

Auslegen von Sicherheitsventilen

Auslegungsnorm: DIN EN ISO 4126-1



Zielsetzung. Auslegung Sicherheitsventile – DIN EN ISO 4126-1.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

Ziel des Vortrages ist, die **Auslegung von Sicherheitsventilen** gem. ISO 4126-1 darzustellen.

- **Normenvorgaben für Auslegung** von Sicherheitsventilen
- **Formeln zur Auslegung** von Sicherheitsventilen
- **Einflussfaktoren auf die Stabilität** im Betrieb



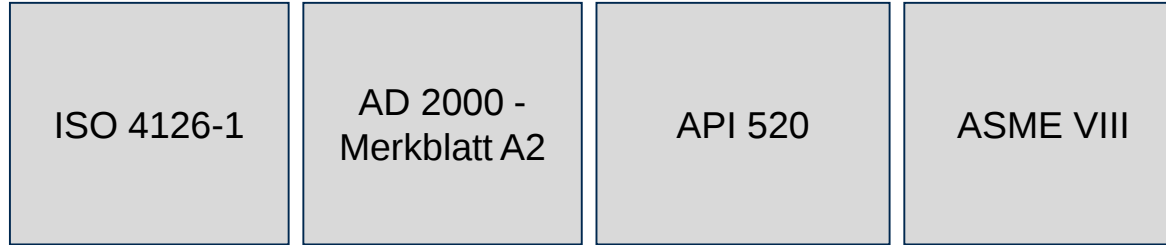
LESER

The-Safety-Valve.com

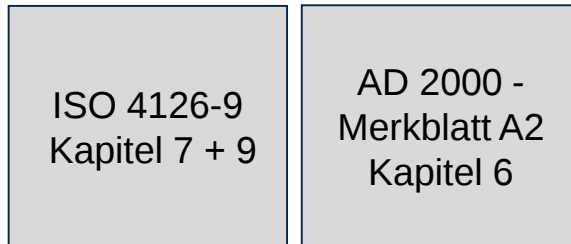
Nationale/ internationale Normen. Berechnungsvorgaben Sicherheitsventile.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

Berechnungsebene Sicherheitsventil



Berechnungsebene Eintrittsdruckverlust und Gegendruck



Welche Auswirkungen hat das auf den Anwender?.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

Größen- messung

- Zur Größenbemessung im **Europäischen Raum** ist die **ISO 4126-1** für Sicherheitsventile anzuwenden
- Die TRBS zur Spezifikation des Sicherheitsventils ist bisher noch nicht verfügbar

Eintrittsdruck- verlust

- Bei bis zu 3% Druckverlust gibt es keinen Einfluss auf Leistung und Funktion
- Druckverluste >3% müssen bei der Leistungs-berechnung berücksichtigt werden, die Funktion kann beeinflusst sein

LESER

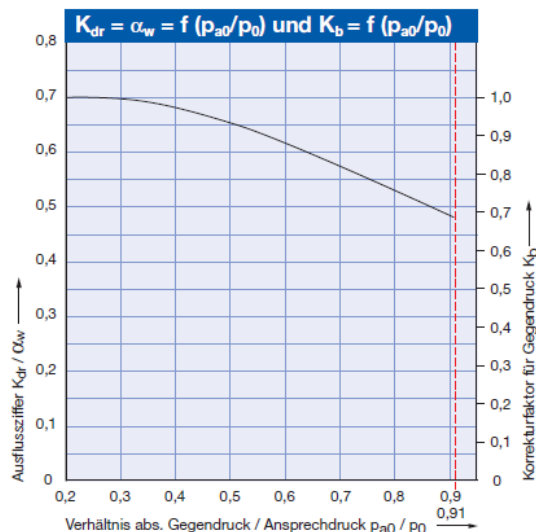
The-Safety-Valve.com

Welche Auswirkungen hat das auf den Anwender?.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

Gegendruck

- Einfluss auf die Leistung unter Berücksichtigung der p_{ao}/p_o -Kurve
- Dieses Verhältnis wird bei absoluten Drücken betrachtet



