil 2 oder 3, durchzuführen.

3.1.7

Zustandszahl

die Zustandszahl entspricht dem Verhältnis des Volumens bei Basisbedingungen zum korrigierten Volumen oder, falls keine Fehlerkorrektur des Gaszählers erfolgt, dem Verhältnis des Volumens bei Basisbedingungen zum Volumen bei Messbedingungen

3.1.8

konventioneller wahrer Wert

einer bestimmten Größe zugeordneter Wert, für den, mitunter durch Konvention, eine für einen bestimmten Zweck geeignete Messunsicherheit im Voraus akzeptiert wird

3.1.9

korrigiertes Volumen

Volumen bei Messbedingungen, das entsprechend der Fehlerkurve des Gaszählers korrigiert wurde

3.1.10

Korrektur

algebraisch zum unkorrigierten Messergebnis addierter Wert zum Ausgleich der systematischen Messabweichung

3.1.11

Korrekturfaktor

Zahlenfaktor, mit dem das unkorrigierte Messergebnis zur Korrektur der Fehlerkurve des Gaszählers multipliziert wird

3.1.12

Display

Element oder Gruppe von Elementen der Anzeigeeinrichtung, mit der die Messergebnisse und gespeicherten Werte angezeigt werden

3.1.13

Störgröße

Einflussgröße, deren Wert innerhalb der festgelegten Grenzwerte, jedoch außerhalb der festgelegten Nennbetriebsbedingungen des Messgerätes liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Einflussgröße gilt als Störgröße, wenn die Nennbetriebsbedingungen für diese Einflussgröße nicht festgelegt sind.

3.1.14

Beständigkeit

Fähigkeit eines Gerätes, seine Leistungsmerkmale über eine bestimmte Betriebsdauer aufrechtzuerhalten

3.1.15

Energieumwerter

E-U

Gerät, das Energie berechnet, integriert und anzeigt, unter Verwendung des Volumens bei Basisbedingungen und des Brennwertes oder der Gaszusammensetzung

3.1.16

Umgebungs-klasse

Klasse, die sich auf klimatische (Umgebungstemperatur, Feuchte), mechanische und elektromagnetische Bedingungen bezieht

3.1.17

Messabweichung der Umwertung

Unterschied zwischen der vom Umwerter angezeigten Zustandszahl C und dem konventionellen wahren Wert der Zustandszahl C_{CV} , angegeben als prozentualer Anteil des konventionellen wahren Wertes der Zustandszahl

3.1.18

Anzeige-fehler

Anzeige eines Messgerätes abzüglich des (konventionellen) wahren Werts der zugehörigen Eingangsgröße

3.1.19

Gasvolumen-Umwerter

V-U

Gerät, das von einem Gaszähler gemessene Volumeninkremente so berechnet, integriert und anzeigt, als würde der Gaszähler bei Basisbedingungen betrieben, wobei als Eingangswerte das bei Messbedingungen vom Gaszähler gemessene Volumen und weitere Parameter wie Gastemperatur und Gasdruck verwendet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Umwerter kann außerdem die Fehlerkurve des Gaszählers und der angeschlossenen Messumformer kompensieren.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Abweichungen vom Gesetz des idealen Gases können durch den Realgasfaktor kompensiert werden.

3.1.20

Atmosphärenüberdruck

Wert des Gasdrucks bezogen auf den Umgebungsluftdruck

3.1.21

gesamtheitlicher Ansatz

Ansatz, durch den die Funktionen des Energieumwerts (E-U) mit einem vollständig eingebundenen Gerätesatz überprüft und freigegeben werden, einschließlich der Energieberechnung, den verbundenen Messinstrumenten und anderer Funktionen

3.1.22

HF-Impulsgeber

Hochfrequenz-Impulsgeber nach EN 60947-5-6

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn der Zähler über einen hochfrequenten Impulsausgang verfügt, liegt das Hochfrequenz-Signal bei $Q_{\max}$ im Bereich von 0,3 kHz bis 5 kHz.

