

Selektive Rückgewinnung von NE-Metallen aus Automobilshredder durch EMT- und LIP-Spektroskopie

Projekt SHREDDERSORT

Georg J. Lichtenegger, Saubermacher Dienstleistungs AG, Feldkirchen bei Graz
07.11.2018

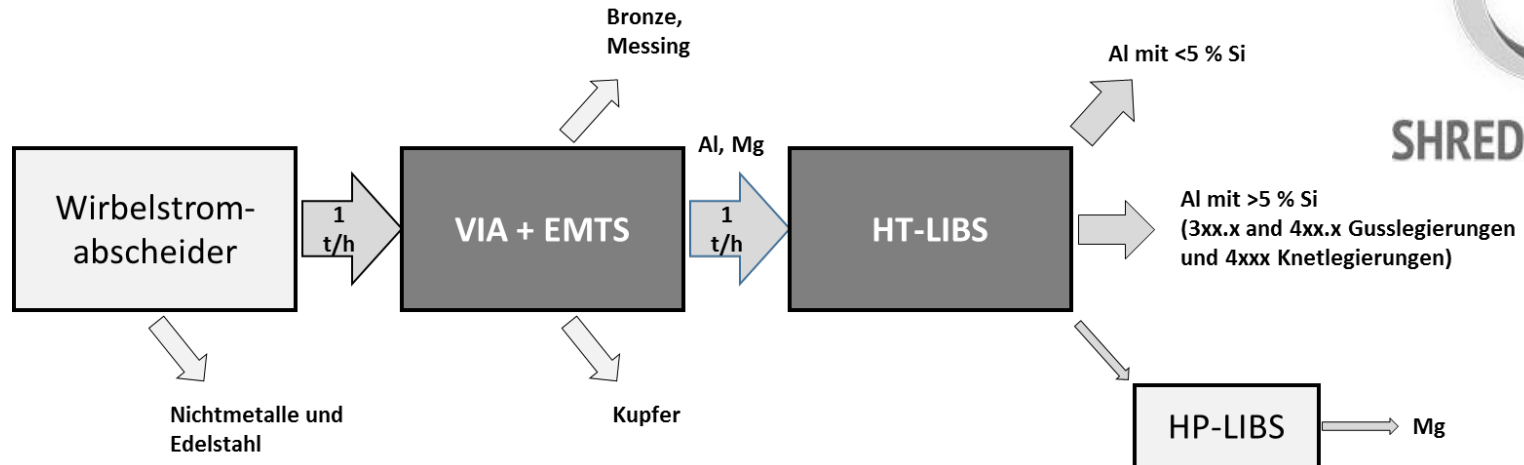
Projekt SHREDDERSORT

FP7-Projekt SHREDDERSORT (2013 – 2017):

“Selective Recovery Of Non-Ferrous Metal Automotive Shredder By Combined Electromagnetic Tensor Spectroscopy And Laser-Induced Plasma Spectroscopy”



SHREDDERSORT



Werkzeuge

VIA + EMTS – Prototyp

Vision Image Analysis + Elektromagnetische Tensorspektroskopie

LIPS – Prototyp

Laserinduzierte Plasmaspektroskopie



Konsortium



- 11 Konsortiumsmitglieder aus 5 EU-Staaten (ESP, ITA, AUT, POR, UK)
- 5 Hochschulen/Forschungseinrichtungen
- 6 Kommerzielle Unternehmen

VIA + EMTS

Elektromagnetsiche Tensorspektroskopie:

- Basiert auf dem Konzept des spektralen elektromagnetischen Tensors (d.h. dem elektromagnetischen Tensor bei verschiedenen Frequenzen) eines elektrischen Leiters in einem magnetischen Feld
- Spektrale Tensoren sind objektspezifische Eigenschaften
- Werden beeinflusst von der Form und den Materialeigenschaften eines Objekts

Umgekehrt heißt das, durch

- Kenntnis der Form bzw. Lage und Ausrichtung eines Objekts im Magnetfeld
- Messung des EM-Tensors bei verschiedenen Frequenzen (spektraler EM-Tensor)
- Anwendung von Elektromagnetischen Modellen

kann auf materialspezifische Eigenschaften (z.B. Leitfähigkeit) rück-geschlossen werden

