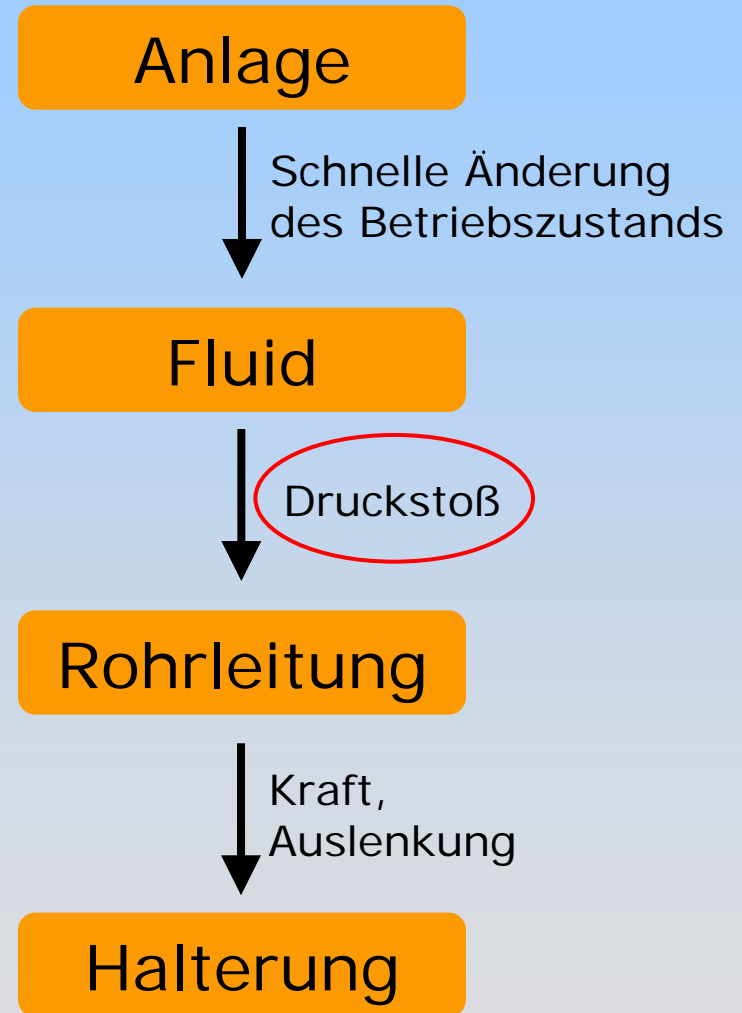
A photograph of an industrial facility showing a complex network of silver-colored pipes and machinery. The pipes are supported by a red metal structure. Several safety valves are visible, mounted on the pipes. A white sign with black text is attached to the railing on the left. The background shows more industrial equipment and a white wall.

Direkt wirkende, federbelastete Sicherheitsventile als druckstoßreduzierende Maßnahme

Unbefugten
Zutritt verboten

Ursachen für Druckstöße

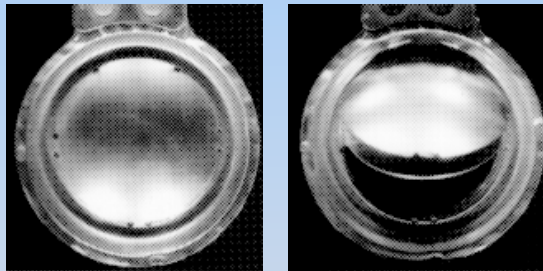
- Regel- und Stellvorgänge
 - An- und Abfahrprozesse
 - Schnellschluss von Ventilen
 - Ausfall von Pumpen
- Begrenzung/Reduzierung der Druckwellen mit Sicherheitsarmaturen möglich?



Methoden zur Druckbegrenzung

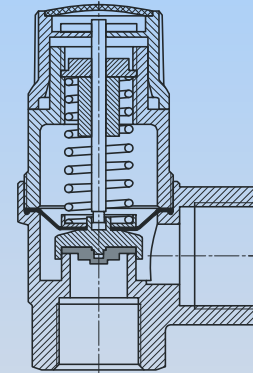
Berstscheibe

Bleibt nach dem Ansprechen offen



Sicherheitsventil

Schließt nach der Druckentlastung wieder



AD 2000-Merkblatt A1:
zur Begrenzung von
Druckwellen geeignet

Öffnet ein
Sicherheitsventil schnell
genug?

- **API Richtlinie 521:**

“Water hammer cannot be controlled by typical pressure relief valves, since the response time of the valves can be too slow.”

