

Wie finde ich den passenden Druckregler?

24.02.2021

Lars Armbruster
Christoph Flakowski

Swagelok®

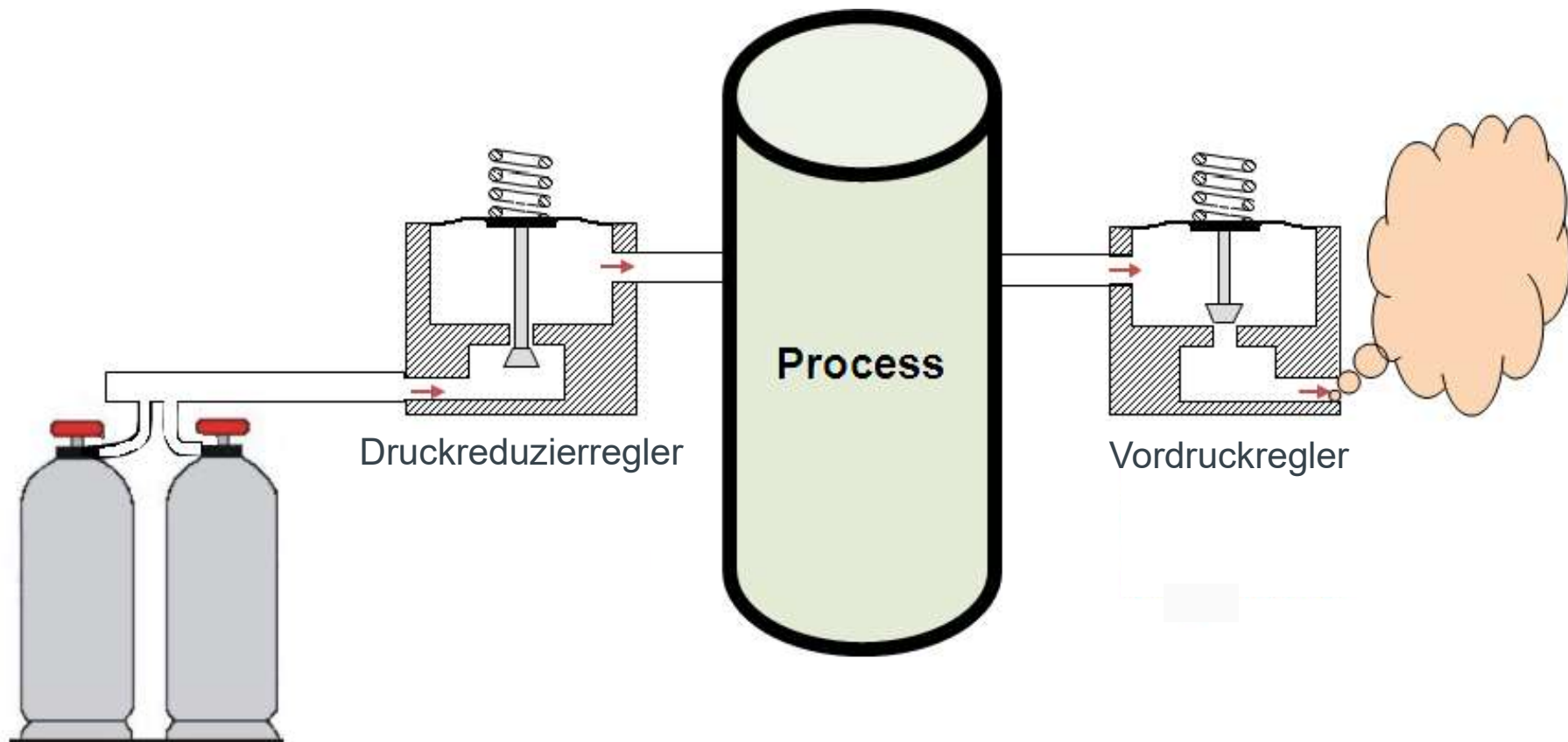
Agenda

- Welche Arten von Druckreglern gibt es?
- Kriterien, die für die Auswahl eines Druckreglers wichtig sind
- Arbeiten mit einer Flow Kurve
- Was bedeutet der CV-Wert bei einem Druckregler?
- Was ist SPE und wie kann man diesen Effekt verringern?

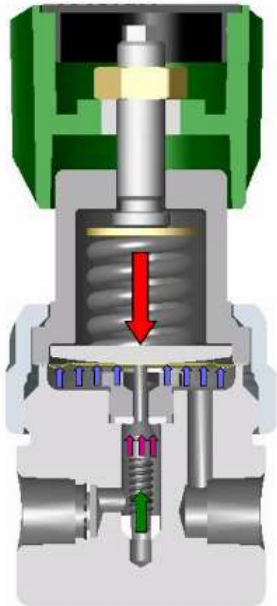
Wie finde ich den passenden Druckregler?



Welche Arten von Druckreglern gibt es?



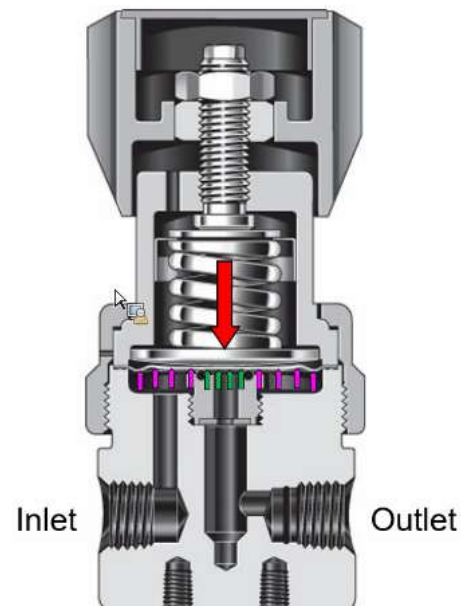
Welche Arten von Druckreglern gibt es?



F1 = Range Spring Force
F2 = Poppet Spring Force
F3 = Outlet Pressure Force
F4 = Inlet Pressure Force

$$F1 = F2 + F3 + F4$$

Druckreduzierer

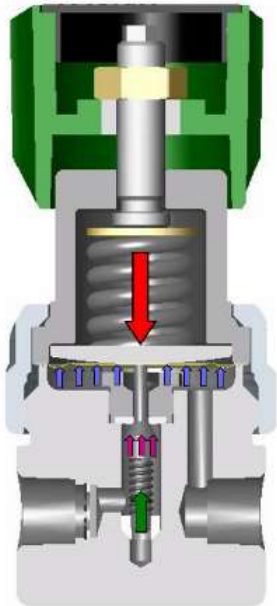


F1 = Spring Force
F2 = Inlet Pressure Force
F3 = Outlet Pressure Force
 (when present, must be lower than inlet pressure)

$$F1 = F2 + F3$$

Vordruckregler

Welche Arten von Druckreglern gibt es?



Druckreduzierer

F1 = Range Spring Force

F2 = Poppet Spring Force

F3 = Outlet Pressure Force

F4 = Inlet Pressure Force

$$\text{F1} = \text{F2} + \text{F3} + \text{F4}$$

Quizfrage:

Welche Kräfte ändern sich, wenn Sie den Einstelldruck erhöhen?
(Hinweis: den Einstelldruck ändern Sie über verstellen der Feder **F1**)

Welche Kriterien sind wichtig für die Druckreglerauswahl?