Vision Image Analysis

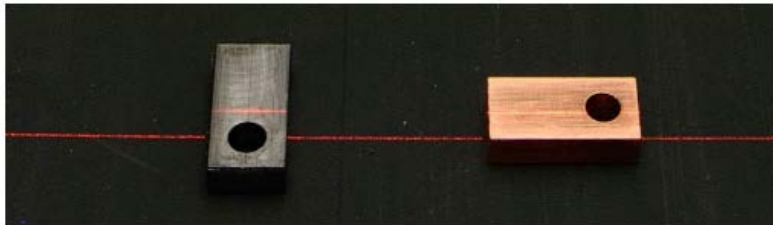
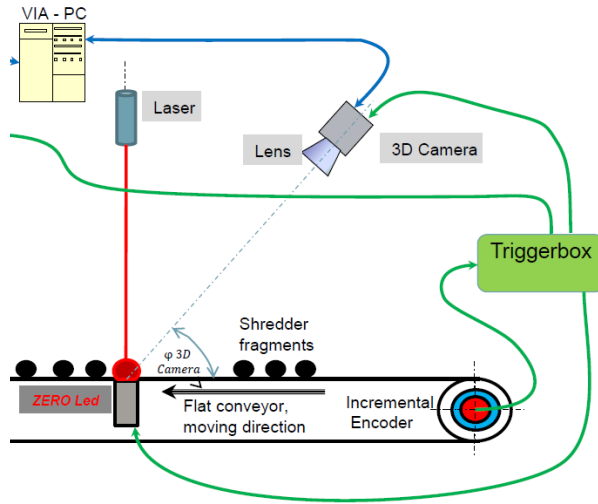
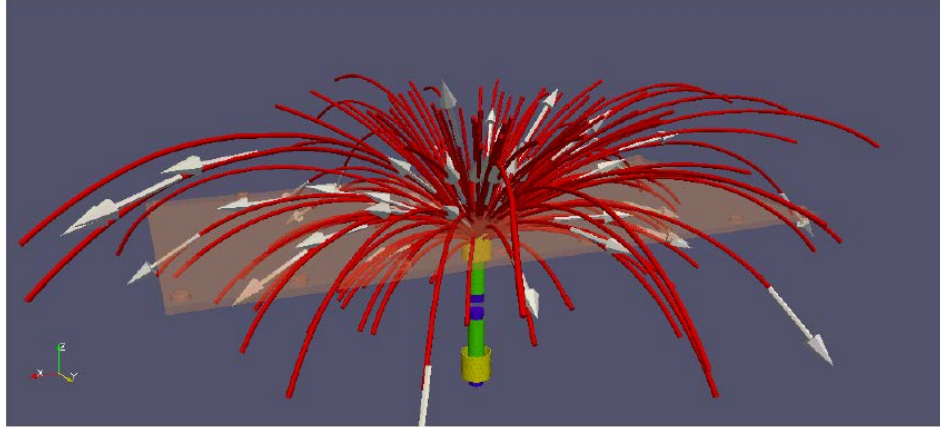


Figure 4: Example of displacement of laser line when crossing a shredder particle.

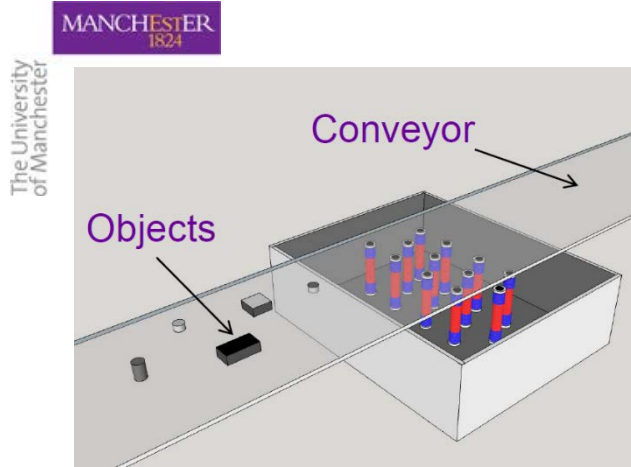
Features	Abbreviation	Formula
Area	A	Sum of all pixels of the object (based on 2D view straight from above) $A = \sum_i \sum_j I_{i,j}$
Convex hull	CA	The smallest convex set that contains all pixels of the object (accumulation of white and green pixels in Figure 3c)
Center of gravity/mass	(x_o, y_o)	Unique point where the weighted relative position of the distributed mass sums to zero $x_o = \frac{1}{A} * \sum_i \sum_j j * I_{i,j}$ $y_o = \frac{1}{A} * \sum_i \sum_j i * I_{i,j}$

