

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>V</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>VII</b>
<b>Abstract</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Relevanz und Notwendigkeit der Untersuchungen . . . . .	2
1.3 Ziele der Arbeit und Vorgehensweise . . . . .	4
1.4 Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2 Grundlegende Betrachtung und theoretische Überlegungen</b>	<b>7</b>
2.1 Thermoelektrische Effekte . . . . .	7
2.2 Ansätze zur energetischen Betrachtung . . . . .	9
2.2.1 Thermoelektrische Materialien . . . . .	10
2.2.2 Numerischer Ansatz mit konstanten Materialparametern . . . . .	12
2.2.3 Analytischer Ansatz mit temperaturabhängigen Parametern . . . . .	15
2.3 Berechnungen und Vergleich . . . . .	17
2.3.1 Thermoelektrische Wärmepumpe . . . . .	18
2.3.2 Thermoelektrischer Generator . . . . .	24
<b>3 Ganzheitliche Modellierung</b>	<b>31</b>
3.1 Modellkonzept . . . . .	31
3.2 Modellierung der Komponenten . . . . .	35
3.2.1 Halbleiterschlenkel . . . . .	36
3.2.2 Lötverbindung . . . . .	37
3.2.3 Metallverbindung . . . . .	39
3.2.4 Isolationsschicht . . . . .	40
3.2.5 Anwendungsspezifische Gleichungen . . . . .	42
3.3 Segmentierung der Halbleiterschlenkel . . . . .	43

<b>4</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen</b>	<b>51</b>
4.1	Aufbau der Prüfstände und Betriebsbedingungen . . . . .	51
4.1.1	Thermoelektrische Wärmepumpe . . . . .	52
4.1.2	Thermoelektrischer Generator . . . . .	56
4.2	Ergebnisse . . . . .	57
4.2.1	Thermoelektrische Wärmepumpe . . . . .	57
4.2.2	Thermoelektrischer Generator . . . . .	61
4.3	Messgenauigkeit und Fehleranalyse . . . . .	63
<b>5</b>	<b>Aufbau und Validierung der Simulation</b>	<b>67</b>
5.1	Simulationskonzept . . . . .	67
5.2	Stationäre Validierung . . . . .	71
5.2.1	Thermoelektrische Wärmepumpe . . . . .	72
5.2.2	Thermoelektrischer Generator . . . . .	81
5.3	Instationäre Validierung . . . . .	87
<b>6</b>	<b>Anwendung der Simulation</b>	<b>89</b>
6.1	Einsatz der thermoelektrischen Wärmepumpe . . . . .	89
6.1.1	Stand der Technik von Kondensationswäschetrocknern . . . . .	90
6.1.2	Integration der thermoelektrische Wärmepumpe in einen Kon- densationswäschetrockner . . . . .	92
6.1.3	Durchführung der Simulation und Ergebnisse . . . . .	94
6.2	Einsatz des thermoelektrischen Generators . . . . .	98
6.2.1	Stand der Technik von Biogasanlagen . . . . .	99
6.2.2	Einbindung des thermoelektrischen Generators in eine Biogasan- lage . . . . .	101
6.2.3	Durchführung der Simulation und Ergebnisse . . . . .	103
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>115</b>
7.1	Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse . . . . .	115
7.2	Ausblick . . . . .	117
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>119</b>
	<b>Nomenklatur</b>	<b>125</b>
	<b>Anhang</b>	<b>129</b>