

# Inhaltsverzeichnis

Bildverzeichnis . . . . .	ix
Tabellenverzeichnis . . . . .	xvii
Abkürzungsverzeichnis . . . . .	xix
Symbolverzeichnis . . . . .	xxi
<b>1 Einleitung . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Hintergrund und Motivation . . . . .	2
1.2 Zielstellung und Aufbau der Arbeit . . . . .	4
<b>2 Technologische Grundlagen und Potenziale dielektrischer Elastomere . . . . .</b>	<b>7</b>
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 Elastomeraktoren während des Betriebs . . . . .	40
2.3.4 Zusammenfassung und Fazit zum Stand der Forschung und Technik im leistungselektronischen Bereich . . . . .	47

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

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

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
<b>7 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick . . . . .</b>	<b>137</b>
<b>8 Summary, discussion and prospects . . . . .</b>	<b>141</b>
Literaturverzeichnis . . . . .	145