21/2015
Trinkel, V. (2015) „Verwertung von Altkunststoffen im Hochofen und ihr Einfluss auf umweltrelevante Emissionen" In: Tagungsband "5. Wissenschaftskongress Abfall- und Ressourcenwirtschaft", Bockreis, A.; Faulstich, M.; Flamme, S.; Kranert, M.; Mocker, M.; Nelles, M.; Quicker, P.; Rettenberger, G.; Rotter, S.V. (Hrsg,), Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.v. (DGAW), innsbruck university press, 19.-20. März, Innsbruck, p. 17-21.
ISBN 978-3-902936-66-0

Verena Trinkel, Helmut Rechberger, Christoph Thaler, Johann Fellner

Verwertung von Altkunststoffen im Hochofen und ihr Einfluss auf umweltrelevante Emissionen

Abstract: *Eine Möglichkeit für die stoffliche Verwertung von Altkunststoffen stellt der Einsatz dieser im Hochofenprozess dar. Dabei dienen die Altkunststoffe als alternatives Reduktionsmittel und substituieren somit Koks. Jedoch stellt die Verwendung von Altkunststoffen auch einen zusätzlichen Input an Schwermetallen in den Prozess dar. Diese sind nicht nur aus prozesstechnischer Sicht sondern auch bezüglich Umweltschutzgründen von Interesse. Bisher beschränken sich jedoch die Untersuchungen zum Kunststoffeinsatz im Hochofen vor allem auf prozessrelevante Aspekte. In dieser Arbeit werden daher der Anteil der Kunststoffe am Schwermetallgesamtinput sowie der Effekt dieses Verwertungsweges auf emissionsrelevante Outputflüsse untersucht. Zu diesem Zweck werden Messdaten, die aus Umweltschutzgründen bzw. zur Prozessüberwachung aufgezeichnet werden, mittels Stoffflussanalyse ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz von Altkunststoffen sich unterschiedlich auf den Gesamtinput der Schwermetalle auswirkt (z.B. Anteil am Zn-Input bis zu 11 %, Anteil am Cd-Input mindestens 50 %). Die Schwermetallemission des Hochofens (über das gereinigte Gichtgas, Abwasser und Schlamm) wurden im Rahmen des untersuchten Altkunststoffeinsatzes von 35 kg/t Roheisen durch den zusätzlichen Schwermetalleintrag nicht negativ beeinflusst.*

1 Einleitung

Für Altkunststoffe gibt es viele verschiedene Verwertungswege. Dazu zählt beispielsweise die Verwendung der Altkunststoffe im Zementdrehrohrofen und in Müllverbrennungsanlagen. Alternativ dazu können Altkunststoffe aber auch in der Stahlindustrie im Hochofenprozess eingesetzt werden. In diesem Prozess dienen Altkunststoffe als alternatives Reduktionsmittel und substituieren Koks. Die Verwertung von Altkunststoffen stellt jedoch auch eine Herausforderung für die Prozessführung da. Daher wurden in der Vergangenheit zahlreiche Untersuchungen hinsichtlich technischer Aspekte bei der Kunststoffeinblasung durchgeführt. Eine der ersten Untersuchungen auf diesem Gebiet beschäftigte sich mit der technischen Realisierbarkeit des Einblasens von Altkunststoffen (Janz and Weiss, 1996). In weiterer Folge wurde untersucht, ob das Einblasen von Altkunststoffen sich negativ auf die Temperaturverhältnisse im Hochofen auswirkt (z.B. Ariyama et al. (1997)) und wie sich die verwendeten Altkunststoffpellets in der Wirbelzone, die sich direkt vor den Blasformen befindet, verhalten. Dafür wurden zahlreiche CFD (Computational Fluid Dynamics) Berechnungen durchgeführt (z.B. Harasek et al. (2010), Jordan et al. (2010)). Neben den technischen Aspekten der Verwertung von Altkunststoffen im Hochofenprozess wurde in verschiedenen Studien (z.B. Sekine et al. (2009), Liu and Liu (2012)) auch die Reduktion von CO_2-Emissionen durch den Einsatz von Altkunststoffen im Hochofenprozess betrachtet. Wie sich die Verwendung von Altkunststoffen auf den Schwermetallinput in den Hochofenprozess auswirkt, wurde jedoch kaum untersucht.

