
	Wassermessung DURCHFLUSS- UND VOLUMENMESSUNG Durchflußmessung mit Blenden und Venturidüsen	 26566/03
		Gruppe 188000

Гидрометрическое измерение; Измерение расхода и объёма; Измерение с дросселирующими шайбами и трубками вентури

Water Metering; Measurement of Discharge and Volume; Measurement by Orifice Plates and Venturi Tubes

Deskriptoren: Wassermessung; Durchflußmessung; Venturidüse; Wirkdruckmeßgerät; Blende

Umfang 8 Seiten

Verantwortlich/bestätigt: 17.4.1985, Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Berlin

Verbindlich ab 1.2.1986

Dieser Standard gilt für die Volumenstrommessung von Wasser bis 40 °C.

1. EINHEITEN UND FÖRMELZEICHEN

Tabelle 1

Formelzeichen	Einheitenzeichen	Begriff
D	m	Rohrinnendurchmesser vor dem Wirkdruckgeber unter Betriebsbedingungen
d	m	Kleinster Innendurchmesser von Blende oder Venturidüse unter Betriebsbedingungen
β	1	Durchmesser Verhältnis $\beta = d/D$
p_1	Pa	Statischer Druck an der vorgeschriebenen Plus-Druckentnahme im Einlauf
p_2	Pa	Statischer Druck an der vorgeschriebenen Minus-Druckentnahme im Auslauf
Δp	Pa	Wirkdruck; $\Delta p = p_1 - p_2$, wobei Höhenunterschiede zwischen den Druckentnahmen berücksichtigt sind
Δp_{bl}	Pa	Bleibender Druckverlust, verursacht durch den Wirkdruckgeber
ν	m ² /s	kinematische Viskosität des Wassers
ρ	kg/m ³	Dichte des Wassers
\dot{V}	m ³ /s	Volumenstrom, Durchfluß
Re_D	1	Reynoldszahl, bezogen auf D $Re_D = \frac{4\dot{V}}{\pi \cdot D \cdot \nu}$

Formelzeichen	Einheitenzeichen	Begriff
α	1	Durchflußzahl; Beiwert in der Durchflußgleichung
u	%	relative Meßunsicherheit einer Meßgröße x: $u = \left \frac{\Delta x}{x} \right \cdot 100,$ bestimmt mit einer statistischen Sicherheit von 95 %

2. ALLGEMEINE FORDERUNGEN

2.1. Einsatzbereich

Die Durchflußmessung nach dem Wirkdruckprinzip mittels Blende oder Venturidüse nach diesem Standard ist neben anderen Meßmethoden ein zulässiges Verfahren, für das sich der Volumenstrom nach Abschnitt 3.2. und die Meßunsicherheit nach Abschnitt 3.3. berechnen lassen. Vorausgesetzt werden voll durchströmte Rohre mit Kreisquerschnitt.

2.2. Forderungen an die Strömung

Das durchfließende Wasser darf Gase nur im gelösten und feste Stoffe nur im kolloidal gelösten Zustand enthalten.

Die Strömung muß stationär, zumindestens quasistationär verlaufen. Pulsationen, wie sie hinter Kolbenpumpen auftreten, sind nicht zulässig. Der Strömung darf kein Drall überlagert sein. Das Wasser darf den Wirkdruckgeber nur in der vorbestimmten Richtung durchfließen, ausgenommen symmetrische Blenden gemäß Abschnitt 4.2. Der Betriebsdruck in der Rohrleitung darf nicht soweit absinken, daß es am Wirkdruckgeber zur Kavitation kommt.

2.3. Forderungen an die Rohrleitung

Für die Wirkdruckmessung muß eine störungsfreie gerade Rohrstrecke mit einem unveränderten Innendurchmesser vorhanden sein. Diese besteht aus der ungestörten geraden Rohrstrecke vor dem Wirkdruckgeber (Einlauf) und aus der ungestörten geraden Rohrstrecke nach dem Wirkdruckgeber (Auslauf). Im Ein- und Auslauf dürfen sich keine Hindernisse, wie hineinragende Dichtungen und Schweißnähte oder Rohrverzweigungen befinden, auch wenn letztere nicht durchströmt werden.

Die Rohrrinnenfläche soll innerhalb der ungestörten Rohrstrecke glatt und frei von Ablagerungen sein. Der betriebsraue Zustand ist zulässig.

Der Rohrinne Durchmesser D im Einlauf ist durch Messung zu bestimmen; keinesfalls darf der Nenndurchmesser DN unkontrolliert übernommen werden.