Swagelok



Bitte nicht Nachmachen!!!

Welche Kriterien sind wichtig für die Druckreglerauswahl?

Swagelok



Welche Kriterien sind wichtig für die Druckreglerauswahl?

Swagelok

- Bauart: Druckreduzierer
- Regeldruck: 8 bar
- Eingangsdruck: 200 bar
- Quelle: Gasflasche
- Eingangsdruckbereich: 200 bar bis 10 bar
- Aggregatzustand: Gas
- Medium: Stickstoff

Welche Kriterien sind wichtig für die Druckreglerauswahl?

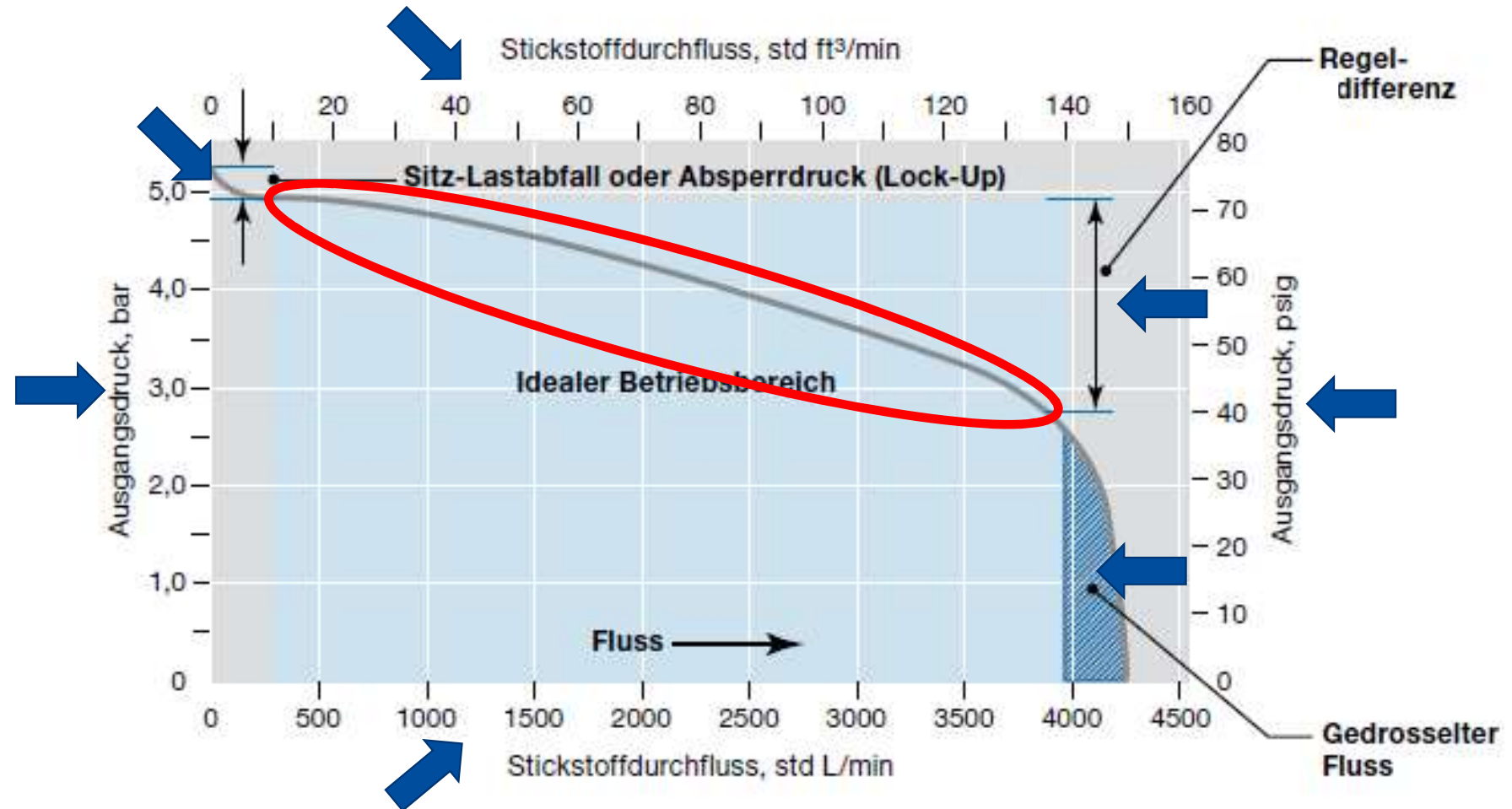
Swagelok

- Durchfluss: 6 Nm³/h
- Durchflussrichtung: Links nach rechts
- Manometer: Eingang und Ausgang
- Anschlüsse: Eingang Flaschenanschluss
- Ausgang: 6 MM Swagelok
- Ort des Einbaus: Direkt an der Flasche
- Wie arbeitet das System: ?

Wie funktioniert eine Flow Kurve?

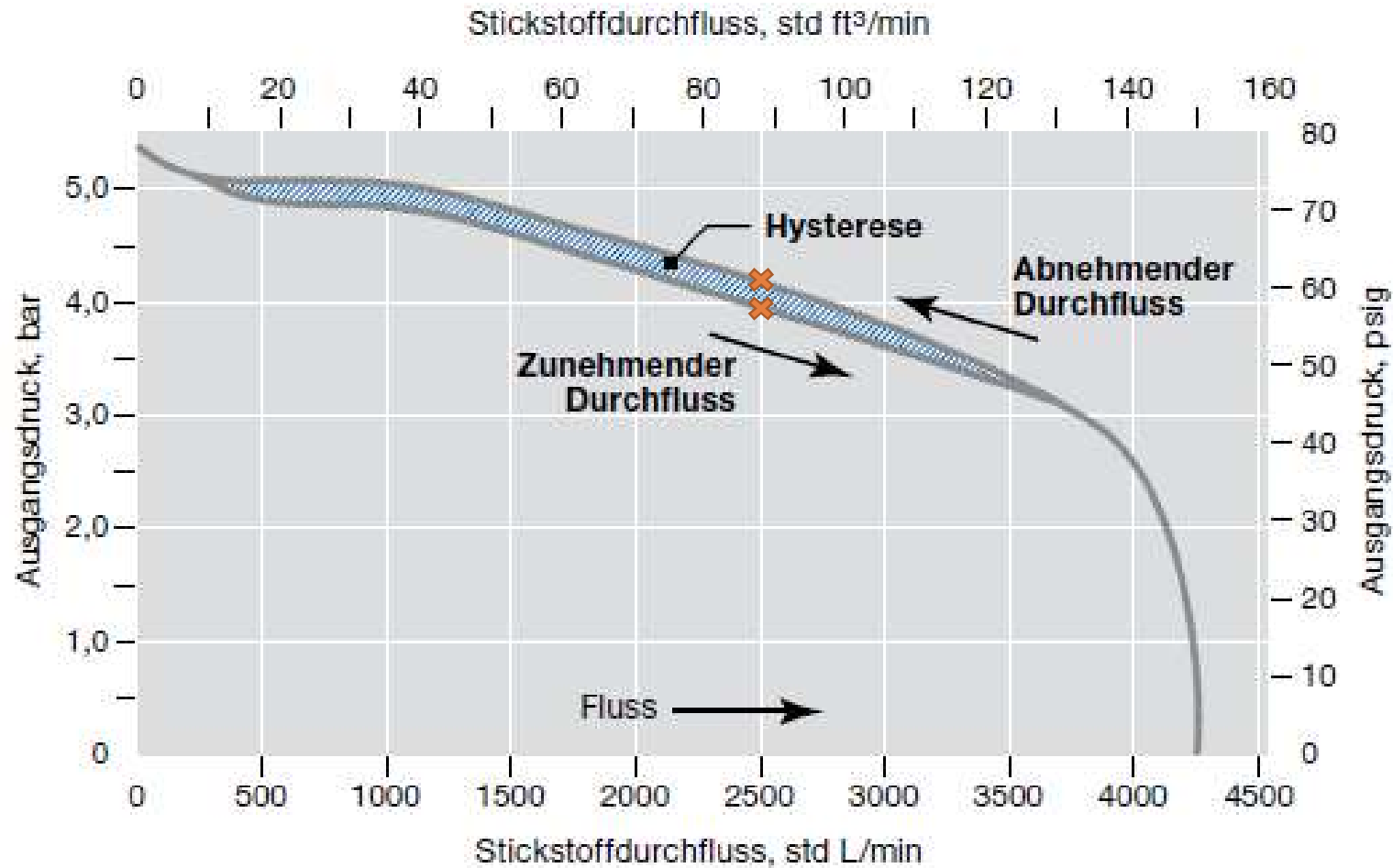
Wie arbeite ich mit Flow Kurven?