3.1.23

Anzeigeeinrichtung

Teil eines Messgerätes, der die Anzeige ausgibt (alphanumerische Zeichenfolge)

3.1.24

Einflussfaktor

Einflussgröße, deren Wert innerhalb der festgelegten Nennbetriebsbedingungen des Messgerätes liegt

3.1.25

Einflussgröße

Größe, die nicht Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst (z. B. Umgebungstemperatur)

3.1.26

NF-Impulsgeber

Niedrigfrequenz-Impulsgeber nach EN 60947-5-6 oder Reed-Kontakt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn der Zähler über einen niederfrequenten Impulsausgang verfügt, beträgt das Niedrigfrequenz-Signal bei $Q_{\max}$ höchstens 2 Hz.

3.1.27

maximal zulässiger Betriebsdruck

MOP

höchster Druck, bei dem ein System bei Normalbedingungen im Dauerbetrieb laufen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Normalbedingungen sind: keinerlei Störung der Geräte bzw. des Stroms.

3.1.28

maximal zulässige Abweichung

Höchstwert der **Messwertabweichung**, in Bezug auf eine bekannte **Referenzmenge**, zugelassen durch Spezifikationen oder Vorschriften für eine bestimmte **Messung, ein Messgerät oder ein Messsystem**

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise werden die beiden Höchstwerte zusammengefasst und als „maximal zulässige Abweichung“ oder „Abweichungsgrenze“ bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Toleranz“ sollte nicht verwendet werden, um damit eine „maximal zulässige Abweichung“ zu benennen.

3.1.29

Messgröße

bestimmte Größe, die Gegenstand einer Messung ist

3.1.30

Messbedingungen

Gaszustand, dessen Volumen am Messpunkt gemessen wird (z. B. Temperatur und Druck des Gases)

3.1.31

Messintervall

Zeitintervall, in dem der Gasverbrauch durch den Zähler ermittelt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu jedem Messintervall gehört ein Einzelwert.

3.1.32

Mess- oder Arbeitsbereich

Bereich aller Werte einer Messgröße, bei dem davon ausgegangen wird, dass die Messgeräteabweichungen innerhalb festgelegter Grenzen bleiben. Die URL (obere Messbereichsgrenze, en: upper range limit) stellt die Messunsicherheit des Geräts ein. Sie darf als vollständiger Bereich verstanden werden

3.1.33

modularer Ansatz

die verbundenen Messinstrumente (V-U und BME) und ein Energierechner (E-R) des Energieumwerter (E-U) werden getrennt überprüft und freigegeben. Die Bedingungen für die Abstimmung der verbundenen Messinstrumente sind entsprechend zu verifizieren

3.1.34

Überlast-Druck

Höchstdruck, dem der Messumformer ausgesetzt werden darf, ohne dass eine dauerhafte Veränderung seiner metrologischen Eigenschaften eintritt. Der Überlast-Druck wird in Übereinstimmung mit dem höchsten zulässigen Druck eingestellt

3.1.35

Präzision

Ausmaß der Übereinstimmung der erhaltenen Anzeigewerte von wiederholten Messungen mit gleichen oder gleichwertigen Gegenständen unter festgelegten Bedingungen

3.1.36

Nenneinsatzbedingungen

Werte für die Messung und die Einflussgrößen, welche die üblichen Arbeitsbedingungen eines Instruments darstellen

3.1.37

Referenzbedingungen

Reihe von Bezugswerten oder Bezugsbereichen von vorgeschriebenen Einflussfaktoren für die Prüfung der Leistungseigenschaften eines Messsystems oder eines Geräts oder für den Vergleich von Messergebnissen untereinander

3.1.38

Wiederholpräzision

Messpräzision bei einer Reihe wiederholbarer Messbedingungen

3.1.39

Reynolds-Zahl

Re

dimensionslose Kennzahl, die das Verhältnis zwischen Trägheits- und Zähigkeitskräften angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Reynolds-Zahl wird für das Rohr anströmseitig des Gaszählers angegeben.

$$Re_D = \frac{V_1 D}{\nu_1} = \frac{4q_m}{\pi \mu_1 D}$$

3.1.40

gesicherte Datenübertragung

Informationsaustausch, physikalisch oder nicht-physikalisch, zwischen Einheiten eines Messsystems, der sicherstellt, dass Informationen, die von einer Einheit zu einer anderen übertragen werden, nicht durch den Benutzer, äußere Einflüsse oder durch Fehler des Systems manipuliert werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Das wird durch Aufbringung von Versiegelung/Plomben und/oder Kontrolleinrichtungen sichergestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: WELMEC Leitfaden 7.2 bietet eine Anleitung zur Anwendung der MID auf Messinstrumente, die mit Software ausgerüstet sind.

