

## How Far Away is the Steel Industry from the Target NoWASTE?

Henning Schliephake and David Algermissen

When producing steel thermodynamic and/or technological factors cause secondary raw materials such as blast-furnace slags, steelworks slags, secondary metallurgical slags, dusts, sludges, refractory breaks as well as mill scale to be produced. For all products manufactured from these secondary raw materials fields of application have been established which contribute to preserving primary raw materials and avoiding landfills. The production quantities of these materials in Germany and Europe for the year 2016 as well as their utilization are presented for the sake of comparison. When producing steel the utilization of materials from dissimilar material cycles in steel production has played so far a rather subordinate role. It should be noted that currently there is a very high level of utilization in Europe and Germany for the /secondary raw materials/by-products resulting from the production of steel. This level is challenged by the new substitute building materials ordinance (EBV) in Germany in particular with regard to steelworks slags. Based on this finding the NoWASTE concept has been developed in a German electric steel plant.

All internal secondary raw materials/by-products generated when producing steel are transformed into materials with an intrinsic value or supplied to superior purposes. As a result, any kind of landfilling is avoided and the use of primary raw materials is minimized. The high process temperatures in the electric arc furnace as well as its process control provide the opportunity to utilize materials from dissimilar material cycles. Approaches for the in-plant utilization of secondary metallurgical slag and refractory breaks as well as the transformation of EAF slag into a metal and a mineral phase in conformity with the substitute building materials ordinance (EBV) have been developed and partly implemented. Materials from other material cycles offering a high potential for the substitution of carbon and slag formers in the process of electric steelmaking have been identified.

Implementing the substitute building materials ordinance (EBV) as well as a shortage of capacities of in-plant and public landfills will induce the German steelmakers to create technical and process-related opportunities to increase the utilization of secondary raw materials in future while simultaneously maintaining the economic efficiency.

# Wie weit ist die Stahlindustrie noch vom NoWASTE-Ziel entfernt?

Henning Schliephake und David Algermissen

1.	Kein Stahl ohne Nebenprodukte .....	335
1.1.	Stahlerzeugungsverfahren und ihre Nebenprodukte .....	335
1.2.	Einsatzfelder der Nebenprodukte aus der Stahlerzeugung.....	336
1.2.1.	Produktion und Einsatz von Schlacken aus der Stahlerzeugung.....	336
1.2.2.	Produktion und Verwendung von Stäuben, Schlämmen und Walzzunder aus der Stahlerzeugung .....	338
1.3.	Einsatz von Materialien aus artfremden Stoffkreisläufen in der Stahlerzeugung.....	340
1.4.	Zwischenbilanz zum heutigen Zeitpunkt und Ausblick .....	340
2.	NoWASTE – am Beispiel eines Elektrostahlwerkes .....	341
2.1.	Philosophie .....	341
2.2.	Bestandsaufnahme der eigenen Prozesse.....	341
2.3.	Umsetzung erarbeiteter Lösungen.....	342
2.4.	Einsatz von Materialien aus artfremden Stoffkreisläufen in der Stahlerzeugung.....	343
3.	Zusammenfassung und Fazit.....	344
4.	Literatur.....	344

## 1. Kein Stahl ohne Nebenprodukte

### 1.1. Stahlerzeugungsverfahren und ihre Nebenprodukte

Bei der Stahlerzeugung werden sowohl bei der im Wesentlichen auf Eisenerz basierenden integrierten Prozessroute Hochofen – Aufblaskonverter – Sekundärmetallurgie – Stranggießanlage – Walzwerk als auch bei der schrottbasierten Prozessroute Elektrolichtbogenofen (ELO) – Sekundärmetallurgie – Stranggießanlage – Walzwerk (Bild 1), u.a. thermodynamisch und/oder technologisch bedingt, Sekundärrohstoffe erzeugt. Als Beispiele sind an dieser Stelle Hochofenschlacken, Stahlwerksschlacken, sekundärmetallurgische Schlacken, Stäube, Schlämme, feuerfester Ausbruch sowie Walzzunder zu nennen, die nach der Aufbereitung und Veredelung zu einem großen Teil als Nebenprodukte vermarktet werden.

