



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Inhaltsverzeichnis	III
Nomenklatur	V
Kurzfassung	X
Abstract	XII
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Problemstellung	3
1.3 Forschungsbedarf und Zielsetzung	5
1.4 Gliederung der Arbeit	9
2 Stand der Wissenschaft und Technik	11
2.1 Kenntnisstand über rauchgas- und arbeitsstoffseitige Schief lagen	11
2.2 Stationäre Simulation der Feuerungs- und Dampferzeugertechnik	12
2.3 Instationäre Berechnung der Temperaturverteilung in dickwandigen Bauteilen	14
2.4 Feststellung von Werkstoffbeanspruchungen	15
2.5 Bauteil-Beanspruchungsprogramme	17
3 Theoretische Grundlagen	20
3.1 Simulation der Rauchgasseite	20
3.1.1 Transportgleichung	20
3.1.2 Diskretisierung	21
3.1.3 Wärmeübertragung durch thermische Strahlung	22
3.1.4 Wärmeübertragung durch Konvektion	23
3.1.5 Rauchgasseitiger Druckverlust	26
3.2 Simulation der Wasser-/Dampfströmung	27
3.2.1 Druckverlust	27
3.2.2 Wärmedurchgang	30
3.3 Berechnung der Werkstoffbeanspruchung	32
3.3.1 Erschöpfungsberechnung	33
3.3.2 Instationärer radialer Temperaturverlauf in dickwandigen Bauteilen	41



4 Methodik zur Durchführung der Simulationsrechnungen	49
4.1 Datenaufbereitung	49
4.1.1 Betriebsdaten	49
4.1.2 Messdaten	50
4.2 Simulationsrechnung	51
4.2.1 Diskretisierung	51
4.2.2 Simulation	53
5 Ergebnisse unter Anwendung der entwickelten Methodik	57
5.1 Untersuchtes Kraftwerk (HKW2 in Altbach/Deizisau)	57
5.2 Messkampagne	59
5.2.1 Bekohlungssituation	60
5.2.2 Schiefslagenermittlung an den Endstufen	61
5.3 Rauchgas- und Wasser-/Dampfkreislaufsimulation (stationär)	68
5.3.1 Randbedingungen für die Simulationsrechnung	69
5.3.2 Wärmebilanz	70
5.3.3 Simulation der Rauchgasseite	71
5.3.4 Validierung der rauchgasseitigen Simulationsergebnisse	75
5.3.5 Simulation der Wasser-/Dampfseite	77
5.3.6 Validierung der simulierten Arbeitsstofftemperaturen	81
5.3.7 Simulation der Wandtemperaturverläufe und Beheizungsprofile	85
5.3.8 Fazit der stationären Simulation	92
5.4 Berechnung der Werkstoffbeanspruchung (instationär)	93
5.4.1 Randbedingungen für die Berechnung der Werkstoffbeanspruchung	93
5.4.2 Validierung der berechneten Wandtemperaturdifferenzen	95
5.4.3 Berechnung der Lochrandspannung	97
5.4.1 Fazit der instationären Berechnung	99
6 Zusammenfassung und Ausblick	101
Literaturverzeichnis	105
Anhang A: Stationarität über dem Messzeitraum	113
Anhang B: Wandtemperaturdifferenzen bei idealisierten instationären Vorgängen	114
Anhang C: Ergebnisse der Rauchgasmessung	117
Anhang D: Erschöpfung durch Zeitstand- und Dehnungswechselbeanspruchung	120