

Bericht NaOH-Druckstossberechnung

Berechnung und Optimierung der Armaturen-Schließcharakteristik beim Bela- den und Transport

bearbeitet von:

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik
UMSICHT

Dr.-Ing. Andreas Dudlik

Osterfelder Str. 3
46047 Oberhausen

15. November 2007

Inhalt

1	Einführung und Aufgabenstellung.....	3
2	Leistungsumfang.....	4
3	Zusammenfassung	5
4	Simulationsgeometrie und Randbedingungen.....	7
5	Ergebnisdiagramme Transport: Zeitliche Verläufe von Durchfluss, Druck und Kraft (Auswahl)	9
6	Ergebnisdiagramme Beladen: Zeitliche Verläufe von Durchfluss, Druck und Kraft (Auswahl)	16

1 Einführung und Aufgabenstellung

Beim Laden von Flüssigkeiten in Chemieparcs kann es infolge

- § des Abdriftens von Schiffen
- § des Auslösens von Füllstandsalarman
- § von Pumpenausfällen

zum Auslösen von Nottrennsystemen und / oder schnellen Ventilschaltvorgängen kommen.

Hierdurch werden schnelle Änderungen von Leitungsinndruck und Lagerlasten verursacht.

Im Folgenden werden Planungsleistungen zur Optimierung der Schließzeiten der den Nottrennsystemen vorgeschalteten Schließarmaturen angeboten, ohne das System und deren Halterungen über die Auslegungsbedingungen zu belasten.

Hierzu werden Simulationen mit kommerziellen Berechnungsprogrammen durchgeführt, mit deren Hilfe sowohl der Ist-Zustand als auch verbesserte Konzepte nachweislich beurteilt werden können.

2 Leistungsumfang

Pos. 1: Eingabe des Leitungssystems in das Rechenprogramm

Eingabe und Überprüfung der hydraulisch bzw. sicherheitstechnisch relevanten Leitungsabschnitte im Softwarecode, Ermittlung von Armaturenkennlinien und Stoffdaten (Schallgeschw., Viskosität)

Pos. 2: Analyse Ist-Zustand (Schließzeit 20 bzw. 15 s)

5 Analyserechnungen:

§ Pumpenausfall Schiffsbefüllung

§ Pumpenausfall Geb. 827 / 631

§ Alarm Behälterfüllstand 9306

§ Alarm Schiffsbefüllstand

§ Alarm Behälterfüllstand Geb. 827 / 631

grafische Darstellung kritischer Lasten an charakteristischen Stellen im System (Druck, Kraft, Restdurchflussmengen beim Schließen) *

Pos. 3: Optimierung Armaturenschließzeiten

Analyserechnungen gestuftes Schließen (3 Rechnungen)
grafische Darstellung kritischer Lasten an charakteristischen Stellen im System (Druck, Kraft, Restdurchflussmengen beim Schließen)*

Pos. 4: Bericht, Präsentation

*bezogen auf die jeweils technisch beste Lösung

3 Zusammenfassung

1. Transportleitung von Geb. 631 bzw. 870 in Tank B9306 - Schutzkonzept

Aufgrund des vgl. hohen stationären Systemdrucks von ca. 8 bar, abs empfehlen wir:

- § die Armatur 10102 (derzeit Kugelhahn Fa. ARGUS mit freiem Durchgang) am Behälter B2 gestuft zu schließen (innerhalb 1s auf 25%, dann linear innerhalb von 29 s auf 0% Öffnung). Hierbei entstehen lediglich einphasige Druckschwankungen innerhalb des Prüfdruckbereichs (max. 15 bar, abs sowie ca. 2 Tonnen dyn. Lastwechsel).
- § bei evtl. Austausch der Armatur sorgfältig auf die Kennlinie zu achten. Eine ungünstigere Kennlinie (z.B. Schieber) würde die Lastwechsel erheblich erhöhen. Alternativ kann z.B. ein PCD-System eingesetzt werden, dass den Systemdruck in der Leitung beim Schließen selbstregelnd in dem Prüfdruckbereich regelt).
- § zur nahezu vollständigen Vermeidung dynamischer Lasten bei Betätigung der Armatur 10102 die Versorgungspumpen der Geb. 631 bzw. 870 abzuschalten bzw. innerhalb von 10s zurückzufahren.

2. Transportleitung von Geb. 631 bzw. 870 in Tank B9306 - Simulationsergebnisse

Nachfolgend sind die berechneten Lasten und Druckspitzen für die untersuchten Szenarien tabellarisch zusammengestellt (s. Tab. 1 und 2):

3. Beladeleitung (B9306 – Schiff)

Beim Beladen mit Kugelhahn entstehen bei linearem schließen innerhalb von 15 s geringe Druckschwankungen von etwa 5 bar (8 – 3 bar, abs), Lastwechsel ca. 1 to am Knoten 008.

Am Verladearm entstehen keine dynamischen Lasten.

Durch gestuftes Schließen (innerhalb von 1s auf 25 %, anschließend in 14 s auf 0) kann jedoch der Restdurchfluss von ca. 700 ltr. auf 350 ltr. reduziert werden.