3.1.41

Messfühler

Element eines Messsystems, auf das eine Erscheinung, ein Körper oder ein Stoff, die/der eine zu messende Größe beinhaltet, unmittelbar einwirkt

3.1.42

Signal

Nachricht, die in Form von Daten oder Informationen dargestellt wird, und die es ermöglicht, die Daten oder Informationen von einem Gerät zu einem anderen zu übertragen. Ein Signal kann viele Formen, allgemein als analog oder digital klassifiziert, annehmen

Beispiele sind in Tabelle 1 angegeben

Tabelle 1 — Elektronische Schnittstellenbeschreibung

Messgröße Darstellung als:	Beispiel	Übertragung zwischen den Geräten	Umwandlung
Proportionale Menge, analoge Signale Analoger Wert	Spannung Stromstärke Frequenz	Analog	A/D-Umwandlung
Proportionale Menge, digitale Signale Impulse	NAMUR-Sensor Reed-Kontakt	Digital	Auszählung
Verschlüsselt (Binär) Datenprotokoll	HART-Protokoll Modbus-Protokoll	verschlüsselt (z. B. digital)	Entschlüsselung

3.1.43

oberer Brennwert

Bruttobrennwert

Wärmemenge, die bei einer vollkommenen Verbrennung einer vorgegebenen Gasmenge in Luft so freigesetzt wird, dass der Druck, bei dem die Reaktion stattfindet, konstant bleibt, und alle Verbrennungsprodukte zu der gleichen vorgegebenen Temperatur der Reaktionsmittel zurückgeführt werden, wobei sich alle diese Produkte durch die Verbrennung im gasförmigen Zustand befinden, ausgenommen durch Verbrennung erzeugtes Wasser, das zu seinem flüssigen Zustand bei dieser vorgegebenen Temperatur kondensiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: In den folgenden Teilen dieser Norm wird der Begriff Brennwert (BRW) als der obere Brennwert angewendet. In den Gleichungen wird das Symbol H_S angewendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Berechnung des Brennwertes ist nach EN ISO 6976 durchzuführen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Kondensations- und Verbrennungswärme hängen direkt von der Temperatur und dem Druck ab; folglich wird die Energie bei Basisbedingungen betrachtet. Die Temperatur, auf die die Verbrennungsprodukte zurückgeführt werden, braucht nicht unbedingt denselben Wert aufzuweisen, bei dem die Volumenumwertung berechnet wird. Die für Messungen und Berechnungen anzuwendenden Standardbasisbedingungen für die Temperatur, den Druck und die Feuchte (Sättigungszustand), die bei Erdgas, Ersatz-Erdgas und ähnlichen Fluiden im gasförmigen Zustand durchgeführt werden, müssen EN ISO 13343 entsprechen.

3.1.44

Zeitintervall

Intervall, in die Messung der Gasmengen erfolgt

3.1.45

Messumformer

für Messungen verwendeter Umformer, der die Ausgangsgröße entsprechend einer festen Beziehung zu einer Eingangsgröße zur Verfügung stellt

3.1.46

Messunsicherheit

dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die sinnvoll der Messgröße zugeordnet werden können

3.1.47

Volumen

Volumen, bei dem nicht festgelegt ist, ob es sich um ein korrigiertes oder unkorrigiertes Volumen bei Messbedingungen handelt

3.2 Symbole und Indices

Die in dieser Europäischen Norm verwendeten Symbole und Indizes sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 — Symbole

