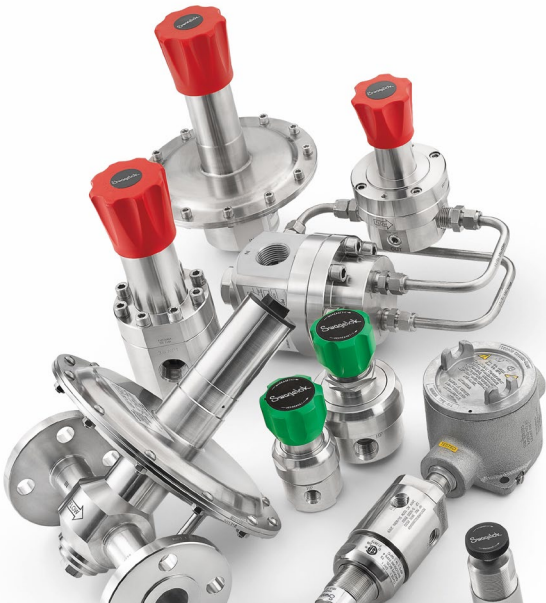


Skript:

In 5 Schritten zum richtigen Druckregler: Darauf kommt es an

Swagelok®



Ihr Swagelok Experte



Wouter Pronk

Senior Field Engineer und Druckregler

1993 bis 2010 – Vertriebsleiter bei RHPS

Ab 2010 – Field Engineer bei Swagelok Corporate

Spezialgebiet

Druckregler und Analysentechnik



Agenda | In 5 Schritten zum richtigen Druckregler

Schritt 1

Die richtigen Prozessinformationen:
Drücke, Temperaturen, Durchfluss- und Materialverträglichkeit

Schritt 2

Was soll kontrolliert werden?
Vor- oder Ausgangsdruck

Schritt 3

Realisiertes natürliches Verhalten / Leistung eines Reglers:
Lock-up, Versorgungsdruckeffekt und Regeldifferenz (Droop)

Schritt 4

Den richtigen Druckregler auswählen:
Federbelastet versus Dome belastet und/oder eine Mischung aus beidem

Schritt 5

Fehlerbehebung und Best Practice
Filtrations- und Sicherheitsventile.



Schritt 1 | Prozessinformationen

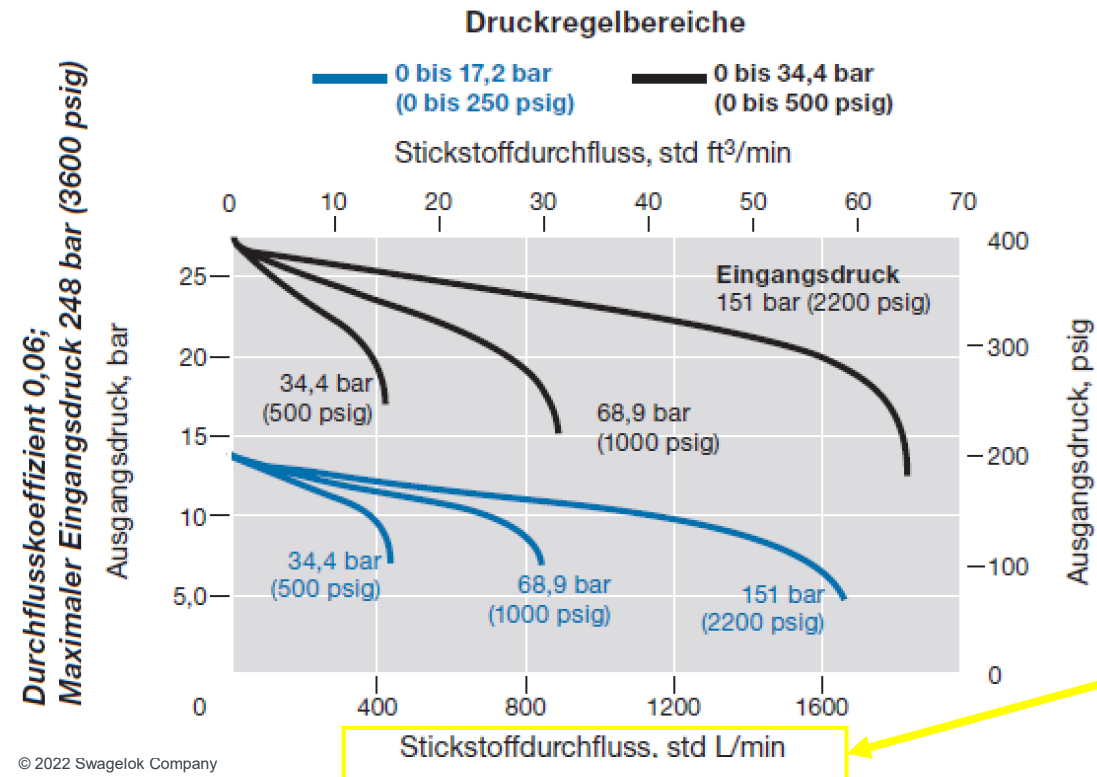


- **Medien**
- **Druck**
- **Durchfluss**
- **Temperaturen**
- **Materialverträglichkeit**

Schritt 1 | Medien

Handelt es sich um eine Flüssigkeit oder ein Gas?

ACHTUNG: Bei Gas müssen wir berücksichtigen, dass ein Druckregler mehr Durchfluss eines Gases mit geringer Dichte bewältigen kann als ein Gas mit einer höheren Dichte.



Gas	Korrekturfaktor für die spezifische Dichte
Luft	0,98
Ammoniak	1,28
Argon	0,84
Arsenwasserstoff	0,60
Kohlendioxid	0,80
Helium	2,65
Wasserstoff	3,72
Chlorwasserstoff	0,87
Sauerstoff	0,94
Silan	0,93

Schritt 1 | Drücke

Eingangsdruck

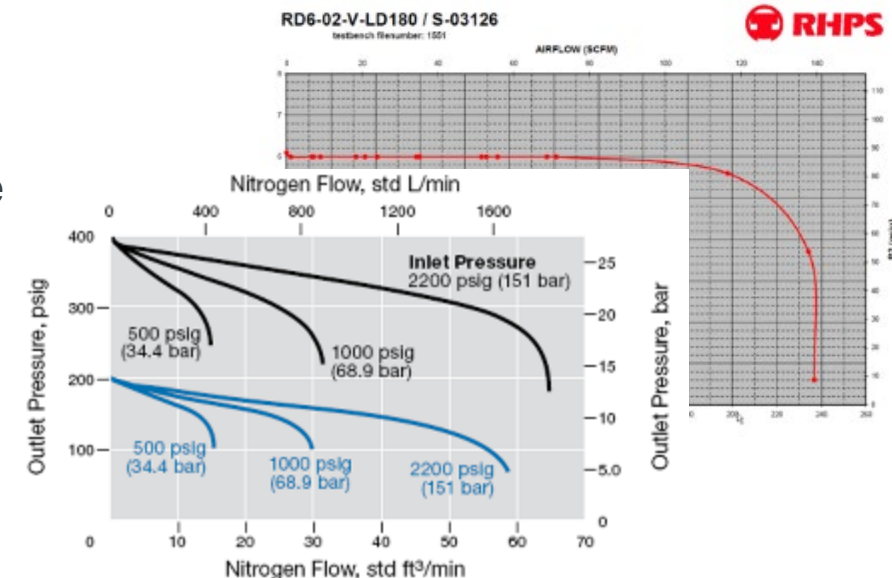
WICHTIG: Maximaler und minimalen **Eingangsdruck** des Reglers
Der Druck eines Zylinders beginnt bei 200 bar und kann auf 20 bar sinken.
(dies, um einen Versorgungsdruckeffekt zu vermeiden)

Ausgangsdruck

Wie hoch ist der Ausgangsdruck, wichtig zur Auswahl der richtigen Membrangröße
Bezieht sich der Ausgangsdruck auf die Durchflusskapazität, die wir benötigen.
Ist die Erwartung, dass der Ausgangsdruck bei einem minimalen, normalen und maximalen Durchfluss gleich ist?

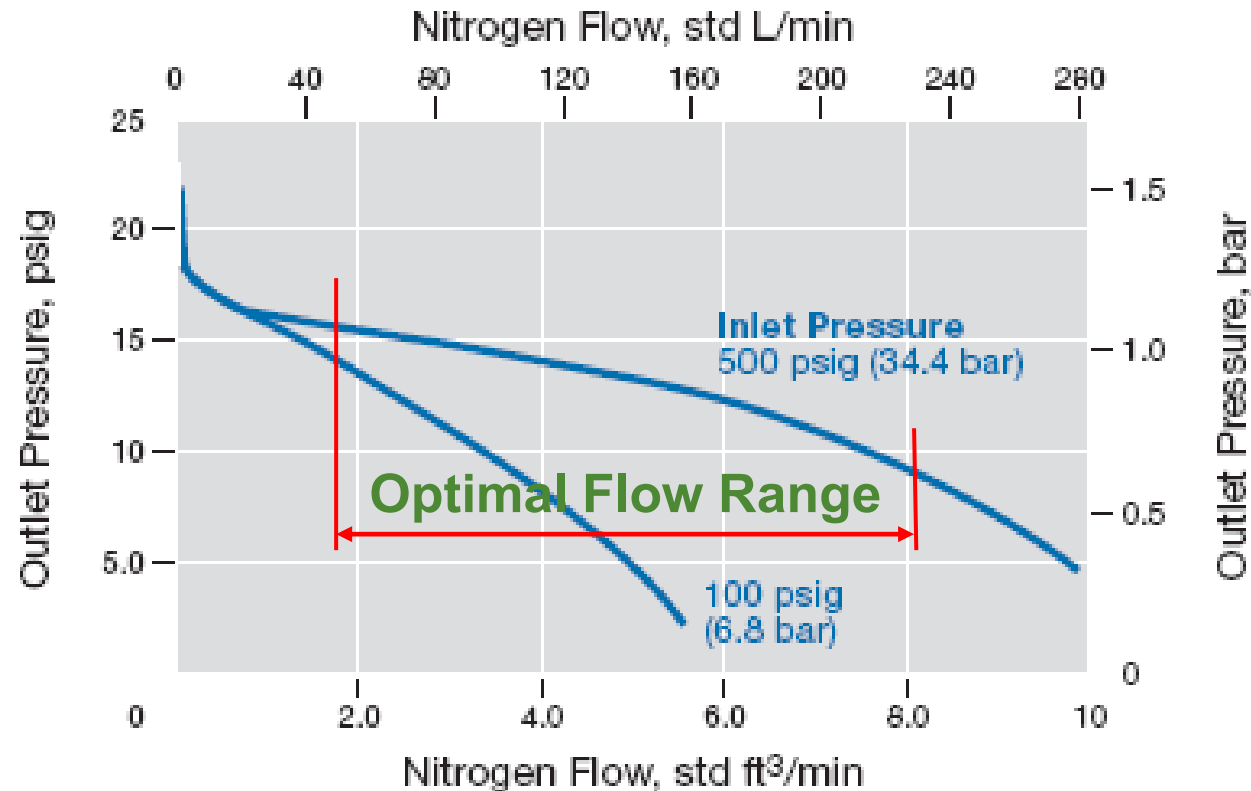
Gasdurchfluss

Informationen sind vorzugsweise in Std. L / Minute, Nm³ / Stunde oder SCF / Minute.
Mit Flüssigkeiten in Litern pro Minute.



