



Be- und Entlüftungsventile

Luft im Leitungssystem – Warum?

In jedes Leitungssystem kann Luft eintreten. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Befüllen einer Leitung
- Bei undichten Armaturen und Verbindungen im Zusammenhang mit Unterdruck
- Bei Turbulenzen in der Strömung nach Pumpen, Ventilen und Rohrbogen kann die gelöste Luft im Wasser ausgeschieden werden.
- Bei Druckschwankungen (Entstehen von Unterdruck im System) oder auch bei Temperaturschwankungen kann Luft im Wasser aufgeschieden werden.

Luft im Leitungssystem – Wirkung?

Luft in Wassertransportsystemen führt zu Störungen im Betrieb. Sie kann sich an verschiedenen Stellen im Leitungssystem ansammeln und die folgenden negativen Einflüsse können auftreten:

- Durchflussverminderung durch Querschnittsverengung
- Druckschwankungen, Druckschläge
- Funktionsfehler bei Regelventilen
- Messfehler bei Wasserzählern
- Störungen in UV-Anlagen
- Trockenlaufen von Pumpen

Eintritt von Luft ins Leitungssystem – Wann?

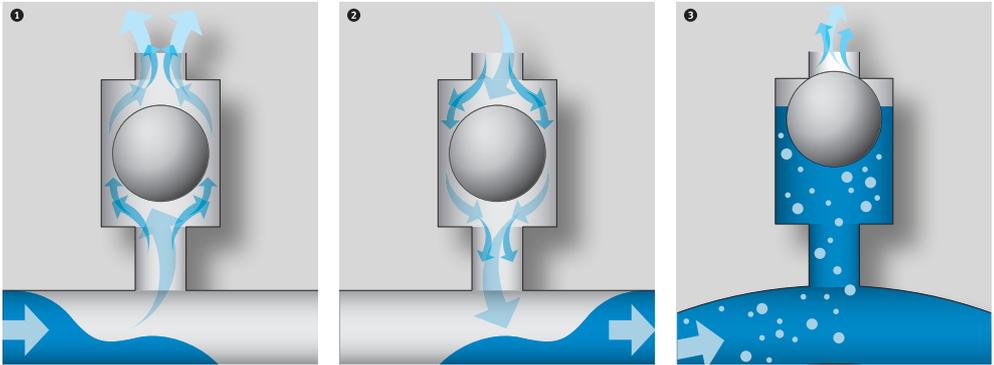
Durch schnelles Abfliessen von Wasser kann in gewissen Leitungsabschnitten ein Unterdruck entstehen. Das ist der Fall beim Entleeren von Leitungen oder bei einem Rohrbruch. Unterdruck in Leitungen kann zum Kollabieren derselben führen.

Luft im Leitungssystem – Abhilfe?

Durch gezieltes Setzen von Entlüftern kann diese Luft aus dem Rohrleitungssystem ausgetragen werden, um so den gewünschten Durchfluss zu erreichen und Druckstörungen zu vermeiden.

Achtung

Genaue Angaben der einzelnen Produkte sind im Online-Produktkatalog unter www.hawle.ch ersichtlich oder können telefonisch nachgefragt werden.



Funktionsweise der Ventile

Man unterscheidet grundsätzlich vier verschiedene Funktionsweisen der Ventile:

- Ausstossen von grossen Luftmengen
- Einsaugen von grossen Luftmengen
- Entlüften während des Betriebes
- Kombinierte Varianten

1 Entlüften einer Leitung

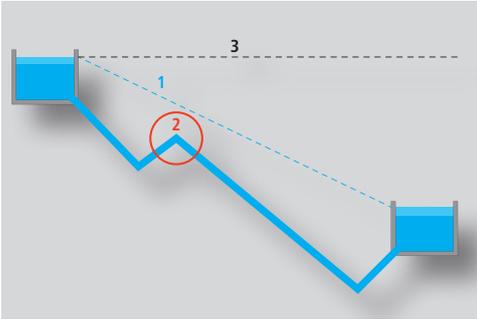
Beim Füllen einer Leitung steht der gesamte Öffnungsquerschnitt des Ventils zur Verfügung. Das Ventil schliesst erst bei eintretender Flüssigkeit. Schliesst das Ventil zu früh, weil die Entlüftungsgeschwindigkeit zu gross ist (zu grosse Füllgeschwindigkeit oder Ventil zu klein gewählt), kann das zu Druckstössen im Leitungsnetz und zum Mitreissen der Luft ins System führen.