In dieser Studie werden die durch den Einsatz von Altkunststoffen in den Hochofenprozess eingebrachten Schwermetalle (Hg, Cd, Pb, Zn) untersucht. Am Beispiel von Zn und Cd soll aufgezeigt werden, wieviel Altkunststoffe zum Gesamtinput dieser beiden Schwermetalle in den Hochofen beitragen, und welche Auswirkungen auf die Schwermetallemissionen dadurch zu erwarten sind.

2 Material und Methoden

Abb. 1 zeigt das Schema des untersuchten Hochofenprozesses. Für das betrachtete System wurden alle Input- und Outputflüsse hinsichtlich der Massen- bzw. Volumenströme sowie Schwermetallkonzentrationen untersucht und eine Stoffflussanalyse (SFA) durchgeführt. Dafür standen Messdaten über einen Zeitraum von 4 Jahren zur Verfügung, die auf Grund von Qualitätsanforderungen bzw. aus Umweltschutzgründen aufgezeichnet werden müssen.

Für die verschiedenen Input- und Outputflüsse (Prozesswasser, Koks, Eisenerze, Kunststoffe, alternative Reduktionsmittel, Schlacke, Roheisen, Wäscherwasser und -feststoff, Gießhallenstaub, Abluft Gießhalle, Gichtstaub und gereinigtes Gichtgas) standen Messdaten (Massen-/Volumen- und Konzentrationsmesswerte) mit unterschiedlicher zeitlicher Auflösung zur Verfügung. Des Weiteren weisen diese erhobenen Daten unterschiedliche Unsicherheiten auf, die von der verwendeten Messmethode, der Heterogenität des Materials sowie der auftretenden Schwermetallkonzentration anhängig sind. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Messdaten wurden Jahresmittelwerte berechnet, die zur Durchführung der SFA herangezogen wurden. Diese wurde mit Hilfe der Software STAN durchgeführt (Cencic and Rechberger, 2008), die neben der Berücksichtigung von Datenunsicherheiten auch die Berechnung von Fehlerfortpflanzung und Datenausgleich ermöglicht.

Zur Untersuchung umweltrelevanter Emissionen wurden zusätzlich die Outputflüsse gereinigtes Gichtgas, jener Schlamm, der deponiert werden muss (Summe aus Schlamm 1 und Schlamm 2) und das an die kommunale Kläranlage abgegebene Abwasser betrachtet.

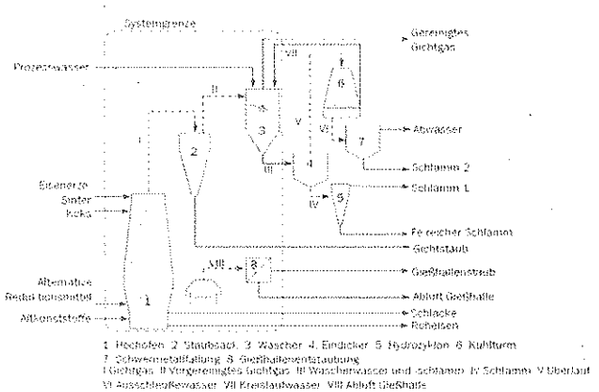

Abb. 1: Schema des untersuchten Hochofenprozesses

3 Resultate

3.1 Inputmaterialien in den Hochofen

Im Hochofenprozess werden verschiedene Inputmaterialien eingesetzt. Zu den Hauptinputmaterialien zählen verschiedene Eisenerze sowie Koks. Des Weiteren kommen im betrachteten Hochofen auch Altkunststoffe sowie weitere alternative Reduktionsmittel zum Einsatz.

Abb. 2 zeigt den Bedarf an Inputmaterialien für die Jahre 2008 bis 2011 in kg pro Tonne Roheisen (RE). Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass die Gesamteinsatzmenge stets über 2000 kg/t RE liegt. Der Einsatz an Altkunststoffen nimmt jedoch über den betrachteten Zeitraum zu (von 23 kg/t Re im Jahr 2008 auf 35 kg/t RE im Jahr 2011).