Schritt 1 | Optimaler Durchflussbereich

Der Teil der Strömungskurve, in dem ein Regler die beste Leistung erzielt.



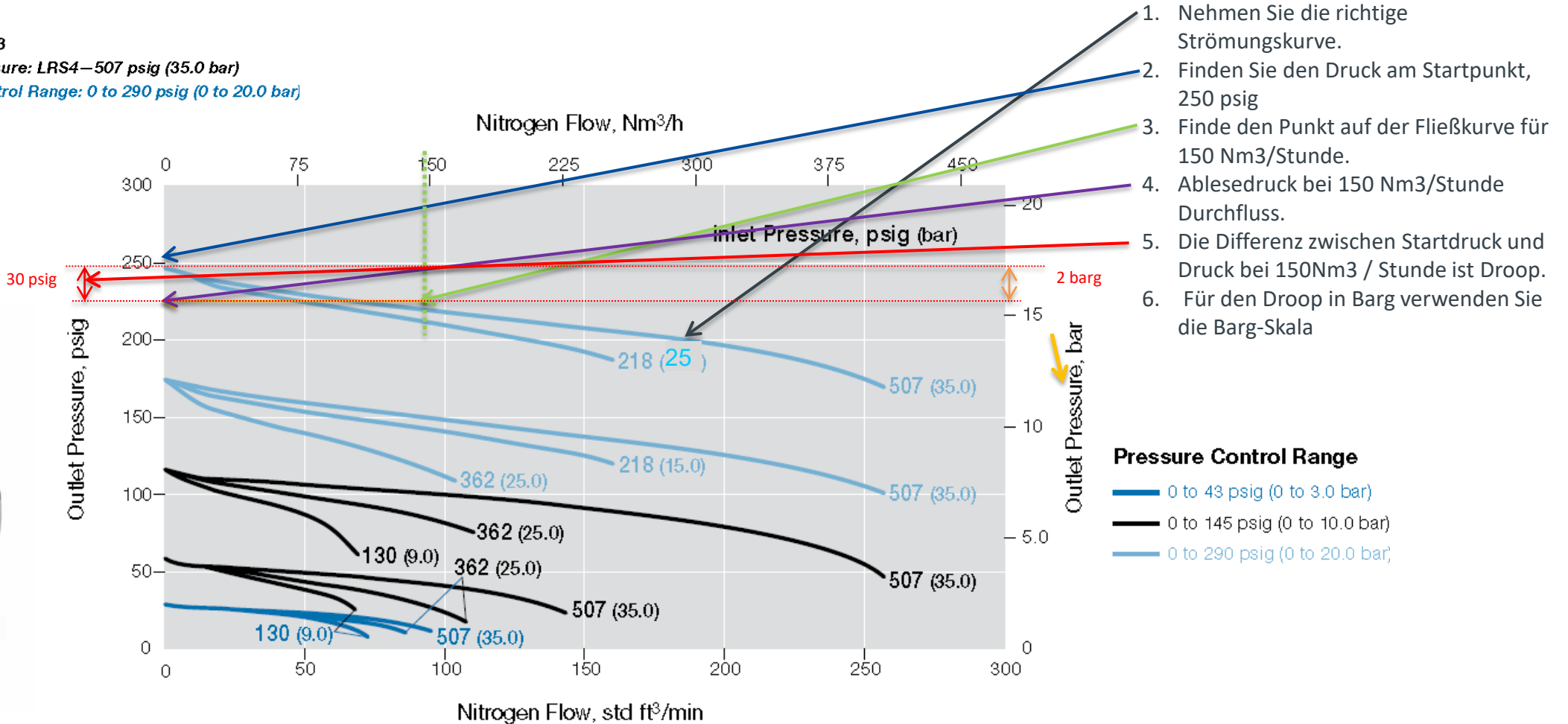
Strömungskurve des LRS4-Reglers

LRS4 Series

Flow Coefficient: 0.73

Maximum Inlet Pressure: LRS4—507 psig (35.0 bar)

Outlet Pressure Control Range: 0 to 290 psig (0 to 20.0 bar)



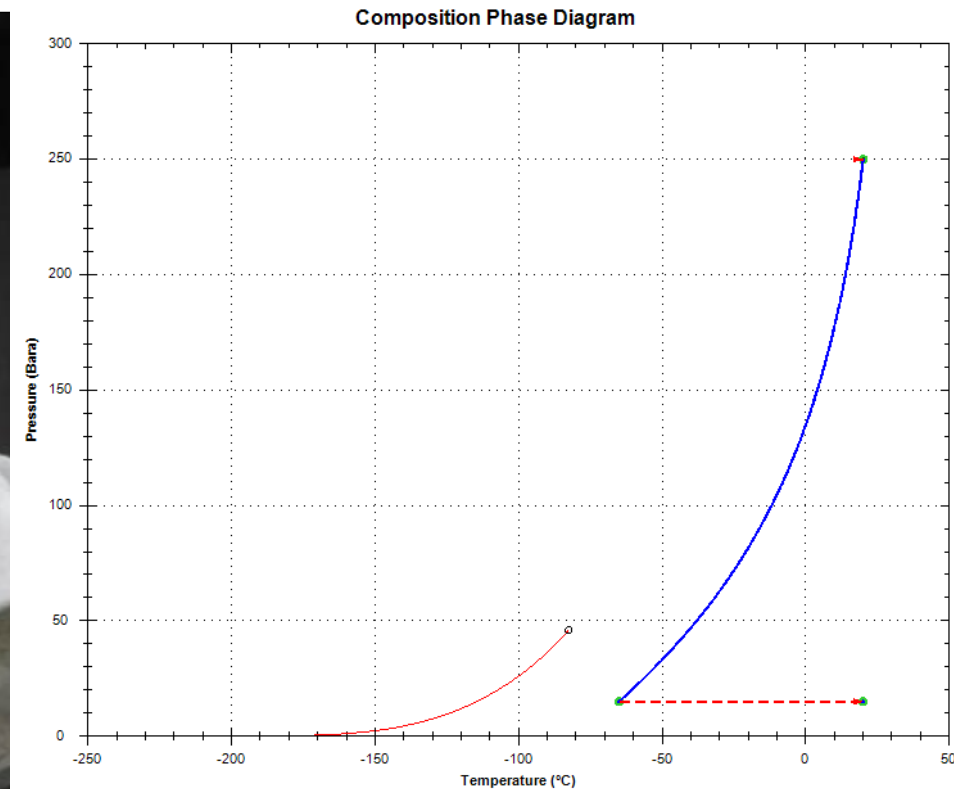
Beispiel:

Was ist Druckabfall (Droop und Lockup) für LRS4, wenn der Durchfluss von 0 auf 150 Nm³ / Stunde ansteigt?

Sollwert 16,9 barg / 250psig in statischer Situation, Eingangsdruck 35 psig.

Schritt 1 | Temperaturen und Joule-Thomson-Effekt

Die Temperatur eines Hochdruckgases kann aufgrund des Druckabfalls sinken.



Disclaimer: This calculation tool uses the NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties Database REFPROP v10. Whilst every effort has been made by NIST to provide the most accurate equations of state and mixture models, slight differences and approximation errors will exist. It is the end user's responsibility to verify the suitability of any product selection based on the results of this tool.

Swagelok

Zum Beispiel:

260 bar Methan reduziert
bis 20 bar

Temperaturabfall von
+20° C (65 ° F) auf
- 65° C (68 ° F)

Dies kann durch Erhitzen des
Gases kompensiert werden.

Schritt 1 | Materialverträglichkeit

Alle **Elastomer- und Polymermaterialien** sind am besten kompatibel mit:

- Temperatur
- Flüssig
- Druck
- Prozessbedingungen (Erosion und Kavitation bei flüssiger Anwendung)



ACHTUNG:
 Leider übermitteln die meisten Lieferanten Informationen nur zu Umgebungsbedingungen. Materialien müssen unter allen möglichen Bedingungen getestet und spezifiziert werden.

Pressure-Temperature Ratings

Seal Material	Temperature Range °F (°C)	Material Designator
Fluorocarbon FKM	5 to 176 (-15 to 80)	V
Standard Nitrile	-4 to 176 (-20 to 80)	N
Low-Temp Nitrile	-49 to 176 (-45 to 80)	L
EPDM	-4 to 176 (-20 to 80)	E
FFKM	14 to 176 (-10 to 80)	F

Seat Material	PCTFE	PEEK	Fluorocarbon FKM, Nitrile, EPDM, FFKM
Temperature °F (°C)	Maximum Inlet Pressure / Working Pressure psig (bar)		
-49 to -40 (-45 to -40)	—	—	1015 (70.0)
-40 to -4 (-40 to -20)	5800 (400)	5800 (400)	
95 (35)		10 150 (700)	
149 (65)	3987 (275)		
176 (80)	1812 (125)		

