

W10006 d Ausgabe Februar 2016

INFORMATION

Merkblatt

Druck- und Temperaturschwankungen



W10006 d Ausgabe Februar 2016

INFORMATION

Merkblatt

Druck- und Temperaturschwankungen



Copyright by SVGW, Zürich
Satz: Multicolor Print AG, Baar
Ausgabe Februar 2016

Nachdruck verboten

Bezug bei der Geschäftsstelle des SVGW
(support@svgw.ch)

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	5
2	Ziel und Geltungsbereich	5
3	Druck	6
4	Durchfluss und Fließgeschwindigkeit	7
5	Piezostatischer Fließdruck und dynamischer Fließdruck	7
6	Ruhedruck	8
7	Fließdruck	8
8	Mischtemperatur bei konstanten Fließdrücken	9
9	Temperaturschwankungen bei zusätzlichen Wasserbezügen	10
10	Temperaturschwankungen bei Verwendung von Mengenbegrenzern im Auslauf	11
11	Temperaturschwankungen bei der Einstellung der Zulaufmenge vor oder in der Mischarmatur auf die Abflussmenge im Auslauf	12
12	Verhältnis Druckverlust Austossleitung zu Gesamtdruckverlust	13
13	Zentraler Druckminderer	15
14	Druckminderer in der Stockwerkverteilung	17
15	Thermostatisch regulierende Entnahmearmaturen	18
16	Querfluss aufgrund beschädigter Rückflussverhinderer in den Entnahmearmaturen	19
17	Warmwasserinstallation	20
18	Kaltwasserinstallation	20

1 Einleitung

Temperaturschwankungen in Trinkwasserinstallationen können verschiedenste Ursachen haben.

In einem hydraulischen System, in dem mehrere Trinkwasserbezüge gleichzeitig stattfinden, sind Druckschwankungen und damit verbundene Temperaturschwankungen unumgänglich. Das Problem verschärft sich bei der Verwendung von Mengenbegrenzern und Sparbrausen nach dem Mischorgan durch die damit verbundene Zunahme des Staudrucks vor dem Auslauf.

Hohe Druckverluste in der Gesamtinstallation haben grundsätzlich keinen direkten Einfluss auf die Temperaturschwankungen. Diese können bei jedem Trinkwasserverteilsystem durch ungünstige Verhältnisse zwischen Druckverlust in der Ausstossleitung und Gesamtdruckverlust hervorgerufen werden.

Weitere Temperaturschwankungen sind wechselnde Temperaturen im Kalt- und/oder Warmwasserverteilsystem, hervorgerufen durch Erwärmung oder Abkühlung des Wassers aufgrund der Zu- oder Abfuhr von Wärmeenergie.

In der Installation oder eingangsseitig in den Entnahmemarmaturen eingebaute Rückflussverhinderer können bei einem Defekt einen Querfluss von warm nach kalt und umgekehrt verursachen.

In der Kalt- und Warmwasserinstallation separat eingebaute Druckminderer beeinflussen sich gegenseitig und die Fließdrücke ändern sich dauernd. Diese Druckschwankungen bewirken vor der Entnahmemarmatur eine ständige Veränderung der Mischverhältnisse Kalt- zu Warmwasseranteil. Die Folge sind Temperaturschwankungen, die besonders beim Duschen empfindlich wahrgenommen werden.

2 Ziel und Geltungsbereich

Das vorliegende Merkblatt erläutert im ersten Teil die hydraulischen Grundlagen von Druckschwankungen und beschreibt anschliessend mögliche Ursachen, die zu Temperaturschwankungen führen können. Es richtet sich an alle Wasserversorgungen und Sanitärfachpersonen von Trinkwasserinstallationen.

3 Druck

Der in einer Installation ohne Druckminderer vorhandene Druck resultiert massgebend aus der sich ergebenden Höhendifferenz zwischen dem Reservoir-Wasserstand der öffentlichen Wasserversorgung und einem beliebig betrachteten Punkt in einer Sanitärinstallation gemäss folgender Gleichung:

$$p = \rho * g * h$$

p Druck, in kPa

ρ Dichte, in kg/m³

g Erdbeschleunigung, in m/s²

h Höhendifferenz, in m

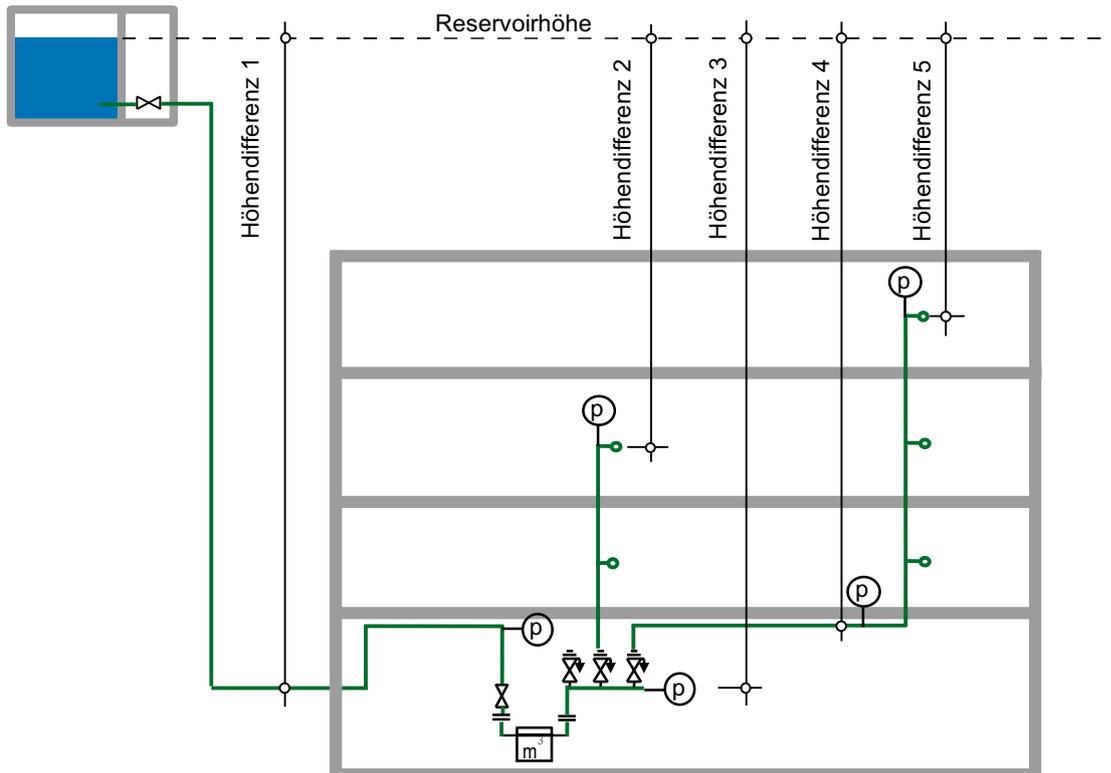


Abb. 1 Unterschiedliche Drücke, hervorgerufen durch verschiedene Höhendifferenzen

