

## Wie funktioniert der Metallhandel?

Holger Biedermann, Udo Meynerts und Rüdiger Deike

1.	Das Recycling von Metallen .....	290
1.1.	Industriemetalle .....	290
1.2.	Nebenmetalle/Minor Metals .....	293
1.3.	Edelmetalle.....	293
1.4.	Weitere Metalle.....	293
2.	Relevante Preisveröffentlichungen, Börsen, Notierungen und Handelsplattformen für das Recycling.....	294
2.1.	Industriemetall Eisen.....	294
2.2.	Industriemetalle Aluminium, Kupfer, Zink, Blei, Zinn und Nickel.....	295
2.3.	Nebenmetalle Kobalt und Molybdän .....	296
2.4.	Weitere Nebenmetalle .....	296
2.5.	Edelmetalle.....	296
2.6.	Seltene Erden Metalle .....	296
3.	Preisfindung und Bewertung der Metalle des Recyclings .....	296
3.1.	Industriemetall Eisen.....	297
3.2.	Industriemetalle Kupfer, Zinn, Zink, Aluminium.....	298
3.3.	Metalle der Eisenlegierungen .....	299
3.4.	Metalle Nickel, Kobalt, Titan, Wolfram .....	301
4.	Faktoren, die das Recycling beeinflussen.....	302
4.1.	Schmelzaggregate .....	302
4.2.	Metallurgie .....	304
4.3.	Handlingkosten und Lagerkosten.....	304
4.4.	Verfahrenskosten – Produktionskosten .....	304
4.5.	Logistik.....	304
5.	Zusammenfassung .....	305
6.	Quellen .....	306

Die Frage wie der Metallhandel funktioniert, kann im ersten Ansatz und spontan ganz einfach mit der Feststellung beantwortet werden, *natürlich durch Angebot und Nachfrage*. Wird allerdings in einem zweiten Ansatz im Detail der Frage nachgegangen, wodurch *Angebot* und *Nachfrage* gesteuert werden, sind Zusammenhänge und Mechanismen zu diskutieren, die hier vorgestellt werden sollen.

In der Recyclingwirtschaft wird der Begriff *Metallhandel* automatisch mit dem Handel von Nicht-Eisen (NE)-Metallen in Verbindung gebracht. Hier sollen hingegen die Grundzüge des Metallhandels mit den entsprechenden Einflussgrößen in allgemeiner Form dargestellt werden, wobei der Fokus insbesondere auf den Schwerpunkten der RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH, dem Handel mit Eisen-Schrotten und seinen Legierungen liegen wird.

Die wesentlichen Einflussgrößen im Metallhandel sind unterschiedliche Preisfindungsmodelle und deren Beziehungen zu öffentlich zugänglichen Notierungen, Börsen oder Handelsplattformen.

## 1. Das Recycling von Metallen

Etwa achtzig Prozent der Elemente des Periodensystems sind Metalle, wobei nicht alle diese Metalle Bestandteile des Recyclings sind. Nachfolgend soll ein Überblick über die für das Recycling wichtigsten Metalle gegeben werden. In diesem Zusammenhang wird im Recycling zwischen Industriemetallen, Nebenmetallen und Edelmetallen unterschieden. Unter dem Aspekt der weltweit gehandelten Mengen haben die Industriemetalle eine herausragende Bedeutung. In der Gruppe der Nebenmetalle befinden sich Elemente, deren Mengenaufkommen im Vergleich zu den Industriemetallen deutlich geringer ist, die dafür aber zu deutlich höheren Preisen gehandelt werden.

### 1.1. Industriemetalle

Als erstes Industriemetall ist hier Eisen (Fe) zu nennen, wobei zwischen Stahl und Gusseisen unterschieden werden muss. Stahl ist eine Sammelbezeichnung für plastisch verformbare Legierungen aus Eisen und höchstens 2,06 Prozent Kohlenstoff (C). Gusseisen ist eine Sammelbezeichnung für plastisch nicht verformbare Legierungen aus Eisen mit mehr als 2,06 Prozent Kohlenstoff [1]. In einem Stahlwerk werden Halbzeuge wie Brammen oder Blöcke hergestellt, die in anschließenden Bearbeitungsschritten wie zum Beispiel in Walzwerken oder Schmieden weiter verarbeitet werden. In einer Gießerei wird das flüssige Eisen in Formen gegossen und eine weitere formgebende Bearbeitung fällt nicht an.

Produktionszahlen für Stahl werden von der World Steel Association [2] monatlich nach Produktionsländern veröffentlicht. Im Jahr 2012 wurden 1.545 Millionen Tonnen Rohstahl weltweit hergestellt. Das Bureau of International Recycling (BIR) [3] veröffentlicht zu den Produktionszahlen die Einsatzmengen an Schrott. So wurden in 2012 weltweit 570 Millionen Tonnen Schrott wiederverwendet. In Deutschland wurden

42,6 Millionen Tonnen Stahl in 2012 produziert und dafür wurden 19,7 Millionen Tonnen Schrott [4] verwendet, d.h. eine Tonne Stahl besteht im Durchschnitt aus 46,2 Prozent recyceltem Eisen (Bild 1), das in Form von Schrott dem Wertstoffkreislauf wieder zugeführt wurde.

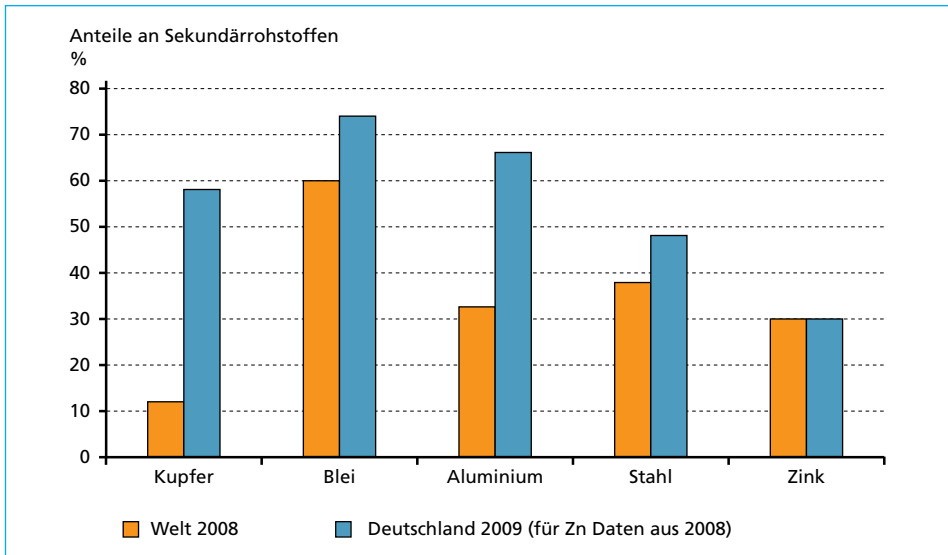


Bild 1: Vergleichende Darstellung der unterschiedlichen Gehalte an Sekundärrohstoffen bei der Herstellung von Metallen in 2008 und 2009

Quelle: Deike, R.: Chemie Ingenieur Technik, 84, Nr.10, 2012, S. 1685-1692

Der Zukauf der deutschen Stahlwerke an Schrotten lag nach Angaben der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen (BDSV) [4] im Jahr 2012 bei geschätzten 15,2 Millionen Tonnen. Die Differenz zwischen Zukauf und Einsatz ergibt sich aus den Schrotten, die im Stahlwerk anfallen und demzufolge nicht gekauft werden.

Die World Foundry Organisation (WFO) [6] veröffentlicht jährlich Produktionsmengen für Eisen- und NE-Metallguss. Zum Zeitpunkt der Recherche waren lediglich Zahlen aus 2011 verfügbar. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die WFO Zahlen der nationalen Verbände zusammenträgt, wobei nicht alle Länder immer aktuelle Zahlen melden, so dass in diesen Statistiken teilweise auch Daten aus den Vorjahren beibehalten werden.

