



Waldemar Heinbichner (Autor)

CFD-basierte Modellierung von Wärme- und Stofftransportvorgängen in einer turbulent durchströmten Festbetschüttung aus Koks

Waldemar Heinbichner

CFD-basierte Modellierung von
Wärme- und Stofftransportvorgängen
in einer turbulent durchströmten
Festbetschüttung aus Koks



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7021>

Copyright:

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

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



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	vii
Symbolverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	2
2 Stand des Wissens	3
2.1 Der Kupolofen	3
2.2 Koks	18
2.2.1 Koksherstellung	19
2.2.2 Eigenschaften von Koks	21
2.2.3 Kinetik des Koksumsatzes	28
2.3 Experimentelle Untersuchungen an nur mit Koks gefüllten Kupolöfen	37
2.4 Mathematische Modelle von Prozessen	41
3 Mathematische Modellierung	47
3.1 Positionierung des angestrebten Modells	47
3.2 Verwendete Grundgleichungen der Strömungsmechanik	48
3.3 Gleichungen zur Beschreibung der Vorgänge im Koks	53
3.3.1 Impulstransport	54
3.3.2 Stoffumsatz	56
3.3.3 Wärmetransport	58
3.3.4 Behandlung der Grenzfläche	60
3.3.5 Modellrechnungen für Koksumsatz	61
3.4 Gleichungen zur Beschreibung der Gasströmung	67
3.4.1 Beschreibung der Turbulenz	67
3.4.2 Das SST-k- ω -Modell	76
3.4.3 Impulstransport	78
3.4.4 Massenbilanz	78
3.4.5 Wärmetransport	79
3.4.6 Verbrennung von Kohlenstoffmonoxid	79
3.5 Netz-Parameterstudie	86
4 Berechnung der Festbettgeometrie	89
4.1 Diskrete-Elemente-Methode	89
4.2 Partikeleigenschaften	90
4.3 Geometrie	91
4.4 Partikelverkleinerung aufgrund des chemischen Abbaus	92
4.5 Berechnung und Ergebnisse	94



5 Vernetzung der Festbettgeometrie	97
5.1 Geometrieaufbereitung	97
5.2 Anforderungen an das numerische Gitter	97
5.3 Ergebnisse der Vernetzung.....	99
6 Strömungsberechnung	101
6.1 Finite-Volumen-Methode.....	101
6.2 Der Lösungsprozess	101
6.3 Parallelisieren der Berechnungsaufgabe	103
6.4 Randbedingungen.....	104
6.5 Anfangsbedingungen	105
7 Ergebnisse und Diskussion	107
7.1 Lösungsverhalten.....	107
7.2 Gegenüberstellung von Berechnungs- und Messergebnissen.....	107
7.2.1 Versuchsofen nach A. W. Belden	108
7.2.2 Versuchsofen nach A. B. Draper	117
7.2.3 Versuchsofen nach I. J. Petrovski	122
7.3 Variationsrechnungen an einer 2D-Geometrie.....	125
7.3.1 Geometrie und Randwerte	125
7.3.2 Ergebnisse	126
8 Ausblick	137
Literaturverzeichnis	139
A Anhang.....	153
A.1 Beziehung zwischen CRI und k_m	153
A.2 Messergebnisse aus Untersuchungen nur mit Koks gefüllter Kupolöfen	155
A.3 Wärmetechnischer Einfluss der Windfeuchte	159
A.4 Formulierungen im SST-k- ω -Modell	160