

# Inhaltsverzeichnis

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>5</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>7</b>
<b>2 STAND DER TECHNIK</b>	<b>11</b>
2.1 Streifenbildung beim Flexodruckverfahren	11
2.2 Aktive Kontrolle dynamischer Systeme	18
<b>3 GRUNDLAGEN DES KOMPENSATIONSVERFAHRENS</b>	<b>41</b>
3.1 Kostfunktion und Gradient der Kostfunktion als Optimierungsziel	41
3.2 Lösungsmethoden	45
3.2.1 Exaktes Verfahren (Newton-Methode)	45
3.2.2 Gradienten-Methode	47
3.3 Abschätzung der Systemmatrix	48
<b>4 KOMPENSATIONSPRÜFSTAND MIT MECHANISCH GELAGERTER WELLE</b>	<b>52</b>
4.1 Prinzipieller Aufbau eines mechatronischen Systems	52
4.2 Magnetlager als berührungsloses elektro-magnetisches Stellglied	53
4.3 Aufbau eines Kompensationsprüfstandes mit mechanisch gelagerter Welle	54
4.4 Programmablauf und Hardwarevoraussetzungen	58
4.5 Test der Kompensationsverfahren	61
<b>5 KOMPENSATIONSPRÜFSTAND MIT MAGNETGELAGERTER WALZE</b>	<b>64</b>
5.1 Kompensationsprüfstand auf Basis eines Magnetlagerexperimentierstandes	64
5.2 Magnetlager als Lagerungselemente	65
5.2.1 Kraftwirkungen im Magnetfeld	65
5.2.2 Reglerauslegung für einen Körper im Magnetfeld	67

5.2.3	Reglerauslegung für ein Magnetlager	69
<b>5.3</b>	<b>Modifikation des Kompensationsprüfstandes</b>	<b>77</b>
5.3.1	Modifikation der Welle des Kompensationsprüfstandes	77
5.3.2	Doppelte Eigenformen	78
5.3.3	Experimentelle Analyse des dynamischen Verhaltens der magnetisch gelagerten Walze im Prüfstand	79
5.3.4	Modifikation der magnetgelagerten Walze	83
5.3.5	Verbesserung der Korrelation zwischen Berechnung und Experiment	90
<b>5.4</b>	<b>Kompensation einer periodischen Stoßanregung einer magnetgelagerten Walze</b>	<b>99</b>
<b>6</b>	<b>AKTIVE KOMPENSATION AUF BASIS EINES DSP-BOARDS</b>	<b>102</b>
<b>6.1</b>	<b>DSP-Hardware</b>	<b>102</b>
6.1.1	DSP als Regelrechner für eine aktive Kompensation	102
6.1.2	Architektur des DSP-Boards dSPACE DS1102	104
6.1.3	Echtzeitanwendungen bei Hardware-in-the-Loop (HIL) Tests	105
<b>6.2</b>	<b>DSP-Entwicklungsumgebung</b>	<b>106</b>
6.2.1	MATLAB/SIMULINK und das Real Time Interface (RTI) als optimale Entwicklungsumgebung zur Programmierung des DSP dSPACE DS1102	106
6.2.2	MATLAB/SIMULINK DSP-BLOCKSET-Funktionen für das dSPACE-Board DS1102	112
6.2.3	S-Funktionen für die aktive Kompensation	113
<b>6.3</b>	<b>Aktive Kompensation mit einem DSP</b>	<b>116</b>
6.3.1	Programmstruktur für eine aktive Kompensation	116
6.3.2	Umsetzung der aktiven Kompensation mit dem DSP dSPACE-DS1102	118
6.3.3	Optimal angepasste DSP-Hardware für eine Kompensation	121
<b>7</b>	<b>BESTIMMUNG DER SYSTEMMATRIZEN</b>	<b>123</b>
7.1	Berechnung der FRFs mit Abschätzfunktionen	123
7.2	Online Berechnung der FRFs	124
7.3	Bewertung der Online-Berechnung	136
<b>8</b>	<b>SIMULATIONEN MAGNETGELAGERTER WALZE MIT KOMPENSATION</b>	<b>137</b>
<b>8.1</b>	<b>Simulation des Systemverhaltens einer magnetgelagerten Walze einschließlich Regelkreis</b>	<b>137</b>

8.1.1	Modellaufbau des Systems in SIMULINK	137
8.1.2	Simulationsergebnisse für das Modell der magnetgelagerten Walze mit Regler	143
<b>8.2</b>	<b>Simulation des Systemverhaltens einer magnetisch gelagerten Walze einschließlich Regelkreis und Kompensation</b>	<b>147</b>
8.2.1	Modellaufbau des Systems in SIMULINK	147
8.2.2	Simulationsergebnisse für das Modell mit einer Kompensation	154
<b>8.3</b>	<b>Systemantwort bei optimaler Dämpfung</b>	<b>163</b>
<b>9</b>	<b>ERGEBNISDISKUSSION UND AUSBLICK</b>	<b>168</b>
	<b>LITERATURLISTE</b>	<b>170</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>177</b>
<b>9.1</b>	<b>Quellen für Veröffentlichungen von Active Control</b>	<b>177</b>
<b>9.2</b>	<b>Begriffsdefinitionen und -erklärung</b>	<b>179</b>
<b>9.3</b>	<b>Kraftwirkungen im Magnetfeld</b>	<b>182</b>
<b>9.4</b>	<b>Magnetische Flussdichte in den Lagern des Kompensationsprüfstand</b>	<b>184</b>
<b>9.5</b>	<b>MATLAB/SIMULINK DSP-Blockset-Bibliotheken</b>	<b>185</b>
<b>9.6</b>	<b>Roll-Off eines Butterworth-Filters</b>	<b>187</b>
<b>9.7</b>	<b>Programme</b>	<b>188</b>
9.7.1	Kompensations-Hauptprogramm	188
9.7.2	UPA-Unterprogramme	196
9.7.3	C-Programme	229