



Oliver Greißl (Autor)  
**Betriebsoptimierung moderner  
Steinkohlenstaubfeuerungen zur Vermeidung von  
Feuerraumkorrosion**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/877>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Formelzeichen</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Abkürzungen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>X</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1. Hintergrund .....	1
1.2. Zielsetzung und Schwerpunkte der Arbeit .....	1
<b>2. Kohlenstaubfeuerungen – Stand der Technik</b> .....	<b>3</b>
2.1. Bauarten von Kohlenstaubfeuerungen .....	3
2.1.1. Direkte und indirekte Kohlenstaubfeuerung .....	3
2.1.2. Stein- und Braunkohlenstaubfeuerungen .....	5
2.1.3. Trocken entaschte Feuerungen und Schmelzkammerfeuerungen .....	5
2.1.4. Konventionelle Ausführungen von trocken entaschten Staubfeuerungen .....	6
2.2. Brennstoffaufbereitung und Förderung zu den Brennern .....	8
2.2.1. Walzenschüsselmühle .....	8
2.2.2. Zwangsverteiler .....	9
2.3. Kohlenstaubbrenner .....	10
2.3.1. Prinzip der primären NO <sub>x</sub> -Minderung bei Stufenmischbrennern.....	10
2.3.2. Moderne Rundbrenner/Drallbrenner – LNB (Low-NO <sub>x</sub> -Burner) .....	11
2.4. Emissionen .....	12
2.4.1. SO <sub>2</sub> -Bildung und Rauchgasentschwefelung.....	13
2.4.2. NO <sub>x</sub> -Bildungsmechanismen und Minderungsmaßnahmen .....	13
2.4.3. Emissionsgrenzwerte.....	14
2.5. Korrosion.....	15
2.5.1. Voraussetzungen für das Auftreten von Feuerraumkorrosion .....	15
2.5.2. Feuerungstechnische Maßnahmen zur Vermeidung von Feuerraumkorrosion	16
2.5.3. In der Vergangenheit aufgetretene Korrosionsschäden an Verdampfern von Großkraftwerken .....	17
2.5.4. Korrosion durch Oxidation.....	18
2.5.5. Hochtemperaturkorrosion durch Chlorverbindungen .....	19
2.5.6. Hochtemperaturkorrosion durch Schwefelverbindungen.....	19
2.5.7. Hochtemperaturkorrosion unter Ablagerungen und Belägen.....	20
2.6. Wandatmosphäre – Rauchgaszusammensetzung an der Oberfläche der Verdampferrohre .....	20

