
**Merjenje pretoka odpadne vode v odprtih kanalih in gravitacijskih vodih –
Venturijevi kanali**

Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen –
Venturi-Kanäle

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

SIST DIN 19559-2:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e7c1038-90cf-41a0-a03e-0a1b6c9180ac/sist-din-19559-2-2015>

ICS 13.060.30; 17.120.20

Referenčna oznaka
SIST DIN 19559-2:2015 ((sl), de)

Nadaljevanje na straneh II in od 1 do 15

NACIONALNI UVOD

Standard SIST DIN 19559-2 ((sl),de), Merjenje pretoka odpadne vode v odprtih kanalih in gravitacijskih vodih – Venturijevi kanali, 2015, ima status slovenskega standarda in je enakovreden nemškemu standardu DIN 19559-2 (de), Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen – Venturi-Kanäle, 1983.

NACIONALNI PREDGOVOR

Nemški standard DIN 19559-2:1983 je pripravil tehnični odbor Nemškega inštituta za standardizacijo DIN NA 005-01-13 AA.

Slovenski standard SIST DIN 19559-2:2015 je z metodo ponatisa z nacionalnim predgovorom privzet nemški standard DIN 19559-2:1983.

Odločitev za privzem tega standarda po metodi ponatisa z nacionalnim predgovorom je 8. januarja 2015 sprejel SIST Strokovni svet za splošno področje.

ZVEZE S STANDARDI

S privzemom tega nemškega standarda veljajo za omejeni namen referenčnih standardov vsi standardi, navedeni v izvorniku, razen tistih, ki so že sprejeti v nacionalno standardizacijo:

SIST DIN 19559-1:2015 Merjenje pretoka odpadne vode v odprtih kanalih in gravitacijskih vodih – Splošna informacija

OSNOVA ZA IZDAJO STANDARDA

- privzem standarda DIN 19559-2:1983

OPOMBI

- Povsod, kjer se v besedilu standarda uporablja izraz “nemški standard”, v SIST DIN 19559-2:2015 to pomeni “slovenski standard”.
- Uvod in nacionalni predgovor nista sestavni del standarda.

Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen

Venturi-Kanäle

DIN
19 559

Teil 2

Flow measurement of wastewater in open channels and gravity conduits; venturi-flumes

Mesure de débit des eaux d'égout dans des caniveaux à ciel découvert et des conduites à écoulement libre; canaux venturi

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	6.2 Berührungslose Wasserstandsmessung	9
2 Grundlagen	2	7 Genauigkeitsanforderungen	9
3 Begriffe und Formelzeichen	2	7.1 Maximale systematische Abweichung	9
3.1 Benennungen und Definitionen	2	7.2 Fehlergrenzen	10
3.2 Formelzeichen und Einheiten	3	7.2.1 Metrologische Klassen	10
4 Entwurfskriterien	4	7.2.2 Garantiefehlergrenzen	10
4.1 Bemessung der Einengung	4	7.2.3 Verkehrsfehlergrenzen	10
4.1.1 Wahl der Querschnittsform	4	8 Kontrollmaßnahmen	
4.1.2 Verbauungsverhältnis	4	und Kontrolleinrichtungen	11
4.1.3 Hydraulische Nachweise	4	8.1 Bau- und Funktionsabnahme	
4.2 Konstruktive Durchbildung	6	nach Fertigstellung der Anlage	11
4.2.1 Einlaufstrecke	6	8.1.1 Prüfung	
4.2.2 Verziehung und Drosselstrecke	6	auf ordnungsgemäße Ausführung	11
4.2.3 Übergang ins Unterwasser	6	8.1.2 Funktionsüberprüfung	11
4.3 Lage des Meßwertaufnehmers	6	8.1.3 Kontrollmessungen	11
4.4 Probenahme	6	8.1.4 Kontrolle auf Rückstaufreiheit	11
5 Durchflußbestimmung	7	8.2 Betriebsüberwachung	11
5.1 Abflußformel	7	9 Berechnungsbeispiele	11
5.1.1 Beiwerte für einzelne Bauformen	8	9.1 Venturi-Kanal mit Rechteckquerschnitt	11
5.1.2 Korrekturfaktoren	8	9.2 Venturi-Kanal mit Trapez-Querschnitt	
6 Meßwertaufnehmer	8	in einem U-Profil	12
6.1 Meßwertaufnehmer in Kontakt		9.3 Systematische Abweichung infolge	
mit dem Meßmedium	8	fehlerhafter Bestimmung der	
6.1.1 Standmeßverfahren	8	Oberwassertiefe und Korrekturfaktor	
6.1.2 Wasserstandsmessung		für die Reibung	13
als abgeleitete Größe	9	Weitere Normen und andere Unterlagen	15