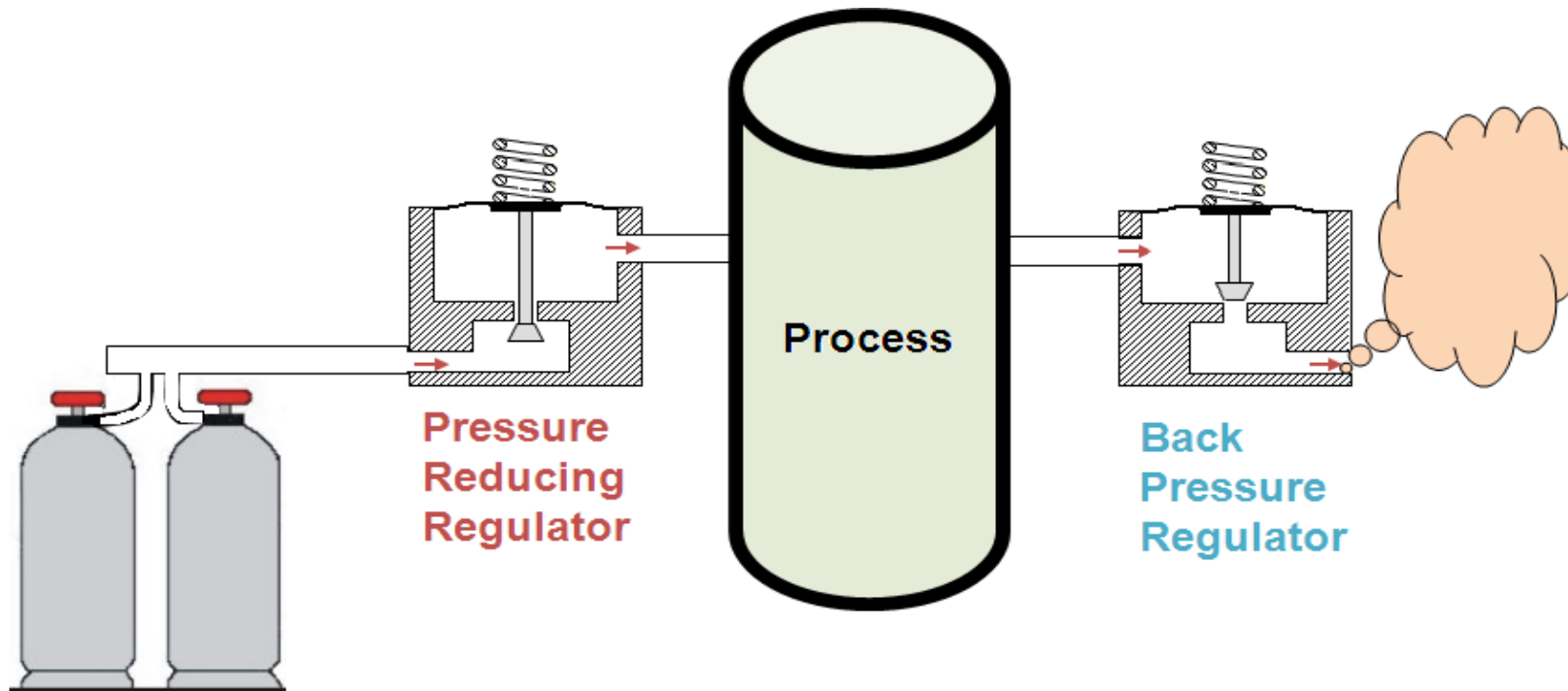
Schritt 2 | Vor- oder Ausgangsdruck

DRUCKMINDERUNGSREGLER

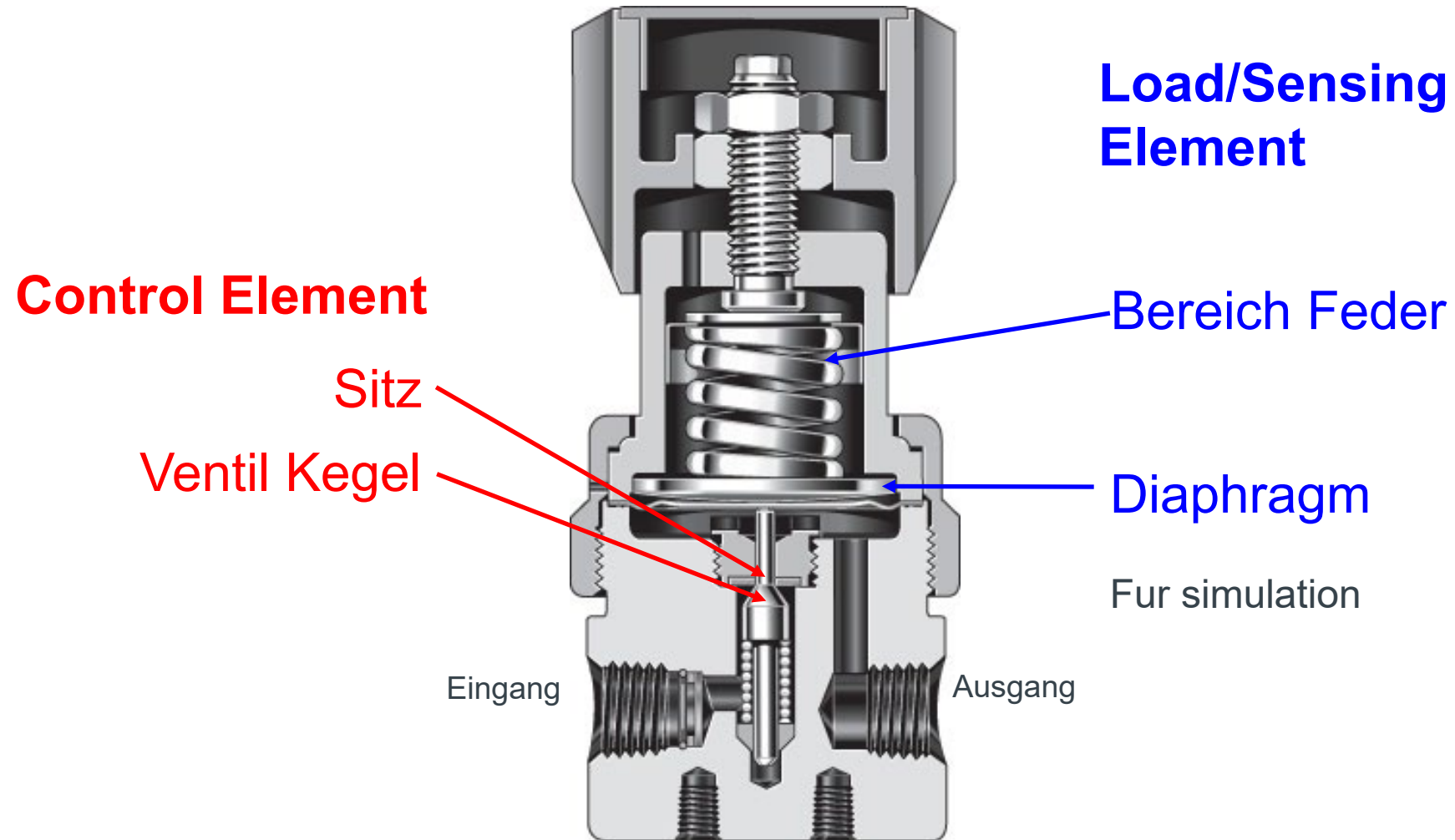
steuern den Druck auf den Prozess,
indem sie den Ausgangsdruck erfassen
– sie kontrollieren ihren eigenen
nachgeschalteten Druck

GEGENDRUCKREGLER

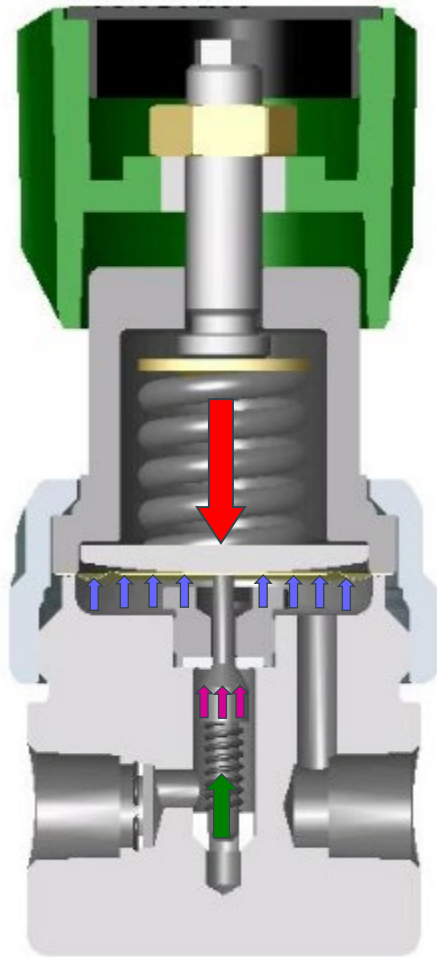
steuern den Druck aus dem Prozess,
indem sie den Eingangsdruck erfassen
– sie steuern ihren eigenen
vorgesetzten Druck