- **AD 2000-Merkblatt A2:**

Ventil-Öffnungszeit muss der größten Druckänderungsgeschw. angepasst sein

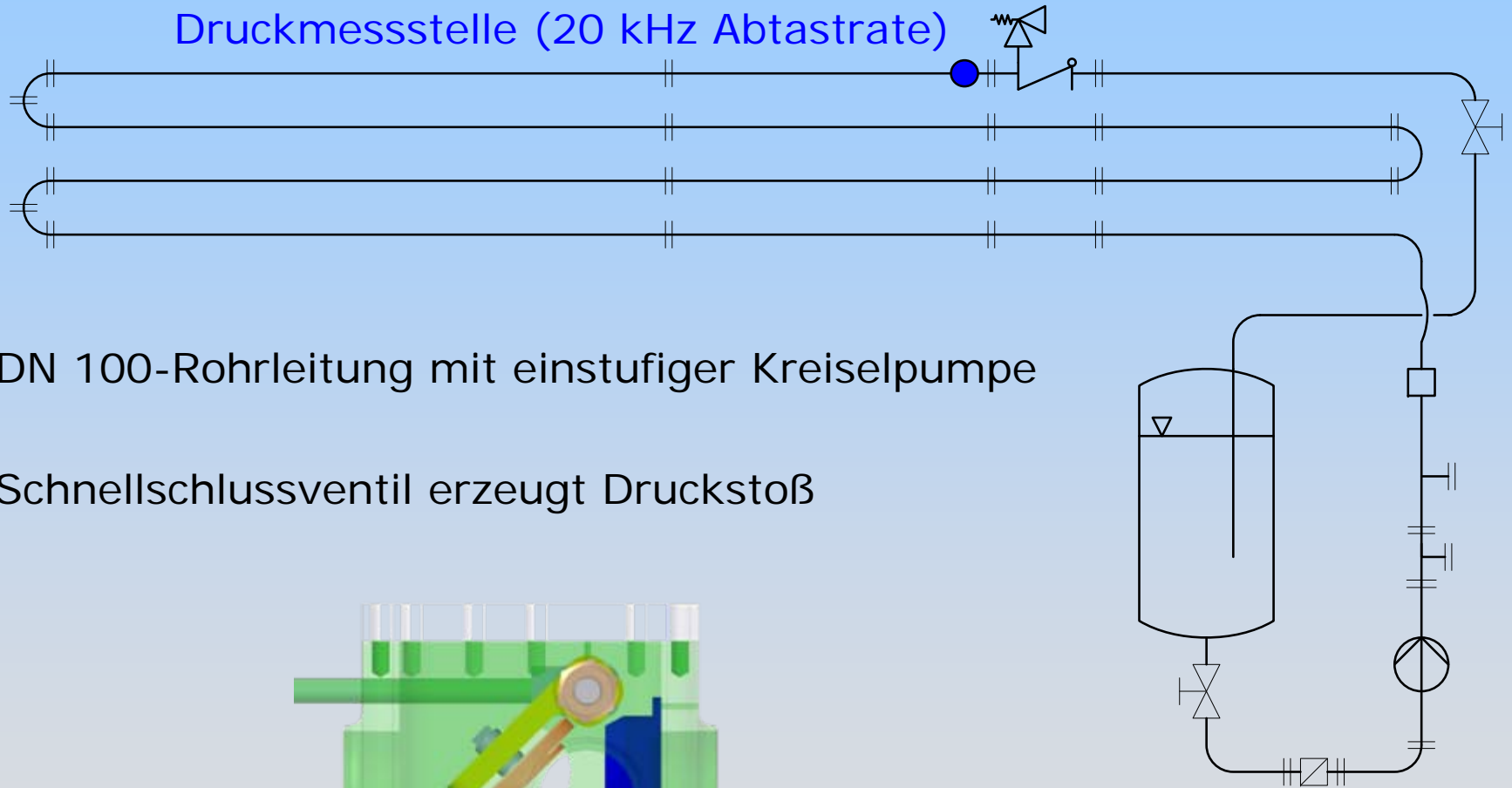
- **Abwassertechnik:**

Sicherheitsventile sind zur Druckstoßreduzierung geeignet, wenn eine Verschmutzung ausgeschlossen werden kann

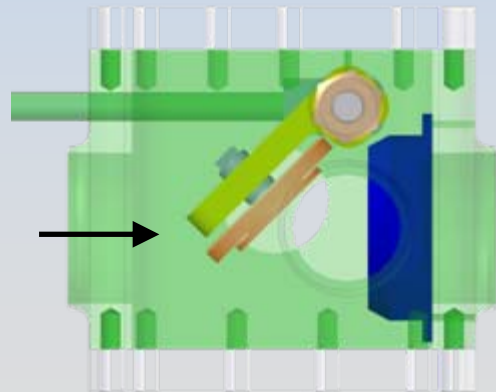
→ Keine einheitliche Meinung in der Literatur

Versuchsanlage am iPAT

Druckmessstelle (20 kHz Abtastrate)

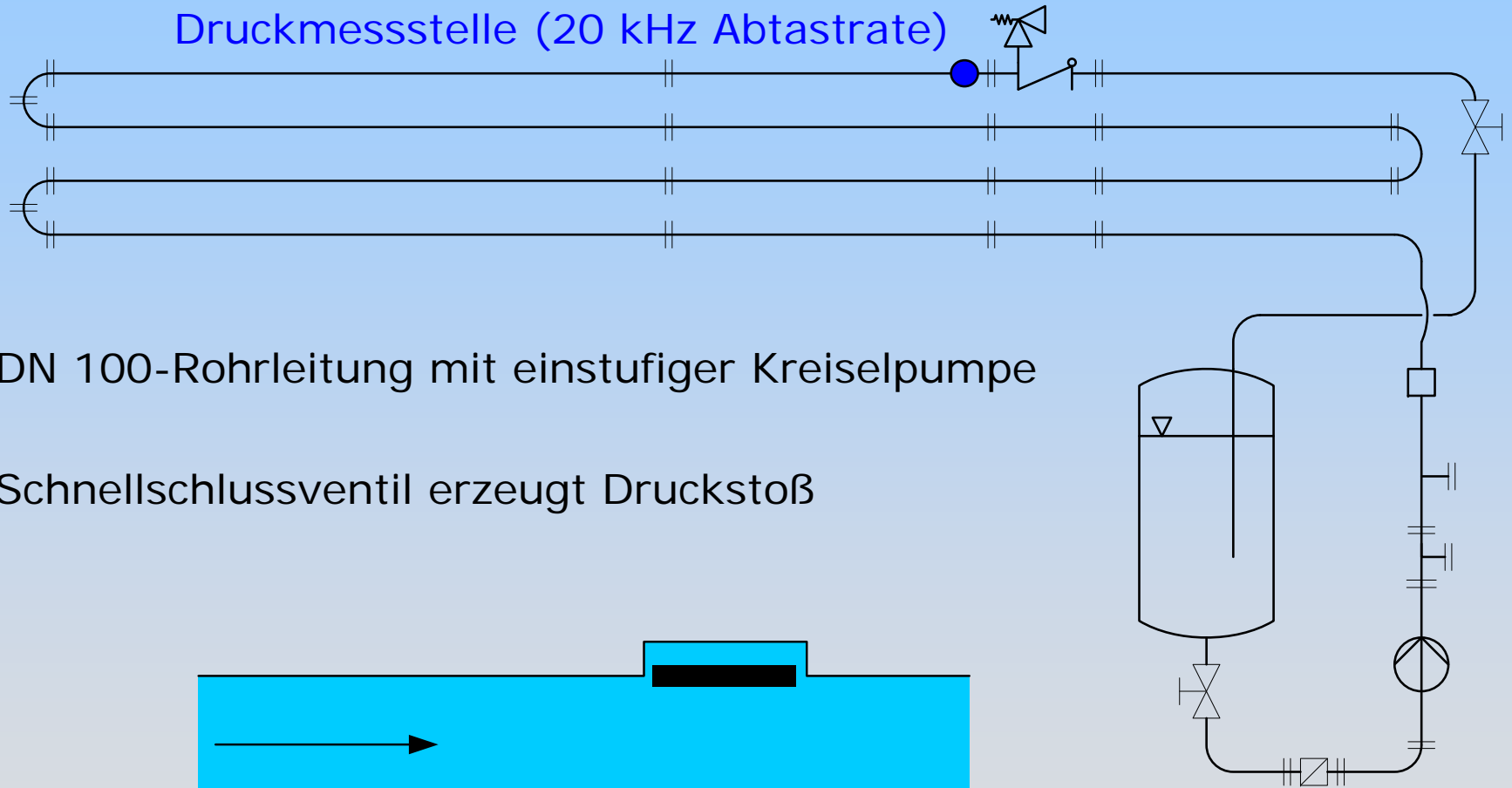


- DN 100-Rohrleitung mit einstufiger Kreiselpumpe
- Schnellschlussventil erzeugt Druckstoß