Fortsetzung Seite 2 bis 15

Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anwendbar für die Ermittlung des Durchflusses mittels Venturi-Kanälen in öffentlichen und privaten Einrichtungen zur Abwasserableitung und -behandlung. Sie soll allen an der geordneten Abwasserbeseitigung Beteiligten (Planer, Erbauer, Betreiber, Überwachungsbehörde) als eine Grundlage für die Bestimmung der ab- und eingeleiteten Abwasservolumina dienen¹⁾.

2 Grundlagen

Der Venturi-Kanal ist eine definierte Fließstrecke zur Durchflußmessung in offenen Gerinnen. Wesentlicher Bestandteil ist eine symmetrisch angeordnete seitliche Einschnürung des Gerinnequerschnittes mit strömungsgünstig gestalteten Verziehungen auf der Anströmseite.

Die Einengung sollte so ausgebildet sein, daß im gesamten Meßbereich die Grenzverhältnisse durchlaufen werden. Dies ist nur bei rückstaufreiem Durchfluß möglich. Rückstaufreiheit ist gegeben, wenn der Oberwasserstand durch das Unterwasser nicht beeinflusst wird.

Über die Messung des Oberwasserstandes wird der Durchfluß ermittelt.

Als Vorteile sind zu nennen:

Der Venturi-Kanal hat keine beweglichen Teile und unterliegt daher keiner verstärkten Abnutzung. Er ist wegen der durchgehenden Gerinnesohle besonders für die kontinuierliche Durchflußmessung in offenen Gerinnen mit feststoffhaltigem Wasser geeignet. Im Vergleich mit Meßwehren ist bei der Durchflußbestimmung mit dem Venturi-Kanal im allgemeinen ein geringerer Aufstau verbunden.

Durch Variationen des Einengungsverhältnisses und der Form der Einengung kann der Venturi-Kanal entsprechend dem gewünschten Meßbereich ausgelegt werden.

Venturi-Kanäle können vorgefertigt oder am Einbauort hergestellt werden. Bei vorgefertigten Venturi-Kanälen sind wegen der größeren Maßhaltigkeit und der vor dem Einbau möglichen Kalibrierung (Eichung) genauere Meßergebnisse zu erzielen.

Die Bestimmung der Oberwassertiefe kann durch die Wahl des Meßwertaufnehmers dem Einsatzfall angepaßt werden.

Folgende Grenzen der Anwendbarkeit sind zu beachten: Venturi-Kanäle können nicht eingesetzt werden bei unzureichenden Platzverhältnissen und bei zu erwartendem Rückstau vom Unterwasser her.

Der kleinste meßbare Durchfluß bei feststofffreiem Abwasser in kleinen Venturi-Kanälen beträgt etwa 0,5 l/s; für Rohabwasser liegt dieser Wert bei etwa 5 l/s. Die zulässige Mindestwassertiefe zur Bestimmung des Abflusses wird dabei mit 3 cm festgelegt. Das Verhältnis vom kleinsten zum größten erfaßbaren Durchfluß kann in der Regel den Wert 0,1 nicht unterschreiten. Kleinere Verhältniszahlen sind nur in Sonderfällen (Formgebung, Verbauungsverhältnis) erzielbar (siehe auch Abschnitt 7).

Wenn mit der Gefahr von Ablagerungen im Zulauf durch mitgeführte Stoffe gerechnet werden muß, ist eine Mindestfließgeschwindigkeit festzulegen, bei der noch eine ausreichende Spülung (Schleppspannung) erfolgt.

¹⁾ Siehe auch Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserabgabengesetz) vom 13. 09. 1976, Bundesgesetzblatt Teil I (1976), Nr 118, S. 2721

Hierdurch ergibt sich ein kleinster praktisch erfaßbarer Durchfluß, der den nutzbaren Meßbereich des Gerinnes erheblich verkleinert (siehe auch Abschnitt 9).