Schritt 2 | Druckminderer



Schritt 2 | Arbeitsprinzip – Gleichgewicht der Kräfte



F1 = Kraft von Einstellfeder

F2 = Kraft von Ventil Kegelfeder

F3 = Kraft Ausgangsdruck gegen Membrane

F4 = Kraft von Eingangsdruck gegen Ventil Kegel

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

Alle Kräfte müssen im Gleichgewicht sein

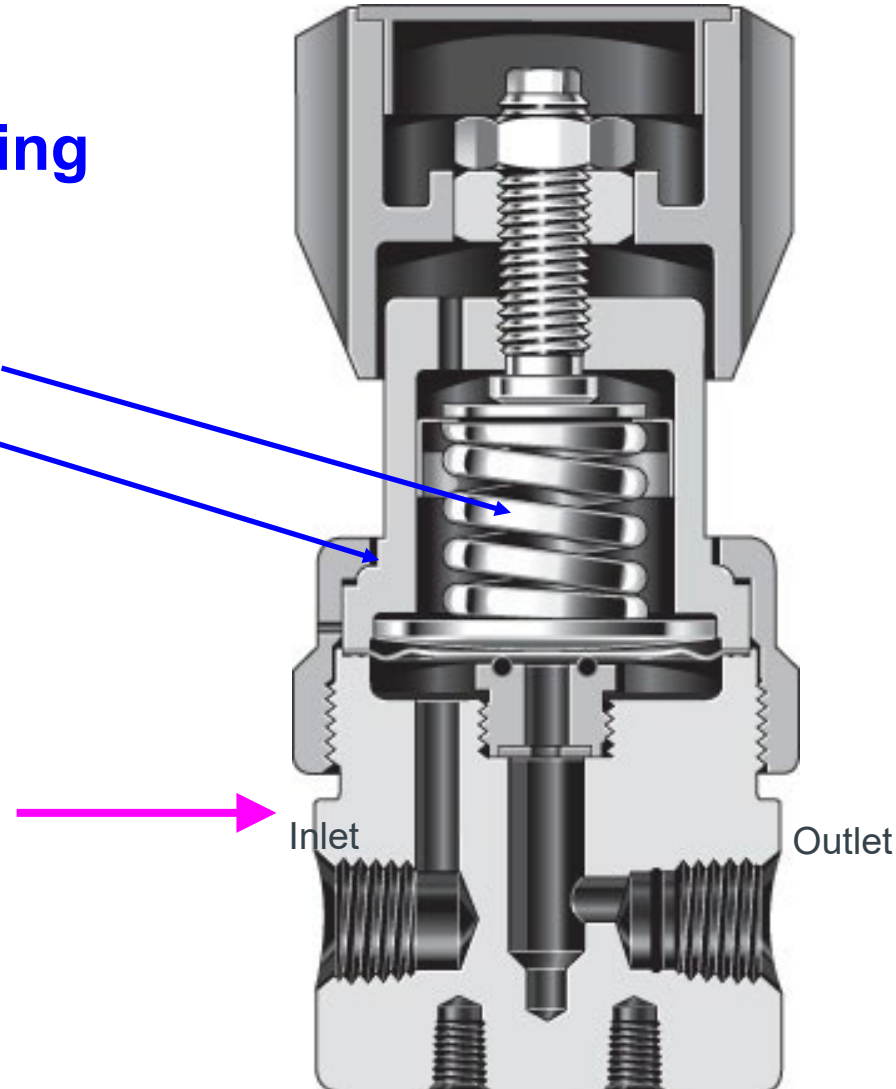
Schritt 2 | Überstrom-/Vordruckregler

Load/Sensing Element

Range Spring
Diaphragm

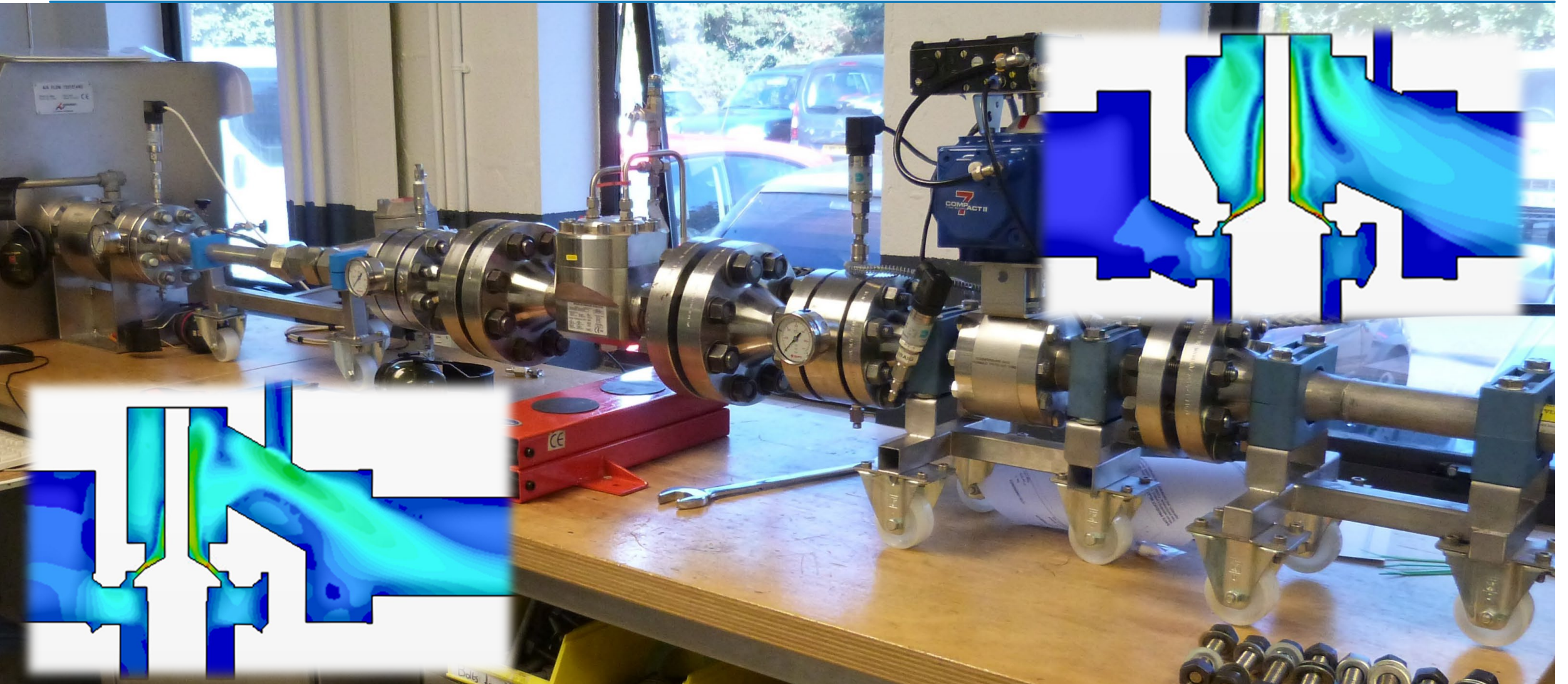
Wenn der **Eingangsdruck** kleiner als der eingestellte Druck ist, bleibt der Regler geschlossen

Wenn der Eingangsdruck den eingestellten Druck überschreitet, öffnet sich der Regler, um durch den Auslass zu entlüften



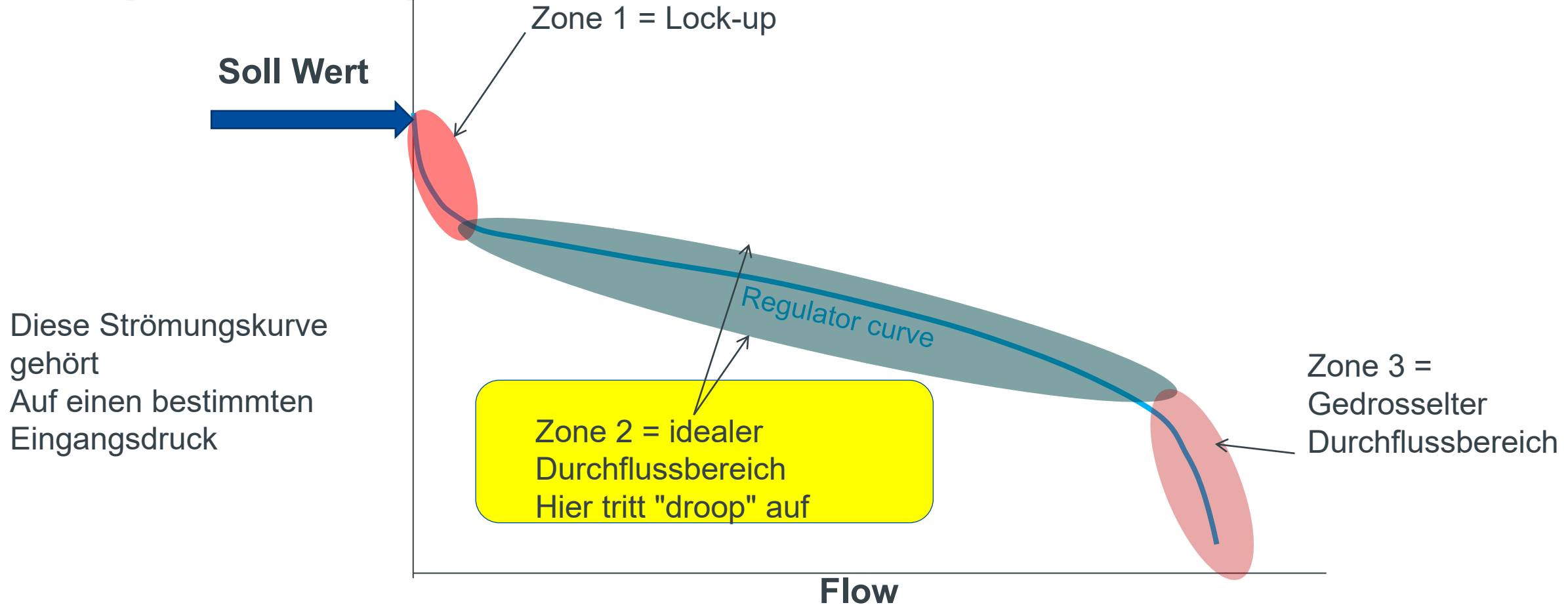
Schritt 3 | Leistung eines Reglers

Swagelok



Schritt 3 | Strömungskurven verstehen

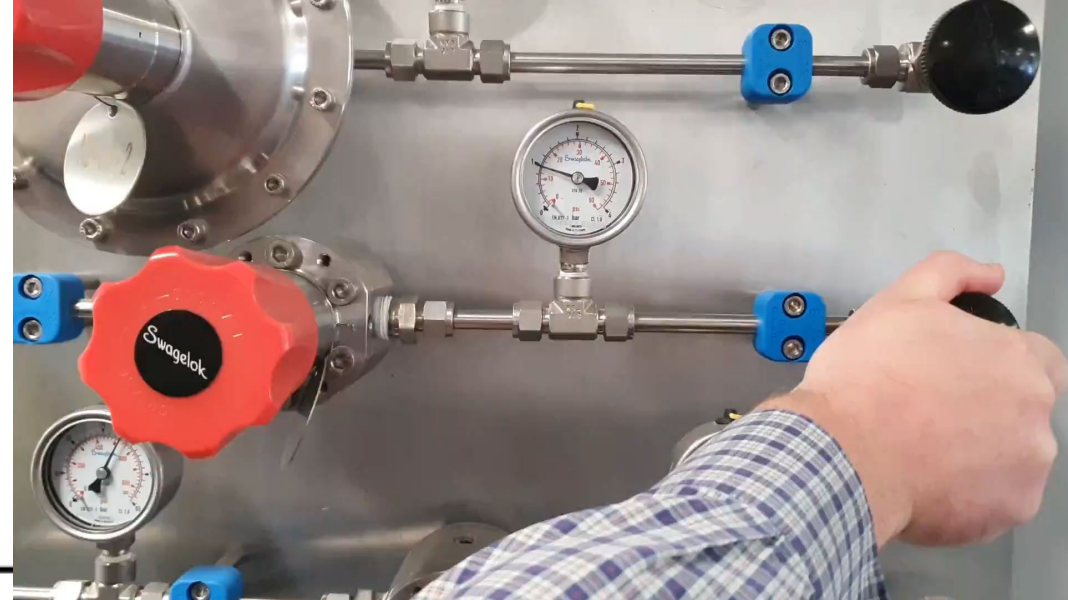
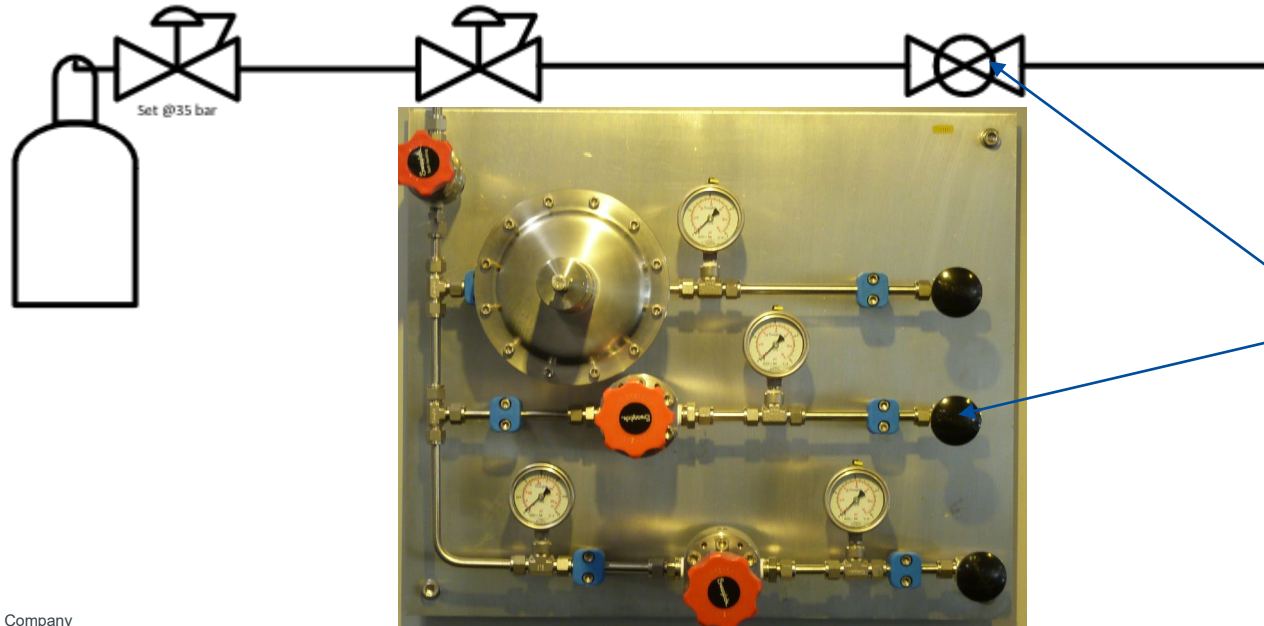
Lock-up und Droop