4 Durchfluss und Fließgeschwindigkeit

Beim Öffnen einer Entnahmemarmatur entsteht zwischen dem in der Installation herrschenden Wasserdruck und dem atmosphärischen Druck eine Differenz, die das Wasservolumen in Bewegung setzt und so einen Durchfluss erzeugt. In Abhängigkeit zum Leitungsquerschnitt resultiert eine Fließgeschwindigkeit. Über den gesamten Querschnitt betrachtet, verläuft diese jedoch nicht gleichmässig. Im Zentrum der Wassersäule ist die Geschwindigkeit am grössten, entlang der Rohrwand am kleinsten und in der Grenzschicht zwischen Wasser und Rohrwand verringert sich die Geschwindigkeit gegen null. Diese, als Geschwindigkeitsprofil genannte, ungleichmässige Verteilung zeigt sich bei tiefen Wassergeschwindigkeiten als laminare Strömung, die bei steigender Geschwindigkeit in eine turbulente Strömung übergeht. Aus Einfachheitsgründen wird bei beiden Strömungsarten mit einer mittleren Geschwindigkeit gerechnet.

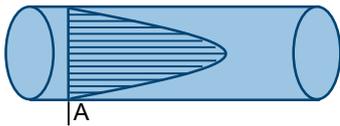


Abb. 2 Geschwindigkeitsprofil an der Querschnittsstelle A bei laminarer Strömung

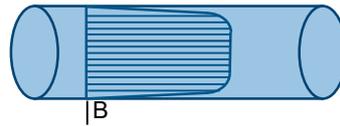


Abb. 3 Geschwindigkeitsprofil an der Querschnittsstelle B bei turbulenter Strömung

5 Piezostatischer Fließdruck und dynamischer Fließdruck

Der Druck, der an einem beliebigen Punkt in einer Leitung gemessen wird, unterteilt sich in einen statischen und einen dynamischen Anteil.

In der Praxis wird mit handelsüblichen Druckmessinstrumenten jeweils nur der piezostatische Druck gemessen. Statisch deshalb, weil im Bereich wo der Druck erfasst wird, die Geschwindigkeit wie bereits beschrieben, immer null ist.

Der Unterschied zwischen dem statischen und dem dynamischen Druck lässt sich am besten mit Hilfe eines Piezo- und Pitot-Rohres veranschaulichen. Der Gesamtdruck in einem System kann mit einem in den Wasserstrom ragenden Pitot-Rohr und der darin angezeigten Höhe der Wassersäule gemessen werden. Der statische Druck hingegen wird an der Rohrwand gemessen und kann anhand der Höhe der Wassersäule in einem Piezo-Rohr angezeigt werden. Bei Nulldurchfluss sind die Wassersäulen im Piezo- und Pitot-Rohr gleich hoch (Abb. 4). Bei Durchfluss sinkt die Wassersäule im Pitot-Rohr um den Druckverlust, der durch den Durchfluss vor dem Messinstrument verursacht wird. Im Piezo-Rohr sinkt dagegen die Wassersäule noch zusätzlich um den Betrag, wie der dynamische Anteil im Wasser steigt. Je höher der Durchfluss und demzufolge die Fließgeschwindigkeit, desto grösser ist der dynamische Anteil und im Gegenzug umso kleiner wird der piezostatische Fließdruck (Abb. 5).

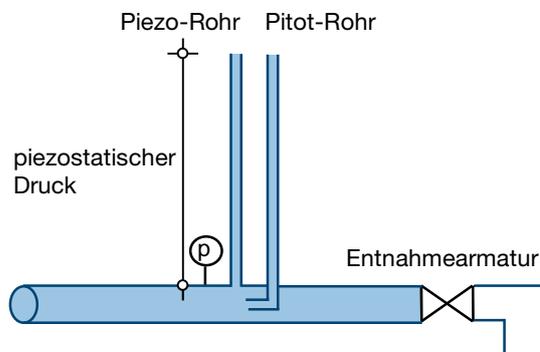


Abb. 4 Piezostatischer Druck bei Nulldurchfluss

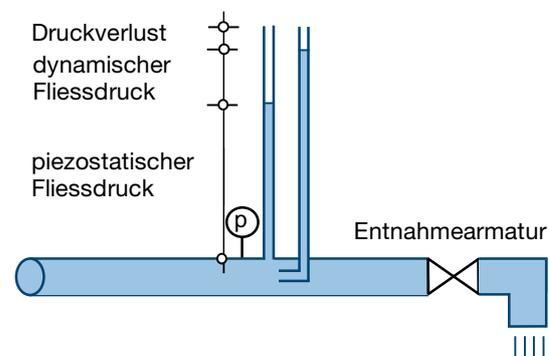


Abb. 5 Piezostatischer und dynamischer Fließdruck bei Durchfluss

Bei Verengung des Leitungsquerschnitts, z. B. durch Formteile, steigt bei gleichbleibendem Durchfluss die Geschwindigkeit und damit der dynamische Anteil. Bei entsprechend hoher Geschwindigkeit kann dieser so gross werden, dass am Messpunkt kein piezostatischer Fließdruck mehr herrscht oder sogar unter den atmosphärischen Druck in den Unterdruckbereich fällt (Kavitation). Durch Erweiterung des Querschnitts bildet sich nach einer entsprechenden Beruhigungsstrecke wieder ein volles Geschwindigkeitsprofil, was den piezostatischen Fließdruck wieder ansteigen lässt. Der Fließdruck lässt sich jedoch nicht vollständig zurückgewinnen, weil die Reibung zwischen den einzelnen Wasserschichten sowie die Reibung an der Rohrwand entsprechende Druckverluste erzeugt. Beim Austritt aus der Entnahmemarmatur wird der gesamte piezostatische Fließdruck zur Atmosphäre hin vernichtet und in Bewegungsenergie umgewandelt.

