



▼ S2S-Toratècnica
XRF Sense

Photo: Sense2Sort Europe,
Toratecnica, S.L.

Innovative Sorting Solutions Improve Aluminum Recycling

- ▶ The recycling of aluminum products ensures that this valuable metal can be re-used over and over again. Major aluminum recyclers and secondary smelters have been searching for solutions to improve and extend the volume of their recycling businesses, both qualitatively and quantitatively.

Innovative Sortierlösungen verbessern das Recycling von Aluminium

- ▶ Recycling von Aluminiumprodukten gewährleistet, dass dieses wertvolle Metall immer wieder neu verwendet werden kann. Große Aluminium-Recycler und Sekundärhütten suchen nach Lösungen, wie sie das Volumen ihrer Recyclinggeschäfte in qualitativer wie quantitativer Hinsicht verbessern und vergrößern können.

Autoren/Authors

Eva-Maria Gerosch, Mr. Eric van Looy, Sense2Sort Europe, Toratecnica, S.L., Igualada (BCN)/Spain
Rick Comtois, Sense2Sort US, Austin AI, Inc, Austin (TX) / USA

A major challenge has been the fact that a very high majority of scrap dealers do not supply their customers with scrap material that is ready to melt to their specifications. Thus, these secondary smelter customers must correct the incoming scrap as they melt it. These adjustments are costly – in terms of time, energy, materials, and throughput. Sense2Sort alliance partners Austin AI (US based) and Toratecnica (Europe based) have launched an innovative sorting process technology that bridges the gap between the scrap dealer's typical non-descript mix of scrap alloys and the smelter's specific needs for furnace in-feed scrap. Now, for shredded scrap, it is possible to create a melt ready aluminum fraction from Twitch and Zorba. Now, for production scrap, it is possible to extract specific alloys from binary, tertiary, and quaternary mixes – such as 5XXX and 6XXX series – in a high purity and economically efficient manner.

Efficient sorting ensures high qualities, high profits and serves the environment

Looking at today's recycling processes, aluminum can be recovered at a purity of up to 98% via waste and scrap recycling. In comparison with primary aluminum production, up to 95% of the energy needed to smelt bauxite ore is saved. In the automobile industry as one example, the use of Aluminum has grown considerably in the past years. However, traditional aluminum recyclers have lacked the sorting technology that allowed the creation of melt ready aluminum streams – so a large proportion of the specific alloys each manufacturer demands is made from primary ingot. Now finally, the missing pieces have appeared: Using XRF and LIBS technology, Sense2Sort have developed the technologies that allow all sorting requirements to be fulfilled and melt ready packages

be created in a completely automatic recovery process from waste scrap. This is the final step to a cradle-to-cradle process, resulting in huge energy savings and highly profitable recycling processes.

XRF and LIBS Technologies surpass XRT in metal recycling applications in terms of cost efficiency and technical advantages.

In the recent past, sorting Aluminum alloys by means of XRT (X-Ray-Transmission) technology has been tried. However, this expensive sensor technology (based on the physical property of material density) is not precise enough for specific alloy sorting. Additionally, extra material preparation stages like sizing for XRT sorting is costly and time consuming. Sorting with XRT has demonstrated to be cost inefficient and yielding poor product quality when used beyond the stage of rough sorting light and heavy metal alloys commonly found in shredder scrap.

Chemistry is the Key

XRT sorting technologies alone are not good enough for most aluminum recycling applications.

Eine der größten Herausforderungen ist dabei die Tatsache, dass eine breite Mehrheit der Schrotthändler ihren Kunden Altmaterial liefert, das nicht gemäß deren Spezifikationen geschmolzen werden kann. Deshalb müssen Kunden dieser Sekundärhütten das angelieferte Schrottmaterial während des Schmelzens korrigieren. Solche Anpassungen sind teuer – sie kosten Zeit, Energie, Material und Durchlaufleistung. Die Allianzpartner von Sense2Sort, Austin AI (mit Sitz in den USA) und Toratecnica (mit Sitz in Europa), haben eine innovative Technologie für den Sortierprozess auf den Markt gebracht, der die Lücke zwischen dem typischen, undefinierbaren Mix aus legiertem Schrott der Schrotthändler und den besonderen Anforderungen, die Schmelzhütten an das Material zur Beschickung der Hochöfen stellen, schließt. Beim Shredderschrott ist es jetzt möglich, eine schmelzfertige Aluminiumfraktion aus Twitch und Zorba herzustellen. Was den Produktionsschrott betrifft, so können bestimmte Legierungen aus binären, tertiären und quartären Mischungen – wie z.B. 5XXX- und 6XXX-Reihen – auf hochreine und wirtschaftlich effiziente Weise extrahiert werden.