Swagelok



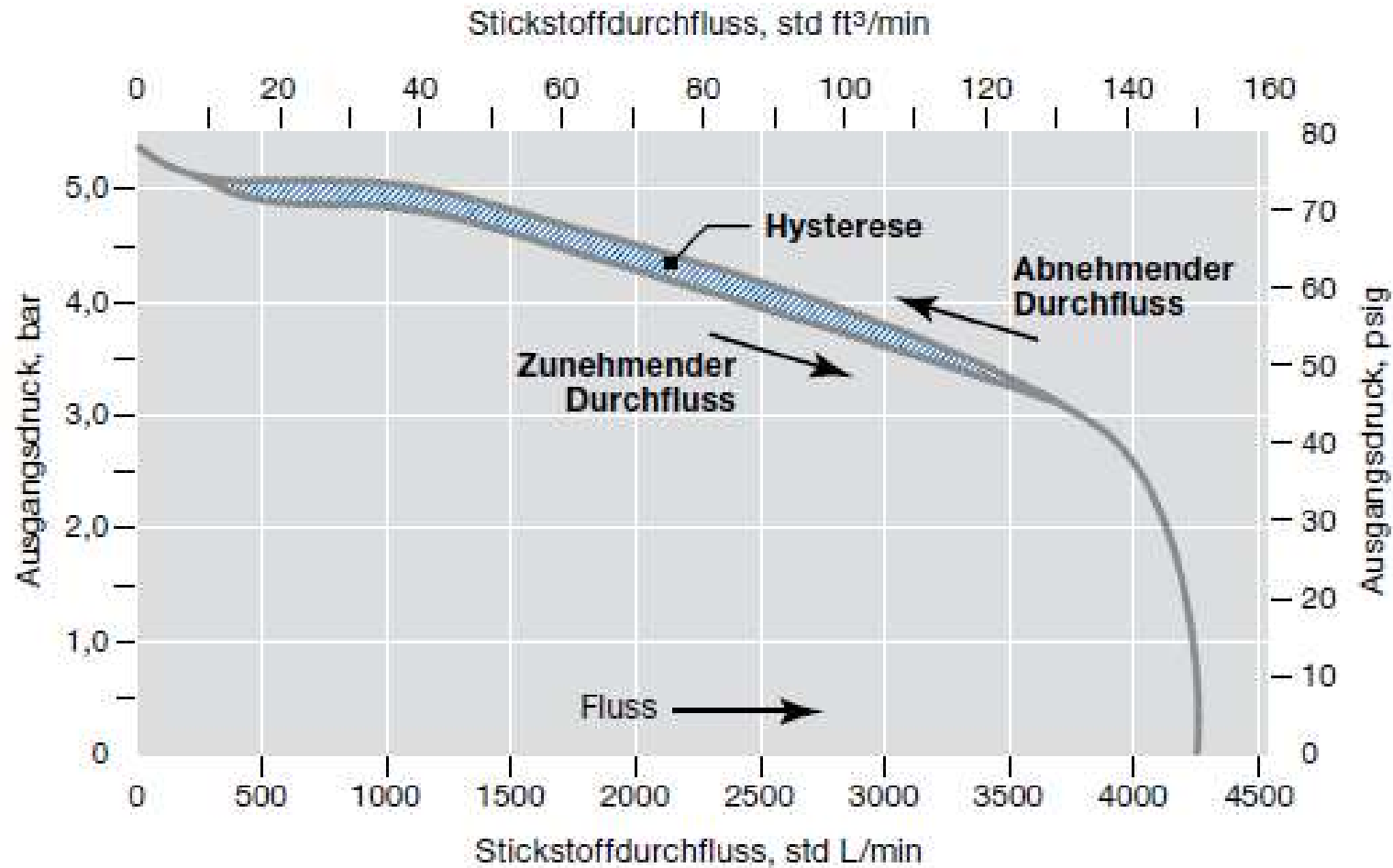
Wie arbeite ich mit Flow Kurven?

Hysterese



Wie arbeite ich mit Flow Kurven?

Hysterese



Wo finde ich die Flowkurven?

Swagelok

776 Druckregler, Serie K

860 Druckregler und Filter

Druckregler, Serie K



Druckregler Serie RHPS



- Druckregler
- Vordruckregler
- Gasflaschenumschaltregler
- Verdampfungsregler

- Druckregler
- Vordruckregler
- Federbelastete, dornbelastete und luftbauschaltige Modelle
- 1/4 bis 4 Zoll Endanschlüsse
- Arbeitsdruck bis 700 bar (10 150 psig)
- Temperatur von -45 bis 80 °C (-49 bis 176°F)

Swagelok

Swagelok

MS-02-230

MS-02-430

Pressure Regulator Flow Curves Technical Bulletin

www.swagelok.com

Scope

Selecting a regulator for an application first requires review of its performance capabilities and their alignment with the application's requirements. The best starting point is the regulator's flow curve provided by the manufacturer, because it illustrates the regulator's range of capability at one glance. The curve represents the range of pressures that a regulator will maintain given certain flow rates in a system.

This technical bulletin provides an overview of how to read regulator flow curves for pressure-reducing regulators. It describes some of the complexities, including droop, seat-load drop or kickup, choked flow, hysteresis, and supply pressure effect (SPE), also known as dependency.

In addition, SPE values and flow curves for many Swagelok® series pressure-reducing regulators are provided for the full line of maximum inlet pressure ranges and flow coefficients available.

The Basics

A regulator's main purpose is to maintain a constant pressure on one side of the regulator even though there is a different pressure or fluctuating pressure on the other side. In the case of a pressure-reducing regulator, pressure is controlled downstream of the regulator.

A flow curve illustrates a regulator's performance in terms of outlet pressure (Y axis) and flow rate (X axis). Flow is not controlled by the regulator. It is controlled downstream by a valve or flow meter. The curve shows how a regulator will respond as flow in the system changes.