Venturi-Kanäle sind ferner nicht einsetzbar, wenn im Oberwasser kein strömender Abfluß erreicht werden kann oder wenn das Abwasser so grobsperrige Stoffe führt, daß im Bereich der Einengung mit Verstopfungen gerechnet werden muß.

3 Begriffe und Formelzeichen

3.1 Benennungen und Definitionen

Benennung	Definition
Abflußkurve (Q/h -Kurve, Schlüsselkurve)	Bezugskurve zwischen den Wasserständen und den zugehörigen Abflüssen in einem Abflußmeßquerschnitt
benetzter Umfang	Teil des Umfangs eines Gerinnes, der von der darin abfließenden Flüssigkeit benetzt wird
Drosselstrecke des Venturi-Kanals	prismatisches Gerinne im Bereich der Einengung, in dem die Grenztiefe durchlaufen wird
Durchfluß, Abfluß, Volumenstrom	Quotient aus Wasservolumen, das einen bestimmten Fließquerschnitt durchfließt, und der dazu benötigten Zeit
Energiehöhe	Summe aus Geschwindigkeitshöhe, Druckhöhe und geodätischer Höhe
Froude-Zahl	<p>Kenngröße, die dadurch erhalten wird, daß die mittlere Fließgeschwindigkeit durch die Quadratwurzel aus dem Produkt aus einer charakteristischen Länge und der Fallbeschleunigung dividiert wird</p> $\left(Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot l}} \right)$
Grenzgeschwindigkeit	Fließgeschwindigkeit bei Grenztiefe
Grenztiefe	Wassertiefe in Gerinnen bei Abflüssen mit minimaler Energiehöhe
Grenzverhältnisse	Die Grenzverhältnisse werden beim kontinuierlichen Übergang vom Strömen zum Schließen unter minimaler Energiehöhe durchlaufen ($Fr = 1$)
Meßbereich	Bereich von Meßwerten, in dem bestimmte Fehlergrenzen eingehalten werden

Benennung	Definition
mittlere Geschwindigkeit	Über einen Querschnitt gemittelte Fließgeschwindigkeit
Reynolds-Zahl	Kenngröße, die aus dem Produkt von mittlerer Geschwindigkeit und einer charakteristischen Länge und Division durch die kinematische Viskosität erhalten wird $\left(Re = \frac{lv}{\nu} \right)$
Rückstau vom Unterwasser	Anstieg der Oberwassertiefe, verursacht durch die Abflußverhältnisse unterstrom der Einengung
Schießen	Gerinneströmung, bei der die Wassertiefe kleiner ist als die Grenztiefe ($Fr > 1$)
seitliche Einengung	Verringerung der Breite eines offenen Gerinnes
Staulänge	Länge einer Staulinie vom Ort des Aufstaus bis zu einer unerheblichen Stauhöhe
Strömen	Gerinneströmung, bei der die Wassertiefe größer ist als die Grenztiefe ($Fr < 1$)
Übergangsdurchfluß	Durchfluß, bei dem sich der Wert der größten zulässigen Abweichung ändert
Verbauungsverhältnis	Verhältnis der Querschnittsfläche im Bereich der Drosselstrecke gegenüber der des unverbauten Querschnitts (siehe Abschnitt 4.1.2)
Verdrängungsdicke	durch Reibungseinflüsse bedingte Abdrängung der Potentialströmung von der Gerinnewand
Verziehung	Übergang vom unverbauten Querschnitt zum Querschnitt der Drosselstrecke
Wasserspiegelbreite	Breite der oberen Berandung des Fließquerschnittes senkrecht zur Strömungsrichtung gemessen
Wechselsprung	Unstetiger, sprungartiger Übergang vom Schießen zum Strömen bei Gerinneströmungen
zulässige Unterwassertiefe	größtmögliche Unterwassertiefe für rückstaufreien Abfluß