Effiziente Sortierung gewährleistet hohe Qualitäten und Gewinne und dient gleichzeitig der Umwelt

Betrachtet man die Recyclingverfahren von heute, so kann durch das Recycling von Abfall und Schrott Aluminium mit einer Reinheit von bis zu 98% zurückgewonnen werden. Im Vergleich zur Primärerzeugung von Aluminium wird bis zu 95% der

Sorting Aluminum Alloys cost efficiently with XRF & LIBS Technologies

Energie gespart, die zum Schmelzen von Bauxit-erz benötigt wird. In der Automobilindustrie beispielsweise hat die Nutzung von Aluminium in den vergangenen Jahren erheblich zugenommen. Traditionellen Aluminium-Recyclern fehlte jedoch die Recycling-Technologie, die die Herstellung schmelzfertiger Aluminiumströme ermöglichte – also wird ein Großteil der spezifischen Legierungen, die jeder Hersteller benötigt, aus Primär-Ingots gefertigt. Jetzt endlich ist die Lücke geschlossen: Mithilfe der XRF- und LIBS-Technologie hat Sense2Sort Technologien entwickelt, die es ermöglichen, allen Sortieranforderungen gerecht zu werden und schmelzfertige Pakete in einem vollautomatischen Wiedergewinnungsprozess aus Schrott herzustellen. Das ist der abschließende Schritt im Cradle-to-Cradle-Prozess, der zu riesigen Energieeinsparungen und hochprofitablen Recyclingprozessen führt.

Bei Anwendungen im Metallrecycling sind XRF- und LIBS-Technologien der XRT-Methode in puncto Kosteneffizienz und technischer Vorteile überlegen.

The scrap processor to scrap consumer business link is therefore in need of a better bridge by which they may conduct their trade. In the Sense2Sort model, the XRT approach is thus followed by XRF (X-Ray Fluorescence) technique. Using the XRF sensor technology, aluminum alloys can be classified cost efficiently, at a high quality, and at an economically viable throughput performance. Different than XRT, which results merely in black white imaging as sorting criteria, XRF sensing allows the definition of plain material composition according to the atomic elements table.

XRF, and its partner technology in Sense2Sort's first-of-its-kind scrap metal processing line, LIBS, are elemental analyzers that use the chemistry of the target material for identifying or sorting criteria. For

In jüngster Vergangenheit wurde das Sortieren von Aluminium-Legierungen mithilfe der XRT-Technologie (X-Ray-Transmission, Röntgenstrahlung) erprobt. Diese teure Sensortechnologie (auf Basis der physikalischen Eigenschaft der Materialdichte) ist jedoch zum Sortieren spezieller Legierungen nicht präzise genug.

Darüber hinaus sind die zusätzlichen Stufen der Materialvorbereitung, wie die Größenbestimmung, für das XRT-Sortieren kostspielig und zeitaufwändig. Es hat sich herausgestellt, dass das Sortieren mithilfe von XRT unwirtschaftlich ist und zu schlechter Produktqualität führt, wenn es über die Stufe der Grobsortierung leichter und schwerer Metalllegierungen, die üblicherweise in Shredderschrott zu finden sind, hinausgeht.

Chemie ist der Schlüssel

XRT-Sortiertechnologien alleine sind für die meisten Anwendungen im Aluminium-Recycling nicht gut genug. Zur Förderung des Handels ist daher ein besserer Brückenschlag in der Geschäftsbeziehung zwischen Schrott-Aufbereiter und Schrottverbraucher nötig. Im Modell von Sense2Sort folgte der XRT-Methode die XRF-Technik (X-Ray Fluorescence, Röntgenfluoreszenz). Mithilfe der XRF-Sensortechnologie können Aluminiumlegierungen effizient, mit hoher Qualität und wirtschaftlich rentabler Durchsatzleistung klassifiziert werden. Anders als XRT, die lediglich Schwarz-Weiss-Abbildung als Sortierkriterium liefert, ermöglicht die XRF-Abtastung die Definition einfacher Materialzusammensetzungen gemäß dem Periodensystem der Elemente.

