

DIN EN ISO 5167-3



ICS 17.120.10

Mit DIN EN ISO 5167-1:2004-01,
DIN EN ISO 5167-2:2004-01 und
DIN EN ISO 5167-4:2004-01
Ersatz für
DIN EN ISO 5167-1:1995-11

**Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll
durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt –
Teil 3: Düsen und Venturidüsen (ISO 5167-3:2003);
Deutsche Fassung EN ISO 5167-3:2003**

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

Part 3: Nozzles and Venturi nozzles (ISO 5167-3:2003);
German version EN ISO 5167-3:2003

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

Partie 3: Tuyères et Venturi-tuyères (ISO 5167-3:2003);
Version allemande EN ISO 5167-3:2003

Gesamtumfang 40 Seiten

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN

Die Europäische Norm EN ISO 5167-3:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm, Teil 3: „Düsen und Venturidüsen“ 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 5167-3:2001 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:

— Die spezifischen Festlegungen für Düsen und Venturidüsen wurden in Teil 3 übernommen.

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 3: Düsen
und Venturidüsen (ISO 5167-3:2003)

Measurement of fluid flow by means of pressure differential
devices inserted in circular cross-section conduits running
full - Part 3: Nozzles and Venturi nozzles
(ISO 5167-3:2003)

Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils
déprimogènes insérés dans des conduites en charge de
section circulaire - Partie 3: Tuyères et Venturi-tuyères
(ISO 5167-3:2003)

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

Vorwort

Dieses Dokument EN ISO 5167-3:2003 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 5167-4:2003 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 5167-3:2003 wurde vom CEN als EN ISO 5167-3:2003 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Messprinzip und Berechnungsverfahren	5
5 Düsen und Venturidüsen	6
5.1 ISA-1932-Düse	6
5.2 Langradius-Düsen	12
5.3 Venturidüse	17
6 Anforderungen an den Einbau	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Mindestlängen störungsfreier gerader Rohrstrecken im Ein- und Auslauf zwischen verschiedenen Einbaustörungen und der Düse	24
6.3 Strömungsumformer und Strömungsgleichrichter	28
6.4 Rundheit und Zylinderform des Rohres	28
6.5 Anordnung von Düse und Fassungsringen	29
6.6 Halterungen und Dichtungen	30
Anhang A (informativ) Tabellen für Durchflusskoeffizienten und Expansionszahlen	31
Literaturhinweise	37
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	38

Einleitung

ISO 5167 enthält in vier Teilen die geometrischen Formen 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 für dessen zugehörige 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) Dieser Teil 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) Teil 4 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 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 5167 legt die geometrischen Formen und Maße sowie die Anwendung (Einbau- und Betriebsbedingungen) von Düsen und Venturidüsen, die in einer voll durchströmten 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 Düsen und Venturidüsen, in denen die Strömung im gesamten Messquerschnitt im Unterschallbereich liegt und wo das Fluid als einphasig betrachtet werden kann. Weiterhin kann jedes Gerät 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 630 mm und für Reynolds-Zahlen unter 10 000.

Dieser Teil von ISO 5167 behandelt

- a) zwei Arten von Norm-Düsen:
 - 1) die ISA-1932-Düse⁵⁾;
 - 2) die Langradius-Düse⁶⁾;
- b) die Venturidüse.

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“, den Vorgänger der ISO vor 1946.

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

5) ISA ist die Abkürzung für „International Federation of the National Standardizing Assosiations“, welche 1946 durch ISO ersetzt wurde.

6) Die Langradius-Düse weicht von der ISA-1932-Düse durch Form und Lage der Druckentnahmen ab.

Die zwei Arten von Norm-Düsen sind grundsätzlich verschieden und sind in diesem Teil von ISO 5167 getrennt behandelt. Die Venturidüse hat die gleiche Stirnseite auf der Einlaufseite wie die ISA-1932-Düse, aber einen divergierenden Abschnitt und deswegen eine andere Anordnung der Druckentnahmen auf der Auslaufseite und wird deshalb getrennt beschrieben. Diese Ausführung hat einen geringeren Druckverlust als eine gleichartige Düse. Für beide Düsen und für die Venturidüse wurden direkte Kalibrierungen, ausreichend in Anzahl, Spreizung und Qualität, durchgeführt, sodass deren Ergebnisse und Koeffizienten auf ähnliche Anordnungen innerhalb bestimmter Grenzen der Messunsicherheit übertragbar sind.