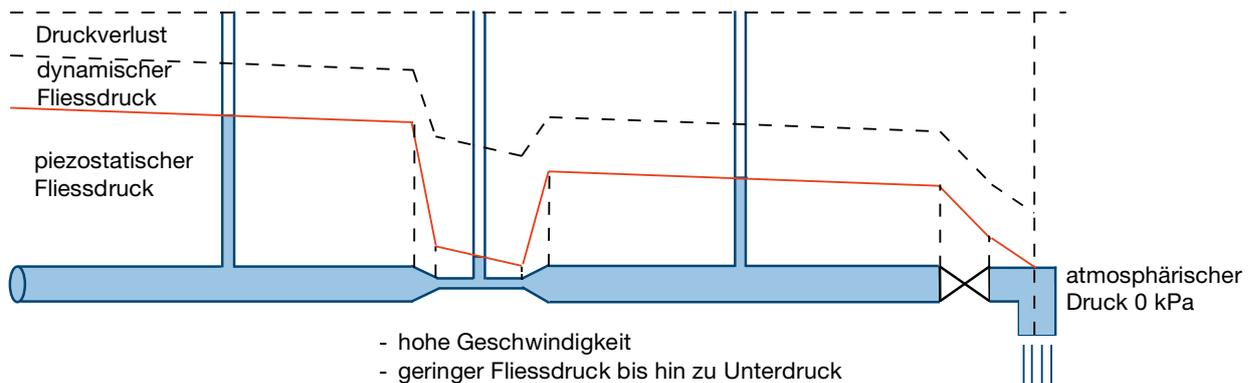


Abb. 6 Druckverlauf bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten

6 Ruhedruck

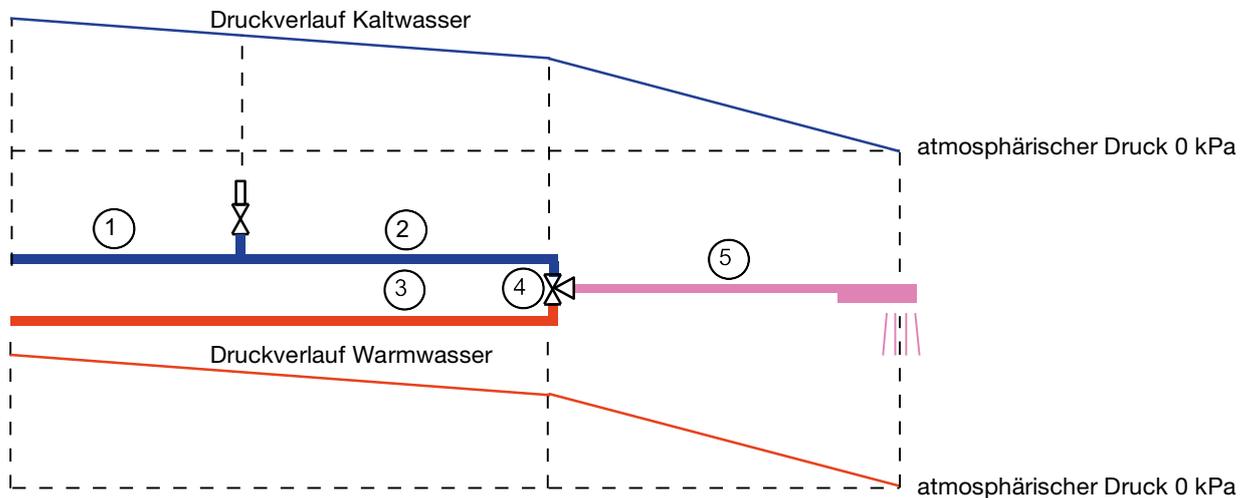
Als Ruhedruck wird allgemein der Betriebszustand definiert, der sich ergibt wenn an der Stelle, an der das Druckmessinstrument an die Installation angeschlossen wird, zum Zeitpunkt der Messung in Fließrichtung nach dem Messinstrument keine Wasserentnahme erfolgt. Der Ruhedruck kann Schwankungen unterliegen, wenn sich zum Zeitpunkt der Messung in Fließrichtung vor dem Messinstrument der Wasserbezug ändert. Ebenso kann der Ruhedruck ansteigen, wenn aus einem anderen angeschlossenen System ein Rückdrücken, erzeugt durch die Wassererwärmung oder durch einen Pumpenbetrieb, stattfindet.

7 Fließdruck

Als Fließdruck wird allgemein der Betriebszustand definiert, der sich ergibt, wenn an der Stelle, an der das Druckmessinstrument an die Installation angeschlossen wird, zum Zeitpunkt der Messung in Fließrichtung nach dem Messinstrument eine Wasserentnahme erfolgt. Der Fließdruck kann Schwankungen unterliegen, wenn sich zum Zeitpunkt der Messung in Fließrichtung vor oder nach dem Messinstrument der Wasserbezug ändert.

8 Mischtemperatur bei konstanten Fließdrücken

Ausgehend von einer Kaltwassertemperatur von ca. 12 °C und einer Warmwassertemperatur von ca. 60 °C werden bei der Mischung auf eine für den Körper angenehme Temperatur von ca. 37 °C etwa gleich viel Anteile Warmwasser wie Kaltwasser verwendet. Wenn die Kalt- und Warmwasserinstallation fast gleich stark belastet ist und somit ähnliche Druckverluste vorherrschen, stellen sich beim Öffnen einer Mischarmatur in den Ausstossleitungen kalt und warm in etwa die gleichen Fließdrücke ein, sodass z. B. bei einem mechanischen Mischer das Betätigungsorgan in der mittleren Position geöffnet werden kann.



- ① Verteilleitung Kaltwasser
- ② Ausstossleitung Kaltwasser
- ③ Ausstossleitung Warmwasser
- ④ Duschenmischer
- ⑤ Brauseschlauch mit Handbrause

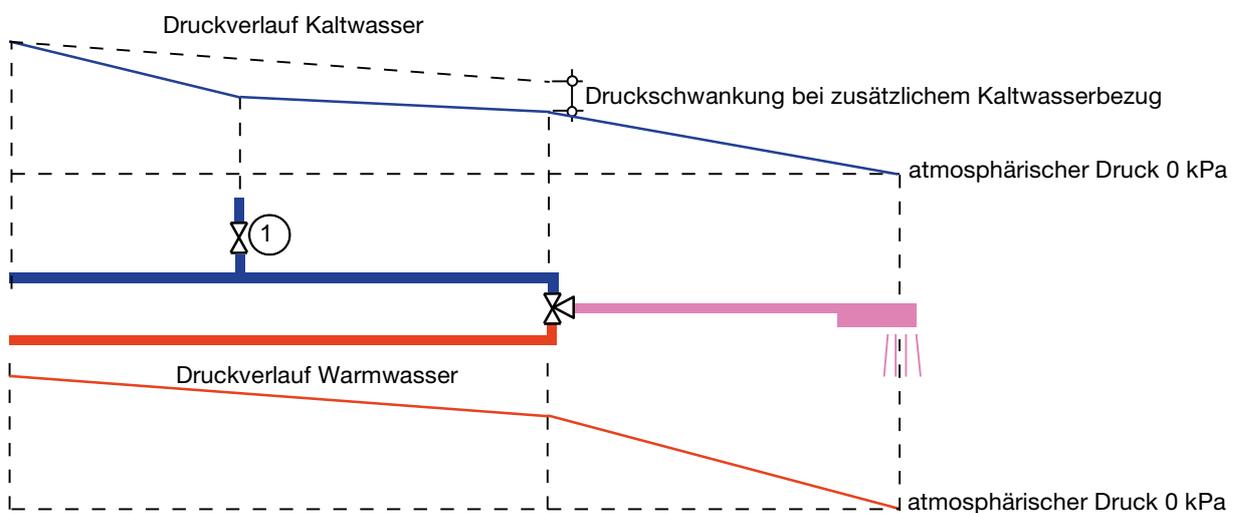
Abb. 7 Druckverlauf in einer Duscheinrichtung ohne zusätzlichen Kaltwasserbezug

9 Temperaturschwankungen bei zusätzlichen Wasserbezügen

Erfolgt während des Duschvorgangs in einer Verteilleitung ein zusätzlicher Kaltwasserbezug, so sinkt aufgrund des erhöhten Druckverlustes in der Verteilleitung der Fließdruck am Verzweigungspunkt und demzufolge auch am Anschlusspunkt vor der Mischarmatur, was wiederum einen geringeren Durchfluss zur Folge hat. Durch die geringeren Kaltwasseranteile und die nach wie vor gleich bleibenden Warmwasseranteile steigt die Mischtemperatur unter der Brause.