Bei XRF und LIBS, der von Sense2Sort eingesetzten Partner-Technologie in der ersten Schrott-Verarbeitungslinie ihrer Art, handelt es sich um Elementaranalysatoren, welche die Chemie des Zielmaterials als Identifizierungs- oder Sortierkriterium verwenden. Die XRF-Technologie hat sich für Altmetall-Verarbeiter beispielsweise beim Sortieren von Zorba und Zurik als nützlich erwiesen. XRF extrahiert Zn, Cu, Ni, Fe usw. aus Zorba und nur PCBs oder CU aus Zurik-Material.

Mit S2S LIBS-Sense ist das Sortieren von Aluminium jetzt nach bestimmten Legierungsbestandteilen möglich. Schrott muss eine geeignete Qualität aufweisen, bevor er geschmolzen werden kann. Um dieses Qualitätsniveau zu erreichen, müssen alle anhaftenden Materialien entfernt werden. Je nach Schrottart können während der Trennung des Aluminiums von anderen Materialien Aluminiumverluste von rund 2% bis 10% auftreten. Ein gewisses Maß an Materialverlust ist bei industriellen Verfahren unvermeidbar, aber aufgrund des hohen Substanzwertes von Aluminium sind alle Bemühungen darauf gerichtet, diese Verluste zu minimieren. Beispielsweise können Altprodukte oftmals nicht mechanisch in einzelne Materialfraktionen getrennt werden. Das Ergebnis ist eine Verdünnung der Fremdmaterialien in jeder Ausbringung. Die Verarbeitung von Schrott ist eine gemeinsame Aufgabe der Aluminium-recyclenden Industrie und spezialisierter Schrottverarbeiter.

Sorting aluminum on specific alloy constituents has become possible

example, the XRF technology has proven usage for the scrap metal processors in sorting their Zorba and Zurik. XRF extracts Zn, Cu, Ni, Fe, etc., from the Zorba; and extract only PCB's or Cu from Zurik material.

By means of S2S LIBS-Sense Sorting Aluminum on specific alloy constituents has become possible. Scrap must be of appropriate quality before it can be melted down. To obtain this level of quality, all adherent materials must be removed. Depending on scrap type, aluminum losses of about 2% to 10% may be incurred during separation of aluminum from other materials. A certain degree of material loss is inevitable with industrial processes but, because of aluminum's high intrinsic value, all efforts are directed at minimizing losses. For example end-of-life products are often not mechanically separable into

Aluminium scrap ▼

Aluminium-Schrott

Photo: Sense2Sort Europe, Toratecnica, S.L.



single material output fractions. A dilution of foreign materials within each output is the result. The treatment of scrap is a joint undertaking by the aluminum recycling industry and specialized scrap processors. Almost all aluminum used commercially contains one or more alloying elements to enhance its strength or other properties. Aluminum recycling therefore contributes to the sustainable use of copper, iron, magnesium, manganese, silicon, zinc and other elements. Implementing new technology in the form of LIBS and XRF sorting is maximizing recycling quantities accordingly and opens up up-to-date eco efficient process optimization.

Why are single elements of interest important to the secondary smelter?

In summary, the difference in one element's presence or absence in furnace feedstock can dramatically affect the mill's performance. For example, if the incoming feedstock is a Twitch-like material (a mix of wrought and cast scrap), then the furnace operator must either increase the amount of alloying Si if he is making a cast Al product; or he must dilute down the Si if he is making a wrought product. In the former case, the operator adds Si metal to the molten Al to get the Si up to spec. In the latter case, the operator adds pure Al ingot to reduce the Si to spec. In both cases these pot adjustments means there is

- ▶ significant added energy consumption keeping the melt at temperature
- ▶ longer pot time (lower turnover) and
- ▶ added feed material costs.

The argument becomes more dramatic when the case for Mg is analyzed. More and more Mg metal is finding its way into feedstock from today's scrap shredder process. This is a result of increased usage in automobile manufacturing, mainly. Referring back to the Twitch product, Mg levels can be at 3-5%, or more. For most secondaries there is a need to

Huge energy savings and highly profitable recycling operations

reduce this Mg content to lower values. This is typically done via the addition of chlorine to the molten metal and the subsequent creation of a floating Mg slag that is drawn off.

