

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VII
Nomenklatur.....	VIII
1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Motivation	2
1.2 Stand der Forschung	8
1.2.1 Primäre Maßnahmen	9
1.2.2 Passive Sekundärmaßnahmen	12
1.2.3 Aktive Sekundärmaßnahmen.....	15
1.2.4 Lösungsansatz und Arbeitshypothese.....	35
2. Theoretische Grundlagen und Methoden	37
2.1 Transiente Rohrströmungen	37
2.1.1 Druckpulsation und Akustik.....	37
2.1.2 Druckwellenausbreitungsgeschwindigkeit	41
2.1.3 Ebenes Wellenfeld und Impedanz.....	43
2.2 Active Noise Control.....	44
2.2.1 Adaptive Filter.....	46
2.2.2 Filterstruktur des adaptiven FIR-Filters	49
2.2.3 Feedforward FxLMS Algorithmus	52
2.3 Analysemethoden	55
2.3.1 Zeitbereichsanalyse	56
2.3.2 Frequenzanalyse	57
2.3.3 Vold-Kalman Ordnungsanalyse	58
3. Experimenteller Versuchsaufbau.....	62
3.1 Pumpensystem mit Messtechnik	63
3.1.1 Druckpulsation, Beschleunigung und Schalldruck.....	66
3.1.2 Drehzahl	68

3.1.3	Elektrische Leistung	69
3.2	Elektrohydraulischer Aktuator	70
3.2.1	Amplitude der Druckpulsation	70
3.2.2	Frequenzbereich der Auslegung	72
3.2.3	Auslegung Aktuator	73
3.2.4	Rohrverzweigung zur Aufnahme des Aktuators	77
3.3	ANC-System	78
3.3.1	ANC-Regelungseinheit	78
3.3.2	Parameter für den FxLMS-Algorithmus und den FIR-Filter.....	81
4.	Versuche und Ergebnisse.....	83
4.1	Ergebnisse zur Reduzierung der Druckpulsationen bei stationären Betriebspunkten.....	87
4.1.1	Zeitbereichsanalyse im Bestpunkt der Pumpe.....	87
4.1.2	Frequenzanalyse im Bestpunkt der Pumpe.....	88
4.1.3	Zeitbereichsanalyse an diskreten Punkten im Betriebskennfeld	89
4.1.4	Frequenzanalyse an diskreten Punkten im Betriebskennfeld	92
4.2	Ergebnisse zur Reduzierung von Schwingungen und Schallemission bei stationären Betriebspunkten	101
4.3	Ergebnisse zur Leistungsaufnahme des ANC System bei stationären Betriebspunkten.....	103
4.4	Ergebnisse zur Reduzierung der Druckpulsationen bei Betriebspunktänderungen.....	104
4.4.1	Frequenzanalyse beim langsamen Hochfahren der Pumpe	104
4.4.2	Nachführverhalten bei Betriebspunktänderung	107
5.	Zusammenfassung und Ausblick	115
	Literaturverzeichnis	XI
	Eidesstattliche Erklärung.....	XIX
	Anhang	XX