Der umgekehrte Effekt stellt sich ein, wenn anstatt des zusätzlichen Kaltwasserbezugs ein zusätzlicher Warmwasserbezug stattfindet. Unter diesen Umständen sinkt die Mischtemperatur beim Auslauf.

Keine Temperaturschwankungen sind hingegen zu erwarten, wenn in den Verteilleitungen kalt und warm ein gleichzeitiger zusätzlicher Wasserbezug stattfindet. Die geringeren Fließdrücke an den Anschlusspunkten vor der Mischarmatur haben jedoch einen geringeren Entnahmedurchfluss zur Folge.

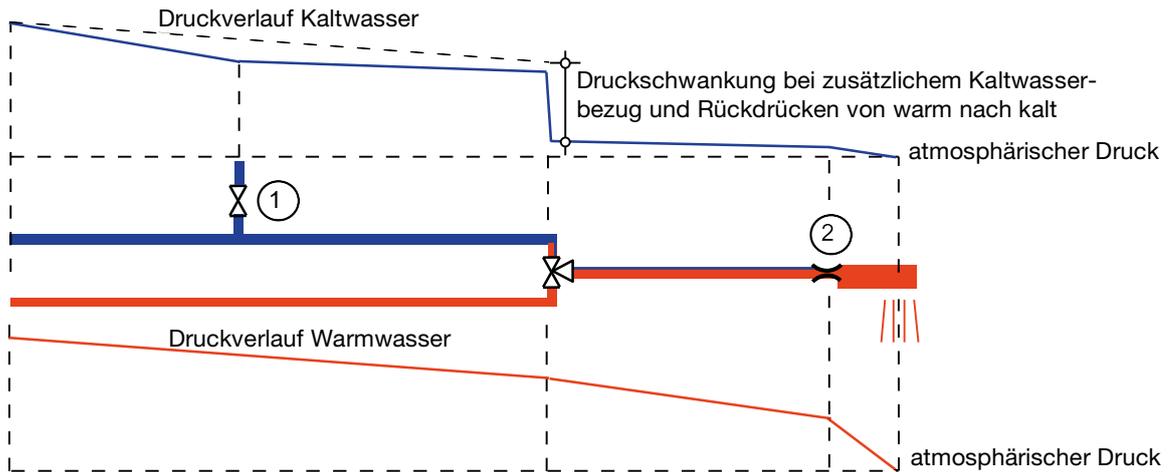


① zusätzlicher Kaltwasserbezug

Abb. 8 Druckverlauf in einer Duscheinrichtung bei zusätzlichem Kaltwasserbezug und daraus folgend, ungleichen Kalt- und Warmwasser-Fließdrücken vor der Mischarmatur

10 Temperaturschwankungen bei Verwendung von Mengenbegrenzern im Auslauf

Durch die Verwendung von Sparbrausen oder dem Einsatz von Mengenbegrenzern im Auslauf einer Armatur verschärft sich die Situation deutlich. Ist die abfließende Menge im Auslauf geringer als die vom Mischer zugelieferte Menge, entsteht im Brauseschlauch ein Rückstau, was wiederum dazu führt, dass das mit höherem Druck fließende Warmwasser den Weg des geringsten Widerstandes wählt und in die Kaltwasserinstallation drückt. Dieser Gegendruck hat zur Folge, dass der Fließdruck in der Kaltwasser-Anschlussleitung steigt und der Kaltwasserfluss merklich gebremst wird oder sogar gänzlich zum Erliegen kommt (Abb. 9). Durch die geringen Kaltwasseranteile und die nach wie vor gleichbleibenden Warmwasseranteile steigt die Mischtemperatur beim Auslauf markant an.



- ① zusätzlicher Kaltwasserbezug
- ② Mengenbegrenzer

Abb. 9 Druckverlauf in einer Duscheinrichtung bei Verwendung eines Mengenbegrenzers

In einer im SVGW-Labor nachgebauten Wohnungsverteilung mit Ausstossleitungen aus PE-X 20x2,8 mm wurde bei der Duschbrause eine Mischtemperatur von 38 °C eingestellt und durch zusätzliche Betätigung einer Toilettenspülung sowie eines Waschautomatenventils die Temperaturschwankung unter der Dusche jeweils bei Verwendung einer handelsüblichen Duschbrause und einer Energiesparbrause gemessen. Bei Verwendung einer Duschbrause mit Mengenbegrenzer konnten Schwankungen von bis zu 20,4 Kelvin und Mischtemperaturen bis 58,4 °C gemessen werden.

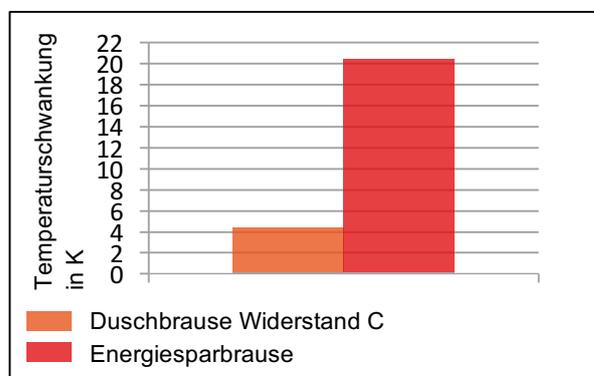


Abb. 10

- Duschbrause Widerstand C
- 27...30 l/min
- 300 kPa Fließdruck



Abb. 11

- Energiesparbrause mit Mengenbegrenzer
- 6 l/min
- 300 kPa Fließdruck

Diagramm 1 Temperaturschwankungen bei Brausen mit und ohne Mengenbegrenzung

11 Temperaturschwankungen bei der Einstellung der Zulaufmenge vor oder in der Mischarmatur auf die Abflussmenge im Auslauf

Durch den Abgleich der Zulaufmenge vor oder in der Mischarmatur auf die Abflussmenge im Auslauf lässt sich der Staudruck nach dem Mischorgan reduzieren. Die Folge sind ein geringerer Querfluss von warm nach kalt und umgekehrt sowie eine Minimierung der Temperaturschwankung auf ein akzeptables Mass von < 2 Kelvin. Allerdings ist beim Reduzieren der Zulaufmenge darauf zu achten, an welcher Stelle gedrosselt wird. Das Drosseln der Abstellverschraubungen vor einer Entnahmearmatur ist nicht empfehlenswert, weil sich dadurch die Geräuschemissionen erhöhen.