3.2 Formelzeichen und Einheiten

Formelzeichen	Einheit	Benennung
A	m^2	Fließquerschnitt
b	m	Gerinnebreite
b_{So}	m	Sohlenbreite
b_{Sp}	m	Wasserspiegelbreite
C_1	$m^{(3-x)}/s$	Beiwert in der Abflußformel
C_2	$m^{(3-y)}/s$	Beiwert in der Abflußformel
G	1	Fehlergrenze
G_g	1	Garantiefehlergrenze
G_v	1	Verkehrsfehlergrenze
F	kN	Kraft
F_I	kN	Impulskraft
F_w	kN	Wasserdruckkraft
Fr	1	Froude-Zahl
g	m/s^2	Fallbeschleunigung
h	m	Wassertiefe
h_E	m	Energiehöhe
h_k	m	Geschwindigkeitshöhe, $h_k = v^2/2g$
l_{So}	1, m/m	Sohlengefälle
k	mm	absolute Rauheit
l	m	charakteristische Länge
l_e	m	Länge der Drosselstrecke
l_{st}	m	Staulänge
$1:n$	1, m/m	Neigung der Gerinnewand
Q	$l/s, m^3/h$	Durchfluß
$Q_{ü}^2$	$l/s, m^3/h$	Übergangsdurchfluß
Re	1	Reynolds-Zahl
U	m	benetzter Umfang
v	m/s	Fließgeschwindigkeit
x	1	Exponent in der Abflußformel
y	1	Exponent in der Abflußformel
α	1	Geschwindigkeitshöhenbeiwert
β	1	Druckhöhenbeiwert
δ_s	m	Verdrängungsdicke
ν	m^2/s	kinematische Viskosität
ρ	kg/m^3	Dichte
φ	1	Korrekturfaktor für den Durchfluß
Indizes	zu verwenden für:	
e	Werte in der Einengung	
gr	Werte bei minimaler Energiehöhe	
n	Werte für stationär gleichförmigen Abfluß	
o	Werte oberstrom der Einengung	
s	Werte im Schießen unmittelbar am Ende der Aufweitung	
u	Werte unterstrom der Einengung	
*	Werte unter Berücksichtigung der Reibungsverluste	

2) In der Eichordnung als Q_t bezeichnet.

4 Entwurfskriterien

Beim Entwurf einer Venturi-Abflußmeßeinrichtung sind die Einzelbestandteile Venturi-Kanal, Meßwertaufnehmer, Meßumformer und Ausgabeeinrichtung sinnvoll aufeinander abzustimmen.

4.1 Bemessung der Einengung

Durch die Vorgabe des Querschnittes der Einengung werden die wesentlichen hydraulischen Eigenschaften der Meßanordnung bestimmt. Dabei sind die Anforderungen an die Wirkungsweise (Durchlaufen der Grenztaufe, Rückstaufreiheit) und die Auswirkung der Einengung oberstrom der Meßanordnung zu berücksichtigen.

Im Staubebereich oberstrom der Einengung wird die mittlere Fließgeschwindigkeit im Vergleich zum unverbauten Zustand verringert. Zugleich wird eine Anhebung der Wasserspiegellage in Form einer Staulinie eingeleitet, deren Länge mit der Größe des Aufstaus zunimmt.

4.1.1 Wahl der Querschnittsform

Zur Durchflußbestimmung mit Hilfe des Venturi-Kanals wird als Meßwert die Oberwassertiefe benötigt. Dieser Meßwert kann nur mit einer vorgegebenen Genauigkeit erfaßt werden; daher beeinflusst die Querschnittsform die erzielbare Meßgenauigkeit (siehe Abschnitt 9.3).

Bei der Auswahl der Querschnittsform sind die Genauigkeitsanforderungen innerhalb des Meßbereiches zu berücksichtigen. Zum Beispiel können stark veränderliche Abflüsse mit zeitlich dominierenden kleinen Werten eine höhere Meßgenauigkeit für Abflüsse im unteren Meßbereich erfordern als beim Maximalabfluß. Eine Querschnittsform, bei der die Breite der Einengung nach oben zunimmt, wird dieser Anforderung besser gerecht als ein Rechteckquerschnitt.

Die Meßaufgabe ist in vielen Anwendungsbereichen mit vorgefertigten Venturi-Kanälen bzw. Fertigungsformen lösbar.

4.1.2 Verbaunungsverhältnis

Das Verbaunungsverhältnis ist der Quotient aus der Fläche A_e in der Einengung und der Fläche A_o des unverbauten Querschnittes.

