



# Analyse von Sekundärrohstoffen durch mikrowellenunterstützte Laser- Emissionsspektroskopie - *WAVE*

Patrick Werheit

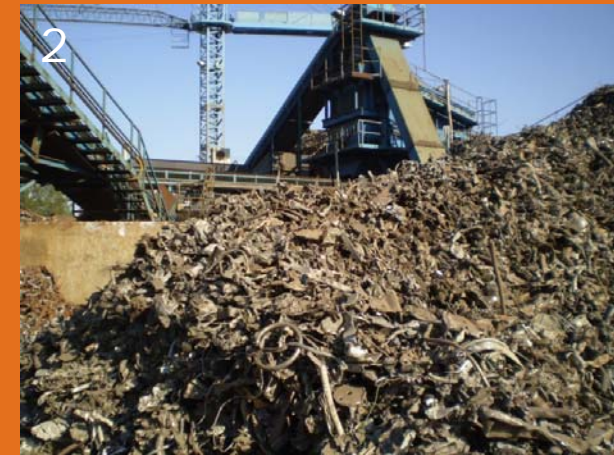
04. November 2010

Berlin

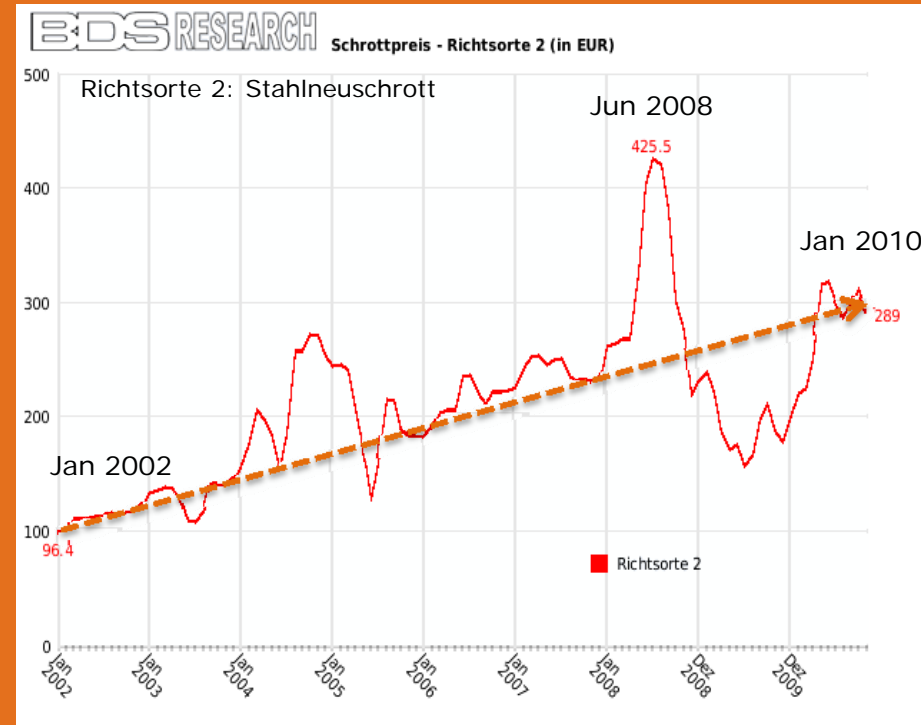
GEFÖRDERT VOM

## Ziele des Verbundvorhabens

- Entwicklung eines kompakten, handführbaren Analysesystems [1]
- Kombination von Laser-Emissionsspektroskopie und Mikrowellenanregung
- Identifikation und Analyse von Sekundärrohstoffen insb. Edelstahl und Aluminium in Recyclingbetrieben [2]
- Laufzeit des Vorhabens:  
01.05.2010 – 30.04.2013



- Werkstoffliches Recycling hochwertiger Metalle
- Vorgelagerte Wertschöpfungsstufe des Recyclingprozess: Sortenreine Sortierung
- Stichprobenartige Überprüfung des Eingangsmaterials notwendig
- Wertsteigerung im Fall von NE-Metallschrott ca. 1000 €/Tonne \*)