In addition to the salient points above for the Si adjustment case, there are the incremental arguments supporting removal/reduction of the Mg metal before melting. These are:

- ▶ increased capacity per turnover
- ▶ reduction in chlorine usage
- ▶ reduction in the waste Mg slag and
- ▶ creation of an asset as the pre-extracted Mg metal is a tradable commodity (typically trading higher than the subject Al metal).

Nahezu das gesamte kommerziell verwendete Aluminium enthält ein oder mehrere Legierungselemente zur Verbesserung seiner Festigkeit oder anderer Eigenschaften. Das Recycling von Aluminium trägt daher zur nachhaltigen Nutzung von Kupfer, Eisen, Magnesium, Mangan, Silikon, Zink und anderen Elementen bei. Der Einsatz neuer Technologie in Form von LIBS- und XRF-Sortierung maximiert entsprechend die Recycling-Mengen und ermöglicht moderne ökoeffiziente Prozess-Optimierung.

Warum sind einzelne interessante Elemente für die Sekundärhütte so wichtig?

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Unterschied, den das Vorhandensein oder Fehlen eines Elements im Ausgangsstoff für Hochöfen macht, die Leistung der Hütte dramatisch beeinträchtigt. Handelt es sich bei dem ankommenden Einsatzmaterial zum Beispiel um ein Twitch-ähnliches Material (eine Mischung aus Guss- und Knetlegierungsschrott), muss der Betreiber des Brennofens entweder die Menge des Legierungselements Si erhöhen, falls er ein Aluminium-Guss-Produkt herstellt, oder das Si verdünnen, falls er ein Knetprodukt herstellt. In ersten Fall gibt der Betreiber Si-Metall zum geschmolzenen Al, um Si entsprechend der Spezifikation zu erhalten. In letzterem Fall fügt der Betreiber puren Al-Ingot hinzu, um das Si auf die Spezifikation zu reduzieren. In beiden Fällen bedeuten diese Topf-Anpassungen

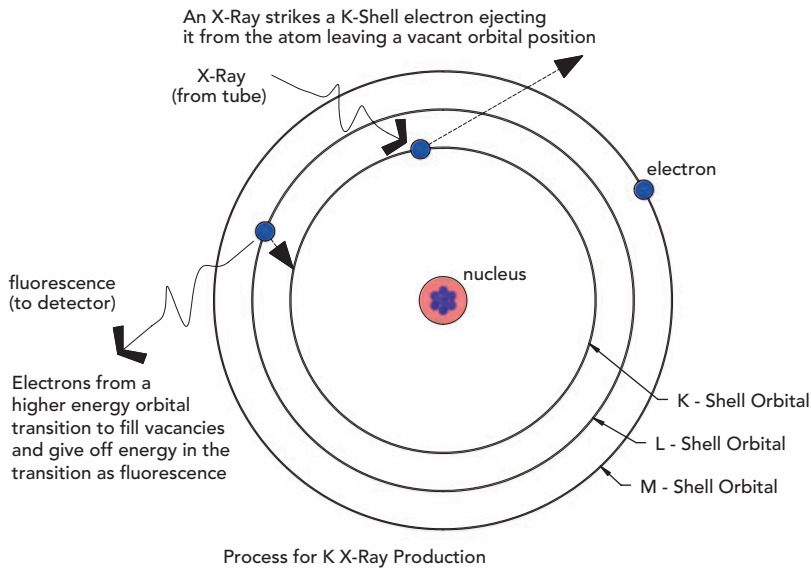
- ▶ erheblichen zusätzlichen Energieverbrauch, um die Schmelze auf Temperatur zu halten,
- ▶ längere Topfzeit (niedrigeren Durchsatz) und
- ▶ zusätzliche Kosten für Einsatzmaterial.

Wenn es zur Analyse von Mg kommt, wird die Diskussion dramatischer. Aus dem heutigen Schrott-Shredderprozess gelangt immer mehr Mg-Metall in das Einsatzmaterial. Das ist hauptsächlich die Folge einer verstärkten Nutzung in der Automobilherstellung. Bei dem zuvor erwähnten Twitch-Produkt können die Mg-Werte bei 3-5% und mehr liegen. Die meisten Sekundärhütten müssen diesen Mg-Gehalt auf niedrigere Werte reduzieren. Dies erfolgt typischerweise

durch die Zugabe von Chlor zum geschmolzenen Metall und der anschließenden Herstellung einer fließenden Schlacke, die abgezogen wird.