2 Belüften einer Leitung

Wenn der Leitungsdruck unter den Umgebungsdruck (atmosphärischen Druck) fällt, dann ist die Leitung zu belüften. Im Innern der Leitung entsteht ein Vakuum (Unterdruck), das zum Kollabieren und/oder zur Undichtheit einer Leitung führen kann.

3 Entlüften einer Leitung im Betrieb

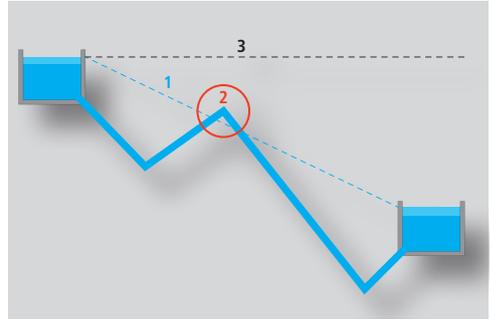
Sich frei bewegende Luftblasen im Leitungssystem sammeln sich an Hochpunkten an. Diese Ansammlung kleiner Luftblasen kann zu Querschnittsveränderungen führen. Im Extremfall kann es zum kompletten Schliessen der Leitung kommen. Ein Betriebsentlüfter sorgt dafür, dass unter Betriebsdruck diese Luft ausgeblasen werden kann.



- 1 Drucklinie
- 2 Hochpunkt
- 3 Statischer Druck

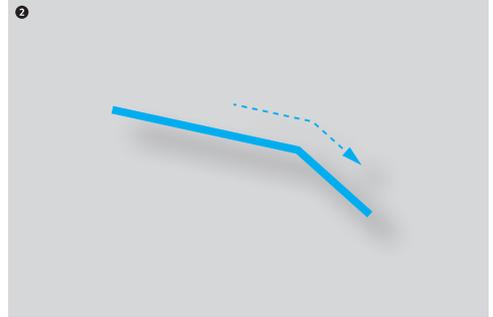
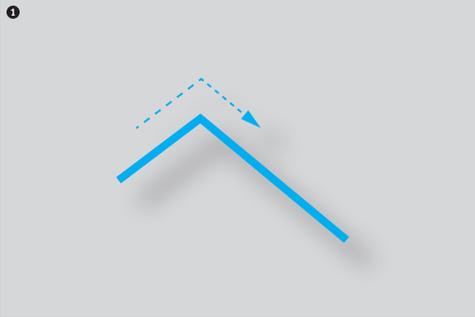
Drucklinie

Die Drucklinie stellt die Drücke im Verlauf der Rohrleitung dar. Sie ergibt sich aus der Höhe abzüglich des Druckverlustes, abhängig von Leitungsdimension und Leitungsmaterial, Formstücke und Durchflussmenge. Verläuft die Drucklinie unter einem Hochpunkt, so darf hier kein Belüftungsventil gesetzt werden. In diesem Hochpunkt darf nur eine Entlüftung installiert werden.



Selbstentlüftung

Selbstentlüftung tritt dann ein, wenn die vorhandenen Luftblasen in einer Gefällsleitung durch die Wasserströmung mitgerissen werden. Es gibt dazu verschiedene theoretische Betrachtungen sowie Nachweise mit praktischen Versuchen. Wichtig dabei ist, dass es keine bestimmte Fließgeschwindigkeit gibt, bei welcher gesagt werden kann, dass eine Selbstentlüftung stattfindet. Diese Selbstentlüftung ist stark abhängig von der Neigung der Gefällsleitung, dem Durchmesser der Leitung und der Wassermenge, bzw. der Fließgeschwindigkeit.



1 Geodätischer Hochpunkt

Am Geodätischen Hochpunkt führt das Wasser eine Richtungsänderung von aufwärts nach abwärts durch. Die Leitung bildet hier eine Spitze.

