

PROJEKT

RECARC - VERWERTUNG VON RÜCKSTÄNDEN AUS DER METALLURGIE MIT DER LICHTBOGENOFENTECHNOLOGIE

URL: <http://www.recarc.bam.de/>

PROJEKTLAUFZEIT

2003 - 2006

PROJEKTART

Projekt im LIFE-Programm der EU, LIFE03ENV/D/043-RecArc
RecArc wurde als eines der 25 besten Projekte im LIFE-Demonstrationsprogramm im Bewertungszeitraum 2007/2008 ausgezeichnet.

GEGENSTAND

Bei der Herstellung von Edelstahl wird eine mineralische Schlacke gebildet, die Stahlreste und Schwermetalloxide enthält und nur minderwertig verwertet werden kann oder deponiert werden muss. Im Projekt werden durch eine thermochemische Behandlung im Lichtbogenofen die Schwermetalle vollständig von der mineralischen Fraktion getrennt und als Metallphase zurückgewonnen. Aus der Mineralphase wird ein wertvoller Zementzuschlagstoff erzeugt.

ZIEL

In dem Projekt soll die vollständige Wiederverwertbarkeit der Schlacke und ihrer Bestandteile demonstriert werden. Dazu gehören die vollständige Rückgewinnung der metallischen Phase, die in die Edelstahlherstellung zurückgeführt werden kann, sowie die Aufwertung der mineralischen Fraktion, die ihre uneingeschränkte Verwendung als Zementzumahlstoff oder mineralischer Baustoff erlaubt.

AUFGABEN

Grundlage der vorgesehenen Schlackeverwertung stellt ihre thermochemische Behandlung in einem 300 kW Wechselstrom-Lichtbogenofen dar. Die Schlacke wird reduzierend geschmolzen. Die metallische und mineralische Fraktion entmischen sich gemäß ihres Dichteunterschiedes: Die schwerere metallische Schmelze sinkt nach unten, wo sie die sogenannte „Ofensau“ bildet, während die wesentlich leichtere Silicatschmelze aufschwimmt. Die Prozessbedingungen werden dabei so angepasst, dass

- eine optimale Entmischung der metallischen von der mineralischen Fraktion stattfinden kann
- die Schwermetalloxide aus der mineralischen Fraktion durch den Elektrodenkohlenstoff oder andere geeignete Reduktionsmittel zum Element reduziert und vollständig in die metallische Fraktion transferiert werden.

Die so behandelte mineralische Phase wird abgegossen und abgekühlt. Normalerweise findet beim Abkühlen von Dicalciumsilicat ein Modifikationswechsel von α -Ca₂SiO₄ über die metastabile β -Phase nach γ -Ca₂SiO₄ statt. Dieser Phasenübergang, der bei ca. 400°C erfolgt, ist mit einer starken Volumenzunahme verbunden, was zur Zerstörung des Gefüges und somit zum „Zerrieseln“ der mineralischen Fraktion führt. Darüberhinaus hat die resultierende stabile γ -Ca₂SiO₄-Modifikation keinerlei hydraulische Eigenschaften, was ihren Einsatz als Zementzumahlstoff verbietet. Aus diesem Grunde muss die Bildung der γ -Modifikation beim Abkühlen durch geeignete Maßnahmen (Quenchen der Schmelze, chemische Stabilisierung der metastabilen Phase) vermieden werden.

SCHWERPUNKTE

- Optimierung der Schmelzbedingungen
- Reduktion der Schwermetalloxide unter Einsatz verschiedener Reduktionsmittel
- Trennung der metallischen von der mineralischen Fraktion gemäß ihrer Dichte
- Vermeidung der Reoxidation der Metalle
- Aufwertung der mineralischen Fraktion zu einem Zementzumahlstoff
- Vermeidung der Bildung von γ -Ca₂SiO₄ beim Abkühlen der mineralischen Fraktion durch geeignete Maßnahmen

PROJEKTLEITUNG

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Dr. Burkart Adamczyk, Abteilung 4 Material und Umwelt
E-Mail: burkart.adamczyk@bam.de

PARTNER + FÖRDERER

EU Life Programm
Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken e.V. (FEHS)
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