Schritt 3 | Lock-up

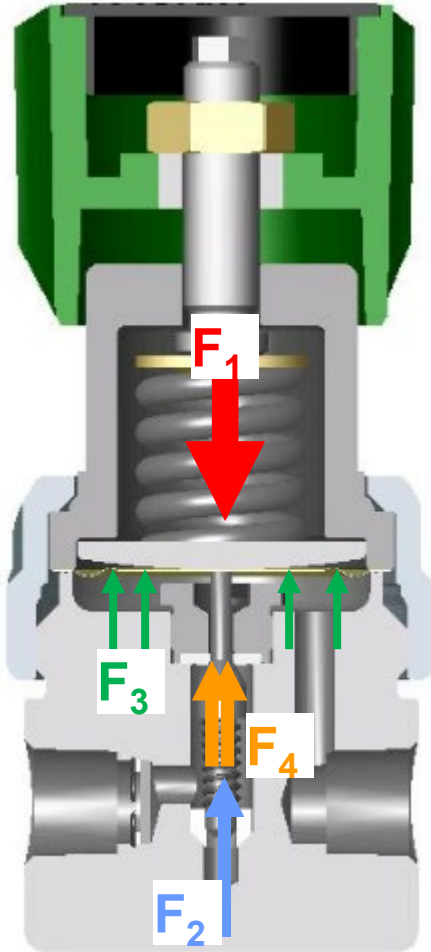
Konstanter
Eingangsdruck (35 bar)

Niedriger statischer
Ausgangsdruck (1bar)



Wenn wir Ventil A
öffnen, sinkt der
Ausgangsdruck von 1
bar auf 0,4 bar

Schritt 3 | Funktionsprinzip Kraft - Lock-up



Lock-up ist abhängig von:

F_2 = Kraft von Ventil Kegel Feder

und

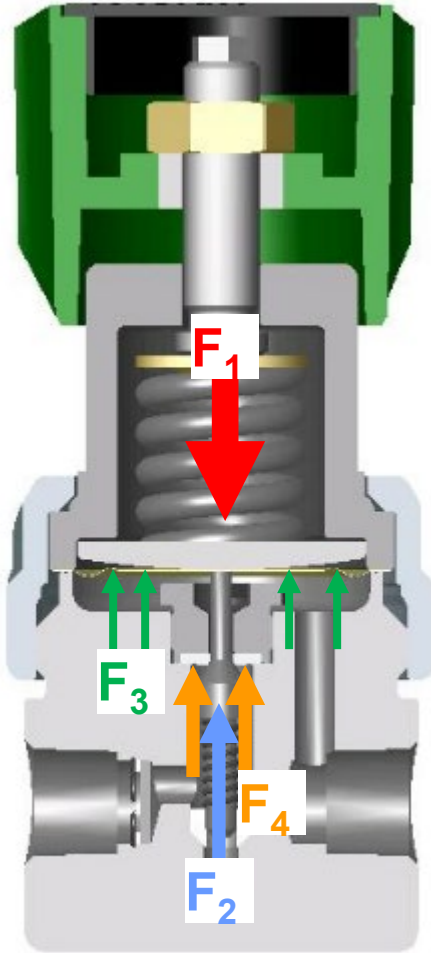
F_4 = Kraft von Eingangs Druck gegen Ventil Kegel

Je höher der Eingangsdruck, desto mehr Lock-up!!!

HINWEIS:

Auch die Größe der Membran und des Sitzmaterials beeinflusst die Lock-up.

Schritt 3 | Versorgungsdruckeffekt/Supply pressure effect



F_1 = Kraft von Einstell Feder

F_2 = Kraft von Ventil Kegel Feder

F_3 = Kraft Ausgangsdruck gegen Membrane

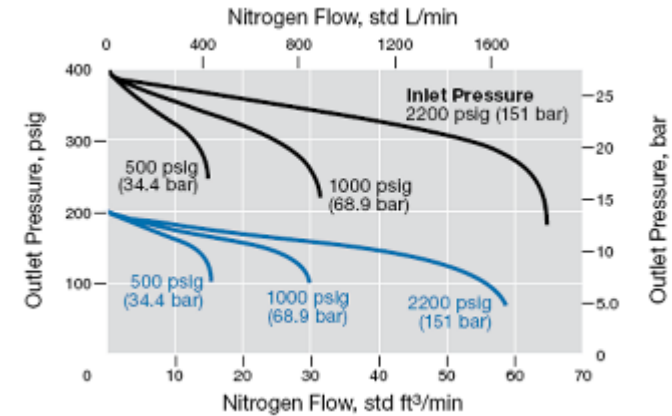
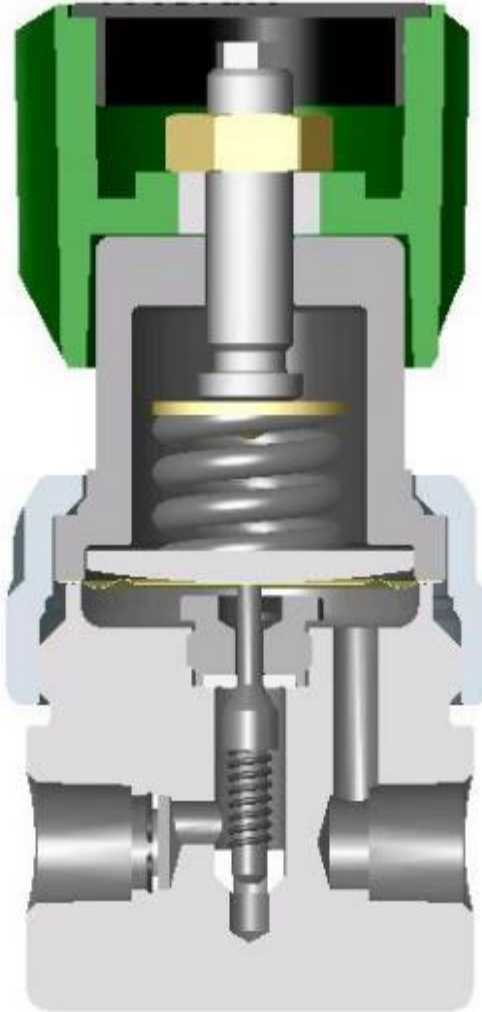
F_4 = Kraft von Eingangsdruck gegen Ventil Kegel

$$F_1 = F_2 + F_3 + F_4$$

Was passiert, wenn der eingangsdruck Druck abnimmt?

Schritt 3 | Erhöhung des Durchfluss und Droop

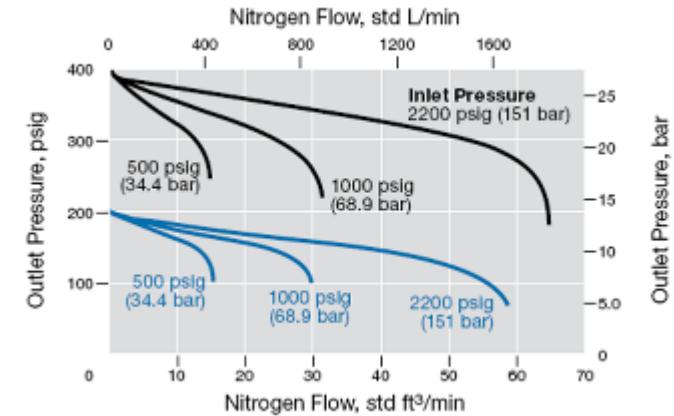
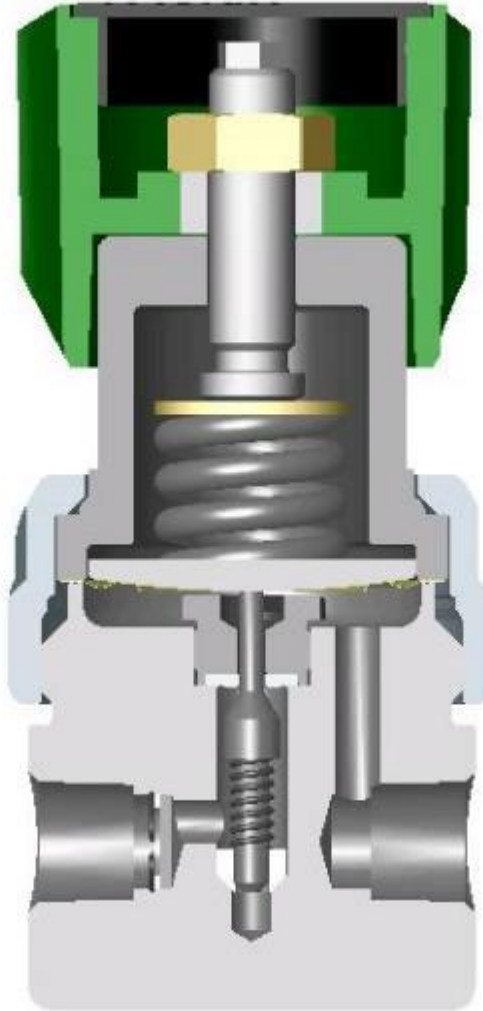
Beobachten Sie,
was mit den Komponenten
passiert!



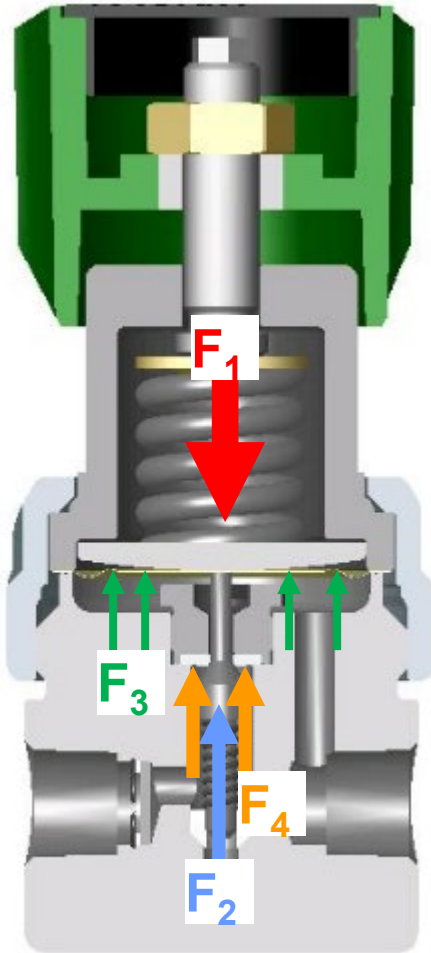
Schritt 3 | Erhöhung des Reglerdurchflusses

Beobachten Sie,
was mit den Komponenten
passiert!