Als maßgebliche Höhe über Gerinnesohle wird hierbei für die Bemessung die maximale Oberwassertiefe $h_{o,max}$ angesetzt. Beim Rechteckquerschnitt wird das Verbaunungsverhältnis durch das Breitenverhältnis b_e/b_o wiedergegeben und liegt häufig im Bereich zwischen 0,3 und 0,6.

Eine Verkleinerung des Verbaunungsverhältnisses bewirkt zugleich eine Verringerung der Anströmgeschwindigkeit. Damit wird die Ablagerungsgefahr erhöht. Ihr kann nur durch einen entsprechenden Wartungsaufwand begegnet werden. Bei unzureichender Wartung wird durch ein kleineres Verbaunungsverhältnis daher nur eine scheinbare Verbesserung der erzielbaren Genauigkeit erreicht.

Das Verbaunungsverhältnis muß so gewählt werden, daß der maximale Abfluß im Gerinne abgeführt werden kann.

4.1.3 Hydraulische Nachweise

Für den gewählten Einengungsquerschnitt ist nachzuweisen, daß das Meßprinzip des rückstaufreien Durchflusses unter Durchlaufen der Grenzverhältnisse gewährleistet ist und sich ausreichende Oberwasserbedingungen (Minimalgeschwindigkeit, Staulänge) einstellen können. Dieser Nachweis wird für den rechnerisch ermittelten Durchfluß im Einengungsquerschnitt

$$Q_{gr} = v_{gr}(h) A_{gr}(h) \quad (1)$$

geführt, wobei für die mittlere Geschwindigkeit unter Grenzverhältnissen

$$v_{gr}(h) = \sqrt{\frac{A_{gr}(h) g}{b_{Sp}(h)}} \quad (2)$$

gilt. Hierbei ist die Durchflußfläche

$$A_{gr}(h) = \int_0^{h_{gr}} b_e(h) dh \quad (3)$$

(siehe auch Bild 2). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird in den folgenden Gleichungen die Abhängigkeit einzelner Größen von der Wassertiefe nicht mehr dargestellt. Bei Gleichung (2) liegt die Annahme zugrunde, daß für die minimale Energiehöhe

$$h_{E,gr} = \beta h_{gr} + \alpha \frac{v_{gr}^2}{2g} \quad (4)$$

der Druckhöhenbeiwert β und der Geschwindigkeitshöhenbeiwert α gleich 1 gesetzt werden können. Bei ungenügender Länge der Drosselstrecke ist insbesondere die Annahme von $\beta = 1$ nicht mehr möglich. Unter den Voraussetzungen $\alpha = 1$ und $\beta = 1$ wird unter Beachtung von Gleichung (2)

$$h_{E,gr} = h_{gr} + \frac{A_{gr}}{2b_{Sp}} \quad (5)$$

Die Ermittlung der zu Q_{gr} gehörigen Oberwassertiefe h_o kann zunächst unter Vernachlässigung der Reibungseinflüsse durch die Annahme

$$h_{E,gr} = h_{E,o} \quad (6)$$

erfolgen. Demnach ist

$$h_{gr} + \frac{A_{gr}}{2b_{Sp}} = h_o + \alpha_o \frac{v_o^2}{2g} \quad (7)$$

wobei der Druckhöhenbeiwert für die Oberwassertiefe $\beta_o = 1$ gesetzt wurde. Wegen des kleinen Betrages der Geschwindigkeitshöhe im Oberwasser wird normalerweise auch $\alpha_o = 1$ gesetzt. Bei unzureichender Einlaufstrecke können im Oberwasser des Venturi-Kanals unsymmetrische Geschwindigkeitsverteilungen vorliegen. Hierbei ist dann die ungleichförmige Verteilung der kinetischen Energie im Querschnitt durch eine Korrektur mit Hilfe des Beiwertes α_o vorzunehmen.

Die grundsätzliche Forderung, daß $h_{E,o} > h_{E,n}$ sein muß, ist bei kleinen Sohlengefällen zusätzlich zu kontrollieren.

