

Inhaltsverzeichnis

Bildverzeichnis	ix
Tabellenverzeichnis	xvii
Abkürzungsverzeichnis	xix
Symbolverzeichnis	xxi
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Motivation	2
1.2 Zielstellung und Aufbau der Arbeit	4
2 Technologische Grundlagen und Potenziale	
dielektrischer Elastomere	7
2.1 Grundlagen dielektrischer Elastomere	7
2.1.1 Grundlegende Begrifflichkeiten und Abkürzungen	7
2.1.2 Werkstofftechnische und physikalische Grundlagen	10
2.1.3 Aufbau und Funktionsprinzipien dielektrischer	
Elastomere im aktorischen und sensorischen Betrieb	13
2.2 Anwendungspotenzial dielektrischer Elastomere	20
2.2.1 Technisches Leistungsvermögen	20
2.2.2 Applikationspotenziale	22
2.3 Aktueller Stand der Forschung und Technik im Bereich	
Leistungselektronik für dielektrische Elastomere	24
2.3.1 Steuerung dielektrischer Elastomeraktoren	
im Hochspannungsbereich	25
2.3.2 Auswerteverfahren dielektrischer Elastomersensoren	34
2.3.3 Simultane Zustandsauswertung dielektrischer Elastomer-	
aktoren während des Betriebs	40
2.3.4 Zusammenfassung und Fazit zum Stand der Forschung	
und Technik im leistungselektronischen Bereich	47

2.4 Zusammenfassung der technologischen Grundlagen und Vorauswahl geeigneter Verfahren	48
3 Anforderungen und Handlungsfelder unterschiedlicher Betriebsverfahren	51
3.1 Handlungsbedarfe zur optimalen Nutzung des Leistungspotenzials	51
3.1.1 Allgemeine Handlungsfelder und Anforderungen zur Eta- blierung dielektrischer Elastomeraktor-/ sensorsysteme .	52
3.1.2 Spezifische Anforderungen an die Leistungselektronik zum aktorischen und sensorischen Betrieb	57
3.2 Handlungsbedarf bei separater Betrachtung verschiedener Betriebsmodi	58
3.2.1 Individueller Betrieb mehrerer Aktoren mit zentraler Energiequelle	58
3.2.2 Standardisiertes Auswerteverfahren zur Kapazitäts- bestimmung elastischer Sensoren	60
3.2.3 Simultane Zustandserkennung im Aktorbetrieb mittels Signalüberlagerung	62
4 Individuelle variable Ansteuerung mit zentraler Energiequelle	65
4.1 Referenzsystem zur optischen Kapazitätsauswertung von Ele- mentaraktoren	67
4.2 Stufenlose Ansteuerung mittels Pulsweitenmodulation	69
4.2.1 Schaltungskonzepte zur dynamischen Ansteuerung von DEA mittels PWM	70
4.2.2 Auswahl geeigneter Schaltelemente für den PWM-Betrieb unter Hochspannung	72
4.2.3 Ansteuerung mittels hochdynamischer Schaltsignale durch aktives Laden und Entladen	75

4.3	Kontinuierliche Ansteuerung mittels charakteristischer Kennlinien von Halbleiterschaltelementen	77
4.3.1	Schaltungskonzepte zur Gleichhochspannungssteuerung auf Basis von Halbleiterschaltelementen	78
4.3.2	Adaption charakteristischer Eingangs-/ Ausgangskennlinien von Standardschaltelementen	80
4.3.3	Linearisierung der Widerstandskennlinie und Generierung der Aktorspannung mittels MOSFET	83
4.4	Zusammenfassung und Fazit	88
5	Dielektrische Elastomere als deformationsabhängige Kapazitätssensoren	91
5.1	Einfluss materialbedingter Eigenschaften auf die kapazitive Auswertung elastischer Deformationssensoren	92
5.1.1	Vorgehensweise zur Charakterisierung unter zyklischer Belastung	94
5.1.2	Ansätze zur Messung elastischer Kapazitäten	100
5.2	Einsatz dielektrischer Elastomersensoren als Längen- und Winkeländerungssensoren	108
5.2.1	Modellierung elastischer Drehwinkelsensoren in Bezug auf deformationsabhängige Kapazität	109
5.2.2	Körpernahes Sensorsystem zur intuitiven und beliebig erweiterbaren Gestensteuerung von Robotern	113
5.3	Zusammenfassung und Fazit	116
6	Funktionsintegration zu einem sensomotorischen Aktorsystem	119
6.1	Simultane Auswertung während des aktorischen Betriebs auf Basis von Filtereigenschaften	119
6.1.1	Rahmenbedingungen und Leitfaden zur Auslegung eines sensomotorischen Aktorsystems	122
6.1.2	Überlagerung von Aktor- und Sensorsignal sowie Auswertung des Aktorzustands	125

6.2 Verifikation und Validierung der integrierten Zustandserkennung	127
6.2.1 Erfassung aktiver und passiver Zustandsänderungen . . .	130
6.2.2 Erweiterbarkeit des Systems durch Modularisierung geeigneter Komponenten	132
6.3 Zusammenfassung und Fazit	135
7 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick	137
8 Summary, discussion and prospects	141
Literaturverzeichnis	145