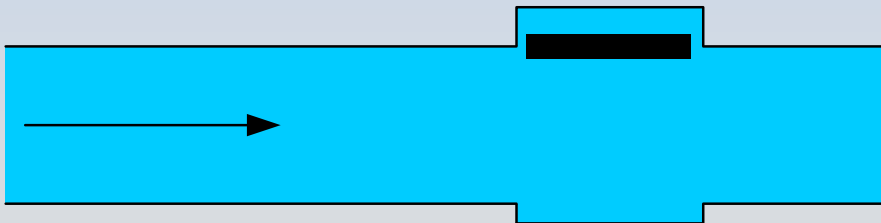


Versuchsanlage am iPAT

Druckmessstelle (20 kHz Abtastrate)

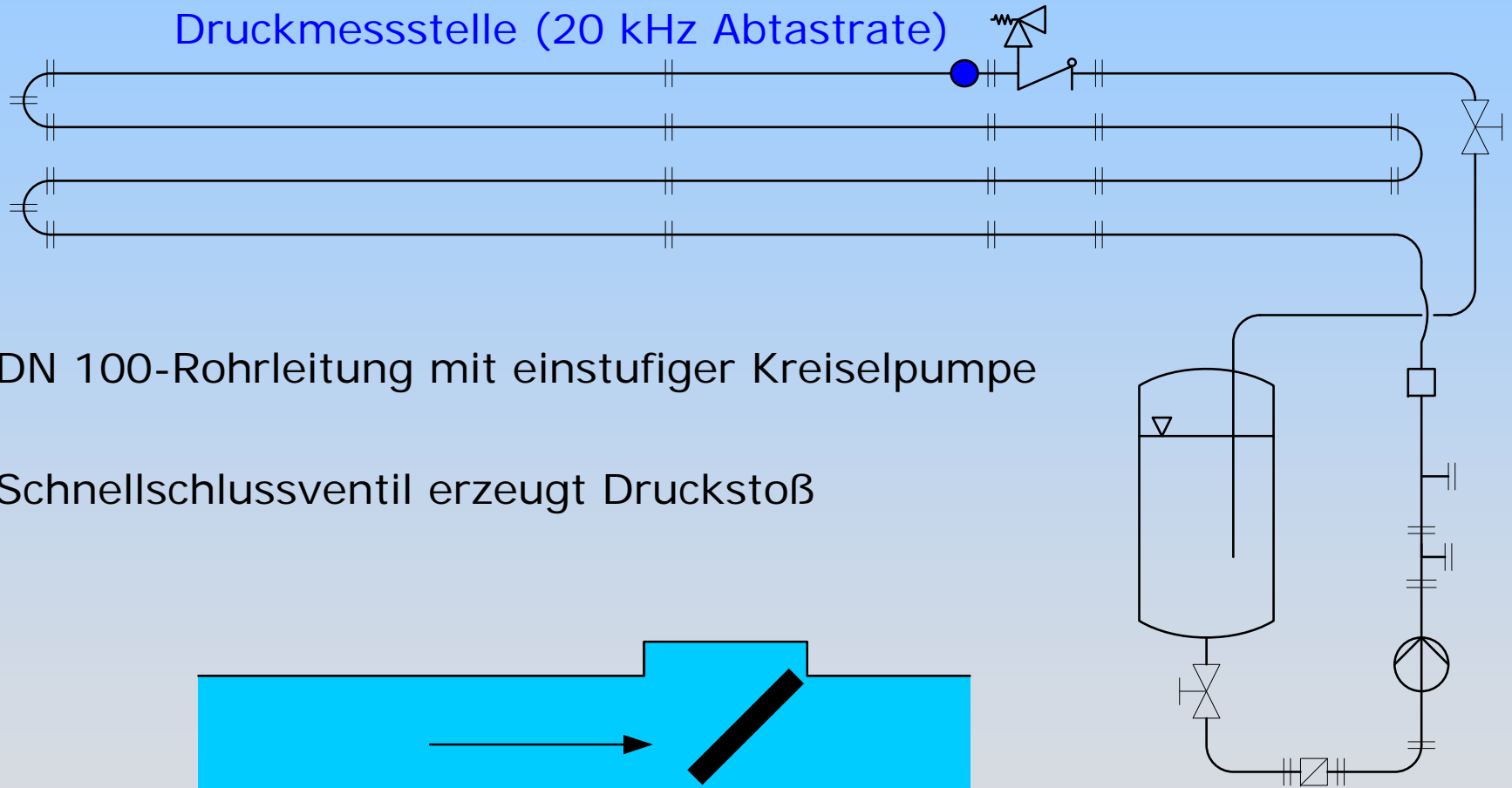


- DN 100-Rohrleitung mit einstufiger Kreiselpumpe
- Schnellschlussventil erzeugt Druckstoß

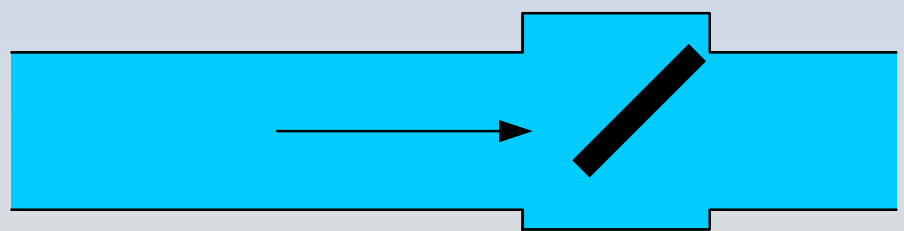


Versuchsanlage am iPAT

Druckmessstelle (20 kHz Abtastrate)

