

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
2. SELBSTERREGTE SCHWINGUNGEN VON MASCHINENWELLEN	3
2.1. Drehzahlabhängige selbsterregte Schwingungen	3
2.2. Leistungsabhängige selbsterregte Schwingungen (sog. Spalterregung)	4
3. STAND DER FORSCHUNG AN BERÜHRUNGSLOSEN WELLENDICHTUNGEN	9
3.1. Glatter Spalt	9
3.1.1. Durchflußverhalten	9
3.1.2. Radialkraftverhalten	11
3.2. Labyrinthspalte	14
3.2.1. Durchflußverhalten	14
3.2.2. Radialkraftverhalten	19
4. AUSGANGSPUNKT UND ZIELSETZUNG DER ARBEIT	24
5. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	26
5.1. Massenstrom durch einen glatten Spalt	26
5.2. Massenstrom durch eine Labyrinthdichtung	30
5.3. Lomakin-Effekt	35
5.4. Berechnung der Kräfte beim Labyrinth	39
6. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN	43
6.1. Beschreibung der Versuchsanlage	43
6.1.1. Gestaltung des Rotors	48
6.1.2. Gestaltung des Labyrinths	49
6.1.3. Gestaltung des Einströmrings	50
6.1.4. Druckluftversorgung	51
6.1.5. Antriebsmaschine	52
6.1.6. Sondenverstelleinrichtung und Sonde	53
6.2. Meßtechnik, Meßwerterfassung und -verarbeitung	57
6.2.1. Massenstrommessung	57

6.2.2. Druckmessung	60
6.2.3. Temperaturmessung	62
6.2.4. Drehzahlmessung	63
6.2.5. Bestimmung der zentrischen Lage	64
6.2.6. Meßwerterfassung und -verarbeitung	65
6.3. Symmetrie des Versuchsstandes	66
6.4. Auswertung der Versuche	68
6.4.1. Bestimmung des Leckmassenstromes und des Beiwertes μ	68
6.4.2. Bestimmung der Radialkräfte auf den Rotor	71
6.4.3. Versuchsdurchführung und Ergebnisdarstellung	75
6.4.4. Versuchsparameter	76
7. ERGEBNISSE DER MESSUNGEN	80
7.1. Temperaturänderung der Luft beim Durchströmen des Labyrinths	80
7.2. Durchflußverhalten der Labyrinthdichtung und Vergleich mit glattem Spalt	81
7.2.1. Einfluß der Drehzahl auf das Durchflußverhalten	81
7.2.2. Einfluß der Exzentrizität auf das Durchflußverhalten	83
7.2.3. Durchflußbeiwerte an den einzelnen Dichtspitzen	84
7.3. Radialkraftverhalten der Labyrinthdichtung und Vergleich mit glattem Spalt	88
7.3.1. Rückstellkraftverhalten	88
7.3.2. Querkraftverhalten	92
7.3.2.1. Querkraftverhalten ohne Vordrall	92
7.3.2.2. Querkraftverhalten mit Vordrall	94
8. VERGLEICH DES QUERKRAFTVERHALTENS MIT DER THEORIE	99
8.1. Reibungszahl nach Serkov	99
8.2. Reibungszahl nach Ortinger	102
9. ZUSAMMENFASSUNG	105
10. BEZEICHNUNGEN	108
11. ANHANG	113

11.1. Beispiele für Druckverläufe am Umfang	113
11.2. Weitere Versuchsergebnisse	116
12. LITERATURVERZEICHNIS	121