Unter dem Begriff Eisenguss sind dabei die einzelnen Qualitäten mit ihren Sammelbezeichnungen Grauguss, Sphäroguss und Stahlguss zusammengefasst. Stahlguss bedeutet in diesem Fall, dass das flüssige Eisen direkt in die endgültige Form gegossen wird und der Kohlenstoffgehalt des fertigen Werkstückes weniger als 2,06 Prozent beträgt. Nach dem 47th Census of World Casting Production [7] aus dem Jahr 2013 betrug die weltweite Produktionsmenge an Eisenguss 82,5 Millionen Tonnen in 2012.

Für das Jahr 2012 veröffentlichte die Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen (BDSV) [4] eine Produktionsmenge an Eisenguss von 4,3 Millionen Tonnen, wobei die vom BDSV veröffentlichten Zahlen vom Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie BDG [8], dem nationalen Gießereiverband stammen. Im Jahr 2012 sind laut BDSV von den deutschen Gießereien geschätzte 3,6 Millionen Tonnen an Schrotten für die Produktion zugekauft wurden.

Vom Mengenaufkommen her kommt Aluminium (Al) bei den Industriemetallen (Bild 2) an zweiter Stelle. Beim Aluminium wird bei der Herstellung zwischen Primäraluminium und Recyclingaluminium unterschieden, das auch als Sekundäraluminium bezeichnet wird. Primäraluminium wird mittels Elektrolyse in Deutschland noch in vier Primärhütten [9] hergestellt. Die Wirtschaftsvereinigung Metalle (WVM) gibt in ihrer Metallstatistik für Primäraluminium die Produktionsmenge für Deutschland im Jahr 2012 mit 410.000 Tonnen und für Sekundäraluminium aus dem Recycling mit 635.000 Tonnen an. Damit wurden 61 Prozent der Gesamtproduktion an Aluminium im Jahr 2012 in Deutschland aus dem Recycling gewonnen, was ebenfalls der in Bild 2 dargestellten Quote aus dem Jahr 2011 entspricht [10].

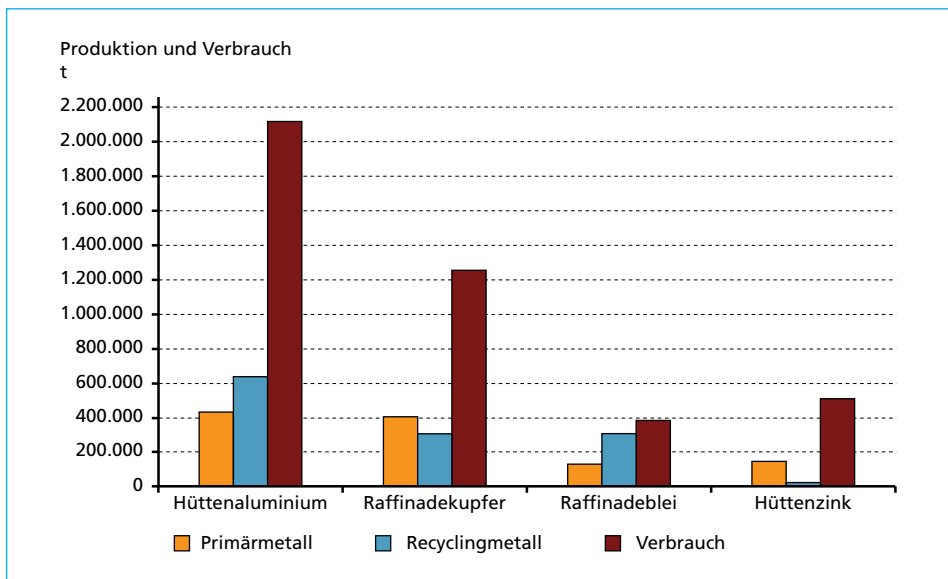


Bild 2: Produktion von Metallen in Deutschland in 2011, unterteilt nach Primär- und Recyclingmetallen in Relation zum Verbrauch

Quelle: Deutschland Rohstoffsituation 2011 – [www.deutsche-rohstoffagentur.de](http://www.deutsche-rohstoffagentur.de)

Zu den *Top Drei* der Industriemetalle in Deutschland zählt neben Eisen und Aluminium das Element Kupfer (Cu). In 2012 wurden nach Angaben der WVM [10] 717.000 Tonnen raffiniertes Kupfer und Kupfergusslegierungen in Deutschland produziert. Der größte deutsche und auch europäische Kupferproduzent betreibt in Deutschland an

seinem Standort in Hamburg eine Primärhütte (395.000 t Kapazität) und in Lünen (350.000 t Kapazität) eine der weltgrößten Recyclinghütten für Kupfer und damit verbundene Elemente wie Gold, Silber usw. [9].

Für die Elemente Blei (Pb) und Zink (Zn) wird von der WVM in ihrer Statistik [10] für Deutschland in 2012 die gemeinsame Produktionsmenge von 593.000 Tonnen angegeben. Die größten Mengen an Blei werden in Deutschland an den Standorten Braubach, Stolberg, Freiberg und in Nordenham produziert. In Deutschland werden Hüttenzink nur noch in Nordenham und Sekundärzink im Raum Goslar produziert [9].

## 1.2. Nebenmetalle – Minor Metals

Nebenmetalle oder im englischen auch *Minor Metals* genannt, werden häufig als Legierungselemente verwendet. Eine Legierung ist ein Gemisch mindestens zweier chemischer Elemente, von denen mindestens eines ein Metall ist. Stahl ist ein Gemisch aus Eisen und Kohlenstoff sowie weiteren Elementen. Wichtige Legierungselemente im Stahl und gleichzeitig Nebenmetalle sind Mangan (Mn), Silizium (Si), Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Wolfram (W), Vanadium (V), Kobalt (Co), Titan (Ti), Niob (Nb), Bor (B) und Bismut (Bi).

Für Ni-Basis Legierungen sind neben den vorgenannten Nebenelementen noch die weiteren Elemente Tantal (Ta), Zirkon (Zr), Hafnium (Hf), Beryllium (Be), Indium (In) und Tellur (Te) von Bedeutung.

Produktionsmengen für Nebenelemente zu nennen macht wenig Sinn, da die Nebenelemente in den Produktionsmengen der Industriemetalle enthalten sind.

## 1.3. Edelmetalle

Obwohl bei Edelmetallen sehr häufig in erster Linie an Schmuck gedacht wird, gibt es zahlreiche industrielle Anwendungen, insbesondere im Bereich der Elektronik, bei denen Gold (Au), Silber (Ag), Platin (Pt), Palladium (Pd), Rhodium (Rh), Iridium (Ir) und Ruthenium (Ru) verwendet werden. Mengenmäßig sind diese Metalle in Bezug auf das Recycling als sehr gering zu betrachten. Aufgrund der Tatsache, dass diese Elemente bei ihrer Verwendung in elektronischen Bauteilen sehr häufig in dissipativen Verteilungen vorliegen, ist deren Wiedergewinnung und die Rückführung in den Wertstoffkreislauf auch sehr anspruchsvoll.

## 1.4. Weitere Metalle

Aufgrund stark und schnell angestiegener Rohstoffpreise in der jüngsten Vergangenheit und der einseitigen Explorations- und Raffinationsstruktur sind die Seltenen Erden in den Fokus der Öffentlichkeit geraten. Seltene Erden werden zu 97 Prozent in China [5] gefördert, wobei hier die Elemente Cer (Ce), Dysprosium (Dy) und Neodym (Nd) nur exemplarisch genannt werden sollen. Neodym und Dysprosium sind für die Produktion von Hochleistungsmagneten notwendig.

