

Weiterbildungskurse 2018



www.brunnenmeister.ch

Eigenmediumgesteuerte Regelventile und Überdrucksicherheit

von:

Lars Kummer und Thomas Bolt
aquarus GmbH
Holderenstrasse 15a
8572 Berg TG



www.aquarus.ch

l.kummer@aquarus.ch
t.bolt@aquarus.ch

Veranstaltungsort:



1. Drucksicherheit: Einbau/Notwendigkeit einer Sicherheit bei Überdruck

Die Richtlinie für Wasserverteilung W4 – Teil 2 Kapitel 7.3.2 beschreibt:

7.3.2 Druckreduzierarmatur

...

Zur Sicherung gegen Überdruck ist die Notwendigkeit des Einbaus eines Sicherheitsventils auf der Ausgangsseite zu prüfen. Sicherheitsventile sind vorteilhaft, wenn mit vollständig aussetzender Entnahme gerechnet werden muss.

...

Wir beginnen mit einer **Frage**:

Warum kann der Druck auf der Ausgangsseite eines DRV zu hoch werden - so hoch, dass er einen Schaden im Leitungsnetz oder einen Rohrbruch erzeugt?

Die hauptsächlichlichen Ursachen sind:

- **Fehlmanipulationen** im Netz
→ geschlossene oder offene Schieber (falsche Betätigung)
- Rohrbruch vor der Druckreduzierung
→ einschwemmen von Fremdmaterial und wenn vor dem Ventil kein Schmutzfänger installiert = verhindert Ventilschliessung
- **Druckschläge** bei schnellem Schliessen von Armaturen (z.B. Hydranten) oder bei Pumpennotaus bzw. Stromausfall
- **Membrane des DRV gerissen** (kleines Loch; eine Membrane hat nicht von einem Augenblick auf den Andern ein grosses Loch!).



Hinweis zum Membranriss:

Wenn eigenmedium gesteuerte Regelventile einen Membranriss ausweisen, so arbeiten sie trotzdem weiter. Ein solcher Riss hat jedoch zur Folge, dass beim Schliessen des Ventils (kein Wasserbezug ausgangsseitig, Nullverbrauch) im Netz der Druck langsam ansteigt.

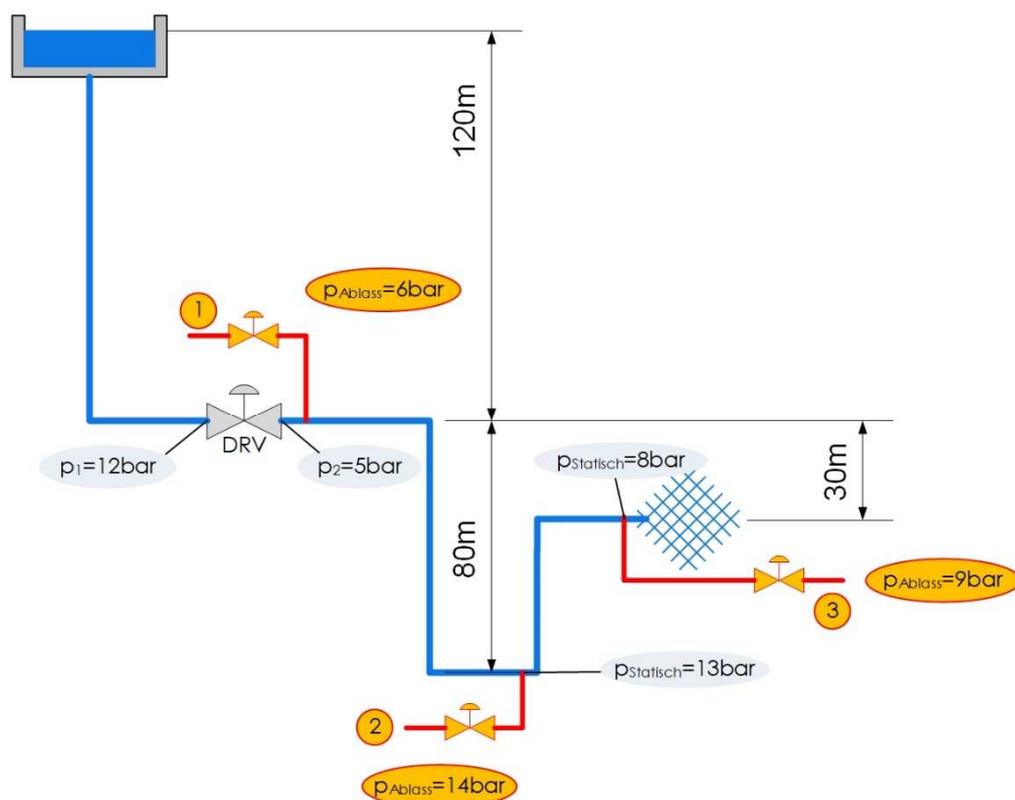
Grundsätzlich können viele dieser Ursachen mit einer korrekten Installation (Schmutzfänger vor DRV, Einrichtungen zur Verhinderung von Druckschlägen bei Pumpen, korrekte Kennzeichnung der Armaturen, Netzkenntnis des Betriebspersonals) oder durch die wiederkehrende Wartung an relevanten Armaturen wie ein DRV (Membranriss) verhindert werden.