Let us examine how to read a flow curve. Examine the top curve in Fig. 1. The curve starts at 400 psig (27.5 bar), but drops slightly as flow increases across most of the graph. When reading a flow curve, identify the range of flows that are seen in the system. Then, mark them on the graph to see what the corresponding changes in outlet pressure will be. Is that range of pressures acceptable? If not, a different regulator is needed.

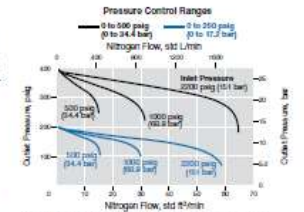


Fig. 1. Manufacturers often provide multiple flow curves for the same regulator at different inlet pressures to provide a range of the regulator's operating capabilities.

Ideally, a regulator operates best on the flattest part of the curve, and will maintain relatively constant pressures, even with significant changes in flow. At the extreme ends of the curve, however, there are steep drops where pressure change dramatically with even the slightest change in flow. The regulator will not operate at the highest level of efficiency at these locations.

For every set pressure, there is a different curve. In Fig. 1, there are two main sets of curves: one based on a set pressure of 400 psig (27.5 bar) with a control range of 0 to 500 psig (34.4 bar) and one on a set pressure of 200 psig (13.7 bar) with a control range of 0 to 250 psig (17.2 bar). The control ranges represent two separate regulators and the curves must be used separately. If the desired set pressure or inlet pressure is not shown on the graph, one can interpolate within a control range, but not between different control ranges.

There is one additional variable that affects the shape of a curve—the inlet pressure (i.e., pressure going into a pressure-reducing regulator on the upstream side). Note that for each of the two sets of curves in Fig. 1, there are three curves representing a range of inlet pressures.

Swagelok

MS-06-114 Englisch

Wie arbeite ich mit Flowkurven?

Beispiel

Aufgabenstellung:

Wie groß ist der Druckverlust (resultierend aus “droop” und “lockup”) für einen Swagelok “LRS4” Regler, wenn der Durchfluss von 0 auf 150 Nm³/h ansteigt?

Ausgangssituation:

Der Ausgangsdruck wird auf 17 bar (250 psig) “statisch” eingestellt (d.h. am Anfang, bei 0 Nm³/h), Eingangsdruck liegt bei 35 bar (507 psig.)

Wie arbeite ich mit Flowkurven?

Beispiel Flow Kurve von einem LRS4 Druckregler

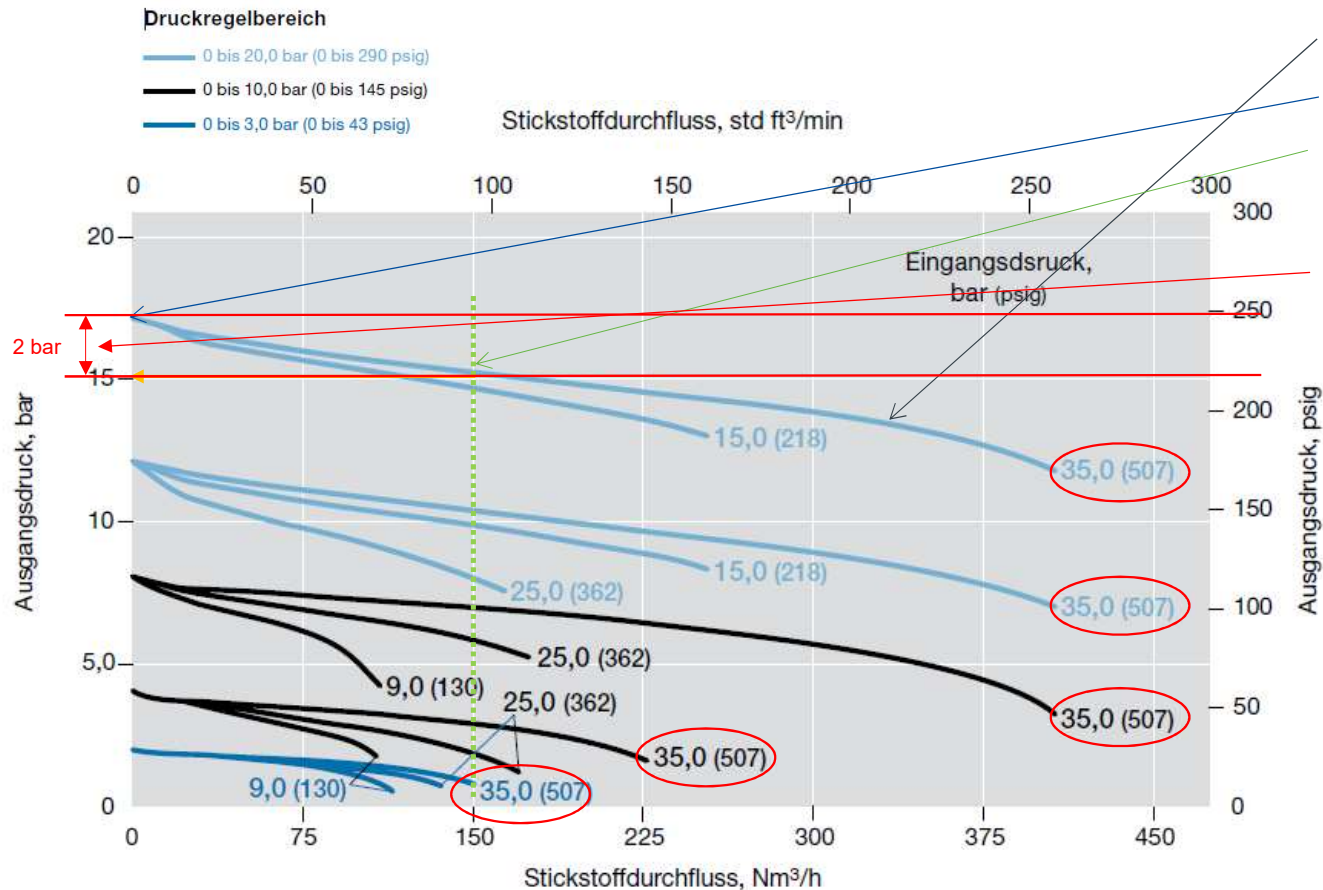
Swagelok

Aufgabenstellung:

Wie groß ist der Druckverlust (resultierend aus "droop" und "lockup") für einen LRS4 Regler, wenn der Durchfluss von 0 auf 150 Nm³/h ansteigt?

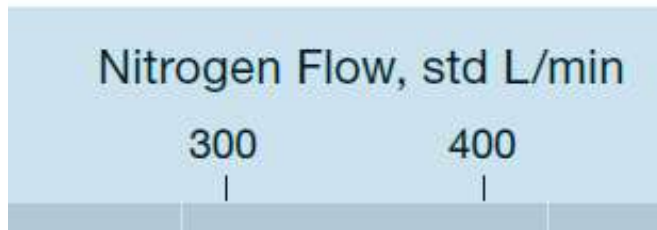
Ausgangssituation:

Der Ausgangsdruck wird auf 17 bar (250 psig) "statisch" eingestellt (d.h. am Anfang, bei 0 Nm³/h), Eingangsdruck liegt bei 35 bar (507 psig.)