Die Feder wird länger
und verliert an Kraft.



Schritt 3 | Versorgungsdruckeffekt/Supply pressure effect



F_1 = Kraft von Einstell Feder

F_2 = Kraft von Ventil Kegel Feder

F_3 = Kraft Ausgangsdruck gegen Membrane

F_4 = Kraft von Eingangdruck gegen Ventil Kegel

$$F_1 = F_2 + F_3 + F_4$$

Was passiert, wenn der eingangsdruck Druck abnimmt?

Schritt 3 | Droop und Druckbereich Stellfeder

Wählen Sie immer den Druckbereich, der zum Solldruck passt !!!

4 Körpermateri

- 1 = Edelstahl 316
- 2 = Messing CW721R
- 4 = Alloy 400
- 5 = Alloy C-276
- A = Edelstahl 316, ASTM G93 Stufe E gereinigt
- B = Messing, ASTM G93 Stufe E gereinigt
- C = Edelstahl 316, gereinigt gemäß SC-11
- D = Messing, gereinigt gemäß SC-11

5 Druckregelbereich

- C = 0 bis 0,68 bar (0 bis 10 psig)^①
- D = 0 bis 1,7 bar (0 bis 25 psig)^①
- E = 0 bis 3,4 bar (0 bis 50 psig)
- F = 0 bis 6,8 bar (0 bis 100 psig)
- G = 0 bis 17,2 bar (0 bis 250 psig)
- J = 0 bis 34,4 bar (0 bis 500 psig)

① Wählen Sie einen Durchflusskoeffizienten von 0.02 oder 0.06 wenn ihr maximaler Eingangsdruck 300 Bar (4351 psig) oder 413 bar (6000 psig) beträgt.

7 Anschlusskonfiguration

A, B, C, E, F, H, K, L, M, N

Siehe *Anschlusskonfigurationer* Seite 895.

8 Anschlüsse

4 = 1/4 Zoll NPT-Innengewinde

T = 1/4 Zoll { 0.035 Zoll

Stumpfschweißanschluss^①

V = 1/4 Zoll VCR-Stutzen, keine Muttern^{①②}

X = Drehbare VCR-Verschraubung 1/4 Zoll mit Innengewinde^①

Y = Drehbare VCR-Verschraubung 1/4 Zoll mit Außengewinde^①

① Bei A und F Anschlusskonfigurationen ist das Körpermateri nur in Edelstahl 316 erhältlich; es ist kein Filter enthalten. Nicht bei maximalen Eingangsdrücken über 248 bar (3600 psig) erhältlich. Nicht erhältlich als ASTM G93 Stufe E gereinigt.

② Zur Verwendung mit VCR Spannmuttern, die separat bestellt werden können. Siehe Swagelok Katalog VCR Verbindungen mit Metalledichtscheibe, MS-01-24DE.

Druckregler, Serie K



Quiz ???

Wir wollen einen KPR Druckminderer selektieren.

Ausgangsdruck von 6,5 barg.

Welchen eingestellten Druckbereich wählen wir?

E	0 – 3,4 bar
F	0 – 6,8 bar
G	0 – 17,2 bar
J	0 – 34,4 bar

Schritt 3 | Druckbereich-Feder und Regeldifferenz (Droop)

Wählen Sie immer den eingestellten Druckbereich nahe am eingestellten Druck.
 Wenn eine stärkere Feder gewählt wird,
 Wir werden mehr Droop sehen.
 Wählen Sie den Bereich 0- 6,8 bar bei
 eingestelltem Druck
 Ist 6,5 bar.

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
KPR	1	F	R	F	4	1	2	A	2

4 Body Material
 1 = 316 SS
 2 = Brass CW721R
 4 = Alloy 400
 5 = Alloy C-276
 A = 316 SS, ASTM G93 Level E-cleaned
 B = Brass, ASTM G93 Level E-cleaned
 C = 316 SS, SC-11-cleaned
 D = Brass, SC-11-cleaned

5 Pressure Control Range
 C = 0 to 10 psig (0 to 0.68 bar)^①
 D = 0 to 25 psig (0 to 1.7 bar)^①
 E = 0 to 50 psig (0 to 3.4 bar)
 F = 0 to 100 psig (0 to 6.8 bar)
 G = 0 to 250 psig (0 to 17.2 bar)
 J = 0 to 500 psig (0 to 34.4 bar)

^① Select 0.02 or 0.06 flow coefficient if maximum

7 Port Configuration
 A, B, C, E, F, H, K, L, M, N
 See *Port Configurations*, page 52.

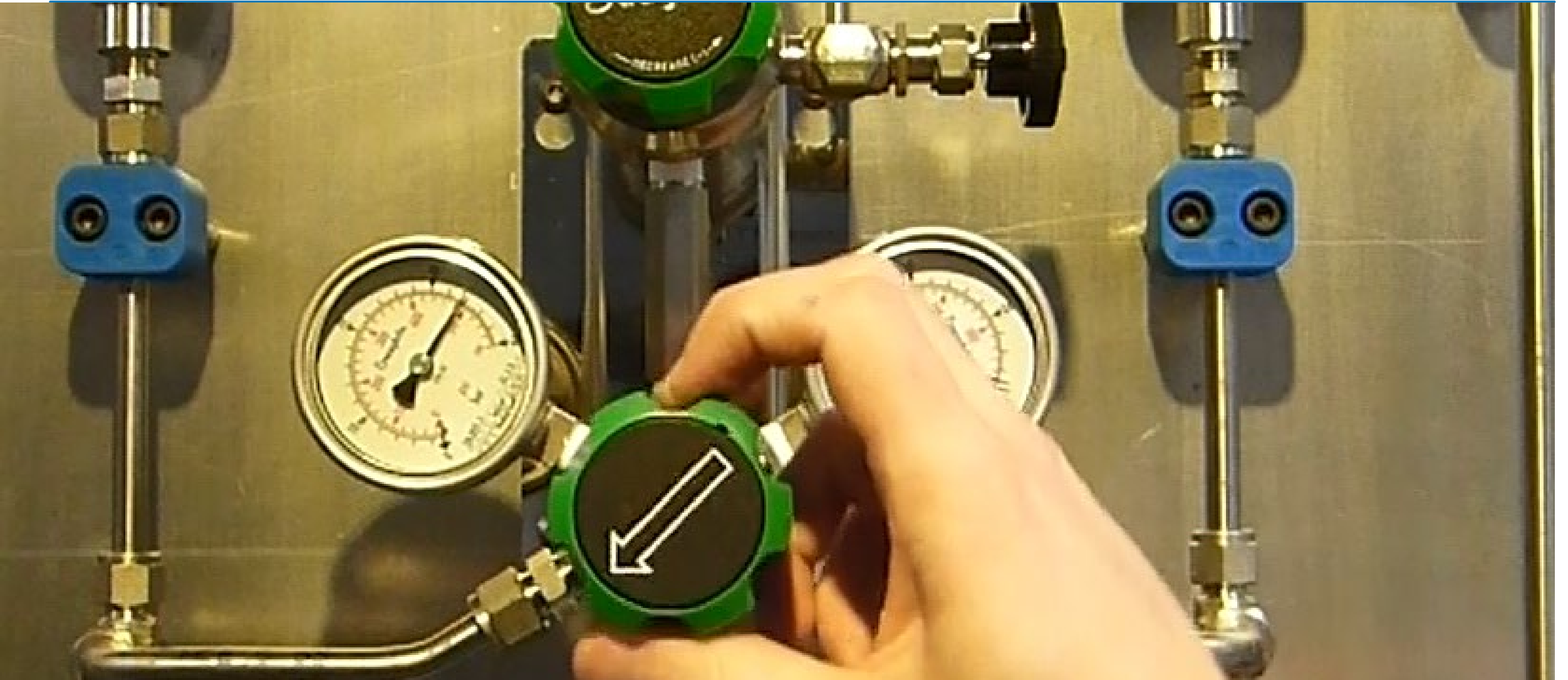
8 Ports
 4 = 1/4 in. female NPT
 T = 1/4 in. x 0.035 in. tube butt weld^②
 V = 1/4 in. VCR gland, no nuts^②
 X = 1/4 in. rotatable female VCR fitting^②
 Y = 1/4 in. rotatable male VCR fitting^②

^① Available only with 316 SS body material in A and F port configurations; does not contain a filter. Not available with maximum inlet pressure greater than 3600 psig (248 bar). Not available ASTM G93 Level E-cleaned.

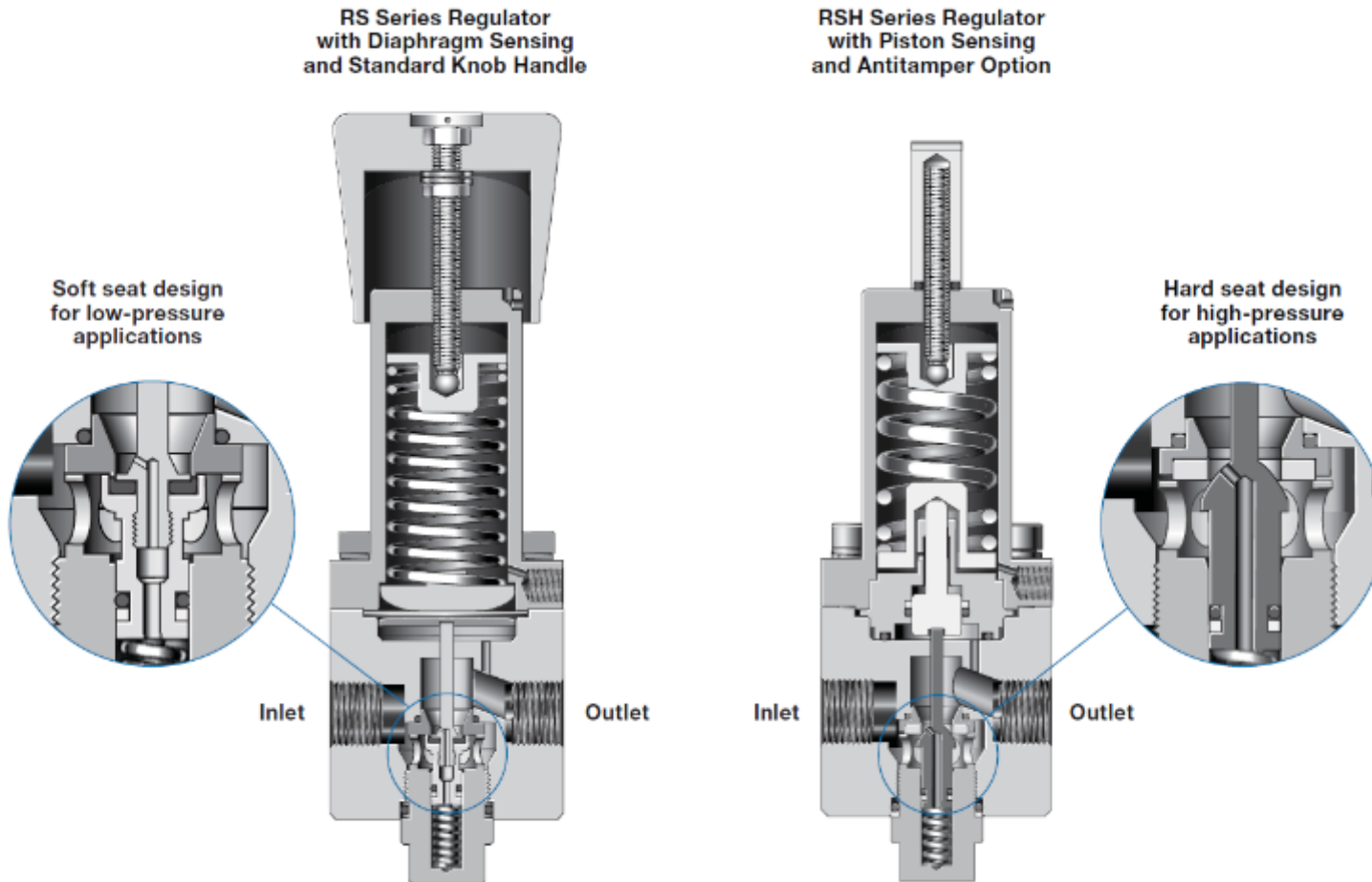
^② For use with VCR split-nuts, which can be ordered separately. Refer to Swagelok VCR Metal Gasket Face Seal Fittings catalog, MS-01-24.