Wird trotz dieser Massnahmen ein Überdruckventil notwendig, stellt sich die Frage, an welchem Punkt dies eingebaut werden soll.

- nach dem DRV? (Nr. 1)
- am tiefsten Punkt? (Nr. 2)
- am Verbrauchsort? (Nr. 3)

Dazu im Folgenden eine kurze Untersuchung/Berechnung gemäss folgendem hydraulischem Schema als Grundlage:

Die Nummern 1-3 zeigen die möglichen Positionierungen der Druckablassventile, wobei nur eine der 3 Variante ausgeführt wird.

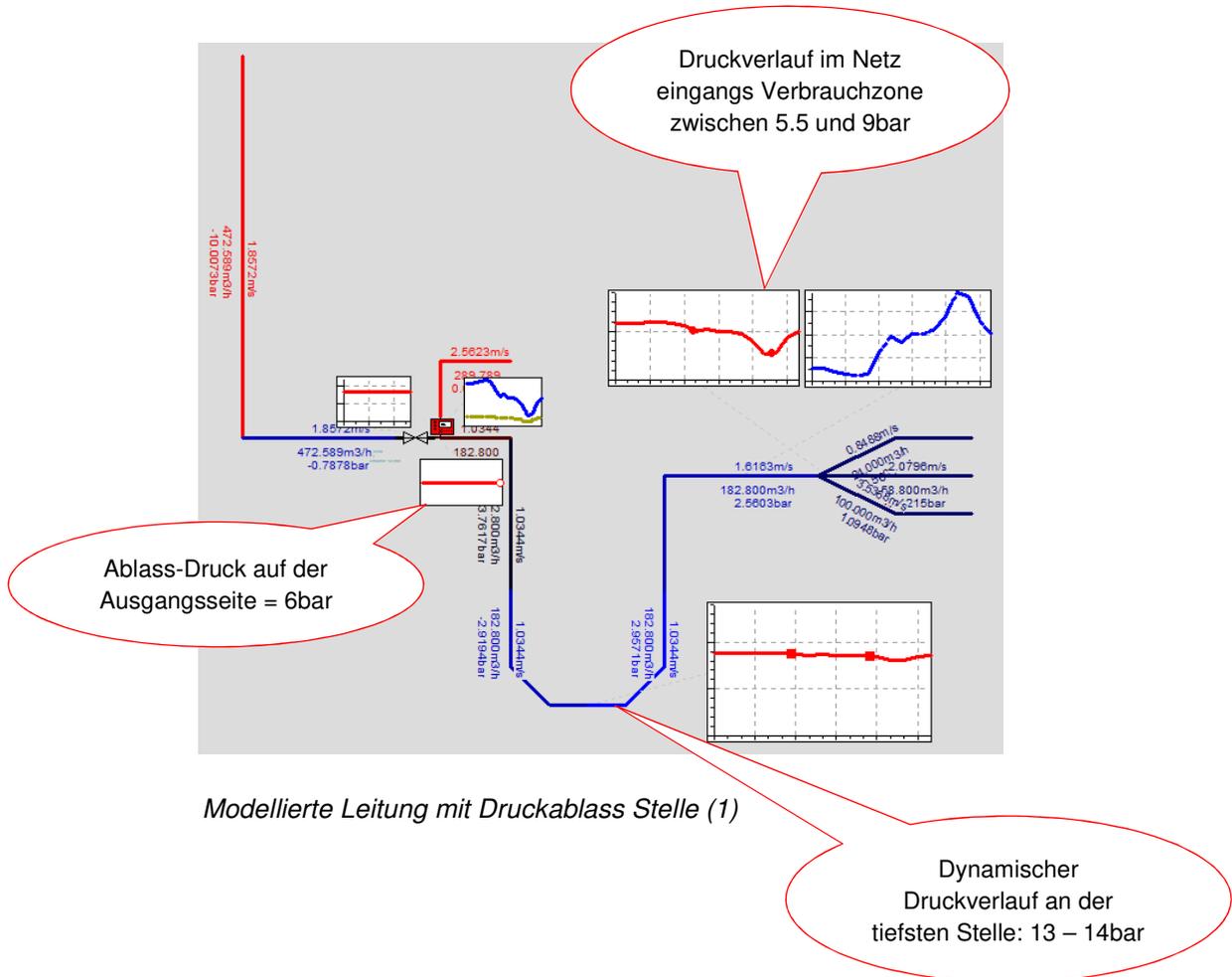


oben: hydraulisches Schema der simulierten Musterleitung

Modellierte Musterleitung mit Druckablass an der Stelle (1) mit den Druck- und Durchflussverläufen in einem zeitlichen Ablauf (16h)

rot = Druckverläufe

blau = Durchflussmengen



Modellierte Leitung mit Druckablass Stelle (1)

Die Musterleitung wird von einem Behälter gespeist, die Leitung erreicht einen Tiefpunkt mit einem möglichen statischen Druck von 20bar ($\Delta H = 200\text{m}$). Deshalb ist auf «halber» Höhe eine Druckreduzierstation (mit DRV) eingebaut. Der Druck wird von 12 auf 5bar reduziert. In der Verbrauchszone sind verschiedene Abnehmer mit Tagesprofilen simuliert. Für die Berechnungen wurde angenommen, dass das DRV 100% öffnet und entsprechend seinem ζ -Wert bei 100%-iger Öffnung die Wassermenge entsprechend liefert.