Zusätzlich zu den oben für die Si-Anpassung genannten auffallenden Punkten gibt es weitere Argumente, die die Entfernung/Reduzierung des Mg-Metalls vor dem Schmelzen unterstützen. Diese sind:

- ▶ Gesteigerte Kapazität pro Durchsatz
- ▶ Reduzierung des Chloreinsatzes
- ▶ Reduzierung der Mg-Schlackeabfälle und
- ▶ Schaffung eines Vermögenswertes, da das vorextrahierte Mg-Metall ein handelsbares Gut ist (das typischerweise höher gehandelt wird als das Al-Metall)



Functional principle "XRF"

Funktionsprinzip „XRF“

Photo: Sense2Sort Europe, Toratecnica, S.L.

These are on the whole seven powerful drivers providing quick ROI for those adding Mg extraction technology to their processing line.

Latest XRF and LIBS sorting technologies are the final step to a cradle-to-cradle process, resulting in huge energy savings and highly profitable recycling operations.

Finally, one can achieve "closing the loop" in aluminum recycling to the point of ultimate alloy specificity. As an example, alloys of the 5xxx and 6xxx series can be sorted. This is done with LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy). Several key applications are the sorting of Aluminum extruded parts (typically 6XXX series) and automotive recycling applications (where 5XXX series alloys are common).

New sorting opportunities: Some XRF and LIBS application examples

Production scrap

In the more alloy specific world of recycling production scrap, the goal is to close the loop as tightly as possible between the generation of excess manufacturing product and the secondary smelter producing

All alloying elements can be criteria on which a sortation can be based

that specific alloy. In an ideal world, the manufacturer would maintain 100% control of each of their alloys used in production and these overages, clippings, punchings, etc., would be returned to the secondary for re-melting.

But the reality is that this has proven to be unachievable and production scrap is returned as mixed lots of a handful of different alloys. While these admixtures may be limited in range of alloy, the slight chemistry difference is a killer to the furnace operator who must melt, test, adjust, test and pour. Eliminating

Dies sind insgesamt sieben starke Faktoren, die allen eine schnelle Kapitalrendite liefern, die ihre Verarbeitungslinie mit Mg-Extraktionstechnologie ausstatten.

Die neuesten XRF- und LIBS-Sortiertechnologien sind der letzte Schritt hin zu einem Cradle-to-Cradle-Prozess, der zu enormen Energieeinsparungen und hochprofitablen Recyclingverfahren führt. Schließlich lässt sich der Kreis des Aluminium-Recyclings am Punkt der höchsten Legierungsgenauigkeit schließen. Es können beispielsweise Legierungen der 5xxx- und 6xxx-Reihe sortiert werden. Dies erfolgt mithilfe von LIBS (Laser-Induzierter Emissionsspektrometrie). Hauptanwendungen sind die Sortierung extrudierter Aluminium-Teile (typischerweise 6XXX-Reihen) und Recycling-Anwendungen in der Automotive-Branche (wo Legierungen der 5XXX-Reihe üblich sind).

Neue Sortiermöglichkeiten: Beispiele für die Anwendung von XRF und LIBS

Produktionsschrott

Ziel in der legierungsspezifischen Welt des Recyclings von Produktionsschrott ist es, die Lücke zwischen der Erzeugung überschüssiger Fertigungsprodukte und der Herstellung dieser spezifischen Legierung in der Sekundärhütte so gut wie möglich zu schließen. In einer idealen Welt würde der Hersteller die 100%ige Kontrolle über alle seine in der Produktion eingesetzten Legierungen behalten und die Überschüsse, Verschnitte und Stanzabfälle usw. zum erneuten Einschmelzen an die Sekundärmühle zurückliefern.