Auch bei diesen Szenarien würde eine Armatur mit ungünstigerer Kennlinie (z. B. Schieber) bei linearem Schließen innerhalb von 15 s Druckstöße und Kavita-

tionsschläge erzeugen.

Transportleitg. NaOH bei halb gefülltem Behälter, Geb. 870 / 631	Max. Druck [bar] / Max. Kraft [kN]	Ort (Knoten)	Bemerkungen
1 ohne Schutzmaßnahmen; lineares Schließen in 20s	30 / 50	K6 – K97	Große Wechsellasten durch Kavitationsschläge und Druckstöße
1a ohne Schutzmaßnahmen; lineares Schließen in 20s, <i>Kennlinie Schieber</i>	42 / 70	K6 – K97	Große Wechsellasten durch Kavitationsschläge und Druckstöße
2 gestuftes Schließen 20 s (1s: auf 25%; nach 20s: geschlossen)	18 / 25	K6 – K97	geringere Wechsellasten
3 gestuftes Schließen 30 s (1s: auf 25%; nach 30s: geschlossen)	14 / 20	K6 – K97	geringe Wechsellasten, einphasig
4 gestuftes Schließen 40 s (1s: auf 25%; nach 40s: geschlossen)	12 / 17	K6 – K97	geringe Wechsellasten, einphasig
5 gestuftes Schließen 20 s (1s: auf 25%; nach 20s: geschlossen), Herunterfahren der Pumpen innerhalb von 10 s	< 10- / < 1	-	-

Tabelle 1: Lasten und Druckspitzen, Transport NaOH, Knoten s. Abb. 1

4 Simulationsgeometrie und Randbedingungen

Abb.1 und 1a zeigen die benutzten Simulationsgeometrien „Transport NaOH“.

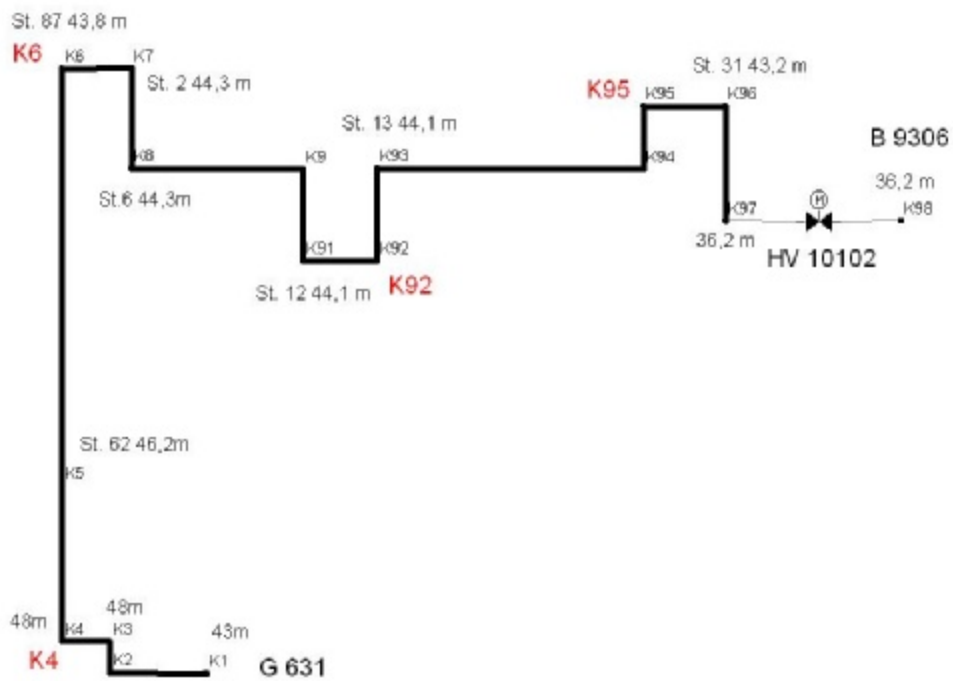


Abb.1: Simulationsgeometrie Transport NaOH-Gebäude 631

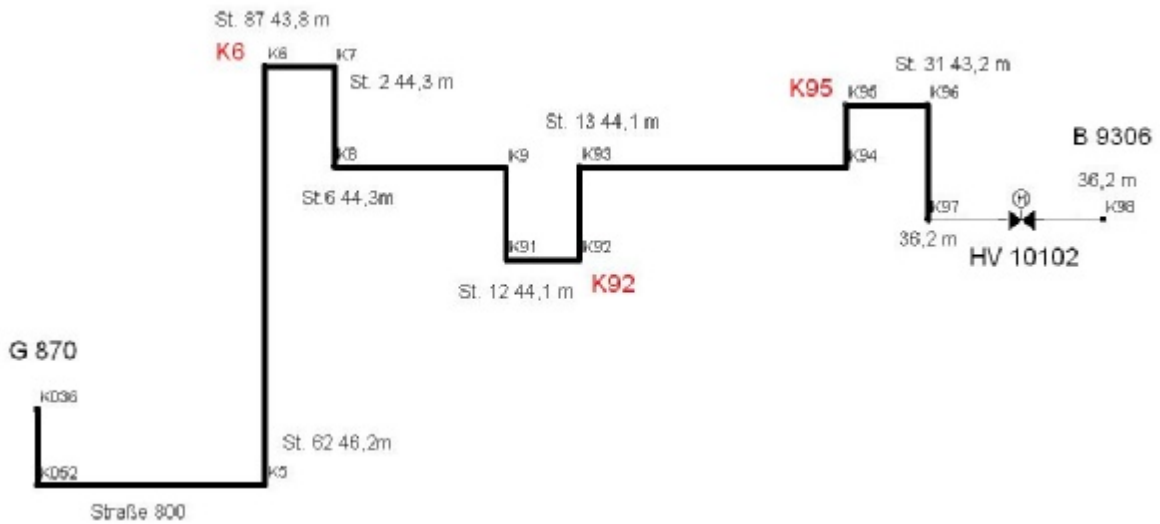


Abb.1a: Simulationsgeometrie Transport NaOH-Gebäude 870



Abb.2: Simulationsgeometrie „Beladen“ mit Anschlusspkt. Bypass B6306

Weitere Berechnungsparameter:

Durchfluss:	200 cbm/h
Dichte:	1524 Kg/ cbm
Druckwellenausbreitungs- Geschwindigkeit:	2400 m/s
Schließzeiten Transport:	20 s, 20, 30 und 40s gestuft
Schließzeiten Laden:	15 s, 15s gestuft
Leitungslänge Transport (axial):	ca. 680 m
Leitungslänge laden (axial):	ca. 1900 m

5 Ergebnisdiagramme Transport: Zeitliche Verläufe von Durchfluss, Druck und Kraft (Auswahl)

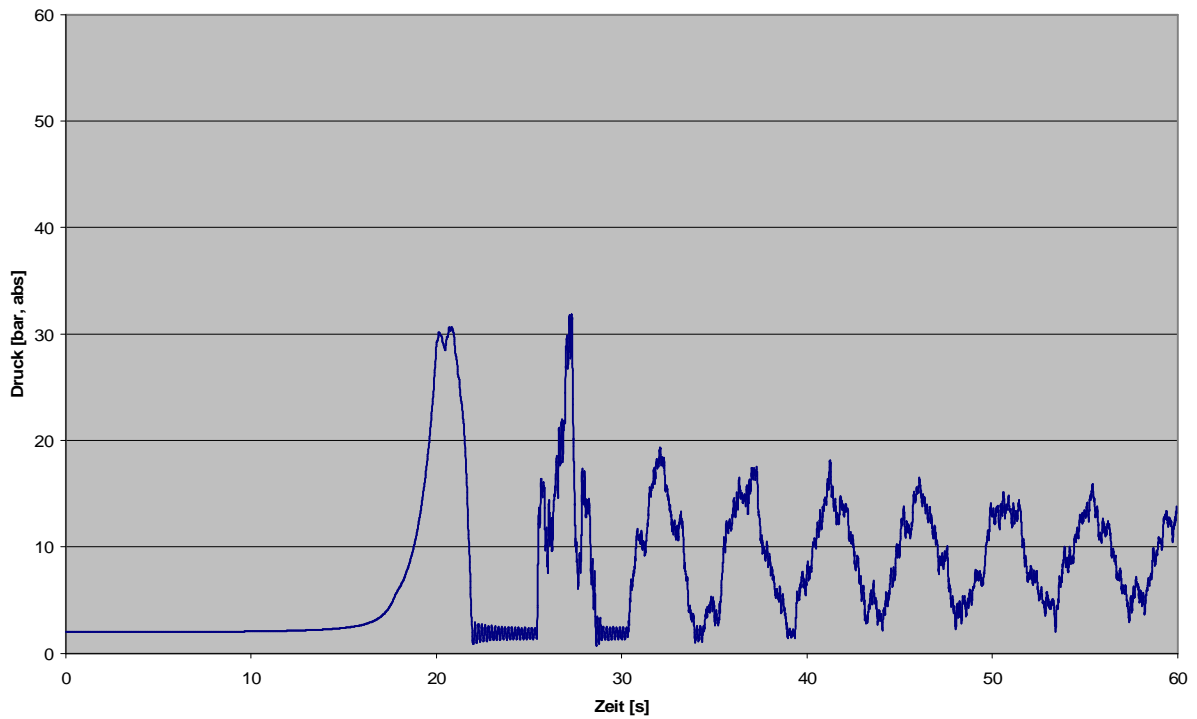


Abb. 3: Zeitlicher Druckverlauf am Knoten K97 bei linearem Schließen der Füllstandssicherungsarmatur in 20 s – Kennlinie Kugelhahn

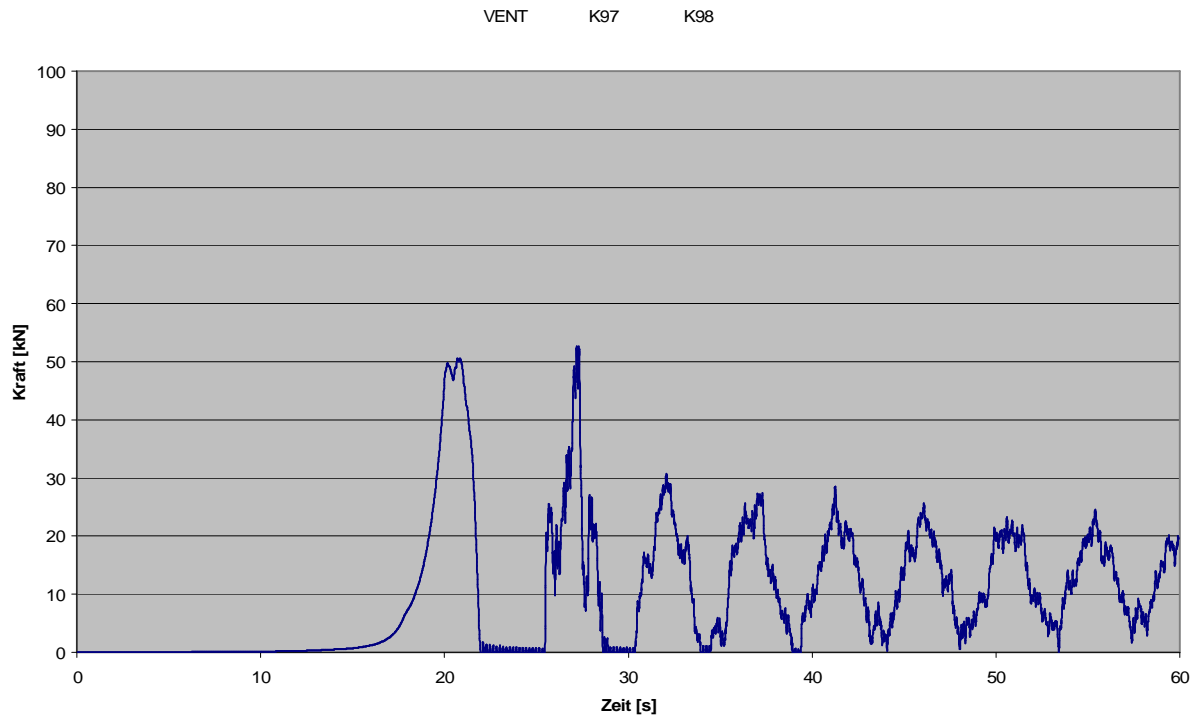


Abb. 4 : Zeitlicher Kraftverlauf am Knoten K97 bei linearem Schließen der Füllstandssicherungsarmatur in 20 s – Kennlinie Kugelhahn

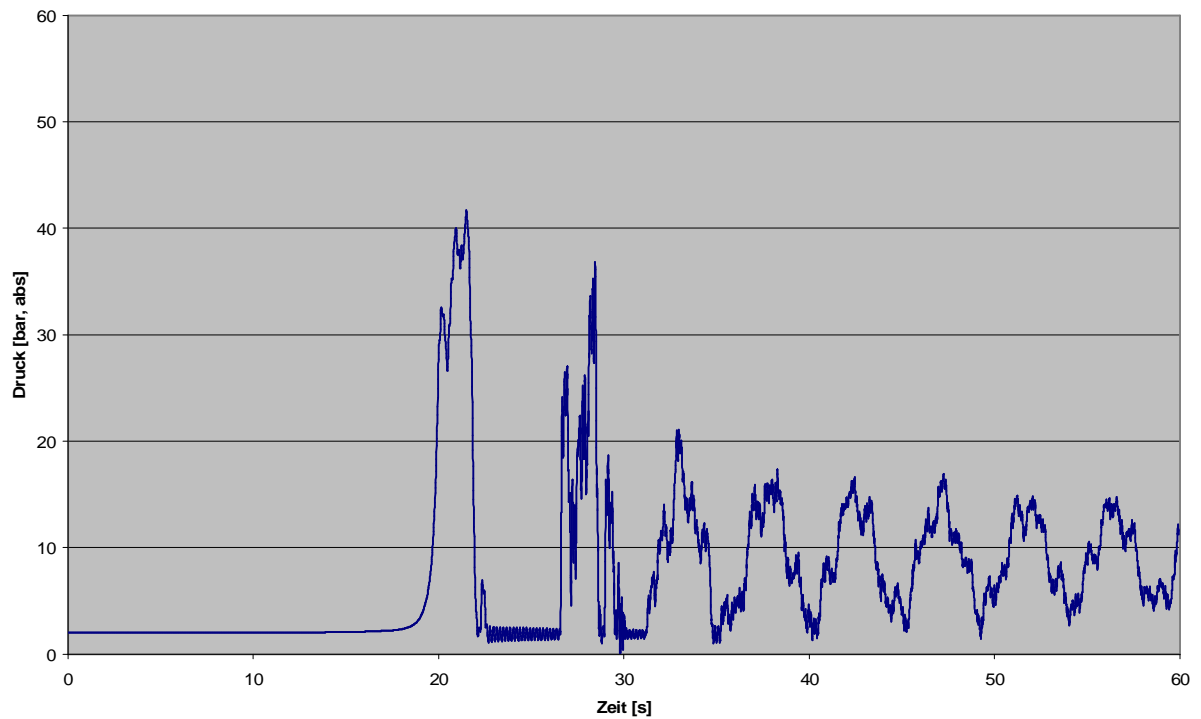


Abb. 5 : Zeitlicher Druckverlauf am Knoten K97 bei linearem Schließen der Füllstandssicherungsarmatur in 20 s- Kennlinie Schieber

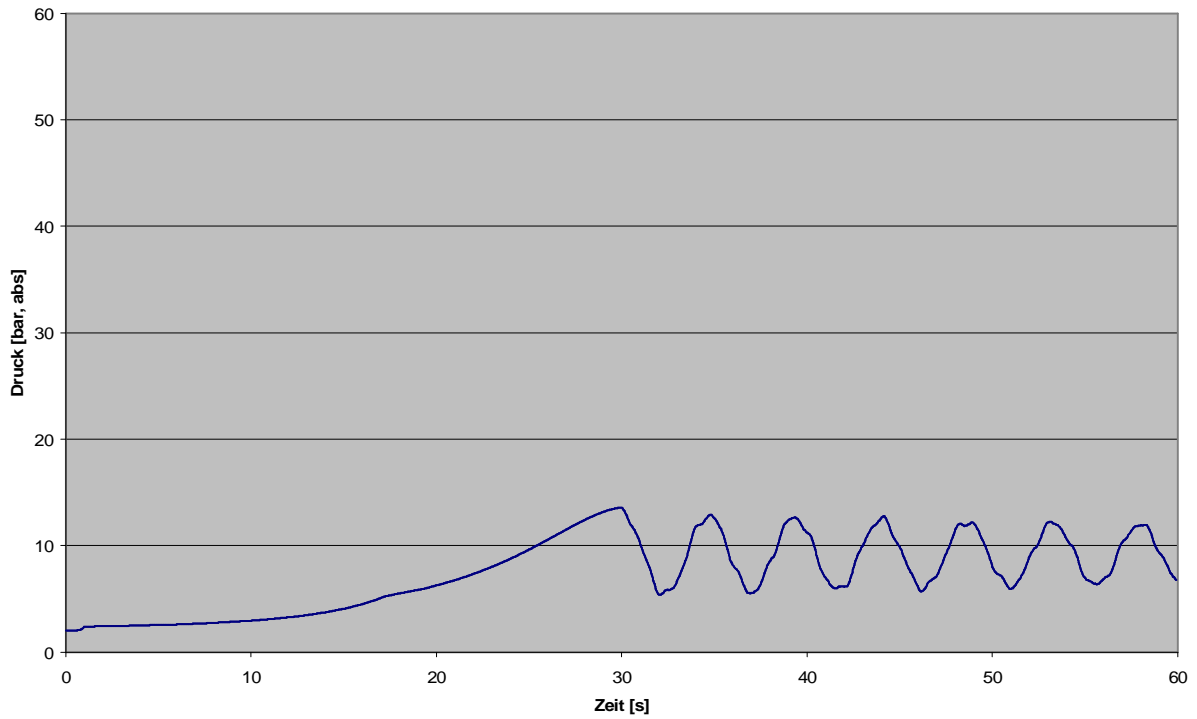


Abb. 6: Zeitlicher Druckverlauf am Knoten K97 bei gestuftem Schließen der Füllstandssicherungsarmatur in 30 s – Kennlinie Kugelhahn

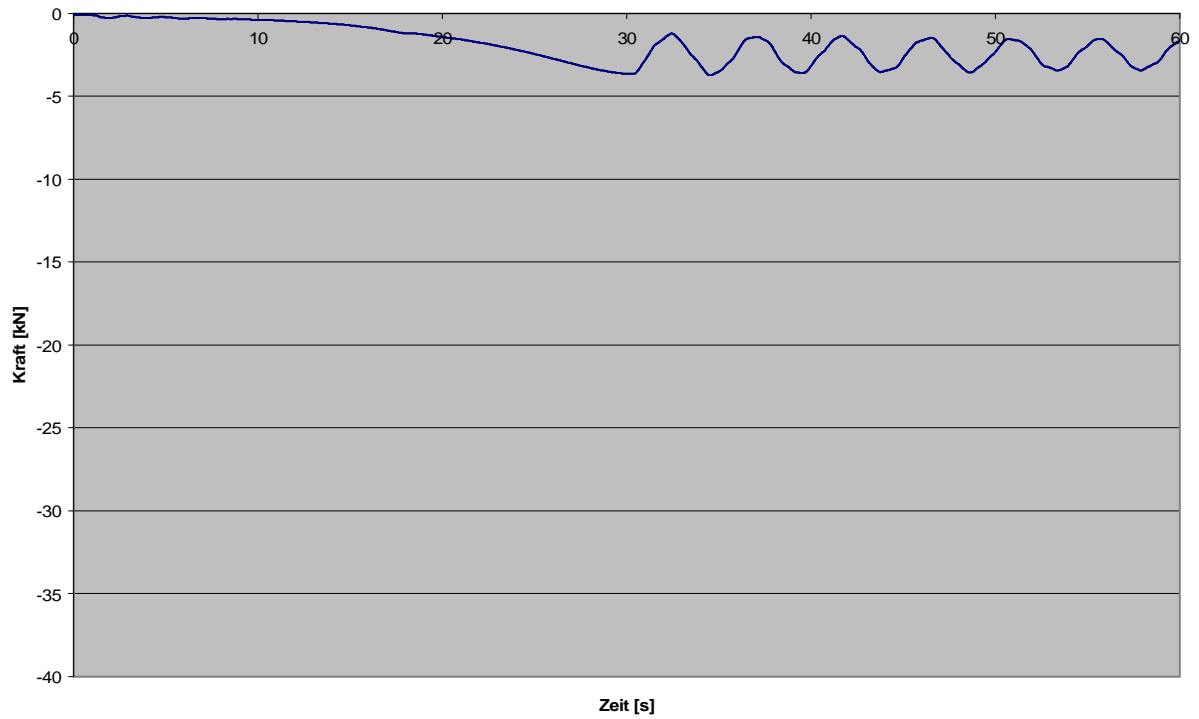


Abb. 7: Zeitlicher Kraftverlauf am Knoten K6 bei gestuftem Schließen der Füllstandssicherungsarmatur in 30 s – Kennlinie Kugelhahn

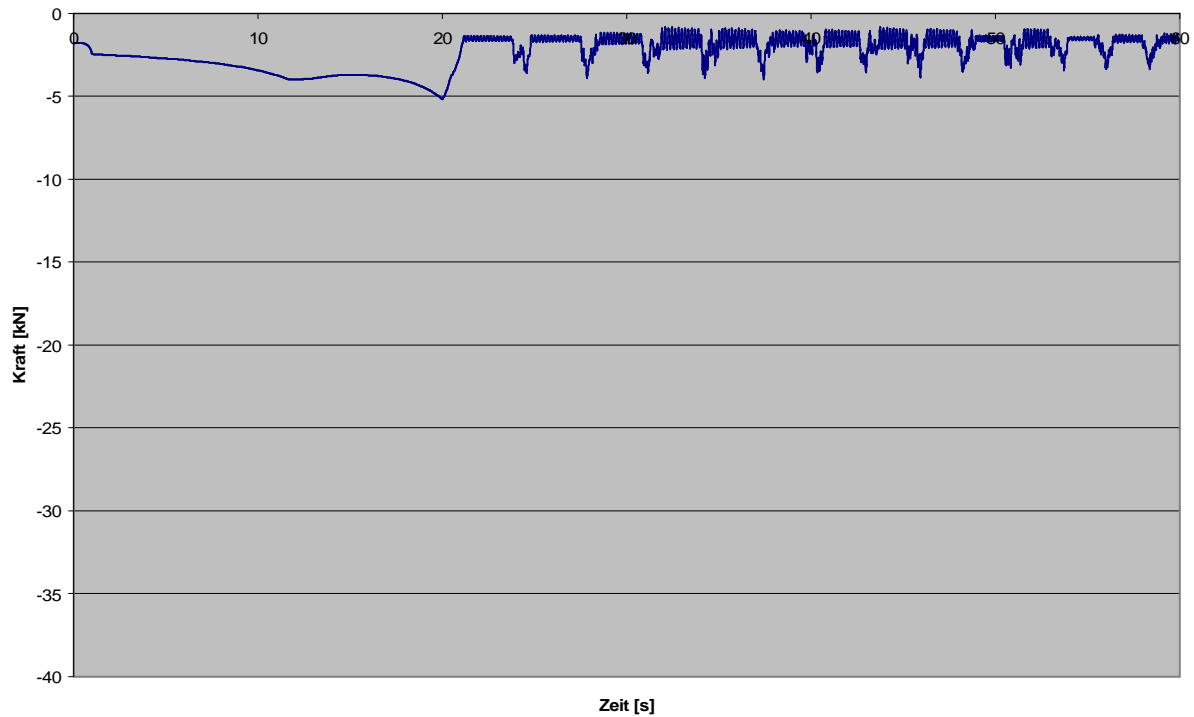


Abb. 8: Zeitlicher Kraftverlauf am Knoten K97 bei gestuftem Schließen der Füllstandssicherungsarmatur in 20 s und Pumpenabschaltung in 5 - 15 s – Kennlinie Kugelhahn

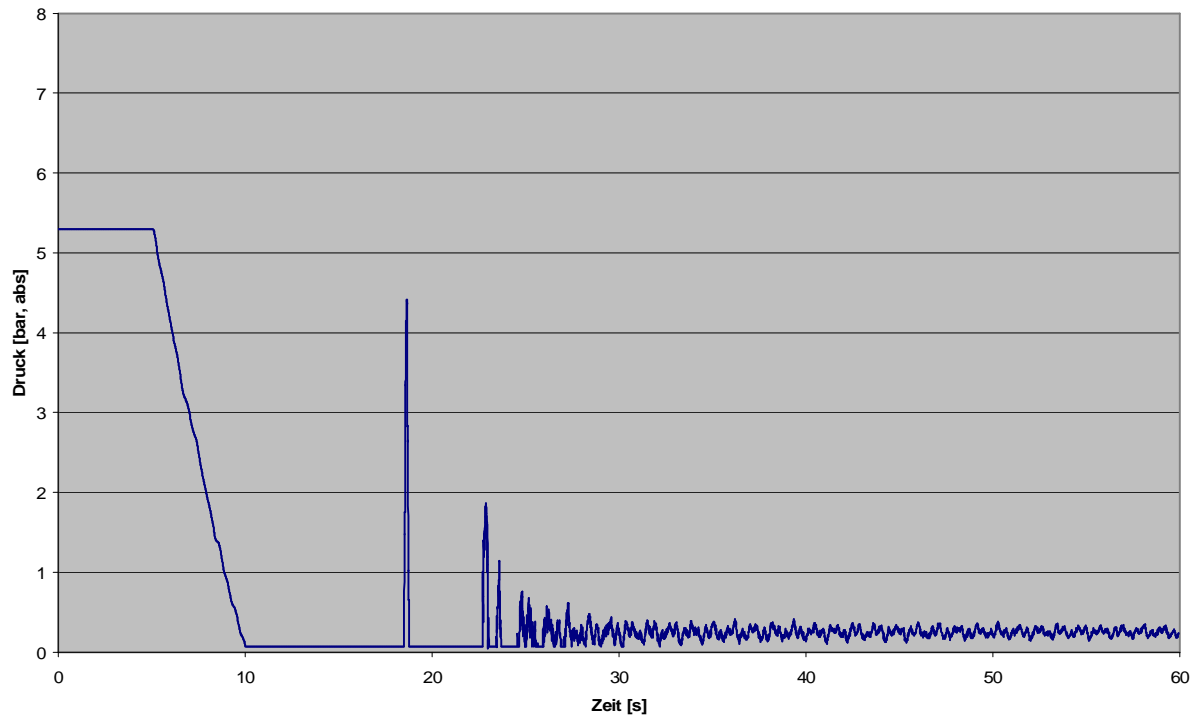


Abb. 9: Zeitlicher Druckverlauf am Knoten K4 bei Pumpenausfall in 5 s – Kennlinie Kugelhahn

6 Ergebnisdiagramme Beladen: Zeitliche Verläufe von Durchfluss, Druck und Kraft (Auswahl)

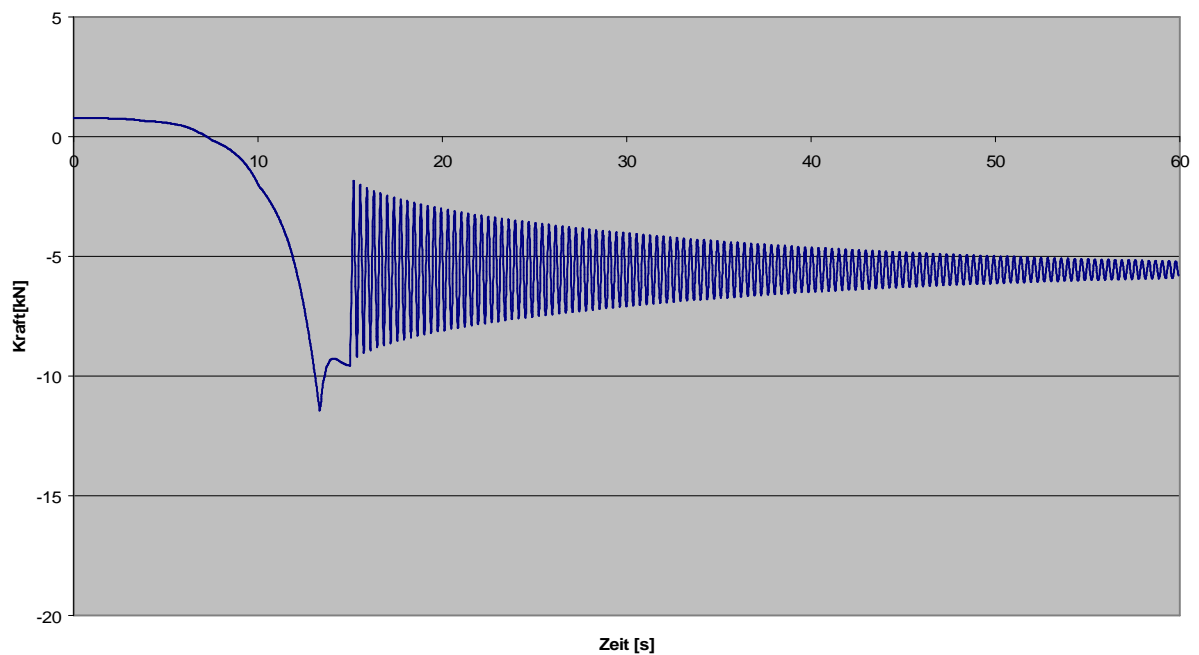


Abb. 10: Zeitlicher Kraftverlauf am Knoten K008 bei linearem Schließen der Armatur PV10166 in 15 s – Kennlinie Kugelhahn

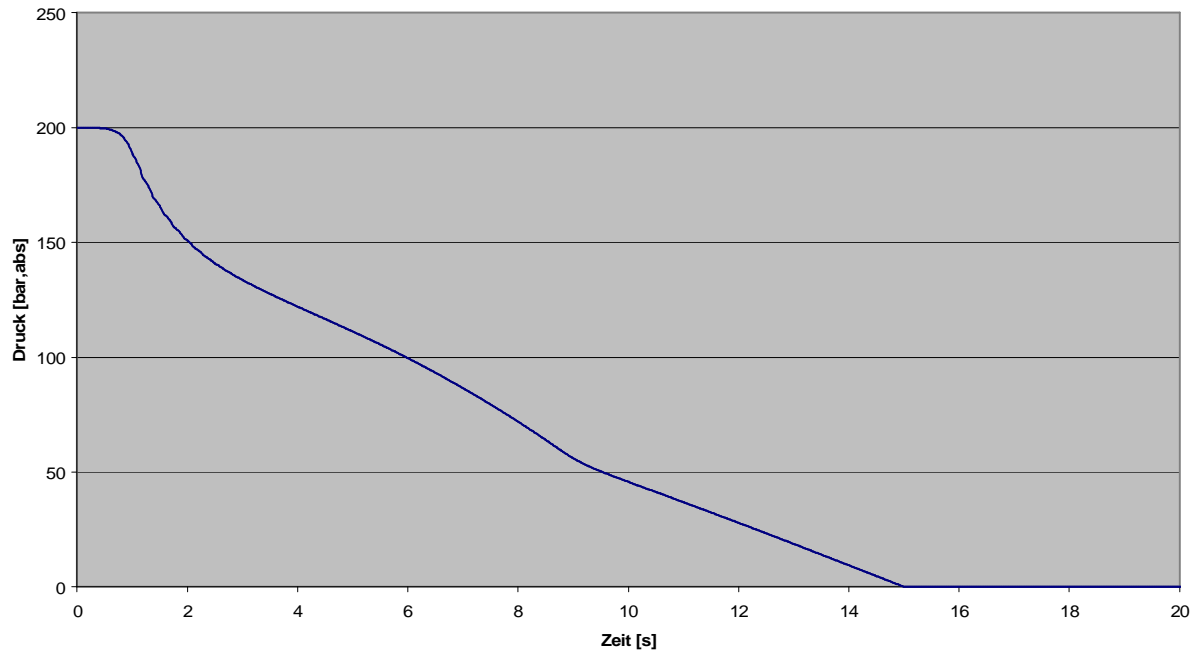


Abb. 11: Zeitlicher Durchflussverlauf am Knoten K008 bei gestuftem Schließen der Armatur PV10166 in 15 s – Kennlinie Kugelhahn

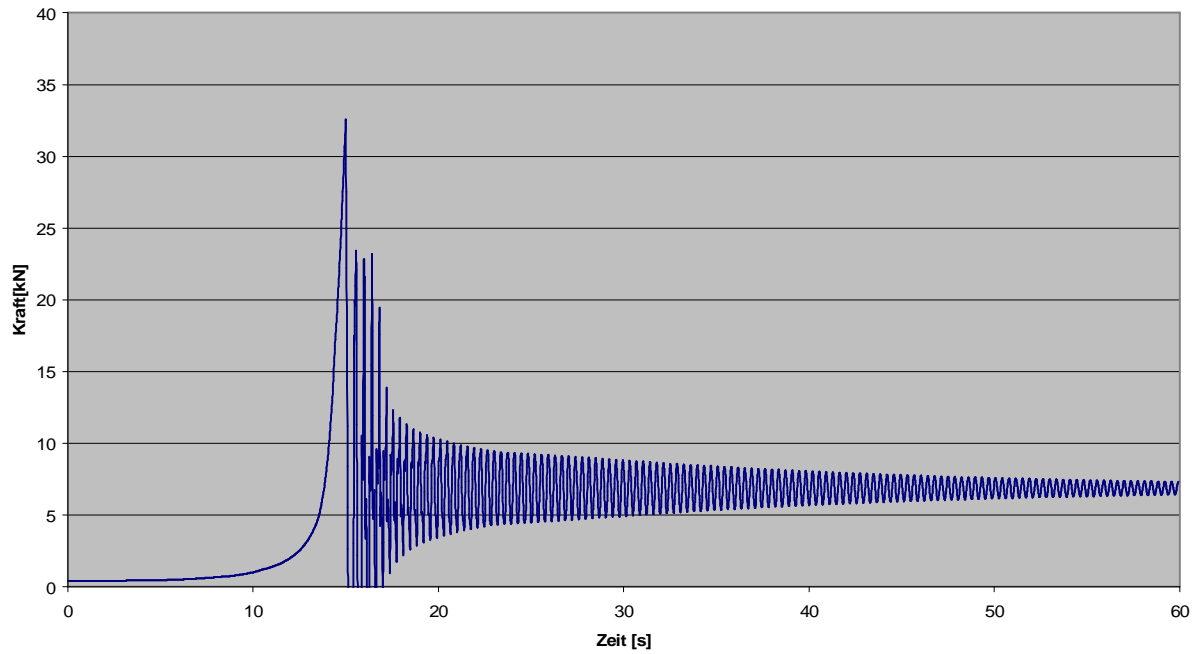


Abb. 12: Zeitlicher Kraftverlauf am Knoten K008 bei linearem Schließen der Armatur PV10166 in 15 s – Kennlinie Schieber