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 einer Düse oder einer Venturidüse in eine voll durchströmte Rohrleitung. Der Einbau der Düse erzeugt eine Differenz der statischen Drücke zwischen dem Einlauf und dem Drosselquerschnitt. Der Durchfluss kann aus diesem gemessenen Wirkdruck, aus den Stoffwerten des Fluids und aus den geometrischen Daten (jeweils unter Betriebsbedingungen) bestimmt werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass dieser Düse eine unter gleichen Betriebsbedingungen kalibrierte Düse geometrisch ähnlich ist, d. h., dass sie mit diesem Teil von ISO 5167 übereinstimmt.

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 Wert des Volumendurchflusses, 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 Tabellen A.1 bis A.4 dienen der praktischen Handhabung. Die Tabellen A.1 bis A.3 enthalten die Werte von C als eine Funktion von β . Die Tabelle A.4 enthält den Expansionsfaktor ε . Die Tabellenwerte sind nicht für eine genaue Interpolation bestimmt. Extrapolation ist nicht zulässig.

Der Durchflusskoeffizient C kann von Re_D abhängen, wobei Re_D selbst eine Funktion von q_m ist und durch Iteration ermittelt wird (siehe hierzu Teil 1 von ISO 5167 als Anleitung bezüglich der Auswahl des Iterationsverfahrens und der ersten Annahmen).

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 der Düse 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 Düsen und Venturidüsen

5.1 ISA-1932-Düse

5.1.1 Allgemeine Beschreibung der Form

Der Teil der Düse, der sich innerhalb der Rohrleitung befindet, ist rotationssymmetrisch. Die Düse besteht aus einem sich verengenden Teil mit einem gerundeten Profil und aus einem zylindrischen Halsteil.

Bild 1 zeigt einen Schnitt durch eine ISA-1932-Düse an einer Ebene, die durch die Mittellinie des Halsteiles führt.

Die Buchstaben im folgenden Text beziehen sich auf Bild 1.

5.1.2 Profil der Düse

5.1.2.1 Das Profil der Düse ist charakterisiert durch:

- die zur Mittellinie senkrecht stehende ebene Stirnfläche A;
- den sich verengenden Teil, bestehend aus den zwei Kreisbögen B und C;
- den zylindrischen Halsteil E;
- den möglichen Schutzrand F (nur erforderlich, wenn eine Beschädigung der Austrittskante G zu befürchten ist).

5.1.2.2 Die Stirnfläche A ist durch die Fläche zwischen coaxialen Kreisen um die Mittellinie mit den Durchmessern $1,5d$ und dem Rohrinne Durchmesser D begrenzt.

Für $d = 2D/3$ ist die radiale Breite der Stirnfläche gleich null.

Für $d > 2D/3$ ist innerhalb der Rohrleitung keine ebene Stirnfläche vorhanden. In diesem Fall wird die Düse so hergestellt, als ob D größer als $1,5d$ wäre, und die Stirnfläche wird so abgedreht, dass der größte Durchmesser des Einlaufprofils gleich dem Rohrdurchmesser D ist (siehe 5.1.2.7 und Bild 1b)).

5.1.2.3 Der Kreisbogen B geht für $d < 2D/3$ tangential in die Stirnfläche A über. Sein Radius R_1 ist gleich $0,2d \pm 0,02d$ für $\beta < 0,5$ und $0,2d \pm 0,006d$ für $\beta \geq 0,5$. Sein Mittelpunkt hat einen Abstand von $0,2d$ von der Stirnfläche A und von $0,75d$ von der Mittellinie.

5.1.2.4 Der Kreisbogen C geht tangential in den Kreisbogen B und den Halsteil E über. Sein Radius R_2 ist gleich $d/3 \pm 0,033d$ für $\beta < 0,5$ und $d/3 \pm 0,01d$ für $\beta \geq 0,5$. Sein Mittelpunkt hat einen Abstand von $d/2 + d/3 = 5d/6$ von der Mittellinie und von der Stirnfläche A einen Abstand

$$a_n = \left(\frac{12 + \sqrt{39}}{60} \right) d = 0,304 \, 1d$$

5.1.2.5 Der Halsteil E hat einen Durchmesser d und die Länge $b_n = 0,3d$.

Der Durchmesser d des Halsteiles ist der arithmetische Mittelwert aus mindestens vier Durchmessern, die in verschiedenen axialen Ebenen mit annähernd gleichen Winkelabständen zueinander verteilt sind.