Wie arbeite ich mit Flow Kurven? Umrechnung auf eine andere Gasart

Swagelok



Wasserstoff?

$$F_G = \sqrt{\frac{G_{\text{ref}}}{G_{\text{actual}}}}$$

F_G = Korrekturfaktor für spez. Dichte
 G_{ref} = Spez. Dichte vom Referenzgas
 G_{ist} = Spez. Dichte vom eingesetzten Gas

Stickstoff hat eine spez. Dichte von 0,97

$$F_G = \sqrt{\frac{0.97}{G_{\text{actual}}}}$$

Wie arbeite ich mit Flow Kurven?

Umrechnung auf eine andere Gasart

Swagelok

Gas	Specific Gravity Correction Factor (F_G from Nitrogen)
Air	0.98
Ammonia	1.28
Argon	0.84
Arsine	0.60
Carbon dioxide	0.80
Helium	2.65
Hydrogen	3.72
Hydrogen chloride	0.87
Oxygen	0.94
Silane	0.93

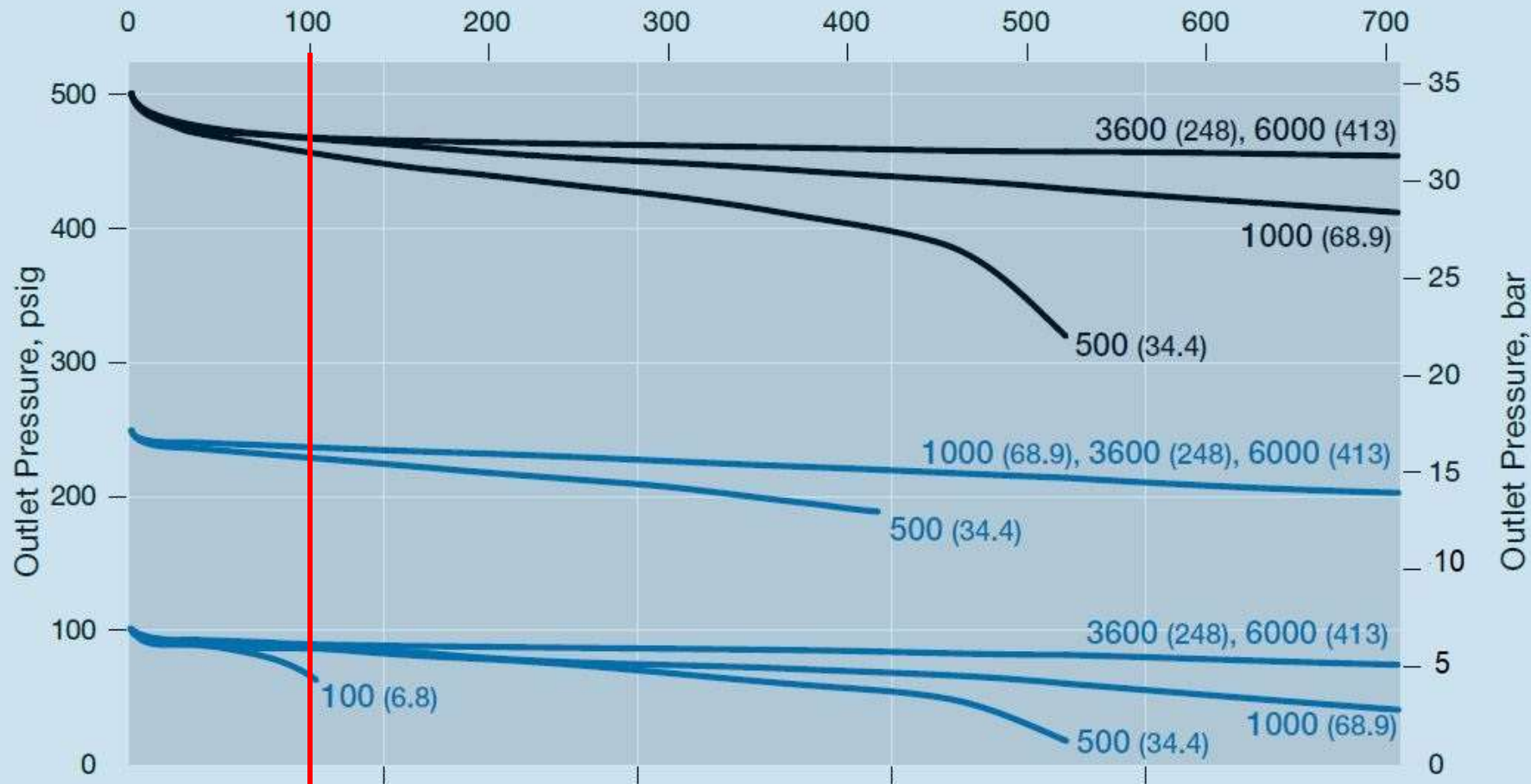
Wie arbeite ich mit Flow Kurven? Umrechnung auf eine andere Gasart

Swagelok

Detail A

372

Nitrogen Flow, std L/min



Wasserstoff

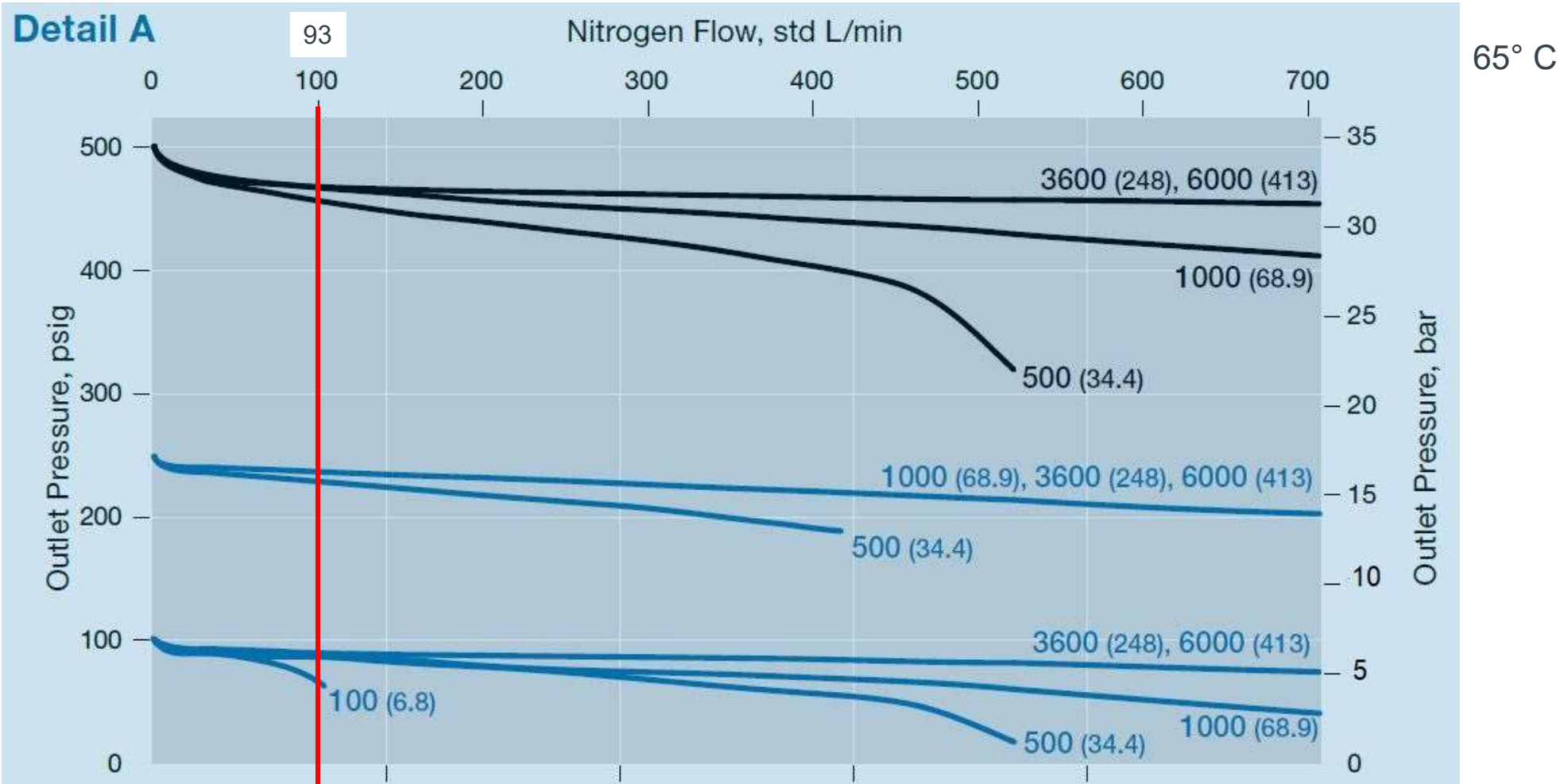
Wie arbeite ich mit Flow Kurven?