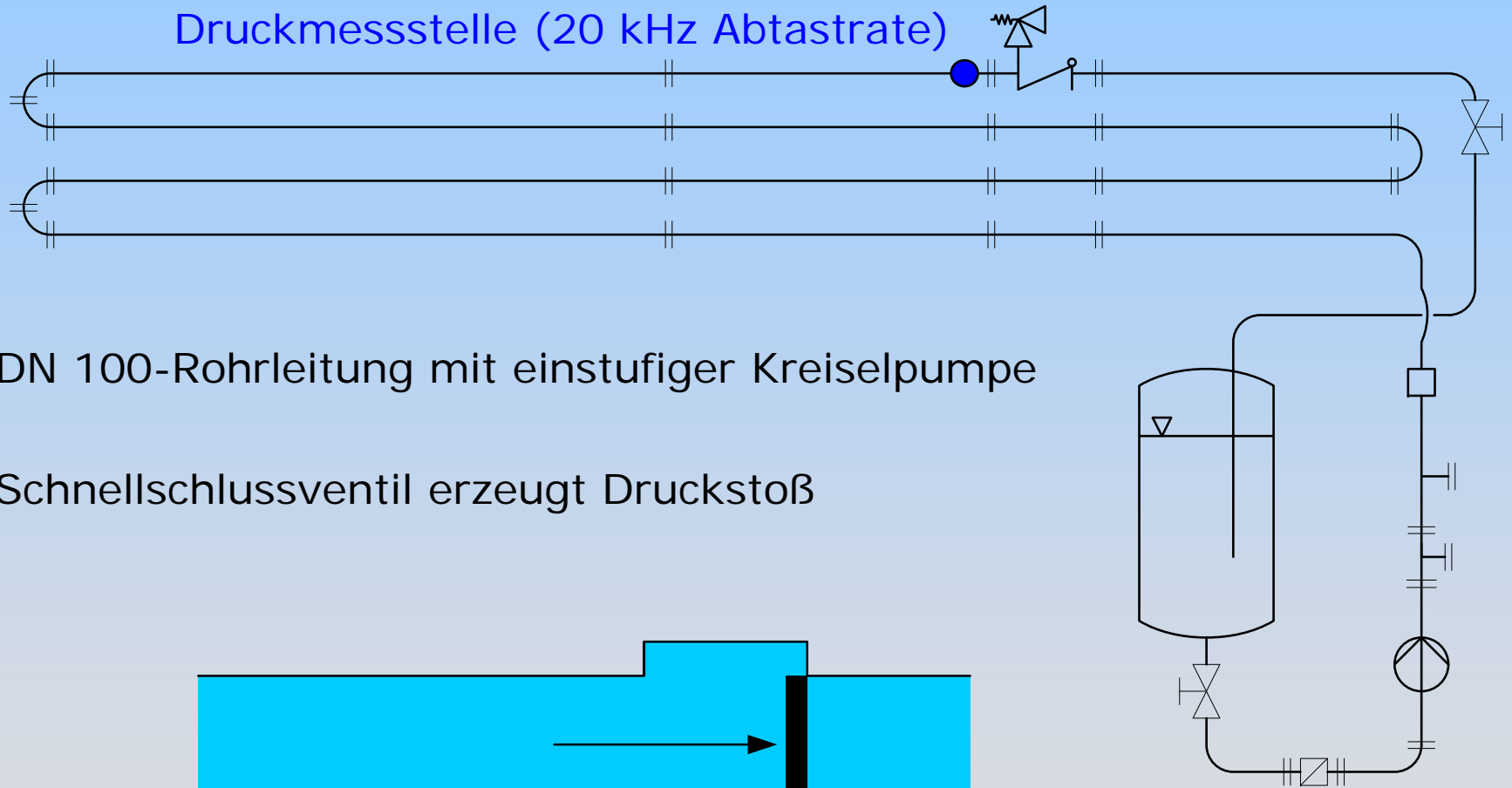


- DN 100-Rohrleitung mit einstufiger Kreiselpumpe
- Schnellschlussventil erzeugt Druckstoß

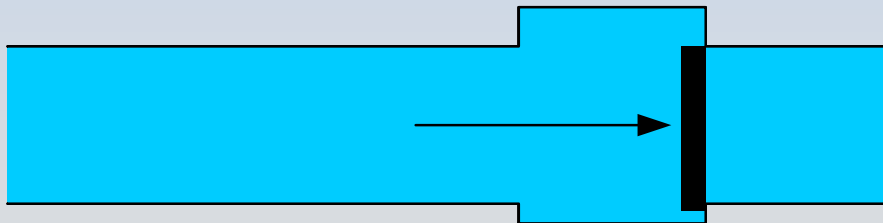


Versuchsanlage am iPAT

Druckmessstelle (20 kHz Abtastrate)