Unmittelbar vor dem Wirkdruckgeber muß das Rohr auf einer Länge von 2 D zylindrisch und aus einem Stück gefertigt sein. Diese Forderung gilt als erfüllt, wenn kein Durchmesser in beliebiger Ebene um mehr als 0,3 % vom arithmetischen Mittel aus mindestens je 4 Durchmesser-messungen in mindestens drei Querschnitten abweicht. Diese Querschnitte müssen im Abstand 0 D, 0,25 D und 0,5 D vor der Plusdruckentnahme bzw. dem Fassungsring liegen. Dieses arithmetische Mittel ist der Berechnung des Durchmesser-Verhältnisses β zugrunde zu legen. Alle Abstände in Vielfachen von D sind von der Anströmseite des Wirkdruckgebers bzw. des Fassungsringes aus zu messen.

Die Rohrleitung im Abstand $> 2 D$ vor dem Wirkdruckgeber darf aus mehreren Rohrstücken bestehen. In diesem Bereich gilt die Rohrleitung als kreisrund, wenn das durch Augenschein festgestellt wurde.

Wenn im Einlauf in einem Abstand $A > 2 D$ vor dem Wirkdruckgeber ein Durchmesser-sprung ΔD zwischen zwei Rohrstücken auftritt, der den Bedingungen

$$\Delta D/D \leq 0,002 \frac{A/D + 0,4}{0,1 + 2,3\beta^4} \quad \text{und} \quad (1)$$

$$\Delta D/D \leq 0,05$$

genügt, so kann dieser akzeptiert und muß durch eine zusätzliche Meßunsicherheit

$$u_{sp} = \pm 0,2 \%$$

berücksichtigt werden.

Im Auslauf darf auf einer Länge von 2 D hinter dem Wirkdruckgeber kein Durchmesser um mehr als $\pm 3 \%$ von D abweichen.

Einlauf und Auslauf

Die erforderlichen Mindestlängen für die ungestörten geraden Rohrleitungen vor und hinter dem Wirkdruckgeber sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Es wird prinzipiell empfohlen, größere Längen vorzusehen, wenn dies möglich ist.

Tabelle 2 Mindestlängen von Einlauf und Auslauf in Vielfachen von D in Abhängigkeit vom Durchmesser-Verhältnis β und von der Störung vor dem Einlauf

Art der Störung vor dem Einlauf	Mindestlänge des Einlaufes in Vielfachen von D												
	Durchmesser-Verhältnis β												
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
einfacher 90°-Krümmer oder einseitig durchströmtes T-Stück	10 (6)	10 (6)	10 (6)	12 (6)	14 (7)	14 (7)	14 (7)	16 (8)	18 (9)	22 (11)	28 (14)	36 (18)	46 (23)
zwei oder mehr 90°-Krümmer in gleicher Ebene	14 (7)	14 (7)	16 (8)	16 (8)	18 (9)	18 (9)	20 (10)	22 (11)	26 (13)	32 (16)	36 (18)	42 (21)	50 (25)
zwei oder mehr 90°-Krümmer in verschiedenen Ebenen	34 (17)	34 (17)	34 (17)	36 (18)	36 (18)	38 (19)	40 (20)	44 (22)	48 (24)	54 (27)	62 (31)	70 (35)	80 (40)
Reduzierstück von 2 D auf 1 D über eine Länge von 1,5 D bis 3 D	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	6 (5)	8 (5)	9 (5)	11 (6)	14 (7)	22 (11)	30 (15)

Fortsetzung der Tabelle Seite 3

Fortsetzung der Tabelle 2

Art der Störung vor dem Einlauf	Mindestlänge des Einlaufes in Vielfachen von D												
	Durchmesser Verhältnis β												
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Diffusor von 0,5 D auf 1 D über eine Länge von 1 D bis 2 D	16 (8)	16 (8)	16 (8)	16 (8)	16 (8)	17 (9)	18 (9)	20 (10)	22 (11)	25 (13)	30 (15)	38 (19)	54 (27)
Ventil, voll ge- öffnet	18 (9)	18 (9)	18 (9)	18 (9)	20 (10)	20 (10)	22 (11)	24 (12)	26 (13)	28 (14)	32 (16)	36 (18)	44 (22)
Schieber, voll ge- öffnet	12 (6)	12 (6)	12 (6)	12 (6)	12 (6)	12 (6)	12 (6)	14 (7)	14 (7)	16 (8)	20 (10)	24 (12)	30 (15)
	Mindestlänge des Auslaufes												
Alle zuvor aufgeführten Störungen	4 (2)	4 (2)	5 (2,5)	5 (2,5)	6 (3)	6 (3)	6 (3)	6 (3)	7 (3,5)	7 (3,5)	7 (3,5)	8 (4)	8 (4)

Anmerkung: Die Werte in der Klammer gelten bei Berücksichtigung einer Zusatzunsicherheit $u_{St} = \pm 0,5 \%$ für die Festlegung der Mindestlänge von Einlauf oder Auslauf, aber nicht für beide gleichzeitig.