Berücksichtigung der Medientemperatur

Temperature °F	Temperature °C	Temperature Correction Factor
-40	-40	1.12
-20	-28	1.10
0	-17	1.07
20	-6	1.05
70	20	1.00
100	37	0.97
150	65	0.93
212	100	0.89
250	121	0.86
300	148	0.84
350	176	0.81
400	204	0.78

Wie arbeite ich mit Flow Kurven? Berücksichtigung der Medientemperatur

Swagelok



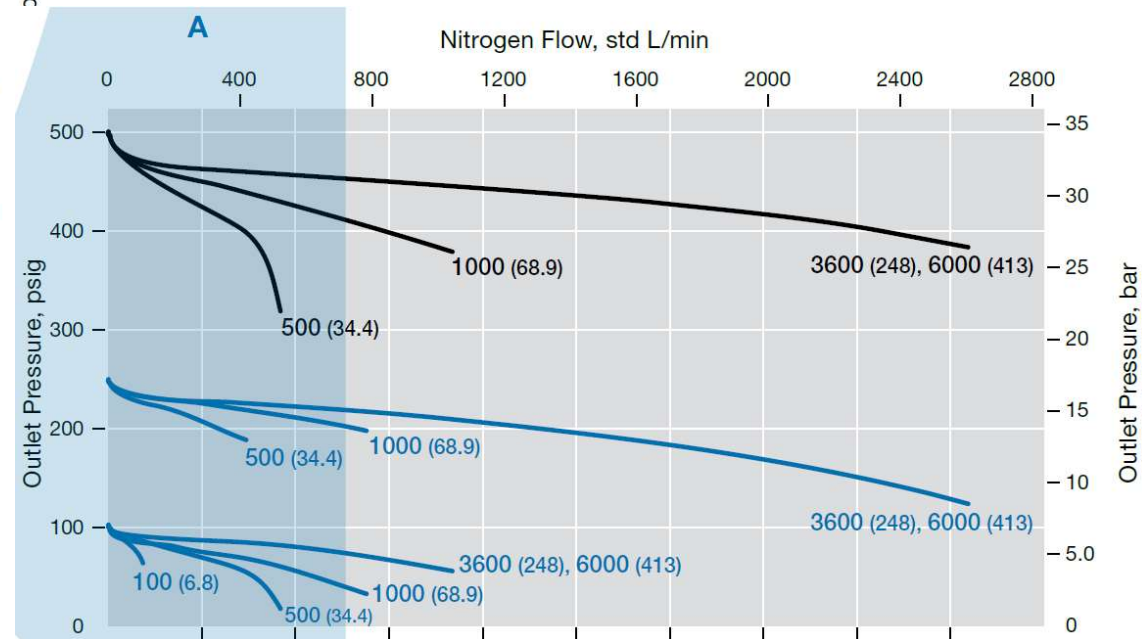
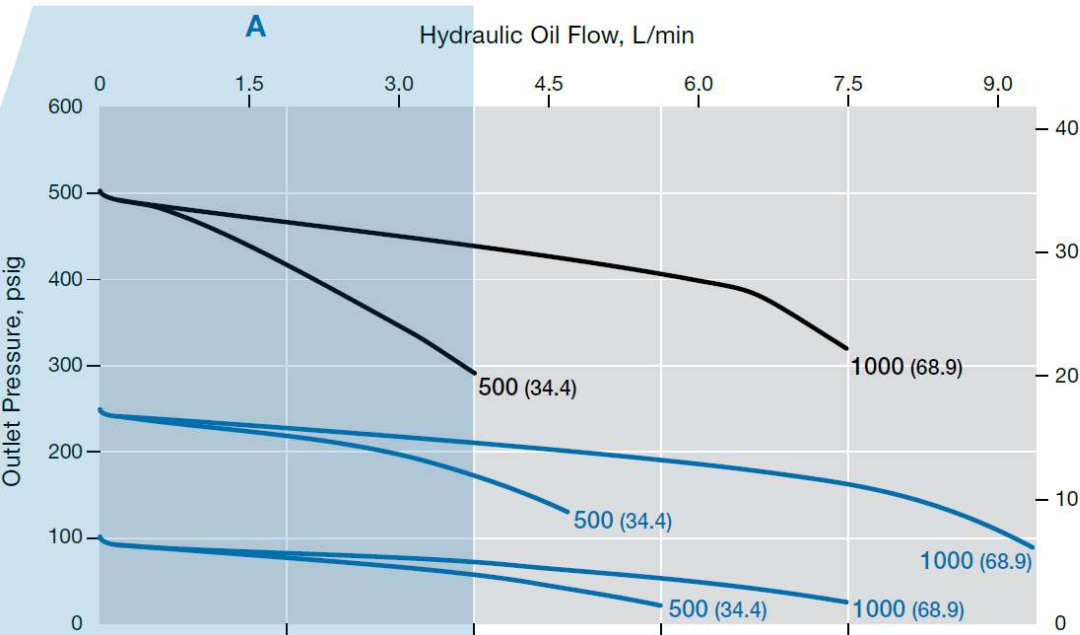
Wie arbeite ich mit Flow Kurven? Flüssige Medien