Symbole	Dargestellte Messgröße	Einheit
V	Volumen	m ³
C	Zustandszahl	–
C_f	Korrekturfaktor	–
Q	Volumendurchfluss	m ³ /h
$F(Q)$	Korrekturfunktionen für den Durchfluss	–
$F(Re)$	Korrekturfunktion für die Reynolds-Zahl	
P_{op}	tatsächlicher Betriebsdruck des Zählers in der Leitung	
P_{test}	Kalibrierdruck des Durchflussmessers im Labor, der im Kalibrierschein festgelegt ist	
Q_1	im Kalibrierschein festgelegte Mindestdurchflussrate bei P_{test} (für einen oder zwei P_{test})	
Q_n	im Kalibrierschein festgelegte maximale Durchflussrate bei P_{test} (für einen oder zwei P_{test})	
Q_{min}	vom Hersteller festgelegte Mindestdurchflussrate des Zählers	
Q_{max}	vom Hersteller festgelegte maximale Durchflussrate des Zählers	
Re_1	kleinste für Q_1 erhaltene Reynolds-Zahl bei P_{test}	
Re_n	kleinste für Q_n erhaltene Reynolds-Zahl bei P_{test}	
Re_{op}	bei Betriebsbedingungen berechnete Reynolds-Zahl	
p	Absolutdruck bei Messbedingungen	bar oder MPa
T	Absoluttemperatur bei Messbedingungen	K
Z	Realgasfaktor bei Messbedingungen	–
U_{nom}	Nennversorgungsspannung	V
f_{nom}	Nennversorgungsfrequenz	Hz
e	Messabweichung	%
e_c	Gesamtabweichung der Zustandszahl	%
e_f	Abweichung bei der Berechnung der Zustandszahl	%
e_p	Abweichung bei der Druckmessung	%
e_t	Abweichung bei der Temperaturmessung	%
Indizes		
m	Messbedingungen	
i	Prüfpunkt (einer Kalibrierbank)	
c	korrigiert	
am	Umgebungs-	
b	Basisbedingungen	
CT	konventioneller wahrer Wert	
min	Minimum	
max	Maximum	
t	Zeitintervall	

3.3 Abkürzungen

CV	Brennwert (en: calorific value)
BME	Brennwertmesseinrichtung (en: calorific value determination device)
GC	Gaschromatograph (en: gas chromatograph)
FC	Flowcomputer (en: flow computer)
GTM	Turbinenradgaszähler (en: gas turbine meter)
MPE	maximal zulässige Abweichung (en: maximum permissible error)
USM	Ultraschallzähler (en: ultra sonic meter)
V-U	Volumen-Umwerter (en: volume conversion device)

3.4 Umgebungsklassifizierung von Flowcomputern

3.4.1 Klimatische Bedingungen

Die klimatischen Bedingungen hängen von der Temperatur und der Feuchte ab. Angemessene Bereiche sind in 5.2 festgelegt.

3.4.2 Mechanische Bedingungen

Klasse M1: Diese Klasse gilt für Geräte, die an Einsatzorten verwendet werden, an denen unbedeutende Schwingungen und Erschütterungen auftreten können, z. B. an leichten Stützkonstruktionen angebrachte Geräte, die geringfügigen, von örtlichen Spreng- oder Ramm-Arbeiten, zuschlagenden Türen usw. ausgehenden Schwingungen und Erschütterungen ausgesetzt sind.

3.4.3 Elektrische und elektromagnetische Bedingungen

Klasse E2: Diese Klasse gilt für Geräte, die an Einsatzorten verwendet werden, an denen elektromagnetische Störungen wie in Industriegebäuden auftreten können.

4 Messprinzip

4.1 Allgemeines

Die von einem FC durchgeführte Volumen-Umwertung ist immer eine Funktion des Drucks, der Temperatur und der Abweichung vom Gesetz des idealen Gases auf der Grundlage einer direkten Berechnung anhand des Drucks, der Temperatur und der Gaszusammensetzung.

Die Informationen hinsichtlich Volumen und Durchfluss können aus Quellen unterschiedlicher Arten von Technologien stammen (HF-Signalgeber, serielle Kommunikationsverbindung usw.). Die Informationsquelle ist vom Hersteller anzugeben.

Die Gaseigenschaften sind nach einer Europäischen oder Internationalen Norm zu berechnen.