Befindet sich vor dem Einlauf eine sprunghafte Durchmesserverringerung auf weniger als den halben Durchmesser, z. B. beim Auslauf aus einem Behälter, so muß der Einlauf mindestens 30 (15) D lang sein.

Exzentrizität

Die Blende ist möglichst konzentrisch einzubauen.

Eine fertigungs- und montagebedingte Exzentrizität e zwischen den Achsen von Einlauf, Wirkdruckgeber und Auslauf ist zulässig für

$$e \leq \frac{0,0005 D}{0,1 + 2,3 \beta^4}$$

ohne daß eine zusätzliche Meßunsicherheit eingeführt wird.

Gilt:

$$\frac{0,0005 D}{0,1 + 2,3 \beta^4} < e \leq \frac{0,005 D}{0,1 + 2,3 \beta^4} \quad (2)$$

so ist das durch eine zusätzliche Meßunsicherheit $u_{Ex} = \pm 0,3 \%$ zu berücksichtigen.

3. GRUNDLAGEN DER MESSUNG NACH DEM WIRKDRUCKPRINZIP

3.1. Meßprinzip

Durch Einbau eines Wirkdruckgebers, wie einer Blende oder Venturidüse, in eine durchströmte Rohrleitung wird eine Differenz der statischen Drücke in den beiden Meßquerschnitten erzeugt, aus welcher der Volumenstrom \dot{V} nach der folgenden Gleichung zu berechnen ist:

$$\dot{V} = \alpha \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \sqrt{2 \Delta p / \rho} = 1,111 \cdot \alpha \cdot d^2 \sqrt{\Delta p / \rho} \quad (3)$$

Es sind die Einheiten nach Tabelle 1 einzusetzen.

α ist für Blenden und Venturidüsen den Tabellen 3 bzw. 4 zu entnehmen.

Tabelle 3 Durchfließzahlen α von Blenden in Abhängigkeit vom Durchmesser Verhältnis β und von der Reynoldszahl Re_D

β	Re_D	$5 \cdot 10^3$	10^4	$2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$	10^5	$3 \cdot 10^5$	10^6	10^7	10^8
0,23		0,6021	0,6005	0,5995	0,5992	0,5989	0,5987	0,5986	0,5983	0,5982	0,5982	0,5982
0,24		0,6028	0,6010	0,6000	0,5996	0,5992	0,5991	0,5989	0,5987	0,5985	0,5985	0,5985
0,26		0,6044	0,6023	0,6010	0,6005	0,6001	0,5998	0,5997	0,5994	0,5992	0,5991	0,5991
0,28		0,6063	0,6037	0,6022	0,6016	0,6010	0,6008	0,6006	0,6002	0,6000	0,5999	0,5999
0,30		0,6084	0,6054	0,6035	0,6028	0,6022	0,6019	0,6016	0,6012	0,6010	0,6008	0,6008
0,32		0,6109	0,6072	0,6051	0,6042	0,6035	0,6031	0,6028	0,6023	0,6021	0,6019	0,6019
0,34		0,6136	0,6094	0,6068	0,6059	0,6050	0,6046	0,6043	0,6036	0,6033	0,6032	0,6032
0,36		0,6167	0,6118	0,6089	0,6078	0,6067	0,6063	0,6059	0,6052	0,6048	0,6046	0,6046
0,38		0,6201	0,6145	0,6112	0,6099	0,6087	0,6082	0,6077	0,6069	0,6065	0,6063	0,6063
0,40		0,6240	0,6176	0,6138	0,6123	0,6110	0,6104	0,6098	0,6089	0,6085	0,6082	0,6082
0,42		0,6283	0,6210	0,6167	0,6150	0,6135	0,6128	0,6122	0,6112	0,6107	0,6104	0,6103
0,44		0,6330	0,6248	0,6199	0,6181	0,6164	0,6156	0,6149	0,6137	0,6132	0,6129	0,6128
0,46		...	0,6290	0,6236	0,6215	0,6196	0,6187	0,6180	0,6166	0,6160	0,6157	0,6156
0,48		...	0,6338	0,6277	0,6253	0,6232	0,6222	0,6214	0,6199	0,6192	0,6188	0,6187
0,50		...	0,6390	0,6322	0,6296	0,6272	0,6261	0,6252	0,6235	0,6227	0,6223	0,6222
0,52		...	0,6447	0,6372	0,6343	0,6317	0,6305	0,6294	0,6276	0,6267	0,6262	0,6262
0,54		...	0,6511	0,6427	0,6395	0,6367	0,6353	0,6342	0,6321	0,6312	0,6306	0,6305
0,56		...	0,6581	0,6489	0,6453	0,6422	0,6407	0,6394	0,6372	0,6361	0,6355	0,6354
0,58		...	0,6658	0,6557	0,6518	0,6483	0,6466	0,6453	0,6428	0,6416	0,6410	0,6409
0,60		...	0,6743	0,6632	0,6589	0,6550	0,6532	0,6517	0,6490	0,6477	0,6470	0,6469
0,62		...	0,6836	0,6714	0,6667	0,6625	0,6605	0,6589	0,6559	0,6545	0,6537	0,6536
0,64		...	0,6939	0,6805	0,6754	0,6708	0,6686	0,6668	0,6635	0,6620	0,6611	0,6610
0,65		...	0,6994	0,6854	0,6800	0,6752	0,6729	0,6711	0,6676	0,6660	0,6651	0,6650
0,66		...	0,7052	0,6906	0,6849	0,6799	0,6775	0,6755	0,6719	0,6703	0,6693	0,6692
0,67		...	0,7113	0,6960	0,6901	0,6848	0,6823	0,6803	0,6765	0,6748	0,6738	0,6736
0,68		...	0,7177	0,7017	0,6955	0,6900	0,6874	0,6852	0,6813	0,6795	0,6785	0,6783
0,69		...	0,7244	0,7077	0,7012	0,6955	0,6927	0,6905	0,6864	0,6845	0,6834	0,6832
0,70		...	0,7315	0,7140	0,7073	0,7012	0,6984	0,6960	0,6917	0,6897	0,6886	0,6884
0,71		...	0,7389	0,7206	0,7136	0,7073	0,7043	0,7018	0,6973	0,6952	0,6941	0,6939
0,72		...	0,7468	0,7277	0,7203	0,7137	0,7106	0,7080	0,7033	0,7011	0,6999	0,6997
0,73		...	0,7551	0,7351	0,7274	0,7205	0,7172	0,7145	0,7096	0,7073	0,7060	0,7058
0,74		...	0,7638	0,7429	0,7349	0,7276	0,7242	0,7214	0,7162	0,7138	0,7125	0,7123
0,75		...	0,7731	0,7512	0,7428	0,7352	0,7316	0,7287	0,7233	0,7208	0,7194	0,7191
0,76		...	0,7829	0,7600	0,7512	0,7433	0,7395	0,7364	0,7308	0,7282	0,7267	0,7264
0,77		...	0,7934	0,7694	0,7601	0,7519	0,7479	0,7447	0,7388	0,7360	0,7345	0,7342
0,78		0,7793	0,7697	0,7610	0,7568	0,7535	0,7473	0,7444	0,7428	0,7425
0,79		0,7900	0,7798	0,7707	0,7664	0,7629	0,7564	0,7533	0,7516	0,7513
0,80		0,8014	0,7907	0,7812	0,7766	0,7729	0,7661	0,7629	0,7612	0,7608