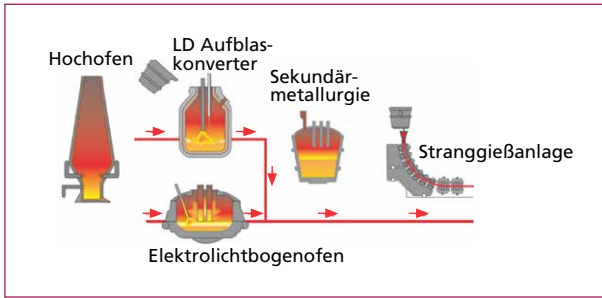


Bild 1:

Die wesentlichen Stahlerzeugungsverfahren

Quelle: in Anlehnung an Heraeus Electro-Nite

Für alle diese Nebenprodukte, die aus den Sekundärrohstoffen der Stahlerzeugung gewonnen werden, haben sich in der Vergangenheit Einsatzfelder etabliert, die u.a. zu einer Schonung von Primärrohstoffen und einer Deponierungsvermeidung beitragen. Dabei sind einige der Produkte in ihrer Anwendung besser als vergleichbare Naturprodukte. Für den Zeitraum nach 1946 bis heute stellt sich besonders hinsichtlich der größten Mengenströme, den Schlacken aus Hochöfen und Stahlwerken, eine beeindruckende Bilanz hinsichtlich der Ressourceneffizienz dar. Durch den Einsatz von 610 Millionen Tonnen Schlacke im Straßenbau, 330 Millionen Tonnen Schlacke in der Zementherstellung sowie 85 Millionen Tonnen Schlacke als Düngemittel konnte der Abbau von nahezu eine Milliarde Tonnen primärer mineralischer Rohstoffe wie Natursteine, Kalk, Sand sowie Ton vermieden werden. Dies entspricht der Masse der Zugspitze.

## 1.2. Einsatzfelder der Nebenprodukte aus der Stahlerzeugung

### 1.2.1. Produktion und Einsatz von Schlacken aus der Stahlerzeugung

Im Jahr 2017 wurden in Deutschland etwas mehr als 42 Mio. Tonnen Rohstahl erzeugt. Dies führte zu einer Produktion von 8,89 Mio. Tonnen Hochofenschlacke und 5,36 Mio. Tonnen Stahlwerksschlacken (Bild 2).

Die Hochofenschlacken wurden zum überwiegenden Anteil in der Zementindustrie eingesetzt, die hierdurch in ihren Erzeugungsprozessen erhebliche Mengen  $\text{CO}_2$  einspart. Der verbleibende Restanteil wurde als Straßenbaumaterial genutzt. Eine Deponierung erfolgte bei diesen Schlacken nicht.

Die Einsatzmöglichkeiten für Stahlwerksschlacke stellen sich demgegenüber erheblich vielfältiger dar. Die Hälfte dieses Materials wurde als Baustoff überwiegend im Straßen- und Wegebau verwendet. 13,6 % setzten die Stahlwerke intern als Kreislaufstoffe ein. 7,5 % fanden in der Landwirtschaft als Düngemittel Absatz. Neben dem Verbleib in Zwischenlagern (16,3 %) wurden 10,8 % in stahlwerksinternen und/oder -externen Deponien verbracht.

Ein Blick auf die Einsatzmöglichkeiten der Schlacken in Europa zeigt für das Jahr 2016 eine vergleichbare Situation (Bild 3). Neben 162 Mio. Tonnen Rohstahl wurden in diesem Zeitraum in Summe 43 Mio. Tonnen Schlacke erzeugt.

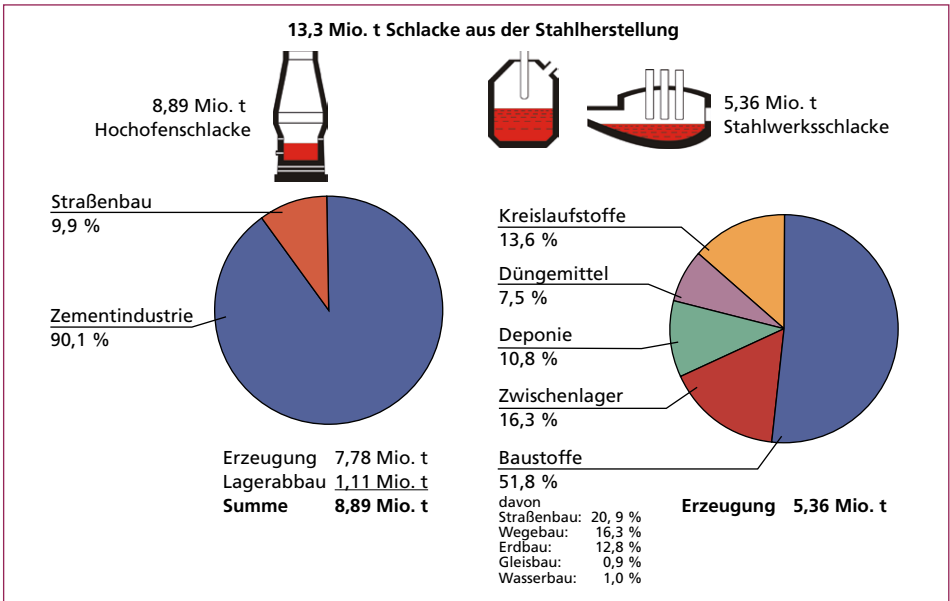


Bild 2: Produktion und Einsatz von Schlacke in Deutschland 2017

Quelle: Merkel, Th.: Erzeugung und Nutzung von Eisenhüttenschlacken in Deutschland und Europa 2017; Report des FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V., 25. Jahrgang, Nr. 1, 2018, S. 34-35]