Quelle: BDS AG – Bundesverband Deutscher Stahlhandel

\*) nach Angaben der FA Mekon GmbH, Stand 2008

- Stationäre und **mobile** Analysensysteme
- Funkenspektrometer [1]
  - Mechanische Probenvorbereitung (zeitintensiv und fehleranfällig)
  - Großer Brennfleck ca. 1cm (Analyse kl. Bauteile nicht möglich)
- Röntgenfluoreszenzanalyse [2]
  - Oberflächenvorbehandlung bei verunreinigten Objekten notwendig
  - Konzentrationsbestimmung leichter Elemente ( $Z < 9$ ) nur begrenzt möglich



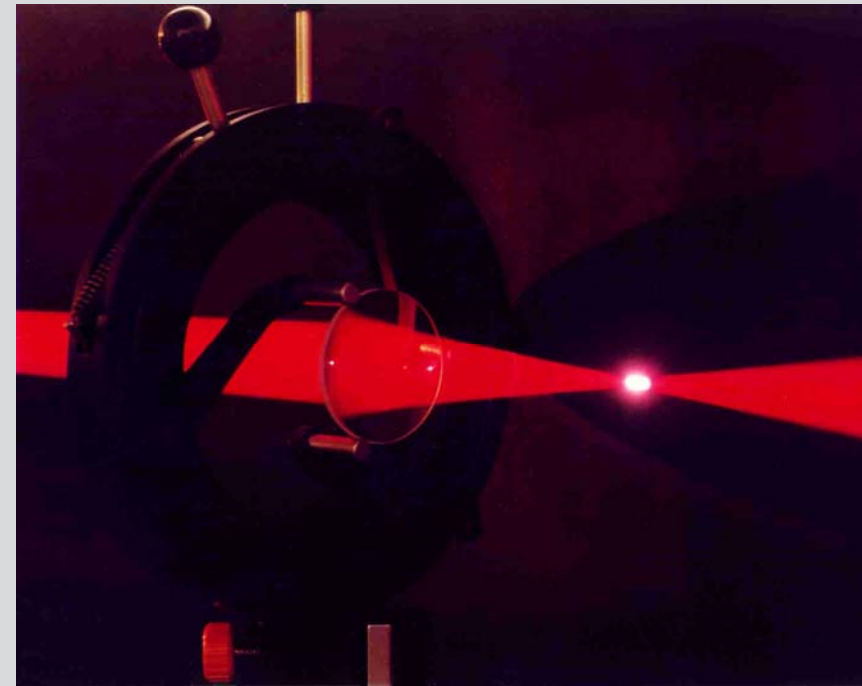
Funkenspektrometer der Firma SPECTRO



Mobiles  
Röntgenfluoreszenzanalyse-  
Gerät der Firma Niton

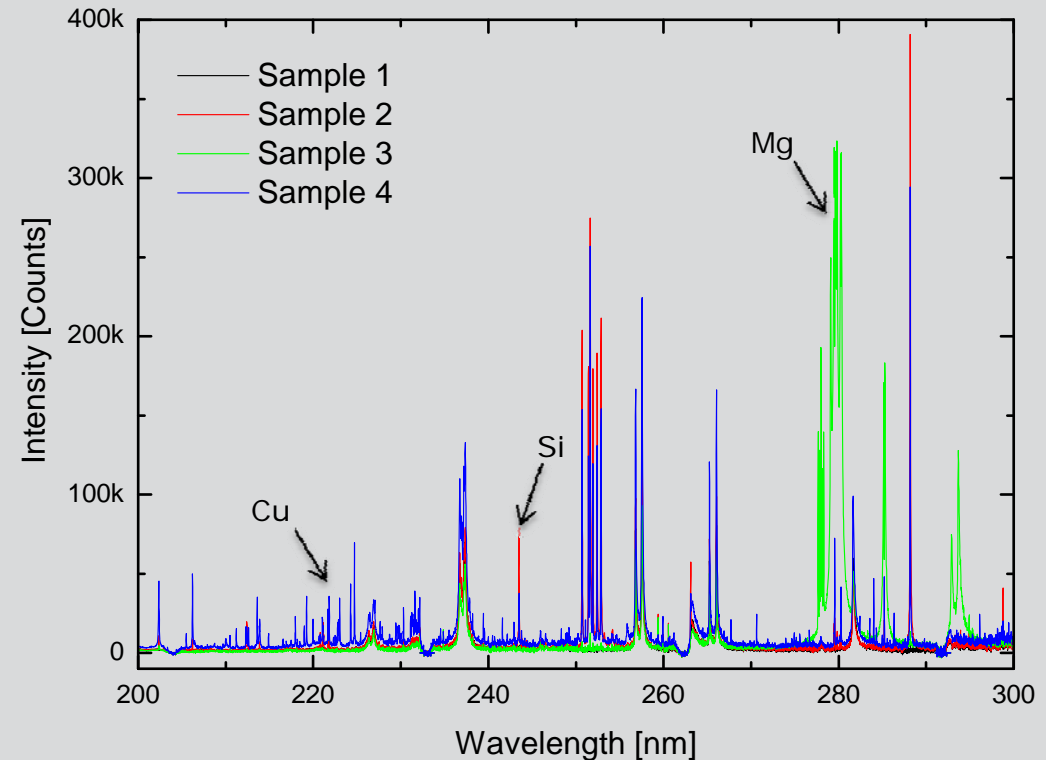
# Laser-Emissionsspektroskopie

- Gepulste Laserstrahlung
- Erzeugung eines Plasmas im Fokus