Tabelle 4 Durchfließzahlen α von Venturidüsen in Abhängigkeit vom Durchmesser Verhältnis β

β	α	β	α
0,316	0,9896	0,600	1,0356
0,320	0,9898	0,620	1,0431
0,340	0,9909	0,640	1,0518
0,360	0,9922	0,660	1,0616
0,380	0,9937	0,680	1,0728
0,400	0,9955	0,700	1,0857
0,420	0,9975	0,720	1,1005
0,440	0,9998	0,740	1,1177
0,460	1,0025	0,760	1,1378
0,480	1,0056	0,775	1,1551
0,500	1,0092		
0,520	1,0132		
0,540	1,0178		
0,560	1,0230		
0,580	1,0289		

3.2. Meßunsicherheit

Die relative Meßunsicherheit für die Durchflußbestimmung $u_{\dot{V}}$ in Prozent vom jeweiligen Durchflußwert \dot{V} ist für eine Einzelmessung nach

$$u_{\dot{V}} = \pm \left[(u_{\alpha}^2 + u_D^2 4 \left(\frac{\beta^4}{\alpha}\right)^2 + u_d^2 4 \left(1 + \frac{\beta^4}{\alpha}\right)^2 + \frac{1}{4} u_{\Delta p}^2 + \frac{1}{4} u_{\varrho}^2) \right]^{1/2} \quad (4)$$

zu ermitteln.

Die Meßunsicherheit u_{α} für die Durchfließzahl α ist aus dem Wert u_0 und den Erhöhungen

$u_{Sp} = \pm 0,2 \%$ bei einem Durchmesser-sprung im Einlauf gemäß Ungleichung (1)

$u_{St} = \pm 0,5 \%$ bei Einbaustörung vor dem Einlauf gemäß Tabelle 1, Klammerwerte

$u_{Ex} = \pm 0,3 \%$ bei Exzentrizität der Rohre im Einlauf gemäß Ungleichung (2)

nach

$$u_{\alpha} = u_0 + u_{Sp} + u_{St} + u_{Ex} \quad (5)$$

zu berechnen.