- auch bei geringen Ansprechdrücken ist eine Leistungsminimierung zu berücksichtigen
- $p = 0,3 \text{ bar g}$ (Ansprechdruck)
- $p_{ao} = 1,013 \text{ bar a}$ (Umgebungsdruck)
- $p_o = (0,3 \text{ barg} + 0,1 \text{ barg} + 1,013 \text{ bar a})$ (Druck im abzusichernden System)
- $p_{ao} / p_o = 1,013 \text{ bar a} / (0,3 \text{ barg} + 0,1 \text{ barg} + 1,013 \text{ bar a}) = 0,72$
- $\gg K_b = 0,81$

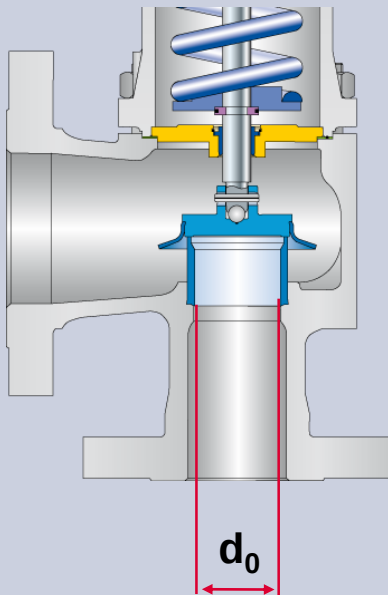
LESER

The-Safety-Valve.com

Welche Größen sind wichtig für die Auslegung und wie hängen sie zusammen?.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. **Auslegung** | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

High Performance



- **Ausflussziffer α_w :** (k_{dr} gem. ISO 4126-1)
die im Rahmen der Bauteilprüfung zuerkannte Ausflussziffer
(vielfach auch als α_d bezeichnet)
- **Strömungsquerschnitt A_0 :**
engster Strömungsquerschnitt
- **Stoffdaten:**
Medium abhängige Stoffdaten
- **Betriebsdaten:**
Zustandsgrößen wie Druck und Temperatur

LESER

The-Safety-Valve.com

Ausflussziffer und zuerkannte Ausflussziffer.

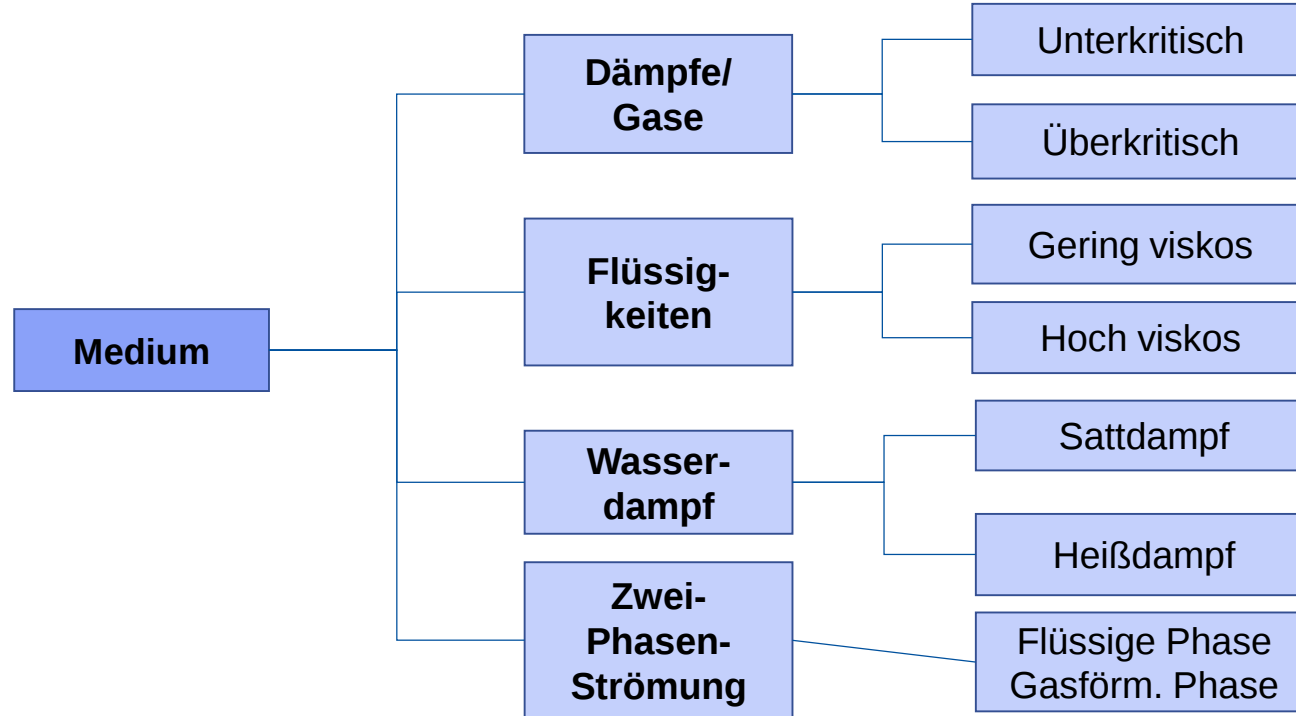
1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

