

Metallsortierung in der Abfallwirtschaft – Qualitätssteigerung und ökonomisches Standbein

Ulrich Kohaupt

Steinert Elektromagnetbau GmbH, Köln

Metal Sorting in Waste Treatment – Improvement of Quality and Economical Backbone

Abstract

Metals are more than ever important for the economical success of a waste management plant, like for RDF, MBT, packaging waste. To make an investment decision more and more life cycle costs has to be taken in account. The major parameter for this rae recovery rate, product purity, availability of the machine or even the maintaining effort.

By selecting a performance eddy current separator, e.g., the advantage can easily reach 70.000 € per year. This allows to reduce treatment costs, increase profitability, or to do additional investments to increase profitability.

Even for suspension magnets and sensor sorting systems some major aspects are given to maximise profitability.

Zusammenfassung

Metalle spielen hinsichtlich Qualität von Produkten aus MBA, Wert- und Reststoffbehandlung oder EBS-Gewinnung eine große wirtschaftliche Rolle in der Abfallwirtschaft. Bei der Investitionsentscheidung sind mehr als sonst die Lebenszykluskosten zu berücksichtigen. Diese werden insbesondere durch Ausbringen, Produktreinheit und Verfügbarkeit sowie Wartungsaufwand beschrieben.

So können z.B. allein durch den Einsatz von hochwertigen Nichteisenmetallscheidern schon in kleinen Anlagen zusätzlich 70.000 € im Jahr eingenommen werden. Dies öffnet Raum für Gebührensenkungen, Gewinnsteigerung oder zusätzliche Investitionen zur Produktivitätssteigerung. Eine entsprechende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird vorgestellt werden.

Auch für Überbandmagnetscheider und Sensorsortiersysteme wird dargelegt, wie sich für Betreiber und Planungsbüros Kriterien anwenden lassen, die maximale Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

Keywords

Metallgewinnung, Metallrecycling, Wirbelstromscheider, Magnetscheidung und Sensorisierung;

Metal extraction, metal recycling, eddy current, magnet separation, sensor sorting

1 Einführung

Die Metallpreise erleben seit einigen Jahren einen erheblichen Aufschwung, und es ist derzeit kein Anhaltspunkt zu erkennen, warum diese Preise in erheblichem Umfang in den nächsten Jahren fallen sollten. Im Vergleich zu klassischen Rohstoffen wie Kohle und Kies beträgt der Faktor 100 – 1000 für reine Metalle. Natürlich liegen Schrottpreise um einiges unterhalb der reinen Metallpreise bei rund 50 % der Preise. Es wird aber deutlich, dass jede Technologie zur Rückgewinnung von Metallen einen unmittelbaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Abfallbehandlungsanlagen haben muss. Wirtschaftlichkeit wird in der Abfallwirtschaft genauso wie in jedem anderen Industriezweig durch Ausbringen und Reinheit der Produkte sowie der Verfügbarkeit und dem Wartungsaufwand der Maschinenteknik definiert. Damit wird auch deutlich, dass Wirtschaftlichkeit insbesondere eine Frage der Technologie ist.

In einer üblichen Behandlungsanlage wird zunächst zerkleinert und dann über Sichter und Siebstufen klassiert. Daran anschließend werden je Korngrößenklasse verschiedene Sortierschritte ergänzt. Dies sind im wesentlichen Metallrückgewinnungstechnologien und im wachsenden Maße auch Kunststoff- oder Papierrückgewinnungstechnologien. Üblicherweise beginnt man mit einer Magnetscheidung mittels Magnettrommel oder Überbandmagnetscheider. Daran schließt sich ein Nichteisenmetallscheider an und seit einigen Jahren gebräuchlich ist die Sensorsortierung. Im Abfallbereich werden die Induktionssortiersysteme bzw. Nahinfrarotsortiersysteme eingesetzt.

2 Wertstoffpotential

Eine einfache Bilanz einer üblichen Ersatzbrennstoffaufbereitungsanlage in Deutschland macht deutlich, dass bei einer jährlichen Durchsatzmenge von 90.000 t ein Metallinhalt von rund 3,4 Mio. Euro durch die Anlage geschleust wird.