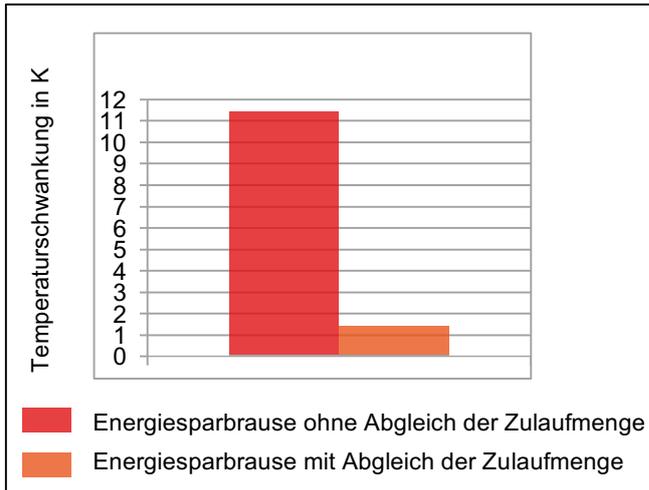


Diagramm 2 Temperaturschwankungen bei Energiesparbrausen mit und ohne Abgleich der Zulaufmenge

12 Verhältnis Druckverlust Ausstossleitung zu Gesamtdruckverlust

Je grösser der Druckverlust in der Ausstossleitung im Verhältnis zum Gesamtdruckverlust ist, desto geringer sind die zu erwartenden Temperaturschwankungen. Anders formuliert, je grösser die Druckdifferenz zwischen dem Verzweigungspunkt, bei dem ein zusätzlicher Trinkwasserbezug stattfindet, und der betrachteten Entnahmemarmatur, desto geringer ist der Einfluss vom Geschehen am Verzweigungspunkt (Abb. 12, 13 und Diagramm 3). Dieser Theorie folgend, sollten die Rohrweiten in den Verteilleitungen im Keller und in den Steigzonen idealerweise so gross bestimmt werden, dass bei einem entsprechenden Spitzendurchfluss ein Druckverlust nahe Null resultiert, um dann den gesamten zur Verfügung stehenden Druck auf den letzten Metern in den Ausstossleitungen zu vernichten.

Iterative Modellberechnungen zeigen jedoch, dass auch unter diesen bestmöglichen Umständen Temperaturschwankungen bei Verwendung von Energiesparbrausen nicht verhindert werden können. Zudem sind zu grosse Verteilleitungen aus hygienischer wie auch aus finanzieller Sicht nicht sinnvoll. Denn das Ziel einer Rohrweitenbestimmung ist, die Benutzer mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser in ausreichender Menge unter technisch und wirtschaftlich optimalen Bedingungen zu versorgen, d. h. vom technischen Standpunkt betrachtet sollten die Leitungen so gross wie nötig und vom hygienischen so klein wie möglich sein.

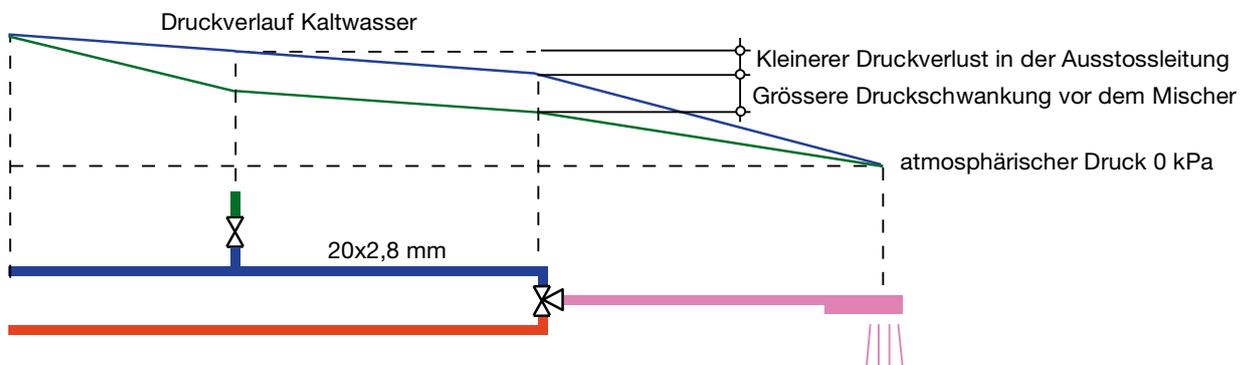


Abb. 12 Druckverlauf in einer Duscheinrichtung ohne und mit zusätzlichem Kaltwasserbezug und kleinem Druckverlust in der Ausstossleitung

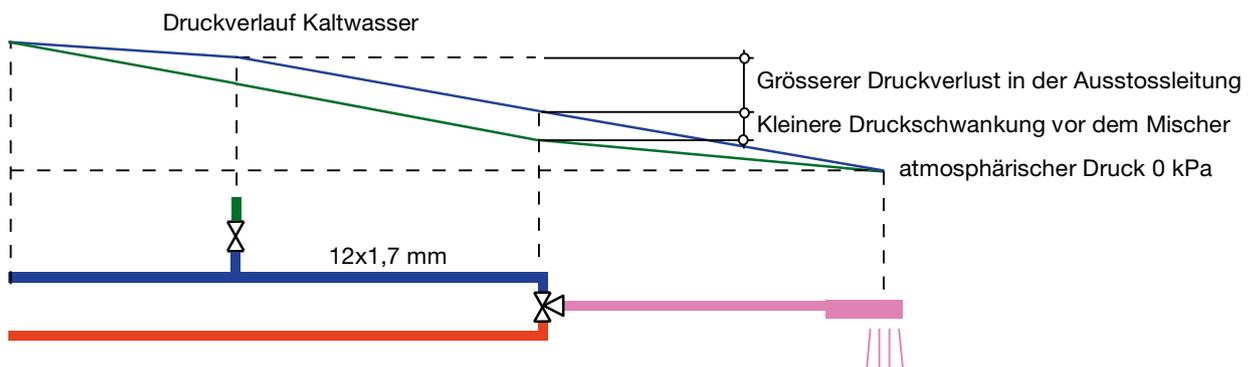


Abb. 13 Druckverlauf in einer Duscheinrichtung ohne und mit zusätzlichem Kaltwasserbezug und grossem Druckverlust in der Ausstossleitung

In einer im SVGW-Labor nachgebauten Wohnungsverteilung mit Ausstossleitungen aus PE-X 20x2,8, 16x2,2 und 12x1,7 mm wurde beim Duschenmischer eine Mischtemperatur von 38 °C eingestellt und durch zusätzliche Betätigung einer Toilettenspülung sowie eines Waschautomatenventils die Temperaturschwankung unter der Dusche bei Verwendung einer Energiesparbrause gemessen. Aus den Messungen ist ersichtlich, dass die Temperaturschwankungen mit kleiner werdender Rohrweite und entsprechend steigendem Druckverlust abnehmen. Dennoch ist selbst bei einer Ausstossleitung 12x1,7 mm, bei Verwendung einer Energiesparbrause, die Schwankung mit rund 13 Kelvin sehr hoch.

