

Entschwefelung von Roheisen durch Koinjektion von Calciumcarbid mit Magnesiumlegierungen unter Berücksichtigung der Roheisentemperatur

Von der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Geowissenschaften
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von Diplom-Ingenieur

Andreas Paul Echelmeyer

aus Borghorst, jetzt Steinfurt

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Wilhelm Gudenau
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Bleck
Prof. Dr.-Ing. Jürgen A. Philipp, TU Clausthal

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Dezember 2001

D 82 (Diss. RWTH Aachen)

Berichte aus der Metallurgie

Andreas Echelmeyer

**Entschwefelung von Roheisen durch Koinjektion
von Calciumcarbid mit Magnesiumlegierungen
unter Berücksichtigung der Roheisentemperatur**

D 82 (Diss. RWTH Aachen)

Shaker Verlag
Aachen 2002

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Echelmeyer, Andreas:

Entschwefelung von Roheisen durch Koinjektion von Calciumcarbid mit
Magnesiumlegierungen unter Berücksichtigung der Roheisentemperatur/
Andreas Echelmeyer.

Aachen : Shaker, 2002

(Berichte aus der Metallurgie)

Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2001

ISBN 3-8265-9950-0

Copyright Shaker Verlag 2002

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9950-0

ISSN 0945-0904

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Die vorliegende Arbeit wurde vom Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen betreut und die Versuche bei der Thyssen Krupp Stahl AG an der Roheisenentschwefelungsanlage des Stahlwerkes Dortmund durchgeführt.

Dem Vorstand, der Geschäftsfeldleitung Rohstahl, der Geschäftsfeldleitung Warmband sowie der Stahlwerksleitung danke ich für die Erlaubnis, die Ergebnisse der Arbeit für meine Dissertation verwenden zu dürfen.

Ich bedanke mich ganz besonders bei Herrn Universitätsprofessor Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. H. W. Gudenau für die Betreuung und Unterstützung der vorliegenden Arbeit.

Herrn Universitätsprofessor Dr.-Ing. W. Bleck sowie Herrn Professor Dr.-Ing. J. A. Philipp danke ich für das Interesse an der Arbeit sowie für die freundliche Übernahme des Korreferates.

Mein Dank richtet sich auch an meine Kollegen Herrn Dr. J.-U. Becker und Herrn Dr. M. Schick für interessante Diskussionen und hilfreiche Anregungen.

1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2	Einführung in den Themenkreis	5
2.1	Verfahren zur Entschwefelung von Roheisen	8
2.1.1	Gießstrahlmischverfahren	8
2.1.2	Tauchglockenverfahren (Mag-Coke-Verfahren)	10
2.1.3	Rührerverfahren	12
2.1.4	Tauchlanzenverfahren	14
2.1.5	Vergleich der Entschwefelungsverfahren	17
2.2	Roheisenentschwefelung mit Calciumcarbid	19
2.2.1	Thermodynamik und Kinetik	19
2.2.2	Vorgänge beim Einblasen von Calciumcarbid	25
2.2.3	Einfluß der Roheisentemperatur	28
2.2.4	Einfluß wichtiger Prozeßparameter	30
2.3	Roheisenentschwefelung mit Magnesium	38
2.3.1	Thermodynamik und Kinetik	39
2.3.1.1	Reaktionen in der Schmelze	39
2.3.1.2	Reaktion von Magnesium mit Schwefel	42
2.3.2	Wirkungsgrad von Magnesium	45
2.4	Roheisenentschwefelung mit Kalk	49
3	Theoretische Vorbetrachtungen	52
3.1	Kombinierter Einsatz mehrerer Entschwefelungsmittel	52
3.1.1	Calciumcarbid und Magnesium	52
3.1.2	Kalk und Magnesium	54
3.1.3	Calciumcarbid, Magnesium und Kalk	55
3.1.4	Zeitlicher Ablauf der Entschwefelung	56
3.2	Voruntersuchungen	57
3.2.1	Überprüfung der Analysengenauigkeit	57
3.2.2	Optimierung der Probenahme	62

4	Versuchsdurchführung	65
4.1	Die modernisierte Entschwefelungsanlage	65
4.1.1	Aufbau der Entschwefelungsanlage	65
4.1.2	Ablauf der Entschwefelungsbehandlung	67
4.1.3	Regelparameter der Entschwefelungsbehandlung	71
4.1.4	Verwendete Entschwefelungsmittel	75
4.1.5	Auswertung der Daten	78
4.1.6	Das Prozeßmodell	84
4.2	Untersuchung der Temperaturabhängigkeit	90
4.3	Löslichkeit von Magnesium im Roheisen	90
4.4	Entschwefelung mit Magnesiumlegierungen	91
5	V Versuchsergebnisse	93
5.1	Untersuchung der Temperaturabhängigkeit	93
5.1.1	Versuchsergebnisse	94
5.1.2	Einfluß auf die Modellgenauigkeit	103
5.2	Löslichkeit von Magnesium im Roheisen	105
5.3	Entschwefelung mit Magnesiumlegierungen	110
5.3.1	Versuchsaufbau	115
5.3.2	Ablauf der Versuchsentschwefelungen	118
5.3.3	Versuchsergebnisse	120
6	Diskussion der Ergebnisse	130
6.1	Temperaturabhängigkeit des Entschwefelungsprozesses	130
6.2	Magnesiumlöslichkeit im Roheisen	133
6.3	Entschwefelung mit Magnesiumlegierungen	136
7	Zusammenfassung und Ausblick	142
8	Literaturverzeichnis	148
9	Kurzzusammenfassung englisch (Abstract)	164
10	Kurzzusammenfassung deutsch.....	165
11	Anhang	166