

Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten
in voll durchströmten Leitungen mit KreisquerschnittTeil 1: Allgemeines
(ISO/DIS 5167-1:2000)
Deutsche Fassung prEN ISO 5167-1:2000**DIN****EN ISO 5167-1**

ICS 17.120.10

Einsprüche bis 2000-12-31

Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices
inserted in circular cross-section conduits running full –

Part 1: General (ISO/DIS 5167-1:2000);

German version prEN ISO 5167-1:2000

Vorgesehen mit
E DIN EN ISO 5167-2:2000-10,
E DIN EN ISO 5167-3:2000-10
undMesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes
insérés dans des conduites en charge de section circulaire –

Partie 1: Généraux (ISO/DIS 5167-1:2000);

Version allemande prEN ISO 5167-1:2000

E DIN EN ISO 5167-4:2000-10,
als Ersatz für
DIN EN ISO 5167-1:1995-11
und
DIN EN ISO 5167-1/A1:1998-06**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf 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 an den Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) – Druck, Durchfluss, Temperatur – im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 10722 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Nationales Vorwort

Dieser Europäische Norm-Entwurf, Teil 1: "Allgemeines" der Reihe EN ISO 5167 für die Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt, wurde auf der Grundlage des internationalen Norm-Entwurfes ISO/DIS 5167-1:2000 erstellt, der im ISO/TC 30/SC 2 "Drosselgeräte" unter Beteiligung deutscher Experten des nationalen Spiegelgremiums NATG-D.2-VDI/GMA 2.41 erarbeitet wurde.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 4006 siehe DIN EN 24006

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 5167-1:1995-11 und DIN EN ISO 5167-1/A1:1998-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Teil 1 enthält nur noch die allgemeinen Festlegungen für alle Drosselgeräte sowie für Strömungsgleichrichter und -umformer, wobei die speziellen Festlegungen für bestimmte Drosselgeräte in Teil 2 "Blenden", Teil 3 "Düsen und Venturidüsen" und in Teil 4 "Venturirohre" festgelegt wurden;
- b) Änderungen aus DIN EN ISO 5167-1/A1:1998-06, die allgemeine Festlegungen für Drosselgeräte betreffen, wurden in diesen Teil 1 aufgenommen.
- c) Es wurden zusätzliche Strömungsgleichrichter aufgenommen und beschrieben.
- d) Für Strömungsgleichrichter wurden verbindliche Prüfungen für deren Effektivität aufgenommen.

Fortsetzung Seite 2
und 31 Seiten prENNormenausschuss Technische Grundlagen (NATG) – Druck, Durchfluss, Temperatur – im DIN
Deutsches Institut für Normung e.V.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 24006, *Durchflussmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen — Begriffe und Formelzeichen (ISO 4006:1991); Deutsche Fassung EN 24006:1993.*

Deutsche Fassung

**Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten
in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt
Teil 1: Allgemeines
(ISO/DIS 5167-1: 2000)**

Measurement of fluid flow by means of pressure
differential devices inserted in circular cross-section
conduits running full – Part 1: General
(ISO/DIS 5167-1: 2000)

Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils
déprimogènes insérés dans des conduites en charge
de section circulaire – Partie 1: Généraux
(ISO/DIS 5167-1: 2000)

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Der Text dieses Norm-Entwurfes umfasst den Text der ISO

