

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung . . . . .	1
1.2	Literaturübersicht . . . . .	3
1.2.1	Grundlagen zur Rotordynamik . . . . .	3
1.2.2	Passive und aktive Schwingungsdämpfer . . . . .	4
1.2.3	Grundlagen zur Hydraulik . . . . .	5
1.3	Ziel und Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Aufbau des hydraulischen Stellglieds</b>	<b>9</b>
2.1	Beschreibung und Funktionsweise des Stellglieds . . . . .	9
2.2	Membranauslegung . . . . .	12
2.3	Volumenströme, Stellkräfte . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Versorgungsleitungen</b>	<b>19</b>
3.1	Modell mit konzentrierten Parametern . . . . .	19
3.2	Modell mit verteilten Parametern . . . . .	21
3.2.1	Betrachtungen am Fluidelement . . . . .	21
3.2.2	Kontinuitätsgleichung . . . . .	22
3.2.3	Impulsbilanz . . . . .	23
3.2.4	Berücksichtigung der Elastizität der Rohrleitung . . . . .	23
3.2.5	Bestimmung der Übertragungsgleichungen . . . . .	24
3.3	Vereinfachung der Vierpolgleichungen . . . . .	27

3.3.1	Entwicklung der hyperbolischen Terme in eine Taylorreihe . . .	27
3.3.2	Entwicklung der hyperbolischen Terme in eine Produktreihe .	28
3.3.3	Maximale Rohrlänge für die Beschreibung mit konzentrierten Parametern . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Ansteuerung der Stellkammern</b>	<b>32</b>
4.1	Ansteuerung durch Servoventile . . . . .	32
4.1.1	Dynamik des Servoventils . . . . .	32
4.1.2	Übertragungsverhalten des Stellglieds . . . . .	36
4.1.3	Notwendiger Volumenstrom zur Ansteuerung der Stellkammern	41
4.2	Ansteuerung durch Strahlverstärker . . . . .	43
4.2.1	Aufbau des Strahlverstärkers . . . . .	43
4.2.2	Statisches Verhalten . . . . .	44
4.2.3	Strahldynamik . . . . .	46
4.2.4	Bestimmung der Volumenströme aufgrund Strahlverschiebung	50
4.2.5	Druckrückgewinn an den Empfängerdüsen . . . . .	51
4.2.6	Lastdynamik . . . . .	53
4.2.7	Volumenstromgleichgewicht im Ventraum . . . . .	56
4.2.8	Simulation des Übertragungsverhaltens des Gesamtsystems . .	62
4.2.9	Prinzipielle Überprüfung der Funktionsweise des Strahl- verstärkers . . . . .	69
4.2.9.1	Statisches Verhalten des Strahlableitungsverstärkers . . .	70
4.2.9.2	Dynamisches Verhalten des Strahlverstärkers . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Mathematische Beschreibung des Rotorsystems</b>	<b>74</b>
5.1	Kinematische Beziehungen . . . . .	75
5.2	Kinetik . . . . .	79
5.3	Bewegungsgleichungen des Gesamtsystems . . . . .	85
5.4	Darstellung der Bewegungsgleichungen im Zustandsraum . . . . .	85

<b>6</b>	<b>Schwingungsregelung eines Niederdruckverdichters</b>	<b>87</b>
6.1	Mechanisches Ersatzmodell des Verdichters . . . . .	87
6.2	Einbindung der Stellglieddynamik . . . . .	88
6.3	Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Eigenformen . . . . .	94
6.4	Regelungsauslegung . . . . .	102
6.4.1	Optimierung der Rückführverstärkungen . . . . .	102
6.4.2	Modifikation des Optimierungsfunktionals . . . . .	103
6.5	Simulationsergebnisse . . . . .	104
6.5.1	Unwuchtanregung . . . . .	104
6.5.2	Querkraftanregung . . . . .	107
6.5.3	Höherfrequente Eigenschwingungen . . . . .	108
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>109</b>
	<b>Literatur</b>	<b>112</b>