

Auslegung nach DIN 1988-300 – Theorie und Praxis im direkten Vergleich

Die Relevanz von Zeta-Werten in der Praxis am Beispiel einer Stockwerksverteilung

Die DIN 1998-300 schreibt vor, dass für die Berechnung der Rohrdurchmesser die Zeta-Werte der Hersteller zu verwenden sind. Für produktneutrale Ausschreibungen können die in der Norm angegebenen Referenzwerte eingesetzt werden. Am Beispiel einer praxisorientierten Installation mit verschiedenen Rohrleitungssystemen konnte rechnerisch und messtechnisch nachgewiesen werden, dass der Druckverlust durch Formteile einen nicht unerheblichen Anteil an dem Gesamtdruckverlust einer Trinkwasser-Installation hat. Umso wichtiger ist es, bei der Auslegung nicht mit den Referenzwerten zu arbeiten, da diese in der Regel von den realen Zeta-Werten abweichen.

Im Zuge der neuen europäischen Normenreihe EN 806 ist in Deutschland für die Planung von Trinkwasser-Installationen im Mai 2012 die nationale Ergänzungsnorm DIN 1988-300 „Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW“ veröffentlicht worden. Ziel der Berechnung nach DIN 1988-300 ist es, bei einer zu erwartenden Spitzenbelastung auch an den hydraulisch ungünstigsten Entnahmestellen die Durchflüsse sicherzustellen – und zwar mit den kleinstmöglichen Rohrdurchmessern sowie unter Berücksichtigung der höchstzulässigen Strömungsgeschwindigkeit [1]. Hierbei wird der Versorgungsdruck bestmöglich genutzt. Und die Trinkwasser-Installation ist hygienisch und wirtschaftlich optimal ausgelegt.

Versorgungsdruck bestmöglich ausnutzen

In der Praxis gibt es verschiedene Varianten der Rohrleitungsführung für Stockwerksleitungen. Welche das optimale Ergebnis für eine hygienebewusste Planung bringen, hängt dabei

- von den baulichen Gegebenheiten,
- dem zu erwartenden Wasseraustausch sowie
- den hydraulischen Anforderungen ab [2]. Eine typische Lösung ist aber zweifellos die Stockwerksreihenleitung (Bild 1). Das WC befindet sich aus hygienischen Gründen als Entnahmestelle mit häufiger Nutzung am Ende des Fließweges. Somit wird sichergestellt, dass auch in den Teilstrecken zu selten frequentierten Entnahmestellen – wie beispielsweise die Badewanne – ein regelmäßiger Wasseraustausch stattfindet (Bild 2).

Zu beachten ist aber, dass sich durch die „Reihenschaltung“ eine Addition der Druckverluste der Einzelwiderstände von Einbauteilen (wie Abzweigstücke, Bögen, Reduzierstücke, Doppelwandscheiben etc.) je Teilstrecke ergibt (Bild 3). Die Druckverluste in den Einzelwiderständen selbst entstehen durch Ablösung, Querströmungen und starke Umlenkungen. Diese werden über sogenannte Widerstandsbeiwerte (Zeta-Werte) erfasst und in der DIN 1988-300

als „Druckverlust durch Einzelwiderstände“ in der differenzierten Berechnung mit berücksichtigt [2].

Wie stark sich die je nach Rohrleitungssystem verschiedenen Zeta-Werte in einer Stockwerksreihenleitung auswirken, zeigt der direkte Vergleich der rechnerischen Auslegung mit den Messergebnissen einer praxisüblichen Installation.

Geplant und berechnet

Rechenbasis für das Beispiel sind die Fließ- und Druckverhältnisse bei einer Spülkastenbefüllung mit 0,13 l/s nach der Rohrnetzrechnungsmethode gemäß DIN 1988-300 (Tabelle 1). Beim Durchströmen der Stockwerksleitung für jede Teilstrecke wird der Druckverlust getrennt für die Reibung in Rohrabschnitten ($l \cdot R$) und für die Widerstände in Formstücken ($\Delta p_e = Z$) berechnet.