Werden die Reibungsverluste zwischen dem Querschnitt (o) im Oberwasser und dem Querschnitt mit der minimalen Energiehöhe am Ende der Drosselstrecke berücksichtigt, so ist

$$h_{E,o} > h_{E,gr} \quad (8)$$

Näherungsweise kann die erforderliche Energiehöhe im Oberwasser berechnet werden, wenn die sogenannte Verdrängungsdicke δ , bestimmt wird. Die Verdrängungsdicke δ_* ist abhängig von der Rauheit k des Gerinnes, der Länge l_e der Drosselstrecke und der kinematischen Viskosität ν des Wassers. Über die Reynolds-Zahl

$$Re = \frac{l_e v_{gr}}{\nu} \quad (9)$$

und die relative Rauheit k/l_e ist aus dem als Bild 1 beigefügten Diagramm ein Wert für δ/l_e zu entnehmen. Die erforderliche Oberwasserenergiehöhe kann dann zu

$$h_{E,o,*} = h_{gr} + \frac{A_{gr}}{2b_{Sp}} + \frac{U_{gr}}{b_{Sp}} \delta_* \quad (10)$$

errechnet werden. Für den aus Gleichung (1) ermittelten Durchfluß wird dann die zugehörige Oberwassertiefe $h_{o,*}$ unter näherungsweise Berücksichtigung der Reibung durch die Beziehung

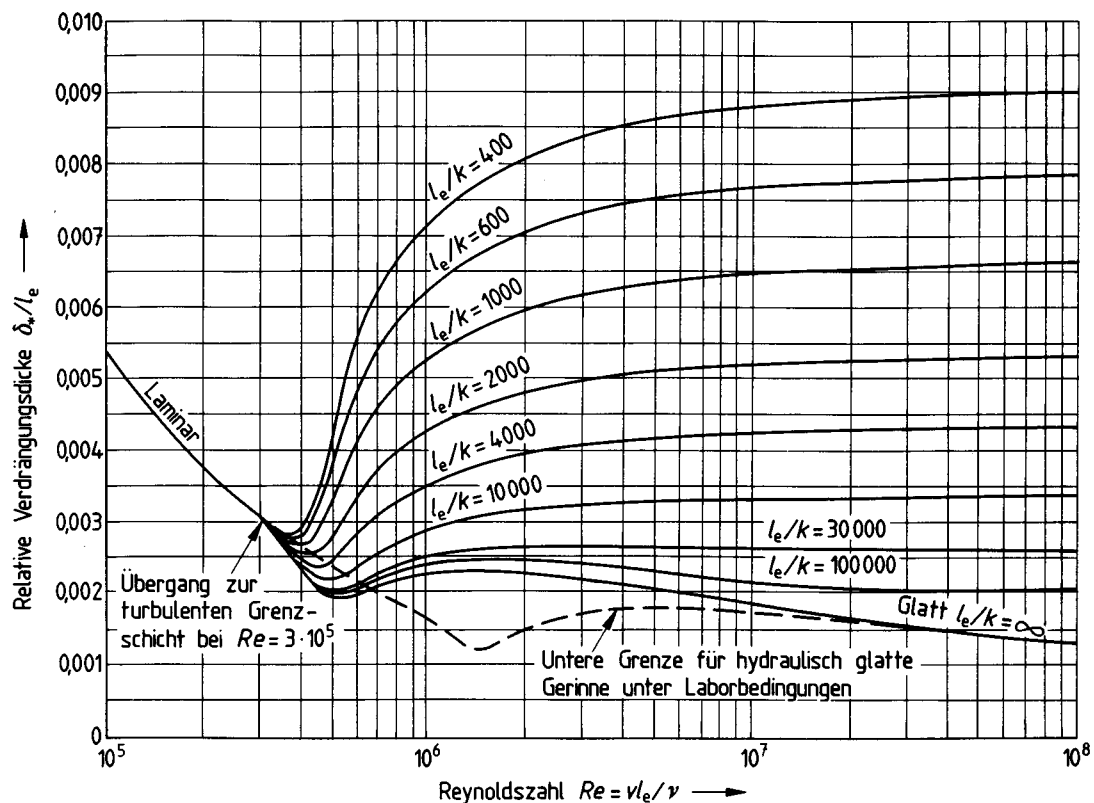


Bild 1. Relative Verdrängungsdicke in Abhängigkeit von der Reynolds-Zahl und der relativen Rauheit

ITEN STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

SIST DIN 19559-2:2015

$$h_{E,0_*} = h_{0_*} + \frac{Q_{gr}^2}{2gA_{0_*}^2} \quad (11)$$

bestimmt.