Der Halsteil muss zylindrisch ausgeführt sein. Kein Durchmesser darf um mehr als 0,05 % vom mittleren Durchmesser d abweichen. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn keiner der gemessenen Durchmesser die oben genannte Grenze in Bezug auf die Grenzabweichung vom Mittelwert überschreitet.

5.1.2.6 Der Schutzrand F hat einen Durchmesser c_n von mindestens $1,06d$ und eine Länge von $\leq 0,03d$. Das Verhältnis der Höhe $(c_n - d)/2$ zu seiner axialen Länge darf nicht größer als 1,2 sein.

Die Auslaufkante G muss scharfkantig sein.

5.1.2.7 Die Gesamtlänge der Düse ohne den Schutzrand F als Funktion von β ist gleich

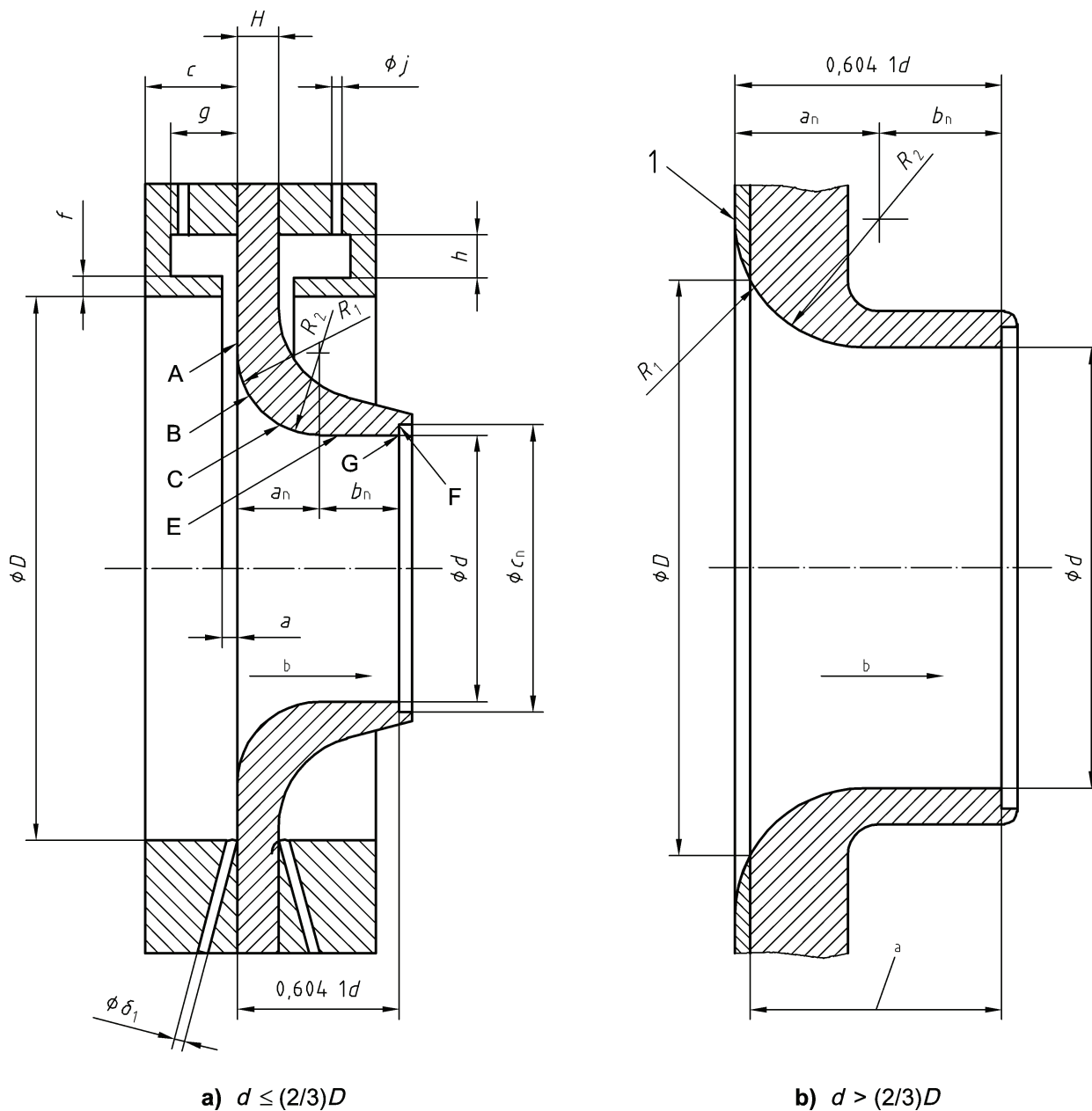
$$0,604 \, 1d \text{ für } 0,3 \leq \beta \leq \frac{2}{3}$$

und

$$\left(0,404 \, 1 + \sqrt{\frac{0,75}{\beta} - \frac{0,25}{\beta^2} - 0,522 \, 5} \right) d \text{ für } \frac{2}{3} < \beta \leq 0,8$$