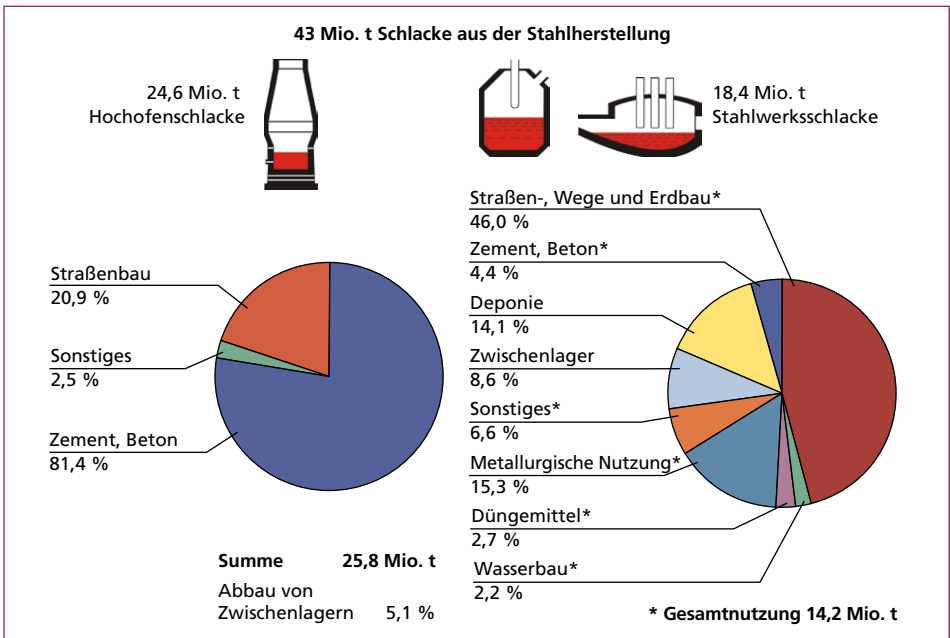


Bild 3: Produktion und Einsatz von Schlacke in Europa 2016

Quelle: Merkel, Th.: Erzeugung und Nutzung von Eisenhüttenschlacken in Deutschland und Europa 2017; Report des FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V., 25. Jahrgang, Nr. 1, 2018, S. 34-35]

In Europa wird im Vergleich zu Deutschland lediglich 81,4 % der Hochofenschlacke zur Zementherstellung verwendet. Für die Stahlwerksschlacken ergaben sich im europäischen Umfeld mehr Anwendungsmöglichkeiten als in Deutschland. So konnten 4,4 % dieser Schlacken ebenfalls in der Zement- und Betonindustrie eingebracht werden. Die deponierten Mengen lagen im europäischen Mittel mit 14,1 % jedoch signifikant höher als in Deutschland.

### 1.2.2. Produktion und Verwendung von Stäuben, Schlämmen und Walzzunder aus der Stahlerzeugung

Neben den Schlacken aus den Hochofen- und Stahlwerksprozessen werden weitere Sekundärrohstoffe wie Stäube, Schlämme und Walzzunder, erzeugt. Für das Aufkommen dieser Stoffe im Jahr 2016 hat das FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V. eine Umfrage bei Stahlwerken in Deutschland, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz durchgeführt und daraus eine Mengenbilanz erstellt [2]. Stäube und Schlämme fallen überwiegend bei der Gasreinigung an. Walzzunder entsteht beim Walzen durch die Reaktion der Oberfläche des etwa 1.200 °C heißen Stahls mit dem Luftsauerstoff. Das entstehende Eisenoxid platzt von der Oberfläche ab und wird mit dem Kühlwasser der Abwasserreinigung zugeführt.