Für die Berechnung gelten folgende allgemeine Grundsätze:

$$V_m = \sum_{i=t_1}^{t_n} V_{mi}$$

Dabei ist

V_m das hochgerechnete Volumen bei Messbedingungen;

V_{mi} der Volumenzuwachs bei Messbedingungen;

t der Summierungszeitraum (Zeitintervall).

$$V_c = \sum_{i=t_1}^{t_n} [C_f \cdot V_{mi}]$$

Dabei ist

V_c das hochgerechnete korrigierte Volumen bei Messbedingungen;

C_f der Korrekturfaktor entsprechend der Durchflussrate oder der Reynolds-Zahl.

$$V_b = \sum_{i=t_1}^{t_n} [C \cdot V_{ci}]$$

Dabei ist

V_b das hochgerechnete Volumen bei Basisbedingungen;

C die Zustandszahl, gegeben durch folgende Beziehung:

$$C = \frac{p}{p_b} \cdot \frac{T_b}{T} \cdot \frac{Z_b}{Z}$$

Bezüglich der Energiebestimmung, siehe EN 12405-2.

Um ein Gerät mit hoher Genauigkeit zu erhalten, verfügt das Gerät über eine Anzahl von Korrektur- und Überwachungsfunktionen.

Die Zustandszahl ist in zeitlichen Abständen von nicht mehr als 30 s erneut zu berechnen. Der FC sollte in der Lage sein, in zeitlichen Abständen von nicht mehr als 5 s Stichproben von Eingangsmessungen (P , T) zu entnehmen.

4.2 Korrekturfunktionen

4.2.1 Korrektur des Volumens bei Messbedingungen

4.2.1.1 Allgemeine Bedingungen

Die Korrektur von Messabweichungen des Zählers ist mithilfe von Geräten durchzuführen, die Signale empfangen (Volumen-Umwerter, FC usw.) und muss sich auf die angezeigten Volumendurchflussraten oder Volumenzuwächse beziehen.

Der FC muss über eine Fehlerkorrekturfunktion verfügen. Die Anwendung der Funktion zur Korrektur der Messabweichung des Zählers bleibt freigestellt. Ihre Anwendung wird jedoch sehr empfohlen, damit die bestmögliche Genauigkeit der Messkette erreicht wird.

Der Zweck der Fehlerkorrektur ist die Beseitigung oder wesentliche Verringerung systematischer Fehler, die von Durchflussphänomenen und der Ausdehnung des Zähler-Körpers aufgrund der Wärmeausdehnung und aufgrund von Druckkräften abhängig sind.

Die Fehlerkorrektur darf nur bei Zählern angewendet werden, die HF-Impulse und/oder digital verschlüsselte Signale erzeugen, die bei der Durchflussberechnung eine ausreichende Auflösung bei $Q_{\min}$ bieten.

Die Messabweichungen des Gaszählers sind den Ergebnissen der Kalibrierprüfung zu entnehmen und als Datensatz für den FC zu behandeln. Sie sind für die Festlegung einer stetigen Fehlerfunktion $e(Q)$ oder $e(Re)$ zu verwenden, die im Fehlerkorrekturverfahren anzuwenden ist.

Die Kalibrierungen und ihre Bedingungen (Druck und Art des verwendeten Gases) müssen auf der Grundlage der für die Nutzer zu erwartenden Arbeitsbedingungen und nach EN 12261, Anhang E sowie EN ISO 17089-1 erfolgen.

Bei einem Manometerdruck unter 4 bar darf die Fehlerkorrektur nicht angewendet werden.

Für die Anwendung einer Fehlerkorrekturfunktion müssen Turbinenradzähler die in EN 12261, Anhang E beschriebenen Anforderungen erfüllen.

4.2.1.2 Fehlerkurve des Gaszählers $e(Q_i)$

Die Fehlerfunktion muss an willkürlichen Kalibrierpunkten für kontinuierliche Durchflüsse zwischen Q_1 und Q_n oder Re_1 und Re_n erhalten werden.

Während der Kalibrierung eines Gaszählers werden die Messabweichungen des Gaszählers an den Kalibrierpunkten ermittelt, z. B. ist die Messabweichung für den willkürlichen Kalibrierpunkt "i" wie folgt festgelegt:

$$e_i = 100(Q_i - Q_{ICT}) / Q_{ICT} \quad (1)$$

Dabei ist

e_i die Messabweichung des Gaszählers [%], bestimmt in Abhängigkeit von der Durchflussrate Q_i ;

Q_i die Volumendurchflussrate [m^3/h] am Punkt „i“ – die Anzeige des Umwerter;

Q_{ICT} der konventionelle wahre Wert der Volumendurchflussrate am Punkt „i“ (ermittelt auf der Grundlage von Messungen des Bezugs-Durchflussmessers der Kalibriereinrichtung).