Für die hydraulische Bemessung der fünf hier untersuchten Systeme wurden zum einen die angegebenen realen Zeta-Werte (System A, B und C) angesetzt, die nach den Vorgaben im DVGW-Arbeitsblatt W 575 von den Herstellern ermittelt wurden [3]. Zum anderen wurden die Referenz-

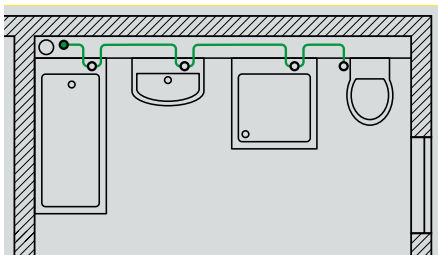


Bild 1: Eine typische und hygienisch optimale Stockwerksverteilung: Die Rohrleitung ist durchgeschliffen, der Hauptverbraucher ist am Ende platziert.

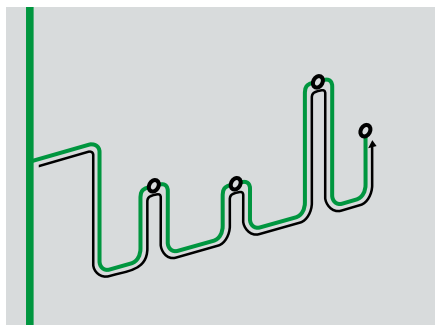


Bild 2: Durch den Hauptverbraucher am Ende der durchgeschliffenen Reihenleitung wird der regelmäßige Wasseraustausch sichergestellt.

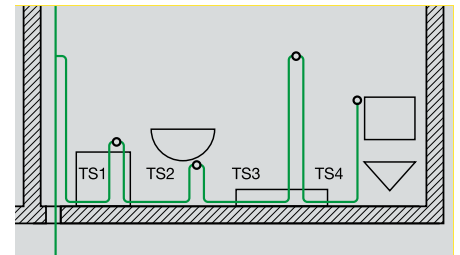


Bild 3: In der durchgeschliffenen Stockwerksleitung addieren sich die Druckverluste je Teilstrecke zwischen den Entnahmestellen.

Tabelle 1: Die Einzel-Widerstandsbeiwerte in den Teilstrecken der Stockwerksreihenleitung summieren sich.

	Einbauteil Einzelwiderstand	Kurzzeichen nach DVGW W 575	Widerstands- beiwert	Anzahl der Bauteile und deren summierte Einzel- widerstände Summe Zeta-Wert der Teilstrecken			
				TS 1	TS 2	TS 3	TS 4
System A	Wandscheibe 15 x 1/2		1,4				1 1,4
	Doppelwandscheibe 15 x 1/2 x 15 (Durchgang)		1,2		1 1,2	1 1,2	1 1,2
	Summe Zeta-Wert in den Teilstrecken				1,2	1,2	2,6
System B	Wandscheibe 16 x 1/2		0,9				1 0,9
	Doppelwandscheibe 16 x 1/2 x 16 (Durchgang)		3,8		1 3,8	1 3,8	1 3,8
	Summe Zeta-Wert in den Teilstrecken				3,8	3,8	4,7
System C	Wandscheibe 16 x 1/2		7,4				1 7,4
	T-Abzweig 16 (TVA)		21,5		1 21,5	1 21,5	1 21,5
	Summe Zeta-Wert in den Teilstrecken				21,5	21,5	28,9
System D DIN 1988-300 Tabelle A.4	Wandscheibe 16 x 1/2		8,1				1 8,1
	T-Abzweig 16 (TVA)		17,0		1 17,0	1 17,0	1 17,0
	Summe Zeta-Wert in den Teilstrecken				17,0	17,0	25,1
System E DIN 1988-300 Tabelle A.4	Wandscheibe 16 x 1/2		8,1				1 8,1
	Doppelwandscheibe 16 x 1/2 x 16 (Durchgang)		5,0		1 5,0	1 5,0	1 5,0
	Summe Zeta-Wert in den Teilstrecken				5,0	5,0	13,1

werte der Tabellen A1 und A4 aus dem Anhang der DIN 1988-300 (Referenzsysteme D und E) verwendet. In der Tabelle 1 sind die für die Berechnung erforderlichen Einzelwiderstände der Bauteile in den jeweiligen Teilstrecken dargestellt.

Aus dem Vergleich der Zeta-Werte bei Betrachtung der Teilstrecke 4 fällt bereits der deutliche Größenunterschied auf (Vergleich Herstellersystem B mit C). Je größer der Zeta-Wert eines Bauteils ist, desto größer ist der Druckverlust, den das Bauteil erzeugt. Der Referenzwert aus der DIN 1988-300 (hier: System E) ist noch höher als der reale Zeta-Wert des Herstellers von Bauteil System B.

