

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort des Herausgebers .....</b>	<b>I</b>
<b>Vorwort des Autors .....</b>	<b>II</b>
<b>Kurzfassung .....</b>	<b>III</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>IV</b>
<b>Nomenklatur .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen des Organic Rankine Cycles (ORC) .....</b>	<b>5</b>
2.1 Thermodynamische Grundlagen.....	5
2.2 Baugruppen .....	6
2.2.1 Pumpe .....	6
2.2.2 Erhitzer.....	7
2.2.3 Expander .....	8
2.2.4 Kondensator.....	11
2.3 Anwendungsbereiche .....	11
2.4 Anlagenhersteller .....	15
<b>3 Analyse möglicher Konzepte zur Stromerzeugung aus Abwärme mittels Organic Rankine Cycle .....</b>	<b>17</b>
3.1 Abwärmequellen und -potenziale .....	17
3.2 Mögliche Verschaltungsvarianten zur Effizienzsteigerung.....	21
3.2.1 Prozesse ohne zusätzliche Baugruppen .....	21
3.2.2 Prozesse mit zusätzlichen Baugruppen.....	25
3.2.3 Mehrstufige Prozesse .....	28
3.2.4 Hochtemperaturprozesse.....	29
3.3 Auswahl des Arbeitsfluides .....	30
3.3.1 Einzelsimulation .....	30
3.3.2 Künstliche neuronale Netze .....	31
3.3.3 Simulationsgestütztes Moleküldesign.....	32
3.4 Strategien für den Einsatz des ORCs in einem breiten Temperaturniveau.....	34
<b>4 Thermodynamisches Modell und Bewertungskriterien für die Prozesssimulation.....</b>	<b>35</b>
4.1 Auswahl eines für die Modularisierung geeigneten Anlagendesigns .....	35
4.2 Chemische Eigenschaften der untersuchten Fluidklassen .....	37
4.3 Stoffdaten und Zustandsgleichungen .....	43
4.3.1 Thermische Zustandsgleichungen.....	43
4.3.2 Aktivitätskoeffizientenmodelle.....	45
4.3.3 Vorauswahl der Modelle.....	46

4.3.4	Auswahl des Modells .....	47
4.3.5	Validierung des Prozesses .....	49
4.4	Thermodynamische und anlagentechnische Bewertungskriterien .....	50
<b>5</b>	<b>Thermodynamische und anlagentechnische Analyse .....</b>	<b>55</b>
5.1	Vergleich unterschiedlicher Arbeitsdrücke für den subkritischen ORC .....	55
5.2	Vergleich der subkritischen und transkritischen Betriebsweise .....	60
5.3	Bewertung der chemischen Klassen im Niedertemperaturbereich .....	63
5.3.1	Randbedingungen .....	63
5.3.2	Ergebnisse .....	63
5.3.3	Vergleich der Fluidklassen .....	70
5.4	Bewertung der chemischen Klassen im Hochtemperaturbereich .....	75
5.4.1	Randbedingungen .....	75
5.4.2	Ergebnisse .....	75
5.4.3	Vergleich der Fluidklassen .....	80
<b>6</b>	<b>Entwicklung einer Methodik für die thermoökonomische Bewertung von ORC-Anlagen .....</b>	<b>85</b>
6.1	Ökonomische Randbedingungen und Bewertungskriterien .....	85
6.2	Modell für die Berechnung der benötigten Wärmeübertragerflächen .....	87
6.3	Thermoökonomische Analyse auf Basis von Modellen der Chemieindustrie .....	92
6.3.1	Beschreibung der Modelle .....	92
6.3.2	Bewertung der Modelle .....	97
6.4	Ganzheitliches Skalierungs- und Bewertungsmodell für ORC-Anlagen .....	99
6.4.1	Beschreibung des Modells .....	99
6.4.2	Bewertung des Modells .....	103
6.5	Thermoökonomische Bewertung der Fluidklassen .....	106
6.5.1	Niedertemperaturbereich .....	106
6.5.2	Hochtemperaturbereich .....	111
<b>7</b>	<b>Empfehlungen für die Modularisierung von ORC-Anlagen .....</b>	<b>117</b>
7.1	Experimentelle Bestimmung der Zersetzungstemperatur organischer Arbeitsfluide .....	117
7.2	Niedertemperaturbereich .....	126
7.3	Hochtemperaturbereich .....	132
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>137</b>
<b>9</b>	<b>Summary .....</b>	<b>143</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>147</b>
<b>Vorveröffentlichungen .....</b>		<b>163</b>
<b>A</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>A</b>
A.1	Betrachtete Zustandsgleichungen für die Prozesssimulation .....	A

---

A.2	Ablaufdiagramm für die Flächenberechnung der Wärmeübertrager .....	B
A.3	Gleichungen zur Bestimmung der Kosten des ORCs .....	C
A.4	Zustandsgleichungen in Refprop .....	D
A.5	Stoffdatenmodelle für die Viskosität in Refprop .....	F
A.6	Stoffdatenmodelle für die thermische Leitfähigkeit in Refprop .....	G
A.7	Messaufbau für die experimentelle Bestimmung der Zersetzungstemperatur von MM .....	I
A.8	Versuchsreihen für die experimentelle Bestimmung der Zersetzungstemperatur von MM .....	J