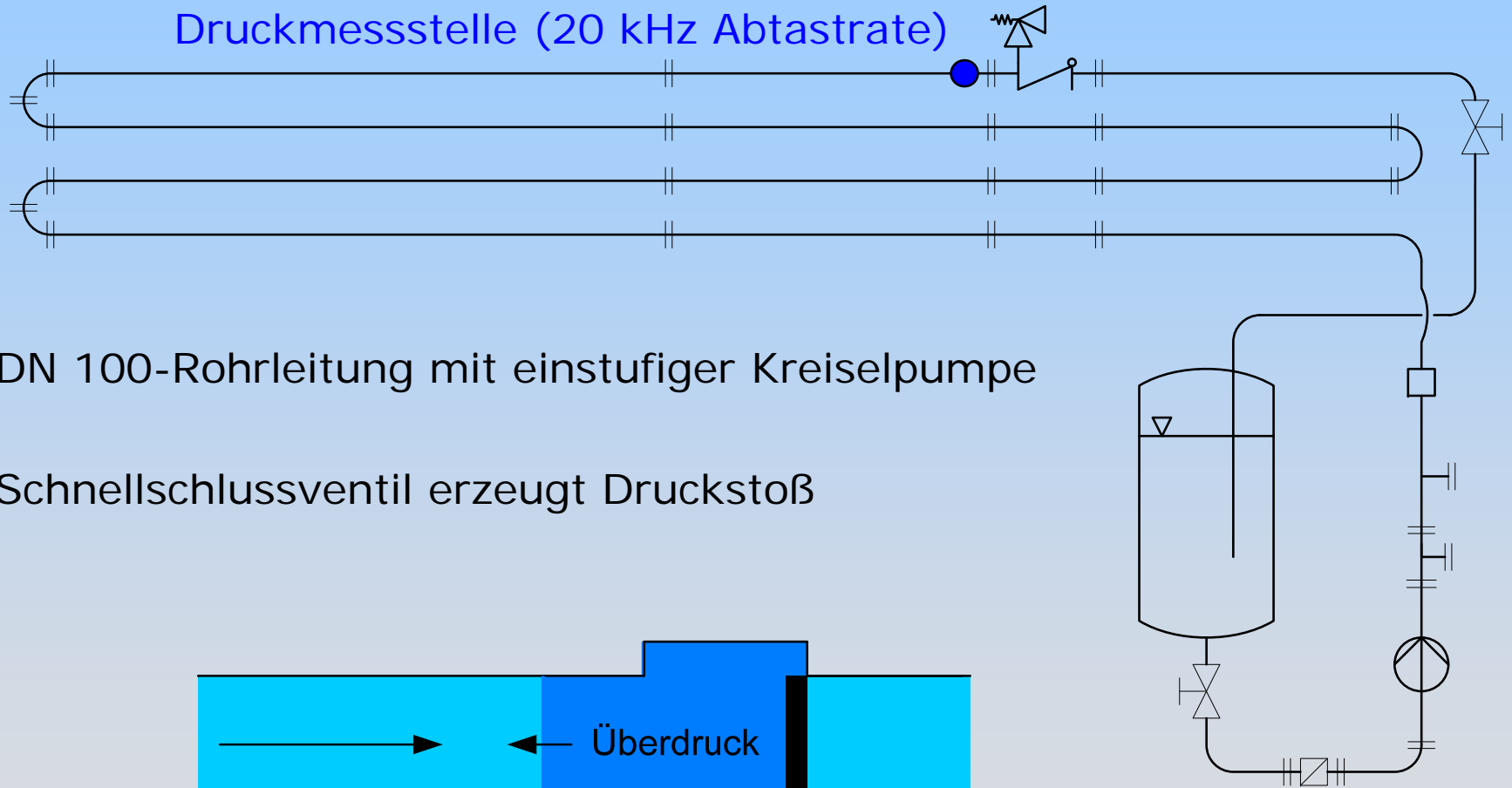


- DN 100-Rohrleitung mit einstufiger Kreiselpumpe
- Schnellschlussventil erzeugt Druckstoß

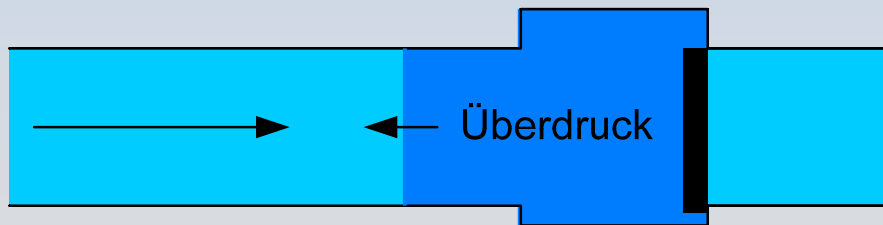


Versuchsanlage am iPAT

Druckmessstelle (20 kHz Abtastrate)

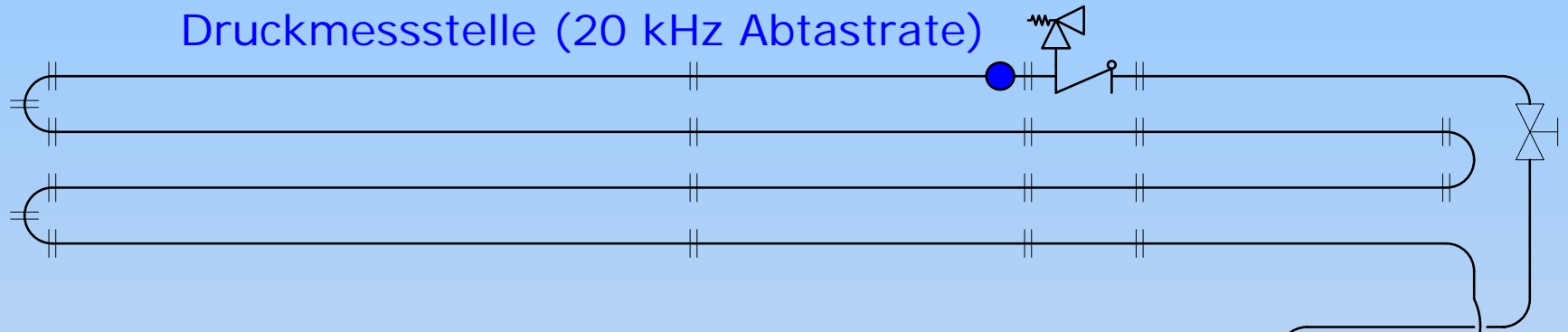


- DN 100-Rohrleitung mit einstufiger Kreiselpumpe
- Schnellschlussventil erzeugt Druckstoß



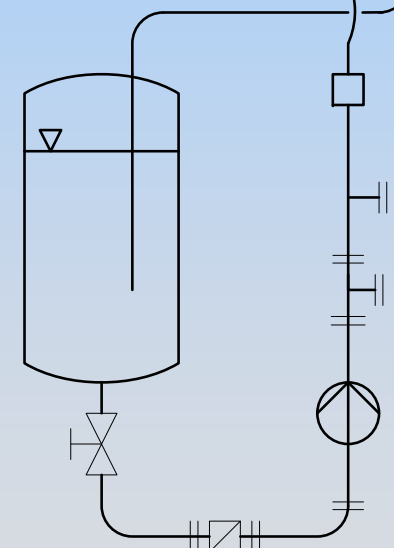
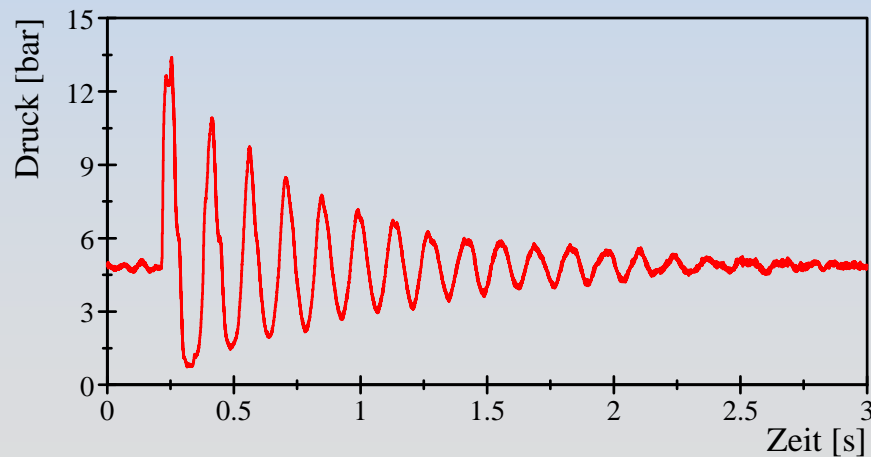
Versuchsanlage am iPAT