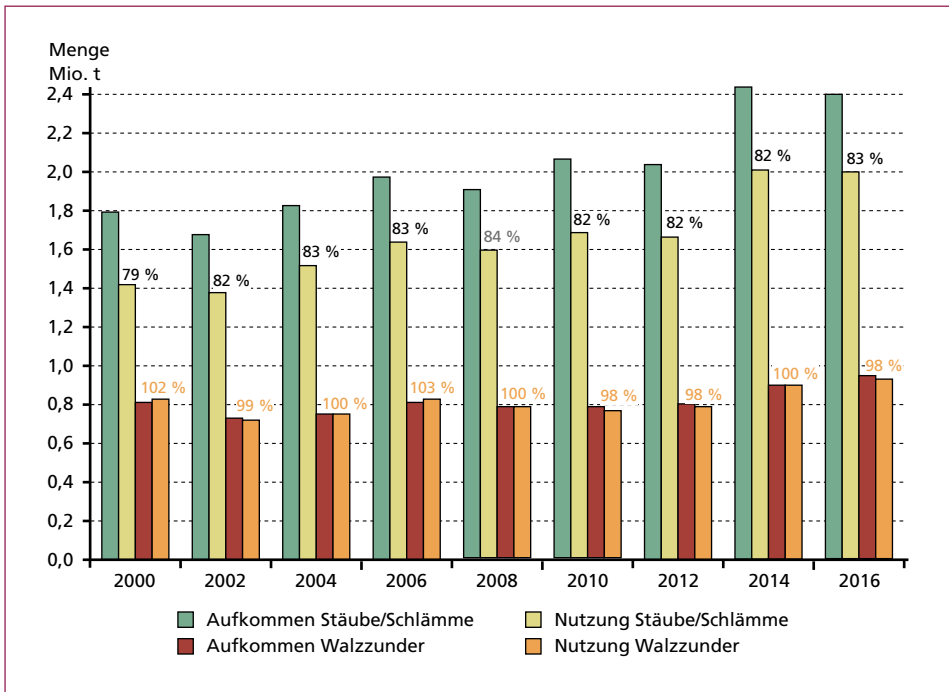


Bild 4: Aufkommen und Nutzung von Stäuben/Schlämmen sowie Walzzunder in Deutschland, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz in 2016

Quelle: FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V.: Interne Umfrage, 2017

In Bild 4 sind für den Zeitraum 2000 bis 2016 das Aufkommen sowie die Nutzung von Stäuben/Schlämmen und Walzzunder dargestellt. Es lässt sich festhalten, dass die Nutzung des Walzzunders nahezu 100 % beträgt. Die ausgewiesenen Werte oberhalb von 100 % resultieren aus dem Auflösen von Lagerbeständen. Walzzunder wird zum überwiegenden Teil im Sinterprozess der integrierten Stahlerzeuger eingesetzt. Mit dem Sinterprozess wird aus feinkörnigen Eisenoxiden, wie Walzzunder und Eisenerz sowie Schlämmen aus der Abgasreinigung, ein Agglomerat für den Einsatz im Hochofen erzeugt. Hier übernehmen die integrierten Stahlerzeuger die Nutzung des Walzzunders aus den Elektrostahlwerken.

Demgegenüber werden Stäube und Schlämme nur zu etwa 80 % genutzt. Bild 5 verdeutlicht die Nutzungsrate der verschiedenen Stäube und Schlämme der an der Abfrage beteiligten Stahlerzeuger. Neben der internen Verwendung der dargestellten Sekundärrohstoffe ist die externe Nutzung zu erwähnen. Die Stäube aus der Elektrostahlerzeugung, die infolge des Einsatzes von zinkbeschichteten Blechen aus der Automobilfertigung erhebliche Zinkgehalte aufweisen, werden größtenteils im Wälzverfahren genutzt, um das Zink zurückzugewinnen. Mit dem speziellen Hochofenprozess der DK Recycling und Roheisen GmbH in Duisburg hat Deutschland ein Alleinstellungsmerkmal. Hier können erhebliche Mengen der niedrig zinkhaltigen Stäube/Schlämme, die bei der Stahlerzeugung im LD-Aufblaskonverter anfallen, zur Zinkrückgewinnung genutzt werden. Sonst müssten diese Reststoffe deponiert werden und würden die Deponierate deutlich über 20 % erhöhen.