Die Messabweichungen des geprüften Zählers werden bei mindestens 6 Werten von Durchflussraten nach EN 12261 für Turbinenradzähler und nach EN ISO 17089-1 für Ultraschallzähler ermittelt.

Die Fehlerkurve $e(Q_i)$ (die eine Funktion der Durchflussrate Q ist) darf zur Korrektur von Messabweichungen des Gaszählers nur angewendet werden, wenn der Gasdruckwert am Ort der Messung innerhalb von $\pm 10\%$ des bei der Kalibrierung des Gaszählers erhaltenen Druckwertes, der in 4.2.3 festgelegt ist, liegt.

4.2.1.3 Fehlerkurve des Gaszählers $e(Re_i)$

Es ist wichtig zu beachten, dass der Druck die Fehlerkurve des Zählers wesentlich beeinflussen kann. Folglich kann die Fehlerkurve $e(Re_i)$ nur innerhalb der in 4.2.3 festgelegten Grenzen angewendet werden.

Durch die Anwendung der als $e(Re_i)$ angegebenen Fehlerkurve (die als "Reynolds-Kalibrierung" bezeichnet wird) werden die Trägheitskräfte des Gases, die direkt auf die Turbinenradschaufeln einwirken, genauer festgelegt, da die Gasgeschwindigkeit, Dichte und Viskosität berücksichtigt werden. Diese Messabweichung ist auch für die Durchflussprofil-Fehlerkurve repräsentativ, die bei Ultraschallzählern angewendet wird.

Die Reynolds-Zahl-Kalibrierung kann auf der Grundlage von Kalibrierergebnissen $e(Q_i)$ entwickelt werden, die für einen oder mehrere Werte des Kalibrierdrucks erhalten werden. Die bei verschiedenen Druckwerten durchgeführte Anzahl von Kalibrierungen hängt vom für den Gaszähler erwarteten Leitungsdruckbereich ab. Die Anzahl der erforderlichen Druckkalibrierungen ist in EN 12261 und EN ISO 17089-1 festgelegt.

Bei dieser Transformation sind die Zusammensetzung des Gases sowie die während der Kalibrierung gemessenen Druck- und Temperaturwerte zu berücksichtigen.

Die Reynolds-Zahl für jeden Kalibrierpunkt Q_i ist nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$Re_i = w_i D_N \rho_i / \mu_i \quad [\text{dimensionslos}] \quad (2)$$

Dabei ist

w Geschwindigkeit des Gases am Einlassquerschnitt des Gaszählers [m/s].

$$w_i = Q_i / A \quad (3)$$

Dabei ist

Q_i die Volumendurchflussrate durch den Gaszähler am Punkt "i" [m³/s];

$A = \pi D_N^2 / 4$ die Querschnittsfläche des Gaszählers [m²].

Dabei ist

D_N der Nenndurchmesser des Rohres anströmseitig des Gaszählers [m];

Die Re_i -Zahl, angegeben als Funktion der Durchflussrate Q_i entspricht (nach dem Einsetzen):

$$Re_i = 4 Q_i \rho_i / \pi D_N \mu_i \quad (4)$$

Dabei ist

ρ_i die Dichte des für die Kalibrierung verwendeten Gases [kg/m³].

Die Dichte ist nach [13], [14] oder [15] zu berechnen, wobei die Gaszusammensetzung sowie der Druck, die Temperatur und der Realgasfaktor bei jedem Kalibrierpunkt "i" zu berücksichtigen sind.

μ_i die dynamische Gasviskosität [Pa·s]

Die Gasviskosität sollte nach [11] berechnet werden, wobei die Gaszusammensetzung und der Druck und die Temperatur an jedem Kalibrierpunkt "i" zu berücksichtigen sind.

Für weitere Informationen zur Berechnung der Viskosität, siehe [11] und [12] in den Literaturhinweisen.

4.2.1.4 Eindeutige und stetige Fehlerfunktion des Gaszählers $e(Q)$ oder $e(Re)$

Die an den Kalibrierpunkten bestimmten Messabweichungen $e(Q_i)$ oder $e(Re_i)$ sind für die Ermittlung einer annähernden Fehlerkurve der Messabweichung zwischen den Punkten zu verwenden.

