

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Technische Richtlinien

Messgeräte für Gas	Ausgabe: 04/20	G 22
	Ersatz für: --/----	

<https://doi.org/10.7795/510.20200429>

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

Arbeitsgruppe 1.42 – „Gasmessgeräte“

Arbeitsgruppe 1.44 – „Kalorische Größen“

Arbeitsgruppe 3.31 – „Brenngasanalytik“

Regeln für den Übergang der DIN EN ISO 6976 von Ausgabe 2005 zu Ausgabe 2016

Inhaltsübersicht

1	Vorbemerkung / Anwendungsbereich.....	3
2	Vergleich der betreffenden Normen	3
3	Vereinbarungen zum Übergang von DIN EN ISO 6976 (2005) zu DIN EN ISO 6976 (2016)	5
3.1	Definitionen.....	5
3.2	Brennwertmessgeräte.....	6
3.3	Mengenumwerter	7
3.4	Messgeräte für die thermische Energie von Luft	7
Anhang		8



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

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

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

Zitiervorschlag für die Quellenangabe:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Technische Richtlinien. Messgeräte für Gas.
G 22 „Regeln für den Übergang der DIN EN ISO 6976 von Ausgabe 2005 zu Ausgabe 2016“.
Ausgabe 04/20. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin.
<https://doi.org/10.7795/510.20200429>

1 Vorbemerkung / Anwendungsbereich

Die DIN EN ISO 6976 wurde 2016 überarbeitet und am 07.12.2017 vom Regelermittlungsausschuss (REA) als anerkannte Regel zur Konkretisierung der wesentlichen Anforderungen nach dem Mess- und Eichgesetz identifiziert. Für die Ausgabe der Norm aus dem Jahr 2005 wurde dabei eine Übergangsfrist bis 15.05.2018 eingeräumt. Die neue Ausgabe der Norm enthält Änderungen, die Einfluss auf die Messergebnisse von Brennwertmessgeräten haben können. Diese Änderungen betreffen die Gaskonstante R , die molaren Massen M der Elemente, die Summationsfaktoren s zur Berechnung des Realgasfaktors, den Brennwert H von Methan sowie die Definition des Brennwertes.

Die DIN 51857 (1997) wurde im Februar 2018 vom DIN zurückgezogen und galt gemäß Dokument des Regelermittlungsausschusses vom 25.09.2018 bis zum 31.03.2019 als anerkannte Regel zur Konkretisierung der wesentlichen Anforderungen.

Diese Technische Richtlinie beinhaltet die Vereinbarungen, die aufgrund der genannten Änderungen von den betroffenen Kreisen (Konformitätsbewertungsstellen, Arbeitsgemeinschaft Mess- und Eichwesen und Verwender) getroffen wurden und die die Konformitätsbewertung, die Eichung und den Betrieb von folgenden Messgeräten betreffen: Brennwertmessgeräte (Nr. 10.1 lt. Ermittelte Regeln und Erkenntnisse des Regelermittlungsausschusses nach § 46 des Mess- und Eichgesetzes), die zur Ermittlung von Brennwert oder Dichte im Normzustand Stoffwerte (Brennwert oder Dichte im Normzustand) aus der DIN EN ISO 6976 verwenden, Gasbeschaffenheitsmessgeräte (Nr. 10.3), Mengenumwerter (Nr. 5.31, 5.32, 5.33, 5.36, 5.38) und Messgeräte für die thermische Energie von Luft (Nr. 10.11).

2 Vergleich der betreffenden Normen

DIN EN ISO 6976:2016-12 Erdgas – Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung (ISO 6976:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6976:2016

$$R(2016) = 8,314\,462\,1\,\text{J mol}^{-1}\,\text{K}^{-1}$$

$$H_{\text{m}}^0(\text{CH}_4, 2016) = 890,58\,\text{kJ mol}^{-1}$$

Definition Brennwert: Wert an Wärme, der bei einer vollständigen Verbrennung mit Sauerstoff einer vorgegebenen Gasmenge abgegeben werden würde, wobei der Druck p_1 , bei dem die Reaktion stattfindet, konstant bleibt, und alle Verbrennungsprodukte auf die gleiche vorgegebene Temperatur t_1 der Ursprungsprodukte zurückgeführt werden; dabei liegen alle diese Produkte im gasförmigen Zustand vor, mit Ausnahme von Wasser, das bei t_1 in den flüssigen Zustand kondensiert.