	Deutsches Regelwerk	American Code
Ausflussziffer	VdTÜV-Merkblatt SV 100, § 3.3.1	ASME-Code Sec.VIII, Div. 1, UG-131 (e)
Zuerkannte Ausflussziffer	$\alpha = \frac{q_{\text{gemessen}}}{q_{\text{theoretisch}}}$ $\alpha_w = 0.9 \times \alpha$	$K_d = \frac{q_{\text{gemessen}}}{q_{\text{theoretisch}}}$ $K = 0.9 \times K_d$

- q_{gemessen} = tatsächlicher, gemessener q_m
- $q_{\text{theoretisch}}$ = berechneter q_m
- α bzw. K_d = Ausflussziffer
- α_d bzw. K = zuerkannte Ausflussziffer
- 0,9 = Korrekturfaktor

Differenzierung der Medien.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck



Erforderliche Stoffdaten.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. **Auslegung** | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

		Gase/Dämpfe	Flüssigkeiten	Sattdampf	Heißdampf
Ansprechdruck p_{set}	[barü]	x	x	x	x
Gegendruck p_a	[barü]	x	x	x	x
Temperatur T	[°C]	x			x
Massenstrom* q_m	[kg/h]	x	x	x	x
Volumenstrom* q_v (Betriebszustand)	[m³/h]	x	x	x	x
Volumenstrom* q_v	[Nm³/h]	x			
Überdruck c	[%]	x	x	x	x
Realgasfaktor Z	[-]	x			
Molare Masse M	[kg/kmol]	x			
Isentropenexponent k	[-]	x			
Dichte ρ	[kg/m³]		x		
Kinematische Viskosität ν	[m²/s]		x		

LESER

The-Safety-Valve.com

Auslegung Gase/Dämpfe gem. DIN EN ISO 4126-1.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. **Auslegung** | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

ISO 4126-1

$$A = \frac{Q_m}{C \cdot K_{dr} \cdot p_0} \cdot \sqrt{\frac{Z \cdot T}{M}}$$

ISO 4126-1

▪ Engster Strömungsquerschnitt	A [mm²]
▪ Massenstrom	Q _m [kg/h]
▪ Funktion Isentropenexponenten	C [-]
▪ zuerkannte Ausflussziffer	K _{dr}
▪ Ansprechdruck	p ₀ [bar abs]
▪ Temperatur	T [K]
▪ Molmasse	M [kg/kmol]
▪ Realgasfaktor	Z [-]

LESER

The-Safety-Valve.com

Auslegung Sattdampf gem. DIN EN ISO 4126-1.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. **Auslegung** | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

ISO 4126-1

$$A = \frac{Q_m}{C \cdot K_{dr} \cdot 0.2883} \cdot \sqrt{\frac{v}{p_0}}$$

ISO 4126-1

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| ▪ Engster Strömungsquerschnitt | A [mm ²] |
| ▪ Ansprechdruck | p ₀ [bar abs] |
| ▪ Funktion Isentropenexponenten | C |
| ▪ Massenstrom | Q _m [kg/h] |
| ▪ Spezifisches Volumen | v [m ³ /kg] |
| ▪ zuerkannte Ausflussziffer | K _{dr} |

LESER

The-Safety-Valve.com

Auslegungsgleichung Flüssigkeiten gem. DIN EN ISO 4126-1.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. **Auslegung** | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

