

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Ziel der Arbeit.....	3
2 Stand der Technik	6
2.1 Statische Kenngrößen von Luftlagern	6
2.2 Dynamische Kenngrößen von Luftlagern	6
2.3 Simulation von Luftlagern.....	8
2.4 Bauarten von Luftlagern.....	9
3 Simulation des Mikrodüsenlagers bei der Überfahrt von Stufen	13
3.1 Stufe im Untergrund	13
3.2 Modellierung und Berechnung	15
3.2.1 Luftspalt.....	22
3.2.2 Düsen	29
3.2.3 Massenbilanz im Luftspalt	32
3.2.4 Wärmebilanz im Luftspalt	33
3.2.5 Druckverteilung im Lagerspalt.....	37
3.2.6 Kräftegleichgewicht und dynamische Lagerbewegung.....	38
3.2.7 Vordrossel und Luftvolumen im Lagerkörper.....	42
3.2.8 Konkave / konvexe Lagerfläche (Totvolumen)	44
4 Versuchsaufbauten und Messtechnik	46
4.1 Versuchsaufbauten für statische Lagerkenngrößen.....	46
4.1.1 Verwölbung der Düsenfläche unter Last.....	47
4.1.2 Die Steifigkeit der Anbindung zwischen Last und Luftlager	49
4.1.3 Tragkraft, Steifigkeit, Volumenstrom	51
4.2 Versuchsaufbauten für dynamische Lagerkenngrößen.....	54
4.2.1 Schwingungsprüfstand	54
4.2.2 Stufenprüfstände	56
5 Ergebnisse aus Messung und Simulation von Mikrodüsenlagern	60
5.1 Druckverteilung unter dem Lager	60
5.2 Statische Kennwerte	62
5.2.1 Tragkraft, statische Steifigkeit, Durchfluss.....	62
5.2.2 Die Düsenflächenverwölbung.....	66
5.2.3 Die Steifigkeit der Anbindung	69
5.3 Eigenfrequenz und Dämpfung	71
5.3.1 Nichtlinearität.....	71
5.3.2 Frequenzabhängigkeit und Dämpfungseinflüsse.....	73
5.3.3 Mehrmassenschwinger.....	83
5.3.4 Analytische Beschreibungsmöglichkeit	85
5.4 Nickbewegung durch Relativbewegung	86

5.5	Simulation und Vermessung der Stufenüberfahrt	91
5.5.1	Quasistatische Stufenüberfahrt	92
5.5.2	Einfluss der Verfahrensgeschwindigkeit	98
5.5.3	Einfluss der Stufenhöhe	105
5.5.4	Unterschied zwischen der Auf- und Abfahrt	107
5.5.5	Nicht symmetrische Stufenüberfahrt	108
5.6	Strömungsgeräusche aerostatischer Mikrodüsenlager	114
5.7	Selbsterregte Lagerschwingungen	115
6	Zusammenfassung und Ausblick	118
Anhang – A	122
	Schwerlastlager mit einer Tragkraft von mehr als 5t	122
	Vergusslager	123
Anhang – B	125
	Verwendete Messtechnik	125
Anhang – C	127
	Steifigkeit und Dämpfung von Piezoaktor und Anbindung	127
Anhang – D	130
	Leitfaden für die Auslegung aerostatischer Axiallager	130
	Literaturverzeichnis	136