DIN EN ISO 6976:2005-09 Erdgas – Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung (ISO 6976:1995 + Corrigendum 1:1997 + Corrigendum 2:1997 + Corrigendum 3:1999); Deutsche Fassung EN ISO 6976:2005

$$R(2005) = 8,314\,510\,\text{J mol}^{-1}\,\text{K}^{-1}$$

$$H_{\text{m}}^0(\text{CH}_4, 2005) = 890,63\,\text{kJ mol}^{-1}$$

Definition Brennwert: Die Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung einer gegebenen Gasmenge in Luft frei werden würde, wobei der Druck p_1 , bei dem die Reaktion

abläuft, konstant bleibt, und alle Verbrennungsprodukte auf die gleiche gegebene Temperatur t_1 wie die der Reaktionspartner zurückgeführt werden. Alle diese Verbrennungsprodukte liegen gasförmig vor, mit Ausnahme des bei der Verbrennung entstandenen Wassers, das bei der Temperatur t_1 in den flüssigen Zustand kondensiert.

Demgegenüber enthält die Norm DIN 51857 (1997) eine Definition für den Brennwert, die der experimentellen Bestimmung der Brennwerte der reinen Komponenten sehr nahe kommt¹:

DIN 51857:1997-03 Gasförmige Brennstoffe und sonstige Gase – Berechnung von Brennwert, Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex von Gasen und Gasgemischen

Definition Brennwert: Die unter gegebenen Bedingungen bei vollständiger Verbrennung eines trockenen Gases in Luft freiwerdende Wärme, wenn als Verbrennungsprodukte lediglich Kohlenstoffdioxid CO₂ (gasförmig), Wasser H₂O (flüssig), Stickstoff N₂ (gasförmig) und Schwefeldioxid SO₂ (gasförmig) auftreten.

Eine Analyse des zuständigen Fachbereichs der PTB zeigt, dass alle Änderungen in den Stoffwerten und Konstanten einen Einfluss auf Brennwert und Dichte im Normzustand aller zurzeit in Deutschland relevanten Brenngasgemische und Kalibriergasgemische von weniger als $\pm 0,01$ % haben und damit für den praktischen Gebrauch vernachlässigbar sind. Größere Änderungen treten nur bei den volumenbezogenen Größen der reinen höheren Kohlenwasserstoffe auf, was jedoch für die Praxis ohne Bedeutung ist.

Der Einfluss der unterschiedlichen Definitionen des Brennwertes in DIN EN ISO 6976 (2005) gegenüber DIN EN ISO 6976 (2016) (Luft oder Sauerstoff) kann für die Praxis vernachlässigt werden.

Der Einfluss der unterschiedlichen Definitionen des Brennwertes in DIN EN ISO 6976 (2005) und DIN EN ISO 6976 (2016) gegenüber DIN 51857 (1997) (Kondensation des gesamten Wassers vollständig oder bei t_1 , Kondensation nur des bei der Verbrennung gebildeten Wassers vollständig oder bei t_1) kann ignoriert werden, sofern die Anforderung an den maximalen Wassergehalt der TR G 9 „Messgeräte für Gas – Eichung und Inbetriebnahme von Mengenumwertern und Wirkdruckgaszählern mit Zustandserfassung“ (2009) (Stoffmengenanteil $x(\text{H}_2\text{O}) \leq 0,015$ %, entsprechend $w(\text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ mg/m}^3$) oder des DVGW Arbeitsblattes G 260 (2013) (Wassergehalt $w(\text{H}_2\text{O}) \leq 200 \text{ mg/m}^3$ für $p(\text{MOP}^2) \leq 10 \text{ bar}$ bzw. $\leq 50 \text{ mg/m}^3$ für $p(\text{MOP}) > 10 \text{ bar}$, entsprechend einem Stoffmengenanteil $x(\text{H}_2\text{O})$ von 0,025 % bzw. 0,0063 %) eingehalten wird.