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen diese Änderung in der betreffenden nationalen Norm, ohne jede Änderung, einzuführen ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Änderung besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe.....	4
3.1 Allgemeines.....	4
3.2 Druckmessung.....	4
3.3 Drosselgeräte	5
3.4 Strömung	5
4 Symbole und Indizes	7
4.1 Symbole.....	7
4.2 Indizes	8
5 Messprinzip und Berechnungsverfahren.....	8
5.1 Messprinzip.....	8
5.2 Verfahren für die Bestimmung des Durchmesser- verhältnisses für ein ausgewähltes genormtes Drosselgerät	9
5.3 Berechnung des Durchflusses.....	9
5.4 Bestimmung von Dichte, Druck und Temperatur.....	9
5.4.1 Anforderung	9
5.4.2 Dichte.....	9
5.4.3 Statischer Druck	10
5.4.4 Temperatur	10
6 Allgemeine Anforderungen an die Messungen	11
6.1 Drosselgerät	11
6.2 Art des Fluids.....	11
6.3 Strömungszustände.....	11
7 Anforderungen an den Einbau	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Erforderliche störungsfreie gerade Rohrstrecke im Ein- und Auslauf.....	13
7.3 Allgemeine Anforderungen an Strömungszustände am Drosselgerät.....	13
7.3.1 Anforderung	13
7.3.2 Drallfreie Strömungszustände	13
7.3.3 Zulässige Strömungszustände	14
7.4 Strömungsgleichrichter	14
8 Messunsicherheiten bei der Durchflussmessung	17
8.1 Definition der Unsicherheit.....	17
8.2 Praktische Berechnung der Unsicherheit	17
Anhang A (informativ) Iterative Berechnungen	19
Anhang B (informativ) Beispiele für Werte der äquivalenten Rohrrauheit k	21
Anhang C (informativ) Strömungsgleichrichter und Strömungsumformer.....	22
Anhang D (informativ) Literaturhinweise	31

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Regeln der ISO/IEC-Richtlinien, Teil 3, erarbeitet.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Körperschaften.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Möglichkeit besteht, dass einige Elemente dieses Teiles von ISO 5167 Gegenstand von Patentrechten sein können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezügliche Patentrechte zu identifizieren.

Die Internationale Norm ISO 5761-1 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 30, Unterkomitee SC 2 erarbeitet.

ISO 5167-1, ISO 5167-2, ISO 5167-3 und ISO 5167-4 annullieren und ersetzen gemeinsam ISO 5761-1, deren technische Überarbeitung sie darstellen.

ISO 5761 und besteht aus folgenden Teilen unter dem Haupttitel "Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt":

- Teil 1: Allgemeines
- Teil 2: Blenden
- Teil 3: Düsen und Venturidüsen
- Teil 4: Venturirohre

1 Anwendungsbereich

In ISO 5167 werden die Maße und die Anwendung (Einbau- und Betriebsbedingungen) von Blenden, Düsen und Venturirohren, die in eine voll durchströmte Rohrleitung zur Bestimmung des Durchflusses eingebaut sind, beschrieben. Außerdem werden die Berechnungsgrundlagen für den Durchfluss und die damit verbundene Messunsicherheit angegeben.

Die Norm gilt nur für Drosselgeräte, in denen die Strömung innerhalb der gesamten Messstrecke im Unterschallbereich liegt und in denen das Fluid einphasig ist. Sie gilt nicht für Messungen bei pulsierenden Stömungen. Ferner kann jedes Drosselgerät nur in festgelegten Grenzen für den Rohrdurchmesser und die Reynoldszahl benutzt werden.

In dieser Norm werden nur Bauarten von Drosselgeräten behandelt, für die Kalibrierungen in genügender Anzahl und Genauigkeit vorliegen, so daß deren Ergebnisse auf ähnliche Anordnungen innerhalb bestimmter Grenzen der Messunsicherheit übertragbar sind.

Die Messgeräte, die in die Rohrleitung eingebaut werden, heißen "Drosselgeräte" oder auch "Primärgeräte". Die Benennung Drosselgeräte schließt die Druckentnahmen ein. Alle weiteren Geräte, die für die Messung erforderlich sind, heißen "Sekundärgeräte". In ISO 5167 werden nur Drosselgeräte behandelt; Sekundärgeräte ¹⁾ werden nur gelegentlich erwähnt.

Folgende Arten von Drosselgeräten werden in diesem Teil von ISO 5167 behandelt:

- a) Blenden (siehe ISO 5167-2), die mit Eck-Druckentnahmen, *D*- und *D/2*- Druckentnahmen ²⁾ und mit Flansch-Druckentnahmen angewendet werden;

¹⁾ Siehe ISO 2186:1973 "Durchfluss von Fluiden in geschlossenen Leitungen; Anschlüsse zur Drucksignalübertragung zwischen Primär- und Sekundärelementen".