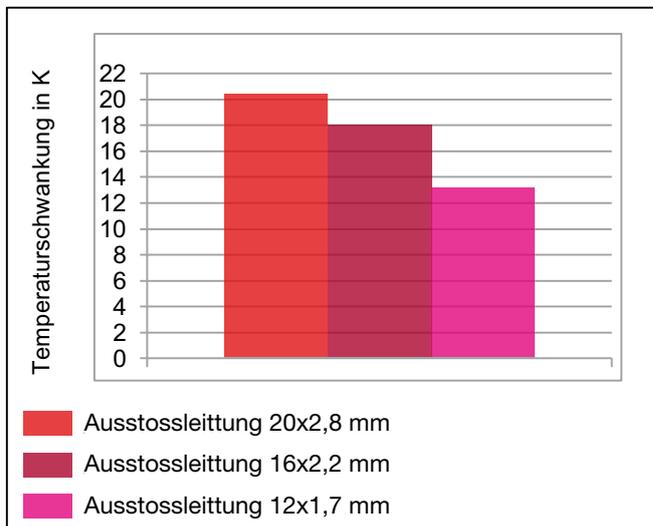


Diagramm 3 Temperaturschwankungen bei Verwendung von Energiesparbrausen und unterschiedlichen Rohrweiten in den Duschen-Ausstossleitungen

13 Zentraler Druckminderer

Druckminderer sind sogenannte Proportionalregler, d. h. je stärker die Feder bei der Einstellung vorgespannt wird, desto höher steigt der Ausgangsdruck nach dem Ventil. Dabei steht die öffnende Kraft der Feder in einem dauernden Wechselspiel zur schliessenden Kraft, resultierend aus dem Produkt Ausgangsdruck x Membranfläche.

Proportionalregler sind konstruktiv nicht so geschaffen, dass sie den Ausgangsdruck im Fließzustand konstant halten können. Wollte man dies erreichen, müsste ein Ventil als PI-Regler oder als PID-Regler konstruiert werden.

Der in den Herstellerunterlagen oft genannte «konstante Nachdruck» bezieht sich demzufolge nicht auf den Ausgangsdruck im Fließzustand, sondern auf einen konstanten Ausgangsdruck bei Nulldurchfluss. Diagramm 4 veranschaulicht, dass bei parallel installierten Druckminderern, bei unterschiedlichem Kalt- und Warmwasserbezug, aufgrund gegenseitiger Beeinflussung, die Druckveränderungen nicht gleichzeitig verlaufen. Die Folge davon sind Temperaturschwankungen.

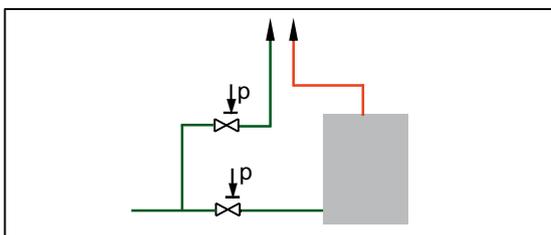


Abb. 14 Prinzipschema mit separatem Druckminderer in der Kalt- und Warmwasserinstallation

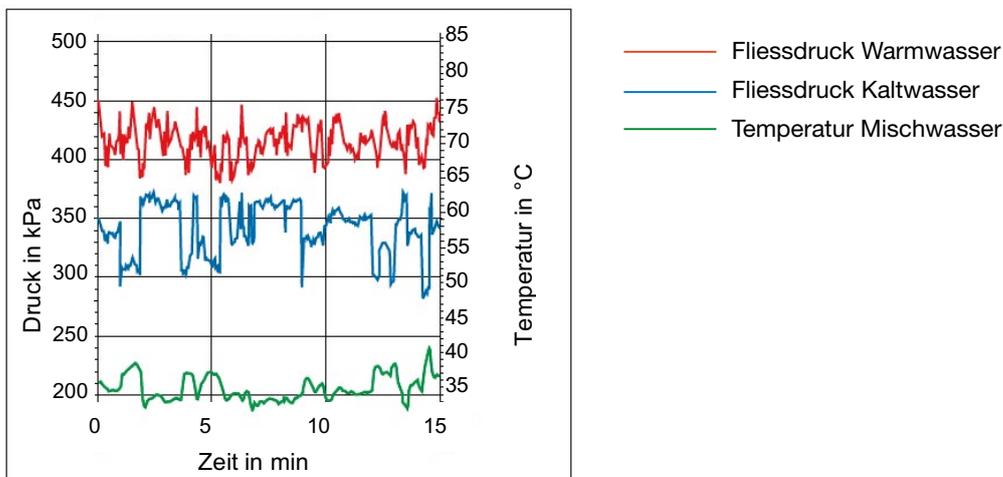


Diagramm 4 Unkontrollierter Druckverlauf in der Kalt- und Warmwasserinstallation (Messstellen vor der Auslaufarmatur) sowie schwankender Mischtemperaturverlauf (nach der Auslaufarmatur)

Diagramm 5 zeigt hingegen, dass mit einem zentralen Druckminderer zwar Druckschwankungen vorhanden sind, diese aber in der Kalt- sowie in der Warmwasserinstallation zeitgleich und parallel verlaufen. Wie die Temperaturkurve verdeutlicht, sind keine wesentlichen Veränderungen für den Benutzer spürbar.

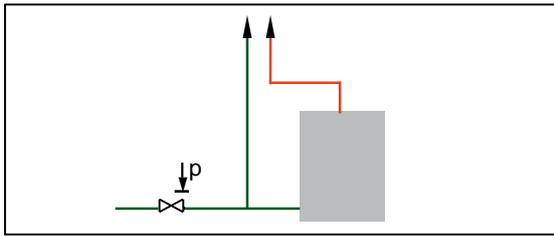


Abb. 15 Prinzipschema mit separatem Druckminderer in der Kalt- und Warmwasserinstallation