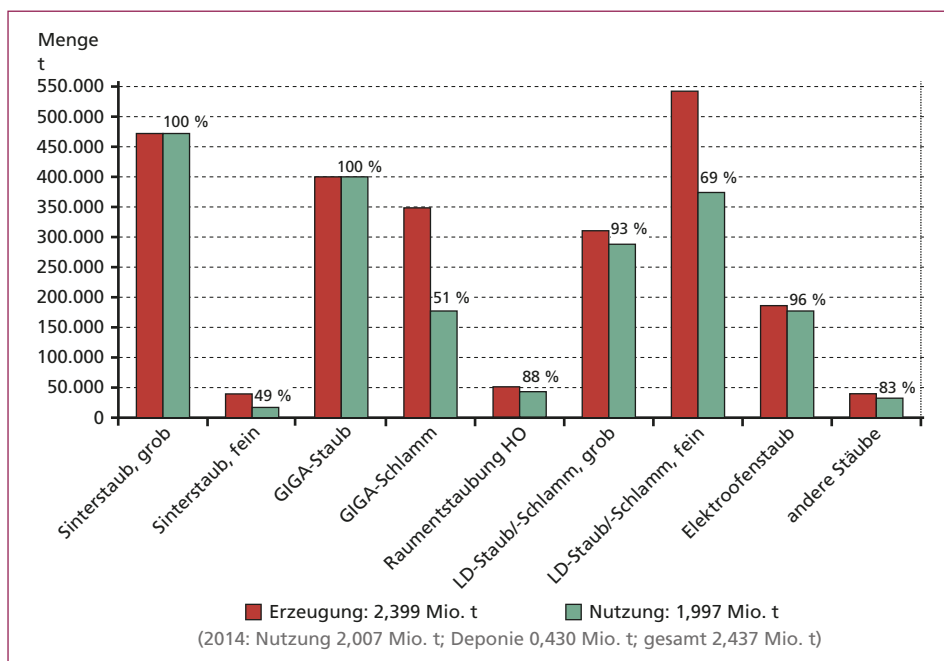


Bild 5: Aufkommen und Nutzung von Stäuben/Schlämmen in Deutschland, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz in 2016

Quelle: FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V.: Interne Umfrage, 2017

### 1.3. Einsatz von Materialien aus artfremden Stoffkreisläufen in der Stahlerzeugung

Der Einsatz von Materialien aus artfremden Stoffkreisläufen in der Stahlerzeugung spielte bisher eine eher untergeordnete Rolle. Allein der Einsatz von Kunststoffresten ist anzumerken. Nach der Einführung des Dualen Systems standen erstmals größere Mengen von Kunststoffresten aus Verpackungen zur Verfügung. Diese Reste wurden anfänglich von mehreren europäischen integrierten Stahlherstellern in den unteren Bereich des Hochofens eingeblasen. Hierdurch wurden Teilmengen der ebenfalls injizierten Feinkohle substituiert, die ihrerseits den Koksverbrauch des Hochofens reduziert. Nach einer Phase nachlassenden Interesses hat sich mit den Exportregulierungen für Kunststoffreste in Nicht-EU Länder ein Überangebot entwickelt, so dass zunehmend darüber nachgedacht wird, dieses Material wieder im Hochofen einzusetzen.

### 1.4. Zwischenbilanz zum heutigen Zeitpunkt und Ausblick

Unter Würdigung der vorliegenden Daten ist festzuhalten, dass für die bei der Stahlerzeugung anfallenden Sekundärrohstoffe und aus diesen erzeugten Produkte in Europa und Deutschland ein sehr hoher Nutzungsgrad besteht. Zum heutigen Zeitpunkt werden Stahlwerksschlacken zu 10,8 % in Deutschland und zu 14,1 % europaweit in werksinterne und/oder -externe Deponien verbracht. Bei Stäuben und Schlämmen liegt der Nutzungsgrad in Deutschland, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz zwischen 49 % und 100 %.

Dieser durchaus bemerkenswerte Beitrag zur Nachhaltigkeit hinsichtlich der Ressourcenschonung wird in Deutschland mit der zu erwartenden EBV-Ersatzbaustoffverordnung in Frage gestellt. Sollte nach einer mehr als zwölf Jahre währenden Abstimmung zwischen Bund und Ländern in absehbarer Zeit die EBV in Kraft treten, werden nicht unerhebliche Mengen der Stahlwerksschlacke deponiert werden müssen. Dies resultiert aus der Veränderung von Grenzwerten sowie der Aufnahme weiterer reglementierter Elemente.

Hier entsteht ein Spannungsfeld, in dem die betroffenen Stahlerzeugungsunternehmen einen Weg zum wirtschaftlichen Überleben finden müssen. Der gesellschaftlichen Anforderung zur Ressourcenschonung, d.h. Nutzung der Sekundärrohstoffe der Stahlerzeugung anstelle primärer mineralischer Rohstoffe, um deren Abbau zu vermeiden, steht mit Inkrafttreten der EBV ein zusätzlicher Landschaftsverbrauch gegenüber, da neuer Deponieraum geschaffen werden müsste [1]. Die Genehmigung neuer Deponieräume dürfte jedoch zum heutigen Zeitpunkt am Einspruch der betroffenen Bürger scheitern. Darüber hinaus würden sich die zusätzlichen Aufwendungen zur Deponierung der Schlacken für ein Elektrostahlwerk mittlerer Größe in siebenstelligen Summen bewegen, womit die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens hochgradig gefährdet wäre. Dies alles gälte für den Fall, dass die bisherigen Prozesse zur Erzeugung von Stahl und deren Nebenprodukte beibehalten und keine neuen Ideen umgesetzt würden.