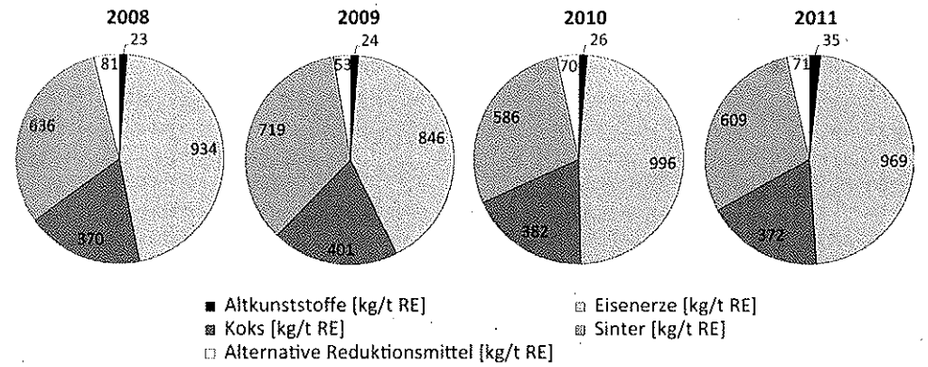

Abb. 2: Menge an Inputmaterialien von 2008 bis 2011 in [kg/t RE]

3.2 Anteil der Altkunststoffe am Schwermetallinput

Die Menge an Schwermetallen, die durch die verschiedenen Inputmaterialien in den Prozess eingebracht wird, hängt von der Einsatzmenge des jeweiligen Einsatzstoffes sowie dessen Schwermetallkonzentration ab. Abb. 3 und Abb. 4 zeigen die Inputverteilungen für Cd bzw. Zn für die Jahre 2008 bis 2011. Aus diesen Abbildungen wird ersichtlich, dass Cd hauptsächlich (zu mindestens 50 %) durch die eingesetzten Altkunststoffe eingebracht wird. Im Mittel gelangen so rund 0,16 g Cd/t RE in den Prozess. Zn hingegen wird bis zu 87 % durch die verwendeten Eisenerze und den Sinter in den Hochofen eingebracht (im Mittel ca. 110 g Zn/t RE). Der Zn-Input durch die Altkunststoffe beträgt jedoch maximal 11 % oder 16 g Zn/t Re.

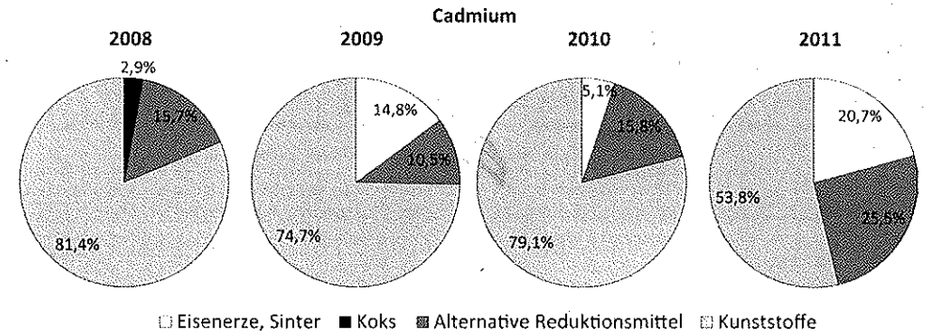

Abb. 3: Anteil der Einsatzstoffe am Gesamtinput von Cd

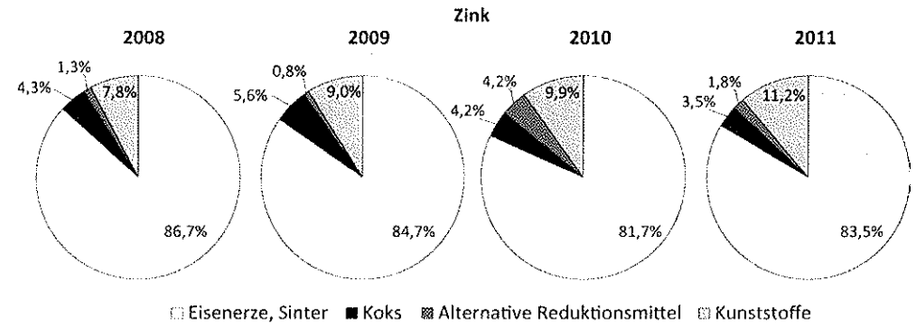

Abb. 4: Anteil der Einsatzstoffe am Gesamtinput von Zn

3.3 Betrachtung Emissionen

Abb. 5 zeigt die spezifischen Emissionen an Zn bzw. Cd in das Abwasser, das gereinigte Gichtgas und den Schlamm, der deponiert wird. Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass ein steigender Input an Schwermetallen nicht unbedingt zu einem Anstieg der Emissionen führen muss. Diese Informationen zusammen mit der Tatsache, dass der Cd-Input hauptsächlich vom Einsatz an Altkunststoffen herrührt, lässt die Schlussfolgerung zu, dass der Einsatz an Altkunststoffen sich nicht negativ auf die Emissionen auswirkt.