Swagelok

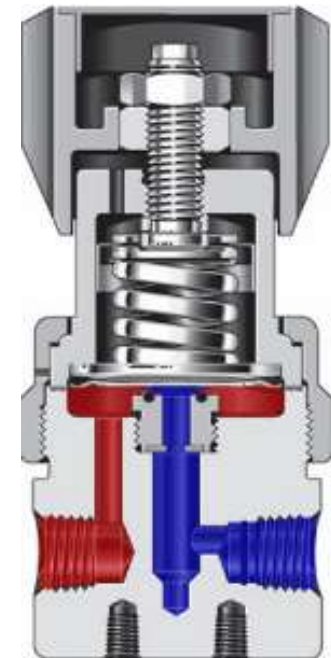
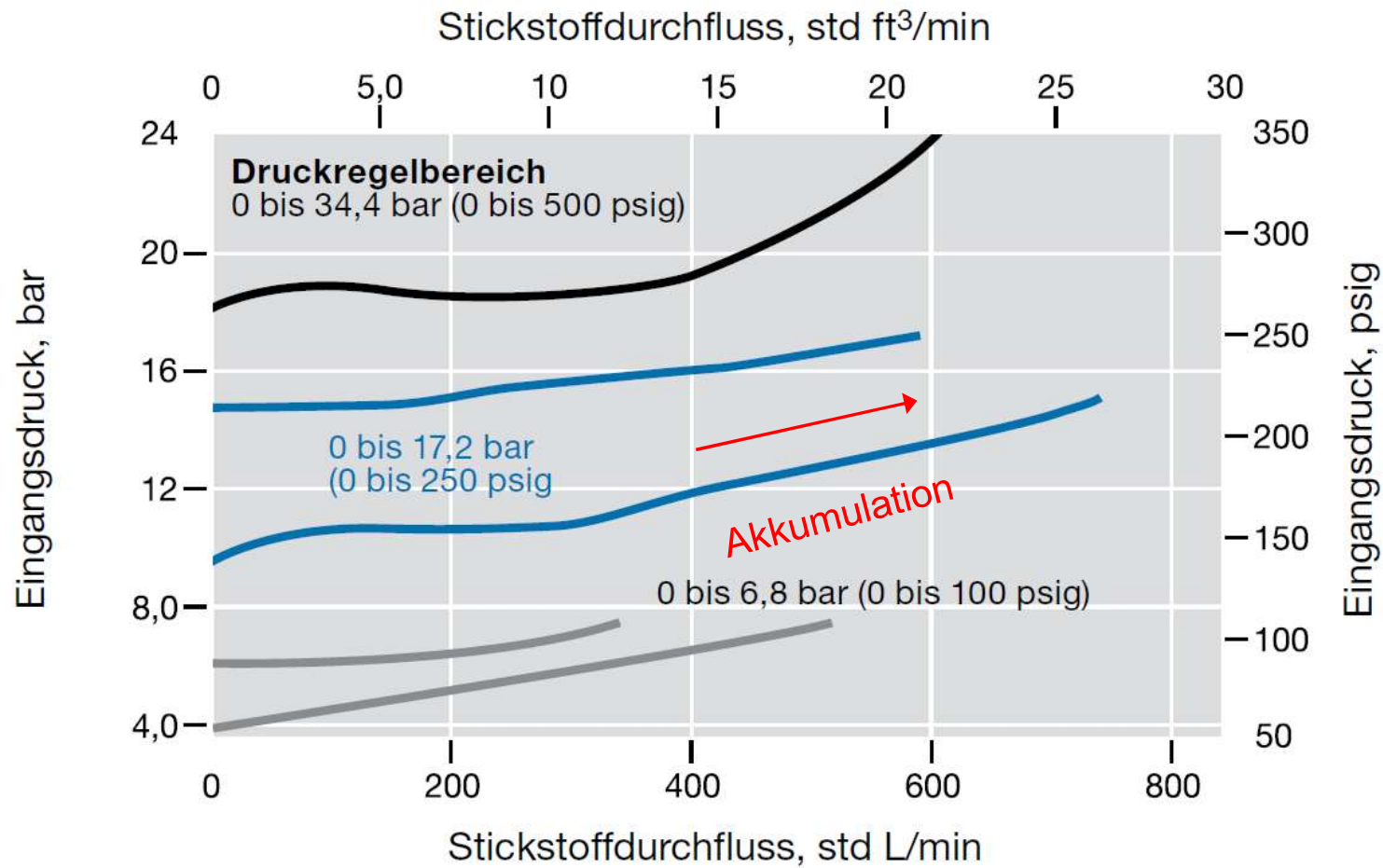
Identische Vorgehensweise, andere Faktoren

Für Flüssigkeiten geeignete Druckregler
haben auch Flowkurven für Flüssigkeiten!

Wie arbeite ich mit Flow Kurven? Flüssige Medien



Flowkurve Vordruckregler



Was ist SPE?

- SPE bedeutet: Supply Pressure Effect (Versorgungsdruckeffekt)
- Einfluss des Eingangsdrucks auf den Regeldruck

Allgemein einsetzbare Druckreduzierregler mit Membransteuerung (Serie KPR)

Regler der Serie KPR sind kompakte Regler mit hoher Genauigkeit, Empfindlichkeit und Konstanz des eingestellten Drucks.

Besondere Merkmale

- Gewellte, nicht perforierte Membrane
- Metall auf Metall Membrandichtung
- Geringes Innenvolumen
- Zweiteilige Kappenausführung sorgt für lineare Belastung der Membrandichtung
- Doppelgaze-Filter für hohen Durchfluss in Eingangsanschlüssen

Technische Daten

Maximaler Eingangsdruck

- 248 bar (3600 psig)
- 413 bar (6000 psig) mit PEEK-Sitz

Druckregelbereich

- 0 bis 0,68 bar (10 psig) bis 0 bis 34,4 bar (500 psig)

Durchflusskoeffizient (C_v)

- 0,06 und 0,20

Siehe Fließdiagramme auf Seite 884.

- 0,02 und 0,50 sind ebenfalls erhältlich

Versorgungsdruckeffekt

Durchflusskoeffizient (C_v)	Druckregelbereich	
	Bis 6,8 bar (100 psig)	17,2 bar (250 psig) und höher
	Versorgungsdruckeffekt, %	
0,02	0,3	0,5
0,06	1,0	1,5
0,20	1,7	2,5
0,50	2,3	3,3

Maximale Arbeitstemperatur

- 80°C (176°F) mit PCTFE-Sitz
- 200°C (392°F) mit PEEK-Sitz
- 100°C (212°F) mit PEEK-Sitz und maximalen Eingangsdrücken über 248 bar (3600 psig)

Gewicht

- 1,1 kg (2,4 lb)

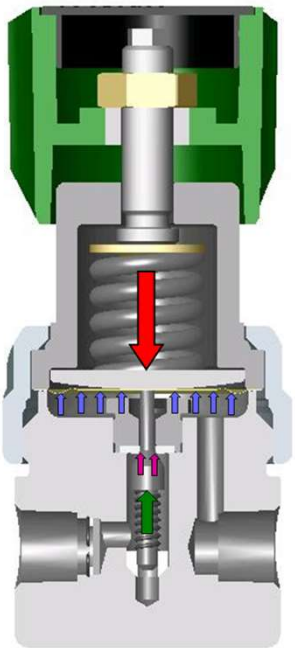
Anschlüsse

- 1/4 Zoll NPT Innengewinde Ein- und Ausgang und Manometeranschlüsse (alle Gehäusematerialien)
- 1/4 Zoll Rohrstumpfschweiß- und Manometeranschlüsse (nur bei Körpermaterial Edelstahl 316)
- 1/4 Zoll VCR® Ein- und Ausgang und Manometeranschlüsse (Gehäusematerial nur Edelstahl 316)



Was ist SPE?