2 Hydraulischer Hochpunkt

Der hydraulische Hochpunkt wird durch einen steiler werdenden Knick im Leitungssystem gebildet. An diesen Hochpunkten kann sich durch die Gefällsänderung und der damit verbundenen Änderung der Druckverhältnisse Luft ausscheiden. Für beide Hochpunkte sollte ein Nachweis der Selbstentlüftung erbracht werden.

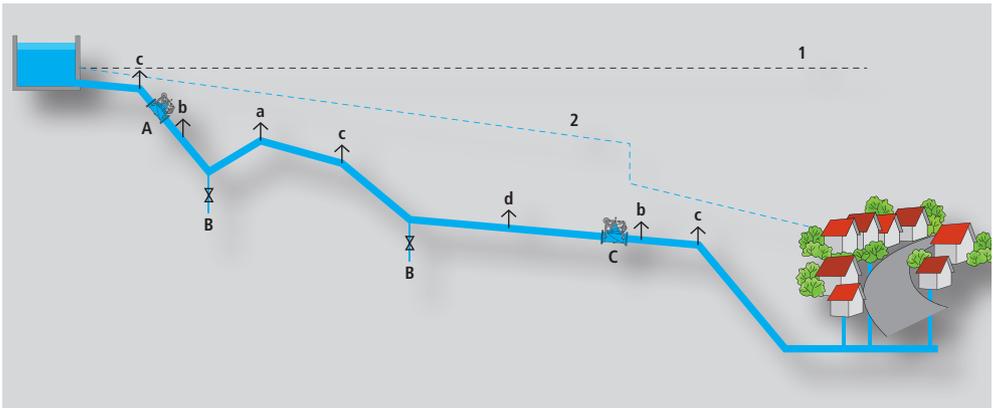
Setzen von Be- und Entlüftern

Be- und Entlüftungsventile werden an geodätischen und hydraulischen Hochpunkten gesetzt. Dort haben sie die Aufgabe, angesammelte Luft aus dem Leitungssystem zwecks Entlüftung auszublasen.

Überall dort, wo Leitungen abgesperrt werden (z.B. Rohrbruchsicherungen, Revision von Hawido-Ventilen etc.) und die nachfolgende Wassersäule durch das

Abfließen ein Vakuum erzeugen kann, müssen für die Belüftung der Leitung Be- und Entlüftungsventile gesetzt werden.

Dies gilt auch für Leitungsabschnitte, die entleert werden müssen. Auch hier ist es notwendig, das Rohrsystem zu belüften. Die Leitung kann schneller entleert werden und sie ist gegen Schäden durch entstehenden Unterdruck geschützt.



1 Statischer Druck

2 Dynamischer Druck

A Rohrbruchsicherung

B Entleerung

C Druckreduzierventil

a Geodätischer Hochpunkt

b Nach Schliessarmaturen

c Hydraulischer Hochpunkt

d Auf langen steigenden oder fallenden Rohrstrecken (in Abständen von ca. 800 m)

Auslegungsgrundlagen

Die Be- und Entlüftungsventile haben meist mehrere Aufgaben zu erfüllen. Die Dimensionierung erfolgt der Aufgabe entsprechend (zu verarbeitende Luftmenge). Eingesetzt wird der ermittelte Be- und Entlüfter mit dem grössten Querschnitt. Je nach Aufgabe können auch zweistufige Be- und Entlüftungsventile eingesetzt werden. Die folgenden physikalischen Grenzen sollen für die Auslegung und Dimensionierung der Be- und Entlüftungsventile beachtet werden.

1) Gerechnet mit einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Druckwelle von: $a = 1200 \text{ m/s}$ ($a =$ Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Druckwelle bzw. Schallgeschwindigkeit im Wasser.)

Werden diese Rahmenbedingungen eingehalten, wird der theoretische Druckschlag (Joukowsky-Stoss) beim plötzlichen Schliessen des Entlüfters nicht über 3 bar erreichen. Die Tabelle zeigt, welches Be- und Entlüftungsventil für die entsprechenden Leitungsgrösse mit der dazugehörigen maximalen Füllmenge eingesetzt werden soll.