Annahmen für die Bezugsmengen der Abnehmer zwischen 0:00 und 16:00Uhr liegen bei:

- $Q_{\max} = 379.6\text{m}^3/\text{h}$ (=6327l/min)
- $Q_{\min} = 24.4\text{m}^3/\text{h}$ (407l/min)

Zusammenzug der Resultate:

		DRV – Druck [bar]		Q _{Abläss} [m ³ /h] - Stelle			Druck [bar] - Stelle		
		p ₁	p ₂ =(1)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Normalbetrieb	max.	12.2	5	-	-	-	5	12.8	7.8
	min.	10.6	5	-	-	-	5	12	4.5
DAV (1)	max.	11.3	6	448.23	-	-	6	13.8	8.9
	min.	11.3	6	93.22	-	-	6	13.1	5.6
DAV (2)	max.	10.6	7	-	365.8		7	14	9
	min.	10.6	7	-	0		7	14	6.7
DAV (3)	max.	11.1	8.6	-	-	299	8.6	15.9	9
	min.	10.7	7.2	-	-	0	7.2	14.3	6.7

rote Drücke = am DAV eingestellter Ablassdruck

Fazit:

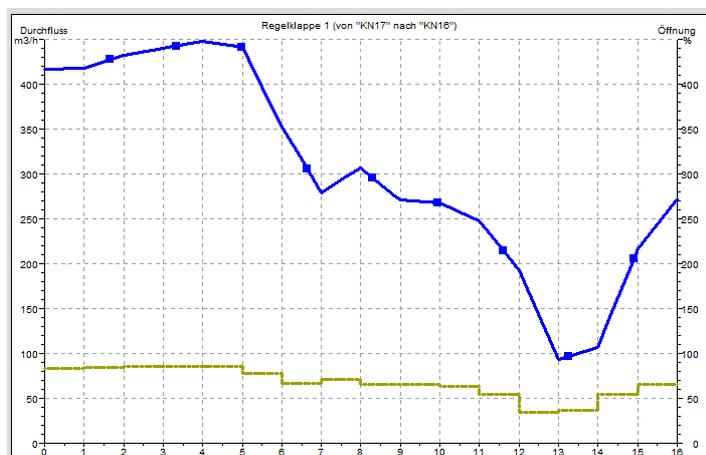
Das Sicherheitsventil direkt nach dem DRV erzeugt die geringsten Druckerhöhungen im gesamten Netz, führt aber zu grossen Wassermengen, welche abgelassen werden müssen und somit auch zu grösseren Druckablassventilen.

An den Stellen (2) und (3) können kleinere Druckablassventile angewendet werden. Die Drücke im Netz erhöhen sich je nach Leitungssystem (Längen und Durchmesser) aber wesentlich.

