

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	IV
1 Einleitung	1
1.1 Einführung in die Thematik.....	2
1.2 Ziele und Überblick der Arbeit.....	3
2 Stand der Technik	4
2.1 Einführung.....	4
2.2 Kräfte in Kreiselpumpen.....	4
2.3 Rotordynamische Modelle bewegungsabhängiger Fluidkräfte.....	7
2.4 Bewegungsabhängige Interaktionswirkungen in flüssigkeitsdurchströmten Spalten.....	9
2.4.1 Strömungsverhältnisse und Fluidkräfte im axial durchströmten Dichtspalt.....	9
2.4.2 Dynamische Eigenschaften von kurzen Spaltdichtungen reduzierte Betrachtung mit 2 Freiheitsgraden.....	10
2.4.3 Berechnungsverfahren für axial durchströmte Spaltdichtungen mit 2 Freiheitsgraden.....	11
2.4.4 Literaturübersicht der experimentell ermittelten Kraftkoeffizienten von axial durchströmten Spaltdichtungen (2 Freiheitsgrade).....	13
2.4.5 Untersuchungen von langen axial durchströmten Spaltdichtungen unter Berücksichtigung von 4 Freiheitsgraden.....	17
2.4.6 Radial durchströmte Spalte.....	19
2.4.7 Stand der Forschung bei Spaltdichtungen.....	20
2.5 Literaturübersicht der Laufradinteraktionen.....	21

3 Die aktive Rotorlagerung.....	25
3.1 Einleitung.....	25
3.2 Die aktive Rotorlagerung mittels Magnetlager.....	26
3.2.1 Funktionsweise eines Elektromagneten zur aktiven Rotorlagerung.....	26
3.2.2 Anwendungsbezogene Ausführung von Lagermagneten.....	30
3.2.3 Bauarten von Lagermagneten.....	36
3.2.4 Regelungskonzepte bei der Magnetlagerung.....	40
3.3 Kenngrößen der Magnetlagerung.....	41
3.3.1 Zweck der Kenngrößen.....	41
3.3.2 Tragfähigkeit von Lagermagneten.....	41
3.3.3 Dynamischer Arbeitsbereich.....	43
3.3.4 Dynamische Eigenschaften "Steifigkeit" und "Dämpfung".....	45
3.3.5 Grenzen bei realen Anwendungen.....	49
3.3.6 Energieverluste der Magnetlagerung.....	51
3.4 Einsatz des Magnetlagers als Meßeinrichtung.....	52
3.4.1 Anwendungsmöglichkeiten.....	52
3.4.2 Schwingungsmessung.....	53
3.4.3 Kraftmessung mittels Hall-Sensor.....	53
3.4.4 Lagerkraftberechnung aus Spulenstrom und Rotorposition.....	55
3.4.5 Bestimmung der Lagerkraft mittels zusätzlicher Meßspule.....	62
3.4.6 Vergleich der Methoden zur Kraftmessung.....	63
3.5 Eigenschaften der magnetischen Rotorlagerung.....	64

4	Entwicklungsprozeß und Realisierung der Versuchsanlage.....	66
4.1	Anforderungsprofil für den zu entwickelnden Prüfstand.....	66
4.2	Auslegungsprozeß zur Entwicklung der Versuchsanlage.....	67
4.2.1	Arbeitsweise bei der Auslegung.....	68
4.2.2	Ermittlung der bewegungsunabhängigen Betriebskräfte.....	69
4.2.3	Ermittlung der bewegungsabhängigen Interaktionskräfte.....	73
4.2.4	Rotordynamische Auslegung.....	77
4.2.5	Abschätzung der Lagerkräfte.....	80
4.3	Die ausgeführte Versuchsanlage.....	82
4.3.1	Der Komponententester.....	82
4.3.2	Peripheriebaugruppen zum Betrieb des Komponententesters.....	91
4.3.3	Die Meßeinrichtungen des Komponententesters.....	94
4.3.4	Drehzahlsynchrone Meßdatenerfassung der Versuchsanlage.....	96
4.3.5	Meßwertverarbeitung.....	99
4.3.6	Technische Daten der Versuchsanlage.....	100
5	Implementierung und Verifikation der Identifikationstheorie.....	102
5.1	Grundlagen zur Parameteridentifikation.....	102
5.2	Identifikation rotordynamischer Koeffizienten bei ebenen Schwingungsformen.....	103
5.3	Implementiertes Verfahren.....	105
5.4	Verifikation der getroffenen Annahmen und der Meßgenauigkeit.....	105
5.5	Genauigkeit des Identifikationsprozesses.....	110
5.6	Identifikation rotordynamischer Koeffizienten axial durchströmten Spaltdichtung	113
6	Zusammenfassung.....	118
7	Literaturverzeichnis.....	120