

DIN EN ISO 5167-4



ICS 17.120.10

Mit DIN EN ISO 5167-1:2004-01,
DIN EN ISO 5167-2:2004-01 und
DIN EN ISO 5167-3:2004-01
Ersatz für
DIN EN ISO 5167-1:1995-11

**Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll
durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt –
Teil 4: Venturirohre (ISO 5167-4:2003);
Deutsche Fassung EN ISO 5167-4:2003**

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

Part 4: Venturi tubes (ISO 5167-4:2003);

German versions EN ISO 5167-4:2003

Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire –

Partie 4: Tubes de Venturi (ISO 5167-4:2003);

Version allemande EN ISO 5167-4:2003

Gesamtumfang 31 Seiten

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN

Die Europäische Norm EN ISO 5167-4:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm, Teil 4: „Venturirohre“ der Reihe DIN EN ISO 5167 für die „Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt“, wurde auf der Grundlage der Internationalen Norm ISO 5167-4:2001 erstellt, die im ISO/TC 30/SC 2 „Drosselgeräte“ unter Beteiligung deutscher Experten des nationalen Spiegelgremiums NATG-D.2-GMA 2.41 erarbeitet wurde.

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

ISO 4006 siehe DIN EN 24006
ISO 5167-1 siehe DIN EN ISO 5167-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 5167-1:1995-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die speziellen Festlegungen für Venturirohre wurden in Teil 4 übernommen.
- b) Die Tabelle 3 der erforderlichen störungsfreien geraden Rohrstrecken nach Einbaustörungen wurde erheblich geändert. Entsprechend neueren Messdaten wurden die Einlaufängen vergrößert.

Frühere Ausgaben

DIN 1952: 1932, 1935, 1937, 1943, 1948-11, 1969-05, 1971-08, 1982-07
DIN EN ISO 5167-1: 1995-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 24006:1993-08, *Durchflussmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen — Begriffe und Formelzeichen (ISO 4006:1991); Deutsche Fassung EN 24006:1993.*

DIN EN ISO 5167-1:2004-01, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Anforderungen (ISO 5167-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 5167-1:2003.*

Deutsche Fassung

**Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll
durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt
Teil 4: Venturirohre
(ISO 5167-4:2003)**

Measurement of fluid flow by means of pressure differential
devices inserted in circular cross-section
conduits running full —
Part 4: Venturi tubes (ISO 5167-4:2003)

Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils
déprimogènes insérés dans des conduites en charge
de section circulaire —
Partie 4: Tubes de Venturi (ISO 5167-4:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. Februar 2003 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm 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 Management-Zentrum 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, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Messprinzip und Berechnungsverfahren	6
5 Klassische Venturirohre	6
5.1 Anwendungsbereich	6
5.2 Allgemeine Beschreibung der Form	7
5.3 Werkstoff und Herstellung	11
5.4 Druckentnahmen	11
5.5 Durchflusskoeffizient C	12
5.6 Expansionszahl ε	13
5.7 Unsicherheiten des Durchflusskoeffizienten C	13
5.8 Unsicherheit der Expansionszahl ε	14
5.9 Druckverlust	14
6 Anforderungen an den Einbau	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Mindestlängen störungsfreier gerader Rohrstrecken im Ein- und Auslauf zwischen verschiedenen Einbaustörungen und dem Venturirohr	15
6.3 Strömungsumformer	19
6.4 Zusätzliche Anforderungen an den Einbau von klassischen Venturirohren	19
Anhang A (informativ) Tabelle für die Expansionszahl	21
Anhang B (informativ) Verwendung von klassischen Venturirohren außerhalb des Anwendungsbereiches von ISO 5167-4	22
Anhang C (informativ) Druckverlust in einem klassischen Venturirohr	26
Literaturhinweise	28
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	29

Vorwort

Dieses Dokument EN ISO 5167-4:2003 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 30 „Durchflussmessung in geschlossenen Leitungen“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 244 „Durchflussmessung in geschlossenen Leitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2003 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument zusammen mit EN ISO 5167-1:2003, EN ISO 5167-2:2003 und EN ISO 5167-3:2003 ersetzt EN ISO 5167-1:1995.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 5167-4:2003 wurde vom CEN als EN ISO 5167-4:2003 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

ISO 5167 enthält in vier Teilen die geometrische Form und Maße von Blenden, Düsen und Venturirohren und behandelt deren Anwendung (Einbau- und Betriebsbedingungen) in voll durchströmten Rohrleitungen zur Bestimmung des Durchflusses. Weiterhin werden die notwendigen Informationen über die Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung des Durchflusses und von dessen zugehöriger Messunsicherheit gegeben.

ISO 5167 ist nur für Drosselgeräte anwendbar, in denen die Strömung in allen Messquerschnitten im Unterschallbereich liegt. Das Fluid muss als einphasig betrachtet werden können. ISO 5167 ist nicht für Messungen bei pulsierenden Strömungen anwendbar. Ferner kann jedes dieser Drosselgeräte nur in festgelegten Grenzen für den Rohrdurchmesser und die Reynolds-Zahl benutzt werden.

In ISO 5167 werden nur Bauarten von Drosselgeräten behandelt, für die Kalibrierungen in genügender Anzahl und Genauigkeit durchgeführt wurden, sodass die funktionalen Zusammenhänge zwischen deren Ergebnissen und Eingangsdaten auf ähnliche Anordnungen innerhalb bestimmter Grenzen der Messunsicherheit verallgemeinert werden können.

In Rohrleitungen eingebaute Blenden, Düsen und Venturirohre, werden „Primärgeräte“ genannt. Die Benennung Primärgerät schließt die Druckentnahmen ein. Alle weiteren Messgeräte, die für die Bestimmung des Durchflusses erforderlich sind, werden als „Sekundärgeräte“ bezeichnet. ISO 5167 gilt nur für Primärgeräte. Sekundärgeräte¹⁾ werden nur bei Bedarf erwähnt.

ISO 5167 besteht aus vier Teilen.

- a) Teil 1 von ISO 5167 enthält allgemeine Angaben wie Begriffe, Symbole, Messprinzipien, Anforderungen und Unsicherheitsangaben, die für alle in den Teilen 2, 3 und 4 von ISO 5167 enthaltenen Geräte zutreffen.
- b) Teil 2 von ISO 5167 legt Blenden, die mit Eck-Druckentnahmen, D - und $D/2$ -Druckentnahmen²⁾ und mit Flansch-Druckentnahmen angewendet werden können, fest.
- c) Teil 3 von ISO 5167 legt ISA-1932-Düsen³⁾, Langradius-Düsen und Venturidüsen, die sich sowohl in der Form als auch hinsichtlich der Lage der Druckentnahmen voneinander unterscheiden, fest.
- d) Dieser Teil von ISO 5167 legt klassische Venturirohre⁴⁾ fest.

Aspekte der Sicherheit werden in ISO 5167 nicht behandelt. Es ist die Verantwortung des Anwenders sicherzustellen, dass das System den zutreffenden Sicherheitsregeln entspricht.

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.

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.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 5167 legt die geometrische Form und Maße sowie die Anwendung (Einbau- und Betriebsbedingungen) von Venturirohren, die in eine voll durchströmte Rohrleitung zur Bestimmung des Durchflusses eingebaut sind, fest.

Dieser Teil von ISO 5167 enthält grundlegende Informationen für die Durchflussberechnung und ist gemeinsam mit den in ISO 5167-1 festgelegten Anforderungen anzuwenden.

Dieser Teil von ISO 5167 gilt nur für Venturirohre, in denen die Strömung im gesamten Messquerschnitt im Unterschallbereich liegt und wo das Fluid als einphasig betrachtet werden kann. Weiterhin kann jedes dieser Geräte nur innerhalb festgelegter Grenzen für Rohrdurchmesser, Rohrrauheit, Durchmesser Verhältnis und Reynolds-Zahl verwendet werden. Dieser Teil von ISO 5167 gilt nicht für Messungen bei pulsierenden Strömungen, für Rohrdurchmesser kleiner als 50 mm oder größer als 1 200 mm und für Reynolds-Zahlen unter 2×10^5 .

Dieser Teil von ISO 5167 behandelt drei Arten von Venturirohren

- a) gussrauhe;
- b) bearbeitete;
- c) raue, aus Stahlblech geschweißte.

Das Venturirohr ist ein Drosselgerät, das aus einem sich verengendem Einlaufteil, an das sich ein zylindrischer Teil anschließt und einem konischen Expansionsteil, Diffusor genannt, besteht. Für die drei Bauarten des klassischen Venturirohres sind die unterschiedlichen Werte für die Unsicherheit der Durchflusskoeffizienten einerseits auf den vorliegenden Umfang der Untersuchungsergebnisse für jede Bauart des klassischen Venturirohres und andererseits auf die mehr oder weniger genaue Definition des geometrischen Profils zurückzuführen. Die Werte beruhen auf Daten, die über viele Jahre gesammelt wurden. Venturidüsen (und andere Düsen) werden in ISO 5167-3 behandelt.

ANMERKUNG 1 Zurzeit wird die Anwendung von Venturirohren bei Hochdruckgasen [$\geq 1 \text{ Mpa}$ ($\geq 10 \text{ bar}$)] untersucht (siehe Literaturhinweise [1], [2], [3]). In vielen Fällen wurden für Venturirohre mit bearbeitetem Einlaufkonus Durchflusskoeffizienten festgestellt, die 2 % oder mehr außerhalb des in diesem Teil von ISO 5167 vorhergesagten Bereiches liegen. Für eine bestmögliche Genauigkeit sollten Venturirohre für die Messung von Gas über den geforderten Durchflussmessbereich kalibriert werden. Bei der Messung von Hochdruckgas ist die Anwendung einer Einzel-Druckentnahme (oder vielfach von zwei Druckentnahmen in jeder Ebene) nicht ungewöhnlich.

ANMERKUNG 2 In den USA wird das klassische Venturirohr auch „Herschel-Venturirohr“ genannt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

ISO 4006:1991, *Measurement of fluid flow in closed conduits — Vocabulary and symbols*.

ISO 5167-1:2003, *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 1: General principles and requirements*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die in ISO 4006 und in ISO 5167-1 angegebenen Begriffe.

4 Messprinzip und Berechnungsverfahren

Das Messprinzip beruht auf dem Einbau eines Venturirohres in eine voll durchströmte Rohrleitung. In einem Venturirohr besteht zwischen dem Einlauf und dem Halsteil eine Differenz des statischen Druckes. Wenn ein Venturirohr geometrisch einem anderen, das direkt kalibriert wurde, gleicht, sind auch die Bedingungen für die Anwendung gleich. Der Durchfluss kann aus diesem gemessenen Wirkdruck, aus den Stoffwerten des Fluids und aus den geometrischen Daten (jeweils unter Betriebsbedingungen) bestimmt werden.

Der Massendurchfluss kann durch Gleichung (1) bestimmt werden:

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

Die Messunsicherheit des bestimmten Massendurchflusses lässt sich nach dem in ISO 5167-1:2003, Abschnitt 8 beschriebenen Verfahren berechnen.

Entsprechend berechnet sich der Volumendurchfluss q_V aus Gleichung (2)

$$q_V = \frac{q_m}{\rho} \quad (2)$$

Darin ist ρ die Dichte des Fluids bei der Temperatur und dem Druck, auf die das Volumen bezogen wird.

Der Prozess der Berechnung des Massendurchflusses, erfolgt durch Ersetzen der verschiedenen Gleichungselemente im rechten Teil der vorstehenden Gleichung (1) durch ihre numerischen Werte. Die Tabelle A.1 gibt den Expansionsfaktor (ε) des Venturirohres an. Die Tabellenwerte sind nicht für eine genaue Interpolation bestimmt. Extrapolation ist nicht zulässig.

Die in der Gleichung (1) angegebenen Werte für die Durchmesser d und D entsprechen den Werten der Durchmesser unter Betriebsbedingungen. Messungen, die unter anderen Bedingungen durchgeführt werden, sollten infolge Expansion oder Kontraktion des Venturirohres und der Rohrleitung mit der Temperatur und dem Druck des Fluids korrigiert werden, und auf die Bedingungen während der Durchflussmessung umgerechnet werden.

Es wird vorausgesetzt, dass die Dichte und die Viskosität des Fluids bei Betriebsbedingungen bekannt sind. Handelt es sich um ein kompressibles Fluid, ist es erforderlich, auch den Isentropenexponenten unter Betriebsbedingungen zu kennen.

5 Klassische Venturirohre

5.1 Anwendungsbereich

5.1.1 Allgemeines

Der Anwendungsbereich der in diesem Teil von ISO 5167 behandelten klassischen Venturirohre hängt von ihrer Herstellungsweise ab.

Bei klassischen Venturirohren gibt es drei Bauarten, die durch die Art der Herstellung der Innenfläche des Einlaufkonusses und die Ausführung des Überganges vom Einlaufkonus zum Halsteil gekennzeichnet sind. Diese drei Herstellungsarten mit geringen unterschiedlichen Merkmalen werden in 5.1.2 bis 5.1.4 beschrieben.

Es gibt für jede Bauart Grenzwerte für die Rohrrauheit und die Reynolds-Zahlen, die berücksichtigt werden müssen.

5.1.2 Klassisches Venturirohr mit gussrauhem Einlaufkonus

Dies ist ein klassisches Venturirohr, das durch Gießen in einer Sandform oder nach anderen Verfahren hergestellt wird. Die Oberfläche des Einlaufkonusses ist dabei der Oberfläche des Sandgusses ähnlich. Der Halsteil muss bearbeitet, und die Übergänge zwischen den zylindrischen und den konischen Teilen müssen gerundet sein.

Dieses klassische Venturirohr darf in Rohren $100 \text{ mm} \leq D \leq 800 \text{ mm}$ und bei Durchmesser-Verhältnissen $0,3 \leq \beta \leq 0,75$ verwendet werden.

5.1.3 Klassisches Venturirohr mit bearbeitetem Einlaufkonus

Dieses klassische Venturirohr wird ebenfalls durch Gießen, oder wie in 5.1.2 angegeben, hergestellt. Der Einlaufkonus wird jedoch ebenso wie der Halsteil und der Einlaufzylinder bearbeitet. Die Übergänge zwischen den zylindrischen und den konischen Teilen dürfen gerundet sein.

Dieses klassische Venturirohr darf in Rohren $50 \text{ mm} \leq D \leq 250 \text{ mm}$ und bei Durchmesser-Verhältnissen $0,4 \leq \beta \leq 0,75$ verwendet werden.

5.1.4 Klassisches Venturirohr mit rauhem, aus Stahlblech geschweißtem Einlaufkonus

Diese Bauart des klassischen Venturirohres wird üblicherweise durch Schweißen hergestellt. Während die größeren Ausführungen unbearbeitet bleiben, falls die in 5.2.4 benötigte Toleranz erreicht wird, wird bei den kleineren Ausführungen der Halsteil bearbeitet.

Dieses klassische Venturirohr darf in Rohren $200 \text{ mm} \leq D \leq 1\,200 \text{ mm}$ und bei Durchmesser-Verhältnissen $0,4 \leq \beta \leq 0,7$ verwendet werden.

5.2 Allgemeine Beschreibung der Form

5.2.1 Im Bild 1 ist das klassische Venturirohr im Schnitt dargestellt. Die Buchstaben im Bild 1 gelten für den nachfolgenden Text.

Das klassische Venturirohr besteht aus einem Einlaufzylinder A, an den sich ein Einlaufkonus B, ein zylindrischer Halsteil C und ein konischer Diffusor E anschließen. Die Innenflächen der Bauteile müssen rotationssymmetrisch sein und konzentrisch zur Rohrachse liegen. Die Koaxialität des Einlaufkonusses und des zylindrischen Halsteiles sind lediglich einer Sichtprüfung zu unterziehen.

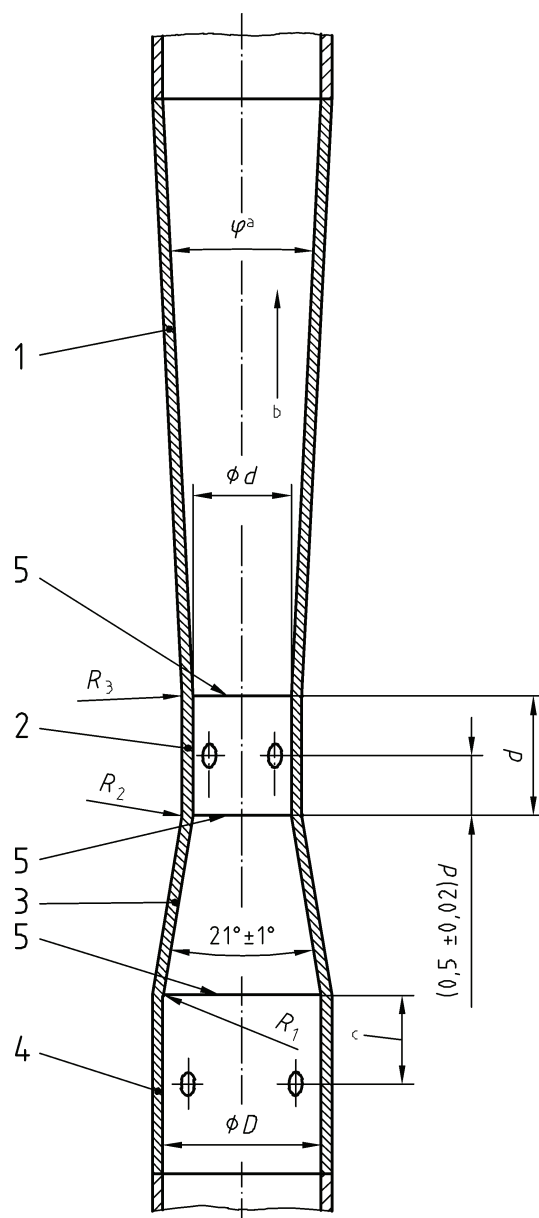
5.2.2 Die Mindestlänge des Einlaufzylinders, gemessen von der Schnittebene des Einlaufkonusses B mit dem Einlaufzylinder A, kann je nach Herstellungsweise unterschiedlich sein (siehe 5.2.8 bis 5.2.10). Es wird jedoch eine Länge von $1D$ empfohlen.

Der Durchmesser D des Einlaufzylinders ist in der Ebene der Plus-Druckentnahmen zu messen. Die Anzahl der Messungen muss wenigstens gleich der Anzahl der Druckentnahmen sein (mindestens 4).

Die Durchmesser müssen nahe jedem Paar der Druckentnahme und auch dazwischen gemessen werden. Der Mittelwert dieser Messungen wird als Berechnungswert von D verwendet.

Durchmesser müssen auch in anderen Ebenen als der Ebene mit den Druckentnahmen gemessen werden.

Dabei darf innerhalb des Einlaufzylinders kein Durchmesser um mehr als 0,4 % vom mittleren Durchmesser D abweichen. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn die Längendifferenz der gemessenen Durchmesser mit den Anforderungen im Hinblick auf den Mittelwert der gemessenen Durchmesser übereinstimmt.



Legende

- 1 konischer Diffusor E
- 2 zylindrischer Halsteil C
- 3 Einlaufkonus B
- 4 Einlaufzylinder A
- 5 Anschlussebenen

- a $7^\circ \leq \varphi \leq 15^\circ$
- b Strömungsrichtung
- c siehe 5.4.7

Bild 1 — Geometrisches Profil des klassischen Venturirohres

5.2.3 Der Einlaufkonus B muss kegelförmig sein und muss für jede Bauart eines klassischen Venturirohres einen Öffnungswinkel von $(21 \pm 1)^\circ$ aufweisen. Am Einlauf wird er begrenzt durch den Schnitt des Kegelstumpfes B mit dem Einlaufzylinder A (oder deren Verlängerungen) und am Auslauf durch den Schnitt des Kegelstumpfes B mit dem Halsteil C (oder deren Verlängerungen).

Die Gesamtlänge des Einlaufkonusses B, parallel zur Mittellinie gemessen, beträgt angenähert $2,7 \sqrt{(D-d)}$.