## 2. Relevante Preisveröffentlichungen, Börsen, Notierungen und Handelsplattformen für das Recycling

### 2.1. Industriemetall Eisen

Die Industriemetalle werden an der London Metal Exchange (LME) [11] gehandelt. Eisen bzw. in diesem Fall Stahl unterscheidet sich von den anderen Industriemetallen, die an der LME notiert werden zum einem dadurch, dass Stahl noch nicht lange an der LME gehandelt wird. Zum anderen ist das an der LME gehandelte Produkt *steel billet* (Stahl Knüppel) ein Halbzeug, das nicht mehr zum erneuten Einschmelzen vorgesehen ist. Für den Stahlschrott gilt das Prinzip von Angebot und Nachfrage, wobei Stahlschrott nicht über die Börse gehandelt wird. In Deutschland verhandelt jeder Schrotthändler mit dem Einkäufer des Stahlwerkes den Preis individuell. Dass die Preise häufig nicht so individuell sind, hängt von verschiedenen Faktoren ab. In Deutschland melden alle Mitgliedsunternehmen der Wirtschaftsvereinigung Stahl (WV Stahl) [12] mit Ausnahme der Unternehmen B.E.S. und H.E.S, einschließlich der luxemburgischen Stahlwerke, der Wirtschaftsvereinigung Stahl die Mengen, die Preise und die Stahlschrottsorte aus dem deutschen Stahlschrottmarkt. Die Stahlschrottsortenliste wurde zwischen der WV Stahl und dem BDSV abgestimmt und ist in der Fassung aus dem Jahr 2010 gültig. In Ergänzung zur deutschen Stahlschrottsortenliste existiert noch eine *Europäische Stahlschrottsortenliste*, die im Wesentlichen der deutschen Stahlschrottsortenliste entspricht. Das Institute of Scrap Recycling Industries, Inc [13] hat im Jahr 2008 die *Scrap Specifications Circular 2008* publiziert. Dort sind die Sorten und Bezeichnungen für den internationalen Schrotthandel aufgeführt.

Die WV Stahl veröffentlicht monatlich die durchschnittlichen Stahlschrott-Einkaufspreise, die frei Werk angeliefert werden nach insgesamt sieben Sorten getrennt. Die Preisveröffentlichung kann gegen eine jährliche Gebühr erworben werden. Analog zu den Einkaufspreisen der Stahlwerke veröffentlicht der BDSV unter seinen Mitgliedern die monatlichen Verkaufspreise ab Ladestelle nach Sorten getrennt. Zusätzlich detailliert der BDSV die Preise nach Regionen. Neben der Transportkomponente variieren die beiden Veröffentlichungen im Zeitraum. Die WV Stahl berücksichtigt den 21. des Vormonats bis zum 20. des laufenden Monats. Der Meldezeitraum des BDSV beschränkt sich vom 1. bis zum 20. des laufenden Monats.

Eine über das Internet zugängliche Stahlschrott-Einkaufspreisliste wird von der European Steel Association - Eurofer [14] nach drei Sorten getrennt veröffentlicht.

Trotz der zwei sehr unterschiedlichen Herstellungsverfahren für Rohstahl [12], dem Elektrostahlverfahren (etwa. dreißig Prozent der Produktion in Deutschland) und dem Sauerstoffstahlverfahren (etwa siebzig Prozent der Produktion in Deutschland), sollte in einem ersten Ansatz eine gewisse Parallelität zwischen den Entwicklungen der Eisenerz- und der Schrottpreise erwartet werden können. Sehr häufig ist diese Parallelität der Preisentwicklungen in der Vergangenheit tendenziell auch beobachtet worden, allerdings hat es in der jüngsten Vergangenheit auch Phasen (Bild 3) gegeben, in denen dies nicht der Fall war. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, dass China mit einem Anteil an der Weltrohstahlproduktion in der Größenordnung von 47 Prozent

eine Schlüsselrolle bei der Erznachfrage hat, da etwa neunzig Prozent der gesamten Rohstahlproduktion in China über die Oxygenstahlroute erfolgt. Bei dieser Art der Rohstahlproduktion werden zwischen 15 bis 20 Prozent Stahlschrott pro Tonne Rohstahl eingesetzt. Im Krisenjahr 2009 ist in China die Stahlproduktion noch gewachsen, wobei in allen anderen Teilen der Welt die Produktionszahlen für Rohstahl drastisch

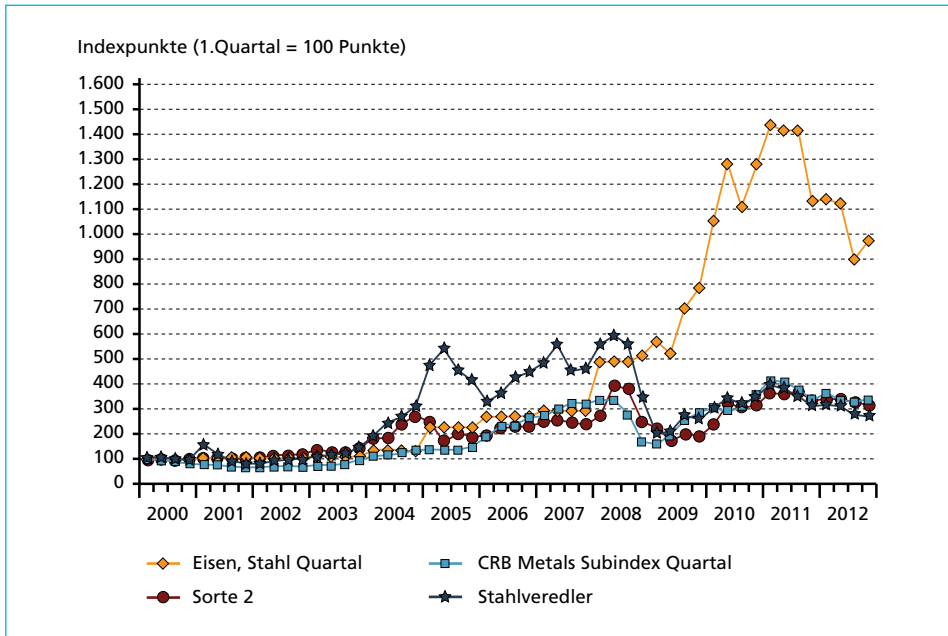


Bild 3: Die Entwicklung der Indizes Eisen/Stahl der BGR, CRB Metals Subindex, Stahlveredler im Vergleich zur Sorte 2

zurückgingen, was dazu führte, dass sich Anfang des Jahres 2010 die Erzpreise verdoppelten (Bild 3), ohne dass sich die Schrottpreise in ähnlicher Weise verändert haben. Diese Tatsache ist in der Entwicklung des Eisen/Stahl-Index der BGR deutlich zu erkennen, in dem die Entwicklung der Erzpreise mit abgebildet wird. Die außergewöhnliche Situation bei der Entwicklung der Erzpreise ist neben der Tatsache, dass es weltweit einen die Nachfrage bestimmenden Marktteilnehmer gibt, darin begründet, dass auf der Angebotsseite ein Oligopol mit drei dominierenden Anbietern existiert [15].

## 2.2. Industriemetalle Aluminium, Kupfer, Zink, Blei, Zinn und Nickel

Die vorgenannten Elemente werden in Europa alle an der London Metal Exchange (LME) in nennenswertem Umfang gehandelt. Neben den Notierungen veröffentlicht die LME die aktuellen Lagerbestände nach Elementen und Formen, die Bestellungen sowie die stornierten Garantien. In den Regularien der LME ist für jedes Element Form und Reinheit definiert, so dass entsprechend die Rohstoffe aus den zertifizierten Lagerhäusern jederzeit abgerufen werden können.