Berücksichtigt wurden für die differenzierte Druckverlustberechnung in der Stockwerksreihenleitung neben den Formteilen natürlich auch die Rohrstrrecken von der Steigeleitung bis zum letztplatzierten Verbraucher. Die Rohrlängen der vier Teilstrecken entsprechen einer pra-

xisgerechten Stockwerksreihenleitung in einem Badezimmer. Analog zu Tabelle 1 wurde bei den fünf Systemen der Stockwerksdruckverlust bei einer Spülkastenbefüllung mit 0,13 l/s am Ende ermittelt (Tabelle 2). Die Übersicht zeigt auf den ersten Blick, dass die Einzelwiderstände nicht nur in erheblichem Maße den Gesamtdruckverlust eines Systems bestimmen, sondern – in der Folge – entsprechend auch für die Druckverluste in einem Fließweg verantwortlich sind.

Deutlich wird an dieser Tabelle gleichzeitig, wie praxis-untauglich die Bemessung einer Stockwerksreihenleitung auf der Basis von Referenzwerten im Vergleich zu den realen Zeta-Werten eines Rohrleitungssystems ist: Wurden die Tabellenwerte von System D für die Auslegung zugrunde gelegt, jedoch das Herstellersystem A verbaut – ist die Installation eindeutig überdimensioniert, also trinkwasserhygienisch bedenklich. Wurden hingegen in

der Berechnung die realen Zeta-Werte von System A oder B angesetzt und Herstellersystem C installiert, wäre die Versorgung der nachgelagerten Zapfstellen vielleicht gefährdet.

Wie hoch im Einzelfall die Druckverlustanteile der betrachteten Systeme an der Stockwerksreiheninstallation sind, zeigt das Balkendiagramm (Bild 4). Die Systeme A, B und C stehen dabei wieder für die mit den Herstellerangaben berechneten Druckverluste, die Systeme D und E für die Auslegung mit Tabellenwerten nach DIN 1988-300. Der Anteil des Druckverlustes kann je nach System bis zu 75 % betragen.

Nachgebaut und nachgemessen

Zur Überprüfung der theoretischen Druckverlustberechnungen wurde die beschriebene Stockwerksreihenleitung mit den Herstellersystemen A und B nachgebaut und die tatsächlichen Druckverhältnisse gemessen, wieder mit der Vorgabe der Spülkastenbefüllung mit 0,13 l/s. In Tabelle 3 sind die Berechnungs- und Messergebnisse zusammengefasst.

Die Messergebnisse zeigen, dass die tatsächlichen Druckverluste sehr nahe – mit geringen Abweichungen von 5 bis 7 % – an den Berechnungsergebnissen liegen. Die Verwendung von Herstellerwerten bei der Rohrdimensionierung entspricht in der Systemauslegung also den tatsächlichen Strömungsbedingungen.

Auffällig sind die Unterschiede zwischen den Herstellerdaten und den Referenzwerten aus der DIN 1988-300 (siehe Tabelle 2). In der Praxis kann dies bedeuten: Sind die Herstellerwerte (Ist-Werte) höher als die Referenzwerte, kann der Druckverlust in der Stockwerksleitung die Funktion der Entnahmearmaturen beeinträchtigen. Umgekehrt – bei kleineren realen Zeta-Werten als den Referenzwerten – wird das Druckpotenzial nicht ausgenutzt. Das kann zu größeren Nennweiten führen, die aber aus trinkwasserhygienischen und wirtschaftlichen Gründen nicht optimal sind [2].

Im direkten Vergleich der Systeme fällt außerdem auf, dass nicht alles, was nach Referenzwert-Tabelle berechnet wird, auch in der Praxis umzusetzen ist – weil schlicht und einfach die passenden Bauteile im gewünschten System nicht vorhanden sind. Typisch dafür ist die Auslegung mit Referenzsystem E mit Doppelwandscheibe und der Realisierung mit Herstellersystem C, für das nur ein TVA-Abzweig mit wesentlich höheren Druckverlusten zur Verfügung steht.