Es gilt:

- Änderungen im Brennwert H^0 sind auf Methan beschränkt und geringfügig ($H_m^0(\text{CH}_4, 2016) = 890,58 \text{ kJ mol}^{-1}$, $H_m^0(\text{CH}_4, 2005) = 890,63 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta H_m^0 = -0,05 \text{ kJ mol}^{-1} \triangleq -0,0056$ %) und damit für den praktischen Gebrauch vernachlässigbar.
- Änderungen in den molaren Massen M sind geringfügig und vernachlässigbar.
- Änderungen der Summenfaktoren s und der daraus resultierenden Zustandszahlen beeinflussen volumenbezogenen Brennwert und Dichte im Normzustand der

¹ Anmerkung: Normen und Dokumente, die nicht vom REA ermittelt oder zurückgezogen wurden, können zur Umsetzung der wesentlichen Anforderungen genutzt werden, sofern bei der Baumusterprüfung die Eignung der relevanten Regelungen nachgewiesen wird.

² MOP: Maximum Operating Pressure

Gasgemische in geringem Ausmaß und sind für den praktischen Gebrauch vernachlässigbar.

- Die allgemeine Gaskonstante R wurde aktualisiert ($R(2016) = 8,314\,462\,1\,\text{J mol}^{-1}\,\text{K}^{-1}$, alt: $R(2005) = 8,314\,510\,\text{J mol}^{-1}\,\text{K}^{-1}$, $\Delta R = -0,000\,047\,9\,\text{J mol}^{-1}\,\text{K}^{-1} \triangleq -0,000\,58\,\%$), die Änderung ist für den praktischen Gebrauch vernachlässigbar.
- Die Änderungen der Verbrennungsbedingungen in der Definition des Brennwertes betragen für Methan $\Delta_{\text{mix}}H_{\text{m}}(\text{O}_2, \text{N}_2) = 2,89\,\text{J mol}^{-1} \triangleq 0,000\,32\,\%$ bzw. $\Delta_{\text{comb}}H_{\text{m}} = -10,9\,\text{J mol}^{-1} \triangleq -0,001\,2\,\%$ und können vernachlässigt werden.

3 Vereinbarungen zum Übergang von DIN EN ISO 6976 (2005) zu DIN EN ISO 6976 (2016)

3.1 Definitionen

1. Brennwert: Absolutwert der Verbrennungsenthalpie einer Gasmenge unter definierten Bedingungen und damit der Wert an Wärme, der bei einer vollständigen Verbrennung mit Sauerstoff einer vorgegebenen Gasmenge abgegeben wird, wobei der Druck p_1 , bei dem die Reaktion stattfindet, konstant bleibt, als Verbrennungsprodukte lediglich Kohlenstoffdioxid CO_2 , Wasser H_2O , Stickstoff N_2 und Schwefeldioxid SO_2 auftreten, und alle Verbrennungsprodukte auf die gleiche vorgegebene Temperatur t_1 der Ursprungsprodukte zurückgeführt werden; dabei liegen alle diese Produkte im gasförmigen Zustand vor, mit Ausnahme des bei der Verbrennung gebildeten Wassers, das vollständig in den flüssigen Zustand kondensiert.
2. Als Symbol für den Brennwert des trockenen, realen Gases unter Normbedingungen ($p_n = p_v = 101,325\,\text{kPa}$, $t_n = 0\,^\circ\text{C}$, $t_v = 25\,^\circ\text{C}$, Wasserdampfpartialdruck $p_{\text{H}_2\text{O}} = 0$) wird festgelegt:
 - volumenbezogen: $H_{\text{s},n}$ in kWh/m^3 oder MJ/m^3
 - massenbezogen: h_{s} in MJ/kg
 - stoffmengenbezogen: $H_{\text{s},m}$ in MJ/kmol

Sofern keine Verwechslungsgefahr besteht, kann auf den Index n bzw. m verzichtet werden.