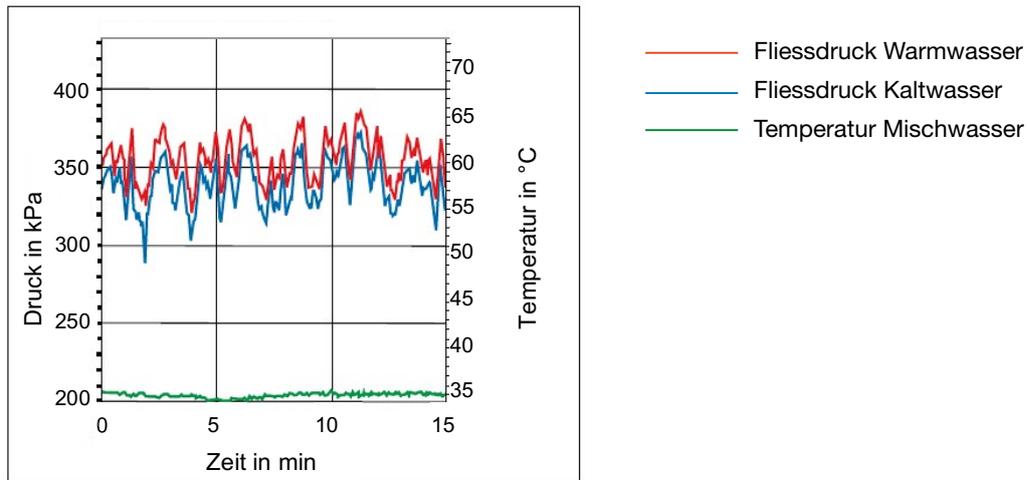


Diagramm 5 Paralleler Druckverlauf in der Kalt- und Warmwasserinstallation (Messstellen vor der Auslaufarmatur) sowie konstanter Mischtemperaturverlauf (nach der Auslaufarmatur)

14 Druckminderer in der Stockwerkverteilung

Gemäss SVGW-Richtlinie W3 darf der maximale Ruhedruck von 500 kPa vor einer Entnahmestelle nicht überstiegen werden. In Gebäuden, in denen in den Untergeschossen oder aufgrund des Einbaus einer Druckerhöhungsanlage höhere Ruhedrucke herrschen, lässt sich durch den Einbau von Gruppen-Druckminderern in den Stockwerken die Anforderung der Richtlinie einhalten.

Solange bei einem zusätzlichen Wasserbezug der Fließdruck vor dem Druckminderer höher liegt als der Einstelldruck des Druckminderers, hat die Druckschwankung vor dem Druckminderer keinen Einfluss auf den Fließdruck vor der Entnahmemarmatur und bewirkt somit keine Temperaturschwankung.

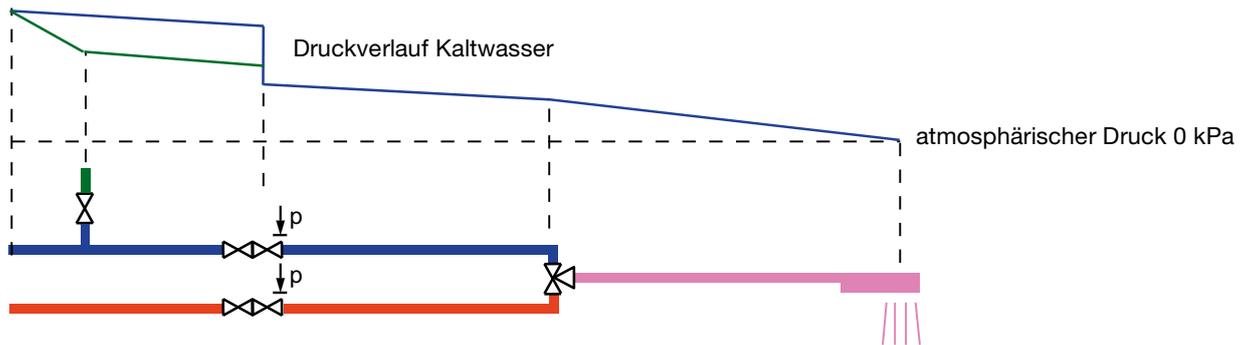


Abb. 16 Druckverlauf in einer Duscheinrichtung mit Stockwerk-Druckminderer ohne und mit zusätzlichem Kaltwasserbezug vor dem Druckminderer

Erfolgt der zusätzliche Wasserbezug nach dem Gruppen-Druckminderer, so wirkt sich der Druckabfall beim Verzweigungspunkt auf den Fließdruck vor der Entnahmemarmatur aus und hat, wie bereits erwähnt, eine entsprechende Temperaturschwankung zur Folge.

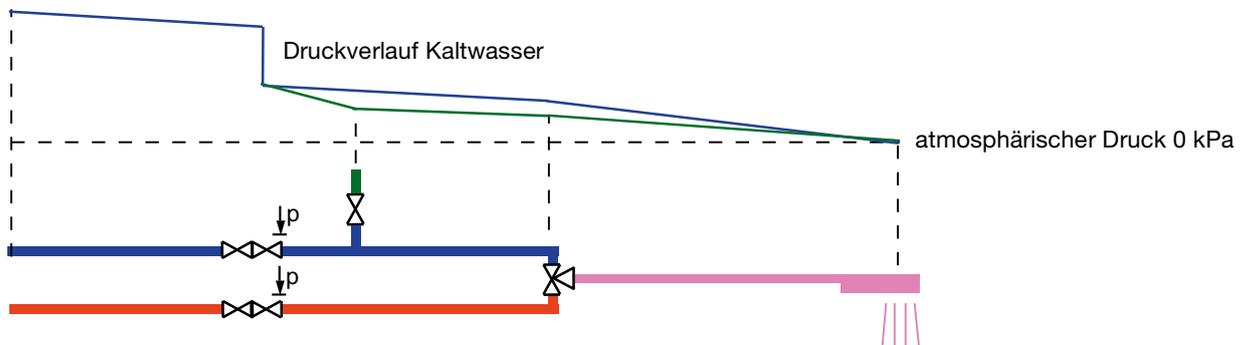


Abb. 17 Druckverlauf in einer Duscheinrichtung mit Stockwerk-Druckminderer ohne und mit zusätzlichem Kaltwasserbezug nach dem Druckminderer

15 Thermostatisch regulierende Entnahmearmaturen

Die Aufgabe von thermostatisch regulierenden Entnahmearmaturen besteht darin, die vom Benutzer eingestellte Mischtemperatur konstant zu halten. Dies erfolgt aufgrund von Bauteilen, die sich bei Temperaturveränderung ausdehnen oder zusammenziehen und so den Kalt- oder Warmwasserdurchfluss regulieren. Dabei ist zu beachten, dass diese thermostatisch regulierenden Komponenten eine Reaktionszeit benötigen, um ihre Bewegung auszuführen.

Das untenstehende Diagramm zeigt, wie bei einem plötzlichen Abfall des Kaltwasser-Fließdruckes von 300 auf 250 kPa der thermostatische Mischer zuerst mit einem Temperaturanstieg (Überschwingen) reagiert und sich erst nach einer kurzen Zeit wieder auf die voreingestellte Mischtemperatur einreguliert. Gleichermassen sinkt die Mischtemperatur, wenn der Kaltwasser-Fließdruck wieder auf den ursprünglichen Wert steigt. Obschon diese Temperaturregulierung in Sekundenschnelle abläuft, wird sie vom Benutzer wahrgenommen.