- Spektroskopische Zerlegung des Plasmalichts
- Schnelle Analyse: 30.000 Plasmen/Sekunde
- Kleiner Messfleck:  $< 100 \mu\text{m}$
- Anregung aller Elemente möglich
- Materialabtrag durch gepulste Laserstrahlung
- Messung auch an nicht leitenden Materialien möglich



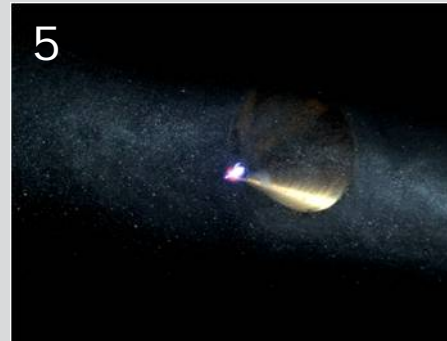
LIBS: Laser induced breakdown spectroscopy

- Spektroskopischer Fingerabdruck
- Nachweis von Legierungselementen
- Quantitative Elementanalyse
- Kalibrierung ermöglicht Angabe von Elementgehalten im ppm Bereich



Sample 1: unlegiert    Sample 3: AlMg  
Sample 2: AlSi        Sample 4: AlSiCu

# Anwendungsbeispiele LIBS

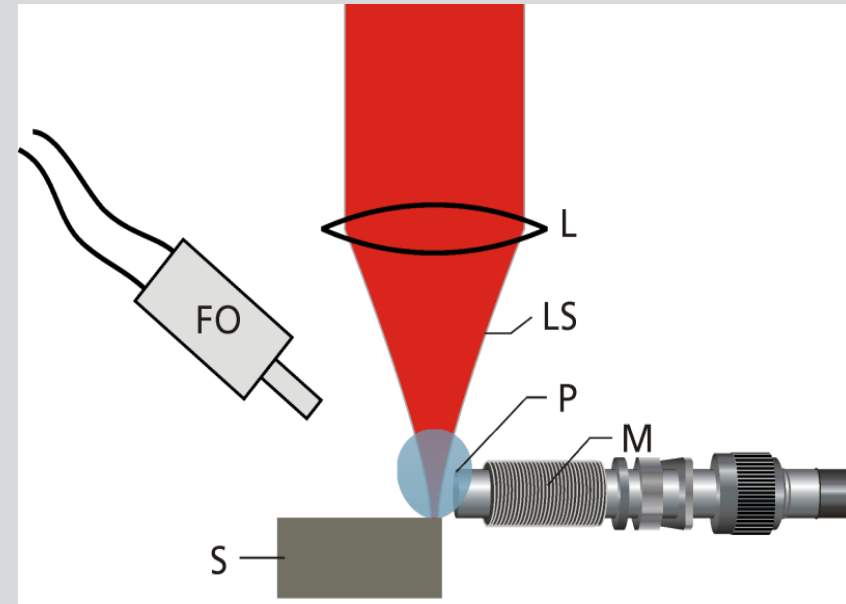


1: Sortieranlage für Leichtmetalle  
2: Charakterisierung von Stoffströmen  
3: Verwechslungsprüfung

