

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	9
Akronyme	11
Verzeichnis lateinischer Symbole	13
Verzeichnis griechischer Symbole	19
1 Einleitung	21
2 Stand der Technik	25
2.1 Formgedächtnislegierungen Grundlagen	25
2.1.1 Einwegeffekt	26
2.1.2 Zweiwegeffekt	28
2.1.3 Pseudoelastizität	28
2.1.4 Legierungstypen und Halbzeuge	29
2.2 Aktoren aus Formgedächtnislegierungen	30
2.2.1 Auslegung von Formgedächtnisaktoren	32
2.2.1.1 Belastungsarten	32
2.2.1.2 Rückstellmechanismen	32
2.2.2 Beispiele von FGL-Aktoren	33
2.3 Formgedächtnisaktoren mit Festkörpereigenschaften	38
2.4 FGL-Seilroboter	40
2.5 Modellbildung von FGL-Aktoren	42
2.5.1 Multidomänen-Modell für Formgedächtnisaktoren	44
2.5.1.1 Materialverhalten von Formgedächtnislegierungen	45
2.5.1.2 Thermisches Modell	46
2.5.1.3 Widerstandsmodell	48
2.5.1.4 Mechanische Randbedingungen	50

2.6	Regelung von Formgedächtnisaktoren	51
2.6.1	Widerstandsbasierte Positionsregelung	53
3	Gegenstand der Arbeit	57
3.1	Defizite im Stand der Technik	57
3.2	Ziele der Arbeit	59
3.3	Aufgabenstellung	59
4	Auslegungsgrundlagen für FGL-Aktoren mit inhärenter Führungsfunktion	61
4.1	Mathematische Modellierung	61
4.1.1	Allgemeine Beschreibung einer Aktorstufe	61
4.1.2	Sonderfälle der Aktorkonfiguration	64
4.1.3	Berechnung der Bewegungsparameter	66
	4.1.3.1 Linearaktor	67
	4.1.3.2 Rotationsaktor	69
4.1.4	Aufstellen eines Steifigkeitsmodells	70
	4.1.4.1 Validierung des Steifigkeitsmodells	76
4.1.5	Ermüdungsverhalten	78
4.2	Auslegungsalgorithmus	80
5	Modellbildung	85
5.1	Vorbetrachtungen zum Leistungsbilanz-Modell	85
5.2	Modellbildung der Gesamtanordnung	88
6	Steuer- und Regelungskonzept	91
6.1	Vorbetrachtungen zu den Einflussfaktoren auf das Umwandlungsver- halten von FGL-Aktoren	91
6.2	Regelung der antagonistischen Anordnung	93
6.3	Adaptive Regelung	94
	6.3.1 Grundlage des Ansatzes	95
	6.3.2 Messung von $\dot{\xi}$	96
	6.3.3 Messung von \dot{T}	96
	6.3.4 Ermittlung des Anstiegs der Umwandlungskennlinie	97
	6.3.5 Untersuchung weiterer Indikatorgrößen	101

6.3.6	Umsetzung einer PI Regelung mit gesteuerter Adaption . . .	102
6.4	Experimentelle Untersuchung des Regelungskonzeptes	104
7	Konstruktion von Aktoren	107
7.1	Anforderungsdefinition	107
7.1.1	Anforderungsdefinition Linearaktor	107
7.1.2	Anforderungsdefinition Rotationsaktor	109
7.2	Allgemeine Teilprobleme	110
7.2.1	Drahtauswahl	111
7.2.2	Drahtkontaktierung und Befestigung	114
7.2.3	Elektrische Leitungen	115
7.2.4	Drahtvorspannung	116
7.3	Detailauslegung	118
7.3.1	Linearaktor	119
7.3.2	Konstruktive Besonderheiten	120
7.3.3	Rotationsaktor	121
7.3.4	Konstruktive Besonderheiten	123
8	Experimentelle Untersuchungen	125
8.1	Positionierverhalten	125
8.1.1	Linearaktor	125
8.1.1.1	Maximalhub	125
8.1.1.2	Blockierkraft	126
8.1.1.3	Positionsregelung	127
8.1.2	Rotationsaktor	128
8.1.2.1	Maximaler Stellwinkel	128
8.1.2.2	Blockiermoment	129
8.1.2.3	Positionsregelung	129
8.2	Störverhalten	131
8.2.1	Linearaktor	131
8.2.2	Rotationsaktor	134
8.3	Gegenüberstellung und Diskussion der Ergebnisse	137
9	Zusammenfassung und Ausblick	139

Literaturverzeichnis**143**