

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung / Abstract</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xiii</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xix</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>xxi</b>
<b>1 Einleitung und Motivation</b>	<b>1</b>
1.1 Energiewirtschaftlicher Hintergrund . . . . .	1
1.2 Abfallwirtschaft . . . . .	3
<b>2 Thermodynamik einer Wärmekraftanlage</b>	<b>5</b>
2.1 Wärmeerzeugung . . . . .	6
2.1.1 Energiebilanz auf der Brennstoff-Luft-Rauchgas-Seite . . . . .	6
2.1.2 Energiebilanz auf der Wasser-Dampf-Seite . . . . .	10
2.2 Wärmekraftumwandlung . . . . .	11
2.2.1 Kreisprozess und Bilanzgleichungen . . . . .	11
2.2.2 Berechnung der thermodynamischen Mitteltemperaturen . . . . .	16
2.2.3 Wärmeauskoppelung . . . . .	18
2.2.4 Exergie und Anergie . . . . .	20
2.2.5 Wärmeabfuhr . . . . .	22
<b>3 Stand der Technik - Thermische Abfallverwertung</b>	<b>25</b>
3.1 Dampferzeugung . . . . .	26
3.2 Wasserdampfkreislauf . . . . .	33
3.3 Abgasreinigung . . . . .	37

3.4	Systemtechnik der Referenzanlage . . . . .	41
3.4.1	Thermisches Hauptverfahren . . . . .	41
3.4.2	Abgasreinigung . . . . .	51
<b>4</b>	<b>Stand der Technik - Monitoring in der Kraftwerkstechnik</b>	<b>53</b>
4.1	Modellbasierte Verfahren . . . . .	55
4.2	Funktionale Verfahren . . . . .	56
4.3	Wissensbasierte Verfahren . . . . .	57
4.4	Monitoring in Abfallverbrennungskraftwerken . . . . .	59
4.5	Literaturübersicht . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Prozessgüte-Kennzahl und Ziele dieser Arbeit</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Entwicklung eines voll-empirischen Verfahrens</b>	<b>67</b>
6.1	Referenzanlagen . . . . .	67
6.2	Berechnung von Sollwerten . . . . .	71
6.3	Ein Beispiel zur Anwendung des voll-empirischen Verfahrens . . . . .	73
6.4	Nutzung des voll-empirischen Verfahrens als Anlagenbenchmark . . . . .	75
<b>7</b>	<b>Entwicklung eines halb-empirischen Verfahrens</b>	<b>77</b>
7.1	Energieumwandlung im Wasserdampfkreislauf der Referenzanlage . . . . .	77
7.2	Bestimmung des thermischen Wirkungsgrades . . . . .	80
7.3	Bestimmung des Carnot-Faktors . . . . .	80
7.4	Bestimmung der idealen Kondensationstemperatur . . . . .	81
7.5	Bestimmung der Irreversibilitäts- und Exergieverluste . . . . .	84
7.6	Bestimmung von Kennlinien der Entropieproduktionsströme . . . . .	86
<b>8</b>	<b>Ergebnisse - halb-empirisches Verfahren</b>	<b>89</b>
8.1	Thermischer Wirkungsgrad, Carnot-Faktor und Irreversibilitätsverluste . . . . .	89
8.2	Untersuchungen am Luftkondensator . . . . .	93
8.2.1	Experimentelle Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizientenwertes . . . . .	93
8.2.2	Theroretische Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizientenwertes . . . . .	96
8.2.3	Bestimmung der idealen Kondensationstemperatur . . . . .	98

8.3	Vergleich von Ist- und Sollwerten des Carnot-Faktors . . . . .	100
8.4	Irreversibilitäts- und Exergieverluste . . . . .	102
8.5	Anwendungsbeispiel des halb-empirischen Verfahrens . . . . .	110
8.6	Untersuchung der Einflussgrößen auf den thermischen Wirkungsgrad . . . . .	114
<b>9</b>	<b>Vergleich des halb- mit dem voll-empirischen Verfahren</b>	<b>119</b>
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>121</b>
<b>A</b>	<b>Anhang zum voll-empirischen Verfahren</b>	<b>125</b>
A.1	Verfahren zur Bestimmung der Regressionskoeffizienten . . . . .	125
A.2	Plausibilitätskriterien . . . . .	126
A.3	Qualität der Sollwertfunktionen . . . . .	127
<b>B</b>	<b>Anhang zum halb-empirischen Verfahren</b>	<b>129</b>
B.1	Berechnung des Frischdampfmassenstromes . . . . .	129
B.2	Definition des Nennlastpunktes und Normierung . . . . .	129
B.3	Plausibilitätskriterien . . . . .	130
B.4	Luftkondensator . . . . .	130
B.4.1	Experimentelle Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten . . . . .	130
B.4.2	Korrelationen des Wärmedurchgangskoeffizienten mit möglichen Einflussgrößen . . . . .	133
B.4.3	Theoretische Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten . . . . .	136
B.4.4	Einflussgrößen des theoretischen Wärmedurchgangskoeffizienten . . . . .	140
B.5	Kennlinien der Entropieproduktionsströme . . . . .	141
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>145</b>
	<b>Unveröffentlichte studentische Arbeiten</b>	<b>153</b>