Druckmessstelle (20 kHz Abtastrate)

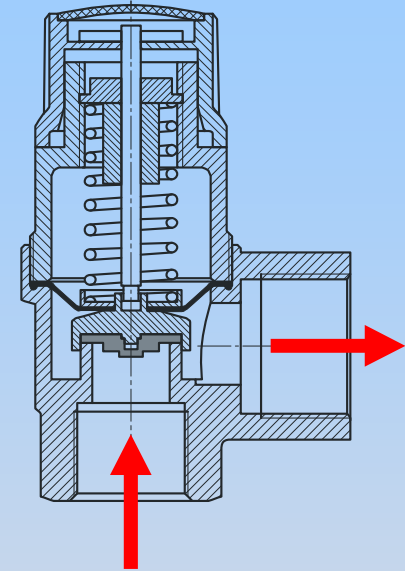


- DN 100-Rohrleitung mit einstufiger Kreiselpumpe

- Schnellschlussventil erzeugt Druckstoß

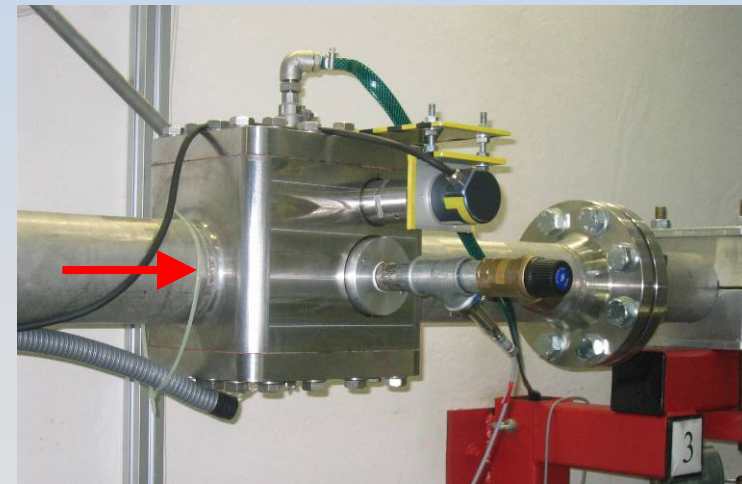


Sicherheitsventil zur Druckstoßbegrenzung

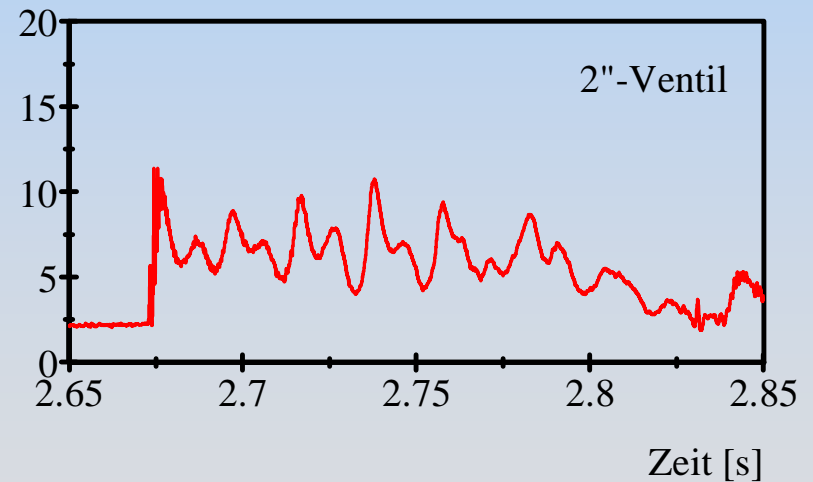
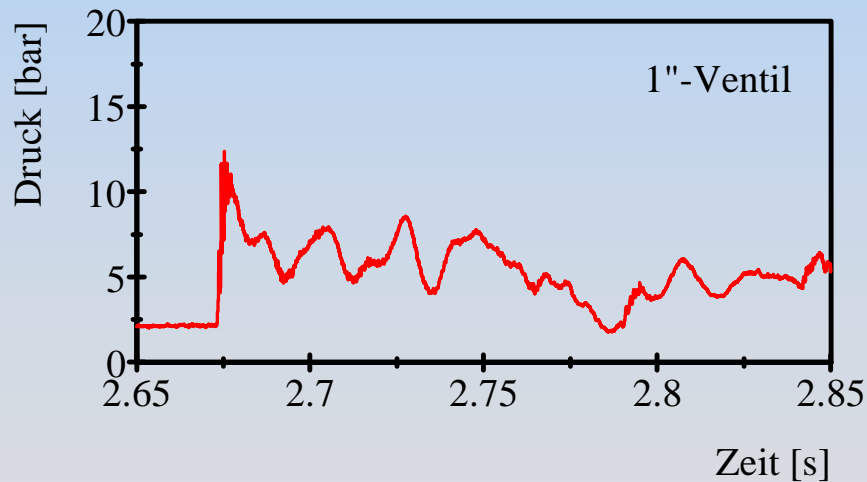
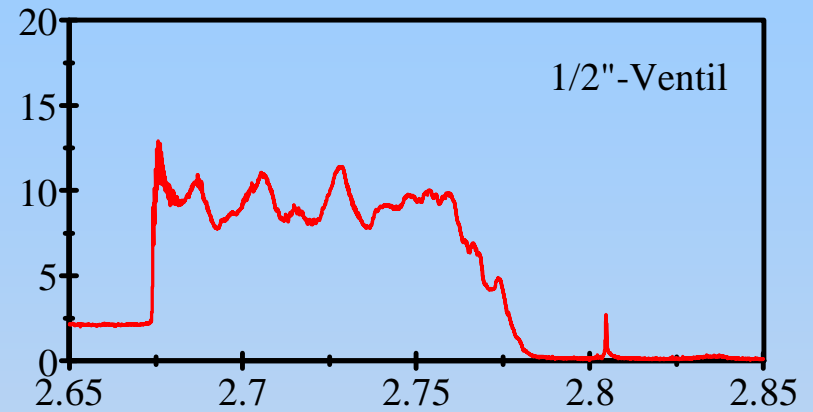
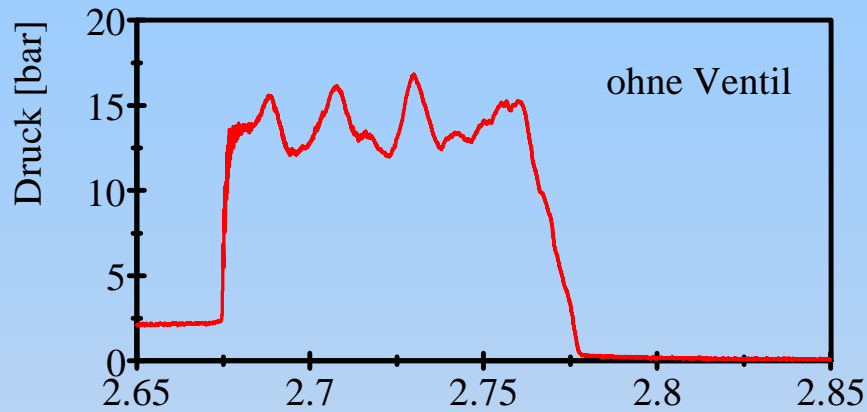


Federbelastetes Membransicherheitsventil
nach DIN 1988-20

Verschiedene Nennweiten:
 $\frac{1}{2}$, 1 und 2 Zoll



Wirkungsweise des Sicherheitsventils



Stationärer Strömungszustand vor Druckstoßauslösung:
0,9 m/s Geschwindigkeit ($Re = 95.000$)

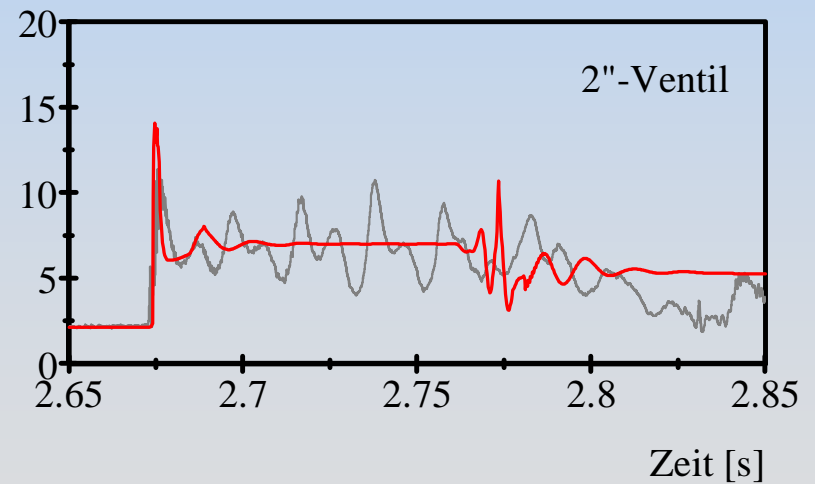
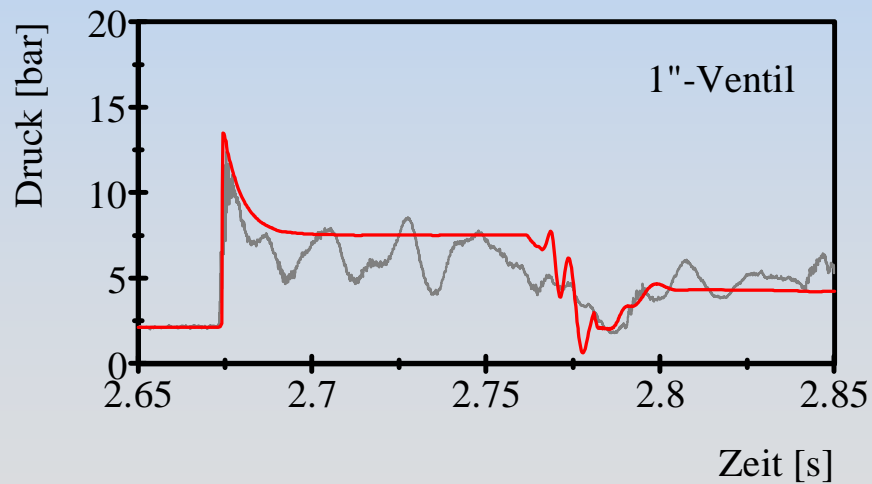
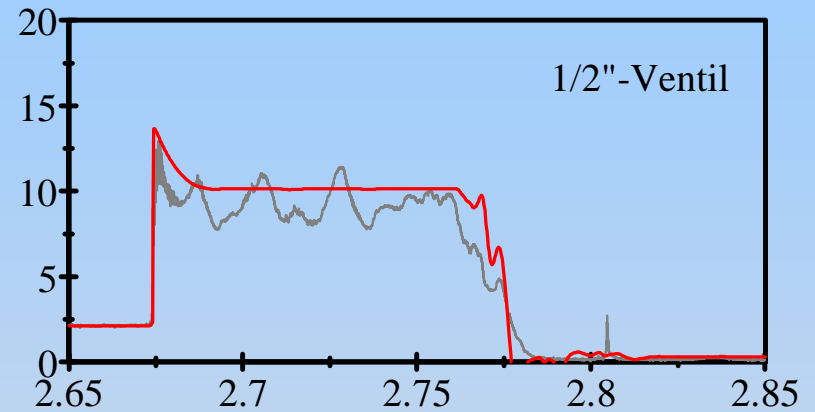
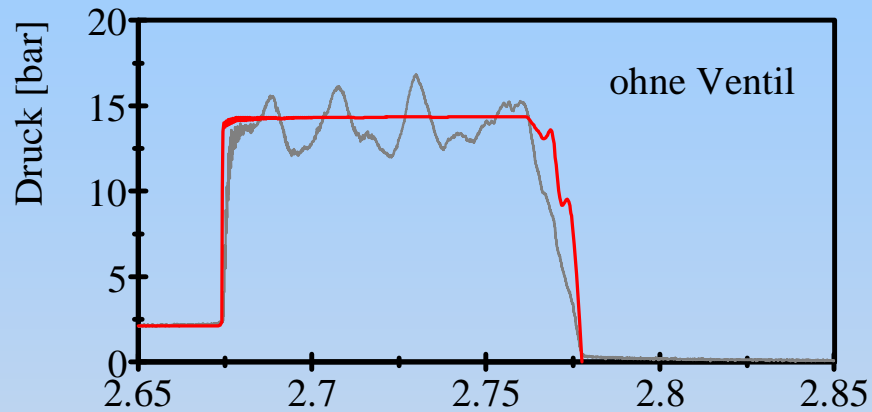
Numerische Berechnung

- Ziel: Druckstoßreduzierende Wirkung berechnen
- Areva in-house Code ROLAST
 - 1D Code zur Druckstoßberechnung in Rohrleitungen
 - Anlagenkomponenten können implementiert werden
- Sicherheitsventil wird als Feder-Masse-System mit allen relevanten Geometrien modelliert

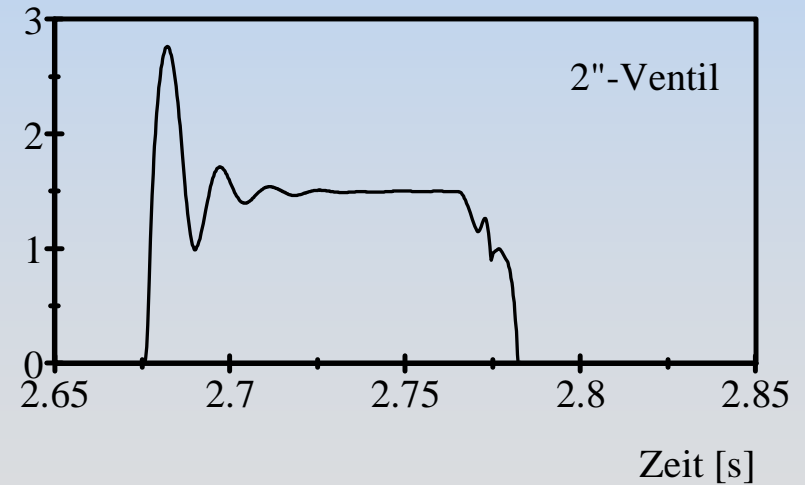
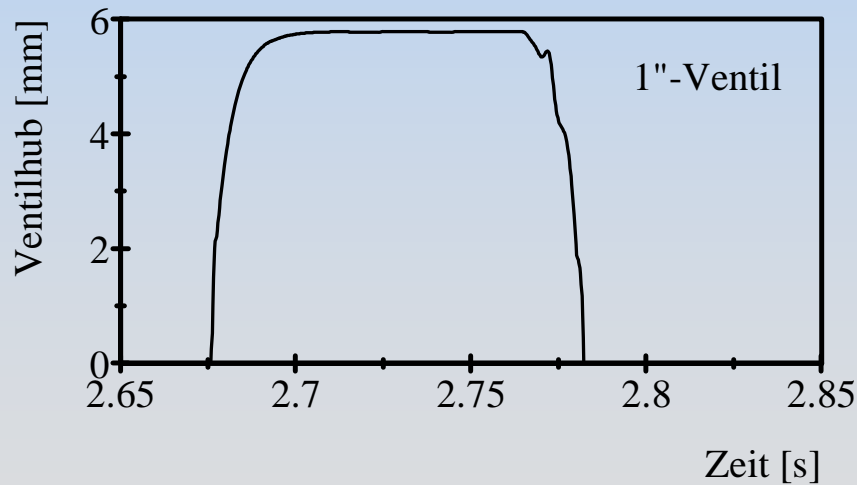
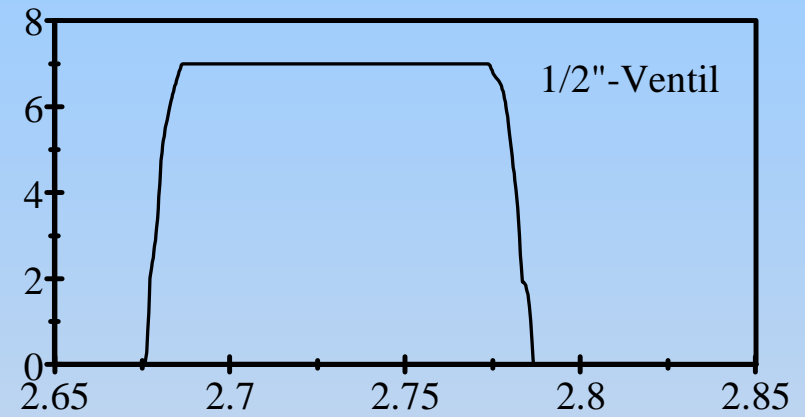
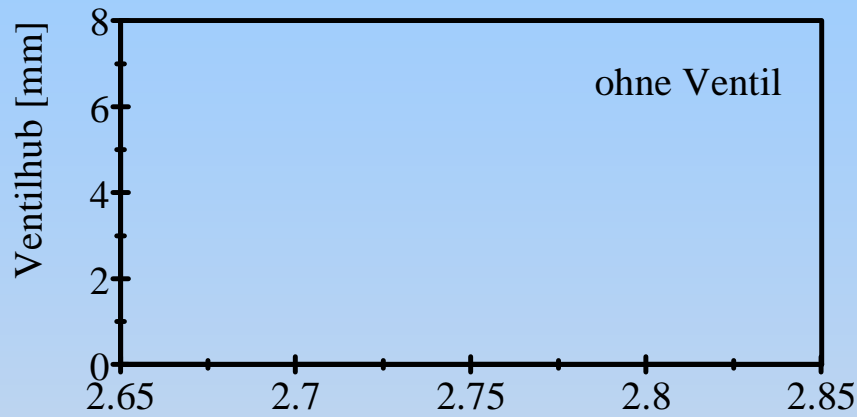
→ Kräftegleichgewicht am Ventilkörper:

$$m \cdot \frac{d^2 h}{dt^2} = \sum_i F_i$$

ROLAST-Simulation



Simulierter Ventilhub



Zusammenfassung

- Sicherheitsventile können prinzipiell zur Druckstoßreduzierung verwendet werden
- Im Anwendungsfall ist jedoch eine sorgfältige Dimensionierung notwendig
- Areva 1D-Programm ROLAST kann zur Beurteilung der Ventil-Wirkungsweise eingesetzt werden

The image shows a complex industrial piping system with multiple parallel pipes supported by a red metal structure. The pipes are connected with various valves and flanges. A white sign with black text is visible on the left side of the pipes. The background is a plain white wall.

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Unbefugten
Zutritt verboten

**Lehrstuhl für Prozessmaschinen
und Anlagentechnik, Erlangen**
Dipl.-Ing. A. Ismaier
Prof. Dr.-Ing. E. Schlücker