Wichtig ist auch zu klären, welcher Leitungsabschnitt geschützt werden soll und wie die baulichen Gegebenheiten aussehen.

Diagramm Ablassventil an der Stelle (1):

Verlauf der Ablassmenge (blaue Kurve) und Öffnung in % (grüne Kurve).



Auslegung/ Dimensionierung

Wie die vorhergehende Berechnung der Musterleitung zeigt, hat der Standort des Druckablassventiles einen Einfluss auf die Drücke im gesamten Versorgungsnetz. Dieses Verhalten muss vorab geklärt werden.

- Welche Ursache von Überdruck (z.B. Reglerausfall ...) soll abgefangen werden?
- Wo soll der Standort für den Druckablass gewählt werden, bzw. welche Leitungsabschnitte sind gefährdet?

Wenn der Bedarf an einem Überdruckventil vorhanden ist, so sind für die korrekte Auslegung die folgenden Angaben notwendig:

- Hydraulisches Schema (Leitungsdimensionen, Längen, Höhen ...)
- Maximal zu erwartende Abflussmenge (worst case) → mit einzubeziehen ist der Leitungs- und Ventilverlust
- Druckverhältnisse im Netz (bei max. Verbrauchsmengen)

Hinweis:

Wartungsintervall und Funktionskontrollen sowie die korrekte Dimension und Einbau der Ventile ergeben die notwendige Sicherheit.

2. Reglergenauigkeit

Die Richtlinie für Wasserverteilung W4 – Teil 2 Kapitel 7.3.2 beschreibt:

7.3.2 Druckreduzierarmatur

Folgende Anforderungen sind an Druckreduzierarmaturen zu stellen:

- *Gleichbleibender Ausgangsdruck bei wechselnden Durchflüssen und schwankenden Eingangsdrücken*
- *Dichter Abschluss bei Nullentnahme*

*Für normale Betriebsfälle genügen meist Druckreduzierarmaturen ohne Hilfssteuerung. Bei hohen Fliessgeschwindigkeiten, grossen Schwankungen des Durchflusses und des Eingangsdrucks sowie Armaturen **DN > 80** sind gesteuerte Druckreduzierarmaturen zu wählen.*

....

Die richtige Auslegung ist Voraussetzung für den einwandfreien Betrieb. Bei grossem Druckgefälle kann es sinnvoll sein, die Druckreduzierung in zwei oder mehreren Stufen durchzuführen. Bei stark schwankenden Durchflüssen kann eine parallele Anordnung zweier Druckreduzierarmaturen unterschiedlicher Grösse vorteilhaft sein.

Druckreduzierarmaturen sollten so klein gewählt werden, dass der Hub (Stellweg) während des Betriebes voll genutzt wird. Massgebend für die Auslegung sind Druckgefälle und Durchfluss. In der Regel werden beide Werte berücksichtigt.

Bei kleinen Anlagen ist es im Allgemeinen nicht zweckmässig, die Druckreduzierarmatur für den Brandfall auszulegen. Der erhöhte Verbrauch kann über eine Umgehung (kontrollierter Bypass) bereitgestellt werden.

....

Pilotgesteuerte Regelventile erfüllen diese Anforderung!

Die Steuerung über ein Pilotventil heisst: Regelung des ausgangsseitigen Druckes (p_1 oder p_v) wird nicht direkt über eine grosse Feder geregelt, sondern über ein Pilotventil und somit hat die Federkonstante viel kleineren Einfluss auf die Regelgenauigkeit.

In der Regeltechnik wird unterteilt in:

Direktgesteuertes Regelventil (Federventil) = P - Regler

Pilot gesteuertes Regelventil (Eigenmedium gesteuerte Regelventile) = PID - Regler

P-Regler sind konstruktiv nicht so geschaffen, dass sie den Ausgangsdruck konstant halten können (Merkblatt SVGW W10024). PID – Regler haben ein genaueres Regelverhalten. Ein eigenmedium gesteuertes Regelventil hat zudem die Möglichkeiten, das Regelverhalten anzupassen:

- Einstellbare Schliess- und Öffnungsgeschwindigkeiten
- Einsatz von verschiedenen grossen Regelblenden in der Steuerleitung
- Der Verbrauchsmenge angepasste Sitzformen = Regelgenauigkeit kann dem System angepasst werden.