Des Weiteren existieren von den hier genannten Metallen verschiedene Legierungen wie z.B. Messing (Cu und Zn) oder Bronze (Cu und Sn). Preise dieser Legierungen werden vom Verband Deutscher Metallhändler e.V. (VDM) [16] mit Hilfe von ausgewählten Mitgliedern erhoben und in wöchentlichen Preisstatistiken veröffentlicht. Direkten Zugang zu diesen Preisstatistiken haben die VDM Mitglieder. Zusätzlich veröffentlichten verschiedene Wirtschaftsinformationsdienste wie zum Beispiel der EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH [17] oder die vwd Vereinigte Wirtschaftsdienste AG [18] neben vielen anderen Zahlen die wöchentlichen Preisstatistiken des VDM.

### 2.3. Nebenmetalle Kobalt und Molybdän

Kobalt und Molybdän sind ebenfalls an der LME gelistet. Die Handelsvolumina dieser beiden Nebenelemente/Minor Metals an der LME sind aber gering. Die Preise der verschiedenen Arten der Primärrohstoffe für Molybdän und Kobalt werden zwischen den Ferro-Legierungshändlern, die häufig einen Produzenten in einer bestimmten Region vertreten und den Schmelzwerken direkt ausgehandelt. Die ausgehandelten Preise werden von unterschiedlichen englischsprachigen Informationsdiensten wie Metalbulletin [19] (gebührenpflichtig), Metal-pages [20] (teilweise gebührenpflichtig) oder Fastmarkets [21] (teilweise gebührenpflichtig) abgefragt und veröffentlicht.

### 2.4. Weitere Nebenmetalle

Die weiteren Nebenmetalle wie zum Beispiel Mangan, Silizium, Chrom und die anderen vorgenannten Elemente werden direkt zwischen Legierungshändler und Abnehmer gehandelt. Wie in Kapitel 2.3 beschrieben werden von genannten Informationsdiensten Preise ermittelt und deren Statistiken veröffentlicht.

### 2.5. Edelmetalle

Notierungen für Edelmetalle werden von den verschiedenen Bankhäusern, Tageszeitungen und deren Onlineausgaben sowie den zuvor genannten Informationsdiensten veröffentlicht.

### 2.6. Seltene Erden Metalle

Notierungen für die Seltenen Erden Metalle werden vom Institut für Seltene Erden und Metalle e.V. [22] auf ihrer Homepage veröffentlicht.

## 3. Preisfindung und Bewertung der Metalle des Recyclings

Der Schrottentfall kann über alle Metalle in drei Gruppen unterteilt werden. Zu der ersten Gruppe gehört der Schrottanfall direkt im Werk bzw. Schmelzbetrieb, auch Eigenschrottentfall genannt. Die zweite Gruppe sind die Neuschrotte oder auch Postproduktionsschrotte, die in der weiterverarbeitenden Industrie anfallen. Die dritte Gruppe sind die Sammelschrotte, die nach Nutzung des Gutes anfallen.



### 3.1. Industriemetall Eisen

In Kapitel 2.1 wurde beschrieben, dass Stahlschrott zwischen Schrotthändlern und Stahlwerken frei ausgehandelt wird. Menge und Preis werden für die entsprechende Sorte festgelegt. Die Preise gelten für den jeweiligen Monat. Die vereinbarten Preise werden durch die WV Stahl und den BDSV jeweils getrennt veröffentlicht. Insofern der Stahlwerkseinkäufer der WV Stahl den richtigen Preis zur richtigen Sorte nennt und der Schrotthändler entsprechend genau seine Preise der BDSV mitteilt, sind die Preise marktgerecht. Die Preise spiegeln den Schrottmarkt wieder, es lässt sich über die Preisbildungsmodelle streiten, gleichwohl sind diese nicht mehr weg zu denken.

Für die Preisfindung zwischen Gießereien und Schrotthandel wird häufig die Preisveröffentlichung WV Stahl Sorte 2 mit einem Zuschlag vereinbart. Der Zuschlag für bestimmte Sorten resultiert aus besonderen Lieferbedingungen der Gießereien. Diese Lieferbedingungen können sein, dass nur bestimmte Größen oder Formen gewünscht werden, die Ware absolut trocken angeliefert werden muss oder besonderen analytischen Vorgaben entsprechen muss. In absoluten Zahlen sind die Zukaufsmengen der Gießerei-Industrie (3.609.000 Tonnen) zur Stahlindustrie (15.232.000 Tonnen) gering. Zudem ist die Zahl der kaufenden Gießereien um einiges höher als die Zahl der kaufenden Stahlwerke. Die Schrottsorten, die nur Gussreste beinhalten, wie z.B. Handlungsgussbruch oder Maschinengussbruch werden individuell zwischen Händler und Gießereieinkäufer ausgehandelt.

Wie zuvor beschrieben werden die Schrotte je nach Ort des Entfalls in drei Gruppen unterteilt.

Der Eigenschrottentfall im Stahlwerk wird weitgehend wieder direkt eingesetzt, so dass dieses Material in der Regel nicht gehandelt wird. Ausnahmen werden im Kapitel 4 beschrieben.

Für den Einkauf des Schrotthandels der Neuschrotte aus der weiter verarbeitenden Industrie werden häufig die vorgenannten Preismitteilungen (WV Stahl oder BDSV) verwendet. Hier hat sich die Stahlschrottsorte 2 als eine Art Referenzsorte für diese Schrotte etabliert.

Die physische und analytische Zusammensetzung sowie die Reinheit bestimmt den Wert der Schrotte für den einzelnen Abnehmer und somit die Vergütung, die der Schrotthändler (s. Kap. 4) erzielen kann. Demgegenüber stehen die Logistikkosten, die Finanzierungskosten und die Lagerhaltungskosten. Last but not least sollte der Schrotthändler durch seine Tätigkeit auch einen Gewinn erzielen können.

Große Industriebetriebe bzw. Produktionsstätten, wie die Automobilindustrie, mit einem hohen Entfall an Neuschrotten schreiben ihre Mengen häufig aus. Die Dauer einer Ausschreibung variiert meist zwischen einem Monat und einem Jahr, in Ausnahmen auch längere Zeiträume. Der zu verwendende Preisindex bzw. die entsprechende Preismitteilung werden neben den logistischen und kaufmännischen Bedingungen von den Industriebetrieben vorgegeben. Basierend auf diesen Vorgaben erstellt der Schrotthändler sein Angebot in Relation zu dem Preisindex. Häufig ist dies ein fester Betrag als Zu- oder Abschlag zu der Sorte 2 der WV Stahl.

So betrug z.B. im Juni 2013 der Referenzpreis der Sorte 2 der WV Stahl 291,4 EUR/t, so dass ein Geschäftsabschluss mit einem Abschlag von 20 EUR/t auf die Sorte 2 bedeutet hätte, dass im Juni 2013 der Schrotthändler 271,4 EUR/t an den Produktionsbetrieb hätte vergüten müssen. Für den Juli 2013 mit einem Referenzpreis der Sorte 2 von 281,4 EUR/t hätte ein Betrag von 261,4 EUR/t vergütet werden müssen. Da die Stahlwerke ihre Einkaufspreise in der Regel nicht indexieren und keine Gewähr für die Abnahme der Schrotte übernehmen, liegt das Risiko bei längerfristigen Verträgen auf Seiten des Schrotthändlers.

Die Sammlung der Altschrotte erfolgt häufig durch *fliegenden Händler*, die diese Schrotte anschließend an den ortsansässigen Schrotthändlern verkaufen. Hier erstellt jeder Schrotthändler für sich täglich, wöchentlich oder monatlich die Übernahmepreise.

Abbruchschrotte gelangen weitestgehend über spezialisierte Abbruchunternehmer zu den Schrotthändlern. Abbruchschrotte werden häufig durch Demontage von Industrieanlagen generiert. Da der Schrotterlös in der Regel ein Bestandteil der Kalkulation von Demontagen ist und solche Demontagen sich über einen längeren Zeitpunkt erstrecken können, werden Angebote häufig mit Preisindizierungen an einen der vorgenannten Indizes gekoppelt.

### 3.2. Industriemetalle Kupfer, Zinn, Zink, Aluminium

Für diese Metalle gilt für die Preisfindung vom Händler zum Schmelzwerk das Prinzip von Angebot und Nachfrage, bereichert durch das Element der LME. Im Gegensatz zum Element Eisen, bei dem der absolute Betrag in Euros ausgehandelt wird, werden bei diesen Elementen Relationen zu den Notierungen der LME vereinbart. Dies können absolute Beträge oder relative Prozentsätze zu den jeweiligen Notierungen der LME sein. Da die LME verschiedene Notierungen in Abhängigkeit des Lieferzeitpunktes und monatliche Durchschnittswerte dieser Notierungen benennt, muss die zu verwendende Notierung zwischen Händler und Abnehmer festgelegt werden. Aufgrund der hohen Volatilität der einzelnen Elemente an der LME und da die Abnehmer an einer kontinuierlichen Lieferung durch den Handel interessiert sind, werden seitens der Abnehmer teilweise Hedging Modelle angeboten.

Für den Zukauf des Handels von der abgebenden Industrie (Neuschrotte) werden bei Ausschreibungen in der Regel entsprechende LME Notierungen als Basis hinzugezogen. Gängige Praxis beim Einkauf bzw. der Preisfindung dieser an der LME gehandelten Elemente sind hier die monatlichen Durchschnittsnotierungen der LME.

Für die Legierungen wie Messing, Bronze oder ähnliche Legierungen, aber auch Aluminium-Gusslegierungen werden zum Teil als Preisfindungsmodelle die unter 2.2 genannten Veröffentlichungen der Wirtschaftsinformationsdienste herangezogen.

Für den Einkauf von privaten Anlieferern oder Kleinstbetrieben und den Handel der Händler untereinander werden Tagespreise ausgehandelt. Diese Tagespreise sind absolute Preise pro kg, pro 100 kg oder pro Tonne. Diese Tagespreise stehen in Relation zu den jeweiligen LME Notierungen.

### 3.3. Metalle der Eisenlegierungen

Die Elemente Cr, Ni, Mo, W, V, Co verleihen Stahl als Legierungselemente in unterschiedlicher Kombination besondere physikalische Eigenschaften und werden als Legierungselemente im Recycling bewertet.

Nach DIN EN 10027-2 [23] wird zwischen unlegierten und legierten Stählen unterschieden. Die legierten Stähle teilen sich auf in Qualitätsstähle und Edelstähle. Die Edelstähle werden unterteilt in Werkzeugstähle (Stahlgruppe 20 bis 28), verschiedene Stähle (Stahlgruppe 32 bis 39), chemisch beständige Stähle (Stahlgruppe 40 bis 49) und Bau-, Maschinenbau- und Behälterbaustähle (Stahlgruppe 50 bis 89).

Als erstes soll die Gruppe 40 bis 45 der nichtrostenden Stähle betrachtet werden. Der bekannteste Werkstoff ist der 1.4301 oder im allgemeinen Sprachgebrauch auch V2A genannt. Dies ist ein Werkstoff der nach dem Stahlschlüssel [24] mit maximalen Werten von 0,07 % C; 1,0 % Si; 2,0 % Mn; 0,045 % P; 0,015 % S und 0,11 % N sowie Werten zwischen von 17,5 % bis 19,5 % für Cr und 8,0 % bis 10,5 % für Ni produziert wird. Zwischen Händler und Einkäufer des Edelstahlwerkes, das rostfreien Stahl produziert, werden vertraglich die zu vergütenden Komponenten festgelegt. Für Schrotte dieses Werkstoffes werden neben dem Element Eisen, die Elemente Chrom (Nebenmetall) und Nickel (Industriemetall) im Schrott bewertet. Nach Lieferung der Ware durch den Schrotthändler wird im Werk in der Regel eine Probeschmelze durchgeführt, um die analytische Zusammensetzung der Lieferung zu bestimmen. In einzelnen Fällen wird eine Handprobenahme durchgeführt, das heißt, es werden von einzelnen Stücken Teile abgetrennt, so dass ein repräsentatives Muster entsteht. Mit Hilfe der ermittelten Analyse wird der Wert der Lieferung bestimmt. Eine Tonne des Werkstoffes 1.4301 setzt sich aus etwa 700 kg Fe (70 %), 175 kg Cr (17,5 %) und 80 kg Ni (8,0 %) zusammen. Die restliche Menge zu 1000 kg sind die genannten Elemente C, Si, Mn, P, S, N und weitere in der Norm nicht genannte Elemente wie Mo, Cu, Nb, Ti, Co, W und andere. Die Eisenbewertung orientiert sich an der genannten Preisveröffentlichung der Sorte 2 der WV Stahl. Der Chrom-Preis pro kg orientiert sich an den Ferro-Chrom-Notierungen für *high carbon* Ferro-Chrom. Der Nickel-Preis wird durch die LME Notierung für Nickel definiert.

Im November 2013 waren die Werte der Notierungen bzw. der Veröffentlichungen wie folgt:

Wechselkurs EUR zu USD: 1 EUR = 1,3492 USD (November Durchschnitt)

Umrechnungsfaktor kg zu lb: 1 kg = 2,20462262 lbs

Fe: WV Stahl Sorte 2	286,0 EUR/t ->	0,286 EUR/kg
Cr: Ferro Cr HC*	0,96 \$/lb ->	1,5687 EUR/kg
Ni: LME Ni	13.721,19 \$/t ** ->	10,1699 EUR/kg

\* HC: High Carbon -> Kohlenstoffgehalte von 6-8 Prozent

\*\* Niedrigste Notierung aus *cash* und *3-months* sowie *buyer* und *seller*

Hieraus ergibt sich aus der angenommenen Analyse der folgende berechnete Wert (Tabelle 1) pro Tonne V2A Schrott

Tabelle 1: Berechnungsbeispiel für die Ermittlung des Wertes einer Tonne V2A-Schrott

Notierung	Ni 10,17 EUR/kg	Cr 1,57 EUR/kg	Fe 0,285 EUR/kg
Recycling Faktor	75 %	75 %	80 %
Inhaltspreis	7,63 EUR/kg	1,18 EUR/kg	0,228 EUR/kg

	Analyse %	Inhalt kg	Betrag EUR/t
Cr	17,5	175	205,89
Ni	8,0	80	610,19
Fe	70,0	700	159,60
<b>Wert</b>			<b>975,68</b>

Die Art der Berechnung variiert zwischen den einzelnen Werken, so berechnen verschiedene Werke den Wert des Eisens nicht, sondern ersetzen diesen durch einen festen Grundpreis per Tonne. Ob in diesem Beispiel ein Grundpreis von z.B. 160 EUR/t zu den Werten für Nickel und Chrom hinzu addiert werden würde, ergäbe für den absoluten Wert keinen nennenswerten Unterschied. Die Recyclingfaktoren werden individuell ausgehandelt, wobei der Faktor für Nickel im Fokus steht. In diesem Beispiel macht der Anteil des Nickels knapp 65 Prozent des Wertes aus. In Relation zum Nickel

schwanken die Werte des Chroms und Eisens wenig. Die hier angenommenen Faktoren entsprechen in etwa der aktuellen Marktlage. Aufgrund von derzeitigen Überkapazitäten im rostfreien Edelstahlmarkt ist der Faktor für Nickel relativ niedrig. Ein Recyclingfaktor von über neunzig Prozent für Nickel war in der Vergangenheit durchaus üblich. Die ermittelte Analyse des Schrottes ist nicht nur für Wertermittlung der Elemente Fe, Cr und Ni wichtig. Sondern sie gibt auch Auskunft über die anderen Elemente, die laut Stahlschlüssel vorhanden sein sollen, und jene Elemente, die vorhanden, aber im Stahlschlüssel nicht erwähnt sind. In der Regel werden für alle Elemente, die analytisch bestimmt werden, Grenzwerte festgelegt, deren Überschreitung mit einer Pönale belegt ist.