Dem gegenüber stehen Kosten von 2,8 Mio. Euro, wodurch ein Nettodeckungsbeitrag von rund 600.000 Euro entsteht. Wird hier auch nur 1 % des enthaltenen NE-Metallgehaltes durch mangelnde Technologie verloren, wirkt sich dies unmittelbar auf das wirtschaftliche Ergebnis des Gesamtprozesses aus. (Abbildung 1)

Hausmüllsortierung, Ersatzbrennstoffgewinnung

	Menge		%	used in/as ...	value [€/t]	balance [€]	remarks
feed:	90.000	t/a	100	Verwertung in	values are estimated		
EBS	45.000	t/a	50	Brennstoff in Zementw	-50	-2.250.000	Abnahmegebühr
Wasser	21.250	m³/a	24	Kühlwasser	0	0	
Eisen	0,85	t/a	0	Fe-Hochofen	80	68	sehr gering
NE-Metalle	3.400	t/a	4	NE-Metallurgie	1000	3.400.000	"Cash cow"
Inertes	11.050	t/a	12	Strassen	0	0	
Staub	1.700	t/a	2	Verbrennung	-300	-510.000	Behandlungskosten
Batterien	0,50	t/a	0	Deponie	-200	-100	Behandlungskosten
	82.401	t/a	92			639.968	Deckungsbeitrag
Delta	7.599	t/a		Feuchtigkeitsverlust			

Abbildung 1 Massen- und Wertstoffbilanz in einer Ersatzbrennstoffaufbereitung

Am Beispiel des Nichteisenmetallscheiders oder wie er auch genannt wird Wirbelstromscheiders, lassen sich die Technologieunterschiede sehr eindeutig darstellen, diese erfolgt im Anschluss. Im Markt gibt es 2 Systeme von Wirbelstromscheidern, zum einen ist dies ein Wirbelstromscheider mit zentrischem System, wie es weltweit zahlreiche Anbieter propagieren. Im Wettbewerb dazu und bei weitem erfolgreicher im Markt steht der Wirbelstromscheider der Firma Steinert mit dem so genannten exzentrischen Polsystem. Dieses exzentrische Polsystem ermöglicht eine bessere Reinheit der Produkte, ein höheres Materialausbringen und eine erheblich gesteigerte Standfestigkeit. Aber diese Technologie ist teurer in der Anschaffung.

Eine einfache, diese Technologien vergleichende Bilanz aus der Abfallbehandlung deutete einen jährlichen zusätzlichen Gewinn von rund 70.000 Euro an. Nur dadurch, dass die aufwändigere, aber letztendlich kostengünstigere Technologie eingesetzt wird. Bei dieser Berechnung wurde bewusst ein erheblicher Preisunterschied bei der Investition von rund 30 % mehr für das exzentrische System angenommen und bewusst geringe Steigerungen von 2 bzw. 1 % bei Ausbringen und Reinheit berücksichtigt. Auch wurde ein erhöhter Ersatzteil- und Personalaufwand für Wartung und Reparaturen beim zentrischen System berücksichtigt, der immerhin einen Unterschied von 300 % zum Vorteil des exzentrischen Systems ausmacht. (Abbildung 2)

Durch diese hier kurz beschriebenen Zahlen ergibt sich im Jahr ein zusätzlicher Gewinn von 9 % pro Jahr, was die beschriebenen 70.000 Euro ausmacht. Der Preisunterschied ist daher innerhalb eines halben Jahres bezahlt und macht sich danach regelmäßig bezahlt.

	Aufgabe		10 t/h			
	NE-Metall		4 %			
	Durchsatz pro Jahr		38.400 t/a		16h/d; 240d/a 2 Schichten	
	STEINERT exzentrisch		andere, zentrisch		Unterschied zu STEINERT NES	
Investment NES	85.000	€	60.000	€	-29 %	zusätzliche Kosten für Technologie
Verfügbarkeit	95	%	92	%	-3 %	wg. Band und Trommelmantel
andere Investkosten			Gleichheit			
Ersatzteile, Personal	3.500	€/a	13.500	€/a	286 %	2 Trommelmäntel pro Jahr
Kosten je tonne Durchsatz	1,4	€/a	1,5	€/t	11 %	
Ausbringen	90	%	88	%	-2 %	wg. Exzentrik
Reinheit	90	%	89	%	-1 %	Wg. Exzentrik
Produktion NE	1.313	t/a	1.244	t/y		
Wert NE	720	€/t	712	€/t		
Einnahmen ges.	945.562	€/a	885.404	€/y	-6 %	
Kosten ges.	51.840,0	€/a	57.600,0	€/y	11 %	
Gewinn pro Jahr	893.721,6	€/a	827.804,5	€/y	-7 %	
Unterschied zum Jahresende	65.917,1	€/a				Vorteil Exzentrik!

Abbildung 2 Wirtschaftlichkeitsvergleich am Beispiel der Wirbelstromscheidertechnologien zwischen exzentrischem und zentrischem Polsystem

3 Technologieunterschiede, Kriterien

3.1 Magnetscheidung

Ein weiteres Wirtschaftlichkeitskriterium im Metallrecycling ist z. B. im Bereich der Magnettrommeln, die tatsächlich verfügbare Arbeitsbreite und die Stärke der Magnettrommeln. Durch besondere Konstruktion der elektromagnetischen Spulen innerhalb der Trommel können auch die Arbeitsbreiten von Maschinen maximal genutzt werden und maximale Arbeitsabstände zum Ausheben von Wertstoffen gewährleistet werden. Durch den Einsatz von eloxiertem Aluminiumband als Leitermaterial und extrem rechteckigen Spulen wird eine nahezu unbegrenzte Temperaturbeständigkeit erreicht und die magnetische Feldstärke über die gesamte Arbeitsbreite gesichert.

Ähnlich verhält es sich beim Überbandmagnetscheider: auch hier erlauben Leitermaterial und ein durch rechteckige Spulen lang gezogenes Magnetfeld lang Verweilzeiten und eine zuverlässige Separation. Auch sind diese Elektromagnete ohne Öl, was der Wartungsarmut und der Haltbarkeit entgegen kommt.

Die zentrale Fragestellung ist hier, welche Metallkörper getrennt werden sollen. Nur Angaben zum magnetischen Feldwert „Gauss“ zu fordern ist nicht genug. Schließlich soll sortiert werden, d.h. das Aushebeverhalten für ein bestimmtes Stück Eisen, z.B. ein Eisenzylinder von 15 mal 150 mm, in einem bestimmten Arbeitsabstand ist wesentlich aussagefähiger. Auch bietet der Gauss-Wert keine Grundlage, um daraus das Trennverhalten zu abzuleiten. Dies geht wiederum nur mit dem so genannten „Feldgradienten“, den jeder Hersteller über den Verlauf der magnetischen Feldlinien berechnen kann. Jedem Probekörper kann ein eigener Feldgradient zu geordnet werden. Wird die-

ser durch den Magnet in einem bestimmten Abstand überschritten, so kommt es zur Anziehung! Eine Darstellung dieser Feldgradienten in international gebräuchlichen Einheiten wie A^2/cm^2 hilft ebenfalls zu vergleichen. So benötigen ein Zylinder von 15 x 75 mm einen Feldgradienten von $3317 A^2/cm^2$ und eine Mutter M20 $8712 A^2/cm^2$.

3.2 Wirbelstromscheidung

Zwei zentrale Ursachen stehen beim Wirbelstromscheider im Vordergrund, um die Wirtschaftlichkeit zu sichern: die Verstellbarkeit und Verfügbarkeit. Das exzentrische Polsystem bietet diese Voraussetzung.

Durch die Verstellbarkeit besteht die Möglichkeit, die wirksame Kraft auf die Teilchengröße und Teilchenform abzustimmen. Ausbringen und Produktreinheit werden dadurch zuverlässig gesteigert, bis zu 30 % mehr Ausbringen sind hier möglich.

Die Verfügbarkeit wird im Falle des Wirbelstromscheidungers durch die Haltbarkeit von Förderband und Mantel der Kopftrommel geprägt. Auch ist der einfache Bandwechsel ein wichtiges Thema. Wegen des exzentrischen Polsystems ist das Magnetfeld nur dort außerhalb der Kopftrommel des Wirbelstromscheidungers, wo es gebraucht wird; d.h. nur dort, wo dem Metallteil ein kurzer starker Impuls gegeben wird. Am restlichen Umfang der Kopftrommel ist praktisch kein Magnetfeld wirksam. Damit können nicht, wie beim zentrischen System, eisenhaltige Teilchen an der Trommel anhaften und das Band oder den Trommelmantel verschleifen. Die häufigen Wechsel vom Trommelmantel beim zentrischen System sind sehr teuer, durch den Mantel selbst und die, oft unplanmäßigen, Stillstandzeiten. (Abbildung 3)

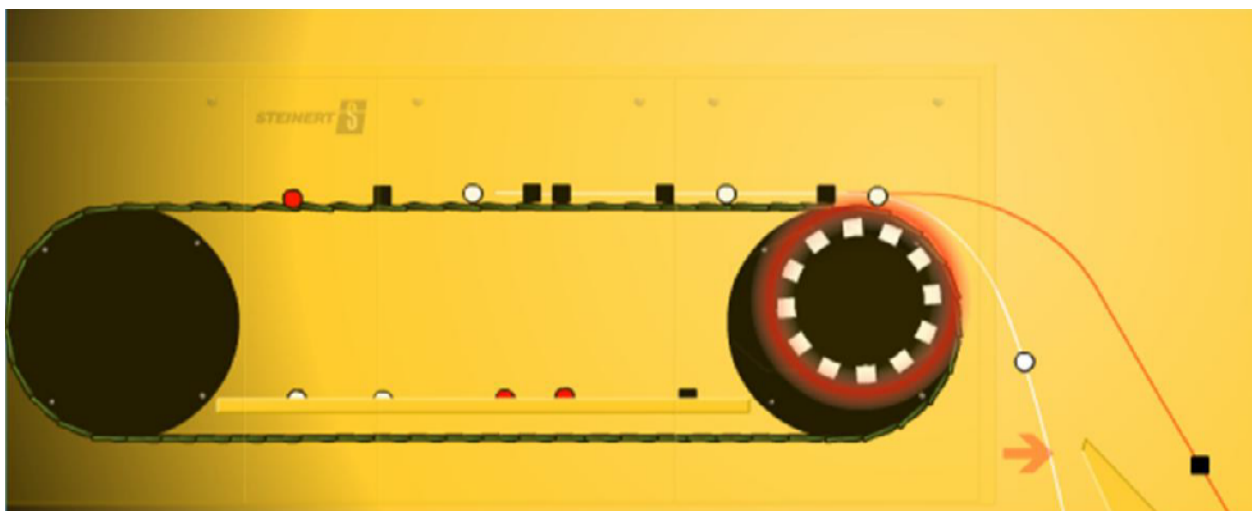


Abbildung 3 Darstellung des Wirbelstromscheidungers mit exzentrischem Polsystem, Quelle: STEINERT GmbH

3.3 Sensorsortiersysteme

Sensorsortierung wird in der Metall- und Kunststoffsortierung überall dort eingesetzt, wo bislang Handsortierung üblich war. Ist die Handsortierung auf ein Ausbringen von rd. 40% begrenzt, so ist bei der Sensorsortierung ein Ausbringen von über 90% möglich. Das heißt, die Wirtschaftlichkeit liegt im Wesentlichen im Zugewinn an Ausbringen. Aber auch die Reinheit entspricht in weitem Umfang der der Handsortierung und ist dieser z.T. auch überlegen.