²⁾ Blenden mit Vena-Contracta-Druckentnahmen werden in diesem Teil von ISO 5167 nicht behandelt.

- b) ISA-1932-Düsen ³⁾, Langradius-Düsen und Venturidüsen (siehe ISO 5167-3), die sich sowohl in der Form als auch in der Lage der Druckentnahmen voneinander unterscheiden;
- c) klassische Venturirohre ⁴⁾ (siehe ISO 5167-4).

Dieser Teil von ISO 5167 enthält allgemeine Angaben wie Begriffe, Symbole und Messprinzipien, die für alle in den Teilen 2, 3 und 4 von ISO 5167 enthaltenen Geräte zutreffen.

Sicherheitsaspekte werden in ISO 5167 nicht behandelt. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders sicherzustellen, dass das System den zutreffenden Sicherheitsregeln entspricht.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil des vorliegenden Teiles dieser Internationalen Norm ISO 5167 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Internationalen Norm nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokumentes. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO/TR 3313: 1998, The effect of flow pulsating on flow measuring instruments: orifice plates, nozzles, or Venturi tubes, turbine and vortex flow meters

ISO 4006:1991, Measurement of fluid flow in closed conduits – Vocabulary and symbols

ISO/TR 5168:1998, Measurement of fluid flow – Evaluation of uncertainties

ISO/TR 9464: 1998, Guidelines for the use of ISO 5167-1 : 1991

3 Begriffe

3.1 Allgemeines

Für die Anwendung von ISO 5167 gelten die Begriffe nach ISO 4006.

Die folgenden Definitionen werden nur für Begriffe gegeben, die in einem bestimmten Sinne gebraucht werden, oder bei denen es nützlich ist, ihre Bedeutung zu wiederholen.

3.2 Druckmessung

3.2.1

Wand-Druckentnahme

Bohrungen oder ringförmige Schlitz in der Leitungswand zur Wirkdruckentnahme, deren Kanten mit der Innenwand der Leitung bündig sind.

ANMERKUNG Die Öffnung ist gewöhnlich kreisrund. In bestimmten Fällen kann sie aber auch ein ringförmiger Schlitz sein.

3.2.2

Statischer Druck p eines Fluids, das durch eine gerade Rohrleitung fließt

Druck, der durch Anschluß eines Druckmessgerätes an eine Druckentnahme gemessen werden kann.

ANMERKUNG In ISO 5167 wird nur der absolute Druck benutzt.

³⁾ ISA ist die Abkürzung für "International Federation of the National Standardizing Associations", dem Vorgänger der ISO vor 1946

⁴⁾ In den USA wird das klassische Venturirohr vielfach "Herschel Venturi tube" genannt.

3.2.3

Wirkdruck

Δp

Differenz der (statischen) Drücke zwischen den Druckentnahmen im Einlauf und Auslauf eines Drosselgerätes (oder im Halsteil einer Venturidüse oder eines Venturirohres), das in eine gerade, voll durchströmte Rohrleitung eingebaut ist, wobei Höhenunterschiede zwischen den Druckentnahmen im Ein- und Auslauf berücksichtigt sind.

ANMERKUNG In ISO 5167 wird der Ausdruck "Wirkdruck" nur dann verwendet, wenn sich die Druckentnahmen an den Stellen befinden, die in der Norm für die verschiedenen Drosselgeräte vorgeschrieben sind.

3.2.4

Druckverhältnis

τ

Verhältnis des absoluten (statischen) Druckes an der Druckentnahme im Auslauf zu dem absoluten (statischen) Druck an der Druckentnahme im Einlauf.

3.3 Drosselgeräte

3.3.1

Drosselöffnung

Kleinster Öffnungsquerschnitt in einem Drosselgerät

ANMERKUNG Genormte Drosselöffnungen sind kreisrund und coaxial zur Rohrachse.