Die eindeutige und stetige Fehlerfunktion $e(Q)$ oder $e(Re)$ kann wie folgt ermittelt werden:

- durch eine lineare Interpolation (Geraden zwischen benachbarten Punkten); oder
- durch eine Polynom-Näherung fünften Grades unter Verwendung zweier durch lineare Interpolation berechneter Basispunkte bei 0,55 $Q_{\max}$ und 0,85 $Q_{\max}$, zusätzlich zu den in der Zählernorm festgelegten 6 Kalibrierpunkten (Bogenlinie, die sich an die Fehlerkurve annähert – ein Schneiden der Punkte ist nicht erforderlich).

Wenn bei dem Zähler eine Kalibrierung für mehrere Prüfdruckwerte durchgeführt wurde, muss eine Näherungsfunktion angewendet werden. Als Kriterium für die Anpassung der Näherungsfunktion, sollte die Anforderung der „Anpassung nach der Methode der kleinsten Quadrate“ angewendet werden.

Die Fehlerfunktion $e(Q)$ oder $e(Re)$ ist vom Hersteller des FC während der Erstkonfiguration anzugeben und vom FC anzuzeigen.

4.2.2 Durchführung der Korrektur der Messabweichungen des Gaszählers

4.2.2.1 Korrekturgleichungen

Die Korrektur von Messabweichungen der gemessenen Durchflussraten, die innerhalb der Anwendungsgrenzen (siehe 4.2.3) liegen, ist nach folgenden Gleichungen durchzuführen:

$$Q_{\text{corr}} = Q F(\text{Re}) \text{ [m}^3/\text{h}] \quad (5)$$

oder

$$Q_{\text{corr}} = Q F(Q) \text{ [m}^3/\text{h}] \quad (6)$$

Dabei ist

Q_{corr} die korrigierte Volumendurchflussrate [m³/h];

Q die unkorrigierte Volumendurchflussrate, die berechnet wird aus:

$$Q = f k \text{ [m}^3/\text{h}] \quad (7)$$

Dabei ist

f die Häufigkeit der vom Gaszähler empfangenen Impulse [$n_{\text{Impulse}}/\text{h}$];

k das Gewicht eines Impulses [m³/Impuls].

Die Korrektur von Messabweichungen der gemessenen Volumenzuwächse ist nach folgenden Gleichungen durchzuführen:

$$\Delta V_{\text{corr}} = \Delta V F(\text{Re}) \text{ [m}^3] \quad (8)$$

oder

$$\Delta V_{\text{corr}} = \Delta V F(Q) \text{ [m}^3] \quad (9)$$

Dabei ist

ΔV_{corr} das korrigierte Volumeninkrement [m³];

ΔV das unkorrigierte Volumeninkrement [m³].

$$\Delta V = n k \text{ [m}^3] \quad (10)$$

Dabei ist

n die Anzahl der vom Gaszähler empfangenen Impulse, üblicherweise in einem kurzen Zeitraum, in dem die Durchflussrate als unveränderlich behandelt werden kann und ihr Mittelwert „ Q “ entspricht;

k siehe oben;

$F(\text{Re})$ oder $F(Q)$ der Korrekturfaktor wie nachstehend festgelegt.

Der Korrekturfaktor $F(Re)$ wird wie folgt bestimmt:

$$F(Re) = 100 / (e(Re) + 100) \quad (11)$$

Dabei ist

$e(Re)$ der für den aktuellen Wert der Reynolds-Zahl berechnete Fehler.

Der Wert der Re-Zahl ist für die aktuell gemessene Durchflussrate Q zu berechnen (Berechnung nach Gleichung (7)), sowie für die aktuell ermittelte Gasdichte und Viskosität (für die aktuell gemessene Gaszusammensetzung, den Druck und die Temperatur). Die Gleichungen zur Berechnungen des aktuellen Wertes der Re-Zahl sind als Gleichung (2) bzw. (4) festgelegt.

Der Korrekturfaktor $F(Q)$ wird wie folgt bestimmt:

$$F(Q) = 100 / (e(Q) + 100) \quad (12)$$

Dabei ist

$F(Q)$ der für die aktuell gemessene Durchflussrate Q gemessene Korrekturfaktor;

$e(Q)$ der für die aktuell gemessene Durchflussrate Q berechnete Fehler.