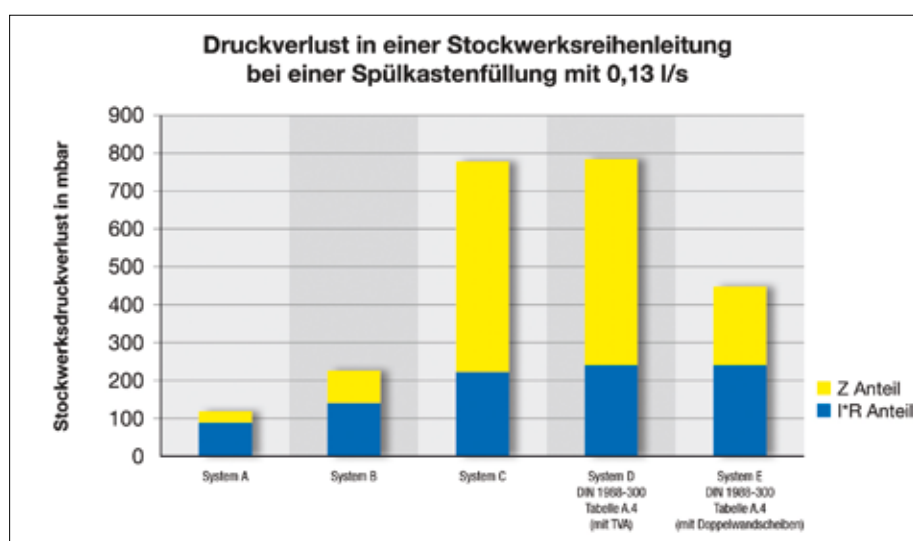


Bild 4: Formteile haben einen massiven Einfluss auf die Druckverhältnisse in einer Stockwerksinstallation, je nach Rohrleitungssystem bis zu 75 %.

Druckverluste vervielfachen sich

Für die Sicherstellung des Versorgungskomforts und der Trinkwasserhygiene darf der Druckverlust durch Einzelwiderstände schon in einer einzelnen Reihenleitung nicht vernachlässigt werden. Betrachtet man eine gesamte Gebäudeinstallation, wird der Druckverlust noch deutlicher. Abbildung 5 zeigt beispielhaft die Druck-

verlustverteilung in einem 6-Familienhaus im hydraulisch ungünstigsten Fließweg. Für die Berechnung wurden wieder Stockwerksreihenleitungen zugrunde gelegt. Die Anbindung der Zapfstellen erfolgt einmal über ein Mehrschichtverbundrohr mit Doppelwandscheiben. Der Anteil der Druckverluste durch Einzelwiderstände liegt bei der Reiheninstallation bei knapp

einem Viertel des Gesamtdruckverlustes – und ist damit eine nicht zu vernachlässigende Größe. Wird dieselbe Gesamtinstallation mit einem Mehrschichtverbundrohr mit T-Stück-Wandscheiben und damit mit höheren Zeta-Werten ausgelegt, liegt der Anteil Druckverluste fast doppelt so hoch – bei 42 %. Der erforderliche Mindestfließdruck zur Sicherstellung der Funktion der Armatur ist hier nicht mehr gewährleistet.

Zusammenfassung

Der Einfluss von Einzelwiderständen auf die Druckverhältnisse in einer Stockwerksinstallation ist beträchtlich und darf bei der Dimensionierung einer Trinkwasser-Installation nicht vernachlässigt werden. Im Ergebnis sind die realen Zeta-Werte der Hersteller deutlich praxisgerechter als die Referenzwerte aus den Tabellen der DIN 1988-300. Letztere können zu einer hygienisch problematischen Überdimensionierung der Trinkwasser-Installation bzw. zu einer Funktionsbeeinträchtigung der Entnahmearmatur führen. Druckverlustoptimierte Rohrleitungssysteme unterstützen zusätzlich hygienisch und wirtschaftlich optimierte Trinkwasser-Installationen.

Die Untersuchungen haben außerdem gezeigt, dass die tatsächlichen Druckver-

Tabelle 2: Die Druckverhältnisse in einer Stockwerksreihenleitung bei einer Spülkastenbefüllung mit 0,13 l/s. Die Einzelwiderstände eines Systems beeinflussen den Gesamtdruckverlust einer Installation.