Ausgehend von der korrigierten Oberwassertiefe h_{0_*} können die zugehörigen Staulängen l_{st} oberstrom der Einengung und die entsprechenden minimalen Fließgeschwindigkeiten erhalten werden.

Zum Nachweis des rückstaufreien Durchflusses wird über den Ansatz

$$h_{E,gr} = h_{E,s} \quad (12)$$

zunächst die Wassertiefe des Schußstrahles am Ende der unterstromigen Verziehung unter Vernachlässigung der Reibungskräfte berechnet. Es gilt hierbei

$$h_{E,gr} = h_s + \frac{v_s^2}{2g} \quad (13)$$

Da der Übergang vom Schießen zum Strömen unterstrom des Venturi-Kanals über einen Wechselsprung erfolgt, ist bei der Berechnung der zulässigen Unterwassertiefe der Impulssatz anzuwenden. Hierbei genügt es, wiederum ohne Reibungsansatz, in den Querschnitten (s) und (u) die Summe aus Wasserdruckkraft F_w und Impulskraft F_I zu bilden. Allgemein gilt hierfür

$$\Sigma F = F_w + F_I = \rho g \int_{(A)} h dA + \rho Q v \quad (14)$$

Die zur Wassertiefe h_s des Schußstrahles korrespondierende Wassertiefe h_u wird dann erhalten, wenn der Ausdruck ΣF für beide Querschnitte gleichgroße Werte ergibt.

Anmerkung: Für den Sonderfall des Rechteckquerschnittes kann die Wassertiefe h_u direkt zu

$$h_u = \frac{h_s}{2} \left(\sqrt{1 + 8 Fr_s^2} - 1 \right) \quad (15)$$

berechnet werden, wobei für die Froude-Zahl des Schußstrahles

$$Fr_s = \frac{v_s}{\sqrt{gh_s}} \quad (16)$$

anzusetzen ist.

Der Abfluß bleibt dann rückstaufrei, wenn

$$h_u \geq h_n \quad (17)$$

ist.

Diese Bedingung muß für den gesamten Meßbereich erfüllt sein.

Die mit der korrespondierenden Wassertiefe h_u zu vergleichende Wassertiefe h_n für den stationär gleichförmigen Abfluß ist anhand des vorgegebenen Sohlengefälles I_{So} , des Gerinnequerschnittes und der Rauheit k ebenfalls für den gesamten Meßbereich zu bestimmen.

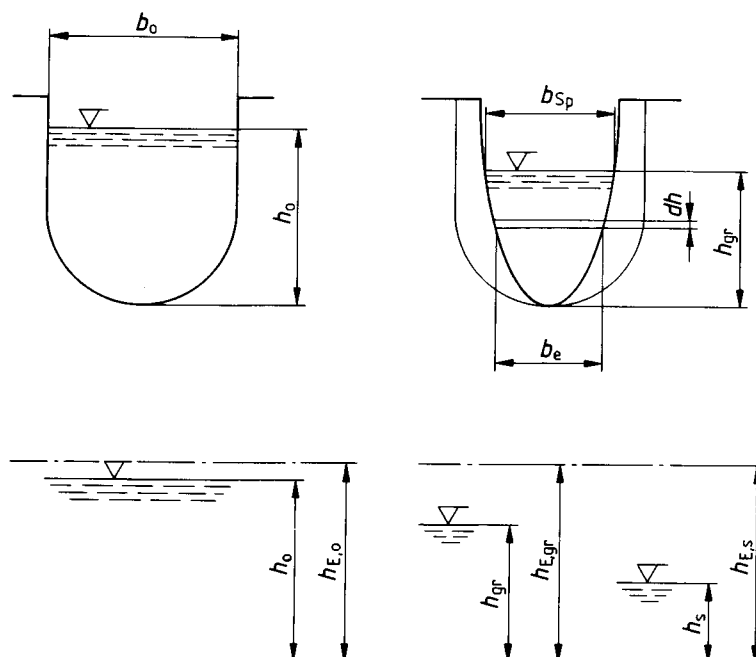


Bild 2. Schematische Darstellung der Wassertiefen h und der zugehörigen Energiehöhen h_E für die Querschnitte oberstrom der Einengung (o), in der Einengung (gr) und unmittelbar nach der Einengung (s). Lage von (o), (gr) und (s) siehe auch Bild 3

4.2 Konstruktive Durchbildung

Bei Entwurf und Ausführung einer Venturi-Meßeinrichtung ist darauf zu achten, daß sämtliche Bereiche einschließlich der Einlaufstrecke zur Wartung und zur Funktionsüberprüfung leicht zugänglich sind (siehe auch Bild 3).