3.3.2

Blende

Dünne Scheibe mit kreisförmiger Öffnung.

ANMERKUNG Genormte Blenden sind dünne Scheiben mit scharfer rechtwinkliger Kante der Drosselöffnung. Ihre Dicke ist klein gegenüber dem Rohrdurchmesser, und die Einlaufkante der Drosselöffnung ist scharf und rechtwinklig.

3.3.3

Düse

Drosselgerät, bestehend aus einem sich verengenden Einlauf und einem anschließenden zylindrischen Teil, dem Halsteil.

3.3.4

Venturidüse

Drosselgerät, bestehend aus einem sich verengenden Einlauf, der einer ISA-1932-Düse entspricht, einem sich anschließenden zylindrischen Teil – allgemein Halsteil genannt – und dem "Diffusor", einem sich konisch erweiternden Auslauf

3.3.5

Venturirohr

Drosselgerät, bestehend aus einem sich verengenden Einlauf, einem sich anschließenden zylindrischen Teil – allgemein Halsteil genannt – und dem "Diffusor", einem sich konisch erweiternden Auslauf.

3.3.6

Durchmesserverhältnis β eines Drosselgerätes, eingebaut in einer gegebenen Rohrleitung

Verhältnis des Durchmessers der Drosselöffnung zum Innendurchmesser der Rohrleitung im Einlauf zum Drosselgerät

Hat das Drosselgerät einen Einlaufzylinder, dessen Durchmesser dem Rohrdurchmesser äquivalent ist (wie beim klassischen Venturirohr), dann ist das Durchmesserverhältnis der Quotient aus dem Durchmesser der Drosselöffnung zum Durchmesser des Einlaufzylinders in der Ebene der Plus-Druckentnahmen.

3.4 Strömung

3.4.1

Durchfluss q durch ein Primärgerät

Masse oder Volumen eines Fluids, das eine Drosselöffnung (oder ein Halsteil) durchströmt, dividiert durch die Zeit

ANMERKUNG In allen Fällen muss angegeben werden, ob es sich um den Massendurchfluss q_m (Masse, dividiert durch die Zeit) oder um den Volumendurchfluss q_v (Volumen, dividiert durch die Zeit) handelt.

3.4.2

Reynoldszahl

Re

Kenngroße der Dimension 1, die das Verhältnis zwischen Trägheits- und Viskositätskräften ausdrückt

ANMERKUNG Die Reynoldszahl in ISO 5167 bezieht sich

– entweder auf die Bedingungen des Fluids und den Rohrdurchmesser stromaufwärts vom Drosselgerät, d. h.

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

– oder auf die Drosselöffnung, d. h.

$$Re_d = \frac{Re_D}{\beta}$$

3.4.3

Isentropenexponent

κ

Verhältnis der relativen Druckschwankungen zu entsprechenden relativen Schwankungen der Dichte unter elementaren, umkehrbar adiabatischen (isentropischen) Umwandlungsbedingungen

ANMERKUNG 1 Der Isentropenexponent κ erscheint in den verschiedenen Gleichungen für die Expansionszahl ε und hängt von der Art des Gases, dessen Temperatur und Druck ab.

ANMERKUNG 2 Für viele Gase und Dämpfe sind bis jetzt noch keine κ -Werte veröffentlicht worden. In diesen Fällen kann bei der Anwendung von ISO 5167 statt des Isentropenexponenten das Verhältnis der spezifischen Wärmen idealer Gase zur Berechnung des Durchflusses benutzt werden.

3.4.4

Joule-Thomson-Koeffizient

μ_J

3.4.5

Durchflusskoeffizient

C

Kenngroße, die für ein inkompressibles Fluid den Zusammenhang zwischen dem tatsächlichen und dem theoretischen Durchfluss durch das Messgerät darstellt und durch folgende Gleichung definiert wird:

$$C = \frac{q_m \sqrt{1 - \beta^4}}{\frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 \Delta p p_1}}$$

ANMERKUNG 1 Kalibrierung von genormten Drosselgeräten mit inkompressiblen Fluiden (Flüssigkeiten) zeigen, dass der Durchflusskoeffizient für ein bestimmtes Drosselgerät bei bestimmten Einbauverhältnissen nur von der Reynoldszahl abhängt.

