

Berichte aus der Metallurgie

Robert Kühn

**Untersuchungen zum Energieumsatz in einem
Gleichstromlichtbogenofen zur Stahlerzeugung**

D 104 (Diss. TU Clausthal)

Shaker Verlag
Aachen 2003

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Clausthal, Techn. Univ., Diss., 2002

Copyright Shaker Verlag 2003

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2197-2

ISSN 0945-0904

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

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

Dipl.-Ing. Robert Kühn, MBA

Zusammenfassung der Dissertation

Thema: Untersuchungen zum Energieumsatz in einem Gleichstromlichtbogenofen zur Stahlerzeugung

Die Stahlerzeugung im Gleichstromlichtbogenofen ist ein Prozeß, bei dem von Charge zu Charge eine Vielzahl von Verfahrensparametern in einem weiten Bereich streut. Da in der Qualitäts- und Edeltahlerstellung der Schrotteinsatz für jede Schmelze an die zu produzierende Güte angepaßt wird und damit in hohem Maße inhomogen ist, gibt es keinen idealtypischen Prozeßablauf. Vielmehr erfordert der Ofenbetrieb vom Bedienpersonal ein ständiges Optimieren der unterschiedlichen Betriebsparameter und ist damit äußerst komplex. Mit der vorliegenden Arbeit werden dem Ofenbedienpersonal Hilfsmittel an die Hand gegeben, die das Geschehen innerhalb des Aggregates transparenter machen und so bei der Prozeßoptimierung unterstützend wirken.

Energiebilanzen für den Lichtbogenofen wurden bisher von einer Reihe von Autoren veröffentlicht. Hierbei handelt es sich i. d. R. um Rechnungen, die auf Mittelwerten aus einer Vielzahl von Schmelzen beruhen. Die Beurteilung von Verfahrensänderungen ist mit dieser Methode erst nach einer großen Anzahl von Versuchsschmelzen statistisch aussagefähig, sofern die Auswirkungen der Änderung nicht völlig in der üblichen Streuung untergehen. Ein besonderes Problem liegt in der bislang vorhandenen sehr geringen Datenbasis für die Zusammensetzung des Ofenabgases. Da es die „typische“ Schmelze nicht gibt, ist es nicht vertretbar, eine Abgasanalyse nur stichprobenartig für einige Schmelzen oder gar nur für wenige Minuten durchzuführen und auf diesen Werten eine Energiebilanz zu begründen. Vielmehr variiert die Zusammensetzung der Ofenatmosphäre abhängig von der Prozeßführung in einem weiten Bereich, sowohl momentan als auch gemittelt über die Dauer einer Schmelze. Eine kontinuierlich über die gesamte Chargendauer jeder Schmelze arbeitende Abgasanalyse ist der Schlüssel für das grundlegende Verständnis und damit auch zur Optimierung des Prozesses.

Die vorliegende Arbeit beschreibt zunächst die Verbesserungen, die bei der Prozeßmeßtechnik erreicht werden konnten. Dabei handelt es sich vor allem um die Weiterentwicklung einer Anlage zur kontinuierlichen Abgasanalyse aus dem Versuchsstadium bis zur Betriebsreife. Damit steht zu jedem Zeitpunkt eine repräsentative Probe der Gasatmosphäre im Ofen zur Verfügung. Durch eine massenspektrometrische Untersuchung der Probe sind sowohl die Zusammensetzung und die Menge des Abgases als auch die durch Öffnungen in das Ofengefäß eindringende Falschlufmenge meßbar. Weitere Verbesserungen betreffen die Mengenänderung des Hot Heels, d.h. des flüssigen Stahlrests im Ofen, und die Mengemessung der Ofenschlacke.

Mit dieser zusätzlichen Meßtechnik wurde eine große Anzahl von Schmelzen dokumentiert. Für jede einzelne Schmelze wurde eine im wesentlichen auf Meßwerten beruhende Energiebilanz erstellt. Die Vielzahl der Bilanzen wurde statistisch ausgewertet. Es konnte eine Reihe von Parametern identifiziert werden, die einen Einfluß auf den Energieumsatz im Ofen haben. Mit dieser Methode ist schon nach einer geringen Anzahl von Versuchsschmelzen beurteilbar, ob eine bestimmte Verfahrensänderung geeignet ist, den Energieumsatz günstig zu beeinflussen.

Der Prozeßablauf hängt jedoch nicht nur von der über die Dauer einer Schmelze integrierten Gesamtzufuhr der verschiedenen Einsatzstoffe ab, sondern ganz erheblich auch von der zeitlichen und ggf. auch der örtlichen Verteilung ihrer Zugabe. Es kann deutlich beobachtet werden, daß einzelne Aktionen, z.B. das Öffnen einer Sauerstofflanze, die momentane Leistungsbilanz des Ofens beeinflussen. Die Analyse dieser Zusammenhänge bildet den dritten Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit. Aus den Beobachtungen wurden Regeln abgeleitet, mit denen der Ofenbetreiber beurteilen kann, ob der Prozeßzustand gut oder optimierbar ist, und mit deren Hilfe er den Verfahrensablauf in die gewünschte Richtung beeinflussen kann. Auf wechselnde Randbedingungen, wie beispielsweise auf den für jede Charge unterschiedlichen Schrotteinsatz, kann damit flexibel reagiert werden.