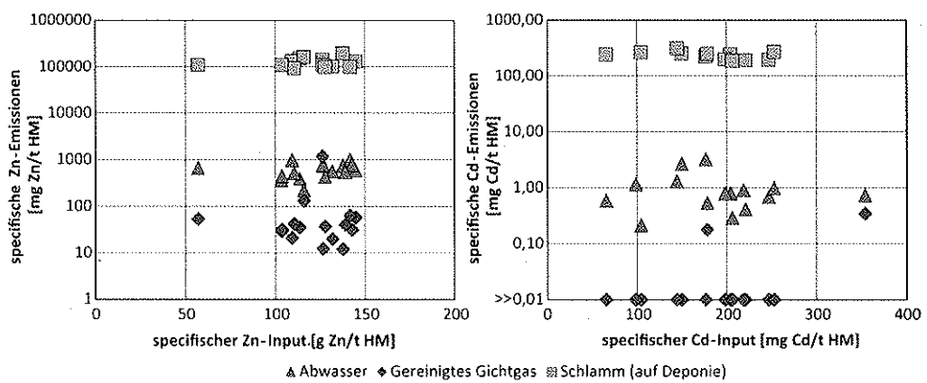

Abb. 5: Zn bzw. Cd Emissionen in Abwasser, gereinigtes Gichtgas und Schlamm (auf Deponie)

Zusammenfassung

Aus den durchgeführten Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Verwendung von Altkunststoffen im Hochofen zum Gesamtinput an Schwermetallen beiträgt. Der Kunststoffeinsatz ist in den Jahren 2008 bis 2011 von 23 auf 35 kg/t RE angestiegen. Durch die Verwertung der Altkunststoffe wird der Gesamtinput je nach Schwermetall unterschiedlich beeinflusst. Am Beispiel von Zn und Cd wurde aufgezeigt, dass

der Input an Zn sich nicht wesentlich ändert (Anteil Altkunststoffe am Gesamtinput maximal 11 %). Für Cd stellen die Altkunststoffe jedoch einen Hauptinputfluss dar (bis zu 80 % des Gesamtinputs). Untersuchungen der emissionsrelevanten Outputflüsse gereinigtes Gichtgas, Abwasser und Schlamm (auf Deponie) zeigen, dass es zu keinem Anstieg der Emissionen bei einem steigenden Schwermetallinput und somit vermehrten Einsatz an Altkunststoffen (bis 35 kg/t RE) kommt.

Literatur/Quellen

Ariyama, T., Matsuura, M., Noda, H., Asanuma, M., Shikada, T., Murai, R., Nakamura, H., Sumigama, T., 1997. Development of Shaft-type Scrap Melting Process Characterized by Massive Coal and Plastics Injection. ISIJ International 37, 977-985.

Cencic, O., Rechberger, H., 2008. Material Flow Analysis with Software STAN. Journal of Environmental Engineering and Management (JEEM) 18, 3-7.

Harasek, M., Jordan, C., Feilmayr, C., Schuster, S., 2010. CFD simulation of co-injection of plastic particles and oil into a blast furnace raceway, AISTech - Iron and Steel Technology, Pittsburgh, United States, pp. 629-641.

Janz, J., Weiss, W., 1996. Injection of waste plastics into the blast furnace of Stahlwerke Bremen. Revue de Metallurgie. Cahiers D'Informations Techniques 93, 1219-1226.

Jordan, C., Harasek, M., Zauner, F., Kirchbacher, F., Feilmayr, C., Schuster, S., 2010. CFD analysis of injection of heavy fuel oil and plastic particles into a blast furnace raceway - Estimation of droplet size distribution. Chemical Engineering Transactions 21, 1087-1092.

Liu, Y.H., Liu, T., 2012. LCA analysis on energy consumption and CO_2 reduction of injecting plastic into BF. Kang T'ieh/Iron and Steel 47, 79-83.

Sekine, Y., Fukuda, K., Kato, K., Adachi, Y., Matsuno, Y., 2009. CO_2 reduction potentials by utilizing waste plastics in steel works. Int J Life Cycle Assess 14, 122-136.

Kontakt

DI Verena Trinkel, PhD Student

Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien

Tel.-Nr.: +43 1 58801 22649, E-Mail: verena.trinkel@tuwien.ac.at

Homepage: http://iwr.tuwien.ac.at/anthropogene-ressourcen