

Beuth Hochschule für Technik Berlin  
Fachbereich VIII  
Maschinenbau Konstruktionstechnik

**Bachelorarbeit**

**Simulation und Auslegung eines  
Industriestoßdämpfers mit ANSYS CFX**

von

Thomas Ossadnik  
Matrikelnummer: 756146

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Peter Bartsch  
Zweitgutachter: Dr. rer. nat. Andreas Spille-Kohoff

Berlin, 01.12.2011 - 29.02.2012

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichenverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der Technik</b>	<b>2</b>
<b>3 Alternative Lösung und Ziel der Arbeit</b>	<b>6</b>
<b>4 Theorie</b>	<b>8</b>
4.1 Grundlagen der Kinetik und Kinematik	8
4.2 Grundlagen der Strömungssimulation	10
4.2.1 Grundgleichungen der Strömungssimulation	10
4.2.2 Modellierung der Turbulenz	13
4.2.3 Einfluss bewegter Ränder auf die Gitterbewegung	17
4.2.4 Fluid-Starrkörper-Interaktion	20
4.2.5 Diskretisierung	22
<b>5 Allgemeinen Randbedingungen und Ausgangsgeometrie</b>	<b>25</b>
5.1 Bestimmung der allgemeinen Randbedingungen	25
5.2 Ausgangsgeometrie	28
<b>6 Vorauslegung am stationären Ersatzmodell</b>	<b>32</b>
6.1 Strömungsraum	32
6.2 Vernetzung	34
6.3 Randbedingungen	36
6.4 Simulationen	37
6.5 Simulationsergebnisse	38
6.6 Bewertung	39
<b>7 Gitterverfeinerung bei vorgegebener Kolbenbewegung</b>	<b>40</b>
7.1 Strömungsraum	40
7.2 Vernetzung	44
7.3 Randbedingungen	48
7.4 Simulationen	49
7.5 Simulationsergebnisse	53
7.6 Bewertung	80
<b>8 Auslegung mittels Fluid-Starrkörper-Interaktion</b>	<b>84</b>
8.1 Strömungsraum	84

8.2 Vernetzung	84
8.3 Randbedingungen	84
8.4 Simulationen	87
8.5 Simulationsergebnisse	89
8.6 Bewertung	94
<b>9 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>95</b>
<b>Anhang</b>	<b>97</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>98</b>

## 9 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Bachelorarbeit zeigen, dass es möglich ist einen Industriestoßdämpfer zu konstruieren, der über die gesamte Bremsstrecke eine nahezu konstante Bremskraft zur Verfügung stellt. Somit ist das Ziel der Bachelorarbeit erreicht, obwohl einige Kompromisse eingegangen wurden. Trotz der Tatsache, dass die Gitterstudie aus Zeitgründen vorzeitig abgebrochen wurde und somit nicht das bestmögliche Netz zum Einsatz kam, kann davon ausgegangen werden, dass ein deutlich feineres Gitter ein qualitativ sehr ähnliches Ergebnis liefern würde. Diese Annahme wird durch die Abbildung 37 gestützt. Auch wenn das erarbeitete Endergebnis, aufgrund der zahlreichen Vereinfachungen, möglicherweise noch stark von der Realität abweicht, werden im Folgenden die wichtigsten Ergebnisse zusammengetragen. Zuerst ist der Verlauf der Bremskraft dargestellt:

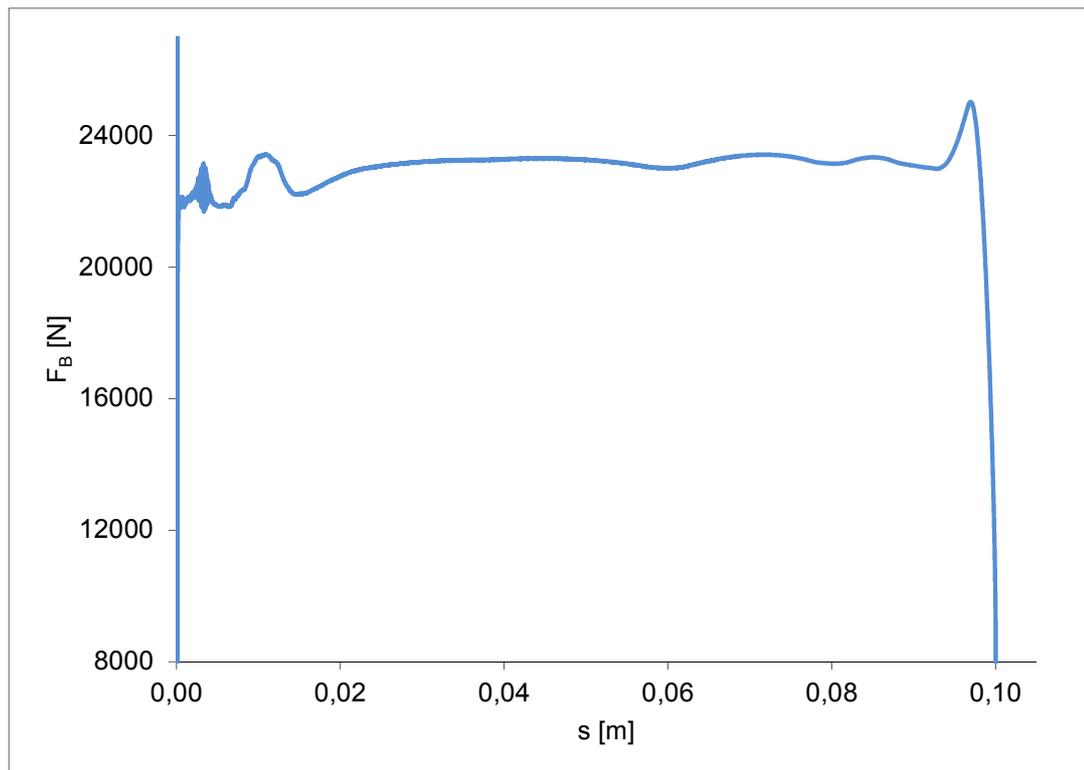


Abbildung 79: Bremskraft in Abhängigkeit des Weges (Endergebnis)

Die Tabelle 22 enthält die Durchmesser des Stempels, der zu der Bremskraft aus Abbildung 79 führt.

Tabelle 22: Stempeldurchmesser (Endergebnis)

s [mm]	d <sub>A4</sub> [mm]
0	13,1070
10	13,1500
20	13,2920
40	13,5000
60	13,7150
80	13,9980
90	14,1850
95	14,3100
99	14,5100

Als maximale Energieaufnahme wird ein Wert von  $W_{max,A4} = 2298,7 J$  festgestellt, wobei dieser aus Sicherheitsgründen abgerundet werden sollte.

Für zukünftige Auslegungen von Industriestoßdämpfer sollte noch größerer Wert auf das Berechnungsgitter gelegt werden. Dabei sollte die Vernetzung sinnvoll gewählt werden, das heißt, dass Stellen die aus strömungstechnischer Sicht weniger relevant sind, nicht so fein vernetzt werden sollten, wie beispielsweise der Drosselspalt. Dies wurde bei der Gitterstudie ab der vierten Simulation auch so umgesetzt, jedoch sollte dieser Prozess noch weiter fortgesetzt werden. Durch eine zusätzliche Reduzierung der Zeitschritte, ließe sich die Realitätstreue noch weiter steigern.

Zu den Vereinfachungen die hier getroffen wurden, gehört die Annahme, dass das Hydrauliköl eine konstante Temperatur hat. In der Realität hätte sich das Fluid aufgrund von viskoser Reibung immer stärker aufgewärmt, was sich auf dessen Dichte und Viskosität auswirken würde und somit zu anderen Ergebnissen führen würde. Das, sich im Anhang befindliche, technische Datenblatt zum verwendeten Hydrauliköl der Firma Castrol zeigt den Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Dichte, sowie der Viskosität.

Ein weiteres Thema, das in dieser Bachelorarbeit nicht behandelt wird, ist die strukturmechanische Auslegung des Industriestoßdämpfers. Sämtliche Maße, die in den Abbildungen 18 und 19 nicht eingezeichnet sind, sind willkürlich gewählt und müssten auf ihre Standfestigkeit hin überprüft werden.

Zu den nicht eingezeichneten Maßen gehört unter anderem auch die Höhe des Gasspeichers. Diese Höhe, sowie der Isentropenexponent des Gases entscheiden über die Federkraft, die das komprimierte Gas bereitstellt.

Um der Gefahr der Kavitation am Kolben vorzubeugen, sollten alle  $90^\circ$ -Kanten abgerundet werden. Diese Maßnahme würde dazu beitragen, dass sich die Strömung nicht mehr, oder zumindest weniger stark, von der Kolbenunterkante ablöst. Auf diese Weise könnte das Rückströmgebiet (Abbildungen 67 und 68) und damit auch die Kavitation vermieden werden.

Als Letztes sollte der Industriestoßdämpfer noch mit weiteren wichtigen Komponenten, wie einem Führungslager, einer Dichtung oder einem Rückflussventil, zum schnelleren Erreichen der Ausgangsposition, konstruktiv vervollständigt werden.