Sensorsortiersysteme arbeiten nach dem Prinzip, dass ein Sensor bestimmte zuvor eingestellte Materialeigenschaften (z.B. elektrische Leitfähigkeit und Magnetismus) erkennt und die erkannten Teilchen dann über einzelne Computer gesteuerten Druckluftstöße ausgeschleust werden. (Abbildung 4)

Auch hier müssen die Lebenszykluskosten betrachtet werden, wie zuvor an dem Beispiel Wirbelstromscheider beschrieben. Werden Lebenszykluskosten stärker als bisher gerade in der internationalen Abfallwirtschaft berücksichtigt, so tritt die reine Investitionshöhe in den Hintergrund. Ein Preisunterschied von 35.000,00 Euro am Beispiel des Wirbelstromscheiders und einem jährlichen Zugewinn von 70.000,00 Euro macht deutlich, dass die Kaufentscheidung immer durch die beste verfügbare Technologie geprägt sein sollte, da damit auch ein störungsfreier Betrieb verbunden ist. Viele technische Details wie Bandqualität, Bandführung, Ausblasdüsen, Vorratsbehälter für Druckluft, Bedienungsfreundlichkeit und nicht zuletzt die einfache Wartung. tragen zur Betriebs- und Ergebnissicherheit bei.

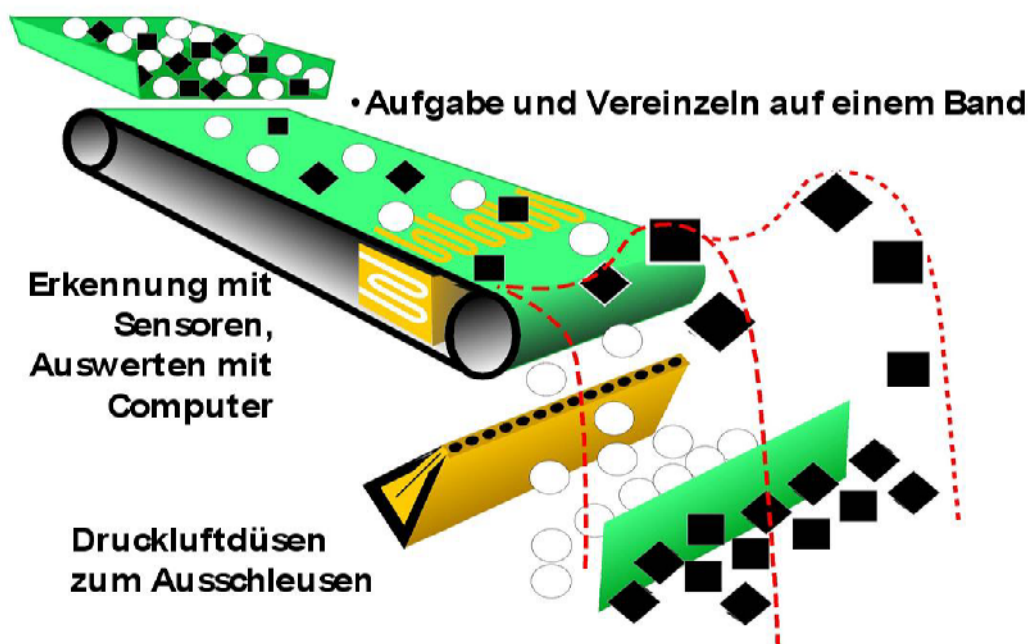


Abbildung 4 Darstellung des Prinzips der Sensorsortierung,
Quelle: STEINERT GmbH

3.3.1 Induktionssortiersystem

Der Bereich Sensorsortierung trägt seit einigen Jahren durch Induktionssortiersysteme im Bereich Metallrecycling zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit bei. Kleinste Verunreinigungen werden erkannt, um zum Beispiel den Ersatzbrennstoff metallfrei zu haben und Maschinen zu schützen. Schmale, hier eingesetzte Metalldetektoren erkennen Metallteile und steuern dann gezielt einzelne Druckluftdüsen mit einer Arbeitsbreite von 12,5 mm an, wodurch die Partikel aus dem Förderstrom entfernt werden können. Dies trägt erheblich zur Metallfreiheit von Ersatzbrennstoffen bei und auf der anderen Seite zur Ausschleusung von metallischen Wertstoffen. Waren seit der Einführung dieser Technologie Metalldetektoren mit 25 mm Breite der einzige Standard, so stehen seit ungefähr 1 Jahr Detektoren zur Verfügung, die 12,5 mm Arbeitsbreite aufweisen und exklusiv von der Firma Steinert weltweit vertrieben wird. Auch dieser Sensor trägt erheblich zur Produktreinheit sowohl im nichtmetallischen als auch im metallischen Produkt bei und ist erneut ein Beleg für die Wirtschaftlichkeit eines Sortiersystems. In einem anderen Vortrag wird auf die genaue Technologie näher eingegangen werden.

