

Durchflusssmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt

Teil 3: Düsen und Venturidüsen

(ISO/DIS 5167-3:2000)

Deutsche Fassung prEN ISO 5167-3:2000

DIN**EN ISO 5167-3**

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 3: Nozzles and Venturi nozzles (ISO/DIS 5167-3: 2000);

German version prEN ISO 5167-3: 2000

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

Partie 3: Tuyères et tuyères de Venturi (ISO/DIS 5167-3: 2000);

Version allemande prEN ISO 5167-3: 2000

Vorgesehen mit

E DIN EN ISO 5167-1:2000-10,

E DIN EN ISO 5167-2:2000-10

und

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 3: "Düsen und Venturidüsen", der Reihe EN ISO 5167 für die Durchflusssmessung 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.

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;

Fortsetzung Seite 2
und 29 Seiten prEN

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) — Druck, Durchfluss, Temperatur — im DIN
Deutsches Institut für Normung e.V.

Documents

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 3: Düsen und Venturidüsen
(ISO/DIS 5167-3: 2000)**

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/DIS 5167-3: 2000)

Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire – Partie 3: Tuyères et tuyères de Venturi (ISO/DIS 5167-3: 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, Tschechische 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	
1 Anwendungsbereich	
2 Normative Verweisungen und Begriffe	
3 Messprinzip und Berechnungsverfahren	
4 Düsen und Venturidüsen	
4.1 ISA-1932-Düse	
4.1.1 Allgemeine Beschreibung der Form	
4.1.2 Düsenprofil	
4.1.3 Rückseite	
4.1.4 Werkstoff und Herstellung	
4.1.5 Druckentnahmen	
4.1.6 Koeffizienten der ISA-1932-Düse	
4.1.7 Unsicherheiten	
4.1.8 Druckverlust Δp	
4.2 Langradius-Düsen	
4.2.1 Allgemeines	
4.2.2 Profil der Düse mit großem Durchmesser Verhältnis	
4.2.3 Das Profil der Düse mit kleinem Durchmesser Verhältnis	
4.2.4 Werkstoff und Herstellung	
4.2.5 Druckentnahmen	
4.2.6 Koeffizienten für Langradius-Düsen	
4.2.7 Unsicherheiten	
4.3 Venturidüsen	
4.3.1 Allgemeine Beschreibung der Form	
4.3.2 Werkstoff und Herstellung	
4.3.3 Druckentnahmen	
4.3.4 Koeffizienten	
4.3.5 Unsicherheiten	
4.3.6 Druckverlust	
5 Anforderungen an den Einbau	
5.1 Allgemeines	
5.2 Erforderliche störungsfreie gerade Rohrstrecken im Ein- und Auslauf zwischen verschiedenen Einbaustörungen und dem Drosselgerät	
5.3 Strömungsgleichrichter	
5.4 Rundheit des Rohres	
5.5 Anordnung von Drosselgerät und den Fassungsringen	
5.6 Halterungen und Dichtungen	
Anhang A (informativ) Tabellen des Durchflusskoeffizienten und des Expansionsfaktors	

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 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 diesem Teil von ISO 5167 werden die Maße und Anwendung (Einbau- und Betriebsbedingungen) von Düsen und Venturidüsen, die in einer voll durchströmten Rohrleitung zur Bestimmung des Durchflusses eingebaut sind, festgelegt.

Er enthält grundlegende Informationen zur Berechnung des Durchflusses und sollte in Verbindung mit den Anforderungen nach ISO 5167-1 angewendet werden, der allgemeine Angaben beinhaltet die auf alle Drosseleräte zutreffen, die von der Norm erfasst sind, wie z. B. Blenden, Düsen, Venturidüsen.

Die Norm gilt nur für Düsen und Venturidüsen, 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 Strömungen. Zusätzlich darf jedes dieser Drosselgeräte nur innerhalb festgelegter Grenzen für Rohrdurchmesser und Reynoldszahl angewendet werden. Daher gilt dieser Teil von ISO 5167 weder für Rohrdurchmesser die kleiner als 50 mm oder größer als 1200 mm sind, noch für Reynoldszahlen unter 10000.

Dieser Teil von ISO 5167 behandelt zwei Arten von Norm-Düsen, die ISA-1932-Düse ¹⁾ und die Langradius-Düse ²⁾ sowie die Venturidüse. Die zwei Arten von Norm-Düsen sind grundsätzlich verschieden und sind getrennt in dieser Norm 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 Kalibrierversuche, ausreichend in Anzahl, Spreizung und Qualität durchgeführt, so dass deren Ergebnisse und Koeffizienten auf ähnliche Anordnungen innerhalb bestimmter Grenzen der Messunsicherheit übertragbar sind.