Der Durchflusskoeffizient C hat für verschiedene Einbauverhältnisse den gleichen Zahlenwert, wenn diese geometrisch ähnlich sind und die Strömungen die gleiche Reynoldszahl aufweisen.

Die Gleichungen für die Zahlenwerte von C in diesem Teil von ISO 5167 beruhen auf experimentell ermittelten Werten. Die Messunsicherheit von C kann durch Kalibrierungen in geeigneten Laboratorien reduziert werden.

ANMERKUNG 2 Die Größe $1/\sqrt{1 - \beta^4}$ wird "Vorgeschwindigkeitsfaktor" und das Produkt

$$C \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^4}}$$

wird "Durchflusskoeffizient" genannt.

3.4.6 Expansionszahl

ε
Kenngröße, die die Kompressibilität des Fluids berücksichtigt. Sie wird durch folgende Gleichung definiert:

$$\varepsilon = \frac{q_m \sqrt{1 - \beta^4}}{\frac{\pi}{4} d^2 C \sqrt{2 \Delta p \rho_1}}$$

ANMERKUNG Die Kalibrierung von Drosselgeräten mit einem kompressiblen Fluid (Gas) zeigt, dass das Verhältnis

$$\frac{q_m \sqrt{1 - \beta^4}}{\frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 \Delta p \rho_1}}$$

sowohl von der Reynoldszahl als auch vom relativen Wirkdruck und dem Isentropenexponenten des Gases abhängt.

Die Abhängigkeit wird dadurch dargestellt, dass der Durchflusskoeffizient C des betrachteten Drosselgerätes, wie er sich bei der direkten Kalibrierung mit einer Flüssigkeit bei gleicher Reynoldszahl ergibt, mit der Expansionszahl ε multipliziert wird.

Die Expansionszahl ε ist gleich eins, wenn das Fluid inkompressibel ist und kleiner als eins, wenn es kompressibel ist.

Die Gültigkeit des Verfahrens ist durch Versuche bestätigt die zeigen, dass die Expansionszahl ε praktisch von der Reynoldszahl unabhängig ist und für ein gegebenes Durchmesser Verhältnis und Drosselgerät nur vom relativen Wirkdruck und vom Isentropenexponenten abhängt.

Die Zahlenwerte von ε , die für Blenden in ISO 5167 angegeben werden, sind experimentell ermittelt worden. Für Düsen und Venturirohre basieren sie auf allgemeinen thermodynamischen Energiegleichungen.

3.4.7 Arithmetischer Mittenrauhwert R_a

Arithmetischer Mittelwert der absoluten Beträge der Abstände des Rauheitsprofils von der mittleren Linie innerhalb der Rauheitsmesstrecke. Letztere ist so definiert, dass die Summe der Quadrate der Abstände der Oberfläche von der Mittellinie ein Minimum ist. R_a kann für bearbeitete Oberflächen mit genormten Einrichtungen gemessen, für raue Rohre aber nur geschätzt werden (siehe auch ISO 468).

Für Rohre wird die äquivalente Rohrrauheit k benutzt. Sie kann experimentell bestimmt (siehe 7.5.1) oder aus Tabellen (siehe Anhang B) entnommen werden.