4.2.1 Einlaufstrecke

Das Gefälle der Einlaufstrecke ist so zu wählen, daß strömender Zufluß auch bei maximal möglichem Durchfluß sichergestellt ist. Bei Zufluß im Schießen soll der erforderliche Wechselsprung in einer Entfernung von $\geq 20 b_o$ vor Beginn der Verziehung liegen. Im Bereich $10 b_o$ vor Beginn der Verziehung müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

- konstantes Gefälle
- geradliniger Verlauf der Achse von Gerinne und Meßstrecke
- gleichbleibender Gerinnequerschnitt
- keine Änderung des Durchflusses durch zusätzliche Einleitung oder Ableitung
- keine vorstehenden oder rückspringenden Unebenheiten von Gerinnesohle und Gerinnewandung

4.2.2 Verziehung und Drosselstrecke

Die Verziehung muß strömungsgünstig ausgebildet sein und ist tangential an die Drosselstrecke anzubinden; sonst ist die angegebene Berechnungsmethode nicht mehr anwendbar. Ein günstiges Maß für die Länge der Verziehung ist das 1,5fache der Breitenänderung ($b_o - b_e$).

Die Länge der Drosselstrecke sollte das 2fache der maximalen Oberwassertiefe nicht unterschreiten.

Bei kürzeren Drosselstrecken sind die Hinweise in den Abschnitten 4.1.3 und 5.1.2 zu beachten.

Das Gefälle der Gerinnesohle darf im Bereich der Verziehung und bis zum Ende der Drosselstrecke nicht negativ und nicht größer als in der Einlaufstrecke sein.

Bei Einbau einer Sohlenschwelle oder einer ähnlichen Erhöhung der Sohle ist die Gefahr der Ablagerung suspendierter Stoffe in Betracht zu ziehen.

4.2.3 Übergang ins Unterwasser

Für den Übergang ins Unterwasser, d. h. für die Erweiterung von der engsten Stelle der Einschnürung bis zur Breite des Unterwassergerinnes ist eine besondere Verziehung nicht erforderlich. Bei ungünstigen Unterwasserverhältnissen kann eine Vergrößerung des rückstaufreien Bereichs durch eine allmähliche Erweiterung erreicht werden.

Bei Nachweis der Rückstaufreiheit sind insbesondere die ungünstigsten Bedingungen im Unterwasser (z. B. Erhöhung des Durchflusses durch zusätzliche Einleitung, höchster Wasserstand in einem anschließenden Becken) zu beachten. Ein Sohlenabsturz ist in der Regel nicht erforderlich. Er bietet nur dann einen Vorteil, wenn dadurch ein Rückstau verhindert werden kann.

4.3 Lage des Meßwertaufnehmers

Der Wasserstand wird durch den Meßwertaufnehmer im Abstand von 1 bis $2 h_{o,max}$ oberhalb des Beginns der Verziehung bestimmt. Sollen Abflüsse in der Nähe des Maximalabflusses möglichst genau erfaßt werden, so kann dieser Abstand auf 3 bis $4 h_{o,max}$ erweitert werden. Bei Anordnung des Meßwertaufnehmers neben dem Gerinne in einem Meßschacht ist ein Teil des Schachtes unterhalb der Gerinnesohle als Feststofffang mit einfach zu handhabender Reinigungseinrichtung auszubilden (Abschnitt 4.2.1 ist zu berücksichtigen). Besondere Beachtung ist der Erfassung des Wasserstandes in der Nähe der unteren Meßgrenze zu widmen.

4.4 Probenahme

Es ist zweckmäßig, eine Möglichkeit für die Probenahme zu schaffen. Die Wasserprobe sollte kurz nach dem Wechselsprung (Übergang Schießen-Strömen) im Bereich guter Durchmischung entnommen werden.