RESULTATE

Bei geeigneter Prozessführung des elektrischen Lichtbogenofens können durch „reduzierendes Schmelzen“ die chromhaltigen Wertstoffe zusammen mit anderen Schwermetallen zu 97% in einer Metalllegierung angereichert und separiert werden. Diese kann als Rohstoff in der Metallurgie eingesetzt werden. Der Chromgehalt der mineralischen Komponente der Schlacke konnte von ca. 3% auf unter 0,1% verringert werden. Die mineralische Fraktion lässt sich durch entsprechende Zuschläge während des Schmelzbetriebes und eine anschließende Granulation der schmelzflüssigen Phase zu einem Material aufwerten, das in seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften typischen Zementkomponenten entspricht und als Rohstoff in der Zementproduktion eingesetzt werden kann. Dafür müssen allerdings noch die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden, da der Rohstoffeinsatz gerade im Zement strengen Auflagen unterliegt und die Zemente bestimmte Normen erfüllen müssen.

Durch die in RECARC aufgezeigte Möglichkeit der Wiederverwertung können somit Stoffkreisläufe geschlossen werden, die ansonsten zu einem Verlust wertvoller Rohstoffe führen. Vor allem die steigenden Rohstoffkosten, aber auch die immer stärker limitierten CO₂-Emissionen zeigen die hohe Relevanz im

Umgang mit metallurgischen Reststoffen. Eine Überführung des in RECARC demonstrierten Verfahrens in die Industrie könnte einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Schonung der natürlichen Ressourcen und der Umwelt leisten.

VIDEOS

[BAM-059-RECARC-de.flv](#)

[BAM-060-RECARC-en.flv](#)

VERÖFFENTLICHUNGEN

Recovery of Chromium from AOD-Converter Slags”

B. Adamczyk, R. Brenneis, C. Adam, D. Mudersbach

Steel research int. 81 (2010) No. 12

“Rückgewinnung von Chrom aus Edelstahlschlacken im elektrischen Lichtbogenofen“

B. Adamczyk, I. Feldmann, M. Bessau, R. Brenneis, M. Kühn, D. Mudersbach

Chemie Ingenieur Technik 2009, 81, No. 4

„Verwertung von Edelstahlschlacken – Gewinnung von Chrom aus Schlacken als Rohstoffbasis“

B. Adamczyk, R. Brenneis, M. Kühn, D. Mudersbach

Recycling und Rohstoffe – Band 1, Karl J. Thomé-Kozmienzky (Herausgeber), Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmienzky, 2008, ISBN 978-3-935317-36-8

“New horizons for the structural characterization of stainless steel slags by X-ray powder diffraction”

(B. Peplinski, B. Adamczyk, G. Kley, K. Adam, F. Emmerling, F.G. Simon), 10. *European Powder Diffraction Conference (EPDIC-10)*, Genf, Schweiz, 1.-4. September 2006

“Thermochemical Treatment – Technologies for Recovery and Utilization of Materials”

(G. Kley, R. Brenneis, B. Adamczyk, F.-G. Simon) in *The Chinese Journal of Process Engineering*, 6[2] 54-59 (2006)

“Recovery of Non-Renewable Resources from Waste”

(F.G. Simon, C. Adam, B. Adamczyk, K. Weimann), *Advances in Ecomaterials - 7 th International Conference on Ecomaterials (ICEM7) and 3 rd International Conference on Advanced Materials (ICMAT2005)*, 2005, Singapore

„Thermochemical Treatment – Technologies for Recycling and Upvaluation of Materials“

(G.A. Kley, F.G. Simon, R. Brenneis, B. Adamczyk, C. Adam, P. Köcher), 7th World Congress on Recovery, Recycling and Re-integration, R'05, 25. - 29.9.2005, Beijing, China

„Thermochemical treatment of waste materials: Recycling of residues from stainless steel industry with the arc furnace technology”

(B. Adamczyk, G. Kley, F.G. Simon), *Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, REWAS 2004*, 26. -29.9.2004, Madrid, Spanien

Waste Treatment using Thermochemical materials Separation”
(F.G. Simon, A. Recknagel, G. Kley) in Transactions of the materials research Society of Japan, 29[5] 1843-1847 (2004)