

## K1-MET

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

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

#### Programmlinie: K1-Zentren

#### Projekt 1.3 - Stahlwerksschlacke und Produktentwicklung,

01/07/2015 - 30/06/2019, multi-firm

### Phosphorentfernung und Metallrückgewinnung aus Stahlwerksschlacken

Roheisen aus dem Hochofen enthält neben Kohlenstoff noch weitere Begleitelemente wie zum Beispiel Silizium oder Phosphor. Diese müssen im Stahlwerk entfernt werden, um eine bestimmte Produktqualität des Stahls zu ermöglichen. Im LD-Konverter werden die Begleitelemente weitestgehend oxidiert und in eine Schlackenphase überführt. Die Stahlwerksschlacke enthält nicht nur mineralische Anteile, sondern auch Wertmetalle wie Eisen, Chrom und Mangan. Die Verwertung von Stahlwerksschlacken ist derzeit eingeschränkt. Mit dem InduRed-Verfahren sollen nun diese Metalle wiedergewonnen werden, um das Potential der Schlacke als wertvoller Sekundärrohstoff zu steigern.



#### Stand der Technik und Herausforderungen

Verfahrensbedingt werden wertvolle metallische Begleitelemente des Roheisens im LD-Konverter oxidiert, das heißt sie reagieren mit Sauerstoff. Diese liegen dann oxidisch gebunden vor, ähnlich wie in den Erzen. Hinsichtlich des Ziels, Stoffkreisläufe zu schließen, möchte man diese Metalloxide wieder reduzieren, ihnen den Sauerstoff also wieder entziehen. Bei der Reduktion von Eisen-, Chrom- und Manganoxiden z.B. in einem Elektrolitbogenofen kommt es auch zur Reduktion von Phosphorverbindungen. Phosphor liegt dann elementar und gasförmig vor und reagiert in dieser Form mit flüssigem Eisen. Dieses ist dann, ähnlich dem Roheisen, mit Phosphor verunreinigt. Eine Wiederverwendung im Hüttenwerk würde also eine Kreislaufbildung des Phosphors bedeuten. Ein neuartiges Verfahren namens InduRed soll nun Abhilfe schaffen und die Rückgewinnung von wertvollen Metallen bei gleichzeitiger Phosphorentfernung ermöglichen.



#### InduRed-Anlage - Versuchsbetrieb

Die InduRed-Anlage am Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik der Montanuniversität Leoben verfolgt ein neuartiges Konzept zur Behandlung von Stahlwerksschlacken. Im zentralen Teil, dem Reaktor (s. Abbildung 1), werden Bruchstücke aus elektrisch gut leitendem Graphit mittels Induktion auf ca. 1650°C erwärmt.

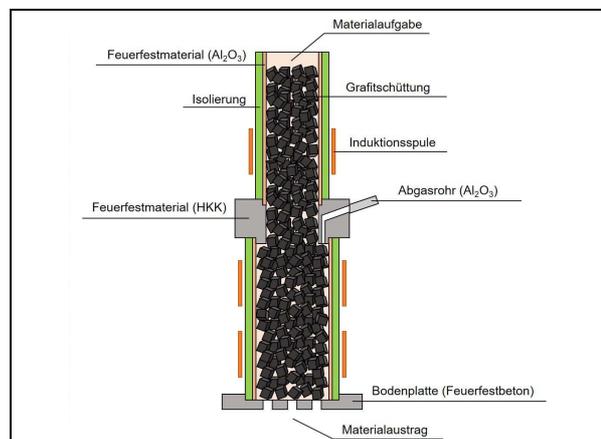


Abb. 1: InduRed-Reaktor.

Während des Reduktionsprozesses entsteht ein dünner Schmelzfilm aus Schlacke, wodurch Phosphor nach der Reduktion nur sehr kurze Transportwege aus der Schlacken- in die Gasphase überwinden muss. Zusätzlich wird Phosphor kontinuierlich aus dem Reaktorraum über den Abgasstrom abgezogen, sodass das der Phosphor nur wenig Kontakt zu flüssigem Eisen hat.