3. Stoffwert: hier: Wert für den molaren Brennwert H^0 , die molare Masse M oder den Summationsfaktor s entsprechend der DIN EN ISO 6976.
4. Gasbeschaffenheitswert: hier: Brennwert $H_{\text{s},n}$ oder Dichte im Normzustand ρ_n für ein diskretes Reingas oder ein diskretes Gasgemisch, berechnet nach den Algorithmen der DIN EN ISO 6976 unter Verwendung der Stoffwerte der DIN EN ISO 6976.
5. Kalibriergas: internes oder externes Kalibriergas aus einer oder mehreren Komponenten (Reingas oder Gasgemisch), das beim Inverkehrbringen und beim Betrieb von Brennwertmessgeräten im geschäftlichen Verkehr Anwendung findet.
6. Eichgas: Gas aus einer oder mehreren Komponenten (Reingas oder Gasgemisch), das bei der Eichung bzw. Konformitätsbewertung (Modul F) von Brennwertmessgeräten im geschäftlichen Verkehr Anwendung findet.

7. Altgerät: Brennwertmessgerät, das bis zum 15.05.2018 eine Baumusterprüfbescheinigung oder eine Bauartzulassung erhalten hat und nicht an den aktuellen Stand der Technik angepasst ist. Es gilt das Datum der Ausstellung der Baumusterprüfbescheinigung.
8. Neugerät: Brennwertmessgerät, das nach dem 15.05.2018 eine Baumusterprüfbescheinigung erhalten hat. Es gilt das Datum der Ausstellung der Baumusterprüfbescheinigung.

3.2 Brennwertmessgeräte

1. Altgeräte, die für ihr internes und ggf. externes Kalibriergas den Brennwert oder die Dichte im Normzustand **intern** aus der Zusammensetzung auf der Basis der DIN EN ISO 6976 (2005) berechnen, dürfen vorläufig weiterhin mit diesen Gasbeschaffenheitswerten betrieben werden (vergl. Regelung 3). Dies betrifft auch Reingase als Kalibriergas.
2. Bei Neugeräten sind die Stoffwerte der DIN EN ISO 6976 (2016) zu verwenden.
3. Zur Aufrechterhaltung der Einheitlichkeit des gesetzlichen Messwesens sollen Altgeräte bis zum 31.12.2027 an den aktuellen Stand der Technik angepasst werden, entweder durch Neuparametrierung mit anschließender Eichung oder durch ein Software-Update mit Konformitätsbewertungen nach Modul B und Modul F bzw. D, sofern dies technisch machbar und wirtschaftlich zumutbar ist.
4. In den Zertifikaten für Kalibriergase, die eine Angabe für Brennwert und Dichte im Normzustand enthalten, sind diese Angaben grundsätzlich sowohl auf der Basis der Ausgabe 2016 als auch der Ausgabe 2005 anzugeben. Die beiden Angaben dürfen nicht miteinander verwechselt werden können. Diese Regelung gilt solange, wie Altgeräte im Einsatz sind.
5. Kalibriergase, deren Zertifizierung vor dem Veröffentlichungsdatum dieser Technischen Richtlinie erfolgt und die Gasbeschaffenheitswerte basierend auf der DIN EN ISO (2005) ausweisen, dürfen in Alt- und in Neugeräten bis zum Ablauf ihrer Zertifikatsgültigkeit weiterhin verwendet werden, sofern die Abweichung der zertifizierten Gasbeschaffenheitswerte von den nach DIN EN ISO (2016) berechneten weniger als 0,05 % beträgt.
6. Bei der Eichung bzw. Konformitätsbewertung (Modul F) von Altgeräten, die für ihr internes und ggf. externes Kalibriergas den Brennwert oder die Dichte im Normzustand **intern** aus der Zusammensetzung auf der Basis der DIN EN ISO 6976 (2005) berechnen, sind für die Eichgase und die Kalibriergase die nach DIN EN ISO 6976 (2005) bestimmten Gasbeschaffenheitswerte zu verwenden.
7. Bei der Eichung bzw. Konformitätsbewertung (Modul F) von Altgeräten, die für ihr internes und ggf. externes Kalibriergas den Brennwert oder die Dichte im Normzustand **nicht** aus der Zusammensetzung auf der Basis der DIN EN ISO 6976 (2005) berechnen, sondern bei denen der Gasbeschaffenheitswert **extern** vorgegeben wird, sind für die Eichgase und die Kalibriergase die nach DIN EN ISO 6976 (2016) bestimmten Gasbeschaffenheitswerte zu verwenden.