Für Blenden ist für u_0 zu setzen:

$$\begin{aligned} u_0 &= \pm 0,6 \% \text{ für} \\ \beta &\leq 0,6 \\ u_0 &= \pm \beta \% \text{ für} \\ 0,6 &\leq \beta \leq 0,8 \end{aligned} \quad (6)$$

Für Venturidüsen ist für u_0 zu setzen:

$$u_0 = \pm (1,2 + 1,5 \beta^4) \quad (7)$$

Die Meßunsicherheit für die Wirkdruckmessung $u_{\Delta p}$ ist nach Abschnitt 8 zu ermitteln.

Die Meßunsicherheiten u_D und u_d sind aus der Meßunsicherheit des Meßverfahrens bei der Bestimmung der Durchmesser D bzw. d zu ermitteln. Die Meßunsicherheiten dürfen folgende Maximalwerte nicht übersteigen: $u_D = \pm 0,4 \%$, $u_d = \pm 0,07 \%$. Die Meßunsicherheit u_{ϱ} ist bei Temperaturänderungen von ≥ 10 K gegenüber dem Berechnungszustand zu berücksichtigen.

$u_{\dot{V}}$ ist mindestens für den Auslegungsdurchfluß der Meßanlage sowie für einen Wert bei etwa 30 % dieses Durchflusses zu berechnen. Bei Blenden ist zu beachten, daß zum kleineren Durchfluß eine proportional kleinere Reynoldszahl und damit eine veränderte Durchfließzahl gehört.

4. BLENDEN

4.1. Zulässige Hauptabmessungen

Blenden können für Rohrdurchmesser $D \geq 50$ mm, Blendeninnendurchmesser $d \geq 12,5$ mm und Durchmesser Verhältnisse $0,23 \leq \beta \leq 0,8$ eingesetzt werden. Sie dürfen nur in der vorgeschriebenen Richtung durchströmt werden. Für die untere Meßgrenze muß eine Mindestströmungsgeschwindigkeit gewährleistet sein, mit der die erforderlichen Reynoldszahlen gemäß Tabelle 3 erreicht werden.

4.2. Geometrie der Blende

Die rotationssymmetrische Blende muß Bild 1 entsprechen. Für die Blendendicke s wird gefordert:

$$0,005 D \leq s \leq 0,05 D \quad (8)$$

wobei die Blendenöffnung für Dicken $s \geq 0,02 D$ auf der Rückseite unter einem Winkel von 30° bis 45° so weit konisch abzuschrägen ist, daß für die Länge s' des zylindrischen Blendenteiles gilt:

$$0,005 D \leq s' \leq 0,02 D \quad (9)$$

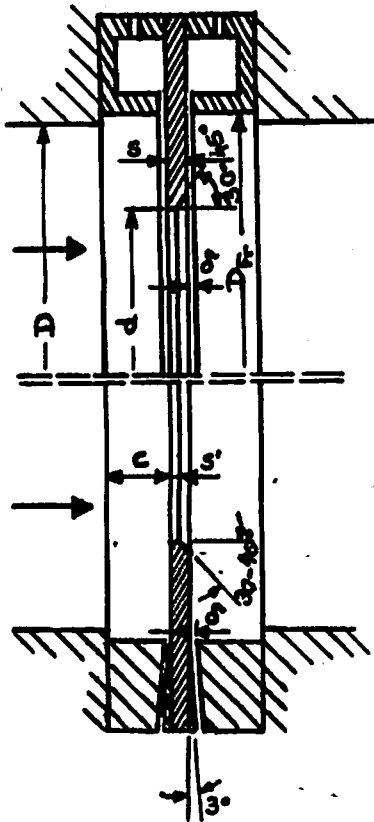
Die Stirnseite der Blende muß eben sein. Eine zwei ihrer Oberflächenpunkte verbindende Gerade darf weniger als 1° von einer Ebene senkrecht zur Symmetrieachse abweichen. Die Rückseite muß eben sein und parallel zur Stirnseite liegen. An beliebigen Stellen gemessene Werte von s bzw. s' dürfen sich um höchstens $0,001 D$ unterscheiden.

Die Einlaufkante am Blendeneinlauf muß scharf und rechtwinklig zur Blendenscheibe hergestellt und erhalten werden, um die Einhaltung der Meßunsicherheit u_{α} zu gewährleisten.

Die Einlaufkante gilt als scharf, wenn der mittlere Abrundungsradius r_k der Kante $r_k \leq 0,0004 d$ ist.