4: Vor-Ort Messungen im Steinbruch  
5: Online Analyse von Bohrmehl  
6: LIBS Analyse von Kalk- und Dolomitstein

# Mikrowellenunterstützte Laserspektroskopie

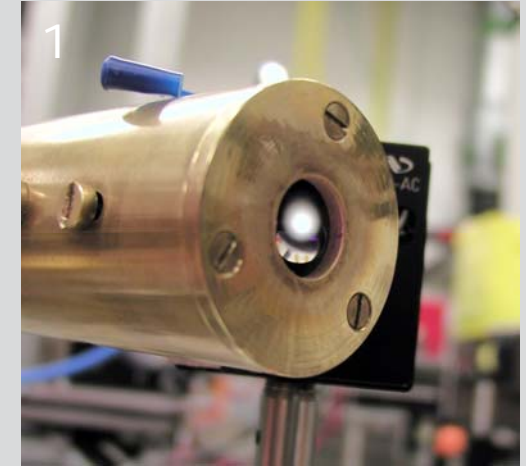
- Konzept: Räumliche Überlagerung von Laser- und Mikrowellenstrahlung
- Verstärkung des laser-induzierten Plasmas
- Zeitliche Verlängerung der charakteristischen Linienemission
- Ziel: Einsatz kompaktere, kostengünstigerer Laserstrahlquellen



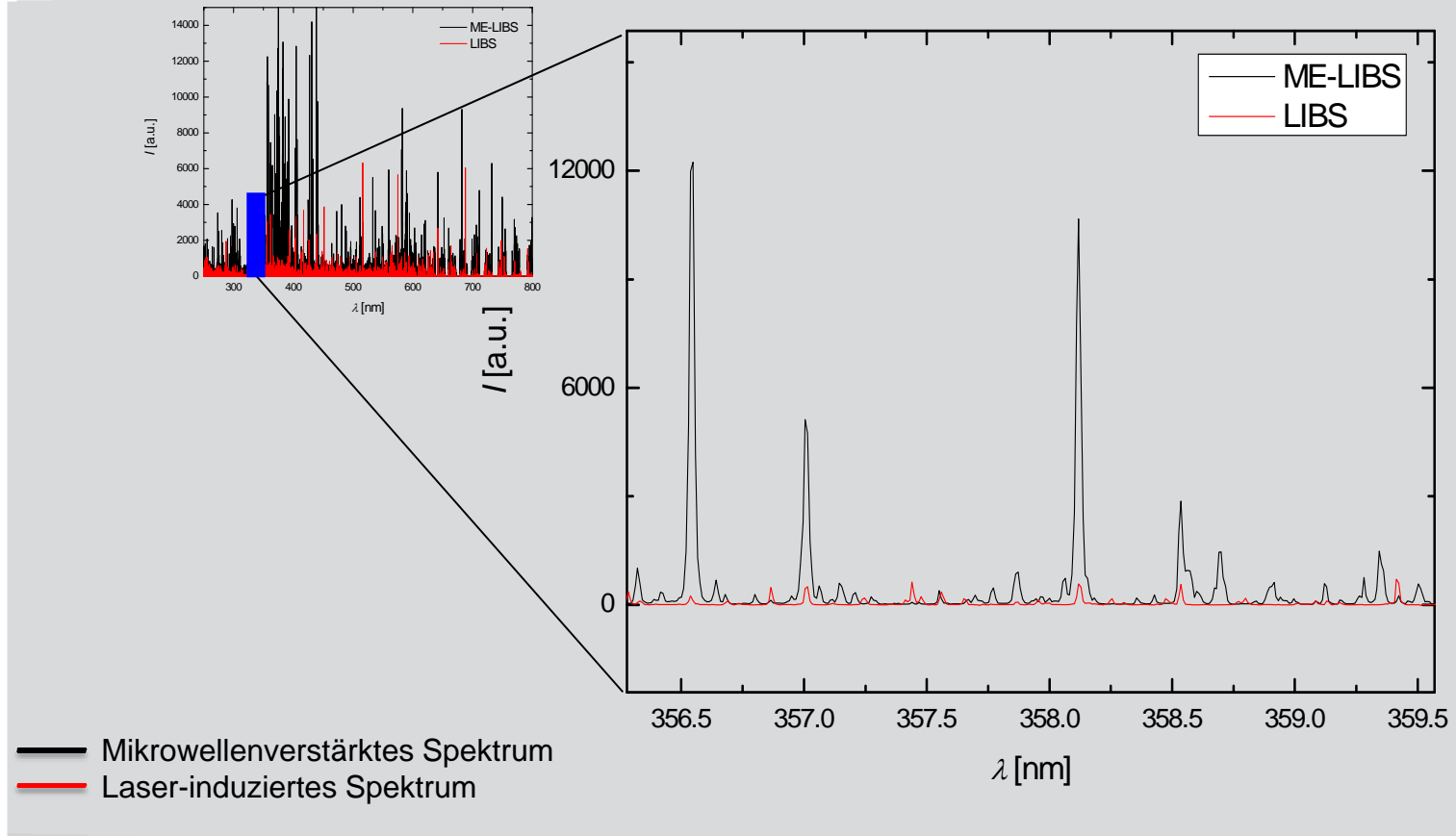
L: Sammellinse ( $f = 50 \text{ mm}$ ), LS: Laserstrahl, P: Plasma, M: Mikrowellenkerze, S: Probe, FO: Lichtwellenleiter