Electromagnetic Tensor Spectroscopy

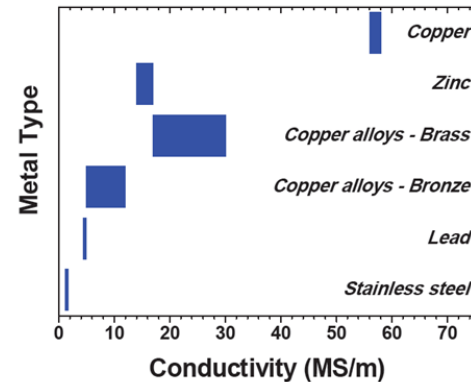
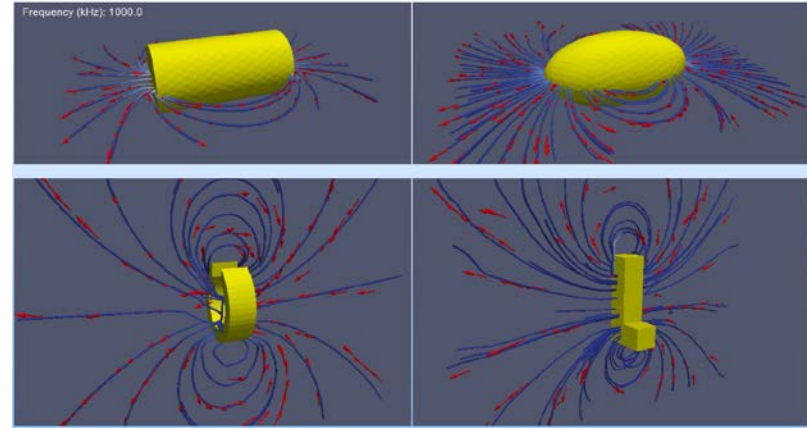


- Induktionsspulen erzeugen magnetische Felder, die Shredderpartikel durchqueren diese Felder
- In den Testobjekten werden dadurch Wirbelströme erzeugt
- Das durch die Wirbelströme erzeugte magnetische Feld wird in den Empfangsspulen detektiert

VIA + EMTS



- Messungen erlauben Rückschlüsse auf Materialeigenschaften (Leitfähigkeit)
- Diese können wiederum verschiedenen Metallen/Legierungen zugeordnet werden



VIA + EMTS

Vorteile/Potentiale:

- Zerstörungsfrei
- Misst Eigenschaften des Gesamten Objektes
- Unempfindlich gegenüber Oberflächenkontaminierung
- Hohe Bandbreite an analysierbaren Materialien

Grenzen/Herausforderungen

- Komplizierte Modelle/ Algorithmen im Hintergrund
- Hoher Kalibrationsbedarf
- Momentan nur für genau definierte Objekte einsetzbar

LIPS (LIBS)



Laser-induced breakdown spectroscopy:

(Laserinduzierte Plasmaspektroskopie)