Entlüften der Leitung beim Füllen:

- Die Füllgeschwindigkeit der Wasserleitung $< 0.24 \text{ m/s}$ ¹⁾ ergibt die maximale sichere Fördermenge zum Füllen der Leitung.
- Die Geschwindigkeit des Luftausstosses beträgt maximal 20 m/s. Sie definiert den Entlüftungsquerschnitt bzw. die Dimension des Be- und Entlüftungsventils.

Grundlagen

- Füllgeschwindigkeit max = 0.24 m/s
- Luftaustrittsgeschwindigkeit max. = 20 m/s

DN [mm]	maximale Füllmenge [l/s]	minimaler Entlüftungsquerschnitt [mm ²]	Be- und Entlüftungsventil nach DVGW W334
100	2	94	9870, 2", 9872
150	4	212	9870, 2", 9872
200	8	377	9870, 2", 9872
250	12	589	9870, 2", 9872
300	17	848	9870, 2" – 9830, DN 80, 9872
350	23	1155	9830, DN 80, 9872
400	30	1508	9830, DN 80
450	38	1909	9830, DN 100
500	47	2356	9830, DN 100
550	57	2851	9830, DN 100
600	68	3393	9830, DN 150

Ablesebeispiel

Eine Leitung DN 200 mit einem $\Delta h = 60 \text{ m}$ und einer Leitungslänge $L = 1500 \text{ m}$ soll gefüllt werden. Welches Be- und Entlüftungsventil sollte eingesetzt werden?

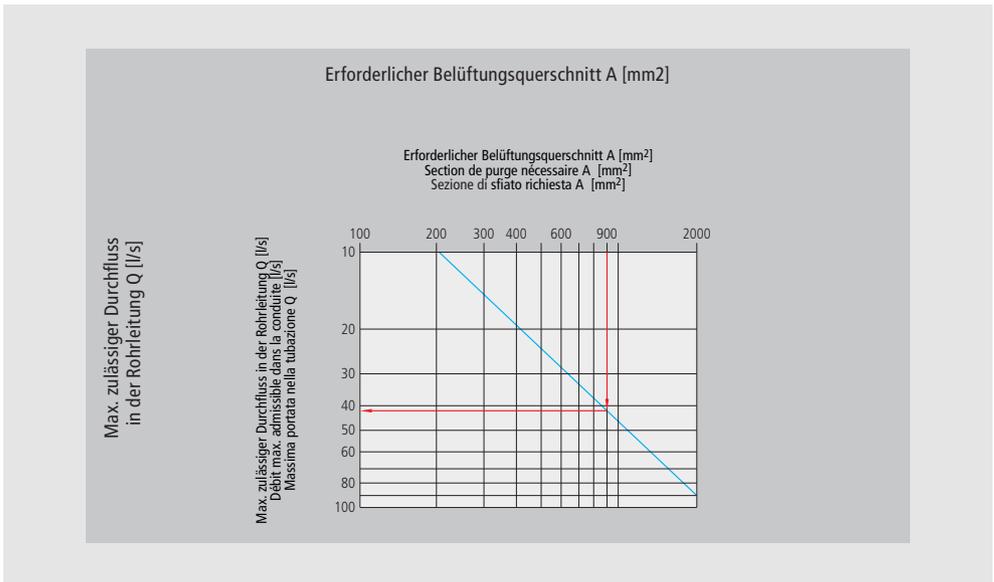
- Die Leitung DN 200 soll mit einer Wassermenge von maximal 8 l/s gefüllt werden.

- Der minimale Querschnitt für diese Entlüftung beträgt nach DVGW W334: 377 mm². Dies ergibt das Be- und Entlüftungsventil Nr. 9870, 2" aus dem Hawle-Produkteprogramm. Noch zu bestimmen ist die Druckstufe.

Gewolltes Entleeren

Die Grundlage des DVGW geht von einer maximalen Druckabsenkung von 0.05 bar ab Atmosphärischem Druck aus (Unterdruck).

Diagramm nach DVGW W334 für das Belüften einer Leitung beim Entleeren:



Ablesebeispiel

Das ausgewählte Be- und Entlüftungsventil Nr. 9870, 2" hat einen Belüftungsquerschnitt von 900 mm². Wie gross ist die maximale Abflussmenge beim gewollten Entleeren derselben Leitung (DN 200, L = 1500 m; Δh = 60 m)?