Schritt 4 | Loading-Element



Schritt 4 | Kontroll Element – Membrane vs Kolben



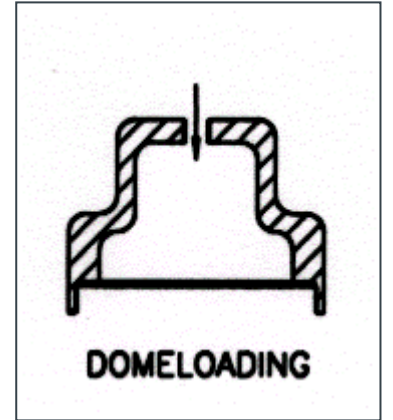
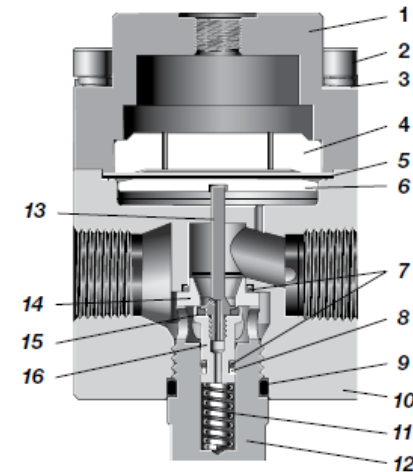
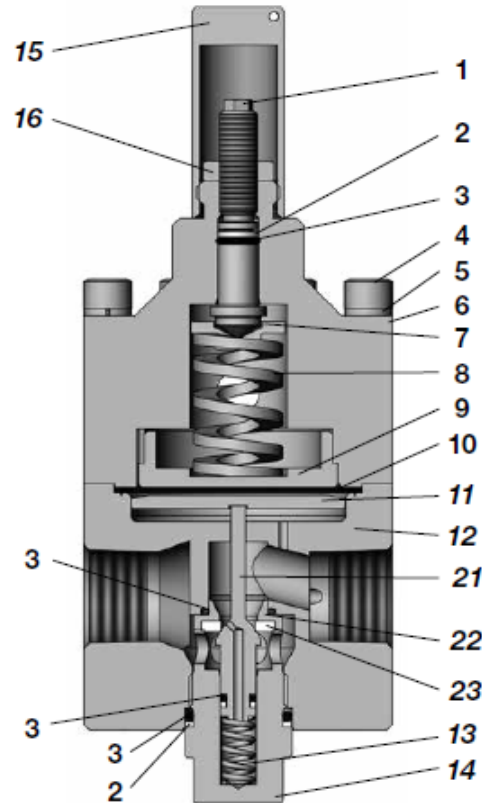
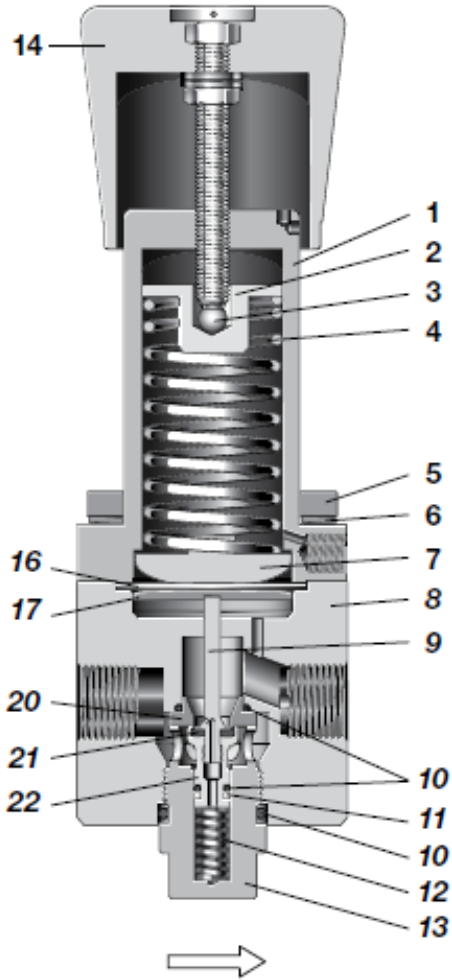
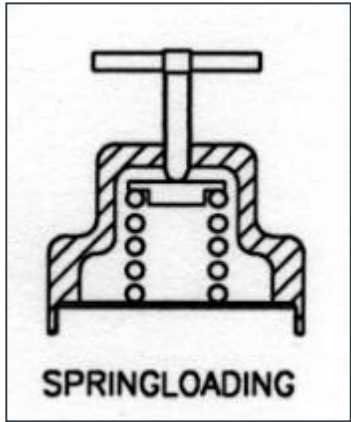
Schritt 4 | Membrane und Sitzgröße

Kleiner Sitz – Große Membrane:

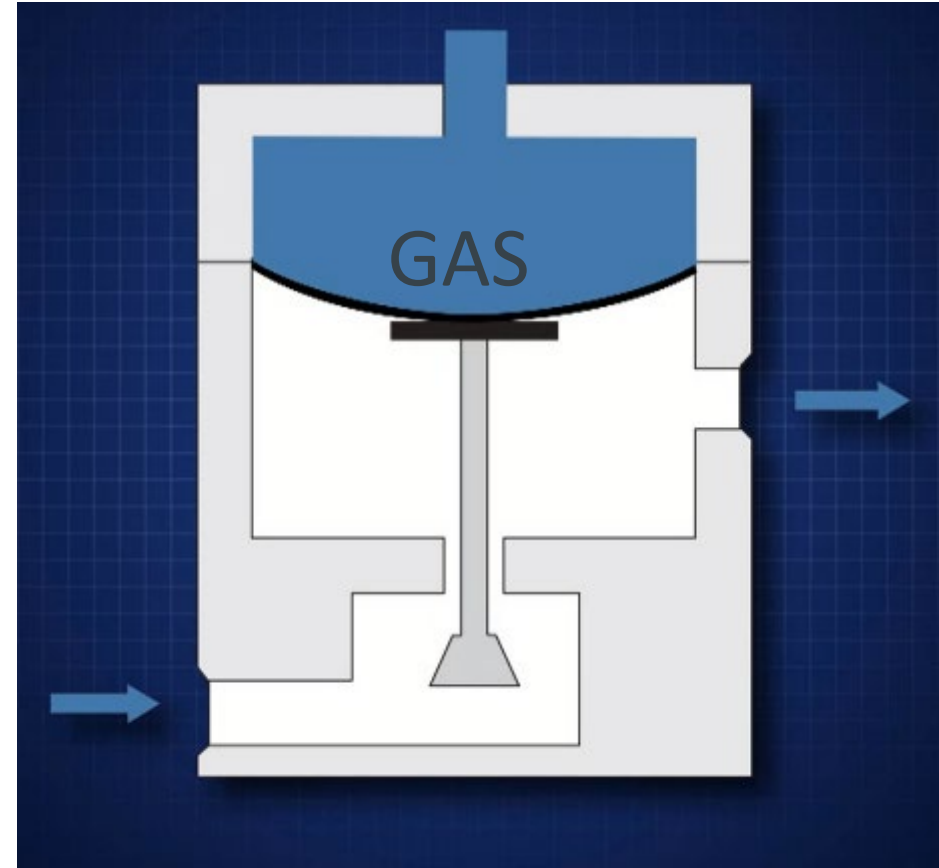
- Wiederholbarkeit Nach Änderungen zum gleichen Sollwert zurückkehren
- Sensibilität Kann auf Änderungen der Prozessbedingungen reagieren



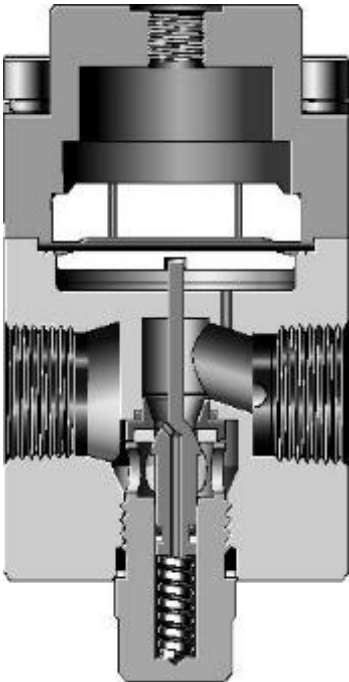
Schritt 4 | Feder- vs Domebelastet und/oder Mix