Neben den CrNi legierten Stählen sind die CrNiMo legierten Stähle im rostfreien Edelstahl Recycling von Bedeutung. Dies ist in erster Linie der Werkstoff 1.4401 mit 16,5 % bis 18,5 % Cr; 10,0 bis 13,0 % Ni und 2,0 % bis 2,5 % Mo oder im allgemeinen Sprachgebrauch auch V4A genannt.

Das Recyceln von legierten Schrotten beschränkt sich nicht nur auf den rostfreien Edelstahl, sondern es werden ebenfalls Schrotte anderer Stahlgruppen recycelt, die aber mengenmäßig eher Nischen darstellen. Für all diese Eisenlegierungen gilt, dass das Element Eisen bewertet wird, auch wenn es wertmäßig einen geringen Anteil ausmacht. Ein weiterer bedeutender Aspekt ist die Kombination der Elemente einer Legierung.

Hier sind insbesondere die Schnellarbeitsstähle mit der Stahlgruppe 33 und den bewerteten Elementen W, Cr, Mo und V oder die Stahlgruppe 32 mit den relevanten Elementen W, Cr, Mo, V und Co zu erwähnen. Schnellarbeitsstähle haben die Eigenschaft besonders hart zu sein, so dass das Element Nickel in diesen Legierungen nicht vorhanden sein darf, bzw. einen Grenzwert von maximal 0,3 Prozent aufweisen darf!

Dieser Grenzwert für Nickel von 0,3 Prozent gilt auch für die Warmarbeitsstähle der Gruppe 23 mit den bewerteten Elementen Cr, Mo und V.

Viele weitere legierte Stähle werden im Recycling bewertet, würden aber den Rahmen dieses Vortrages sprengen.

### 3.4. Metalle Nickel, Kobalt, Titan, Wolfram

Für die in diesem Kapitel betrachteten Elemente gilt, dass sie als Legierungselemente im Stahl von Bedeutung sind, allerdings aber auch als Basismetall recycelt werden. Eine Besonderheit stellt hier aus metallurgischer Sicht das Element Titan dar.

Ni-Basis Legierungen werden verstärkt in Anwendungsbereichen mit hohen Temperaturbeanspruchungen eingesetzt. Die Werte der einzelnen Ni-Legierungen werden durch die Legierungselemente bestimmt, zusätzlich aber noch stark durch die Herstellungsverfahren der Legierungen beeinflusst. Hierbei ist es entscheidend, ob eine Legierung unter Luftatmosphäre oder im Vakuum erschmolzen wird. Das Schema der Wertermittlung entspricht dem vorgenannten Beispiel zum Werkstoff 1.4301. Im Elektrolichtbogenofen wird Ferro-Cr HC eingesetzt. Diese Art des Ferro-Cr hat einen Kohlenstoffanteil von 6 bis 8 Prozent. Neben dem Ferro-Cr HC werden noch Spezifikationen von Ferro-Cr hergestellt, von denen noch das Ferro-Cr LC (low carbon) mit einem Kohlenstoff Wert von maximal 0,1 Prozent, erwähnt werden soll. Für den Einsatz im Vakuumofen muss allerdings reines Chrom eingesetzt werden. Je nach Reinheit und Anwendungszweck kann elektrolytisches oder aluminothermisches Chrom im Vakuumofen verwendet werden. Aluminothermisches Chrom aus russischer Herkunft enthält mindestens 98,5 Prozent Cr [25]. Die nachfolgende Übersicht gibt die Notierungen vom 3.12.2013 für die einzelnen Cr-Formen wieder:

Wechselkurs EUR zu USD: 1 Euro = 1,3542 USD (3.12.2013)

Ferro Cr HC 0,96 \$/lb -> 1,563 EUR/kg

Ferro Cr LC 1,95 \$/lb -> 3,175 EUR/kg

Aluminthermisches Cr 8,45 \$/kg -> 6,240 EUR/kg

Bei gleichen Recyclingfaktoren ist der Wert pro kg Cr-Inhalt für den Betreiber eines Vakuumofens viel höher. Entscheidend für den Wert eines Elementes ist, welcher Primärrohstoff ersetzt wird. Dies gilt für alle Elemente und ist hier für Chrom verdeutlicht worden. Ni-Basis Legierungen, die nicht im Vakuumofen erschmolzen werden, können größtenteils im rostfreien Edelstahlrecycling genutzt werden.

Ähnliche Zusammenhänge bestehen für Co- Basis Legierungen. Diese werden häufig mit den Schnellarbeitsstählen (Stahlgruppe 32) geschmolzen, wobei Co- Basislegierungen mit erhöhten Ni-Gehalten, anderen Recyclingwegen zugeführt werden müssen.

Ti-Legierungen werden nur in Vakuumöfen hergestellt. Schrotte, die dieser Verwertung nicht zugeführt werden können, werden zur Herstellung von Ferro-Ti verwendet.

Wolfram unterscheidet sich hier von den vorgenannten Metallen, da Wolfram-Basiswerkstoffe pulvermetallurgisch hergestellt werden. Hartmetallwerkstoffe sind W-C-Co-Verbindungen, deren chemische Zusammensetzungen zwischen 5 bis 7 Prozent Kohlenstoff, 6 bis 30 Prozent Kobalt und dem Rest Wolfram liegen. Weitere Wolfram-Basiswerkstoffe existieren auf dem Markt, spielen aus Sicht des Recyclers aber eine untergeordnete Rolle. Hartmetall-Schrotte werden von wenigen Industriebetrieben auf der Welt aufgekauft und unter hohem Aufwand zu Sinterpulver verarbeitet, mit dem Werkstücke in unterschiedlichen Formen hergestellt werden.

## 4. Faktoren, die das Recycling beeinflussen

Wie in der Einleitung bereits erwähnt bestimmen Angebot und Nachfrage den Markt. Durch verschiedene Faktoren kann, je nach Sicht der Dinge das Angebot oder die Nachfrage verändert werden. Im Weiteren soll auf verschiedene Faktoren eingegangen werden.

### 4.1. Schmelzaggregate

Um ein Produkt am Markt zu etablieren, muss es auf möglichst ökonomische Art und Weise hergestellt werden. Die Wahl des Herstellungsverfahrens wird auf diese Art und Weise beeinflusst. Bei verschiedenen Produkten sind die Rohstoffkosten ein hoher Bestandteil der Herstellungskosten. Das Recycling funktioniert immer dann, wenn der durch ein Recyclingverfahren hergestellte Sekundärrohstoff günstiger ist als der Primärrohstoff und die mechanischen und analytischen Eigenschaften weitgehend identisch sind. Je flexibler ein Aggregat in Bezug auf den Einsatz der Rohstoffe betrieben werden kann, desto höher ist das Angebot an Rohstoffen/Schrotten.