## 2. NoWASTE – am Beispiel eines Elektrostahlwerkes

### 2.1. Philosophie

Aus der Erkenntnis heraus, dass die Ersatzbaustoffverordnung bundesweit alle relevanten Vorgaben festlegt und dass daraus dem Unternehmen eine spürbare Verringerung der Wirtschaftlichkeit widerfährt, falls keine Veränderungen in den Fertigungsprozessabläufen erfolgt, wurde vor ca. sechs Jahren die Idee für das NoWASTE Konzept der Georgsmarienhütte GmbH geboren. Veränderung beginnt mit *Umparken* im eigenen Kopf. Ein Wechsel des Blickwinkels auf das eigene Handeln führt zu neuen Erkenntnissen und Lösungsansätzen. Es stellt sich die Frage: *Können wir als Eisenhüttenleuten mehr als Stahl erzeugen?*

Zwei Antworten wurden zunächst gefunden:

1. Eisenhüttenleute erzeugen nicht nur Stahl, der die höchsten Anforderungen unserer Kunden erfüllt, sondern auch Nebenprodukte, deren Werthaltigkeit sie sich (noch nicht vollumfänglich) bewusst sind; sie richten die Prozessketten gezielt darauf aus, die Werthaltigkeit zu steigern und dafür auch bisher ungewöhnliche Lösungsansätze zur technischen Reife zu bringen.
2. Eisenhüttenleute sind Höchsttemperaturprozessbetreiber; kein anderer beherrscht im Tagesgeschäft Aggregate mit Lichtbogentemperaturen über 5.000 °C, flüssige Massen mit Temperaturen bis 1.700 °C und künstliche Lava. Daraus ergeben sich Chancen, Dienstleistungen für andere Stoffkreisläufe anzubieten, zusätzliche Einnahmequellen zu generieren und das Ansehen der Stahlerzeugung in der Öffentlichkeit deutlich zu steigern.

Daraus ergab sich eine Zielformulierung mit zwei Stoßrichtungen unter Sicherstellung der höchsten Wirtschaftlichkeit für das Unternehmen bei strikter Beachtung der aktuellen und zukünftigen Umweltgesetzgebung. Einerseits werden zukünftig nur noch werthaltige Stoffe, die nicht dem Abfallregime unterworfen sind, die Unternehmensgrenze nach außen überschreiten. Alle bei der Stahlerzeugung anfallenden internen Sekundärrohstoffe/Nebenprodukte werden in werthaltigen Materialien transformiert oder höherwertigen Verwendungszwecken zugeführt. Dabei wird jegliche Deponierung vermieden sowie der Einsatz von Primärrohstoffen minimiert. Zum anderen bieten die hohen Prozesstemperaturen im Elektrolichtbogenofen sowie dessen metallurgische Prozessführung die Möglichkeit, Materialien aus anderen nicht artverwandten Stoffkreisläufen einzusetzen, um damit u.a. den eigenen Bedarf an Primärrohstoffen, wie Kohle oder Kalk zu senken bzw. ganz zu ersetzen.

### 2.2. Bestandsaufnahme der eigenen Prozesse

Ein erster Schritt zur Umsetzung der Zielsetzung war die detaillierte Bestandsaufnahme aller im Erzeugungsprozess anfallenden Sekundärrohstoffe und ihrer Verwendungswege (Bild 6).