2 Normative Verweisungen und Begriffe

Normative Verweisungen und Definitionen, die in diesem Dokument verwendet werden, sind in ISO 5167-1 enthalten, so wie auch die damit verbundenen Symbole und Indizes.

3 Messprinzipien und Berechnungsverfahren

Das Messprinzip beruht auf dem Einbau eines Drosselgerätes oder einer Venturidüse in einer voll durchströmten Rohrleitung. Der Einbau des Drosselgerätes erzeugt eine Differenz der statischen Drücke zwischen dem Einlauf und dem Drosselquerschnitt. 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 Betriebsbedingungen kalibrierten Drosselgerät geometrisch ähnlich ist, d. h., dass es mit diesem Teil von ISO 5167 übereinstimmt.

Der Massendurchfluss kann durch die folgende Gleichung bestimmt werden:

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

2) Diese weicht durch Form und Lage der Druckentnahmen ab.

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

Die Messunsicherheiten können durch Verwendung der im Abschnitt 8 gegebenen Verfahren von ISO 5167-1 berechnet werden.

Entsprechend kann der Volumendurchfluss aus

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

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

Die Berechnung des Durchflusses als reiner arithmetischer Vorgang wird durch Ersetzen der unterschiedlichen Terme auf der rechten Seite der Grundgleichung (1) durch ihre numerischen Werte erreicht. Die Tabellen A.1 bis A.4 dienen der praktischen Handhabung wobei die Tabellen A.1 bis A.3 die Werte von C als eine Funktion von β enthalten und die Tabelle A.4 den Expansionsfaktor ε enthält. Sie sind nicht für eine genaue Interpolation bestimmt. Extrapolation ist nicht zugelassen.

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

ANMERKUNG 2 Die Durchmesser d und D der Gleichung, sind die Werte der Durchmesser unter Betriebsbedingungen. Messungen, die unter anderen Bedingungen durchgeführt werden, sollten jede mögliche Expansion oder Kontraktion des Drosselgerätes und der Rohrleitung mit der Temperatur und dem Druck des Fluids während der Messung berücksichtigen und korrigieren.

ANMERKUNG 3 Es ist notwendig die Dichte und die Viskosität des Fluids unter Betriebsbedingungen zu kennen. Im Falle eines kompressiblen Fluids ist es außerdem erforderlich, auch den Isentropenexponenten des Fluids unter Betriebsbedingungen zu kennen.

4 Düsen und Venturidüsen

4.1 ISA-1932-Düse

4.1.1 Allgemeine Beschreibung der Form

Der innerhalb der Rohrleitung befindliche Teil der Düse 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 die in Bild 1 benutzten.

4.1.2 Düsenprofil

4.1.2.1 Das Düsenprofil ist gekennzeichnet durch:

- die zur Symmetrieachse senkrecht stehende ebene Stirnfläche A,
- das aus den Kreisbogen B und C bestehende, sich verengende Einlaufprofil,
- den zylindrischen Halsteil E und
- den Schutzrand F nach Wahl (nur erforderlich, wenn eine Beschädigung der Austrittskante G zu befürchten ist).

4.1.2.2 Die Stirnfläche A ist durch die Fläche zwischen coaxialen Kreisen um die Symmetrieachse mit den Durchmessern $1,5d$ und dem Rohrrinnendurchmesser D begrenzt.

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

Für D größer $2D/3$ ist innerhalb der Rohrleitung keine ebene Stirnfläche vorhanden. In diesem Fall wird die Düse so hergestellt, als ob D größer als $1,5$ wäre und die Stirnfläche wird so abgedreht, dass der größte Durchmesser des Einlaufprofils gleich dem Rohrdurchmesser D ist (siehe 4.1.2.7 und Bild 1b).

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

4.1.2.4 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 $d/3 \pm 0,01$ für $\beta \geq 0,5$. Sein Mittelpunkt hat einen Abstand von $d/2 + d/3 = 5d/6$ von der Symmetrieachse und von der Stirnfläche A einen Abstand

$$a_n = \frac{12 + \sqrt{39}}{60} d = 0,3041d$$

4.1.2.5 Das 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 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.

4.1.2.6 Der Schutzrand F hat einen Durchmesser c_n von mindestens $1,06d$ und eine Länge von gleich oder kleiner $0,03d$. 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.