Aus dem Diagramm ergibt sich eine Abflussmenge von ca. 40 l/s und eine gerechnete Abflussgeschwindigkeit von 1.27 m/s. Die Entleerung muss so ausgelegt werden, dass diese Abflussmenge nicht überschritten wird und so kein grösserer Unterdruck als -0.05 bar entsteht – gegebenenfalls ist eine Drosselung mittels Blende nötig.

Rohrbruch

Welche maximale Luftmenge kann das Be- und Entlüftungsventil Nr. 9870, 2" im Falle eines Rohrbruchs ins Leitungssystem einbringen?

- Aus dem Belüftungsdiagramm (siehe Produkt Nr. 9870, 2") ist ersichtlich, dass bei einem Unterdruck $p_e = -0.2$ bar eine maximale Menge von $550 \text{ m}^3/\text{h}$ ($9167 \text{ l}/\text{min}$) eintreten kann.
- Die theoretische maximale Abflussmenge bei einem Rohrbruch beträgt gemäss hydrodynamischer Berechnung $5270 \text{ l}/\text{min}$ ($317 \text{ m}^3/\text{h}$).

Das ausgewählte Be- und Entlüftungsventil Nr. 9870, 2" kann somit eingesetzt werden. Damit entsteht ein Unterdruck im Leitungssystem, der weniger als $p_e = -0.2$ bar beträgt (gemäss Belüftungsdiagramm ca. $p_e = -0.1$ bar). Es ist zu prüfen, ob dies zulässig ist.

Selbstentlüftung

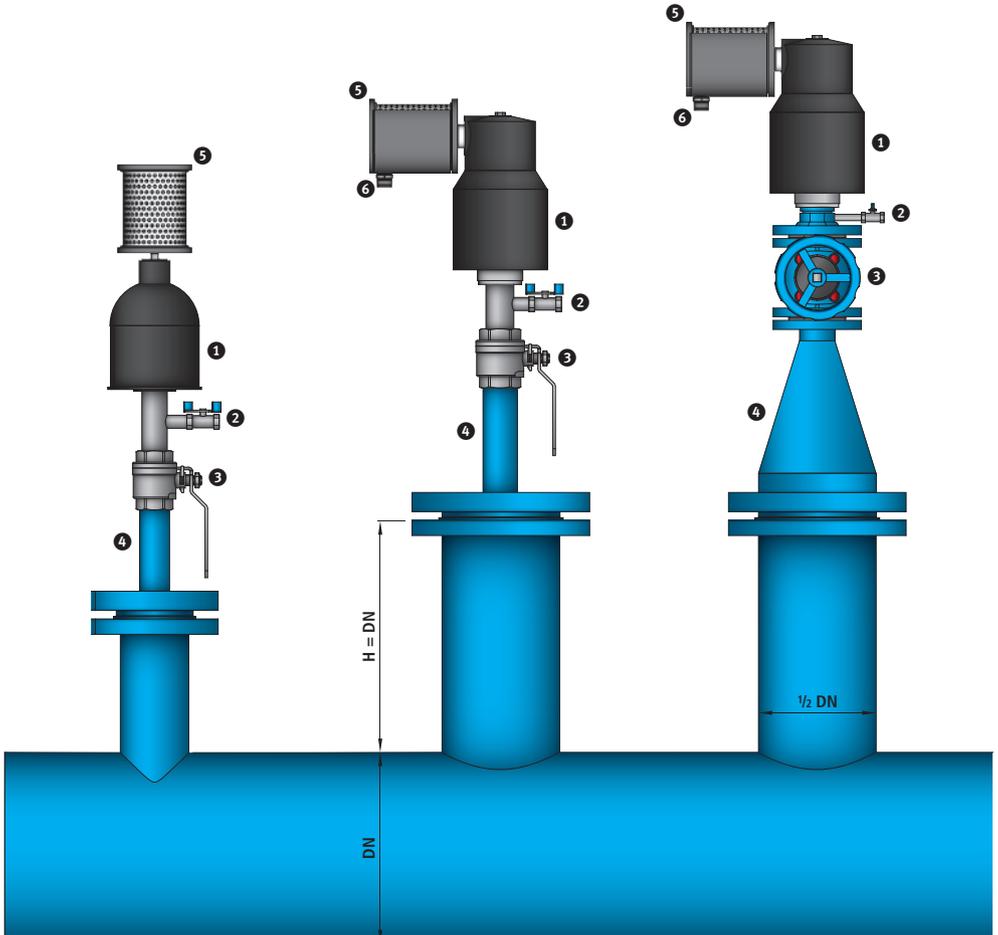
Die Selbstentlüftung an hydraulischen und geodätischen Hochpunkten eines Rohrleitungssystems ist zu prüfen. Diese Selbstentlüftungsgeschwindigkeit ist abhängig vom Leitungsquerschnitt und von der Rohrneigung der Leitung.