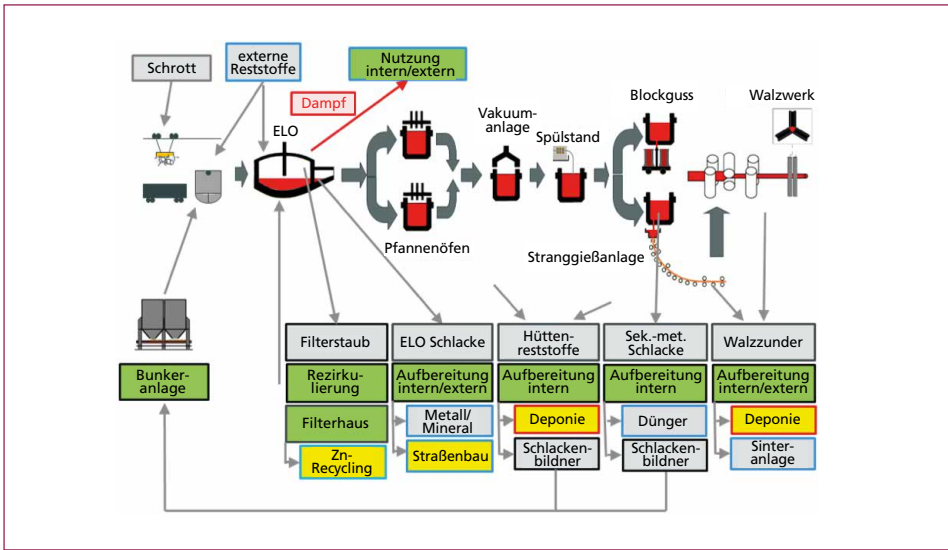


Bild 6: Aufkommen und Nutzung der Sekundärrohstoffe in einem Elektrostahlwerk

### 2.3. Umsetzung erarbeiteter Lösungen

Eine wesentliche Erkenntnis war zunächst, dass auch alle kleineren Stoffströme, dies gilt speziell für die mineralischen Sekundärrohstoffe, an ihren Entstehungsorten strikt getrennt zu halten sind. Damit lassen sich typische Analysen dieser Stoffe erstellen und Lösungen zur Nutzung in den eigenen Prozessen erarbeiten.

Die bisherige Verwendung des Filterstaubes im externen Wälzprozess sowie des Walzunders, der zum größten Teil in Sinteranlagen integrierter Stahlerzeuger eingesetzt wird, soll hier nicht intensiver betrachtet werden. Für diese Materialien sind mit Blick auf die EBV keine Auswirkungen zu erwarten. Zudem wird im betrachteten Elektrostahlwerk der Filterstaub bereits heute pneumatisch in den Lichtbogenofen zurückgeführt, um einerseits den Zinkgehalt des Staubes anzureichern und gleichzeitig die Abgabemenge an den externen Dienstleister drastisch zu senken. Für die Erarbeitung neuartiger Lösungsansätze wurde das Hauptaugenmerk auf die Elektrolichtbogenofenschlacke (EOS), die sekundärmetallurgische Schlacke (SEKS) sowie die mineralischen Sekundärrohstoffe gerichtet.

Im Rahmen zahlreicher Untersuchungen sowie multilateraler Forschungsprojekte konnten erste Lösungsansätze erarbeitet und umgesetzt werden. Die mineralischen Sekundärrohstoffe werden heute zu 50 % auf dem Werksgelände aufbereitet und als Schlackenbildner im Elektrolichtbogenofen als Kalkersatzstoff wieder eingesetzt. Auf gleiche Weise wird die Hälfte der intern aufbereiteten SEKS genutzt. Die verbleibende Menge der SEKS kommt heute als Dünger und für interne Baumaßnahmen zur Verwendung.

Besonders große Auswirkung wird die EBV auf die zukünftige Nutzung der EOS im Straßen- und Wegebau haben. Bei Beibehaltung der aktuellen Prozessführung bei der Stahlherstellung müsste ein Großteil der EOS deponiert werden. War bisher das Element Molybdän nicht in der Liste für Grenzwerte im Eluat des Auslaugungsversuches aufgeführt, wird es neben einem anderen Auslaugungsverfahren mit der EBV neu eingeführt. Stahlschrotte enthalten vielfach Molybdän als Legierungselement, das während des Einschmelzens im Elektrolichtbogen oxidiert wird und in die EOS übergeht. Aus der EOS kann unter Umständen Molybdän ausgelaugt werden.

Intensive Untersuchungen sollten Lösungswege aufzeigen, wie sichergestellt werden kann, dass die Molybdänwerte im Eluat der EOS eingehalten werden können, um den Einsatz des Materials im Straßen- und Wegebau sicherzustellen und um eine Deponierung zu vermeiden. Ein erfolgreicher Weg zeichnet sich durch eine Teilreduktion der aus dem Elektrolichtbogenofen im letzten Prozessabschnitt kontinuierlich ablaufenden EOS ab. Während die Schlacke in einen unter dem ELO stehenden Stahlgusskübel abfließt, wird ein Reduktionsmittelgemisch in den Stoffstrom eingeblasen. Neben der Überführung der Eisen-, Chrom-, Molybdän- und Manganoxide in die metallische Form kann gleichzeitig durch Zugabe von anderen mineralischen Stoffen die Zusammensetzung der verbleibenden Schlackenphase für andere Anwendungszwecke verändert werden. Die metallische Phase sammelt sich am Boden des Stahlkübel und bildet einen Regulus aus. Die Restschlacke befindet sich auf diesem Regulus (Bild 7). Das derartig erzeugte Metall kann grundsätzlich als Metall in der Gießereiindustrie eingesetzt werden. Die Schlackenphase erfüllt alle umweltrechtlichen Erfordernisse der EBV für den unbegrenzten Einsatz im Straßen- und Wegebau. Der Einsatz der Schlackenphase z. B. in der Zementindustrie ist Gegenstand weiterführender Untersuchungen.