5.1.2.8 Das sich verengende Profil im Einlauf muss mit einer Schablone geprüft werden.

Zwei Durchmesser des Profils im Einlauf in derselben zur Mittellinie senkrechten Ebene dürfen sich höchstens um 0,1 % ihres Mittelwertes voneinander unterscheiden.



Legende

- 1 abzdrehender Teil
- a siehe 5.1.2.7
- b Strömungsrichtung

Bild 1 — ISA-1932-Düse

5.1.2.9 Die Oberfläche der Einlaufseite und die des Halsteils müssen poliert sein, damit ein arithmetischer Mittenrauhwert von $Ra \leq 10^{-4}d$ eingehalten werden kann.

5.1.3 Rückseite

5.1.3.1 Die Dicke H darf den Wert $0,1D$ nicht überschreiten

5.1.3.2 Abgesehen von der Bedingung in 5.1.3.1 bestehen für das Profil und die Oberflächenbeschaffenheit der Rückseite keine besonderen Anforderungen (siehe 5.1.1).

5.1.4 Werkstoff und Herstellung

Die ISA-1932-Düse darf aus jedem Material und nach jedem beliebigen Fertigungsverfahren hergestellt werden, sofern sie während der Durchflussmessung mit der vorhergehenden Beschreibung in Übereinstimmung bleibt.

5.1.5 Druckentnahmen

5.1.5.1 Die Eck-Druckentnahmen müssen stromaufwärts der Düse angeordnet sein.

Die Plus-Druckentnahmen dürfen entweder Einzelentnahmen oder ringförmige Schlitzse sein. Beide Entnahmeformen dürfen entweder direkt im Rohr oder in Flanschen oder auch in Fassungsringen untergebracht werden, wie dies im Bild 1 dargestellt ist.

Damit die Entnahmebohrungen mit der Rohrwand bündig sind, muss der Zwischenraum zwischen den Mittellinien der einzelnen Plus-Druckentnahmen und der Stirnseite A gleich der Hälfte des Durchmessers oder gleich der Hälfte der Breite der Druckentnahmen selbst sein. Die Mittellinien der einzelnen Plus-Druckentnahmen müssen die Mittellinie der Düse so genau wie möglich unter einem Winkel von 90° treffen.

Nachfolgend sind der Durchmesser δ_1 einer Einzelanbohrung oder die Schlitzweite a angegeben. Der untere Grenzwert für den Durchmesser ist praktisch nur durch die Gefahr einer Verstopfung oder durch unzureichende Dynamik der Übertragung bestimmt.

Saubere Fluide und Dämpfe:

- für $\beta \leq 0,65$: $0,005D \leq a$ oder $\delta_1 \leq 0,03D$;
- für $\beta > 0,65$: $0,01D \leq a$ oder $\delta_1 \leq 0,02D$.

Für jeden Wert von β :

- für saubere Fluide: $1 \text{ mm} \leq a$ oder $\delta_1 \leq 10 \text{ mm}$;
- für Dämpfe, im Falle von Ringkammern: $1 \text{ mm} \leq a \leq 10 \text{ mm}$;
- für Dämpfe und verflüssigte Gase bei Einzelanbohrungen: $4 \text{ mm} \leq \delta_1 \leq 10 \text{ mm}$.

Üblicherweise ist der Ringspalt über den ganzen Umfang, also ohne Unterbrechung, mit dem Rohrinne verbunden. Andernfalls muss jede Ringkammer über mindestens vier Öffnungen mit dem Rohrinne verbunden sein, deren Achsen gleiche Winkel zueinander haben und deren Öffnungsfläche mindestens je 12 mm^2 beträgt.

