

**K1-MET**

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

Programm: COMET – Competence  
Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Zentrum (K1)

Projekttyp: Projekt 2.6, 01.07.2019 -  
30.06.2023, multi-firm



Abb.: Industrielle ESU-Anlage  
© voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG

## REDUKTION DES SPEZIFISCHEN ENERGIE-VERBAUCHS BEIM ELEKTRO-SCHLACKE-UMSCHMELZEN (ESU)

WIDERSTANDSREICHE SCHLACKEN MIT ANGEPASSTER ZUSAMMENSETZUNG  
ERMÖGLICHEN EINE SIGNIFIKANTE REDUKTION DES ENERGIEVERBRAUCHS

Elektro-Schlacke-Umschmelzen (ESU) ist ein metallurgischer Prozess zur Erzeugung hochreiner Stähle durch Umschmelzen eines Blockes (Elektrode) mittels einer überhitzten Schlacke und Erstarrung des flüssigen Metalls zu einem neuen Block in einer Kokille. Die Schlacke wird über ihren elektrischen Widerstand und durch hohe Ströme erwärmt. Von Anfang an war der spezifische Energieverbrauch ein wichtiges Thema. Für Stähle finden sich hierzu Daten von 1000-1500 kWh/t, aber auch bis zu 2000 kWh/t. Die zunehmende Sensibilisierung aber auch gesetzliche Regelungen zu Nachhaltigkeit, Emissionsreduktion und Umweltschutz geben diesem Thema zusätzliche Bedeutung. Unter Berücksichtigung einer weltweiten ESU-Produktion

von ca. 2 Mio. Tonnen/Jahr, verbrauchen ESU-Anlagen jährlich 2-3 TWh Strom.

Es gibt eine ganze Reihe von Faktoren, welche den Energieverbrauch beim ESU-Prozess beeinflussen. Dazu zählen Anlagenmerkmale, der Füllgrad der Kokille, die Schlackenmenge und die Schmelzrate. Veränderungen dieser Kenngrößen sind entweder schwer umzusetzen oder können einen negativen Einfluss auf das Erstarrungsverhalten haben. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Schlacke, welche als elektrischer Widerstand für die Generierung der nötigen Wärme sorgt und stark vom Flusspatgehalt (CaF<sub>2</sub>) abhängig ist. Die Anforderungen an die Schlacke umfassen die elektrische Leitfähigkeit & Viskosität, Schmelzpunkt und Wärmeleitfähigkeit.

## SUCCESS STORY



Schlackenzusammensetzung können, unabhängig von der Anlage, für jede Schmelze leicht geändert werden und eröffnen so eine einfache Möglichkeit den Energieverbrauch zu beeinflussen. Außerdem führen Schlacken mit geringen  $\text{CaF}_2$ -Gehalten auch zu reduzierten Fluoremissionen.

Die Anwendung von Schlacken mit geringen  $\text{CaF}_2$ -Gehalten ist jedoch durch Bedenken hinsichtlich negativer Effekte auf die Stahlreinheit limitiert. Der Fokus der Untersuchungen in diesem Projekt 2.6 lag daher darin, den Einfluss von unterschiedlichen  $\text{CaF}_2$ -Gehalten auf das Umschmelzverhalten, insbesondere den Energieverbrauch, aber auch hinsichtlich qualitativer Aspekte wie die Menge, Größe und Typ von nichtmetallischen Einschlüssen zu untersuchen, wobei die Elektroden nach dem neuesten Stand der Technik erzeugt wurden. Dabei sollte das Potenzial zur Energieeinsparung ohne Verluste hinsichtlich der Produktqualität untersucht werden.

### Wirkungen und Effekte

Die Versuche wurden an der Versuchs-ESU-Anlage der FH-OÖ in Wels durchgeführt. Unter Verwendung eines Füllgrades von industriellen ESU-Anlagen zeigt sich ein linearer Zusammenhang zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Energieverbrauch (siehe Abb.). Die elektrische Leitfähigkeit von ESU-Schlacken reicht dabei von ca. 0.5 für  $\text{CaF}_2$ -freie

Schlacken bis über 5 [ $1/\Omega\cdot\text{cm}$ ] für reines  $\text{CaF}_2$ . Der damit einhergehende Energieverbrauch variiert zwischen 800 und über 2200 kWh/t. Verglichen zu Standardschlacken mit einer Leitfähigkeit von ca. 1.5 [ $1/\Omega\cdot\text{cm}$ ] ist somit eine Reduktion des Energieverbrauches um 20-30% möglich. Gegenüber Schlacken mit höherem  $\text{CaF}_2$ -Gehalt sind noch größere Einsparungen machbar.

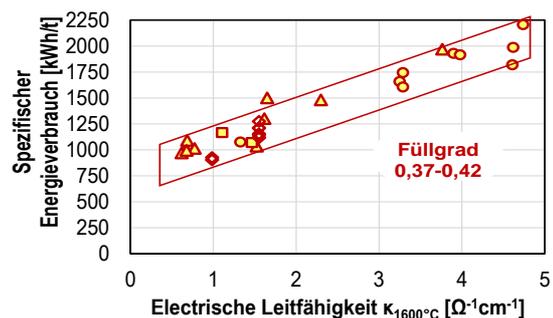


Abb.: Einfluss der elektrischen Leitfähigkeit auf den spezifischen Energieverbrauch beim Elektro-Schlacke-Umschmelzen  
© FH Oberösterreich, K1-MET

Untersuchungen zum Schlackeneinfluss auf den Reinheitsgrad sind vielversprechend, zeigen aber auch dass die Schlacke an den jeweiligen Stahl angepasst werden muss. Dabei sind die chemischen Aktivitäten von Schlacke und Stahl auszubalancieren. Erste Versuche unter industriellen Bedingungen bestätigen die guten Ergebnisse.

### Projektkoordination (Story)

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.-mont. Reinhold Schneider  
Professor und Teamleiter  
FH Oberösterreich, Campus Wels

T +43 (0) 5 0804 - 43910  
reinhold.schneider@fh-wels.at

### K1-MET GmbH

Stahlstraße 14  
4020 Linz  
T +43 (0) 732 6989 - 75607  
office@k1-met.com  
www.k1-met.com

### Projektpartner

- voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG, AT
- voestalpine Stahl Donawitz GmbH, AT
- FH Oberösterreich F&E GmbH, Campus Wels, AT

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung auf der FFG Website freigegeben. Das COMET-Zentrum K1-MET wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMK, BMDW, Oberösterreich, Steiermark und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: [www.ffg.at/comet](http://www.ffg.at/comet)

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

 Bundesministerium  
Arbeit und Wirtschaft

Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft mbH  
Sensengasse 1, A-1090 Wien  
T +43 (0) 5 77 55 - 0  
office@ffg.at  
www.ffg.at