# Mikrowellenunterstützte Laserspektroskopie

- Kostengünstige Plasmaquelle
- Erzeugung von  
Atmosphärenplasmen
- Hochfrequenzplasma bei 2.4 GHz
- Verfolgung zweier Konzepte:
  - Mikrowellenkerze [1]
  - Plasmastrahler mit  
Prozessgasspülung [2]



# Spektrum einer C75 Stahlprobe



— Mikrowellenverstärktes Spektrum  
— Laser-induziertes Spektrum

GEFÖRDERT VOM

# WAVE-Demonstrator

- Modularer Aufbau des WAVE-Demonstrators
- Basiseinheit [1]
- Handmessgerät [2]
- Messzeit < 10 s
- Analysefläche < 1 mm<sup>2</sup>
- Keine mechanische Probenvorbereitung
- Analyse von Stahl- und Aluminiumlegierungen







ILT **Forschung & Entwicklung**





ILT **KMUs**



Industrie IT

trímet



ILT **Anwender**





Mikrowellen-  
Laseremissionsspektroskopie  
für die Identifikation von  
Sekundärrohstoffen





HF-Erzeugung und Auskopplung  
zur Überlagerung mit  
Laserstrahlung





Feldtauglicher  
Höchstfrequenzgenerator für die  
Kombinierte Laser/Mikrowellen-  
Anregung





Handmesskopf für die  
mikrowellen-unterstützte  
Laser-Emissionsspektroskopie





Algorithmen für die  
Werkstoffidentifikation und  
Ablaufsteuerung



Bereitstellung von Testchargen  
(Leichtmetalllegierungen)  
Vor-Ort Testmessungen mit  
Demonstrator





Bereitstellung von Testchargen  
(Edelstahllegierungen, Hartmetalle,  
Sonderlegierungen)  
Vor-Ort Testmessungen mit  
Demonstrator



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

WAVE - Analyse von Sekundärrohstoffen durch mikrowellenunterstützte  
Laser-Emissionsspektroskopie

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

WAVE – Laser-Emissionsspektroskopie

Koordiniert von:

