

Fraunhofer UMSICHT

Geschäftsfeld Prozesstechnik

»Gutachten über die Havarie einer PVC-Wasserleitung
(Teil2) – Materialgutachten und Optimierung«

Dr.-Ing. Andreas Dudlik
Dipl. – Ing. Ralf Müller



Zusammenfassung

Gesamtbewertung und Optimierung des Systems

- § Rechnerischer Maximaldruck: 20bar (stoßartig)
- § Zulässiger Betriebsdruck: 10bar
- § Der maximal zulässige Betriebsdruck wurde durch den Schließvorgang um ca. 10 bar stoßartig übertreten und ist damit hinreichend Ursache für das Versagen der Leitung

Zusammenfassung

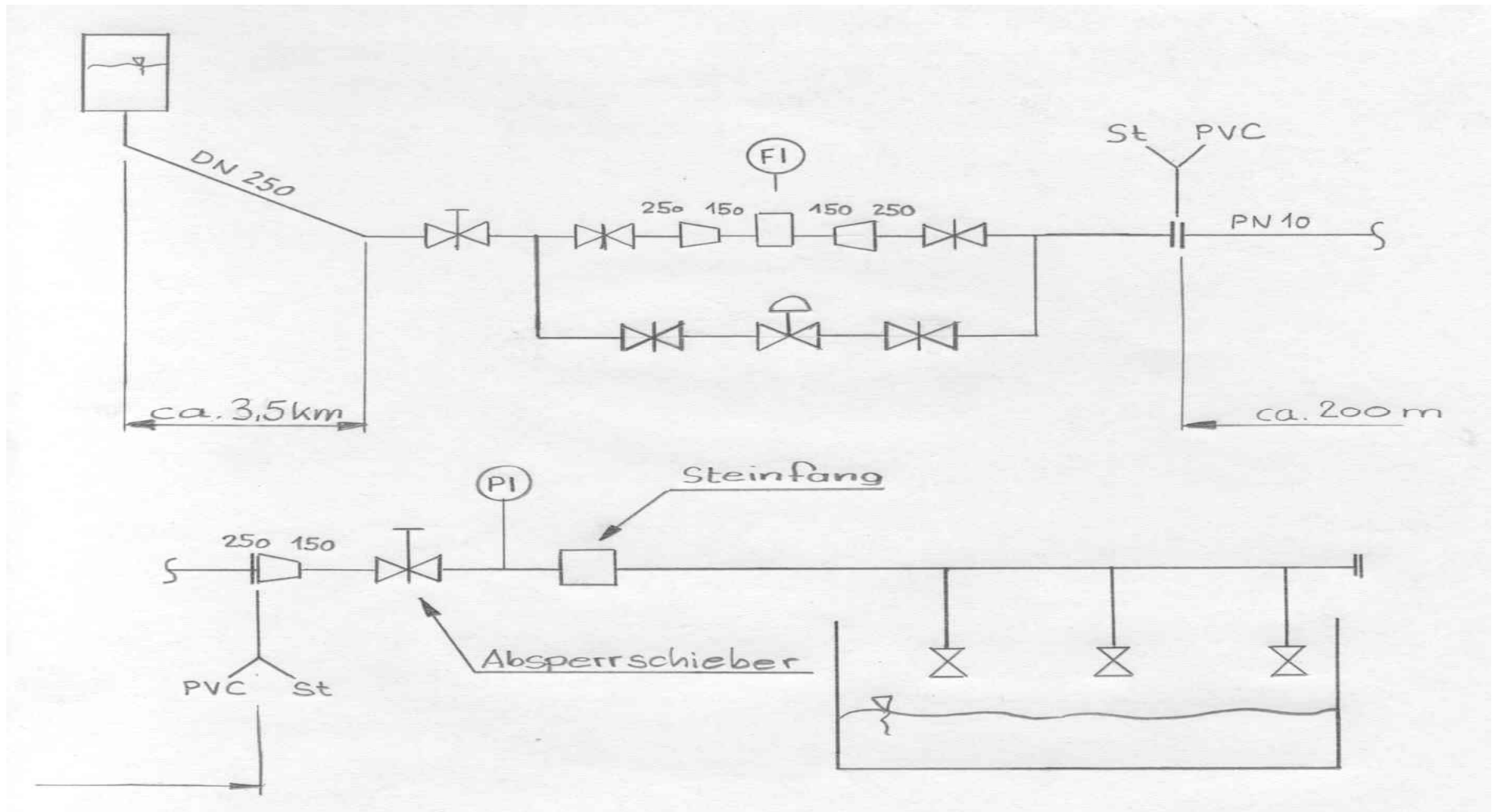
Gesamtbewertung und Optimierung des Systems

- § Es wurden drei Simulationen durchgeführt, um in Zukunft die Leitung gegen Überdruck zu schützen
- § Günstigste Lösung: Schieber gestaffelt schließen
- § Innerhalb von ca. 1 Min von 100 auf 20 %, dann in 1 Min von 20 % auf 0%
- § Wechsel auf eine andere Armatur (Stellventil) mit einer günstigeren Regelkennlinie. In diesem Fall können deutlich kleinere Schließzeiten gefahren werden
- § Der Betrieb mit einem Blasenspeicher o. ä. ist unwirtschaftlich, da selbst bei einem Behälter von 5 cbm Inhalt immer noch Druckspitzen bis zu 15 bar erreicht werden

Grundlagen der Betrachtung

- § Das untersuchte Rohrleitungssystem besteht aus einem etwa 3.500 Meter langen Bereich aus dem Werkstoff Stahl mit einer Nennweite von DN 250
- § Im Anschluss an die Übergabestation findet ein Wechsel der Rohrklasse auf den Werkstoff PVC mit einer Nennweite von ebenfalls DN 250 und einer Nenndruckstufe von PN10 statt. Dieser Teil des Rohrleitungssystems hat eine Länge von ungefähr 200 Meter
- § Vor dem Absperrschieber wechselt die Rohrklasse wieder von PVC auf Stahl, die Nennweite wird von DN 250 auf DN 150 reduziert

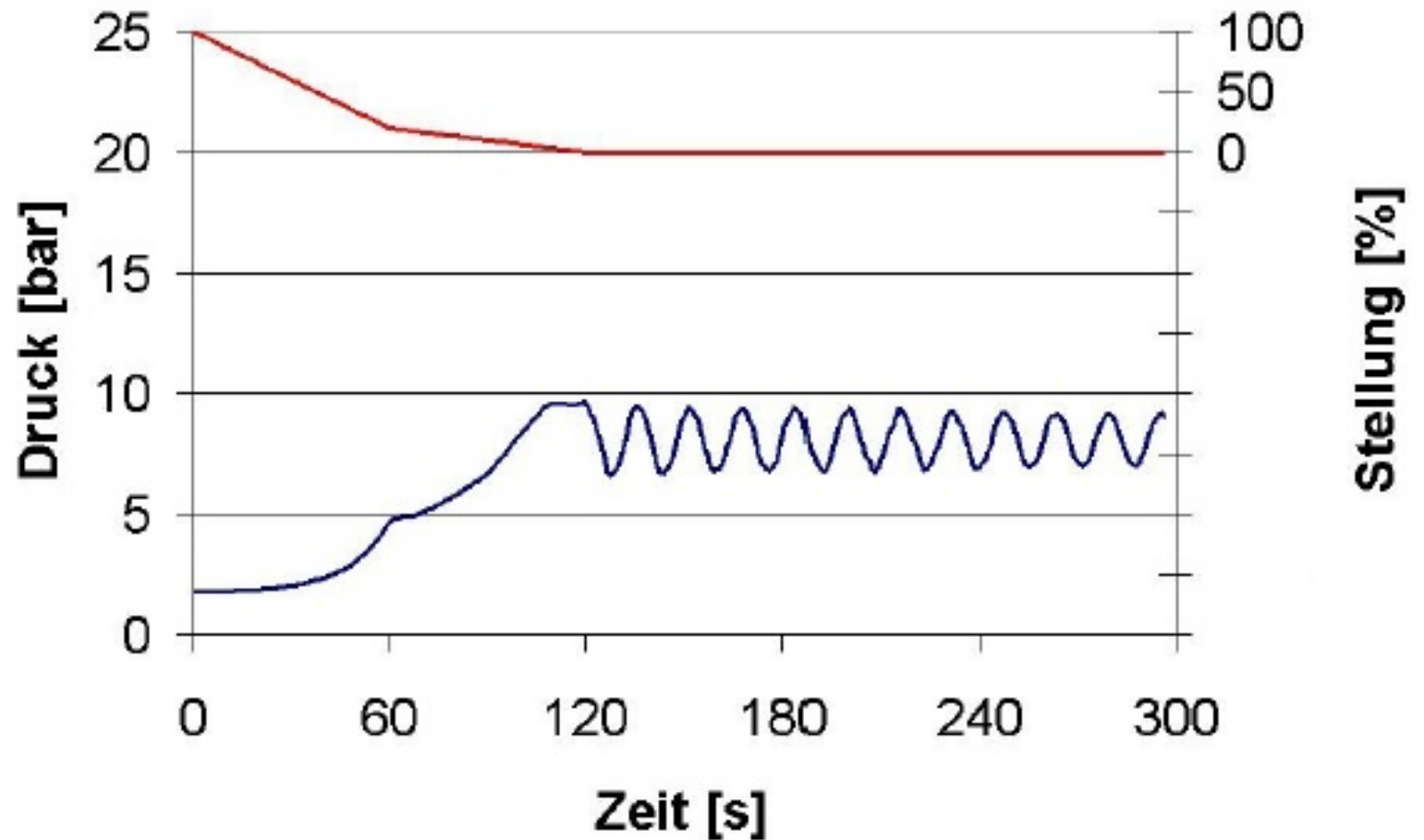
Skizze des untersuchten Rohrleitungssystems



Simulationsschema Leitung V 302

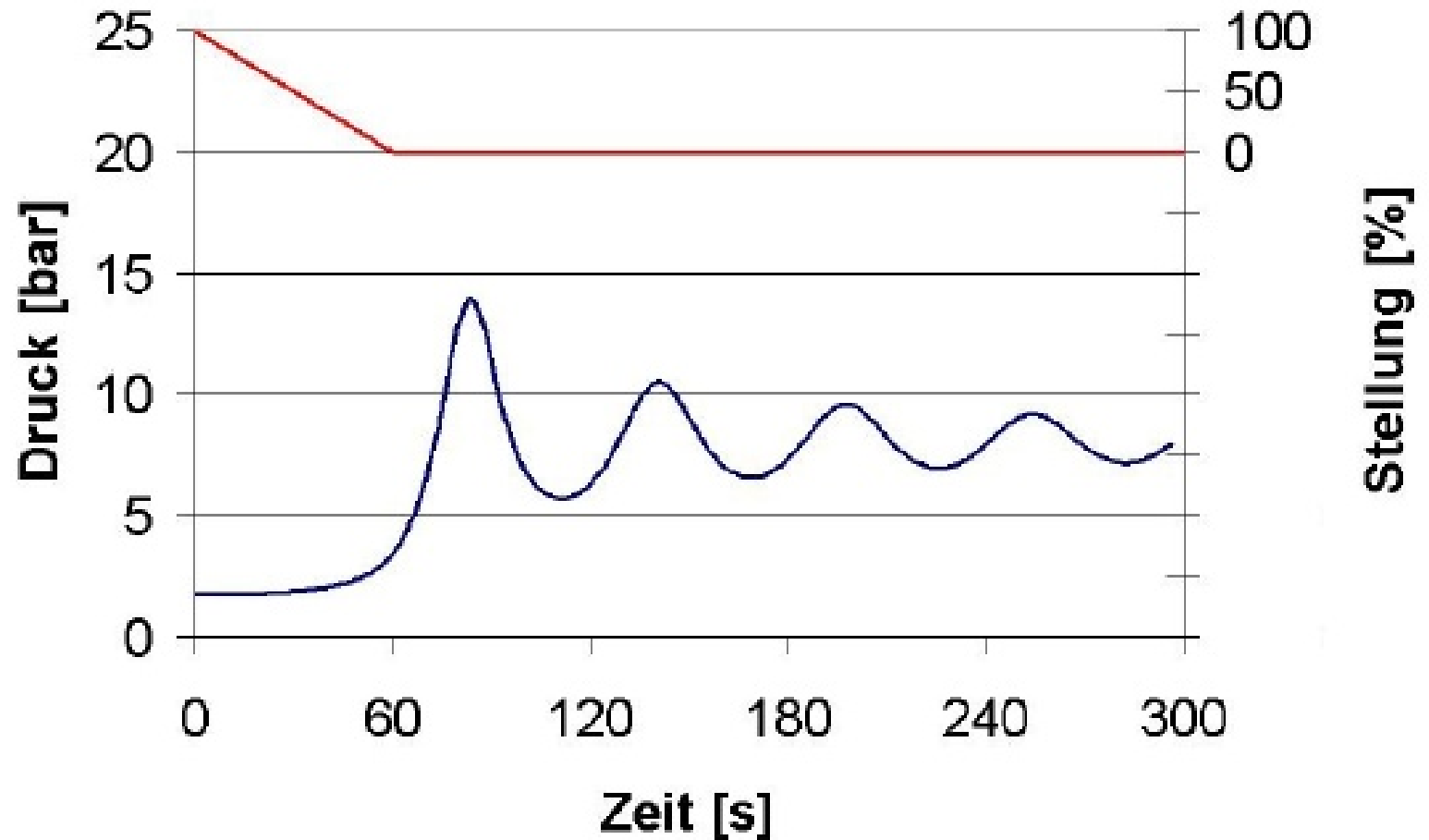
§ Rohrleitungssegment 1		
	Rohrleitungslänge	3.500 m
	Nennweite	DN 250
	Werkstoff	Stahl
§ Rohrleitungssegment 2		
	Rohrleitungslänge	200 m
	Nennweite	DN 250
	Werkstoff	PVC
§ Absperrarmatur		
	Bauart	Schieber
	Schließzeit	1 Minute
§ Physikalische Randbedingungen		
	P_s	8 bar
	P_w	1,7 bar
	Q	491 m ³ /h

Ergebnisse der Berechnung / Optimierung



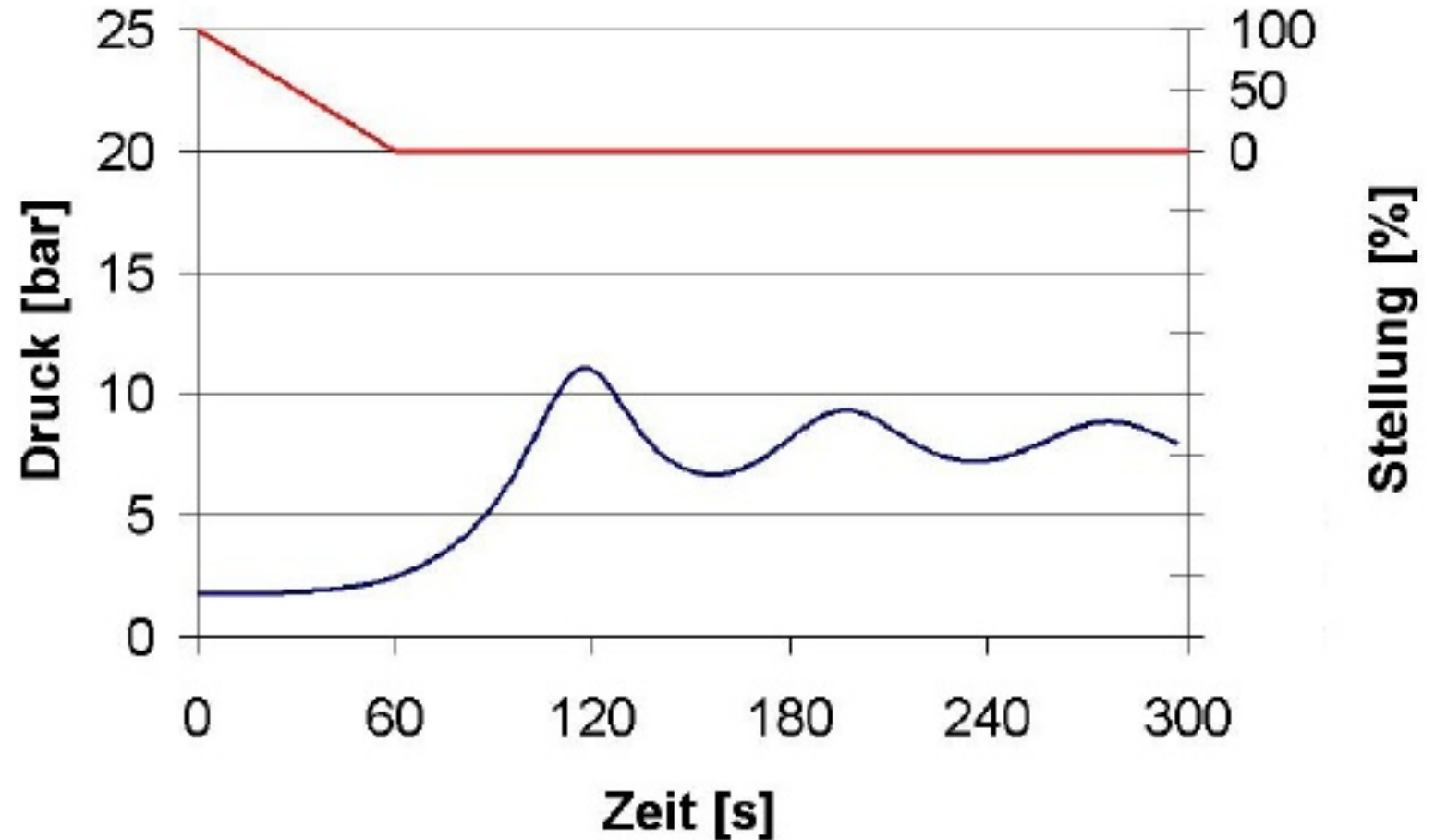
Druck-Zeit-Verlauf am Absperrschieber, gestuftes Schließen

Ergebnisse der Berechnung / Optimierung



Druck-Zeit-Verlauf am Absperrschieber, Blasenspeicher 5 cbm

Ergebnisse der Berechnung / Optimierung



Druck-Zeit-Verlauf am Absperrschieber, Blasenspeicher 10cbm

Anhang: Armaturenkennlinien

Einfluss der Armaturenkennlinie auf den Druckverlauf

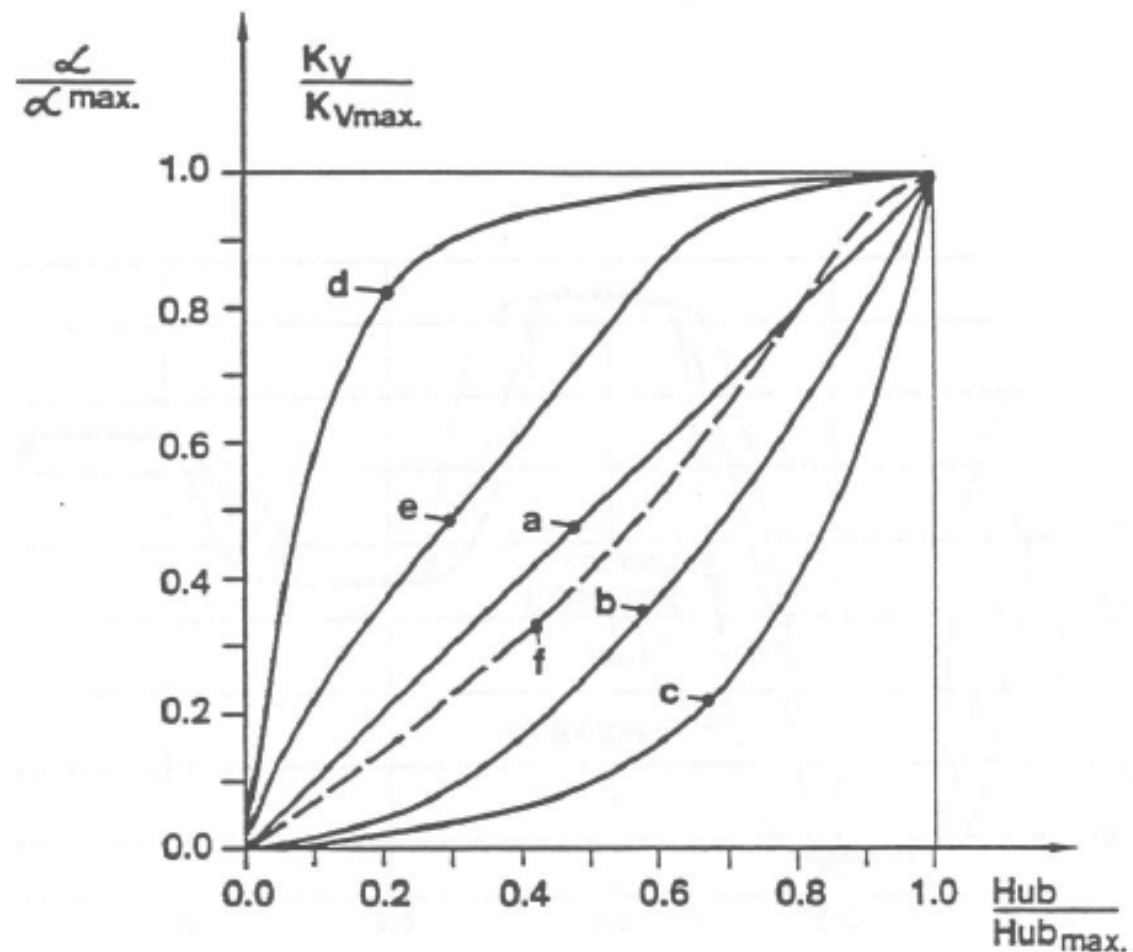
- § Für den Druckanstieg ist nicht nur die Stellzeit der Armatur maßgebend, sondern auch der größte Gradient in der Armaturenkennlinie
- § Je größer die Änderung der Durchflusscharakteristik in diesem Bereich ist, desto größer werden die Drosselwirkung und folglich auch die Druckstoßentwicklung (s .Abb. 2)
- § Erst in der Schließphase ab 80%iger Schließung stellt sich die eigentliche Drosselung ein, die in Anbetracht der hier größten Durchflussänderung von entscheidender Bedeutung ist

Anhang: Armaturenkennlinien

Einfluss der Armaturenkennlinie auf den Druckverlauf

Eine lineare Armaturenkennlinie liefert bei konstanter Stellzeit kleinstmögliche Fluidkräfte. Sie wird daher bei schnellschaltenden Armaturen bevorzugt eingesetzt.

Kennlinien unterschiedlicher Armaturen



- a) Linear b) quadratisch c) gleichprozentig d) Schieber (Näherung)
e) Flachkegel (Sicherheitsventil) f) Rückschlagklappe