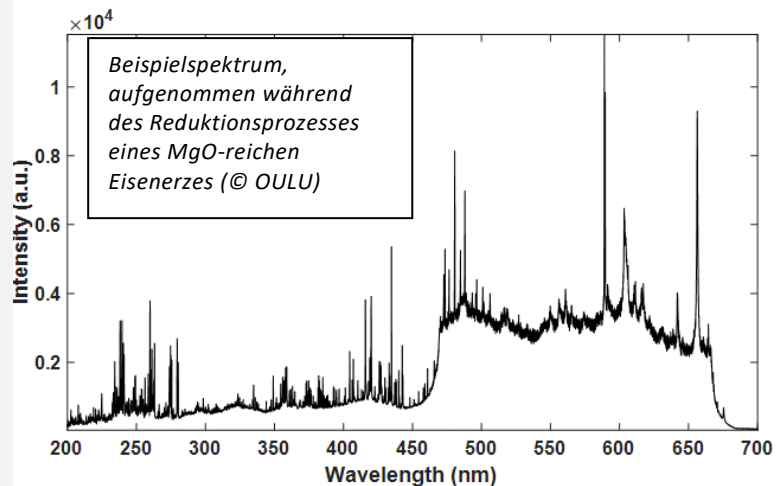


**PlasmArc4Green
Simulation, Modelling and
Monitoring of Plasma and Arc
based Processes for Green
Metal Production.**

Programm: COMET
Competence Centers for Excellent
Technologies

Förderlinie: COMET-Modul

Projekttyp: PlasmArc4Green-Project
4, 01.07.2024-30.06.2028, multi-
firm



IN-SITU DIAGNOSTIK DER WASSERSTOFFPLASMA-SCHMELZREDUKTION

ECHTZEIT-MONITORING DER WASSERSTOFFPLASMA-SCHMELZREDUKTION DURCH OPTISCHE EMISSIONSSPEKTROSKOPIE UND VIDEOANALYSE.

Der intensive Einsatz kohlenstoffbasierter Reduktionsmittel in der konventionellen Eisenherstellung verursacht rund 7 bis 8 % der weltweiten anthropogenen CO₂-Emissionen. Die **Wasserstoffplasma-Schmelzreduktion (Hydrogen Plasma Smelting Reduction, HPSR)** gilt als vielversprechende Alternative, da sie Wasserstoff als Reduktionsmittel mit Plasmatechnologie kombiniert und dadurch eine nahezu CO₂-freie Eisenerzeugung ermöglicht. Gleichzeitig bietet das Verfahren eine hohe Flexibilität hinsichtlich minderwertiger Eisenerze und komplexer Rohstoffe.

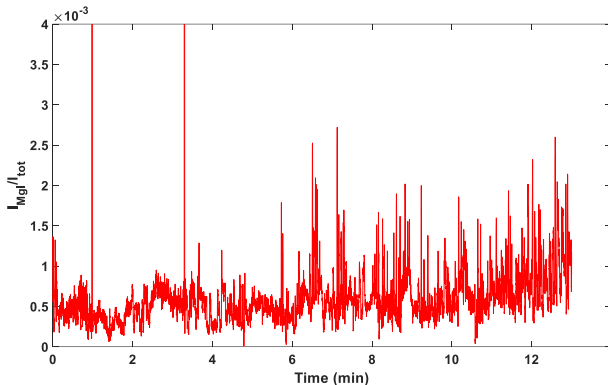
Bei dem Prozess wird zwischen einer Kathode und der Schmelze (Anode) ein Lichtbogen erzeugt, der ein Gasgemisch aus Wasserstoff und einem Inertgas ionisiert. Das Lichtbogenplasma liefert sowohl die notwendige thermische Energie zum Schmelzen als auch hochreaktive Wasserstoffspezies zur Reduktion

der Eisenoxide. Aufgrund des äußerst dynamischen Charakters des Plasmas laufen zahlreiche physikalische und chemische Prozesse gleichzeitig ab, darunter die Dissoziation von Wasserstoff, die Verdampfung flüchtiger Komponenten, die Reduktion von Oxiden sowie die Bildung von Metalltröpfchen und Schlacke. Um diese Vorgänge besser zu verstehen, sind moderne In-situ-Diagnosemethoden erforderlich.

Zur Untersuchung dieser Prozesse setzte ein Team der *Universität Oulu (OULU)* während einer Reihe von HPSR-Versuchen am *Max-Planck-Institut für Nachhaltige Materialien (MPI)* die Methoden der **optischen Emissionsspektroskopie (OES)** kombiniert mit **Videoanalyse** ein. Als Ausgangsmaterial wurde ein MgO-reiches Eisenerz verwendet. Nach dem Vorschmelzen des Einsatzmaterials mittels Argon Plasma wurde Wasserstoff zugemischt, um die

SUCCESS STORY

Reduktion zu starten. Die Versuche wurden mit unterschiedlichen Reduktionszeiten durchgeführt und kontinuierlich spektroskopisch überwacht. Die Messungen zeigten deutliche Veränderungen der Emissionen im Verlauf des Prozesses. Insbesondere nahm die Intensität der Mg I-Emissionen (vgl. Bild unten) mit fortschreitender Reduktion kontinuierlich zu.



Zeitliche Entwicklung der Mg I Emission (@ OULU)

Dies weist darauf hin, dass sich Magnesium zunehmend in der Schlackenphase anreichert, während die Eisenoxide reduziert werden. Gleichzeitig lieferten Änderungen der Wasserstoff- und Eisenemissionen wertvolle Informationen über den Fortschritt der Reduktionsreaktionen. Post-Mortem Analysen bestätigten die erfolgreiche Reduktion des Eisenerzes. Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, dass das Magnesium überwiegend in der Schlacke verbleibt, während die

Eisenoxide effektiv zu metallischem Eisen reduziert werden.

Wirkungen und Effekte

Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial der HPSR-Technologie für die Verarbeitung von minderwertigen Eisenerzen und jenen mit hoher Gangart. Gleichzeitig zeigt die Studie, dass optische Diagnostikverfahren eine wertvolle Echtzeitüberwachung des Prozesses ermöglichen und damit die Grundlage für zukünftige Prozessregelungs- und Optimierungsstrategien schaffen.



Bildaufnahme aus der Videoaufzeichnung der Versuchsreihe (@ OULU)

Projektkoordination (Story)

Sajid Ali, MSc
PhD Researcher
University of Oulu
T +358 4492 95694
sajid.ali@oulu.fi

PlasmArc4Green /Project 4

K1-MET GmbH
Stahlstraße 14
4020 Linz
T +43 732 6989 75607
office@k1-met.com
https://www.k1-met.com/modul_plasmarc4green

Projektpartner

- Universität Oulu, Finnland
- Max-Planck-Institut für Nachhaltige Materialien, Deutschland

Diese Success Story wurde von der der Konsortialführung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung freigegeben. Das COMET-Modul PlasmArc4Green wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMIMI, BMWET, und die Bundesländer Oberösterreich, Steiermark und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: www.ffg.at/comet