Soll die Blende zur Durchflußmessung in beiden Richtungen verwendet werden, muß sie symmetrisch zu einer senkrecht zur Achse liegenden Ebene ausgeführt werden. Daraus ergibt sich,

- daß die Blende nicht abgeschrägt sein darf, d. h. $0,005 D \leq s \leq 0,02 D$ sein muß
- daß beide Flächen so bearbeitet werden müssen, wie sonst nur die Stirnfläche
- daß beide Kanten der Blendenöffnung als Einlaufkanten scharf sein müssen
- daß auf beiden Seiten der Blende eine Einlaufstrecke nach Tabelle 2 gewährleistet sein muß



Ringkammerentnahme

- s' Länge der zylindrischen Blendenöffnung
- δ Durchmesser bzw. Schlitzbreite der Druckentnahme
- D_{Fr} Fassungsringinnendurchmesser
- c Breite des Fassungsringes
- s Dicke der Blende

Einzelentnahme

Bild 1 Blende mit Eck-Druckentnahmen

4.3. Entnahme des Wirkdruckes

Der Wirkdruck kann über Einzelanbohrungen oder über Ringkammern entnommen werden.

Die gratfreien Druckentnahmeöffnungen auf der Ein- und Auslaufseite müssen die Blende tangieren, siehe Bild 1. Für den Durchmesser der Druckentnahmeöffnung bzw. für die Breite δ des Druckentnahmeschlitzes wird gefordert:

Für

$$\beta \leq 0,65: 0,005 D \leq \delta \leq 0,03 D \quad (10)$$

$$\beta > 0,65: 0,01 D \leq \delta \leq 0,02 D \quad (11)$$

bei zusätzlicher Einhaltung der Forderung
 $1 \text{ mm} \leq \delta \leq 10 \text{ mm}$

Die Einzelanbohrungen sollen auf der Leitungsaehse senkrecht stehen, mit weniger als 3° Abweichung, und wenigstens über eine Länge von 2 δ kreiszylindrisch sein.

Der Innendurchmesser D_{Fr} des Fassungsringes von der Breite c muß gleich oder größer als der Rohrdurchmesser D sein. Es muß gelten:

$$\frac{D_{Fr} - D}{D} \leq \frac{0,001}{0,1 + 2,3\beta^4} \cdot \frac{D}{c} \quad (13)$$

$$D \leq D_{Fr} \leq 1,04 D \quad (14)$$

$$c \leq 0,5 D \quad (15)$$

Die Anschlüsse für die Sekundärgeräte an die Ringkammern müssen Innendurchmesser zwischen 4 mm und 10 mm besitzen.

4.4. Bleibender Druckverlust

Der bleibende Druckverlust, gemessen zwischen Leitungsquerschnitten etwa 1 D vor und 8 D nach der Blende, kann abgeschätzt werden nach

$$\Delta p_{bl} = \frac{1 - \alpha \beta^2}{1 + \alpha \beta^2} \cdot \Delta p \quad (16)$$

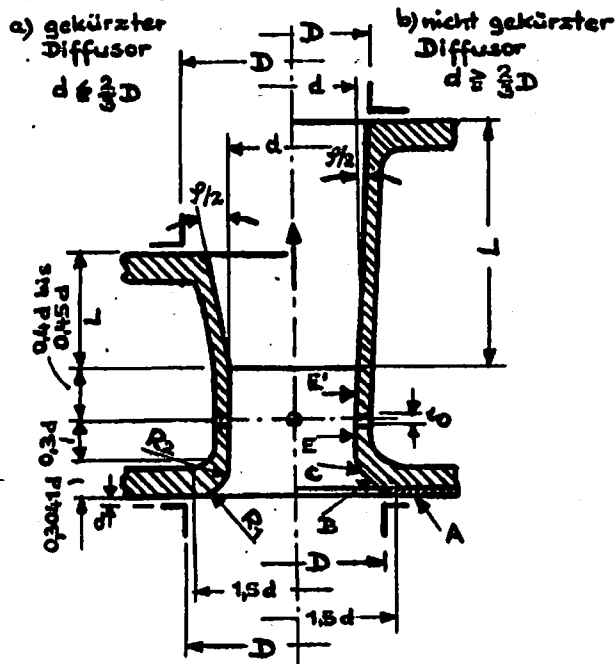
5. VENTURIDÜSEN

5.1. Zulässige Hauptabmessungen

Venturidüsen können bei Rohrdurchmessern $D \geq 50$ mm und Durchmesserhältnissen $0,316 \leq \beta \leq 0,775$ eingesetzt werden.

5.2. Geometrie der Venturidüse

Die rotationssymmetrische Venturidüse muß Bild 2 entsprechen.