Wenn auch diese Technologien anfänglich mit erheblichen Investitionen verbunden sind, so beträgt eine Rückzahlung in vielen Fällen nur rund 6 Monate, falls überhaupt.

3.3.2 Nahinfrarotsortiersystem

Darüber hinaus haben sich in den letzten Jahren Nahinfrarotsysteme fest etabliert. Auch hier ist es wichtig, angepasste Technologien zu nutzen, die sowohl Produktreinheit, Ausbringen und Verfügbarkeit gewährleisten. Die Firma Steinert hat daher die Kooperation mit der französischen Firma Pellenc verabschiedet, da hier Produkt- und Unternehmensphilosophie aber auch die Kundenorientierung in sehr weitem Bereich übereinstimmen. Hochauflösende NIR-Systeme, wie sie in der PET-Aufbereitung seit Jahren üblich sind in Verbindung mit einem durchdachten Maschinenbau sichern auch hier ein maximales Ergebnis.

Die Kooperation der beiden Firmen beschränkt sich nicht nur auf den Verkauf der Maschinen. Es ist vielmehr das zentrale Anliegen auch den Service durch die erprobte Serviceorganisation des deutschen Partners zu gewährleisten. Dadurch gibt es auch auf Betriebsebene keine Sprachbarrieren und Ersatzteile treffen meist schon am nächsten Tag beim Kunden ein.

3.3.3 Röntgensortiersystem

Als weitere Ergänzung im Sortierprozess für Metalle wurde insbesondere das Röntgensystem entwickelt. Dieses Röntgensystem arbeitet mit Röntgentransmission. Es ist daher möglich, Leicht- und Schwermetalle wie Aluminium und Kupfer voneinander zu unterscheiden, aber auch was im Bereich der Ersatzbrennstoffe interessant ist, zwischen

Organic und Anorganic, d. h. zwischen Kunststoffen, Holz und Steinen zu unterscheiden. Durch den Einsatz der Röntgensortierung für die Aluminium-Kupfer-Trennung wird erneut eine Wertsteigerung von rund 200 €/t erzielt. Bei Betriebskosten von rund 18 Euro je Tonne, ist die Investitionsentscheidung vielmehr von Betriebssicherheit und Wartungsaufwand geprägt.

4 Gesamtprozess einer wirtschaftlichen Metall- aufbereitung

Ein Gesamtprozess für das Metallsortieren könnte demnach in der Weise aussehen, dass man hinter einem Wirbelstromscheider in der so genannten Abfallfraktion für verlorene Metalle und Edelmehle 2 Induktionssortiersysteme in Reihe schaltet, um gemischte NE-Metalle und insbesondere Edelmehle umfassend zurück zu gewinnen.

(Abbildung 5)

Im Nichteisenmetallstrom des Wirbelstromscheidungers werden ein Röntgensortiersystem und das hier noch nicht erwähnte Farbsortiersystem ergänzt. Das Röntgensortiersystem wird wie zuvor beschrieben eine Sortierung zwischen Schwer- und Leichtmetallen durchführen. Auch die gemischten NE-Metalle des Induktionssortiersystems werden diesem Materialstrom zu geführt.

Die so gewonnenen Schwermetalle können dann durch die Farbsortierung in die Produktgruppen Kupfer, Zink und Bronze weiter unterteilt werden.

Je weiter die Metalle insbesondere die Buntmetalle nach Materialgruppen sortiert sind, je größer ist die Wertschöpfung. Man kann überschlägig zwischen 200 und 500 Euro pro Tonne für diese Wertsteigerung veranschlagen.