	TS	Länge	Summe VR	VS	di	v	R ⁰	I * R	Summe Zeta	Z	I*R+Z	Summe I*R+Z
	-	m	l/s	l/s	mm	m/s	mbar/m	mbar	-	mbar	mbar	mbar
System A	4	3,04	0,13	0,13	13	0,97	8,6	26,1	2,6	12,2	38,4	38,4
	3	2,80	0,13	0,13	13	0,97	8,6	24,1	1,2	5,6	29,7	68,1
	2	1,91	0,13	0,13	13	0,97	8,6	16,4	1,2	5,6	22,1	90,2
	1	2,31	0,13	0,13	13	0,97	8,6	19,9	-	-	19,9	110,0
	Summe Druckverlust Stockwerksleitung							86,5		23,5		
System B	4	3,04	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	40,4	4,7	35,6	76,0	76,0
	3	2,80	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	37,2	3,8	28,7	66,0	142,0
	2	1,91	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	25,4	3,8	28,7	54,1	196,1
	1	2,31	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	30,7	-	-	30,7	226,8
	Summe Druckverlust Stockwerksleitung							133,8		93,0		
System C	4	3,04	0,13	0,13	11,5	1,25	21,5	65,4	28,9	225,8	291,1	291,1
	3	2,80	0,13	0,13	11,5	1,25	21,5	60,2	21,5	168,0	228,2	519,3
	2	1,91	0,13	0,13	11,5	1,25	21,5	41,1	21,5	168,0	209,0	728,3
	1	2,31	0,13	0,13	11,5	1,25	21,5	49,7	-	-	49,7	778,0
	Summe Druckverlust Stockwerksleitung							216,3		561,7		
System D DIN 1988-300 Tabelle A.4 (mit TVA)	4	3,04	0,13	0,13	11	1,36	23,4	71,1	25,1	232,1	303,3	303,3
	3	2,80	0,13	0,13	11	1,36	23,4	65,5	17,0	157,2	222,7	526,0
	2	1,91	0,13	0,13	11	1,36	23,4	44,7	17,0	157,2	201,9	727,9
	1	2,31	0,13	0,13	11	1,36	23,4	54,1	-	-	54,1	782,0
	Summe Druckverlust Stockwerksleitung							235,4		546,6		
System E DIN 1988-300 Tabelle A.4 (mit Doppelwandscheiben)	4	3,04	0,13	0,13	11	1,36	23,4	71,1	13,1	121,1	192,3	192,3
	3	2,80	0,13	0,13	11	1,36	23,4	65,5	5,0	46,2	111,8	304,0
	2	1,91	0,13	0,13	11	1,36	23,4	44,7	5,0	46,2	90,9	395,0
	1	2,31	0,13	0,13	11	1,36	23,4	54,1	-	-	54,1	449,0
	Summe Druckverlust Stockwerksleitung							235,4		213,6		

R⁰ Rohrreibungsdrukgefälle für System A und B nach DVGW W 575 (P) ermittelt

Tabelle 3: Der Vergleich der theoretischen mit den tatsächlichen Druckverlusten in einer typischen Stockwerksreihenleitung zeigt, dass die tatsächlichen Strömungsverhältnisse weitgehend den theoretischen Ergebnissen entsprechen.

					Druckverlustberechnung								Druckverlustmessung	Abweichung
	TS	Länge	Summe VR	VS	di	v	R ⁽⁹⁾	I * R	Summe Zeta	Z	I*R+Z	Summe I*R+Z	Summe I*R+Z	
	-	m	l/s	l/s	mm	m/s	mbar/m	mbar	-	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
System A	4	3,04	0,13	0,13	13	0,97	8,6	26,1	2,6	12,2	38,4	38,4		
	3	2,80	0,13	0,13	13	0,97	8,6	24,1	1,2	5,6	29,7	68,1		
	2	1,91	0,13	0,13	13	0,97	8,6	16,4	1,2	5,6	22,1	90,2		
	1	2,31	0,13	0,13	13	0,97	8,6	19,9	-	-	19,9	110,0		
	Summe Druckverlust Stockwerksleitung											110,0	105,0	5%
System B	4	3,04	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	40,4	4,7	35,6	76,0	76,0		
	3	2,80	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	37,2	3,8	28,7	66,0	142,0		
	2	1,91	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	25,4	3,8	28,7	54,1	196,1		
	1	2,31	0,13	0,13	11,6	1,23	13,3	30,7	-	-	30,7	226,8		
	Summe Druckverlust Stockwerksleitung											226,8	243,0	7%