Mit diesen Berechnungen können Hochpunkte auf mögliche Luftansammlungen theoretisch überprüft werden. Ergeben diese Berechnungen Selbstentlüftungsgeschwindigkeiten, welche im Bereich der Wasserströmung liegen, empfehlen wir das Setzen eines Be- und Entlüftungsventils.

Unterdruck an Hochpunkten

Ergibt die Leitungsanalyse, dass an exponierten Stellen ein Unterdruck entstehen kann, dürfen dort keine Belüfter gesetzt werden.

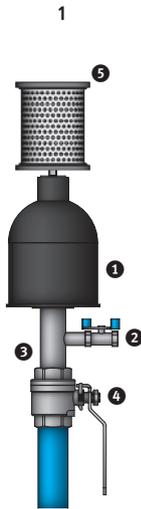
Diese würden zum Abreissen der Strömung führen. Für das Befüllen solcher Leitungssysteme sind Handentlüftungen einzusetzen, welche auch bei einem Unterdruck dicht schliessen.



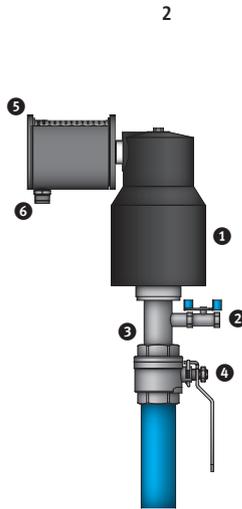
Allgemeiner Montagehinweis

Die Nennweite der zuführenden Leitung muss möglichst gross sein, aber mindestens die Anschlussgrösse des Ventils aufweisen. Die gross dimensionierte Zuleitung hat den Zweck, dass sich die Luft in diesem so genannten Dom sammeln kann. Der Absperrschieber (3) muss mindestens die gleiche Nennweite wie das Be- und Entlüftungsventil aufweisen.

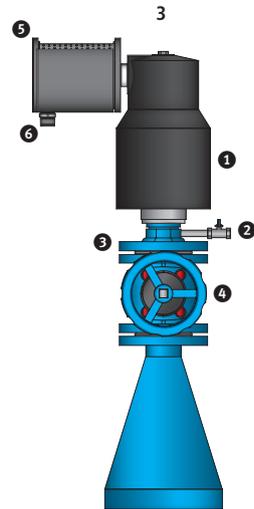
- 1 Be- und Entlüftungsventil
- 2 Handentlüftung
- 3 Absperrarmatur: Sie muss mindestens der Anschlussgrösse des Be- und Entlüftungsventils entsprechen.
- 4 Dom: Bei Leitungen der Dimension DN 600 und grösser, muss der Anschluss-DN der Hälfte des Rohrdurchmessers und die Höhe dem DN des Rohres entsprechen.
- 5 Luftfilter
- 6 Tropfschutz



Be- und Entlüftungsventil
(Nr. 9870, 1")



Be- und Entlüftungsventil
(Nr. 9870, 2")



Be- und Entlüftungsventil
(Nr. 9870, DN 50/2")

Schachteinbau

Be- und Entlüftungsventile werden in Schächten und Räumen eingebaut. Es ist darauf zu achten, dass diese Räume und Bauwerke mit genügend grossen Luftmengen versorgt werden können. Die Luftmenge der Belüftung entspricht dem Be- und Entlüftungsvolumen des eingebauten Ventils.

