

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Formelzeichen	IV
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Aufbau der Arbeit	4
2 Stand der Technik und Forschung	7
2.1 Stationäre Werkstückspanntechnik in Werkzeugmaschinen	7
2.2 Hydrodehnspanntechnik	13
2.2.1 Funktionsweise und Aufbau	13
2.2.2 Anwendungsbeispiele und Einsatzgebiete	14
2.2.3 Modellierungsansätze und simulative Untersuchungsergebnisse	17
2.3 Modellierung, Simulation und Messung der Dämpfung von Bauteilschwingungen	19
2.3.1 Definition des Dämpfungsgriffs ‘’ 2.3.2 Beschreibung schwach gedämpfter Schwingungen	20
2.3.3 Experimentelle Bestimmung von Bauteilschwingungen und modaler Dämpfung	21
2.3.4 Modellierung von Dämpfungseffekten	22
2.4 Ansätze zur Schwingungsdämpfung in Werkzeugmaschinen	26
2.4.1 Erhöhung der dynamischen Steifigkeit	29
2.4.2 Passiv dämpfende Zusatzsysteme	30
2.4.3 Aktiv dämpfende Zusatzsysteme	31
2.4.4 Semi-passiv und semi-aktiv dämpfende Zusatzsysteme	32
2.5 Schwingungsdämpfung in der Spanntechnik	33
2.5.1 Passiv dämpfende Spannsysteme	34
2.5.2 Aktiv dämpfende Spannsysteme	38

2.6	Bewertung des Stands der Technik und Forschung	41
2.6.1	Fazit zum Stand der Technik und Forschung	41
2.6.2	Forschungsdefizit und Handlungsbedarf	43
3	Konkrete Zielsetzung und Vorgehensweise	46
3.1	Konkrete Zielsetzung	46
3.2	Vorgehensweise zur Zielerreichung	46
4	Funktionsprinzip eines Werkstückdirektspannungssystems mit Hydrodehnspanntechnik	49
4.1	Funktionsprinzip und Wirkungsweise	49
4.2	Geometrische Systembeschreibung der Hydrodehnspanntechnik	50
4.3	Einflussfaktoren auf die Hydrodehnspannkraft	52
5	Entwurf und Umsetzung des Spannsystems	55
5.1	Anforderungs- und Funktionsanalyse	55
5.2	Prinziplösungen und Konzeptentwicklung	57
5.3	Konstruktive und fertigungstechnische Umsetzung	64
5.4	Montage, Kalibrierung und Inbetriebnahme	68
6	Einfluss des Spannsystems auf statische Bauteileigenschaften	70
6.1	Auswahl eines Demonstratorbauteils	70
6.2	Modellbildung	71
6.2.1	Strukturmodellierung	71
6.2.2	Modellierung der Lastschritte und Randbedingungen	79
6.3	Verschiebung der Dehnkammerwand	82
6.4	Axialverschiebung des Spannbolzens	84
6.5	Analyse des Spannungszustands der Spannfläche	85
6.6	Statische Bauteilnachgiebigkeit	85
7	Einflussanalyse auf schwingungsdynamische Bauteil-eigenschaften	88
7.1	Experimentelle Modalanalyse	88
7.1.1	Versuchsaufbau und Messmittel	88
7.1.2	Versuchsdurchführung	89

7.1.3	Versuchsauswertung	92
7.2	Einfluss der Spannkräfte	93
7.2.1	Untersuchung der Eigenfrequenzen	94
7.2.2	Untersuchung modaler Dämpfungsgrade	96
7.2.3	Messung der dynamischen Nachgiebigkeiten	98
7.2.4	Erprobung des Spannsystems im Zerspanungsversuch	100
7.2.5	Zwischenfazit	102
7.3	Einfluss der Spannfläche	103
7.3.1	Umsetzung dämpfender Spannflächen	103
7.3.2	Untersuchung der Eigenfrequenzen	104
7.3.3	Vergleich modaler Dämpfungsgrade	107
7.3.4	Vergleich dynamischer Nachgiebigkeiten	109
7.3.5	Fazit zur Untersuchung des Einflusses der Spannfläche	110
8	Identifikation und Vorhersage modaler Dämpfungsparameter	111
8.1	Experimentelle Bestimmung der modalen Dämpfung	111
8.1.1	Versuchsplanung	112
8.1.2	Experimentelle Bestimmung der modalen Dämpfung	113
8.2	Bestimmung lokaler Dämpfungswerte	115
8.3	Vorhersagemodell modaler Dämpfungsparameter	119
9	Gestaltungsrichtlinien zur Umsetzung schwingungsdämpfender Spannsysteme mit Hydrödehnspanntechnik	124
10	Zusammenfassung und Ausblick	128
10.1	Zusammenfassung	128
10.2	Ausblick	131
Literaturverzeichnis		VIII
Abbildungsverzeichnis		XIV
Tabellenverzeichnis		XVII
Wissenschaftlicher und beruflicher Werdegang		XIX