Um sicherzustellen, dass die Fassungsringe nicht ins Rohr hineinragen, muss deren Innendurchmesser b gleich oder größer als der Rohrdurchmesser D sein. Er darf jedoch einen Wert von $1,04D$ nicht überschreiten. Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\frac{b-D}{D} \times \frac{c}{D} \times 100 \leq \frac{0,1}{0,1 + 2,3\beta^4}$$

Die Länge c des Fassungsringes auf der Einlaufseite (siehe Bild 1) darf nicht größer als $0,5D$ sein.

Die Schlitztiefe f muss gleich oder größer sein als die doppelte Schlitzweite a . Der Querschnitt der Ringkammer, gh , muss gleich oder größer sein als die Hälfte der gesamten Fläche der Öffnungen, die das Rohrinne mit der Ringkammer verbindet.

Die Flächen des Fassungsringes, die mit dem zu messenden Fluid in Berührung kommen, müssen sorgfältig bearbeitet und sauber sein.

Die Entnahmebohrungen, welche die Ringkammern mit den Sekundärgeräten verbinden, müssen rund sein und einen Durchmesser j zwischen 4 mm und 10 mm aufweisen.

Die Fassungsringe auf der Einlauf- und Auslaufseite müssen nicht unbedingt symmetrisch zueinander sein, sie müssen aber beide die bereits genannten Anforderungen erfüllen.

Der Rohrdurchmesser muss nach 6.4.2 gemessen werden, wobei der Fassungsring als Teil der Düse angesehen werden muss. Dies gilt auch für die nach 6.4.4 angegebene Anforderung für den Abstand, sodass die Länge s von der Anströmkante des rückspringenden Fassungsringes aus gemessen werden muss.

5.1.5.2 Die Minus-Druckentnahmen dürfen entweder Eck-Druckentnahmen nach 5.1.5.1 sein oder solche nach den Beschreibungen dieses Abschnittes.

Der Abstand zwischen dem Zentrum der Druckentnahme und der Vorderseite der Düse muss

— $\leq 0,15D$ für $\beta \leq 0,67$;

— $\leq 0,20D$ für $\beta > 0,67$

betragen.

Beim Einbau der Druckentnahmen muss der Dicke der Dichtungen und/oder des Dichtungsmaterials entsprechende Bedeutung zugemessen werden.

Die Mittellinie der Druckentnahme muss die Mittellinie der Rohrachse möglichst unter einem Winkel von 90° schneiden, muss aber in jedem Fall innerhalb 3° zur Senkrechten liegen. Am Durchbruch zur Rohrrinnenseite muss die Bohrung rund sein. Ihre Kante muss mit der Rohrrinnenseite bündig, frei von Grat und so scharf wie möglich sein. Um Bohrgrat oder Späne sicher zu entfernen, ist eine kleine Abrundung der inneren Kante zulässig, die jedoch so klein wie möglich sein muss. Falls eine Messung möglich ist, muss der Kantenradius kleiner als ein Zehntel des Bohrungsdurchmessers sein. Die Innenseite der Entnahmebohrung, die Bohrungskante an der Rohrrinnenseite oder die Wand an der Rohrrinnenseite nahe der Druckentnahme dürfen keine Unregelmäßigkeiten aufweisen. Für die Beurteilung der Übereinstimmung der Entnahmebohrung mit den Anforderungen dieses Absatzes ist eine Sichtprüfung ausreichend.

Der Durchmesser der Druckentnahmen muss kleiner als $0,13D$ und kleiner als 13 mm sein.

Für den Minstdurchmesser gibt es keine Einschränkung, er ist praktisch nur durch die Gefahr einer Verstopfung oder durch unzureichende Dynamik der Übertragung festgelegt. Die Plus- und Minus-Druckentnahmen müssen den gleichen Durchmesser haben.

Die Entnahmebohrungen müssen, gemessen von der Rohrrinnenseite, über eine Länge von mindestens 2,5-mal Bohrungsdurchmesser kreisrund und zylindrisch sein.

Die Mittellinien der Druckentnahmen dürfen in jeder axialen Ebene der Rohrleitung liegen.

Die Achse der Plus-Druckentnahme und die der Minus-Druckentnahme dürfen in verschiedenen axialen Ebenen liegen.

5.1.6 Koeffizienten der ISA-1932-Düse

5.1.6.1 Anwendungsgrenzen

Diese Düsenart nach diesem Teil von ISO 5167 darf nur dann verwendet werden, wenn die nachstehenden Grenzen eingehalten werden:

— $50 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$;

— $0,3 \leq \beta \leq 0,8$