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

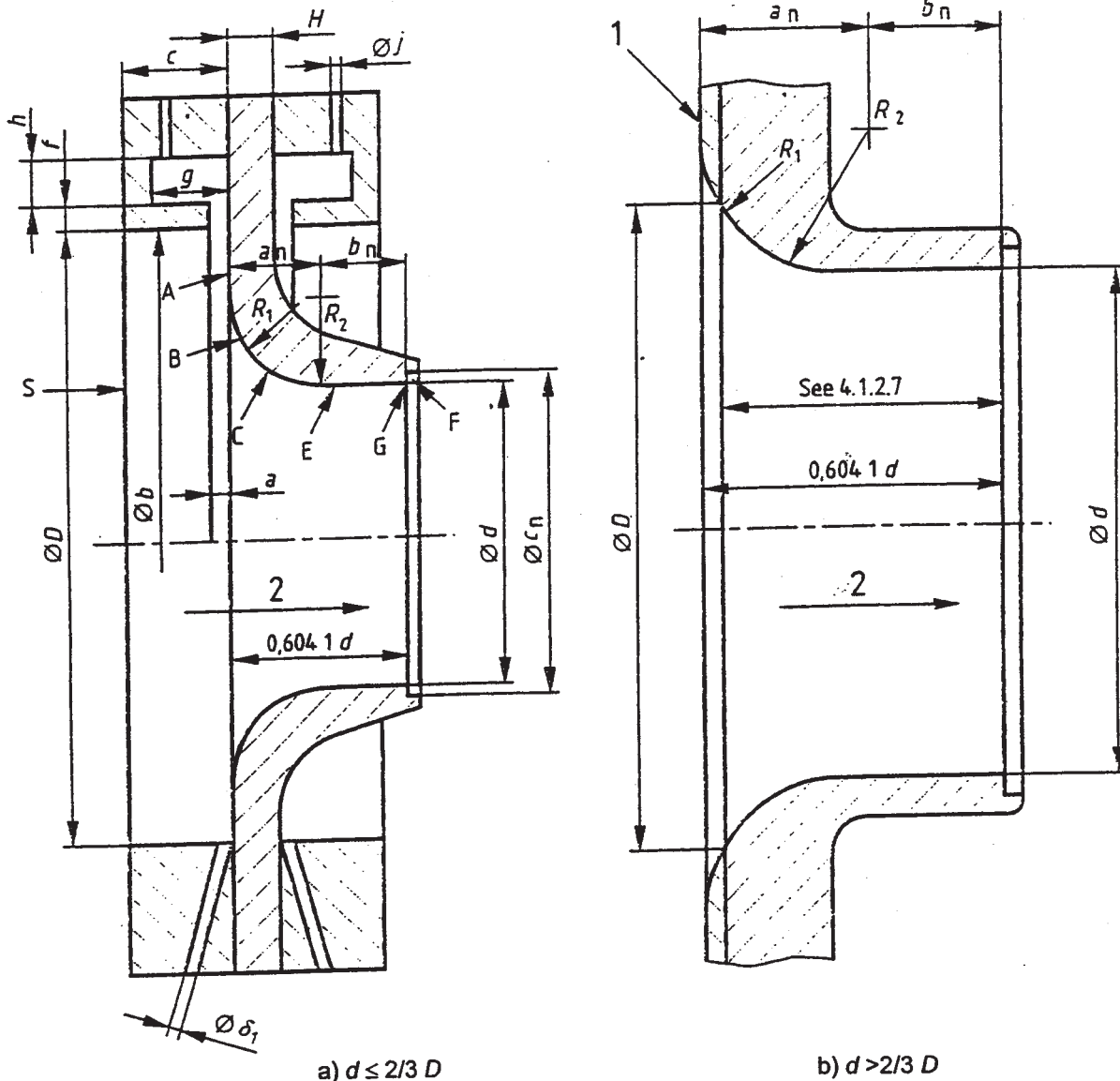
$$0,6041d \text{ für } 0,3 \leq \beta \leq \frac{2}{3},$$

und

$$\left[0,4041 + \left(\frac{0,75}{\beta} - \frac{0,25}{\beta^2} - 0,5225 \right)^{1/2} \right] d \text{ für } \frac{2}{3} < \beta \leq 0,8.$$

4.1.2.8 Das sich verengende Einlaufprofil muss mit einer Schablone geprüft werden.

Zwei Durchmesser des Einlaufprofils in derselben zur Symmetrieachse senkrechten Ebene, dürfen sich höchstens um 0,1% ihres Mittelwertes voneinander unterscheiden.



- 1 abzdrehender Teil
2 Strömungsrichtung

Bild 1 – ISA-1932-Düse

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

4.1.3 Rückseite

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

4.1.3.2 Abgesehen von der oben genannten Bedingung, bestehen für das Profil und die Oberflächenbeschaffenheit der Rückseite keine besonderen Anforderungen (siehe 4.1.1).