ISO 4126-1

$$A = \sqrt{\frac{v}{p_0 - p_b}} \cdot \frac{Q_m}{1.61 \cdot K_{dr} \cdot K_v}$$

ISO 4126-1

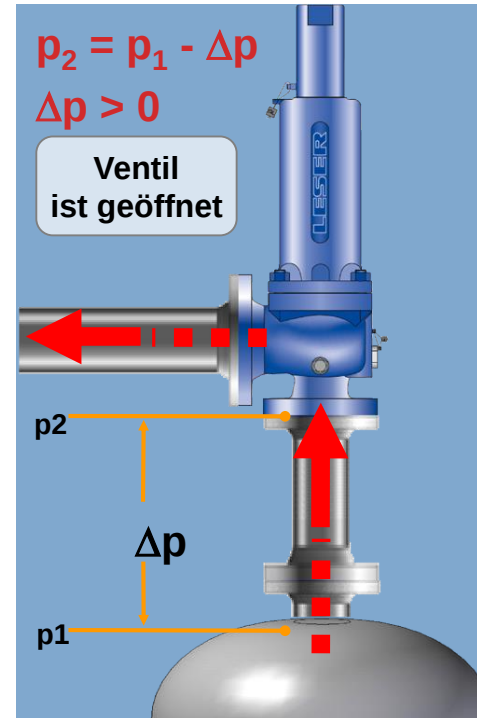
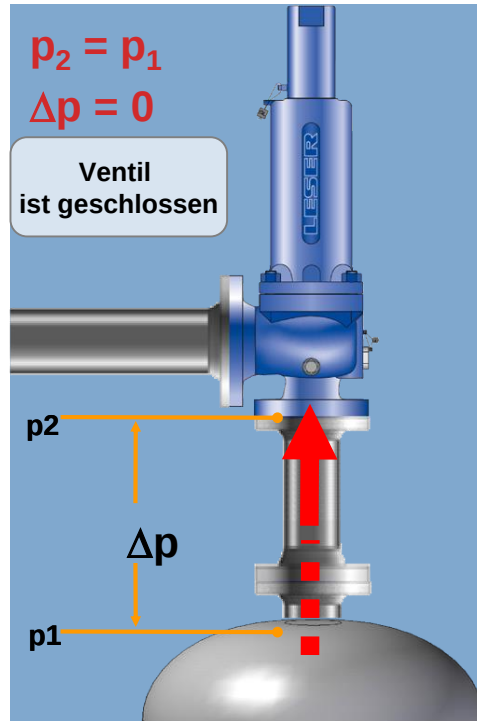
▪ Engster Strömungsquerschnitt	A [mm ²]
▪ Ansprechdruck	p ₀ [bar abs]
▪ Gegendruck	p _b [barü]
▪ Massenstrom	Q _m [kg/h]
▪ Spezifisches Volumen	v [m ³ /kg]
▪ Zuerkannte Ausflussziffer	K _{dr}
▪ Viskositäts-Korrekturfaktor	K _v

LESER

The-Safety-Valve.com

Eintrittsdruckverlust. Einflussfaktoren.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck



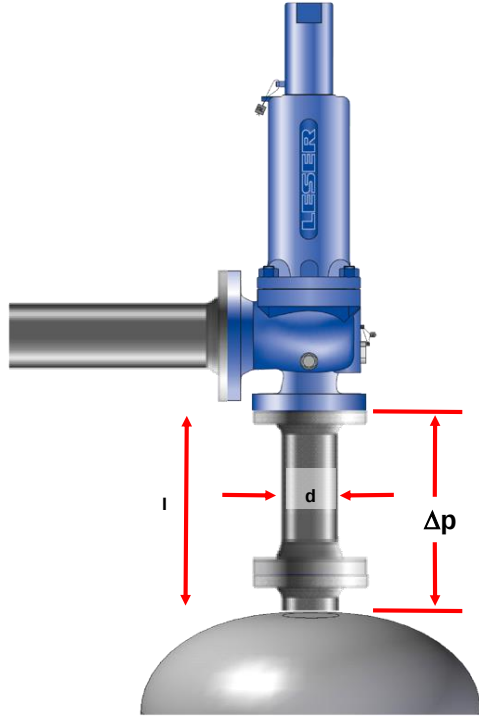
Eintrittsdruckverlust. Normen und Regelwerke.

1. [Zielsetzung](#) | 2. [Regelwerke](#) | 3. [Auslegung](#) | 4. [Eintrittsdruckverlust](#) | 5. [Gegendruck](#)

- Für die gebräuchlichsten, internationalen Normen und Regelwerke ist ein **maximaler Druckverlust von 3%** vom Behälter zum Sicherheitsventil zulässig.
- **ISO 4126-9 Kapitel 6.2**
„Unless otherwise specified by national codes or regulations, the inlet line shall be so designed that the total pressure drop to the valve inlet does not exceed 3 % of the set pressure of the safety device,...”