Einbauvorschrift

Die Zuleitung muss mindestens der Anschlussgrösse des Be- und Entlüftungsventils entsprechen. Eine Montage mit Dom führt zum optimalen Ansammeln und anschliessendem Ausblasen von Luft.

1 Be- und Entlüftungsventil Nr. 9870, 1"

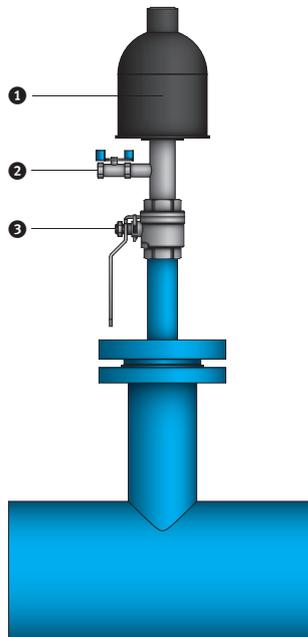
- 1 Be- und Entlüftungsventil 1"
- 2 Kugelhahn $\frac{3}{8}$ " (Nr. 0541 012 001)
- 3 T-Stück AG 1" – $\frac{3}{8}$ " – 1" (Nr. 0712 032 012)
- 4 Kugelhahn 1" (Nr. 0540 032 000)
- 5 Filterpatrone AG $\frac{1}{4}$ " (Nr. 9875 000 010)

2 Be- und Entlüftungsventil Nr. 9870, 2"

- 1 Be- und Entlüftungsventil 2"
- 2 Kugelhahn $\frac{3}{8}$ " (Nr. 0541 012 001)
- 3 T-Stück AG 2" – $\frac{3}{8}$ " – 2" (Nr. 0712 063 012)
- 4 Kugelhahn 2" (Nr. 0540 063 000)
- 5 Filterpatrone AG $\frac{3}{4}$ " (Nr. 9875 000 020)
- 6 Tropfschutz AG $\frac{3}{4}$ " (Nr. 9875 000 030)

3 Be- und Entlüftungsventil Nr. 9870, DN 50/2"

- 1 Be- und Entlüftungsventil 2"
- 2 Kugelhahn $\frac{3}{8}$ " (Nr. 0541 012 001) und Nippel (Nr. 0680 012 080) L = 80 mm
- 3 Flansch für Be- und Entlüftungsventil DN 50/2" (Nr. 9877 900 002)
- 4 Flanschenschieber DN 50 mit HR (Nr. 4000 050 000; Nr. 7800 050 00)
- 5 Filterpatrone AG $\frac{5}{4}$ " (Nr. 9875 000 020)
- 6 Tropfschutz AG $\frac{3}{4}$ " (Nr. 9875 000 030)



Eine jährliche Funktionskontrolle

Gemäss SVGW-Richtlinie W4 soll ein Be- und Entlüftungsventil mindestens jährlich kontrolliert werden. Das genaue Wartungsintervall richtet sich jedoch nach der Qualität und Beschaffenheit des Trinkwassers. Um das geeignete Intervall heraus zu finden, sollten die ersten Wartungen drei bis sechs Monate nach der Inbetriebnahme erfolgen.

Allgemeines Vorgehen

Im Folgenden ist ein allgemeines Vorgehen beschrieben. Jedes Be- und Entlüftungsventil ist mit einer eigenen Anleitung, inklusive detaillierter Beschreibung des Wartungsvorganges, versehen.

Funktionskontrolle

- Absperrarmatur **3** schliessen
- Handentlüftung **2** öffnen: Der Ventilkörper muss hörbar fallen.
- Handentlüftung **2** schliessen und den Absperrschieber **3** langsam öffnen: Dabei ist ein deutliches Zischen ausströmender Luft hörbar.
- Dichtheit kontrollieren: Im Betrieb darf kein Wasser aus dem Ventil fließen. Beim Entlüftungsvorgang wird allerdings Wasser mit Luft zusammen ausgestossen. Nach vollständiger Entlüftung wird das Ventil wieder dicht sein.
- Ist eine Filterpatrone montiert, ist diese bei der Funktionskontrolle auf Schmutz und Beschädigungen zu überprüfen und je nach Zustand auszuwechseln.