R⁹⁾ Rohrreibungsdruckgefälle nach DVGW W 575 (P) ermittelt

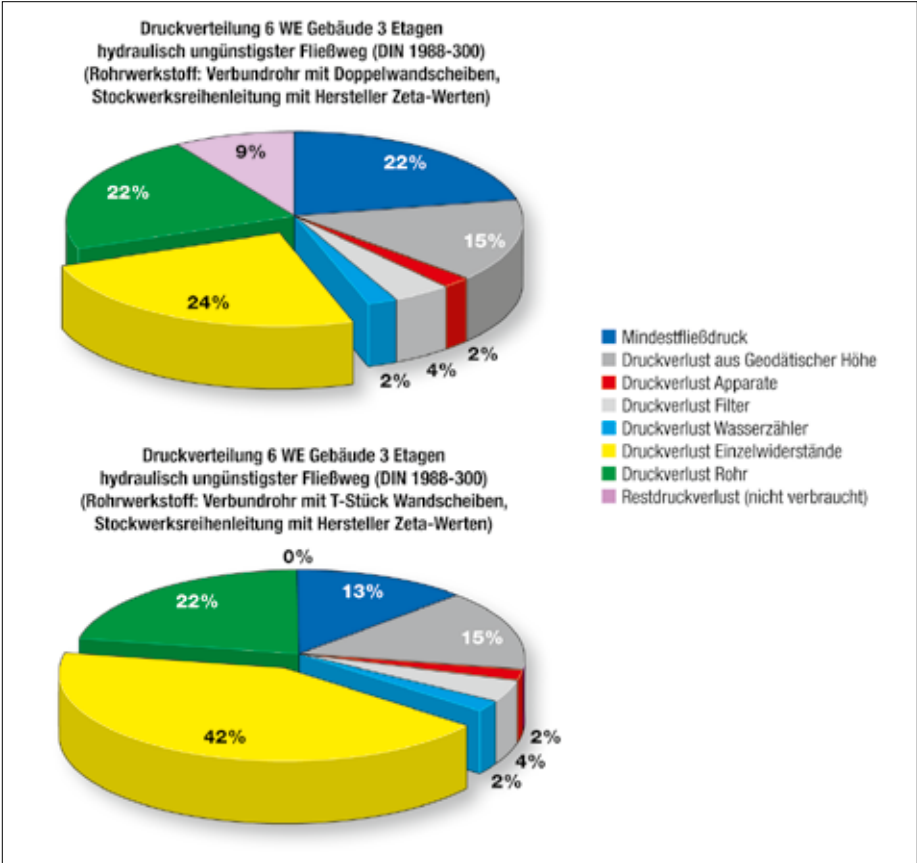


Bild 5: (obere Grafik) In dem Berechnungsbeispiel eines 6-Familien-Hauses beträgt der Anteil der Druckverluste durch Formteile am Gesamt-Druckverlust etwa 24 % (untere Grafik). Der Anteil erhöht sich im selben Berechnungsbeispiel um ein Vielfaches, wenn Bauteile mit hohen Zeta-Werten verwendet werden. Der Mindestfließdruck an der Armatur sinkt erheblich.

Viega GmbH & Co. KG
Postfach 4 30/4 40
57428 Attendorn
Technische Beratung
Telefon: +49 2722 61-1100
Telefax: +49 2722 61-1101
service-technik@viega.de
info@viega.de
www.viega.de

luste der Rohrleitungssysteme sehr nahe an den Berechnungsergebnissen liegen. Die geringe Abweichung von nur 5 bis 7 % steht für eine gute Übereinstimmung von Theorie und Praxis.

Literatur:
[1] DIN 1988 Teil 300: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW. Berlin: Beuth, 2012
[2] Kistemann, Schulte, Rudat, Henschel, Häußermann: Gebäudetechnik für Trinkwasser. 1. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2012
[3] DVGW W 575 (P): Ermittlung von Widerstandsbeiwerten für Form- und Verbindungsstücke in der Trinkwasser-Installation. Berlin: Bonn, 2012

Autor: Dipl.-Ing. Frank Kasperkowiak, Produktmanager im Geschäftsbereich Innovation bei Systemanbieter Viega, Attendorn

Bilder: Viega