Auslegungsbeispiel im Vergleich eines typischen Federventiles mit pilotgesteuertem Regelventil:

Vorgegebene Daten: Vordruck $p_v = p_1 = 12\text{bar}$
 Nachdruck $p_h = p_2 = 6\text{bar}$
 $Q_{\max} = 13\text{ l/s} = 780\text{l/min}$

P – Regler (Federventil)

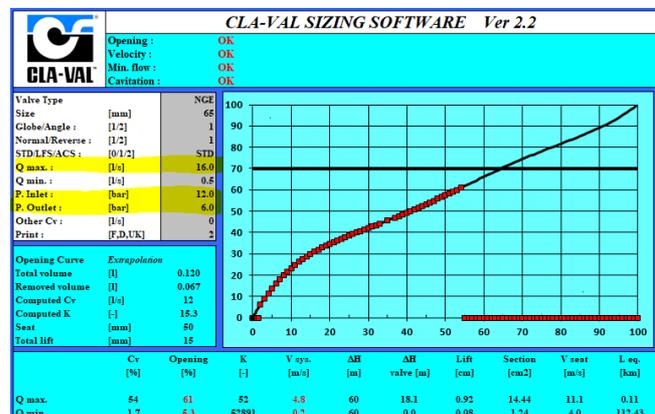
Ventilauswahl **Federventil** gemäss Tabellen eines Herstellers → **Ventil DN100**

Dieses Ventil könnte eine maximale Durchflussmenge von 16l/s (=960l/min) durchfliessen lassen. Aufgrund der grossen Regeltoleranz abhängig von der Fliessgeschwindigkeit, muss der Durchmesser eher gross gewählt werden.

PID – Regler (Pilotgesteuertes Regelventil)

Ventilauswahl gemäss Auslegungsprogramm des Herstellers:

Diese Auslegung zeigt, dass ein viel kleineres Ventil ausgewählt werden kann (**DN65**) und dass der maximale Durchfluss mit 16l/s noch nicht erreicht wird = freie Kapazität.



3. Varianten und Möglichkeiten der Druckreduzierung

Die Art und Weise, wie die Steuerleitung angebracht ist und welches Pilotventil benutzt wird, ergibt die gewünschte Funktion. Machbar ist grundsätzlich, was die Physik zulässt.

Notwendig für die Auswahl der Ventulfunktion:

- Anforderung an die Regelfunktion = Anlagenspezifische Forderung
Das ergibt die Verrohrung und die Funktion des Pilotventils
- Durchflussmengen
- Druckverhältnisse
- Spezielle Bezugsmengen
- Betriebszeiten
- Leitungsführung (Netztopologie)



Mögliche Ventulfunktionen:

- Kombinationen von Auf/Zu Funktion mit Druckreduzierung
- Elektrische Ansteuerung für die In- oder Ausserbetriebnahme des Ventils
- Kontrolle von verschiedenen Drücken (z.B. zusätzliche Eingangsdruckkontrolle, Druckhaltung ...)
- verschiedene Druckstufen möglich (Sommer/Winter; Tag/Nacht; Normal/Löschbetrieb etc.)
- Notfallszenarien bei Stromausfall möglich = wie und was soll das Ventil bei Stromausfall regeln?
- und vieles mehr

Es gibt eine Vielzahl an Standardfunktionen – aber die eigenmedium gesteuerten Regelventile sind **mehr als nur ein Druckreduzierventil!**



oben: Beispiele von möglichen Ventil-Varianten

4. Zubehör auf Regelventilen

Die Richtlinie für Wasserverteilung W4 – Teil 2 Kapitel 2.2 beschreibt:

2.2 Kriterien für Planung und Projektierung

Innerhalb der ermittelten Lösungsansätze sind folgende Kriterien zu beachten:

- ...
- **Einfache Überwachung von Netzteilen**
-

Die eigenmedium gesteuerten Regelventile erlauben den Aufbau von vielen Überwachungssensoren, wie:

- Optische Stellungsanzeige = erste Sichtkontrolle der Ventilfunktion
- Elektrische Überwachung der Ventilfunktion (el. Stellungsanzeiger = Ventil auf/zu oder analoge Ventil-Hubanzeige)
- Öffnungsbegrenzung: z.B. limitiert in Bypassanlagen die Durchflussmenge
- Motorbetriebene Pilotventile = elektrisches eingreifen in die Regelfunktion aus der Leitzentrale heraus
- Durchflussmessung am Ventil aufgebaut
- Anschlüsse für Drucksensoren

So kann die W4 mit diesen vorhandenen Möglichkeiten eingehalten werden.

Bild unten: Elektrische und optische Stellungsanzeige



Bild oben: Beispiel einer Durchflussmessung direkt am Ventil montiert.