

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER</p>	<p>Berechnungsgrundlagen für die Durchflußmessung mit Blenden, Düsen und Venturirohren Gleichungen und Gebrauchsformeln Calculation Principles for Measurement of Fluid Flow Using Orifice Plates, Nozzles and Venturi Tubes Equations and Formulae</p>	<p>VDI/VDE 2040 Blatt 2 / Part 2 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>
--	---	--

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this Guideline shall be taken as authoritative.

Die Richtlinie VDI/VDE 2040 *Berechnungsgrundlagen für die Durchflußmessung mit Blenden, Düsen und Venturirohren* ergänzt die Norm DIN 1952 „Durchflußmessung mit Blenden, Düsen und Venturirohren in voll durchströmten Rohren mit Kreisquerschnitt (VDI-Durchflußmeßregeln)“ bzw. den gleichlautenden internationalen Standard ISO 5167. Sie besteht aus fünf Blättern

Guideline VDI/VDE 2040 “*Calculation Principles for Measurement of Fluid Flow Using Orifice Plates, Nozzles and Venturi Tubes*” is issued in conjunction with Standard DIN 1952 and ISO 5167 “Measurement of Fluid Flow by Means of Orifice Plates, Nozzles and Venturi Tubes Inserted in Circular Cross-Section Conduits Running Full (VDI-Rules for Measurement of Fluid Flow)”*). This Guideline consists of five parts.

VDI/VDE 2040 Blatt 1 Durchflußzahlen und Expansionszahlen genormter Drosselgeräte und Abweichungen von den Normvorschriften (Neuausgabe in Vorbereitung)

VDI/VDE 2040 Part 1 Discharge coefficients and expansibility factors of standard primary devices**) and deviations from Standard DIN 1952 (new issue in preparation)

VDI/VDE 2040 Blatt 2 Gleichungen und Gebrauchsformeln

VDI/VDE 2040 Part 2 Equations and formulae

VDI/VDE 2040 Blatt 3 Berechnungsbeispiele

VDI/VDE 2040 Part 3 Examples of calculations

VDI/VDE 2040 Blatt 4 Stoffwerte (Neuausgabe in Vorbereitung)

VDI/VDE 2040 Part 4 Fluid properties (new issue in preparation)

VDI/VDE 2040 Blatt 5 Meßunsicherheiten

VDI/VDE 2040 Part 5 Uncertainties

*) Standard DIN 1952 is the German version of ISO Standard 5167.

**) Orifice plates, nozzles and Venturitubes

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
1 Zweck und Geltungsbereich	4
2 Formelzeichen und Einheiten	5
3 Allgemeine Formeln für den Durchfluß	7
3.1 Allgemeine Bemerkungen	7
3.2 Berechnung des Durchflusses für ein gegebenes Drosselgerät	7
3.3 Berechnung der Drosselöffnung bei gegebenem Durchfluß	7
4 Bestimmung der Dichte	9
4.1 Allgemeine Bemerkungen	9
4.2 Dichte von trockenen Gasen	9
4.3 Dichte von feuchten Gasen	14
5 Spezielle Gebrauchsformeln für den Volumendurchfluß	17
5.1 Allgemeine Bemerkungen	17
5.2 Messung des Durchflusses von Flüssigkeiten unabhängig von deren Dichte	17
5.3 Volumendurchfluß trockener Gase, bezogen auf den Normzustand	17
5.4 Volumendurchfluß feuchter Gase, bezogen auf den Normzustand	18
6 Berechnung des Wirkdruckes	20
6.1 Einheiten	20
6.2 Messung mit U-Rohr	20
6.3 Messung mit einschenkligem Manometer	20
6.4 Schutzgefäße	20
7 Berechnung des Betriebsdruckes	22
8 Umrechnung vom Auslege- auf den Betriebszustand	23
9 Viskosität und Reynoldszahl	24
9.1 Viskosität	24
9.2 Reynoldszahl	25
10 Temperaturberichtigung von innerem Rohrdurchmesser, Durchmesser der Drosselöffnung und Durchmesser Verhältnis	27
Anhang Realgasverhalten von Erdgasen/Erdgasgemischen	30
Schrifttum	36

