

E DIN EN ISO 9300:2021-09 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2021-07-30

Durchflussmessung von Gasen mit Venturidüsen bei kritischer Strömung (ISO/DIS 9300:2021); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 9300:2021

Measurement of gas flow by means of critical flow nozzles (ISO/DIS 9300:2021);
German and English version prEN ISO 9300:2021

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	12
5 Grundgleichungen	15
5.1 Gasverhalten	15
5.1.1 Isentroper Prozess	15
5.1.2 Zustandsgleichung	16
5.2 Isentrope Strömung eines idealen Gases	16
5.2.1 Strömungsquerschnitt	16
5.2.2 Statischer Druck	16
5.2.3 Statische Temperatur	16
5.3 Theoretische Variablen am kritischen Punkt	16
5.3.1 Allgemeines	16
5.3.2 Kritischer Druck	16
5.3.3 Kritische Temperatur	16
5.3.4 Kritische Dichte	17
5.3.5 Kritische Geschwindigkeit	17
5.4 Theoretischer Massendurchfluss	17
5.4.1 Allgemeines	17
5.4.2 Theoretischer Massendurchfluss eines idealen Gases	17
5.4.3 Theoretischer Massendurchfluss eines realen Gases	17
5.5 Massendurchfluss	17
6 Allgemeine Anforderungen	18
7 Anwendungen, für die das Messverfahren geeignet ist	18
8 CFN	19
8.1 Allgemeine Anforderungen an beide Standardausführungen	19
8.1.1 Allgemeines	19
8.1.2 Werkstoffe	19
8.1.3 Engstelle und Halsteil	19
8.1.4 Diffusor	20
8.2 Anforderungen an die Standardausführungen	20
8.2.1 Standard-CFNs	20
8.2.2 CFN mit Toroidhals	21
8.2.3 CFN mit Zylinderhals	22
9 Einbauanforderungen	24
9.1 Allgemeine Anforderungen an beide Standardkonfigurationen	24

9.1.1	Standardkonfigurationen	24
9.1.2	Druckentnahmestelle im Einlaufrohr	24
9.1.3	Druckentnahmestelle am Auslaufrohr	25
9.1.4	Messung der Temperatur	25
9.1.5	Messung der Dichte	26
9.1.6	Entleerungsbohrung	26
9.1.7	Bedingungen im Nachlaufrohr	26
9.2	Rohrkonfiguration	26
9.2.1	Allgemeines	26
9.2.2	Einlaufrohr	26
9.2.3	Messung des Drucks	27
9.2.4	Messung der Temperatur	28
9.3	Kammerkonfiguration	28
9.3.1	Allgemeines	28
9.3.2	Einlaufkammer	28
9.3.3	Messung des Drucks	28
9.3.4	Messung der Temperatur	28
9.3.5	Ausgangsdruckverhältnis	28
10	Berechnungen	29
10.1	Allgemeines	29
10.2	Berechnung des Massendurchflusses, q_m	29
10.3	Berechnung des Durchflusskoeffizienten, C_d	29
10.4	Berechnung der kritischen Durchflussfunktion, C^* oder C^*_D	30
10.5	Umrechnung des gemessenen Drucks in Ruhedruck	31
10.6	Umrechnung der gemessenen Temperatur in Ruhetemperatur	31
10.7	Berechnung der Viskosität	31
11	Abschätzung des kritischen Ausgangsdruckverhältnisses	31
11.1	Für herkömmlichen Diffusor bei Reynolds-Zahlen höher als 2×10^5	31
11.2	Für alle Diffusoren bei niedrigen Reynolds-Zahlen	32
11.3	Für CFNs ohne Diffusor oder mit sehr kurzem Diffusor	33
12	Unsicherheiten bei der Durchflussmessung	33
12.1	Allgemeines	33
12.2	Praktische Berechnung der Messunsicherheit	34
12.3	Korrelierte Unsicherheitskomponenten	35
Anhang A (informativ) Werte der Durchflusskoeffizienten		37
Anhang B (informativ) Kritische Durchflussfunktion		39
B.1	Allgemeines	39
B.2	Kritische Durchflussfunktion eines idealen Gases	39
B.3	Kritische Durchflussfunktion eines realen Gases	40
B.4	Kritische Durchflussfunktion zur Verwendung bei Durchflusskalibrierung der CFN	40
B.4.1	Allgemeines	40
B.4.2	Verwendung im gleichen Gas bei gleichen Ruhebedingungen	40
B.4.3	Verwendung im gleichen Gas im gleichen Bereich der Ruhebedingungen	41
B.4.4	Bei Notwendig von genauen Werten	41
B.5	Gase mit signifikantem Schwingungsrelaxationseffekt	41
Anhang C (normativ) Werte der kritischen Durchflussfunktion — Reingase und Luft		42
C.1	Allgemeines	42
C.2	Stickstoff	43
C.3	Argon	45
C.4	Trockene Luft mit Kohlenstoffdioxid (CIPM 2007-Zusammensetzung + $\text{CO}_2/0,04\%$)	47
C.5	Trockene Luft ohne Kohlenstoffdioxid (CIPM 2007-Zusammensetzung ohne CO_2)	49
C.6	Luftfeuchtekorrektur für Luft mit einer typischen Zusammensetzung	51
C.7	Methan	52
C.8	Kohlenstoffdioxid	56

C.9	Sauerstoff	59
C.10	Dampf (Einphasengas)	62
Anhang D (informativ) Berechnung des kritischen Massenstroms für Düsen bei kritischer Strömung mit einem großen Durchmesser Verhältnis Düsenhals/Einlaufrohr, $\beta > 0,25$		65
D.1	Allgemeines	65
D.2	Korrektionsfaktoren	65
Anhang E (informativ) Durchmesserkorrekturmethode		69
E.1	Allgemeines	69
E.2	Durchführung	69
E.2.1	Visuelles Verfahren	70
E.2.2	Grobes Verfahren	70
E.2.3	Feines Verfahren	71
Anhang F (informativ) Anpassung der Durchflusskoeffizienten-Kurve an einen Datensatz		74
F.1	Allgemeines	74
F.2	Anpassungsverfahren	75
Anhang G (informativ) Durchflusskoeffizient		82
G.1	Allgemeines	82
G.2	Strömungsfeldverteilung entlang eines Durchmessers am kritischen Punkt	82
G.3	Abhängigkeit des Durchflusskoeffizienten von der Reynolds-Zahl	83
G.4	Grenzschichtenübergang	84
G.5	Kurven der Durchflusskoeffizienten	85
G.6	Ermitteln der Kurven der Durchflusskoeffizienten	86
Anhang H (informativ) Kritisches Ausgangsdruckverhältnis		87
H.1	Allgemeines	87
H.2	Theoretisches kritisches Ausgangsdruckverhältnis	88
H.3	Beispiele für die typischen Drosselungsmuster mit dem Phänomen der vorzeitigen Entdrosselung (PUP)	89
H.4	Drosselungsprüfung	92
H.4.1	Gegen eine Referenz-CFN	92
H.4.2	Gegen ein Referenz-Durchflussmessgerät	93
Anhang I (informativ) Werte der Viskosität — Reingas und Luft		94
I.1	Allgemeines	94
I.2	Stickstoff	96
I.3	Argon	96
I.4	Trockene Luft	98
I.5	Methan	99
I.5	Kohlenstoffdioxid	104
I.6	Sauerstoff	107
I.7	Dampf (Einphasengas)	108
Anhang J (informativ) Begründung		110
J.1	Allgemeines	110
J.2	Ergänzungen zum Hauptteil	110
Literaturhinweise		116