Im Anschluss wird der elementare gasförmige Phosphor reoxidiert (Nachverbrennung) und in einem Wäscher abgetrennt. Dadurch entsteht Phosphorsäure, die ein wertvolles Nebenprodukt des Verfahrens darstellt. Die Hauptprodukte sind eine Legierung aus Eisen, Mangan und Chrom sowie eine Schlacke, welche beinahe keine Metalle oder Metalloxide mehr enthält.

In Vorversuchen wurde ein optimaler Betriebspunkt für die Stahlwerksschlackenbehandlung in der InduRed-Anlage ausgelotet. Abbildung 2 zeigt die Produkte der Prozessschritte.

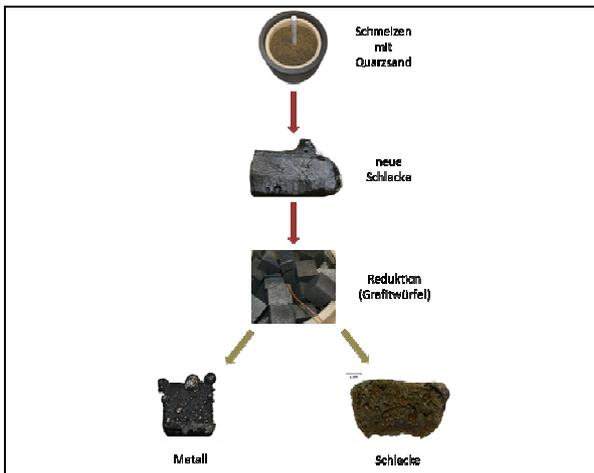


Abb. 2: Schmelz- und Reduktionsschritte.

Bei etwa 1650 °C konnte eine Schlacke erzeugt werden, welche frei von Phosphor, Eisen und Chrom ist. Zusätzlich konnten 80 % des reduzierten Phosphors in die Gasphase überführt werden. Die LD-Schlacke weist zum Zeitpunkt ihrer Entstehung im Konverter eine Basizität B2 von etwa 3,2 auf. Daher muss zur Herabsetzung der Basizität in einem ersten Schritt Quarzsand (oder Hochofenschlacke) zugegeben werden.

### Wirkungen und Effekte

Mit Hilfe der erzielten Ergebnisse konnte eine grundsätzliche Machbarkeit bestätigt werden. Stellt man sich eine derartige Behandlung von Stahlwerksschlacken großindustriell vor, sind die Auswirkungen auf vielen Ebenen enorm.

Einerseits wird die Deponierung der Schlacken größtenteils hinfällig aufgrund der Nutzbarmachung der Schlackenbestandteile. Dies führt zu einer Steigerung der Wertschöpfung. Kosten für die Deponierung und Deponievolumen werden eingespart.

Zusätzlich werden wertvolle Begleitelemente zurückgewonnen. Das spart primäre Ressourcen. Vor allem Phosphor wird in der Europäischen Union ein zunehmend wichtigeres Thema, da sowohl Phosphaterz als auch Phosphor selbst kritische Rohstoffe sind, die zu beinahe 100 % importiert werden müssen.

#### Kontakt und Informationen

K1-MET GmbH

Montanuniversität Leoben  
Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik  
Franz-Josef-Straße 18, A-8700 Leoben  
T +43 / (0) 3842 402 5828  
E [christoph.ponak@unileoben.ac.at](mailto:christoph.ponak@unileoben.ac.at)

#### Projektkoordination

Univ.-Prof. DI Dr. Harald Raupenstrauch

#### Projektpartner

Organisation	Land
FEhS Institut für Baustoffforschung e. V.	Deutschland
Montanuniversität Leoben	Österreich
Primetals Technologies Austria GmbH	Österreich
Scholz Austria (Rohstoffhandel) 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.