Auch ist es denkbar zunächst eine Farbsortierung auf die grauen Metalle (Aluminium, Zink) durchzuführen, um diese dann mittels Röntgensortiersystem in Aluminium und Zink zu trennen. Die Entscheidung welchen Prozessweg man verfolgt hängt vom Einzelfall ab und sollte insbesondere von den jeweiligen Mengenströmen abhängen. Bezogen auf den Mengenstrom lässt sich eine Farbsortierung sicherlich kostengünstiger betreiben.

Vor diesem Hintergrund wurden bereits nach Russland und Japan jeweils ein Farb- und ein Röntgensortiersystem als Paketlösung verkauft.

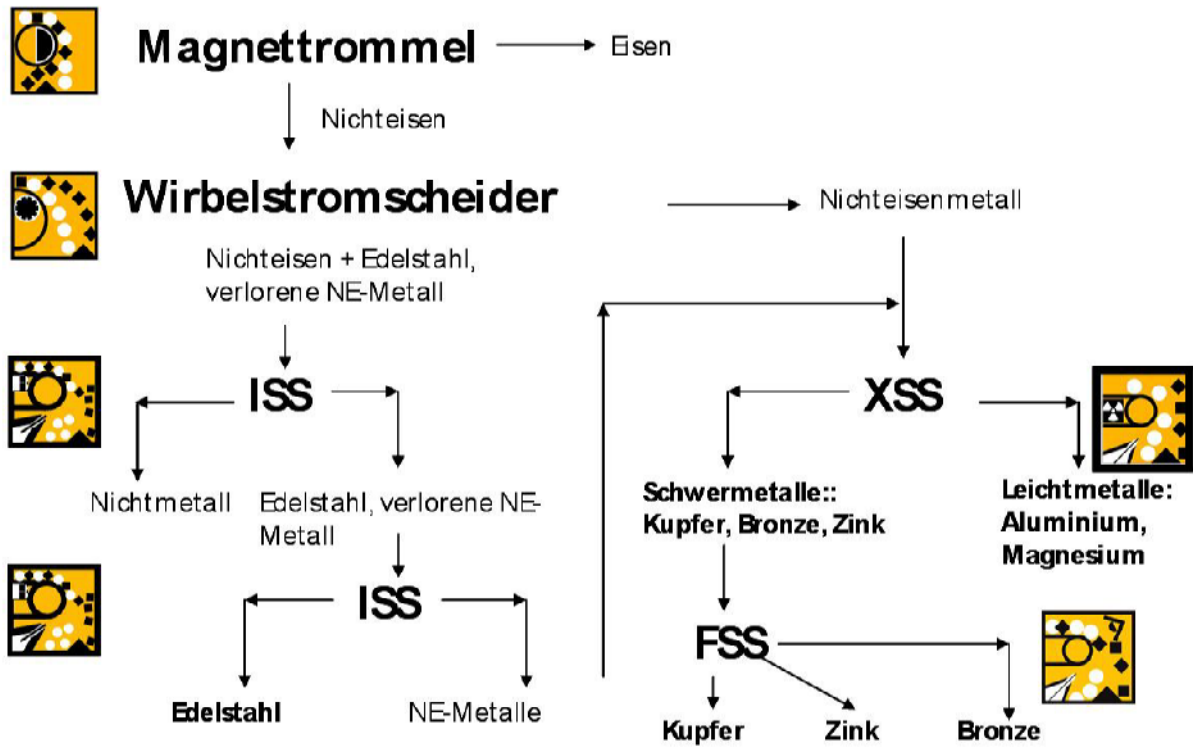


Abbildung 5 Modellhafte Darstellung der zukünftigen Metallaufbereitung,
Quelle: STEINERT GmbH

Anschrift des Verfassers

Dr.-Ing. Ulrich Kohaupt
 Steinert Elektromagnetbau GmbH
 Widdersdorfer Str. 329-331
 D-50933 Köln
 Telefon +49 221 4984-117
 Email: kohaupt@steinert.de
 Website: www.steinert.de