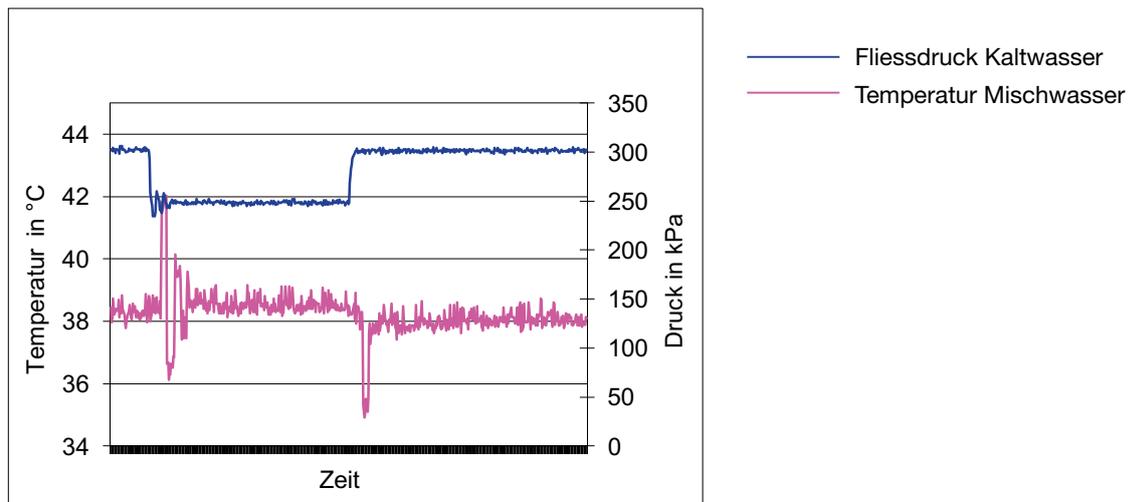


Diagramm 6 Beispiel der Reguliercharakteristik einer thermostatischen Mischarmatur bei Fließdruckschwankungen

16 Querfluss aufgrund beschädigter Rückflussverhinderer in den Entnahmearmaturen

Bei thermostatischen Entnahme-Mischarmaturen befindet sich die Absperrung meistens nach dem Mischorgan, sodass die Kalt- und Warmwasseranschlussleitungen vor dem Mischer über das Mischorgan dauernd miteinander verbunden sind. Um einen Querfluss von warm nach kalt und umgekehrt zu verhindern, werden in den Kalt- und Warmwasseranschlüssen von thermostatischen Mischarmaturen im Herstellwerk nicht kontrollierbare Rückflussverhindererpatronen Bauart EB eingebaut.

Beschädigung von Bauteilen und Blockierung durch Fremdstoffe führen bei Rückflussverhinderern zu Undichtheiten, die wiederum zu Querflüssen führen und Temperaturschwankungen verursachen können.

Ein Querfluss in einem thermostatischen Mischer ist in der Regel nur bei offenem Mischorgan und dem nach dem Mischorgan geschlossenen Absperrorgan möglich, d. h. wenn aus der Entnahmearmatur kein Wasser bezogen wird. Unter diesen Umständen kann z. B. das Warmwasser durch Querfluss in die benachbarte Kaltwasserausstossleitung gelangen (Abb. 18).



Abb. 18 Querfluss von warm nach kalt durch Rückdrücken bei Nulldurchfluss

Beim Öffnen des Mixers erfolgt die erste Einstellung der Mischtemperatur aufgrund der sich unmittelbar in den Kalt- und Warmwasserausstossleitungen vor dem Mischer befindenden Wassertemperaturen (Abb. 19)



Abb. 19 Ersteinstellung bei Beginn des Duschvorgangs und Ausstossen des Warmwasservolumens aus der Kaltwasser-Ausstossleitung

Nach einer kurzen Ausstosszeit folgt auf das Warmwasservolumen das nachfliessende Kaltwasser. Dies hat eine Temperaturschwankung zur Folge. Die Mischtemperatur wird durch den thermostatischen Mischer neu einreguliert (Abb. 20).



Abb. 20 Querfluss von warm nach kalt durch Rückdrücken bei Nulldurchfluss

Alle weiteren, während des Duschbetriebs stattfindenden Temperaturschwankungen sind nicht auf allfällig defekte Rückflussverhinderer zurückzuführen, sondern auf die weiteren in diesem Bericht erwähnten möglichen Ursachen, wie gleichzeitig im Installationsnetz stattfindende Wasserbezüge und die damit verbundenen Druckschwankungen oder Temperaturveränderungen im Warm- oder Kaltwasserverteilsystem.

17 Warmwasserinstallation

Wie in den vorangegangenen Abschnitten erläutert, sind in einem hydraulischen System Druckschwankungen, verursacht durch die gleichzeitige Benutzung mehrerer Entnahmestellen in der Kalt- oder Warmwasserinstallation und die daraus folgenden Temperaturschwankungen, unvermeidlich.

Nebst den hydraulischen Ursachen, wie Druckschwankungen während des Betriebs, können Temperaturschwankungen ebenfalls entstehen, wenn sich die Temperatur im Warmwasserverteilsystem während des Tagesverlaufs verändert. Mögliche Ursachen sind:

- Keine konstanten Temperaturen in den Verteilleitungen aufgrund der Abschaltung von Zirkulationspumpen.
- Keine konstanten Temperaturen in den Verteilleitungen aufgrund von suboptimal eingestellten Zirkulationskreisläufen.
- Keine konstanten Temperaturen im Nutzvolumen des Warmwasserspeichers während dem Betrieb der Legionellenschaltung.
- Kaltwasserdurchbrüche im Warmwasserspeicher bei unsachgemässer Auslegung des Nutzvolumens.
- Keine konstanten Temperaturen im Nutzvolumen des Warmwasserspeichers während des Ladevorgangs.
- Keine konstanten Temperaturen bei Verwendung von Warmwasser-Druckerhöhungsanlagen. Das Warmwasser im Expansionsgefäß kühlt sich auf Raumtemperatur ab und gelangt beim darauffolgenden Einschalten der Pumpe in die Warmwasserinstallation.
- Abkühlen der Leitung aufgrund unzureichender Wärmedämmung.

18 Kaltwasserinstallation

Temperaturschwankungen können zudem entstehen wenn sich die Temperaturen im Kaltwasserverteilsystem während des Tagesverlaufs verändern. Mögliche Ursachen sind:

- Erwärmung des Trinkwassers auf Umgebungstemperatur bei Phasen der Stagnation.
- Abkühlung des Trinkwassers auf Temperaturkonstanz der Wasserversorgung bei Wasserbezug.
- Rückdrücken von Warmwasser aus dem Warmwasserspeicher in die Kaltwasserzuleitung aufgrund eines defekten Rückflussverhinders Bauart EA, ein Nulldurchfluss im Warmwasserverteilsystem vorausgesetzt.
- Erwärmung der Leitung wegen unzureichender Wärmedämmung und Wärmeabstrahlung durch Warmwasser-, Heizungs- oder Elektroinstallationen.