In Wirklichkeit hat sich dies jedoch als unerreichbar erwiesen, und Produktionsschrott wird als gemischtes Los einer Handvoll unterschiedlicher Legierungen zurückgegeben. Diese Beimischungen sind in ihrem Legierungsspektrum zwar begrenzt, die minimale chemische Abweichung ist jedoch ein „Killer“ für den Ofenbetreiber, der schmelzen, testen, anpassen und gießen muss. Werden nur die Zielliegierungen eliminiert, wird die Ofenzeit für das Schmelzen und Gießen reduziert. Selbst in dem Fall, dass eine Mischung aus Produktionsschrott auf eine bestimmte 6XXX-Legierung und eine 5XXX-Legierung limitiert ist, kann die Abweichung eines einzigen kleinen Legierungselements, wie Mg, Si, Cu oder Mn usw. „Topfanpassungen“ erforderlich machen.

Der Schlüssel zum Erfolg für den Sense2Sort-Prozess ist die sehr begrenzte Trenngenauigkeit. Alle zuvor genannten Legierungselemente können als Kriterien zur Sortierung dienen. Es wurde nachgewiesen, dass die Zielliegierungen im Worst-Case-Szenario einer 50/50-Mischung aus Produktionsschrott einer 5XXX- und einer 6XXX-Reihe in einem Durchgang typischerweise auf eine Reinheit von >90% extrahiert wird. Ein zweiter Durchgang ergibt Reinheiten von 98% und mehr. Es gibt sehr wenige Mischungen gängiger Al-Legierungen für die Produktion, die Ofenbetreiber

only but the target alloys reduces the furnace time to melt and pour. Even in the case where a mixture of production scrap is limited to a specific 6XXX alloy and a 5XXX alloy, the difference of a single minor or trace alloying element such as Mg, Si, Cu, or Mn, etc., may force the need for “pot adjustments”.

The key to success for the Sense2Sort process is the very finite degree of separation specificity. All the afore mentioned alloying elements can be criteria on which a sortation can be based. It has been demonstrated that in the worst case scenario of a 50/50 production scrap mixture of one 5XXX and one 6XXX, the target alloy is typically extracted to >90% purity in one run. A second pass through the process yields purities of 98% and higher. There are very few mixes of common production Al alloys that would keep the furnace operator from accepting the scrap as melt-ready when it contained 98% of the target alloy.

Shredder scrap

The difficult business environment for automobile shredders can now be helped by product innovations based on XRF and LIBS technologies that allow further purification of their nonferrous downstream and increase the value of their output by providing a superior product to their customers. That is, a purer alloy product is more valuable to furnace operators because it cut costs and energy requirements considerably while creating preferred, green material streams, ready for smelting.

Whether the source is Zorba, Twitch, or other downstream non-ferrous material such as ELV, Incinerator Bottom Ash, etc., the Sense2Sort process can make the difference in profits and efficiency. Starting with the most common shredder non-ferrous output, Zorba, the process will separate the lights and the heavies. The light fraction with Cast Al, Wrought Al, and Mg is further separated into its more valuable parts. Further reduction of the Wrought Al material is performed, basically all the way to melt-specific

davon abhalten würden, den Schrott als schmelzfertig zu akzeptieren, wenn er 98% der Ziellegierung enthielte.