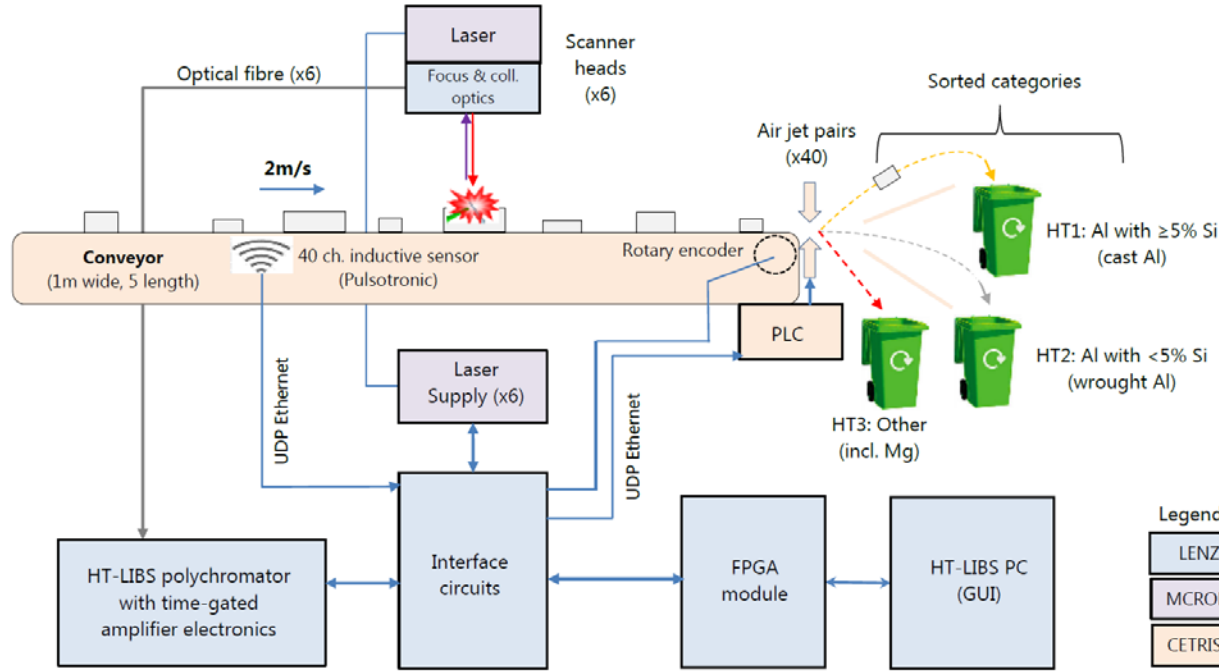
- Durch Laserbestrahlung wird ein kleines Volumen der Oberfläche verdampft und zu Plasma ionisiert (Laserablation)
- Beim Abkühlen des Plasmas wird Licht bei elementspezifischen Wellenlängen emittiert (Emissionslinien)

Verwendung von Doppelpuls Laser:

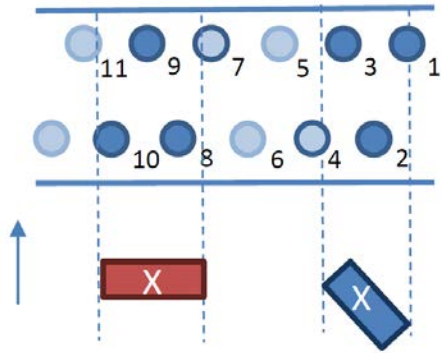
Ein zweiter Laser-Puls (an der selben Stelle) erhöht die Ablationsrate und das Plasma aus dem ersten Puls wird zusätzlich erwärmt

- Erhöhung der Emissionsintensität
- Verringerung der Empfindlichkeit gegenüber Oberflächenkontaminationen

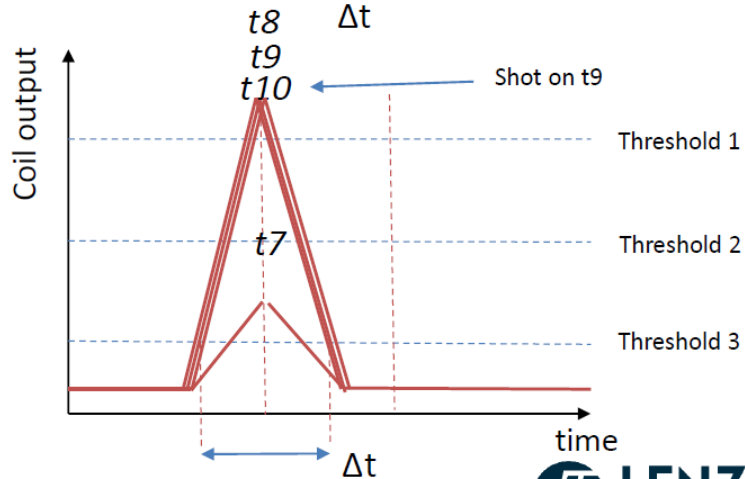
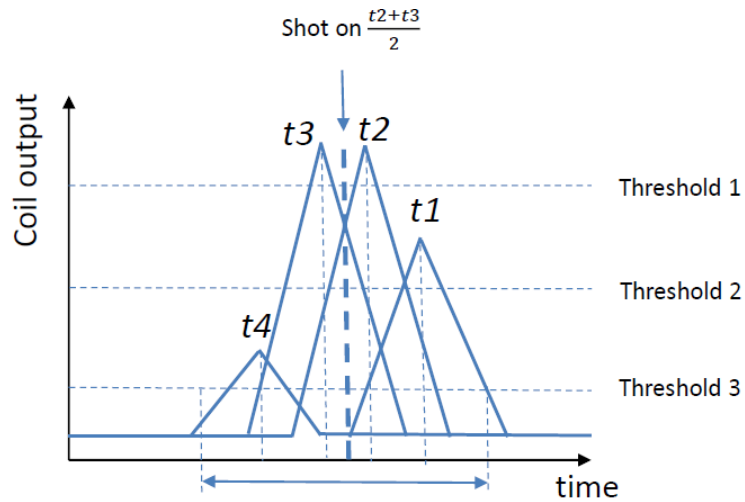
LIPS Protoyp



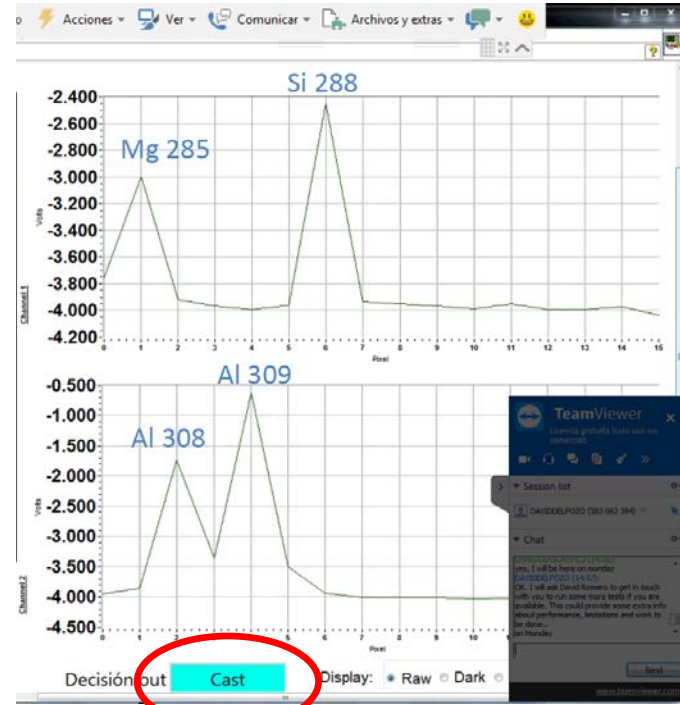
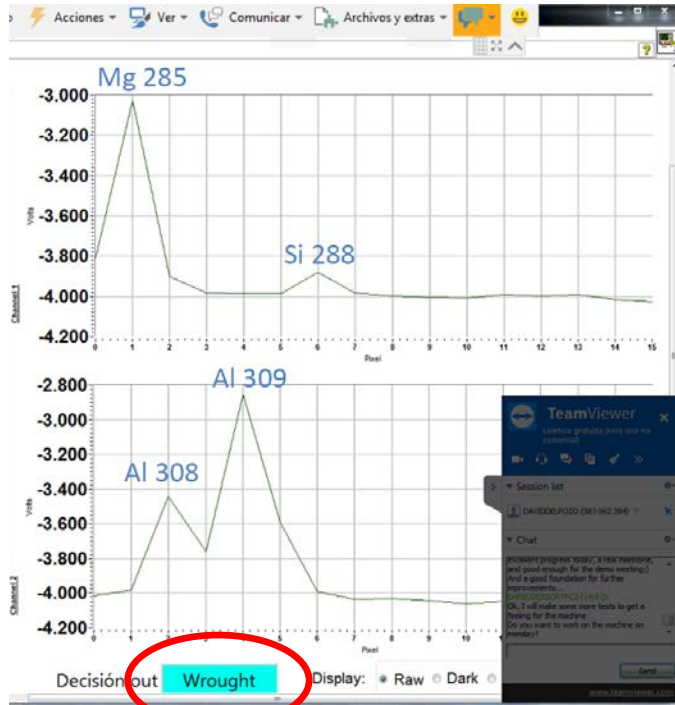
LIPS



Partikelerkennung,
Steuerung der Laser und
der Druckluftventile durch
Induktionssensoren



Sortieralgorithmus



LIPS

Vorteile/Potentiale:

- Weitestgehend zerstörungsfrei
- Prinzipiell jedes Element messbar
- Durch Doppelpuls-Laser Einfluss leichter Oberflächenkontaminationen (Staub) verringert
- Emissionsspektroskopie ist eine etablierte Technologie
- Prinzipiell qualitative und quantitative Analyse

Nachteile:

- Oberflächenanalyse (dickere Schichten, z.B. Lackierungen können nicht durchdrungen werden)
- Hoher Kalibrationsbedarf
- Analyseergebnis auch Formabhängig



Vielen Dank