Berechnung.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck



$$\Delta p = \underbrace{(\lambda \cdot l/d + \Sigma \zeta)}_{\text{Strömungs-
widerstand}} \cdot \underbrace{\rho/2 \cdot w^2}_{\text{Strömungs-
geschwindigk
eit}}$$

- λ = Pipe friction coefficient (pipeline)
- l/d = Length and diameter of a pipe
- ζ = Friction coefficient (components)
- ρ = Density
- w = Speed

LESER

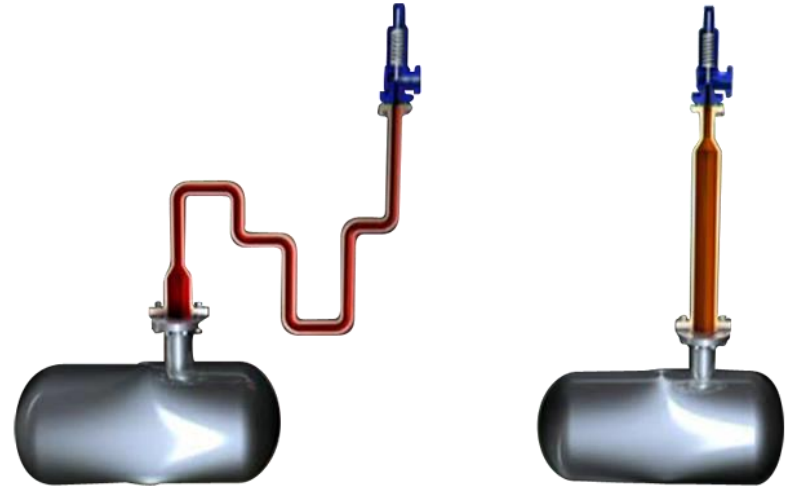
The-Safety-Valve.com

Eintrittsdruckverlust.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. **Eintrittsdruckverlust** | 5. Gegendruck

Die folgenden **Maßnahmen vermeiden Fehlfunktionen**, die durch einen unzulässigen **Eintrittsdruckverlust** hervorgerufen werden:

- **Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit durch**
 - Vergrößerung des Rohrdurchmessers
 - Reduzierung des Massenstroms durch ein kleineres Ventil
 - Reduzierung des Massenstroms durch eine Hubbegrenzung
 - Reduzierung des Massenstroms durch einen O-Ring-Dämpfer
- **Reduzierung des Strömungswiderstandes durch**
 - kürzere Eintrittsrohrleitung
 - widerstandsarme Anbindung an den Behälter



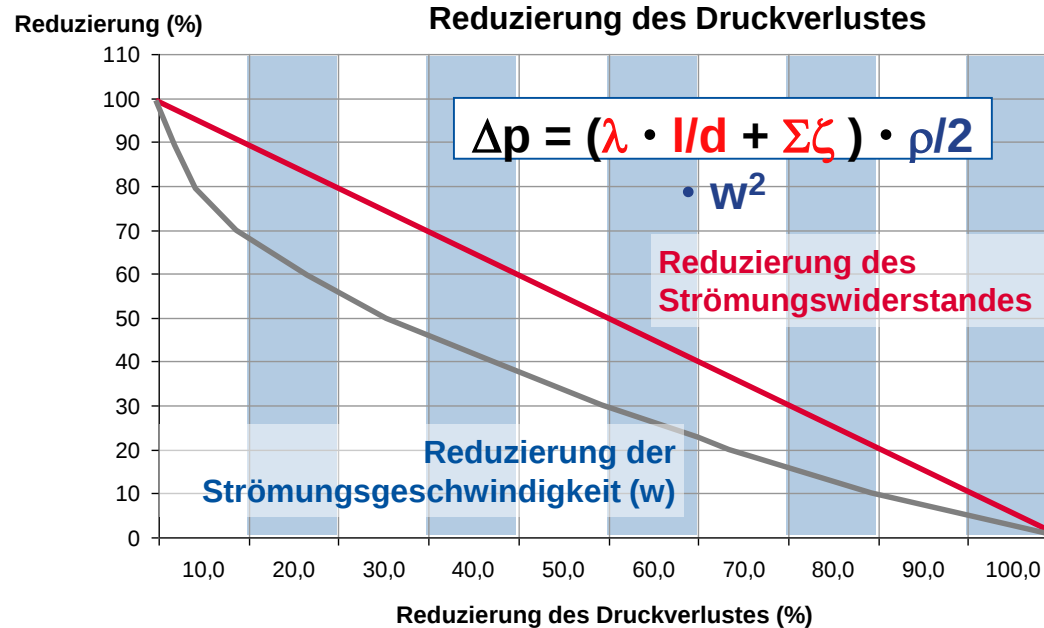
LESER

The-Safety-Valve.com

Eintrittsdruckverlust.

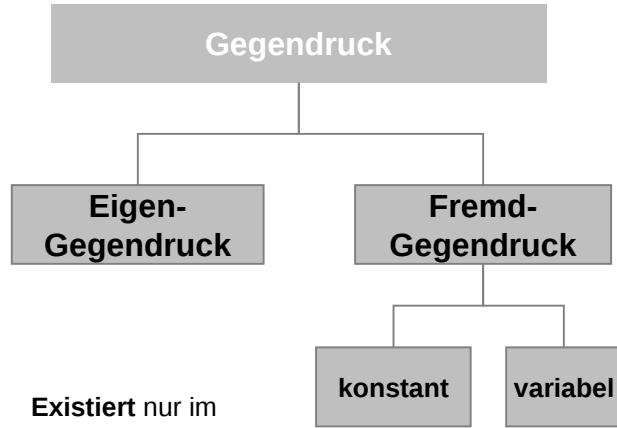
1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. Gegendruck

Die Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit ist effektiver als die Reduzierung des Strömungswiderstandes.



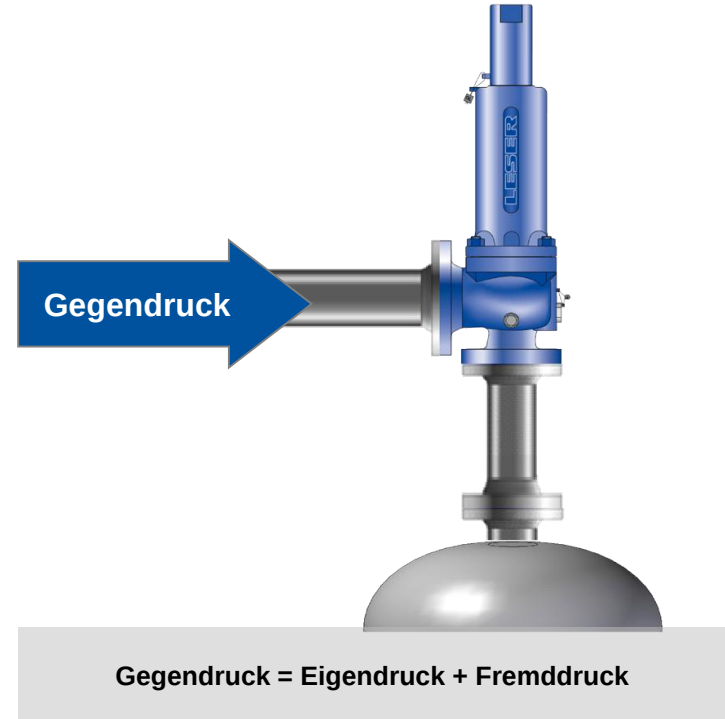
Gegendruck. Definition.

1. Zielsetzung | 2. Regelwerke | 3. Auslegung | 4. Eintrittsdruckverlust | 5. **Gegendruck**



Existiert nur im Austritt **während** das **Sicherheitsventil abbläst**. Er ist abhängig vom Strömungsverlust in der Austrittsleitung.

Existiert permanent im Ausblasesystem. Der Fremd-gegendruck ist unabhängig vom Abblasen des Sicherheitsventils



LESER

The-Safety-Valve.com

Die folgenden **Maßnahmen verhindern Fehlfunktionen resultierend aus dem Gegendruck:**

- **Konstanter Gegendruck**
 - Einstellungen auf Differenz-Einstelldruck (CDTP)
 - Verwendung eines Edelstahlfallenbalgs
- **Variabler Gegendruck**
 - Einsatz eines Edelstahlfallenbalgs

Auslegen von Sicherheitsventilen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

