

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Herausgebers	I
Vorwort des Autors	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Nomenklatur	VIII
1 Einleitung.....	1
2 Grundlagen des Organic Rankine Cycles (ORC)	5
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 Anwendungsgebiete.....	11
2.4 Anlagenhersteller	15
3 Analyse möglicher Konzepte zur Stromerzeugung aus Abwärme mittels Organic Rankine Cycle	17
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
4 Thermodynamisches Modell und Bewertungskriterien für die Prozesssimulation.....	35
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
5	Thermodynamische und anlagentechnische Analyse	55
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
6	Entwicklung einer Methodik für die thermoökonomische Bewertung von ORC-Anlagen	85
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
7	Empfehlungen für die Modularisierung von ORC-Anlagen	117
7.1	Experimentelle Bestimmung der Zersetzungstemperatur organischer Arbeitsfluide	117
7.2	Niedertemperaturbereich.....	126
7.3	Hochtemperaturbereich.....	132
8	Zusammenfassung	137
9	Summary.....	143
10	Literaturverzeichnis	147
	Vorveröffentlichungen	163
A	Anhang.....	A
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