2.6.1.	Einfluss der Kohlebeschaffenheit auf die Zusammensetzung der Wandatmosphäre .....	21
2.6.2.	Einfluss der Mahlfeinheit der Kohle auf die Zusammensetzung der Wandatmosphäre .....	21
2.6.3.	Einfluss der Kohleverteiler auf die Zusammensetzung der Wandatmosphäre.. .....	22
2.6.4.	Einfluss der Kohlebrenner – Betriebsweise auf die Zusammensetzung der Wandatmosphäre .....	23
2.6.5.	Zusammenfassung .....	24
<b>3.</b>	<b>Beschreibung der untersuchten Feuerung und der eingesetzten Messtechniken .....</b>	<b>25</b>
3.1.	Rheinhafen-Dampfkraftwerk (RDK) .....	25
3.1.1.	Brenner .....	26
3.1.2.	Prinzip der Kohlenstaubaufteilung nach Austritt aus der Mühle .....	27
3.1.3.	Zwangverteiler – Einfluss der einzelnen Verteilerstufen auf die tatsächliche Kohlenstaubverteilung .....	28
3.2.	Messtechniken zur Untersuchung der Wandatmosphäre .....	30
3.3.	Vorgehensweise bei der Bestimmung der Wandatmosphäre im RDK7 .....	31
3.4.	Messtechniken zur Untersuchung der Kohlenstaubverteilung .....	34
3.4.1.	Diskontinuierliche Kohlenstaubmessung .....	34
3.4.2.	Messprinzip des diskontinuierlich arbeitenden Messgerätes SMG 10 .....	34
3.4.3.	Kontinuierliche Kohlenstaubmesstechnik .....	36
3.4.4.	Funktionsweise des MIC Online-Kohlenstaubmessgerätes .....	36
3.4.5.	Kohlenstaubmessöffnungen und Positionen der MIC Sensoren .....	37
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse der Wandatmosphärenmessungen .....</b>	<b>39</b>
4.1.	Ziele der durchgeführten Wandatmosphärenmessungen .....	39
4.2.	Ist-Aufnahme der Wandatmosphäre .....	40
4.3.	Einfluss der eingesetzten Kohle auf die Wandatmosphäre .....	46
4.4.	Einfluss der Sekundärluftmenge und der Luftstufung auf die Wandatmosphäre .....	48
4.4.1.	Vergleich der Wandatmosphärenmessungen bei unterschiedlichem Luftüberschuss .....	51
4.4.2.	Einfluss der Luftstufung am Brenner auf die Wandatmosphäre .....	54
4.4.3.	Erhöhung der Verbrennungsluftmenge an ausgewählten Brennern .....	55
4.4.4.	Zusammenfassung und Bewertung der Maßnahmen zur Beeinflussung der Wandatmosphäre .....	58
4.5.	Wanddickenmessungen an den Flossenrohren des Verdampfers .....	60
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse der Kohlenstaubmessungen .....</b>	<b>64</b>
	Randbedingungen während der Kohlenstaubmessungen .....	64
5.1.	Gemessene Kohlenstaubverteilungen .....	64

5.2.	Reproduzierbarkeitsmessungen an den Leitungen der Mühle 20 .....	67
5.3.	Kohlenstaubverteilung in den einzelnen Verteilerstufen der Zwangsverteiler ....	69
5.4.	Ermittelte Korngrößenverteilung in den einzelnen Staubleitungen .....	70
5.5.	Auswertung der kontinuierlichen Messdaten des MIC-Messsystems.....	72
5.5.1.	Auswirkungen schwankender Kohlenstaubförderung auf die Wandatmosphäre .....	74
5.5.2.	Pneumatische Förderung in den Kohlenstaubleitungen .....	74
5.6.	Zusammenhang zwischen Kohlenstaubverteilung und Wandatmosphäre .....	77
5.7.	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Kohlenstaubmessungen .....	78
<b>6.</b>	<b>Simulationsgestützte Untersuchungen.....</b>	<b>80</b>
6.1.	Feuerraumsimulation mit AIOLOS.....	82
6.1.1.	Geometriemodell für den Ausgangszustand .....	82
6.1.2.	Eingangsdaten für die Basissimulation .....	84
6.1.3.	Sondenmessungen im Brennernahbereich der Feuerung des RDK7.....	85
6.2.	Basissimulation für den Ausgangszustand.....	86
6.2.1.	Vergleich gemessener und berechneter Konzentrationen .....	86
6.2.2.	Ergebnisse der Basissimulation mit gemessener Kohlevertei- lung und berücksichtigter Korngrößenverteilung.....	87
6.3.	Simulationsbasierte Untersuchungen zur Beeinflussung der Wandatmosphäre ..	92
6.3.1.	Simulation mit gemessener Kohlenstaubverteilung, bei einheitlicher Korngrößenverteilung auf die Brenner einer Ebene.....	93
6.3.2.	Simulation mit an die gemessene Kohlenstaubverteilung angepasster Verbrennungsluftverteilung .....	94
6.3.3.	Simulation mit angenommener Gleichverteilung der Kohle auf die Brenner..	97
6.4.	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....	99
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>100</b>
<b>8.</b>	<b>Anhang A Ergänzung zu Kapitel 4.2 .....</b>	<b>103</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang B Ergänzung zu Kapitel 5.4 – Auswertung der Kohlenstaubmessungen.....</b>	<b>104</b>
<b>10.</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>106</b>