

K1-MET

Competence Center for Excellent Technologies in Advanced Metallurgical and Environmental Process Development

Programme: COMET - Competence Centers for Excellent Technologies

Programme line: K1-Centres

Project 2.1 - Process Optimization of Metals Reduction Technologies
07/2015 - 06/2019, strategic / multi-firm

Neue Strategien zur Windformenüberwachung im Hochofen

Zusätzliche Reduktionsmittel wie pulverisierte Kohle können den Koksverbrauch und die Kosten pro Tonne Roheisen im Hochofen signifikant senken. Allerdings führen hohe Kohleraten auch zu erhöhten Anforderungen an das Prozessleitsystem. Im Falle von Blockaden einer Wirbelzone müssen die entsprechenden Kohlelanzen zuverlässig abgeschaltet werden, da eine weitere Eindüsung zu unvollständiger Verbrennung und unerwünschten Temperaturänderungen führen würde. Im Rahmen von Projekt 2.1 werden verschiedene Ansätze getestet, um Blockaden zuverlässig erkennen zu können und so die Prozessüberwachung am Hochofen zu verbessern.



Optische Erkennung von Wirbelschichtblockaden

Der Wirbelschichtzone im Hochofen (Raceway) beschreibt einen Bereich, der durch den Impuls des eingeblasenen Heißwindes nahezu freigeblasen wird und in dem sich Kokspartikel relativ frei bewegen können. Das Eisenerz ist in dieser Zone schon zum größten Teil aufgeschmolzen.

Der Hochofen stellt aber einen Gegenstromreaktor dar, dessen Bettbewegung nach unten durch das Aufschmelzen von Koks und Eisenerz einen enormen Druck auf diese Wirbelzone ausübt. Gelegentlich brechen brückenartige Strukturen oberhalb der Wirbelzone zusammen und führen zu ruckartigen Bettbewegungen und Blockaden der Wirbelzonen bzw. Windformen. In diesen Fällen muss die entsprechende Lanze der Kohlenstoffeindüsung abgeschaltet werden, da es sonst zu unerwünschten Betriebszuständen kommen kann.

Die Beispiele in Abb.1 zeigen, wie die Raceway im Normalfall aussehen sollte bzw. wie eine komplette Blockade in Erscheinung tritt. Die Bilder

wurden mit einer sogenannten Windformenkamera aufgezeichnet.

Die Fragestellung ist nun, ob man mittels digitaler Bildverarbeitung automatisiert solche Blockaden erkennen kann. Die zwei Beispiele in Abb.1 legen dies zwar nahe, jedoch sind die aktuellen Betriebszustände leider nicht immer so einfach zuzuordnen. Der Übergang ist praktisch fließend und Zustände mit nur teilweiser Blockade oder Blockaden in einem größeren Abstand zur Windform tiefer in der Wirbelzone sind zwar für das menschliche Auge ganz gut erkennbar, nicht aber für einen Bildverarbeitungsalgorithmus.

Die meisten getesteten Algorithmen haben daher Probleme damit, sämtliche Arten an Wirbelzonenblockaden mit gleichbleibender Zuverlässigkeit zu erkennen.

Eine Blockadenerkennung, welche nur auf Bilddaten von Windformenkameras basiert, kann daher nicht zu einer optimalen Lösung führen.



Blockadenerkennung mittels Signalverarbeitung von Heißwinddaten

Ein zweiter Ansatz basiert darauf, bereits existierende Messdaten des Hochofens zu verwenden, und daraus mittels Signalverarbeitung Rückschlüsse auf den Zustand der Wirbelzonen zu berechnen. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für den Druckverlauf an der Heißwindleitung einer Windform. Dieser Druckverlauf stellt gleichzeitig eine Information über den Winddurchsatz an dieser Windform dar (blaue Kurve). Als Vergleich dazu zeigt die Kurve des Ofendruckes (schwarze Kurve) den globalen Heißwinddruck und in periodischen Abständen den Wechsel des Winderhitzers (negative Spitzen im Signal).

