

# Das fehlende Glied

Die Kreislaufwirtschaft ist ein immer wiederkehrendes Schlagwort, so auch in der Stahlindustrie. Schon im letzten Jahrhundert wurden Versuche gefahren, die zum Ziel hatten, die Abfallberge zu verringern, seien das ausgediente Reifen, unsortierte Plastikabfälle oder andere nicht wiederverwertbare Materialien. Leider war damals der politische Druck noch nicht gross genug, um diese Versuche zum Erfolg zu führen. Im Zeichen der aktuellen Umweltdiskussionen werden nun diese Themen aktualisiert und dank neuer Erkenntnisse und Möglichkeiten im Bereich Sortierung der Abfälle und auch dank dem politischen Druck stehen die Zeichen auf Erfolg gut, wohl grösser als je zuvor.

Für den Schrott, der zu 100% wiederverwendet werden kann, schliesst sich der Kreis also ohne weiters, wobei es bei den Beiprodukten durchaus noch Potential gibt, so zum Beispiel beim Zink. Dank weit verbreiteter Anwendung vor allem in der Automobilindustrie, fällt immer mehr Zink im Schrott an. Der zunehmende Anfall von verzinkten Blechen bereitet der Stahlindustrie jedoch einiges Kopfzerbrechen, denn das Zink setzt sich an Orten ab, die dafür nicht vorgesehen sind. Die zunehmende Dicke der Ablagerungen beeinflussen den Wärmeübergang, d.h. die Effizienz des Kühlsystems sinkt. Zink verdampft bei 907°C und beginnt bei ca. 600°C zu kristallisieren und ist bei ca. 420°C wieder fest. Zink hat die Tendenz sich an kalten Flächen anzusetzen, zu kristallisieren. Im normalen Abgasfluss wird sich Zink also an allen kalten Gefässwänden absetzen, z.B. den wassergekühlten Rohren direkt nach Verlassen des Ofens durch das 4. Loch. Der im Abgas verbleibende Rest wird dann als Teil des Feinstaubes im Filterhaus abgefiltert, wobei dies nicht Zinkkristalle sind, sondern metallischer Feinstaub mit Verunreinigungen. Die Aufbereitung dieses 'Abfalls' ist aufwändig und daher kostspielig.

Haushaltabfälle: Die Haushaltabfälle stellen ein grosses Potential in der Kreislaufwirtschaft dar. Täglich fallen tausende von Tonnen Plastikabfälle von unnötigen Verpackungen an. Diese werden in den industrialisierten Ländern meist recycelt oder verbrannt, mit nachfolgender Abgasbehandlung versteht sich. In weniger industrialisierten Ländern werden diese Plastikabfälle meist in der Natur entsorgt und diese 'natürliche' Ablage endet über kurz oder lang im Meer. In Italien wird seit einiger Zeit ein Granulat aus PE-Verpackungsmaterial und qualitativ minderwertigen PET-Abfällen - die hochwertigen PET-Abfälle werden recycelt - in der Stahlindustrie eingesetzt. Dort wird vermehrtes Gewicht auf die Reduktion von Kohlenstoff zur Produktion der Schaumslagge im Elektrolichtbogenofen gesetzt. Die Trennung von chlorhaltigen und 'reinen' Kunststoffen (PET und PE) ist heute gut möglich, so dass 80% des dafür verwendeten Granulats nur aus Kohlen-Wasserstoff- und Sauerstoffverbindungen bestehen. Wie setzen sich die restlichen 20% zusammen? Wieviel des darin enthaltenen Wasserstoffs wird in der Stahlschmelze verbleiben und sich schlussendlich in die Korngrenzen des Stahls setzen? Muss dieser Stahl zwangsläufig vakuumbehandelt werden? Welche Bedingungen werden an den Transport und die Lagerung des Granulats gestellt? Wie ist das Granulat beschaffen (Granulometrie, Dichte, etc.)? Wie ist das Verhalten des Granulats beim Einblasen in

den Ofen? Antworten auf diese Fragen bleiben aus, die beteiligten Stahlwerke schweigen, warum? Ist der Einsatz, wie manche älteren Stahlwerker vermuten, doch nicht so erfolgreich wie uns die Presse vermuten lässt?

Die Literatur (Informationsschrift COREPLA (Italien)) spricht von einer Verbesserung des Ausbringens, von einer Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses von mehr als 30% im Vergleich zur Verwendung von Kohlenstaub, von einer Optimierung des Produktionsprozesses, von einer Reduktion des FeO-Anteils in der Schlacke, etc. Theoretisch kann eine Verbesserung des Ausbringens mit der Verringerung des FeO Anteils in der Schlacke erklärt werden, nur das sind einige Gramme pro Tonne Flüssigstahl (1% Verminderung des FeO Anteils in der Schlacke heisst 0.2‰ oder 200g FeO pro Tonne Flüssigstahl!). Auch die Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses ist erklärbar, es wird ja auch weniger Kohlenstoff eingesetzt, aber das wird auch wieder durch den C-Anteil im Ersatzgranulat kompensiert. Nur, wie sieht eine Optimierung der Prozessabläufe im Elektrolichtbogenofen aus? Wie ändert die Zugabe von Kunststoffen den Prozess? Auch diese Fragen werden nicht beantwortet – grundsätzlich schweigen die Angeschriebenen.