- SPE bedeutet: Supply Pressure Effect
- Einfluss des Eingangsdrucks auf den Regeldruck



F1 = Spring Force

F2 = Poppet Spring Force

F3 = Outlet Pressure Force

F4 = Inlet Pressure Force

Frage:

Was passiert mit dem Druck am Ausgang (resultierend aus der Kraft **F3**), wenn der Druck am Eingang (und somit die Kraft **F4**) sinkt?

**Wenn der Eingangsdruck sinkt,
steigt der Ausgangsdruck!**

Was ist SPE?

Versorgungsdruckeffekte im Vergleich

Swagelok

Durchfluss- koeffizient (C_v)	Druckregelbereich	
	Bis 17,2 bar (250 psig)	34,4 bar (500 psig) und höher
	Versorgungsdruckeffekt, %	
0,02	0,4	2,6
0,06	1,3	8,6
0,20	2,1	14,5
0,50	3,0	22,6



Was ist SPE?

Versorgungsdruckeffekte im Vergleich

Swagelok

Durchfluss- koeffizient (C_v)	Druckregelbereich	
	Bis 6,8 bar (100 psig)	17,2 bar (250 psig) und höher
	Versorgungsdruckeffekt, %	
0,02	0,1	0,2
0,06	0,4	0,6
0,20	0,7	0,9
0,50	1,0	1,4



Was ist SPE?

Verringern der Versorgungsdruckeffektes

Swagelok

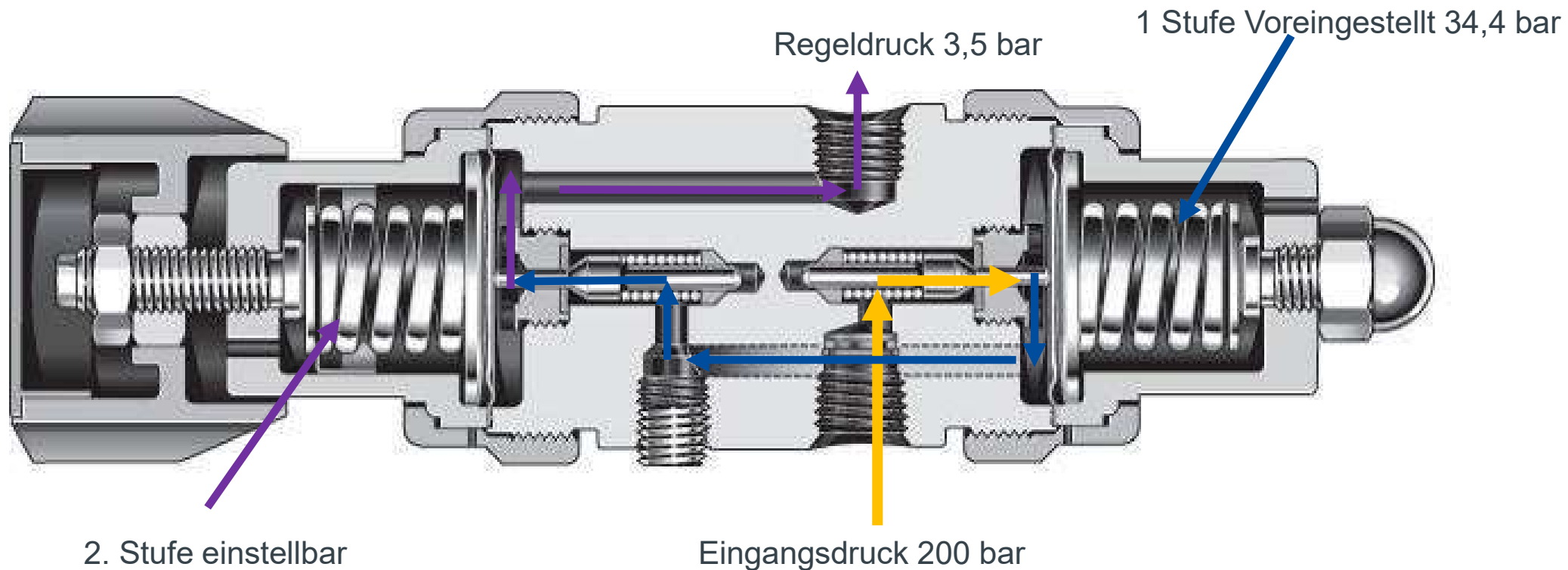
- Wie kann der SPE verringert werden?
 1. zweistufiger Druckregler (oder 2 Druckregler in Reihe)
 2. druckentlasteter Ventilkegel

Was ist SPE?

Verringern der Versorgungsdruckeffektes

Swagelok

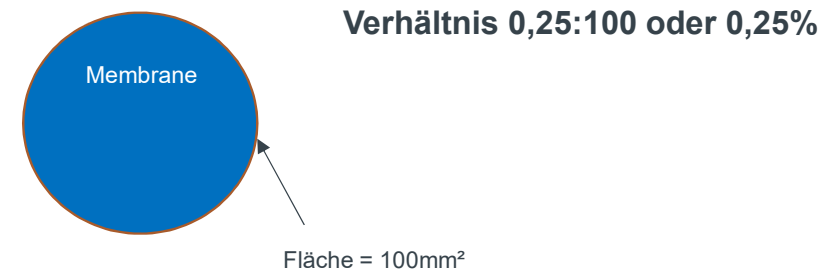
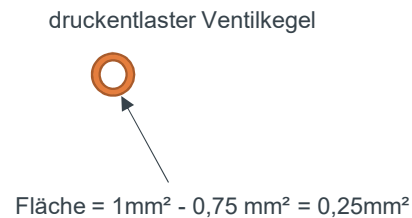
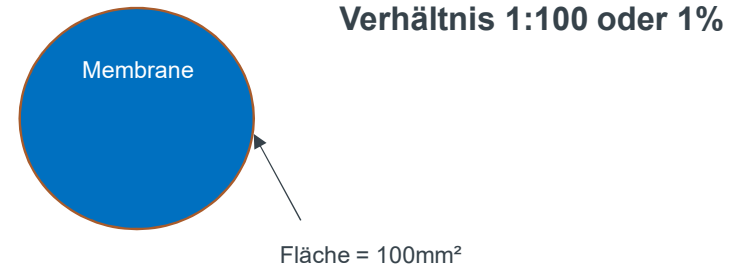
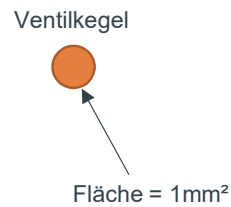
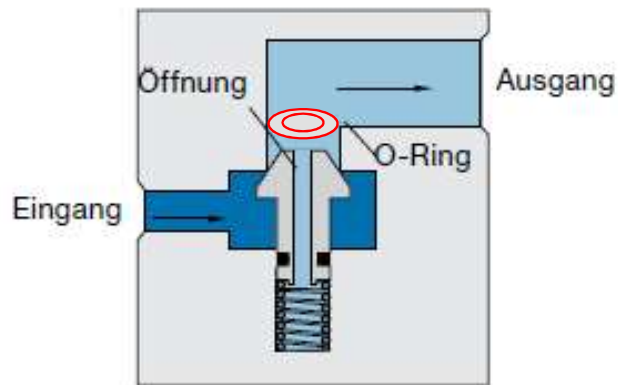
- Durch einen zweistufigen Druckregler.



Was ist SPE?

Verringern der Versorgungsdruckeffektes

- druckentlasteter Ventilkegel



Haben Sie Fragen?

Swagelok