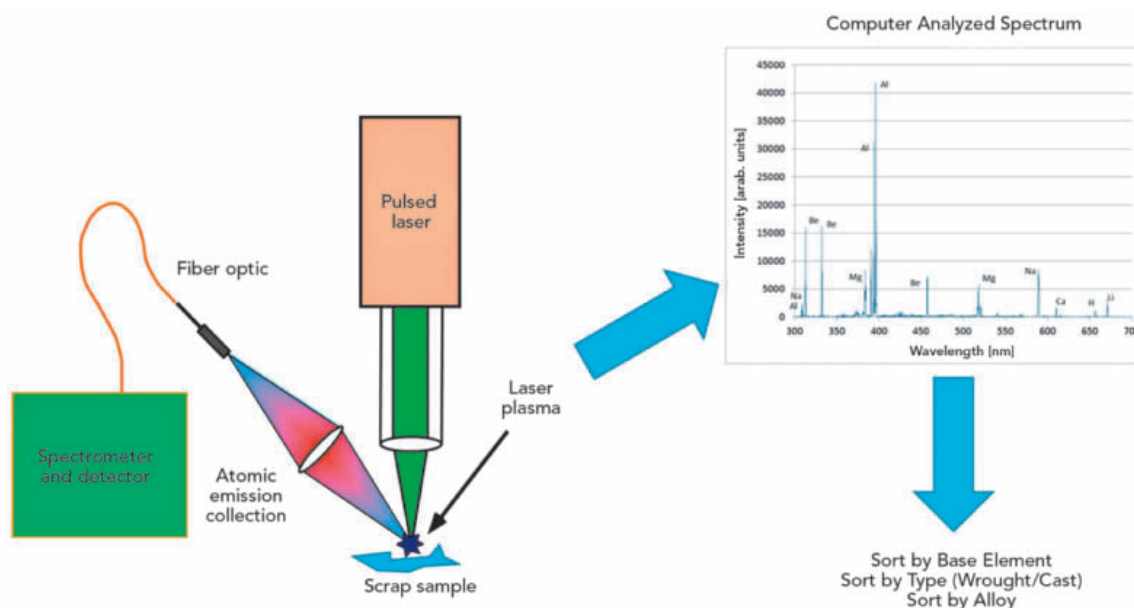
Shredderschrott

Das schwierige Geschäftsumfeld für Altfahrzeug-Shredder kann jetzt durch Produktinnovationen unterstützt werden, die auf XRF- und LIBS-Technologien basieren und eine weitere Reinigung des nachgelagerten Buntmetalls ermöglichen sowie den Wert ihrer Ausbringung erhöhen, indem sie ihren Kunden ein anspruchsvolleres Produkt bieten. D.h., ein Legierungsprodukt mit höherer Reinheit ist für Ofenbetreiber wertvoller, weil es die Kosten und den Energiebedarf erheblich senkt und gleichzeitig schmelzfertige, grüne Materialströme erzeugt.

Unabhängig davon, ob Zorba, Twitch oder andere nachgelagerte Nichteisenwerkstoffe, wie ELV,

XRF and LIBS technologies allow further purification of nonferrous downstream

Bodenasche aus der Verbrennungsanlage usw. die Quellen sind – wenn es um Gewinne und Effizienz geht, kann der Sense2Sort-Prozess den Unterschied machen. Der Prozess beginnt bei der gebräuchlichsten nichtmetallischen Shredder-Ausbringung, Zorba, und trennt die leichten von den schweren Fraktionen. Die leichte Fraktion mit Al-Guss, Knetaluminium und Mg wird weiter in ihre wertvolleren Teile separiert. Wenn dies erwünscht ist, erfolgt eine weitere Reduzierung des Knetaluminium-Materials, praktisch bis zu schmelzspezifischen Legierungen. Ist Zorba der Ausgangspunkt, kann der Prozess auch auf die schweren Fraktionen angewandt werden. Die Extraktion von Cu, Zn, Fe, Messing usw. wird im Umfang nur durch die wirtschaftlichen Gegebenheiten des Verschrotters und die verfügbaren Verkaufs-



◀ Basic schematic of a scrap-sorting LIBS system

Schematische Darstellung der Schrottsortierung mit der LIBS-Technologie

Photo: Dr. Steve Buckley/
TSI Incorporated

Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS)

Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) is a type of atomic emission spectroscopy which uses a highly energetic laser pulse as the excitation source. The laser is focused to form a plasma, which atomizes and excites samples. In principle, LIBS can analyze any matter regardless of its physical state, be it solid, liquid or gas. Because all elements emit light of characteristic frequencies when excited to sufficiently high temperatures, LIBS can (in principle) detect all elements. If the constituents of a material to be analyzed are known, LIBS may be used to evaluate the relative abundance of each constituent element, or to monitor the presence of impurities.

LIBS operates by focusing the laser onto a small area at the surface of the specimen; when the laser is discharged it ablates a very small amount of material, in the range of nanograms to picograms, which generates a plasma plume with temperatures in excess of 100 000 K. During data collection, typically after local thermodynamic equilibrium is established, plasma temperatures range from 5000 to 20 000 K. At the high temperatures during the early plasma, the ablated material dissociates (breaks down) into excited ionic and atomic species. During this time, the plasma emits a continuum of radiation which does not contain any useful information about species presented, but within a very small timeframe the plasma expands at supersonic velocities and cools. At this point the characteristic atomic emission lines of the elements can be observed. The delay between the emission of continuum radiation and characteristic radiation is in the order of 10 μ s, this is why it is necessary to temporally gate the detector.