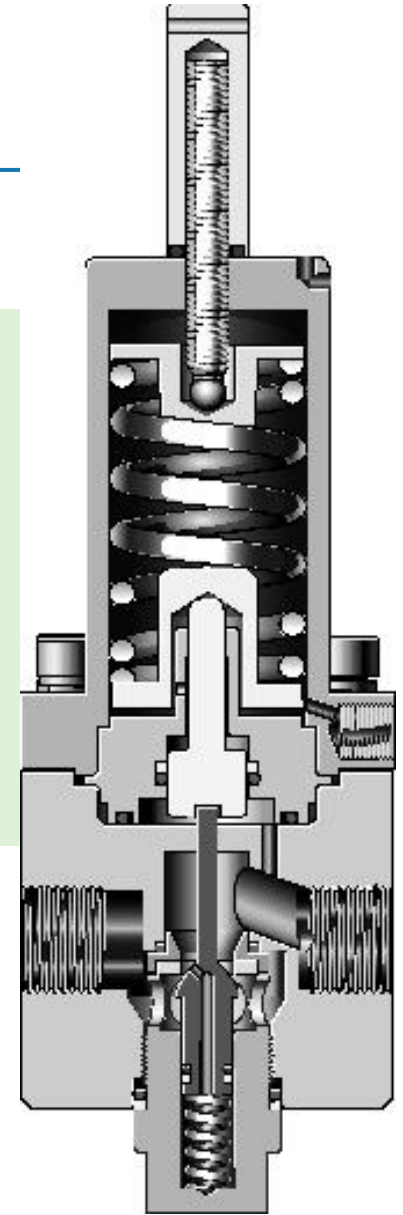
Schritt 4 | Domebelasteter Druckregler



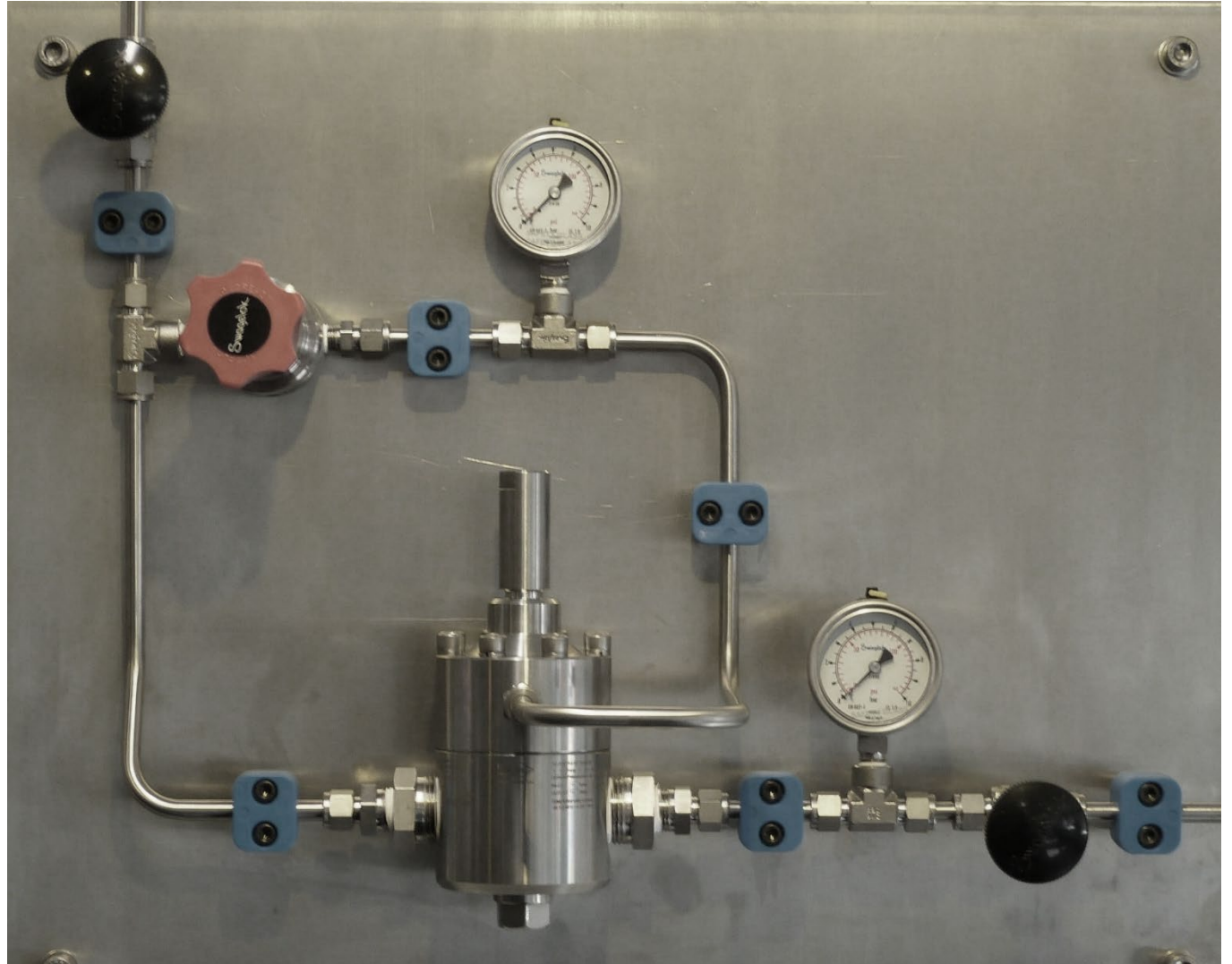
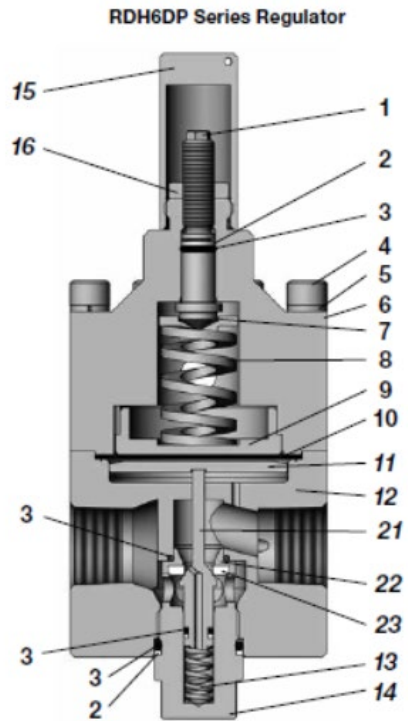
Schritt 4 | Vorteile des Domebelasteten Druckregler



- +++ Über den gesamten eingestellten Druckbereich eine Membran mit großem Durchmesser
- +++ Niedriger SPE
- +++ Keine Feder, also niedrigerer Droop
- +++ Fernbedienung ist möglich
- +++ Eine elektronische Steuerung ist möglich.



Schritt 4 | Mix aus Dome- und Federbeladung

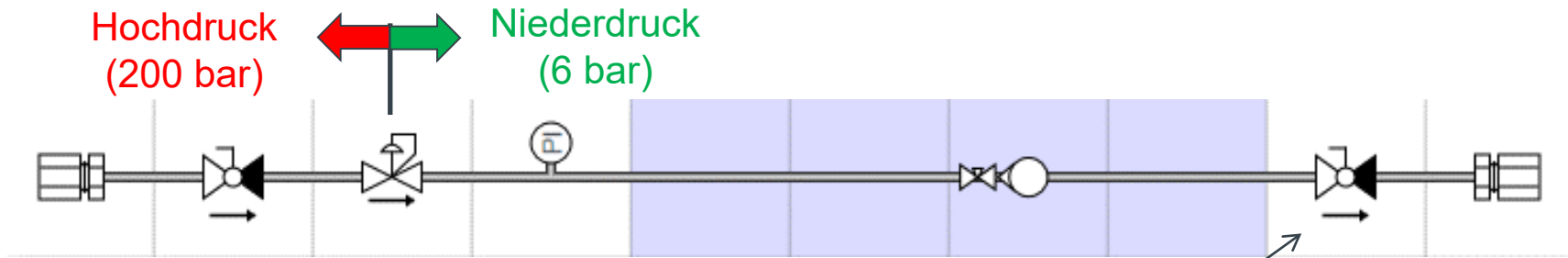


Schritt 4 | Best Practice



Schritt 5 | Filtrations- und Sicherheitsventile

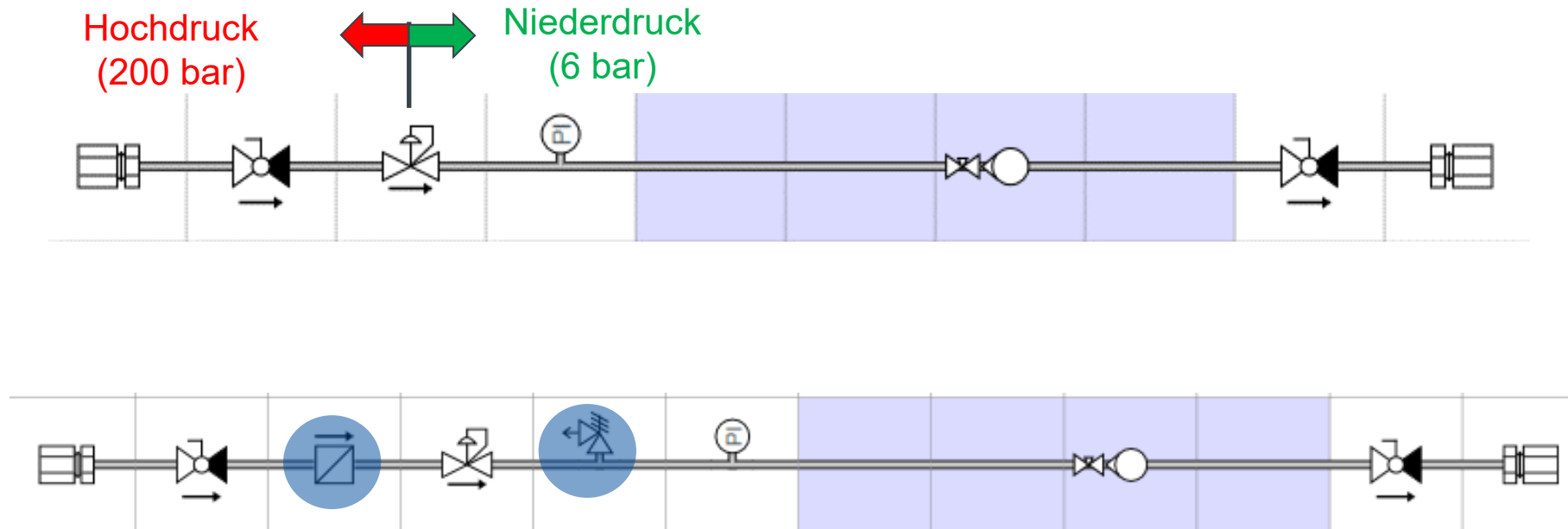
Leckage, ist Creep gefährlich?



Was passiert, wenn dieses Ventil abgeschaltet ist und der Regler kriecht?

Schritt 5 | Filtrations- und Sicherheitsventile

Welche drei Verbesserungen sollten vorgenommen werden?



1. Filtern Sie das Medium, um Schäden zu minimieren
2. Überdruckventil zum Schutz des Versagens bei Creep

Checkliste für die Auswahl des richtigen Druckreglers

- | | |
|------------------|--|
| Schritt 1 | Prüfen ob alle wichtigen Prozessinformationen vorliegen, dann kann mit der Auswahl begonnen werden. |
| Schritt 2 | Welcher Druck soll gesteuert werden:
Vor- oder nachgeschalteter Druck? |
| Schritt 3 | Wichtig: Können Droop, Lock-up und Supply Pressure Effekt die Leistung des Druckreglers beeinflussen? |
| Schritt 4 | Benötigt der Prozess eine Feder- oder Domebelastete Auslegung oder eine Mischung aus beidem, um den eingestellten Druck zu steuern. |
| Schritt 5 | Sind Vorkehrungen getroffen worden, um unser System vor Schäden und einem zu hohen Ausgangsdruck zu schützen? |