Bei der Stahlherstellung über die Oxygenstahlroute wird der Schrott in den Konverter gemeinsam mit dem relativ reinen Roheisen aus dem Hochofen eingesetzt, so dass auf diese Weise ein gewisser Verdünnungseffekt hinsichtlich der Gehalte an Begleitelementen vorliegt. Darüber hinaus können durch den Frischprozess, d.h. das Einblasen von Sauerstoff in die Eisenschmelze viele Begleitelemente bis auf Elemente wie Kupfer und Zinn aus der Schmelze in einem gewissen Rahmen entfernt werden. Durch diesen Frischprozess und die damit einhergehende Schlackenarbeit können somit auch bestimmte Begleitelemente, die über den Schrott eingetragen werden, aus der Schmelze entfernt werden. Allerdings ist an dieser Stelle auch anzumerken, dass bei den Stählen die über die Oxygenstahlroute hergestellt werden, die Ansprüche an die Gehalte von Spurenelementen, die nicht überschritten werden dürfen, sehr hoch sind.

Im Gegensatz dazu werden beim Elektrostahlverfahren bis zu hundert Prozent Schrott eingesetzt, so dass hier der Verdünnungseffekt durch das Roheisen nicht existiert. Des Weiteren bezieht sich ein möglicher Einsatz von Sauerstoff nur auf die metallurgische Arbeit im Ofen, da ein separater Frischprozess in Analogie zum Konverter nicht existiert. Die weiteren metallurgischen Maßnahmen finden im Bereich der Sekundärmetallurgie statt. Trotz der Tatsache, dass das Elektrostahlverfahren über eine definierte

Abstimmung von Ofen- und Sekundärmetallurgie eine entsprechende Flexibilität hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung gewährleistet, ist die Produktion bestimmter Stahlqualitäten nur über eine gezielte Auswahl entsprechender hochwertiger Schrottqualitäten und evtl. in Kombination mit möglichen Verdünnungseffekten über den Einsatz festen, reinen Roheisens oder Eisenschwamms möglich. Da beim Elektrostahlverfahren bestimmte Elemente (wie Cu und Sn) über den Schrott in den Prozess eingetragen und nicht oder nur bedingt entfernt werden können, sind bestimmte Stahlqualitäten auch nicht über den Elektrostahlprozess darstellbar.

Hingegen ist der Gießer, der die Rohstoffe lediglich erhitzt, relativ unflexibel, da er in der Regel nur bedingt störende Elemente entfernen kann, aufgrund der Tatsache, dass derzeit keine gezielten metallurgischen Behandlungen zur Reduzierung von Spurenelementgehalten im Rahmen der Schmelzprozesse durchgeführt werden. Die beiden dominierenden Schmelzaggregate im Gießereibereich sind Induktionsöfen und Kupolöfen. Beim Induktionsofen wird mit elektrischer Energie ein Magnetfeld erzeugt, das in den metallischen Rohstoffen im Ofen elektrische Ströme erzeugt, die die Rohstoffe zum Schmelzen bringen. Induktionsöfen werden diskontinuierlich betrieben, das bedeutet die Öfen werden befüllt, die Inhalte geschmolzen und anschließend werden die Öfen geleert, so dass der Prozess von neuem beginnen kann.

Der Kupolofen ist vereinfacht dargestellt ein großes Rohr, in das von oben die metallischen Rohstoffe mit Koks eingefüllt werden. Im unteren Teil des Kupolofens wird Luft, zum Teil angereichert mit Sauerstoff eingeblasen und durch die Verbrennung des Kokses mit dem Sauerstoff wird die Energie in Form von Wärme erzeugt, die dazu benötigt wird, die metallischen Einsatzstoffe aufzuschmelzen.

Solange der Schrott in einem Stahlwerk nicht mit höheren Anteilen an edlen Elementen wie Kupfer oder Nickel verunreinigt ist, kann der Stahlwerker durch die metallurgische Arbeit relativ flexibel in Bezug auf die analytische Zusammensetzung reagieren. Des Weiteren sind Stahlwerke aufgrund der Größe der Anlagen beim Einsatz von Schrotten flexibler, so dass der Einkäufer eines Stahlwerkes den Schrott günstiger einkaufen kann.

Im Gegensatz dazu können Einkäufer einer Gießerei aufgrund der kleineren Anlagengrößen nur Schrotte in bestimmten Abmessungen kaufen, die außerdem bei der Verwendung in Induktionsöfen aus Gründen des Arbeitsschutzes auch noch trocken sein müssen, so dass von der daher die Schrotteinstandspreise für Gießereien deutlich höher sind.

Der Gießer, der Produkte für die Windkraftenergieindustrie produziert, muss sehr genau die analytischen Vorgaben über die Auswahl der entsprechenden Einsatzmaterialien erfüllen, d.h. er muss sehr genau auf die Analytik des Schrottes achten, da er im Prinzip keinerlei Einfluss auf die Schmelze im Verlauf des Schmelzprozesses nehmen kann. Dies wiederum verteuert der Schrott. Im Gegensatz dazu, ist der Gießer, der Kontergewichte für den Maschinenbau produziert relativ flexibel in der analytischen Zusammensetzung des Schrotts, was sich in niedrigeren Einkaufspreisen widerspiegelt.

Für den NE-Metall Gießer gelten dieselben Rahmenbedingungen, wie für den Eisen Gießer.

In legierten Stählen ist die Eliminierung von unerwünschten Elementen eingeschränkt und hängt von der jeweiligen Affinität des Elementes zum Sauerstoff ab.

Für Materialien, die im Vakuumofen erschmolzen werden, gibt es kaum Toleranzen in Bezug auf Analytik oder Feuchte.

## 4.2. Metallurgie

Wie in Kapitel 3 beschrieben, stellen bestimmte Elemente in Abhängigkeit von der jeweiligen relevanten Legierung einen gewissen Wert dar. Elemente mit einer hohen Affinität zu Sauerstoff stellen keinerlei Wert dar. Hier ist zum Beispiel Titan zu nennen. Verschiedene legierte Stähle sind bis zu ein Prozent mit Titan legiert. Während des Schmelzprozesses verbindet sich das Titan aus dem Stahl mit Sauerstoff, so dass zum Ende des Schmelzprozesses kein Titan in der Schmelze verblieben ist. Im Gegenteil, die Verminderung um den Titananteil, erhöht den Schmelzverlust der Gesamtschmelze. Weitere Elemente mit hoher Affinität im Stahl sind Aluminium und Magnesium.

## 4.3. Handlingkosten und Lagerkosten

Metalle können zu hundert Prozent mit Schrott erschmolzen werden, so dass jeder Schmelzer bestrebt sein wird, Schrotte einzusetzen, die dem Endprodukt analytisch sehr ähnlich sind. Demgegenüber stehen allerdings die Handlingkosten, die für die Trennung und Lagerhaltung von analytisch identischen Materialien notwendig sind. Manche Werke haben ein so breites Produktionsprogramm, dass diese Aufgabe aus lagertechnischen Gründen nicht bewerkstelligt werden kann. Hier stehen Handling- und Lagerhaltungskosten dem an Legierungselementen gesparten Kosten gegenüber. Ab gewissen Grenzwerten für bestimmte Elemente macht eine Trennung von Schrotten erst Sinn.

## 4.4. Verfahrenskosten – Produktionskosten

Die Geschwindigkeit des Schmelzprozesses im Elektrolichtbogenofen wird vom Stahlwerker in Tap-to-Tap Zeiten gemessen. Dies ist die Zeit zwischen zwei Abstichen, also wie lange benötigt wird um eine Ofenfüllung zu erschmelzen. Die Einschmelzgeschwindigkeit wird stark durch die Dichte des Rohstoffes im Ofen beeinflusst. Schrott mit einer hohen Packungsdichte bringt dem Ofenbetreiber Vorteile, so dass für diesen Schrott mehr bezahlt werden kann. Die Schrottsorteneinteilung trägt diesem Umstand Rechnung. In wirtschaftlich schwierigen Zeiten, wenn die Geschwindigkeit eine untergeordnete Rolle spielt, versucht der Einkäufer eines Werkes den günstigeren Schrott mit niedrigerer Packungsdichte verstärkt zu kaufen.