Laser-induzierte Emissionsspektrometrie – (LIBS)

Laser-induzierte Emissionsspektrometrie (LIBS, Laser-Induced Breakdown Spectroscopy) ist eine Art Atomemissionsspektrometrie, die einen hochenergetischen Laserpuls als Erregungsquelle nutzt. Der Laser ist darauf fokussiert, ein Plasma zu bilden, das Proben atomisiert und anregt. Im Prinzip kann LIBS alle Stoffe analysieren, ungeachtet ihres Aggregatzustands, gleich ob fest, flüssig oder gasförmig. Weil alle Elemente bei Erregung auf ausreichend hohe Temperaturen Licht mit charakteristischen Frequenzen abgeben, kann LIBS (im Prinzip) alle Elemente erkennen. Sind die Bestandteile eines zu analysierenden Materials bekannt, kann LIBS dazu eingesetzt werden, die relative Häufigkeit der einzelnen Bestandteile zu bewerten oder das Vorhandensein von Verunreinigungen zu überwachen.

LIBS fokussiert den Laser auf einen kleinen Oberflächenbereich der Probe; wird der Laser entladen, trägt er eine sehr kleine Materialmenge im Größenbereich von Nano- bis Picogramm ab, wodurch eine Plasmafahne mit Temperaturen von über 100 000 K erzeugt wird. Während der Datenerfassung, typischerweise nachdem ein lokales thermodynamisches Gleichgewicht hergestellt wurde, bewegen sich die Plasmatemperaturen zwischen 5000 und 20 000 K. Bei den hohen Temperaturen während der frühen Plasmaphase, zerfällt das abgetragene Material in angeregte Ion- und Atomarten. Während dieser Zeit gibt das Plasma ein Kontinuum an Strahlung ab, die keine verwertbaren Informationen über die vorliegenden Spezies enthält, doch das Plasma expandiert innerhalb eines sehr engen Zeitrahmens bei Überschallgeschwindigkeiten und kühlt sich ab. An diesem Punkt können die charakteristischen Atomemissionskurven der Elemente beobachtet werden. Die Verzögerung zwischen der Emission der Kontinuumsstrahlung und der charakteristischen Strahlung liegt in der Größenordnung von 10 μ s. Aus diesem Grund ist es erforderlich, den Detektor vorübergehend zu sperren.

alloys if so desired. If the starting point is Zorba, then the process can also be applied to the heavy's fraction. Extraction of Cu, Zn, Fe, Brass, etc., is only limited in scope by the economics of the scrapper's volume and available sales outlets. Even coins and precious metals such as silver and gold can be found in this heavy's fraction.

Conclusion

This means that the end goal of very tightly closed loop between smelter to consumer to smelter is possible. This "Cradle-to-Cradle" recyclability of Aluminum goods has gained this metal and its alloys a higher level of importance all over the world. This single characteristic is part of the reason that Aluminum metal has a much brighter future than some of the other metal alloys.

The aluminum industry seeks ways to reduce energy usage and emissions. Sorting recyclable aluminum, while creating melt-ready packages, is thus a huge step forward, helping to close the loop. Operator advantages continue as recycling qualities and quantities are raised profitably. Bottom line impact for most clients' processing requirements can be realized immediately upon commissioning.

stellen beschränkt. Selbst Münzen und Edelmetalle, wie Silber und Gold, sind in dieser schweren Fraktion zu finden.

Fazit

Das bedeutet, dass das Erreichen des Ziels einer engen Zusammenarbeit zwischen Verbraucher und Hüttenwerk möglich ist. Die „Cradle-to-Cradle“-Recyclingfähigkeit von Aluminiumerzeugnissen macht dieses Metall und seine Legierungen weltweit noch wichtiger. Dieses eine Merkmal ist mit ein Grund dafür, dass Aluminium-Metall eine vielversprechendere Zukunft haben wird als einige der anderen Metall-Legierungen.

Die Aluminiumindustrie sucht nach Wegen, Energieverbrauch und Emissionen zu reduzieren. Das Sortieren von recyclingfähigem Aluminium und die Erzeugung schmelzfertiger Pakete sind daher ein großer Schritt nach vorne, wenn es darum geht, den Kreis zu schließen. Dem Betreiber bieten sich durch die profitable Verbesserung von Recycling-Qualitäten und -Quantitäten weitere Vorteile. Bei den meisten Kunden lassen sich sofort nach der Inbetriebnahme entscheidende Auswirkungen auf Umsatzergebnisse verzeichnen.