Contents	Page
Preliminary Note	3
1 Scope	4
2 Symbols and Units	5
3 General Formulae for Flow Rate	7
3.1 General	7
3.2 Calculation of the Flowrate through a Primary Device	7
3.3 Calculation of the Orifice or Throat Diameter for a given Flowrate	7
4 Determination of the Density	9
4.1 General	9
4.2 Densities of Dry Gases	9
4.3 Densities of Moist Gases	14
5 Working Formulae for Calculating the Volume Flowrate	17
5.1 General	17
5.2 Flow Measurement of Liquids Independent of their Density	17
5.3 Volume Flowrate of Dry Gases at Reference Conditions	17
5.4 Volume Flowrate of Moist Gases at Reference Conditions	18
6 Calculation of Differential Pressure	20
6.1 Units	20
6.2 Measurement by U-Tube Manometers	20
6.3 Measurement by Single-Leg Manometers	20
6.4 Sealing Vessels	20
7 Operating Pressure Calculation	22
8 Conversion of Design Conditions into Operating Conditions	23
9 Viscosity and Reynolds Number	24
9.1 Viscosity	24
9.2 Reynolds Number	25
10 Correction for Temperature of Internal Pipe Diameter, Orifice or Throat Diameter and Diameter Ratio	27
Appendix Real Gas Behaviour of Natural Gases and Natural Gas Mixtures	30
References	36

Vorbemerkung

Das hier vorliegende Blatt 2 der Richtlinie VDI/VDE 2040 ersetzt den Entwurf vom Februar 1986. Es ergänzt die Norm DIN 1952 sowie die entsprechende internationale Norm ISO 5167.

Im Hinblick auf die Übereinstimmung der Titel von Norm und Richtlinie sind jetzt im Titel statt „Drosselgeräte“ die Begriffe „Blenden, Düsen und Venturirohre“ verwendet. Im nachfolgenden Text wurde der Begriff Drosselgeräte der Einfachheit halber beibehalten und in der englischen Übersetzung gemäß ISO 5167 der Begriff „primary devices“ gewählt.

Um dem Anwender dieser Richtlinie möglichst viele der benötigten Stoffwerte zur Verfügung zu stellen, wurde die Tabelle „Stoffwerte technischer Gase“ aus Blatt 4 übernommen. Damit hat man wenigstens für den Bereich der Gültigkeit der Zustandsgleichung idealer Gase, für Erdgase bestimmter Zusammensetzung auch darüber hinaus, alle Daten zusammen, die zur Berechnung der Dichte von Gasen aus Druck und Temperatur benötigt werden.

Für die Temperaturberichtigung des inneren Rohrdurchmessers D und des Durchmessers der Drosselöffnung d wurde eine Gleichung angegeben. Der Berichtigungsfaktor bezieht sich auf das Durchmesser Verhältnis d/d_{20} bzw. D/D_{20} .

Diese Richtlinie wurde von folgenden Mitarbeitern des Ausschusses „Durchflußmessung mit Drosselgeräten“ der VDI/VDE-Gesellschaft Meß- und Automatisierungstechnik erarbeitet:

Dr.-Ing. *A. Aschenbrenner*, Braunschweig
Dr.-Ing. *J. Böhm*, Mannheim
Prof. Dr.-Ing. *E. Eujen*, Braunschweig
Dr. rer. nat. *B. Harbrink*, Essen (Obmann, Chairman)
Obering. Dipl.-Ing. *H. Herbig*, Mülheim/Ruhr
Obering. Dipl.-Ing. *E. Hoene*, Karlsruhe
Dipl.-Ing. *K. Jäckel*, Frankfurt/M
Dipl.-Ing. *M. Kaufmann*, Berlin
Dipl.-Ing. *G. Kochen*, Frankfurt/M
Dipl.-Ing. *W. A. Maul*, Mannheim
Dipl.-Ing. *K. Natusch*, Essen
Ing. (grad.) *M. Schatz*, Heiligenhaus
Dr. rer. nat. *A. Schröder*, Limburgerhof
Dipl.-Ing. *R. Specht*, Stuttgart
Dr. rer. nat. *B. Umbach*, Ludwigshafen

Preliminary Note

This edition of Part 2 “Equations and Formulae” of Guideline VDI/VDE 2040 replaces the draft of February 1986. It supplies the July 1982 edition of Standard DIN 1952 and the February 1980 edition of Standard ISO 5167.

The properties of real gases, tabulated in Part 4 of this Guideline up to now, now are included in this edition to facilitate its application by the user. This Part contains, therefore, all data required for calculating the densities of gases from pressure and temperature data for the conditions at which the equation of state of ideal gases is applicable and even beyond these conditions for natural gases of certain compositions.

This edition also contains an equation for the temperature correction of the internal pipe diameter D and the orifice or throat diameter d . The correction factor now represents the ratio d/d_{20} or D/D_{20} .

This Guideline was prepared by the committee on “Measurement by Differential Pressure Devices” of VDI/VDE-Gesellschaft Meß- und Automatisierungstechnik. The following members served on the committee: