



SLOVENSKI STANDARD
oSIST prEN ISO 5167-5:2015
01-april-2015

Merjenje pretoka fluida na osnovi tlačne razlike, povzročene z napravo, vstavljeno v polno zapolnjen vod s krožnim prerezom - 5. del: Stožčasta merila (ISO/DIS 5167-5:2015)

Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - Part 5: Cone meters (ISO/DIS 5167-5:2015)

Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 5: Konus-Durchflussmesser (ISO/DIS 5167-5:2015)

Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire - Partie 5: Dispositifs de mesure avec cône de mesure (ISO/DIS 5167-5:2015)

Ta slovenski standard je istoveten z: prEN ISO 5167-5

ICS:

17.120.10 Pretok v zaprtih vodih Flow in closed conduits

oSIST prEN ISO 5167-5:2015 de

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

ENTWURF
prEN ISO 5167-1

Januar 2015

ICS 17.120.10

Deutsche Fassung

Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 5: Konus-Durchflussmesser (ISO/DIS 5167-5:2015)

Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - Part 5: Cone meters (ISO/DIS 5167-5:2015)

Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire - Partie 5: Dispositifs de mesure avec cône de mesure (ISO/DIS 5167-5:2015)

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur parallelen Umfrage vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/SS F05 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN-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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde vom CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum des CEN-CENELEC mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

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

Warnvermerk : Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäischen Norm in Bezug genommen werden.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Prinzipien des Verfahrens der Messung und Berechnung	6
5 Konus-Durchflussmesser	7
5.1 Anwendungsbereich	7
5.1.1 Allgemeines	7
5.2 Allgemeine Form	8
5.3 Werkstoff und Fertigung	12
5.4 Druckentnahmen.....	12
5.5 Durchflusskoeffizient C	12
5.5.1 Einsatzgrenzen.....	12
5.5.2 Durchflusskoeffizient des Konus-Durchflussmessers	13
5.6 Dehnbarkeit [Expansionsfaktor], ε	13
5.7 Unsicherheit des Durchflusskoeffizienten C	13
5.8 Unsicherheit der Dehnbarkeit [Expansionsfaktor] ε	14
5.9 Druckverlust.....	14
6 Anforderungen an den Einbau	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Zulaufseitige und ablaufseitige gerade Mindestlängen bei Einbauten zwischen unterschiedlichem Leitungszubehör und dem Konus-Durchflussmesser.....	15
6.2.1 Allgemeines	15
6.2.2 Einzelne 90°-Krümmung	16
6.2.3 Zwei 90°-Krümmungen in senkrechten Ebenen	16
6.2.4 Konzentrische Erweiterung	16
6.2.5 Teilweise geschlossene Ventile	16
6.3 Besondere zusätzliche Einbauanforderungen an Konus-Durchflussmesser	16
6.3.1 Rundheit und Zylindrizität (Zylinderform) des Rohres	16
6.3.2 Positionieren einer Tauchhülse	16
6.3.3 Rauheit des Einlauf- und Auslaufrohres	17
7 Durchflusskalibrierung von Konus-Durchflussmessern.....	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Prüfeinrichtung	17
7.3 Einbau des Konus-Durchflussmessers.....	17
7.4 Gestaltung des Prüfprogramms.....	17
7.5 Angabe der Kalibrierergebnisse	18
7.6 Unsicherheitsanalyse der Kalibrierung	18
7.6.1 Allgemeines	18
7.6.2 Unsicherheit der Prüfeinrichtung.....	18
7.6.3 Unsicherheit des Konus-Durchflussmessers.....	18
Anhang A (informativ) Tabelle der Dehnbarkeit [Expansionsfaktor]	19
Literaturhinweise	20

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 5167-5:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 30 „Measurement of fluid flow in closed conduits“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC „CEN/SS F05 Messinstrumente“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom CCMC gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

ISO 5167 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full*:

- *Part 1: General principles and requirements*
- *Part 2: Orifice plates*
- *Part 3: Nozzles and Venturi nozzles*
- *Part 4: Venturi tubes*
- *Part 5: Cone meters*

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 5167-5:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 5167-5:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

[SIST EN ISO 5167-5:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/85e61d24-28da-4e9d-a9f2-cc8ed7c269c6/sist-en-iso-5167-5-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/85e61d24-28da-4e9d-a9f2-cc8ed7c269c6/sist-en-iso-5167-5-2016>

Einleitung

Die ISO 5167 ist in fünf Teile gegliedert und erstreckt sich auf die Geometrie und die Art der Nutzung (Einbau- und Betriebsbedingungen) von Blenden, Düsen, Venturirohren und Konus-Durchflussmessern (Kegelmeter), die in voll durchströmten Leitungen eingesetzt sind, um die Durchflussrate der fluiden Strömung in der Leitung zu bestimmen. Sie gibt auch notwendige Informationen zur Berechnung der Durchflussrate und der damit verbundenen Unsicherheit.

ISO 5167 ist nur auf Differenzdruckmessgeräte anwendbar, bei denen die Strömung durch die Messstrecke im Unterschallbereich bleibt und das Fluid als einphasig anzusehen ist; sie ist jedoch nicht für die Messung von pulsierenden Strömungen anwendbar. Ferner kann jede dieser Einrichtungen nur innerhalb festgelegter Grenzen von Rohrweite und Reynoldszahl eingesetzt werden.

ISO 5167 behandelt nur Geräte, bei denen Kalibrierungen in ausreichender Anzahl, Qualität und ausreichendem Umfang durchgeführt wurden, damit es bei kohärenten Anwendungssystemen möglich ist, sich auf deren Ergebnisse und Beiwerte zu stützen, die innerhalb vorhersehbarer Unsicherheitsgrenzen zum Ausdruck gebracht werden. Bei nach Abschnitt 7 kalibrierten Konus-Durchflussmessern kann jedoch ein breites Spektrum von Rohrnennweite, β und Reynoldszahl in Betracht gezogen werden.

Die in Rohrleitungen eingebauten Durchflussmesser werden als „Primärgeräte“ bezeichnet. Die Benennung Primärgerät schließt auch die Druckentnahmen (Druckmessstellen) ein. Alle weiteren Messgeräte oder Geräte, die für die Bestimmung des Durchflusses erforderlich sind, werden als „Sekundärgeräte“ bezeichnet. ISO 5167 gilt nur für Primärgeräte; Sekundärgeräte¹⁾ werden nur gelegentlich erwähnt.

ISO 5167 besteht aus folgenden fünf Teilen:

- a) Teil 1 von ISO 5167 enthält allgemeine Begriffe, Symbole, Messprinzipien und Anforderungen sowie Messverfahren und Angaben zur Unsicherheit, die in Verbindung mit den Teilen 2 bis 5 von ISO 5167 zu verwenden oder anzuwenden sind.
- b) Teil 2 von ISO 5167 legt Blenden fest, die mit Eck-Druckentnahmen, D - und $D/2$ -Druckentnahmen²⁾ und mit Flansch-Druckentnahmen angewendet werden können.
- c) Teil 3 von ISO 5167 legt ISA-1932-Düsen³⁾ Langradiusdüsen und Venturidüsen fest, die sich in der Form und Lage der Druckentnahmen voneinander unterscheiden.
- d) Teil 4 von ISO 5167 legt klassische Venturirohre⁴⁾ fest
- e) Der vorliegende Teil von ISO 5167 legt Konus-Durchflussmesser fest und enthält einen Abschnitt zur Kalibrierung.

Sicherheitsaspekte werden in den Teilen 1 bis 5 von ISO 5167 nicht behandelt. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, sicherzustellen, dass das System die Anforderungen der jeweiligen Sicherheitsbestimmungen erfüllt.

-
- 1) Siehe ISO 2186: 2007, *Fluid flow in closed conduits — Connections for pressure signal transmission between primary and secondary element*, außerdem ISO/TR 9464:2008, *Guidelines for the use of ISO 5167:2003*
 - 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, die 1946 durch die ISO abgelöst wurde.
 - 4) In den USA wird das klassische Venturirohr häufig „Herschel Venturi tube“ genannt.

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil von ISO 5167 legt die Geometrie und Anwendungsverfahren (Einbau- und Betriebsbedingungen) von in einer voll durchströmten Leitung eingesetzten Konus-Durchflussmessern fest, um die Durchflussrate des in der Leitung hindurch fließenden Fluids zu bestimmen.

Da die Unsicherheit eines unkalibrierten Konus-Durchflussmessers für eine bestimmte Anwendung zu groß sein könnte, ist es unbedingt erforderlich, den Durchflussmesser nach Abschnitt 7 dieses Dokuments zu kalibrieren. Kalibrierte Durchflussmesser dürfen nur über den kalibrierten Reynoldszahl-Bereich verwendet werden.

Dieser Teil von ISO 5167 gibt auch Hintergrundinformationen für die Berechnung der Durchflussrate und gilt in Verbindung mit den in der ISO 5167-1 festgelegten Anforderungen.

Dieser Teil von ISO 5167 ist nur auf Konus-Durchflussmesser anwendbar, in denen der Durchfluss über den gesamten Messbereich im Unterschallbereich bleibt und in dem das Fluid als einphasig bezeichnet werden kann. Unkalibrierte Konus-Durchflussmesser können nur innerhalb festgelegter Grenzen von Rohrgröße, Rauheit, β und Reynoldszahl angewendet werden. Dieser Teil von ISO 5167 ist nicht für die Messung von pulsierendem Durchfluss anwendbar. Er behandelt nicht die Anwendung von unkalibrierten Durchflussmessern bei Rohrweiten unter 50 mm oder mehr als 500 mm oder wenn die Rohr-Reynoldszahlen unter 8×10^4 liegen.

Ein Konus-Durchflussmesser ist ein Primärgerät, das aus einer konusförmigen Verengung besteht, die konzentrisch in der Mitte des Rohres mit der Konusspitze gegen die Durchflussrichtung gehalten wird. Die konstruktive Ausführung des in dieser Norm festgelegten Konus-Durchflussmessers hat eine oder mehrere zulaufseitig (stromaufwärts) in der Wandung gelegene Druckentnahmen und eine ablaufseitig (stromabwärts) auf der Rückseite des Konus gelegene Druckentnahme(stelle) mit einer Verbindung über eine Bohrung durch den Konus zur Haltevorrichtung und dann durch die Haltevorrichtung nach oben zu einem Differenzialdruckmessumformer.

Es stehen alternative Ausführungen von Konus-Durchflussmessern zur Verfügung; zum Zeitpunkt der Erstellung der Norm gibt es jedoch nicht genügend Daten, um diese Durchflussmesser vollständig zu beschreiben, und deshalb müssen diese Durchflussmesser nach Abschnitt 7 kalibriert werden.

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).

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 Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 4006 und ISO 5167-1 und der folgende Begriff.

3.1

Beta-Kante

maximaler Umfang des Konus

4 Prinzipien des Verfahrens der Messung und Berechnung

Das Prinzip des Messverfahrens beruht auf dem Einbau des Konus-Durchflussmessers in eine voll durchströmte Rohrleitung. Der Durchfluss durch einen Konus-Durchflussmesser erzeugt einen Differenzialdruck zwischen den zulaufseitig und ablaufseitig gelegenen Anschlüssen. Immer wenn der Durchflussmesser geometrisch mit einem vergleichbar ist, an dem eine direkte Kalibrierung vorgenommen wurde, sind die Einsatzbedingungen die gleichen: die Durchflussrate kann aus der bekannten Geometrie, dem Durchflusskoeffizienten, dem Messwert des Differentialdrucks und der Kenntnis der Fluidbedingungen bestimmt werden. Diese damit bei der Durchflussrate einhergehende Unsicherheit kann berechnet werden.

Der Massendurchsatz kann mit den folgenden Formeln bestimmt werden:

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

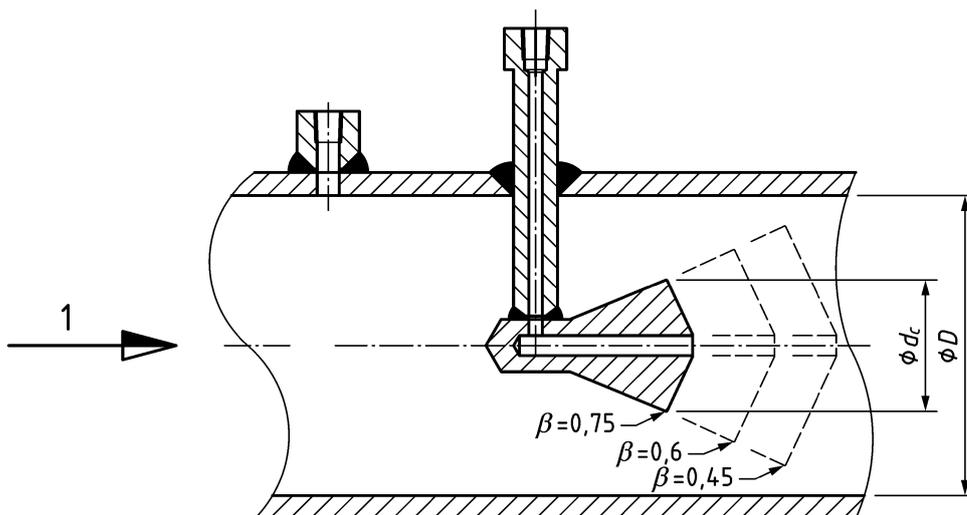
und

$$\beta = \sqrt{\frac{A_t}{A}} \quad (2)$$

dabei ist A_t der Bereich der Einschnürung des Konus-Durchflussmessers und A die Innenfläche der zulaufseitig gelegenen Rohrleitung. Zu beachten ist, dass die Einschnürung bei einem Konus-Durchflussmesser der zwischen der Beta-Kante und der Rohrwand befindliche Ringraum ist; somit ist bei einem Konus-Durchflussmesser:

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{d_c^2}{D^2}} \quad (3)$$

Dabei ist d_c der Durchmesser des Konus in der Ebene der Beta-Kante. Zu beachten ist, dass eine größeres β einen kleineren Konus impliziert (siehe Bild 1).



1 Durchfluss

Bild 1 — Konus-Durchflussmesser, verschiedene Werte von β zeigend

Die Unsicherheitsgrenzen können nach dem in ISO 5167-1:2003, Abschnitt 8, angegebenen Verfahren berechnet werden, jedoch mit der Ausnahme, dass anstelle von Gleichung 3 von ISO 5167-1:2003 die folgende Gleichung benutzt werden sollte:

$$\frac{\delta q_m}{q_m} = \left[\left(\frac{\delta C}{C} \right)^2 + \left(\frac{\delta \varepsilon}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\frac{2(1 + \beta^2 + \beta^4)}{\beta^2(1 + \beta^2)} \right)^2 \left(\frac{\delta D}{D} \right)^2 + \left(\frac{2}{\beta^2(1 + \beta^2)} \right)^2 \left(\frac{\delta d_{\text{cone}}}{d_{\text{cone}}} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\delta \Delta p}{\Delta p} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\delta \rho_1}{\rho_1} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

Gleichermaßen kann der Wert der Volumendurchflussrate berechnet werden, weil

$$q_v = \frac{q_m}{\rho} \quad (5)$$

dabei ist ρ die Fluidichte bei der Temperatur und dem Druck, wofür das Volumen angegeben ist.

Die Berechnung der Durchflussrate, die ein rein arithmetischer Vorgang ist, wird durch den Austausch der verschiedenen Elemente auf der rechten Seite von Gleichung (1) mit deren numerischen Werten ausgeführt. Gleichung (6) in 5.6 (oder den berechneten Werten in Tabelle A.1) ergibt die Expansionsfaktoren (ε) des Konus-Durchflussmessers. Die Werte in Tabelle A.1 sind nicht für präzise Interpolation bestimmt. Eine Extrapolation ist nicht zulässig. In der Regel ist allerdings der Ausflusskoeffizient C (Abflussbeiwert) abhängig von der Reynoldszahl Re , die selbst von q_m abhängig ist, und muss durch Iteration erhalten werden (siehe ISO 5167-1:2003, Anhang A, für Leitlinien hinsichtlich der Wahl des Iterationsverfahrens und ersten Schätzungen).

Die in den Gleichungen (1) und (3) aufgeführten Durchmesser d_c und D sind die Durchmesserwerte unter Arbeitsbedingungen. Unter anderen Bedingungen durchgeführte Messungen sollten aufgrund der Werte von Temperatur und dem Druck des Fluids während der Messung hinsichtlich einer möglichen Expansion oder Kontraktion des Primärgeräts und der Rohrleitung korrigiert werden.

Da die Durchflussberechnung des Konus-Durchflussmessers besonders empfindlich gegenüber den angewendeten Rohr- und Konusdurchmesserwerten ist, muss der Anwender sicherstellen, dass diese korrekt in die Berechnungen der Durchflussberechnung aufgenommen werden. Zum Beispiel ist darauf zu achten, anstelle eines Nennwerts den gemessenen Innendurchmesser zu verwenden.

Es ist notwendig, die Dichte und Viskosität des Fluids bei Arbeitsbedingungen zu kennen. Im Falle eines kompressiblen Fluids ist es auch notwendig, den isentropischen Exponent des Fluids bei Arbeitsbedingungen zu kennen.

ANMERKUNG Die Abweichung aller Differenzdruck-Durchflussmesser ist abhängig vom Differenzdruckbereich. Gewöhnlich kann eine 10:1-Abweichung beim Durchfluss (äquivalent zur 100:1-Abweichung beim Differenzdruck) erzielt werden.

5 Konus-Durchflussmesser

5.1 Anwendungsbereich

5.1.1 Allgemeines

Unkalibrierte Konus-Durchflussmesser können in Rohren mit Durchmessern zwischen 50 mm und 500 mm und mit $0,45 \leq \beta \leq 0,75$ angewendet werden. Konus-Durchflussmesser mit $\beta > 0,75$ müssen kalibriert werden. Konus-Durchflussmesser mit Werten von $\beta < 0,45$ werden normalerweise nicht hergestellt.

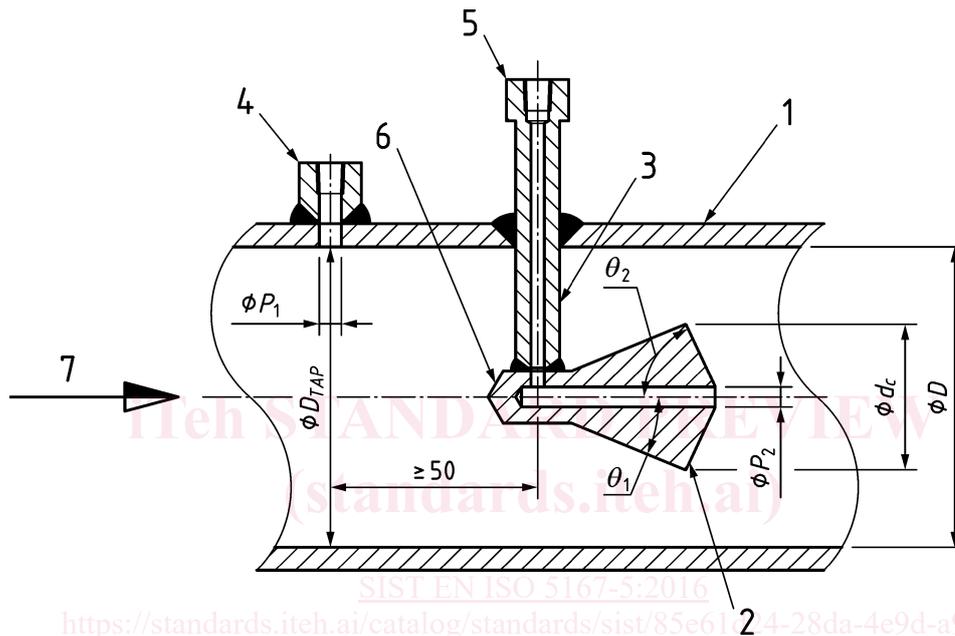
Es gibt Grenzen bei der Rauheit und Reynoldszahl, die angesprochen werden müssen.

prEN ISO 5167-5:2015 (D)

5.2 Allgemeine Form

5.2.1 Bild 2 zeigt einen Schnitt durch die Symmetrieachse eines Konus-Durchflussmessers bei der üblichen Ausführung. Bild 4 zeigt weitere Schnitte durch den Durchflussmesser, um das Verständnis der Messtechnik des Konus-Durchflussmessers zu fördern. Die im Text verwendeten Buchstaben beziehen sich auf die in Bild 2 und Bild 4 gezeigten Buchstaben.

Der Konus-Durchflussmesser besteht aus einem Rohrabschnitt mit dem Durchmesser D , der die Konusbaugruppe mit Konusdurchmesser d_c , die Tragkonstruktion für den Konus und die Druckentnahmen für die Differenzdruckmessung aufnimmt. Die Konusbaugruppe wird so eingebaut, dass die Symmetrieachse des Konus konzentrisch zur Mittelachse des Rohrabschnitts nach 5.2.12 verläuft.



Legende

- 1 Rohrkörper
- 2 Konelement
- 3 Tragstrebe
- 4 Hochdruckentnahme
- 5 Niederdruckentnahme
- 6 Konusnase

Bild 2 — Geometrisches Profil des Konus-Durchflussmessers

5.2.2 Die Ausführungsform der Konusnase (Beispiele siehe Bild 3) kann als bearbeitete Komponente oder aus einem Rohrbogen hergestellt werden. Zuflussseitig sollte sich die Nase nicht über die Ebene der Mittelachse des(der) zuflussseitig gelegenen Entnahmestelle(n) erstrecken. Diese konstruktiven Ausführungen sollten nicht als alleinige in Betracht kommen.

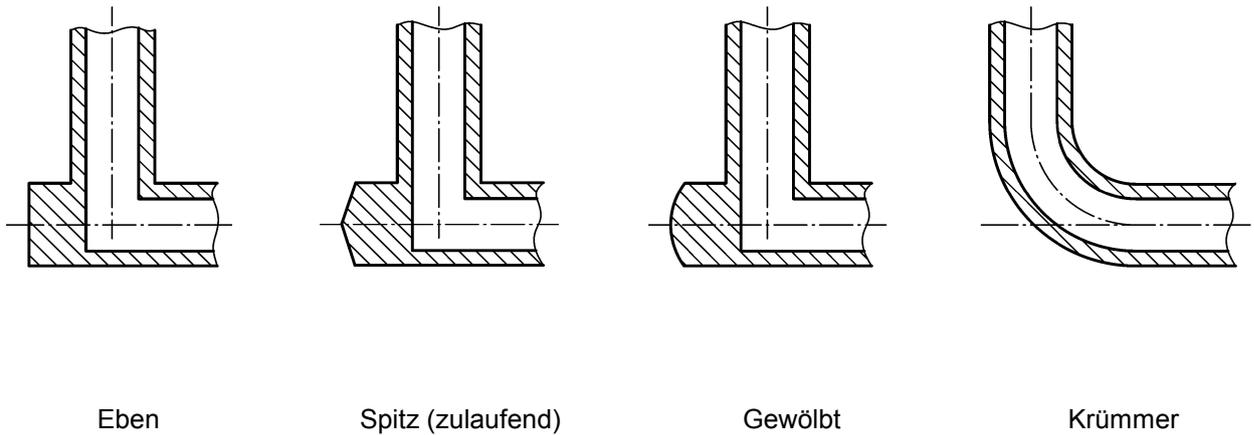


Bild 3 — Beispiele von verschiedenen Ausführungsformen der Konusnase

5.2.3 Der Rohrdurchmesser D ist nach Bild 4 auf der Ebene A zu messen. Die Messungen müssen an mindestens vier gleichmäßig um den inneren Rohrumfang verteilten Stellen erfolgen. Als Wert von D ist bei den Berechnungen der arithmetische Mittelwert von diesen Messungen einzusetzen.

5.2.4 Der Rohrdurchmesser muss auch in der Ebene C nach Bild 4 (D_{TAP} wie in Bild 2 gezeigt) gemessen werden. Die Anzahl der Messungen an dieser Ebene muss mindestens gleich der Anzahl an Druckentnahmen (mindestens vier) sein.

5.2.5 Kein Durchmesser an irgendeiner Stelle zwischen der Ebene C und $1D$ ablaufseitig von der Ebene A nach Bild 4 darf vom Rohrdurchmesser D um mehr als 1,0 % abweichen.

SIST EN ISO 5167-5:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/85e61d24-28da-4e9d-a9f2-cc8ed7c269c6/sist-en-iso-5167-5-2016>