Bild 7: Teilreduzierte EOS Elektrolichtbogenofenschlacke und Metallregulus

## 2.4. Einsatz von Materialien aus artfremden Stoffkreisläufen in der Stahlerzeugung

Neben der thermischen Nutzung von Kunststoffresten im Hochofen können unter Umständen die Kohlefasern aus CFK-Resten im Elektrolichtbogen als Substitut für Schäumkohle genutzt werden. Erste gemeinsame Untersuchungen im Versuchselektrolichtbogenofen der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung stimmen positiv.

Die Georgsmarienhütte GmbH hat Materialien weiterer Stoffkreisläufe identifiziert, die ein hohes Potenzial für die Substitution von Kohlenstoff und Schlackenbildnern haben.

### 3. Zusammenfassung und Fazit

Zum heutigen Zeitpunkt ist der deutschen Stahlindustrie ein überaus positives Zeugnis hinsichtlich der Nutzung der erzeugten Sekundärrohstoffe/Nebenprodukte auszustellen. Im Jahr 2017 wurden Hochofenschlacken zu 100 % und Stahlwerksschlacken zu fast 90 % in unterschiedlichen Einsatzfeldern verwendet. Lediglich 10,4 % der erzeugten Stahlwerksschlacken wurden in Deponien verbracht.

Mit Inkrafttreten der derzeit diskutierten Ersatzbaustoffverordnung ist eine deutlich zunehmende Deponiequote für Stahlwerksschlacken abzusehen. Erste Ansätze zur Transformierung der Stahlwerksschlacken in Produkte, die neben dem Einsatz im Straßen- und Wegebau auch in der Zementherstellung verwendet werden können, sind erarbeitet. Hinsichtlich der Stäube und Schlämme liegt die Nutzungsquote niedriger als bei den Schlacken, wenngleich die deponierten absoluten Tonnagen gegenüber den Stahlwerksschlacken deutlich geringer sind.

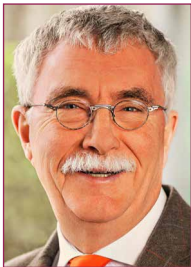
Der Einsatz von Materialien aus artfremden Stoffkreisläufen in der Stahlerzeugung, mit Ausnahme des Einblasens von Kunststoffresten als Feinkohlesubstitut in den Hochofen ist bisher wenig ausgeprägt. Dennoch bieten diese Stoffe ein großes Potenzial zum Ersatz von Primärrohstoffen wie Kohle und Schlackenbildnern.

Die Verknappung werksinternen und öffentlichen Deponieraumes sowie das Inkrafttreten der Ersatzbaustoffverordnung werden die deutschen Stahlhersteller anhalten, technische und prozessuale Möglichkeiten zu schaffen, die Nutzung der Sekundärrohstoffe unter Einbeziehung des Gesichtspunktes der Wirtschaftlichkeit weiter zu steigern.

### 4. Quellen

- [1] CUTECH Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH, Studie: Bewertung der Substitution von industriellen Nebenprodukten der Stahlerzeugung durch Primärrohstoffe beim Einsatz im Straßen- und Wegebau. Auftraggeber: FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V., 2017.
- [2] FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V.: Interne Umfrage, 2017

#### Ansprechpartner



**Dr.-Ing. Henning Schliephake**  
Georgsmarienhütte GmbH  
Projektleiter NoWASTE  
Neue Hüttenstraße 1  
49124 Georgsmarienhütte, Deutschland  
+49 5401 394007  
henning.schliephake@gmh-gruppe.de

#### Weitere beteiligte Institution

FEhS – Institut für Baustoffforschung e.V.



## 100% RECYCLING

STABSTAHL  
HALBZEUG  
ROHSTAHL  
BLANKSTAHL

Bei der Georgsmarienhütte GmbH kommt für die Stahlerzeugung im Elektrolichtbogenofen ausschließlich aufbereiteter, sortierter Stahlschrott zum Einsatz. Damit schließen wir den Wertstoffkreislauf.

Stetig arbeiten wir daran, auch die in den Produktionsprozessen entstehenden Nebenprodukte weiter nutzen zu können, beispielsweise durch

- Wiederverwendung metallurgischer Schlacken im Stahlerzeugungsprozess
- Aufbereitung und Wiederverwendung von Nebenprodukten als Rohstoffersatz im Straßenbau und in der Klinker- und Zementindustrie

**Unser Ziel: Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz bei der Stahlproduktion.**

[www.gmh.de](http://www.gmh.de)

 Georgsmarienhütte  
**GMH GRUPPE**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,  
Thomas Pretz, Dieter Georg Senk, Hermann Wotruba (Hrsg.):

**Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 6**  
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

ISBN 978-3-944310-47-3 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2019  
Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm,  
Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.  
Erfassung und Layout: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Claudia Naumann-Deppe, Sarah Pietsch,  
Janin Burbott-Seidel, Ginette Teske, Roland Richter,  
Cordula Müller, Gabi Spiegel  
Druck: Universal Medien GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.