3.3 Mengenumwerter

1. Mengenumwerter, die die Umwertung auf der Basis einer Zustandsgleichung vornehmen (SGERG-88, AGA8-92DC, GERG-2004) sind nicht betroffen, solange die entsprechende Norm für die Zustandsgleichung nicht angepasst wurde.
 - AGA8-92DC: DIN EN ISO 12213-2:2010-01 Erdgas – Berechnung von Realgasfaktoren – Teil 2: Berechnungen basierend auf einer molaren Gasanalyse als Eingangsgröße (ISO 12213-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 12213-2:2009
 - SGERG-88: DIN EN ISO 12213-3:2010-01 Erdgas – Berechnung von Realgasfaktoren – Teil 3: Berechnungen basierend auf physikalischen Stoffeigenschaften als Eingangsgrößen (ISO 12213-3:2006); Deutsche Fassung EN ISO 12213-3:2009
 - GERG-2004: Kunz, O., Klimeck, R., Wagner, W., Jaeschke, M. The GERG-2004 wide-range equation of state for natural gases and other mixtures. GERG Technical Monograph 15 (2007). Fortschr.-Ber. VDI, Reihe 6, Nr. 557, VDI Verlag, Düsseldorf, 2007.
2. Nach Identifizierung der entsprechenden überarbeiteten Norm durch den Regelermittlungsausschuß als anerkannte technische Regel nach dem Mess- und Eichgesetz und Ablauf der Übergangsfrist müssen Mengenumwerter, für die zu diesem Zeitpunkt keine gültige Baumusterprüfbescheinigung vorliegt, nach dem neuem Verfahren baumustergeprüft und konformitätsbewertet werden.
3. Geräte, für die zu diesem Zeitpunkt eine gültige Baumusterprüfbescheinigung nach Modul B vorliegt, dürfen unbegrenzt weitergenutzt werden, sofern die Änderungen bei der Umwertung auf die Normbedingungen aufgrund der Neuausgabe der entsprechenden Norm vernachlässigbar sind. Vernachlässigbar sind Änderungen, deren Auswirkung auf den Realgasfaktor und damit der Menge im Normzustand im gesamten Bereich der Nenngebrauchsbedingungen der Geräte kleiner als 0,05 % ist.

3.4 Messgeräte für die thermische Energie von Luft

1. Sofern anwendbar, gelten die Zahlenwerte der DIN EN ISO 6976 (2016). Darüber hinaus gelten weiterhin die Zahlenwerte und Algorithmen der Norm VDI 4670 Blatt 1 „Thermodynamische Stoffwerte von feuchter Luft und Verbrennungsgasen“ (2016).

Anhang

Vergleich der Symbolik für den Brennwert in verschiedenen Normen und Normenausgaben

	DIN EN ISO 6976: 2016 ³	DIN EN ISO 6976: 2005	DIN 51857: 1997	DVGW G 260: 2013	DVGW G 685 (2008)	DVGW G 685 (2020)	TR- G 22 (2020)
volumen- bezogener Brennwert	$(Hv)_G$ und $(Hv)_G$	$\tilde{H}_S$	H_{sv}	$H_{S,n}$ ⁴	$H_{s,vn}$	$H_{s,n}$	$H_{s,n}$
massenbe- zogener Brennwert	$(Hm)_G$ und $(Hm)_G$	$\hat{H}_S$	H_s	Nicht definiert			h_s
molarer Brennwert	$(Hc)_G$ und $(Hc)_G$	$\bar{H}_S$	H_{sm}	Nicht definiert			$H_{s,m}$

Die mit den verschiedenen Symbolen verbundenen Größen unterscheiden sich, da sie auf Basis von unterschiedlichen Definitionen bestimmt werden.

Im gesetzlichen Messwesen dürfen nur Größen und Zahlenwerte verwendet werden, die den Definitionen, Symbolen und Bezugszuständen dieser Technischen Richtlinie sowie der DVGW Arbeitsblätter G 260 und G 685 entsprechen.

³ Die DIN EN ISO 6976 (2016) schreibt den Index „G“ im Abschnitt „3 Begriffe“ und in Bild 1 kursiv, im Abschnitt „4 Symbole und Einheiten“ sowie in allen Formeln und Beispielen aufrecht.

⁴ Der Index „n“ steht hier für den Bezug auf die Normbedingungen ($p_n = p_v = 101,325$ kPa, $t_n = 0$ °C, $t_v = 25$ °C)