## 4.5. Logistik

In Abhängigkeit von den Erlöspreisen für die einzelnen Schrottgütern, spielt die Logistik eine mehr oder weniger große Rolle. Exemplarisch sind hier Marktpreise aus dem November 2013 genannt:



- Stahlschrott der Sorte 2, frei geliefert Werk, 277,4 EUR/t.
- V2A Abfälle bei etwa 1.000 EUR/t.
- Aluminium-Stückschrott etwa 1.200 EUR/t.
- Schnellarbeitsstähle der Güte 1.3343 (5,9 % W; 4,8 % Mo; 3,8 % Cr; 1,7 % V) etwa 2.800 EUR/t.
- Hartmetall Stückschrotte bei etwa 21.000 EUR/t
- Tantal-Schrott bei etwa 150.000 EUR/t.

Es ist sehr leicht zu erkennen, dass die Logistikkosten bei den Stahlschrotten signifikant sind, beim Tantal-Schrott demgegenüber eher eine weniger wichtige Rolle spielen. Mit zunehmenden Erlöspreisen nimmt die Bedeutung der Logistikkosten ab. Neben der Entfernung spielt das Transportmittel eine Rolle. Im innerdeutschen Verkehr wird auf kurzen Distanzen bis 100km verstärkt der LKW als Transportmittel gewählt. Dies ist zu allererst der höheren Flexibilität der LKW Speditionen geschuldet. Die Bahn kann nur dann als Transportmittel gewählt werden, wenn der Abnehmer über einen entsprechenden Bahnanschluss verfügt. Das günstigste Transportmittel innerhalb Deutschland für Stahlschrotte ist das Schiff. Hierfür müssen Sender und Abnehmer über entsprechende Umschlagsmöglichkeiten verfügen und die Losgrößen der Lieferungen sollten etwa > 1.000 Tonnen sein.

Für den Export der Schrotte nach Fernost hat sich der Transport per Container etabliert. Im November 2013 lag der Preis pro Tonne Schrott von Mülheim an der Ruhr nach Indien per 20 Fuß Container bei etwa 38 EUR/t, wobei die Kosten von Mülheim nach Rotterdam bzw. Antwerpen zum Containerumschlagsterminal etwa die Hälfte der gesamten Kosten ausmachten. Transportkosten ab den Containerumschlagsterminals Rotterdam, Antwerpen oder Hamburg nach Fernost sind nahezu identisch. Für einen in der Nähe von Hamburg ansässigen Schrotthändler sind die Transportkosten zu den Stahlwerken an der Ruhr ähnlich den Transportkosten von Hamburg nach Indien.

## 5. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Überblick über die Funktionsweise des Metallhandels, von der Bedeutung von Preisfindungsmodellen, über die Bedeutung von Schmelzaggagaten, die Relevanz von Handlings- und Lagerkosten bis hin zum Einfluss der Logistik gegeben. In der Branche wird immer wieder der Satz zitiert: *Kein Schrott bleibt auf der Straße liegen und findet immer ein Zuhause*. Nicht immer findet der Schrott ein optimalen Entsorgungsweg, je nach Betrachtungsweise in kaufmännischer Sicht (Schrotthändler erzielt nicht den besten Preis) oder aus technischer Sicht (Elemente gelangen in Schmelzen, in denen sie nicht benötigt werden oder sogar stören).

Aber da der Einsatz von Schrotten einen wirtschaftlichen Vorteil mit sich bringt, ist der Metallhandel keine Erfindung des 20. Jahrhundert und wird solange stattfinden, wie die Möglichkeit besteht mit dem Handel von Schrott Geld zu verdienen. Die CO<sub>2</sub> Einsparungen durch den Einsatz von Schrotten sind bekannt, beeinflussen das

Marktgeschehen aber in keiner Weise, da sie sich nicht monetär bemerkbar machen. Konsequenterweise müsste der Handel mit CO<sub>2</sub> Zertifikaten international gelten und funktionieren, was derzeit aber nicht der Fall ist.

Durch Gesetze und Regelungen nimmt der Staat Einfluss auf die Entsorgungswege. Wenn die energieintensive Produktion von Metallen in Deutschland nicht mehr wettbewerbsfähig ist, werden mehr und mehr Schrotte exportiert. Auf der anderen Seite wird der internationale Metallhandel durch unterschiedliche umweltrechtliche Gesetze erschwert.

Deutschland ist als Industrienation auf Rohstoffe in Form von Metallen angewiesen und sollte die Recyclingwirtschaft entsprechend unterstützen, da sie ein Kernelement der erfolgreichen Entwicklung und zukünftigen Gestaltung von industriellen technischen Prozessen ist, die in möglichst weitgehend geschlossenen Rohstoffkreisläufen funktionieren. Als Branchenbeteiligter ergibt sich allerdings sehr häufig der Eindruck, dass die Politik den Schrott- bzw. Metallhandel mit dem kleinen Sammler auf der Straße gleichsetzt und dementsprechend behandelt, jedoch die Recyclingwirtschaft nicht als eine industrielle Branche wahrnimmt, die sehr wesentlich mit dazu beiträgt, dass Ressourcen geschont werden und damit ein im hohen Maße angewandter Umweltschutz betrieben wird.

## 6. Quellen

- [1] Schumann, H.: Metallographie, 10. Auflage. VEB Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig
- [2] [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org)
- [3] [www.bir.org](http://www.bir.org)
- [4] [www.bdsv.org](http://www.bdsv.org)
- [5] Deike, R.: Chemie Ingenieur Technik, 84, Nr. 10, 2012, S. 1685-1692
- [6] [www.thewfo.com](http://www.thewfo.com)
- [7] 47th Census of world casting production, Modern Casting, 12/2013, S. 18-23
- [8] [www.bdguss.de](http://www.bdguss.de)
- [9] Deutschland Rohstoffsituation 2011 – [www.deutsche-rohstoffagentur.de](http://www.deutsche-rohstoffagentur.de)
- [10] [www.wvmetalle.de](http://www.wvmetalle.de)
- [11] [www.lme.com](http://www.lme.com)
- [12] [www.stahl-online.de](http://www.stahl-online.de)
- [13] [www.isri.org](http://www.isri.org)
- [14] [www.eurofer.org](http://www.eurofer.org)
- [15] Deike, R.: Giesserei, 100, Nr.3, 2013, S. 92-97
- [16] [www.metallhandel-online.com](http://www.metallhandel-online.com)
- [17] [www.euwid-recycling.de](http://www.euwid-recycling.de)
- [18] [www.vwd.com](http://www.vwd.com)

- [19] [www.metalbulletin.com](http://www.metalbulletin.com)
- [20] [www.metal-pages.com](http://www.metal-pages.com)
- [21] [www.fastmarkets.com](http://www.fastmarkets.com)
- [22] [www.institut-seltene-erden.org](http://www.institut-seltene-erden.org)
- [23] DIN EN 10027-2 – [www.beuth.de](http://www.beuth.de)
- [24] Stahlschlüssel, [www.beuth.de](http://www.beuth.de)
- [25] [www.mmta.co.uk/metals/Cr/8](http://www.mmta.co.uk/metals/Cr/8)



## 100% RECYCLING

STABSTAHL  
HALBZEUG  
ROHSTAHL  
BLANKSTAHL

Bei der Georgsmarienhütte GmbH kommt für die Stahlerzeugung im Elektrolichtbogenofen ausschließlich aufbereiteter, sortierter Stahlschrott zum Einsatz.

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



Georgsmarienhütte  
GmbH · seit 1856 · Edelstahl

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Recycling und Rohstoffe** – Band 7

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014

ISBN 978-3-944310-09-1

ISBN 978-3-944310-09-1 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2014

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Fabian Thiel, Janin Burbott, Cordula Müller,

Katrin Krüger

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München 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.