Nun, ob nun etwas am Presserummel wahr ist oder nicht, lässt sich auf Distanz nur schwer beurteilen.

DRI: Die Verwendung von DRI in der Elektrostahlherstellung ist im Vergleich zum Nur-Schrott Einsatz mit einem beträchtlichen Mehraufwand an Energie, elektrischer wie chemischer Energie, verbunden. Das Schlackenvolumen nimmt zu, selbst bei einer hohen Metallisierung des DRI ist der Gangue-Anteil immer noch über 4% und zudem ist die Schlacke sehr sauer, was zu einem weiteren Kalkeinsatz führt. Dafür kann mit Einsatz von DRI 'besserer' Stahl erzeugt werden, Tiefziehgüten und Spezialstähle sind dank der Kontrolle der Einschlüsse und dem tieferen Stickstoffgehalt möglich. Muss das so sein? Nein! – das muss so nicht sein, denn mit geeigneter Schrottvorwärmung und der Verwendung vom saubereren Restgas ist der Einsatz von vorgewärmten DRI (ca. 300°C) kontinuierlich möglich und dann wird der Energieeinsatz massiv sinken.

Electric energy [kWh/h]	Liquid iron	Scrap preheating	Scrap preh. / DRI preh.	Scrap preh. / cold DRI	Scrap	Pig Iron	Hot DRI	Cold DRI / HBI
Min.	180	240	250	300	320	325	425	470
Max.	300	300	310	370	520	400	425	600

Wie auch immer – das fehlende Glied in der Kette der Kreislaufwirtschaft ist die Schrottvorwärmung, denn mit einer geeigneten Anlage lässt sich der Kreis schliessen. Bei geeigneter Abgasführung, z.B. beim ECOFEEDER, wird das Abgas erstmal gereinigt, d.h. die grossen Staubpartikel, meist CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> etc. (Partikel im Bereich von 0,1-3mm) verbleiben im ersten Behälter, danach wird das Abgas zur Reinigung (Verbrennung der Kohlenwasserstoffe) aufgeheizt und fliesst dann nochmals durch eine bereits heisse Schrottladung, wobei das gasförmige Zink nicht zurückbehalten wird. In der Folge fliesst das Abgas zur 'Zinkfalle', einer wassergekühlten, gitterartigen Konstruktion, und kann dort kristallisieren. Die Zinkfalle mit reinem kristallinem Zink kann periodisch ausgebaut und gereinigt werden.

Ähnlich verhält es sich bei der Nutzung von Plastikabfall. Bei geeigneter Abgasbehandlung, wie z.B. beim ECOFEEDER werden eventuelle Rückstände, die durch die Verbrennung der Abfallstoffe entstehen können, neutralisiert, das heisst ihre Molekülketten getrennt und die einzelnen Baustoffe verbrannt. Und beim DRI ergibt sich dadurch eine ideale Vorheizstufe, die bei einer nahezu konstanten Temperatur das DRI gefahrlos aufheizt.

Dass der ECOFEEDER auch das fehlende Glied in die energiebewussten Stahlherstellung sein kann, schliesst sich aus der Erkenntnis, dass durch die zweistufige Schrottvorwärmung nicht nur höhere Vorwärmtemperaturen in kürzerer Zeit erreicht werden und dass die Energie, die für die Nachverbrennung eingesetzt wird, nicht in einem nachfolgenden Kühlsystem 'vernichtet' wird, sondern zur Vorheizung genutzt wird. Die Ofenfanschluff wird im ECOFEEDER vorgeheizt und dient sehr direkt zur Minderung des Energieeintrags in den Ofen und damit der Minderung des CO<sub>2</sub>-Austosses. Die Restwärme, die von einem gereinigten Abgas transportiert wird, kann direkt oder indirekt über Wärmetauscher genutzt werden. So wird Restwärme zu elektrischer Energie, heizt Gebäude und/oder z.B. DRI, das zum vorgeheizten Schrott kontinuierlich in den Ofen gefördert werden kann. So kann die zusätzlich einzubringende Energie für den Schmelzprozess, elektrisch wie chemisch massiv gesenkt werden.

Der Kreis ist geschlossen und energetisch optimiert. Aus Schrott wird Stahl, kristalline Beiprodukte, Schlacke und unbedenkliches Abgas, das auf einem tiefen energetischen Niveau an die Umgebung abgegeben wird.

Januar 2022

eco-e AG, CH-8807 Freienbach

Roland V. Müller