

## K1-MET

### Competence Centers for Excellent Technologies in Advanced Metallurgical and Environmental Process Development

#### Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

#### Programmlinie: K1-Zentren

#### Projekt 3.1 - Schlacken, Feuerfestmaterialien und Einschlüsse im Stranggussprozess / 07/2015 - 06/2019; multi-firm

### Untersuchung des Kristallisationsverhaltens von Gießschlacken unter betriebsnahen Bedingungen (verfasst von Nathalie Kölbl)

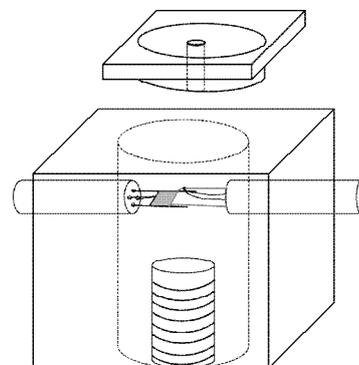
Der bisher verwendete Aufbau der Double Hot Thermocouple Technique zur Untersuchung von Gießschlacken unter Betriebsbedingungen weist einige Schwachstellen auf, z.B. ein Temperaturminimum im tropfenförmigen Schlackenfilm. Daher wurde der Geräteaufbau modifiziert. Die Probe wird in einem auf die Temperatur der Kaltseite beheizten Ofen zu einem rechteckigen dünnen Film aufgespannt. Dadurch ist nun auch die Untersuchung von Schlacken mit geringen Anteilen an färbenden Oxiden möglich. Außerdem wurde eine geeignete Darstellung der Ergebnisse entwickelt, um unterschiedliche Schlacken miteinander vergleichen zu können.

#### Problemstellung und Herangehensweise

Die Double Hot Thermocouple Technique wurde für die Untersuchung des Kristallisationsverhaltens von Gießschlacken für den Strangguss von Stahl unter betriebsnahen Bedingungen entwickelt. Allerdings weist sie einige Schwachstellen auf: Simulationen des Temperaturverlaufs haben gezeigt, dass das Temperaturminimum in der Mitte des Schlackenfilms liegt und nicht wie gewünscht auf der Kaltseite. Die Verwendung von U-förmigen Thermoelementen zum Aufspannen der Schlacke führt zur Bildung einer tropfenförmigen Kontur, was nur die Untersuchung von transparenten Schmelzen ermöglicht. Außerdem werden die Ergebnisse nur in Form von Bildern dargestellt, was einen quantitativen Vergleich unterschiedlicher Schlacken nicht zulässt. Daher wurde die Untersuchungsmethode modifiziert und eine geeignete Darstellungsform entwickelt.

Ein feuerfest zugestellter Ofenraum wird im Bereich der Probe auf die Temperatur der kalten Seite aufgeheizt. Auf diese Weise wird verhin-

dert, dass die Schlacke zu viel Wärme an die Umgebung verliert. Mineralogische Untersuchungen in Kombination mit thermochemischen Berechnungen zeigten, dass sich ein konstanter Temperaturgradient innerhalb des Schlackenfilms ausbildet.



**Abb. 1: Schematischer Aufbau der DHTT Einrichtung.**

Durch die Verwendung eines H-förmigen Heizdrahtes, der die Schlacke auf Maximaltemperatur (abhängig von der Schmelztemperatur)

aufheizt, und einer U-förmigen Aufziehvorrichtung, die die Schmelze innerhalb der Schenkeln des H aufspannt, wird die Bildung eines dünnen, rechteckigen Schlackenfilms gewährleistet.

Um unterschiedliche Schlacken miteinander vergleichen zu können werden die Bilder, die während des Versuches aufgenommen werden und somit den Kristallisationsfortschritt in Abhängigkeit der Zeit repräsentieren, ausgewertet. Dabei wird der kristalline Anteil des Bereiches, in dem Kristallisation stattfinden kann, ermittelt. Daraus kann mit Hilfe des wachstumsfähigen Umfangs die Kristallwachstumsgeschwindigkeit berechnet werden. Außerdem wird der 3 mm lange Schlackenfilm in Segmente von 0,1 mm unterteilt, von denen wiederum der kristalline Anteil in Abhängigkeit der Versuchszeit ermittelt wird. Daraus kann ein Diagramm erstellt werden, in dem die Zeit bis zum Erreichen eines definierten kristallinen Anteils (z.B. 95% des maximalen kristallinen Anteils für das Kristallisationsende) in Abhängigkeit des Abstandes vom kalten Ende ersichtlich ist. Auch die Darstellung der maximal erreichten Kristallisation in Abhängigkeit der Position innerhalb des Schlackenfilms ist dadurch möglich.

### Ergebnisse

Für die ersten Untersuchungen wurden Schlacken mit einem unterschiedlichen Kristallisationsverhalten ausgewählt. Diese Unterschiede können auch in den Diagrammen nachgewiesen werden. Während eine kongruent kristallisierende Schmelze eine signifikante Abnahme des absoluten kristallinen Anteils an der Position des Schlackenfilmes, die dem Schmelzpunkt entspricht, zeigt, ist bei Proben, bei denen chemische Diffusion eine wesentliche Rolle spielt, ein

flacherer Kurvenverlauf erkennbar. Außerdem weisen sie zu Kristallisationsbeginn eine höhere Kristallwachstumsgeschwindigkeit auf. Ob Kristalle in Kontakt mit dem Platindraht oder innerhalb des Schlackenfilms gebildet werden, ist ebenso in den unterschiedlichen Kurvenverläufen ersichtlich.

### Wirkungen und Effekte

Durch die Modifikation und Weiterentwicklung der DHTT wird eine wesentliche Verbesserung der Anwendung und Aussagekraft erzielt.

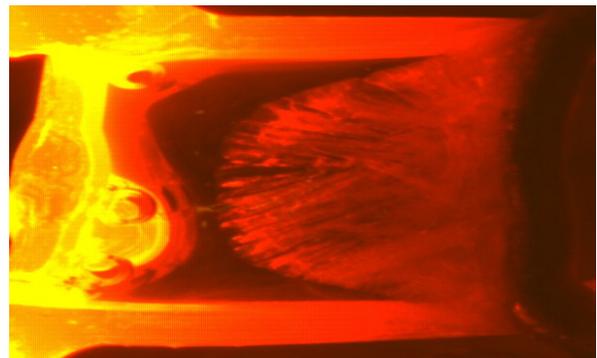


Abb. 2: Kristallisation bei einem Temperaturgradienten von 1150°C/700°C.

Aufgrund der entwickelten Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse in Form von Diagrammen, können unterschiedliche Schlacken hinsichtlich ihres Kristallisationsverhalten einander gegenübergestellt werden. Dies findet vor allem Anwendung in der weiteren Entwicklung von neuen Schlackensystemen für den Strangguss sowie auch bei der Auswahl geeigneter Schlacken für bestimmte Stahlsorten.

#### Kontakt und Informationen

K1-MET GmbH

Montanuniversität Leoben  
Lehrstuhl für Gesteinshüttenkunde  
Peter Tunner Straße 5, 8700 Leoben  
T +43 3842 402 3231  
E irmtraud.marschall@unileoben.ac.at, <http://coc.unileoben.ac.at/>

#### Projektkoordinator

DI Dr. mont. Irmtraud Marschall

#### Projektpartner

Organisation	Land
Montanuniversität Leoben	Österreich
RHI Feuerfest GmbH	Österreich
voestalpine Stahl GmbH	Österreich
voestalpine Stahl Donawitz GmbH	Österreich

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