4.2.3 Anwendungsgrenzen der Fehlerkorrektur

Sofern eine Fehlerkorrektur angewendet wird, darf ihre Anwendung nur im folgenden Bereich erfolgen:

Bei einem Prüfdruck:

$$— 0,95 Q_1 < Q_{op} < 1,05 Q_n;$$

$$— 0,9 P_{test} < P_{op} < 1,1 P_{test};$$

$$— 0,9 Re_1 < Re_{op} < 1,1 Re_n.$$

Bei zwei Prüfdrücken:

$$— 0,95 Q_1 < Q_{op} < 1,05 Q_n;$$

$$— 0,9 P_{test1} < P_{op} < 1,1 P_{test2};$$

$$— 0,9 Re_{1,test1} < Re_{op} < 1,1 Re_{n,test2}.$$

Außerhalb dieses Bereiches sollte die Fehlerkorrektur nicht angewendet werden (der Korrekturfaktor ist 1).

Unter bestimmten Bedingungen darf eine Extrapolation durchgeführt werden; Empfehlungen und Beispiele dafür können Anhang E entnommen werden.

Wenn eine Extrapolation angewendet wird, sind die Annahmen (z. B. Linearität, siehe Tabelle 7 in EN 12261), das Verfahren und die Grenzen zu dokumentieren.

4.2.4 Temperatur- und Druckkorrektur der Abmessungen des Messkörpers von Ultraschall-Gaszählern

Während der dynamischen (Nass-)kalibrierung werden alle systematischen Fehler auf Null gesenkt, indem der Durchflusskalibrierfaktor des Zählers ermittelt und angewendet wird. Von diesem Moment an entsprechen die Druck- und Temperatur-Referenzbedingungen des Zählers den während der dynamischen Kalibrierung vorliegenden Bedingungen.

Im Allgemeinen unterscheiden sich der Druck und die Temperatur während der Kalibrierung von den unter Betriebsbedingungen vorliegenden Drücken und Temperaturen. Durch alle nachfolgenden Änderungen der Temperatur oder des Drucks ändern sich die physischen Abmessungen des Zählers und, führen, wenn sie nicht korrigiert werden, zu einem systematischen Durchfluss-Messfehler.

Die Messabweichung des Zählers aufgrund von Änderungen der Temperatur oder des Drucks sind durch die in EN ISO 17089-1 beschriebenen mathematischen Gleichungen zu korrigieren.

4.2.5 Temperatur- und Druckkorrektur für die Umwertung

Der FC muss in der Lage sein, vor der Anwendung der Umwertungsfunktionen (z. B. R0 für Pt100Ω) die Kalibrierergebnisse der Temperatur- und Druckmessumformer zu berücksichtigen, soweit sie vom Messumformer selbst nicht berücksichtigt werden. Die Installation sollte nach den vom Hersteller angegebenen Leitlinien und den entsprechenden Normen (z. B. EN ISO 15970) vorgenommen werden.

4.3 Überwachungsfunktionen

Um die ordnungsgemäße Funktionsweise des FC und der damit verbundenen Messinstrumente sicherzustellen, muss der FC mit einer Mindestanzahl der in 6.8 beschriebenen Überwachungsfunktionen ausgestattet sein.

5 Nennbetriebsbedingungen

5.1 Vorgegebener Messbereich

Der Messbereich des vollständigen Gerätes ist vom Hersteller anzugeben.

5.1.1 Für den Gasdruck festgelegter Messbereich

Der Messumformer ist für den vom Hersteller festgelegten Bereich so zu kalibrieren, das mindestens gilt:

$$\frac{p_{\max}}{p_{\min}} > 2$$

5.1.2 Für die Gastemperatur festgelegter Messbereich

Der Hersteller muss den Bereich für die Gastemperatur wie folgt angeben:

- normaler Bereich: –25 °C bis +55 °C;
- eingeschränkter Bereich: eine Messbereichsspanne von mindestens 40 °C, die beliebig zwischen den Grenzwerten des normalen Messbereiches liegen kann;
- erweiterter Bereich: nach Herstellerangaben.