- d Durchmesser des zylindrischen Halsteiles E
- A Stirnfläche
- B, C Einlaufprofil mit 2 Kreisbogenkonturen
- E, E' zylindrisches Halsteil
- δ Durchmesser der Bohrungen für die Minus-Druckentnahme
- a Durchmesser der Bohrung bzw. Schlitzbreite für die Plus-Druckentnahme

Bild 2 Venturidüse

Die Venturidüse besteht:

- aus der zur Symmetrieachse senkrechten Stirnfläche A begrenzt von den konzentrischen Kreisen mit den Durchmessern D und $1,5 d$
- aus dem Einlaufprofil mit den beiden Kreisbögen B vom Radius $R_1 = 0,2 d$ und C vom Radius $R_2 = \frac{1}{3} d$, die tangential in die Stirnfläche bzw. den Halsteil E übergehen, als Umrißkurven. Der Mittelpunkt von B liegt im Abstand $0,2 d$ von der Stirnseite A und $0,75 d$ von der Symmetrieachse. Der Mittelpunkt von C liegt im Abstand $0,3041 d$ von der Stirnseite A und $\frac{5}{6} d$ von der Symmetrieachse.
- aus dem zylindrischen Halsteil E und E'. Der Teil E vor der Minus-Druckentnahme hat die Länge von $0,3 d$, der Teil E'

nach der Minus-Druckentnahme eine Länge von $0,4 d$ bis $0,45 d$.

Kein Meßwert eines Einzeldurchmessers darf um mehr als $0,05 \%$ vom mittleren Durchmesser d abweichen.

- aus dem kegelförmigen Diffusor, der sich ohne abgerundeten Übergang an den Halsteil mit einem Öffnungswinkel $\frac{\varphi}{2} \leq 15^\circ$ anschließt.

Für Durchmesserhältnisse $\beta > \frac{2}{3}$ würde der Einlaufdurchmesser $1,5 d$ des Einlaufprofils größer als der Rohrdurchmesser D . In diesen Fällen ist vom Einlaufprofil soviel wegzulassen, daß der Einlaufdurchmesser D wird, anstatt $1,5 d$.

Der Diffusorteil muß nicht bis zur Rohrwand geführt werden. Er kann um etwa 35% seiner beim Austrittsdurchmesser D nötigen Länge gekürzt werden.

5.3. Entnahme des Wirkdruckes

Die Plus-Druckentnahmen müssen die Stirnfläche A tangieren. Es gelten die gleichen Forderungen (10), (11) und (12) wie in Abschnitt 4.3. für Durchmesser δ bzw. Schlitzbreite δ der Druckentnahme.

Die Minus-Druckentnahmen müssen wenigstens 4 Einzelbohrungen sein, die in gleichen Winkelabständen in dem in Bild 2 eingetragenen Meßquerschnitt zwischen E und E' anzuordnen sind und in eine Ringkammer geführt werden.

Für ihre Durchmesser δ gilt:

$$2 \text{ mm} \leq \delta \leq 10 \text{ mm} \quad (17)$$

$$\delta \leq 0,04 d \quad (18)$$

5.4. Bleibender Druckverlust

Der bleibende Druckverlust, der durch die Venturidüse verursacht wird, liegt zwischen 5% und 20% vom Wirkdruck Δp .

6. WAHL DER EINBAUSTELLE

Der Wirkdruckgeber ist unter Einhaltung der in Tabelle 2 angegebenen Mindestlängen für den Ein- und Auslauf in einem möglichst langen geraden Leitungsabschnitt einzubauen.

Strömungsverzweigungen sollen, wenn nicht vermeidbar, hinter dem Auslauf und nicht vor dem Einlauf, auf jeden Fall außerhalb der störungsfreien Rohrstrecke liegen.

Der Wirkdruckgeber soll nicht in Hochpunktnähe eingeordnet werden, damit ein querschnittfüllender Durchfluß garantiert wird.

Der Wirkdruckgeber muß zugänglich sein, damit eine Inspektion oder Auswechslung jederzeit möglich ist.

7. DRUCKENTNAHMELEITUNGEN

Die Druckentnahmeleitungen verbinden die Druckentnahmestellen am Wirkdruckgeber mit dem Wirkdruckmeßgerät und sollten nicht länger als 16 m und vorzugsweise mit Innendurchmessern von 7 mm bis 9 mm ausgeführt werden.

8. WIRKDRUCKMESSGERÄTE

Wirkdruckmeßgeräte sind Differenzdruckmeßgeräte einschließlich der Zusatzeinrichtungen, jedoch ohne Wirkdruckgeber, zur Volumenstrommessung nach dem Wirkdruckverfahren.

Sie sind gekennzeichnet durch:

- Meßprinzip
- Radiziereinrichtung
- Menge und Art des Sperrstoffes
- zulässiger statischer Druck in MPa
- Wirkdruck bzw. Meßbereichumfang in kPa
- Durchflußbereich
- Zusatzeinrichtungen.

Der Wirkdruckmesser soll möglichst nahe der Einbaustelle des Wirkdruckgebers angeordnet werden, um kurze Wirkdruckleitungen zu erhalten. Er muß mit seinen Zusatzeinrichtungen und den Anschlußstellen der Wirkdruckleitung leicht zugänglich sein. Auf die Rohrleitung bezogen, ist eine Tieflage von Wirkdruckleitungen und -messer anzustreben. Bei Hochlage sind Entlüftungseinrichtungen in den Wirkdruckleitungen vorzusehen.

8.1. Vorzugsweise anzuwendende Wirkdruckmeßgeräte

Tabelle 5

Meßgeräte	Zulässiger stat. Druck MPa	Wirkdruck kPa	Meßunsicherheit $u_{\Delta p}$ %
Ringwaage	6,4	4 6,25 9 16 20,25 25	± 1
Membranmesser ursaflex M	16,0	16 25 40 60 100	± 1
Elektrischer Differenzdruckmeß- umformer	2,5 10,0	6 40	± 1

Der Ansprechwert des Wirkdruckmeßgerätes muß bei einem Wert $\approx 15\%$ des Skalenendwertes liegen.

8.2. Anzeigebereiche

Die Endwerte des Anzeigebereiches (Skalenendwerte) müssen den geltenden Standards entsprechen, siehe TGL 39 494.

8.3. Meßunsicherheit

Genaue Meßfehlergrenzen nach Angaben der Hersteller, anderenfalls nach Tabelle 5.

Die absolute Meßunsicherheit Δx der Differenzdruckmessung darf im Bereich von 30 % bis 100 % des Skalenendwertes als konstant angenommen werden. Als Folge wächst die relative Meßunsicherheit $u_{\Delta p}$ der Differenzdruckmessung, die zum kleineren Durchfluß q gehört, gemäß

$$u_{\Delta p} = \left| \frac{\Delta x}{x} \right| \cdot 100 \% = u_{100 \%} \cdot \frac{q}{100 \%}$$

9. INSTANDHALTUNG

Mindestens 14tägig sind folgende Routinekontrollen durchzuführen:

- Nullpunktkontrolle des Wirkdruckmeßgerätes
- Ausblasen der Wirkdruckleitungen
- Entlüftung der Entlüftungsgefäße
- äußerliche Säuberung des Wirkdruckmeßgerätes.

Mindestens einmal monatlich sind die Wirkdruckleitungen, Anschlußarmaturen und Ventile auf Dichtheit zu kontrollieren.

Die Instandhaltung der Venturidüse hat zu umfassen:

- Durchblasen der Ringkammer mit Druckluft in regelmäßigen Abständen, mindestens jährlich
- Kontrolle der Schraubenverbindungen und der Überwurfmutter der Absperrventile auf festen Sitz.

In einem festzulegenden Zyklus ist eine Reinigung und Kontrolle der Blendenscheibe der Blende durchzuführen.

Hinweise

Ersatz für TGL 26 566/03 Ausg. 12.74

Änderungen: Inhaltlich und redaktionell vollständig überarbeitet.

Im vorliegenden Standard ist auf folgenden Standard Bezug genommen: TGL 39 494

Entstanden unter Berücksichtigung von ISO 5167 (1980).

Gegenüber ISO 5167 erfolgte eine Einschränkung der Wirkdruckgeber, keine Begrenzung der D-Werte für Blenden und Venturidüsen nach oben und keine Angabe höchstzulässiger Rauigkeitswerte im Einlauf.

Verordnung vom 26. 11. 1981 über das Meßwesen (GBl. I Nr. 37 S. 429)

1. DB vom 14. 1. 1983 zur VO über das Meßwesen (GBl. I Nr. 5 S. 45)
2. DVO vom 2. 7. 1982 zum Wassergesetz (GBl. I Nr. 26 S. 485)
3. DVO vom 2. 7. 1982 zum Wassergesetz (GBl. I Nr. 26 S. 487)

AO vom 26. 1. 1978 über die allgemeinen Bedingungen für den Anschluß von Grundstücken an die öffentlichen Wasserversorgungsanlagen und für die Lieferung und Abnahme von Trink- und Betriebswasser - Wasserversorgungsbedingungen - (GBl. I Nr. 6 Seite 89).

Durchflußmeßtechnik; Wirkdrücke siehe TGL 4966

Durchflußmeßtechnik; Einschweißmeßblende siehe TGL 25 502

Wassermessung; Durchfluß- und Volumenmessung; Grundsätze siehe TGL 26 566/01

Betriebliches Meßwesen; Grundsätze siehe TGL 31 532

Vorschriften für das Meßwesen

- ASMW-VM 200 "Volumen; Volumenmeßmittel; Allgemeine Festlegung für die Zulassung und Eichung"
- ASMW-VM 646 "Zulassungsprüfung für Meßmittel, allgemeine Festlegungen"