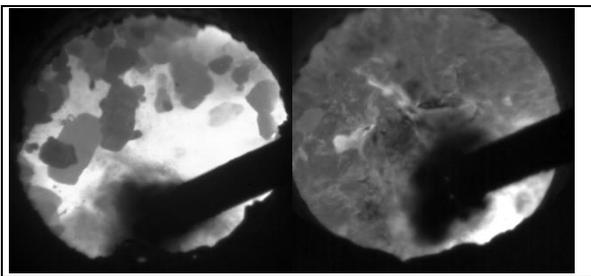


Abb. 1: Beispiele für ein normales Wirbelschichtverhalten (links) und eine blockierte Wirbelzone (rechts).

Die markierten Bereiche in der blauen Kurve, kennzeichnen zwei massive Blockaden (2 und 3) sowie zwei weniger schwerwiegende Ereignisse (1 und 4). Ein einfacher Schwellwertdetektor kann aber keine zuverlässige Blockadenerkennung liefern, da der Mittelwert des Drucksignals doch erheblich schwankt. Die getesteten Signalverarbeitungsalgorithmen basieren daher auf Ansätzen mittels Signalkorrelation, Filterung bzw. Wavelet-Transformation. Praktisch alle drei Varianten sind in der Lage, bessere Ergebnisse zu liefern, als die Bildverarbeitung der Windformenkameras.



Wirkungen und Effekte

Die Arbeiten im Rahmen dieses Projektes 2.1 haben gezeigt, dass eine Blockadenerkennung auf Basis von Windformenkameras nicht in der erhofften Zuverlässigkeit funktioniert. Mittels Signalverarbeitung von bereits existierenden Anlagendaten lässt sich allerdings ein kombinierter Ansatz realisieren. Da die Verarbeitung von Drucksignalen sehr recheneffizient ist, lässt sich damit problemlos ein gesamter Hochofen überwachen. Im Falle von erkannten Blockaden können dann vorhandene Windformenkameras aktiviert werden, um am Leitstand zusätzliche Informationen bereitzustellen bzw. Bilddaten zu speichern. Somit kann ein besseres Verständnis des Verhaltens der Wirbelzonen erreicht werden und das Prozessleitsystem des Hochofens mit einer treffsicheren Abschaltung der Kohlestoffanlagen versehen werden.

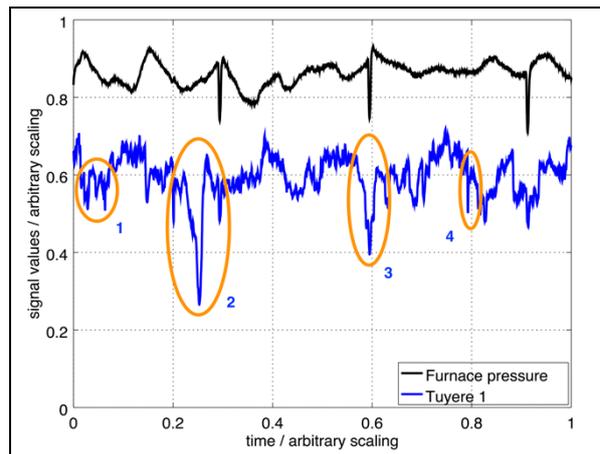


Abb. 2: Beispiel für den Druckverlauf an der Heißwindleitung einer Windform über einen Zeitraum von ca. 2h45m. Die markierten Bereiche kennzeichnen Phasen mit reduziertem Heißwinddurchsatz.

Kontakt und Informationen

K1-MET

K1-MET GmbH
Stahlstrasse 14, 4020 Linz
T +43 732 6989 75607
E office@k1-met.com, www.k1-met.com

Projektkoordination
Dipl.-Ing. Hugo Stocker

Projektpartner

Organisation	Land
voestalpine Stahl Donawitz GmbH	Österreich
voestalpine Stahl GmbH	Österreich
Johannes Kepler Universität Linz, Department of Particulate Flow Modelling	Österreich

Weitere Informationen zu COMET – Competence Centers for Excellent Technologies: www.ffg.at/comet

Diese Success Story wurde von der Konsortialführung/der Zentrumsleitung zur Verfügung gestellt und zur Veröffentlichung auf der FFG-Website freigegeben. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die FFG keine Haftung.