4.1.4 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.

4.1.5 Druckentnahmen

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

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

Der Zwischenraum zwischen den Symmetrieachsen der einzelnen Plus-Druckentnahmen und Stirnseite A ist gleich der Hälfte des Durchmessers oder die Hälfte der Breite der Entnahmen selbst, so dass die Entnahmebohrungen mit der Rohrwand bündig sind. Die Symmetrieachse der einzelnen Plus-Druckentnahmen müssen die Symmetrieachse des Drosselgerätes so genau wie möglich unter einem Winkel von 90° treffen.

Der Durchmesser δ_1 einer Einzelanbohrung und die Schlitzweite sind nachstehend beschrieben. Der Mindestwert für den Durchmesser ist praktisch nur durch die Gefahr einer Verstopfung oder durch unzureichende Dynamik der Übertragung festgelegt.

Saubere Fluide und Dämpfe:

für $\beta \leq 0,65$: $0,005 D \leq a$ oder $\delta_1 \leq 0,03 D$

für $\beta > 0,65$: $0,01 D \leq a$ oder $\delta_1 \leq 0,02 D$

Bei beliebigen Werten 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 im bei Einzelanbohrungen: $4 \text{ mm} \leq \delta_1 \leq 10 \text{ mm}$.

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

Der Innendurchmesser b der Fassungsringe muss gleich oder größer sein als der Rohrdurchmesser D um sicherzustellen, dass sie nicht ins Rohr hineinragen, darf jedoch einen Wert von $1,04 D$ 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 $0,5 D$ sein.

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

Die mit dem gemessenen Fluid in Berührung kommenden Flächen des Fassungsringes müssen sorgfältig bearbeitet und sauber sein.

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

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

Der Rohrdurchmesser muss nach 5.4.2 gemessen werden, wobei der Fassungsring als Teil des Drosselgerätes angesehen werden muss. Dies gilt auch für die nach 5.4.4 angegebene Anforderung für den Abstand, so dass die Länge s von der Anströmkante des rückspringenden Fassungsringes aus gemessen werden muss.

4.1.5.2 Die Minus-Druckentnahmen dürfen entweder Eck-Druckentnahmen nach 4.1.5.1 sein oder solche nach den Beschreibungen dieses Abschnittes.

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

$\leq 0,15 D$ für $\beta \leq 0,67$

$\leq 0,20 D$ für $\beta > 0,67$

betragen.

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

Die Symmetrieachse der Druckentnahme muss die Symmetrieachse der Rohrleitung unter einem Winkel von 90° treffen. Die Bohrung muss am Durchtritt zur Rohrrinnenseite rund sein. Ihre Kante muss mit der Rohrrinnenseite bündig, gratfrei 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 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 0,13 D 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 2,5mal Bohrungsdurchmesser kreisrund und zylindrisch sein.

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

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

4.1.6 Koeffizienten der ISA-1932-Düse

4.1.6.1 Anwendungsgrenzen

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

- $50 \text{ mm} \leq D \leq 500$,
- $0,3 \leq \beta \leq 0,8$

und wenn Re_D innerhalb folgender Grenzen liegt:

- für $0,30 \leq \beta < 0,44$ $7 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$
- für $0,44 \leq \beta \leq 0,80$ $2 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$

Zusätzlich muss die relative Rohrrauheit den Werten nach Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1 – Obere Grenzwerte der relativen Rohrrauheit im Einlauf von ISA-1932-Düsen

β	$\leq 0,35$	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,60	0,70	0,77	0,80
$10^4 R_a/D$	8,0	5,9	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,8	1,4	1,3	1,2	1,2

ANMERKUNG Die meisten Daten auf denen die Tabelle beruht, wurden höchstwahrscheinlich im Bereich $Re_D \leq 10^6$ gesammelt. Bei höheren Reynoldszahlen sind für die Rohrrauheit wahrscheinlich strengere Grenzen erforderlich.

Die meisten Versuche, auf denen die Durchflusskoeffizienten C dieses Teiles von ISO 5167 beruhen, wurden in Rohren mit einer relativen Rohrrauheit $R_a/D \leq 1,2 \times 10^{-4}$ durchgeführt. Rohre mit größerer relativen Rohrrauheit dürfen verwendet werden, wenn die Rauheit innerhalb $10 D$ im Einlauf innerhalb der in Tabelle 1 gegebenen Grenzen liegt. Informationen zur Bestimmung von R_a sind in ISO 5167-1 angegeben.

4.1.6.2 Durchflusskoeffizient C

Der Durchflusskoeffizient C ist durch folgende Gleichung gegeben: