

# Inhaltsverzeichnis

<b>Liste der verwendeten Formelzeichen</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung und Motivation . . . . .	1
1.2 Stand der Technik . . . . .	2
1.3 Ziel der Arbeit und Übersicht . . . . .	5
<b>2 Aktive Materialien und deren Übertragungsverhalten</b>	<b>7</b>
2.1 Piezoelektrische Materialien . . . . .	7
2.1.1 Direkter und inverser piezoelektrischer Effekt . . . . .	8
2.1.2 Domänenprozesse . . . . .	10
2.1.3 Kriechen . . . . .	12
2.2 Magnetostriktive Materialien . . . . .	13
2.2.1 Magnetisierung . . . . .	13
2.2.2 Magnetische Domänenprozesse . . . . .	14
2.2.3 Magnetostriktion und Kriechen . . . . .	15
2.3 Unkonventionelle Aktoren . . . . .	16
2.3.1 Piezoelektrischer Stapeltranslator . . . . .	16
2.3.2 Magnetostriktiver Aktor . . . . .	18
<b>3 Modellierung und Invertierung des hysteres- und kriechbehafteten Übertragungsverhaltens</b>	<b>21</b>

3.1	Prandtl-Ishlinskii-Methode . . . . .	22
3.1.1	Playoperator . . . . .	22
3.1.2	Prandtl-Ishlinskii-Hystereseseperator . . . . .	23
3.1.3	Prandtl-Ishlinskii-Superpositionsoperator . . . . .	24
3.1.4	Modifizierter Prandtl-Ishlinskii-Hystereseseperator . . . . .	25
3.2	Preisach-Methode . . . . .	27
3.2.1	Relayoperator . . . . .	27
3.2.2	Preisach-Hystereseseperator . . . . .	27
3.3	Kriechoperatoren . . . . .	31
3.3.1	$\log(t)$ -Kriechen . . . . .	31
3.3.2	Prandtl-Ishlinskii-Kriechoperator . . . . .	32
3.3.3	Preisach-Kriechoperator . . . . .	34
3.4	Kombination von Kriechoperatoren und Hystereseseperatoren . . . . .	36
3.4.1	Prandtl-Ishlinskii-Kriech-Hystereseseperator . . . . .	36
3.4.2	Modifizierter PI-Kriech-Hystereseseperator . . . . .	37
3.4.3	Preisach-Kriech-Hystereseseperator . . . . .	37
3.5	Modellinvertierung . . . . .	38
3.5.1	Prandtl-Ishlinskii-Methode . . . . .	39
3.5.2	Modifizierte Prandtl-Ishlinskii-Methode . . . . .	41
3.5.3	Preisach-Methode . . . . .	43
<b>4</b>	<b>Identifikation der Modellparameter</b>	<b>49</b>
4.1	Off-line-Identifikation . . . . .	49
4.1.1	Einführung . . . . .	49

4.1.2	Identifikation der Modellparameter mit quadratischen Programmen	51
4.1.3	Definition geeigneter Fehlermodelle . . . . .	53
4.1.4	Vorgehensweise bei der Off-line-Identifikation . . . . .	56
4.2	On-line-Identifikation . . . . .	57
4.2.1	Einführung . . . . .	59
4.2.2	Konvexe Geometrie . . . . .	62
4.2.3	Adaptive Identifikationsverfahren in konvexen Polyedern . . . . .	65
4.2.4	Vorgehensweise bei der On-line-Identifikation . . . . .	72
4.2.5	Ausgangsoffsetschätzung . . . . .	78
4.2.6	Robustheit des adaptiven Identifikationsverfahrens gegenüber Störungen . . . . .	80
<b>5</b>	<b>Kompensatorentwurf</b>	<b>85</b>
5.1	Off-line synthetisierter Hysterese kompensator . . . . .	85
5.1.1	Ratenunabhängigkeit zeitdiskreter inverser Steuerung . . . . .	86
5.1.2	Hardwarestruktur und Simulationsergebnisse . . . . .	87
5.1.3	Konzept des FPGA-basierten Hysterese kompensators . . . . .	92
5.1.4	FPGA-Programmierung . . . . .	94
5.1.5	Entwurf des FPGA-basierten Hysterese kompensators . . . . .	96
5.1.6	Anwendung: Magnetostriktiver Hilfsmassedämpfer . . . . .	99
5.2	On-line-Kompensation . . . . .	105
5.2.1	Piezoelektrisches Positioniersystem . . . . .	106
5.2.2	Adaptive Kompensation mit PIKH-Operator . . . . .	109
5.2.3	Adaptive Kompensation mit mod. PIKH-Operator . . . . .	115
5.2.4	Adaptive Kompensation mit PrKH-Operator . . . . .	121

<b>6 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>127</b>
<b>Literatur</b>	<b>129</b>
<b>A Anhang</b>	<b>135</b>
<b>B Anhang</b>	<b>141</b>