4 Symbole und Indizes

4.1 Symbole

Symbole	Größe	Dimension ¹⁾	SI-Einheit
C	Durchflusskoeffizient	1	-
c_p	Spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	$ML^2T^{-2}\Theta^{-1}mol^{-1}$	J/(mol.K)
d	Durchmesser der Drosselöffnung unter Betriebsbedingungen	L	m
D	Innerer Rohrdurchmesser stromaufwärts (bzw. Durchmesser des Einlaufzylinders beim klassischen Venturirohr) unter Betriebsbedingungen	L	m
H	Enthalpie	$ML^2T^{-2}mol^{-1}$	J/mol
k	Äquivalente Rohrrauheit	L	m
K	Druckverlust-Koeffizient	1	-
l	Abstand der Druckentnahme vom Drosselgerät	L	m
L	Relativer Abstand der Druckentnahme vom Drosselgerät $L = \frac{l}{D}$	1	-
p	Absoluter statischer Druck des Fluids	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
q_m	Massendurchfluss	MT^{-1}	kg/s
q_v	Volumendurchfluss	L^3T^{-1}	m³/s

Symbole	Größe	Dimension ¹⁾	SI-Einheit
R	Radius	L	m
R_a	Arithmetischer Mittenrauhwert	L	m
R_g	Universelle Gaskonstante	$ML^2T^{-2}\Theta^{-1}mol^{-1}$	J/(mol.K)
Re	Reynoldszahl	1	-
Re_D	Reynoldszahl, bezogen auf D	1	-
Re_d	Reynoldszahl, bezogen auf d	1	-
t	Temperatur des Fluids	Θ	°C
T	absolute Temperatur	Θ	K
U'	Relative Unsicherheit	1	-
V	Mittlere axiale Geschwindigkeit des Fluids in der Rohrleitung	LT^{-1}	m/s
Z	Kompressibilitätsfaktor	1	-
β	Durchmesserverhältnis $\beta = \frac{d}{D}$	1	-
γ	Verhältnis der spezifischen Wärmen ²⁾	1	-
δ	Absolute Unsicherheit	³⁾	³⁾
Δp	Wirkdruck	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
$\Delta \varpi$	Druckverlust	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
ε	Expansionszahl	1	-
κ	Isentropenexponent ²⁾	1	-
λ	Rohrreibungsfaktor		
μ	Dynamische Viskosität des Fluids	$ML^{-1}T^{-1}$	Pa · s
μ_{JT}			
ν	Kinematische Viskosität des Fluids $\nu = \frac{\mu}{\rho}$	L^2T^{-1}	m²/s
ζ	Relativer Druckverlust	1	-
ρ	Dichte des Fluids	ML^{-3}	kg/m³
τ	Druckverhältnis $\tau = \frac{p_2}{p_1}$	1	-
ϕ	Gesamtwinkel des Diffusors	1	rad

¹⁾ M = Masse, L = Länge, T = Zeit, Θ = Temperatur

²⁾ λ ist das Verhältnis der spezifischen Wärmekapazität bei konstantem Druck zur spezifischen Wärmekapazität bei konstantem Volumen. Für ideale Gase sind die Werte für das Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten und den Isentropenexponenten gleich groß (siehe 3.4.3). Diese Werte hängen von der Zusammensetzung des Gases ab.

³⁾ Die Dimensionen und Einheiten sind gleich der zugehörigen Größe.

4.2 Indizes

Indizes	Bedeutung
1	Stromaufwärts
2	Stromabwärts

5 Messprinzip und Berechnungsverfahren

5.1 Messprinzip

Das Messprinzip beruht auf dem Einbau eines Drosselgerätes (z. B. eine Blende, eine Düse oder ein Venturirohr) in eine voll durchströmte Rohrleitung. Der Einbau des Drosselgerätes erzeugt eine Differenz der statischen Drücke zwischen dem Einlauf und dem Drosselquerschnitt bzw. dem Auslauf. Der Durchfluss kann aus dem gemessenen Wirkdruck, aus den Stoffwerten des Fluids und aus den Betriebsbedingungen bestimmt werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass dieses Drosselgerät einem unter gleichen Betriebsbedingungen kalibrierten Gerät geometrisch ähnlich ist, d. h., dass es mit den Teilen 2, 3 oder 4 von ISO 5167 übereinstimmt.

Der Massendurchfluss, bezogen auf den Wirkdruck, wird innerhalb der in ISO 5167 festgelegten Grenzen für die Unsicherheit durch eine der folgenden Gleichungen bestimmt: