

Alexander Babich, Matthias Schwarz, Dieter Senk

Stahlkochen mit Kirschkernen

Unkonventionelle Einsatzstoffe
für die Eisen- und Stahlmetallurgie

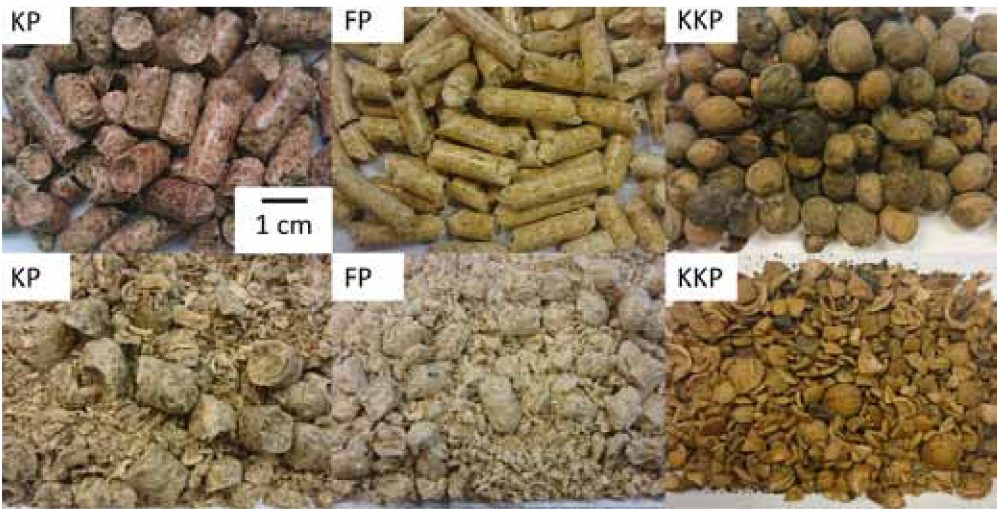


Bild 1: Herkömmliche Biomasse in Form von Kieferpellets (links), Fichtepellets (Mitte) und Kirschkernen (rechts).

Increasingly scarce resources and climate change are major challenges in view of sustainable mass production of high quality steel with acceptable costs. This contribution gives an overview on new developments in the fields of use of renewable biomass and waste plastics by means of gasification, injection, mixing and embedding in pellets, composites, coke and sinter. The results are mostly based on recent and current research activities of the IEHK related to resources and environmental challenges.

Die knapper werdenden Ressourcen fossiler Brennstoffe und der steigende Druck zur Verminderung von Umweltbelastungen und Begrenzung des Klimawandels stellen große Herausforderungen für die wirtschaftliche Massenherstellung von hochwertigen Stahlwerkstoffen dar. Neben der konventionellen Hochofenroute, bestehend aus Kokerei, Sinteranlage, Hochofen und Konverter, werden viele Stahlsorten auch aus Recyclingmaterial in Form von Stahlschrotten im Elektrolichtbogenofen hergestellt. Für die konventionelle Route werden Einsatzstoffe wie Eisenerz-agglomerate, Kohle und Koks benötigt. Diese können langfristig den oben genannten Herausforderungen nicht gerecht werden und

müssen daher in ihrer Zusammensetzung optimiert oder gar ersetzt werden. Hierfür werden neue, eher unkonventionelle Einsatzstoffe getestet und auf ihre mechanischen sowie physikalisch-chemischen Eigenschaften hin untersucht und entsprechend der Prozesse beurteilt. Der Einsatz von Biomasseprodukten, Altkunststoffen, metallurgischen Abgasen, selbstreduzierenden Agglomeraten und Kompositen, Mini- und Mikropellets, niedrig reduziertem Eisen sowie Kohlebriketts wird intensiv erforscht und zum Teil schon in die betriebliche Praxis implementiert. Am Lehrstuhl für Metallurgie von Eisen und Stahl wurden unkonventionelle Energieträger untersucht.

Bioprodukte: Direkter Einsatz, Zumischung und Anwendung

Der Einsatz von Biomasse als erneuerbare Energie- und Kohlenstoffquelle kann zur Verringerung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen in der Industrie beitragen, da während der Photosynthese von Pflanzen Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) zu Glucose reagieren, welche erster Baustein der Biomasse in der Form C₆H₁₂O₆ ist. Da Biomasse in ihrem Rohzustand für einen Einsatz in der Eisen- und Stahlindustrie nicht geeignet ist, wird sie während der Vorbehandlung in inerter Atmosphäre erhitzt. Dabei ändert sie ihre mechanischen wie auch physikalisch-chemischen Eigenschaften so sehr, dass sie eher einer Kohle als der ursprünglichen Biomasse entspricht. Die Grundbestandteile der Bio-

Wärmeerzeugung genutzt. In industriellen Anwendungen finden sich viele Möglichkeiten zum Ersatz fossiler Brennstoffe. Im Wirbelschichtreaktor wird Biomasse zur Erzeugung von hoch wasserstoff- und kohlenstoffmonoxidhaltigem Prozessgas eingesetzt. Da der Prozess in der Wirbelschicht vergleichsweise langsam ist, kann auch langsam reagierendes Material eingesetzt werden. Biomasse birgt einen hohen Sauerstoffgehalt. Er ermöglicht den Einsatz von geringeren Sauerstoffmengen zur Vergasung und Verbrennung des Materials. Ein hoher Gehalt flüchtiger Bestandteile senkt die Zündtemperatur und der geringe Aschegehalt führt zu einem sehr hohen Materialumsetzungsgrad von über 90 Prozent. Die vorbehandelte Biomasse kann direkt in

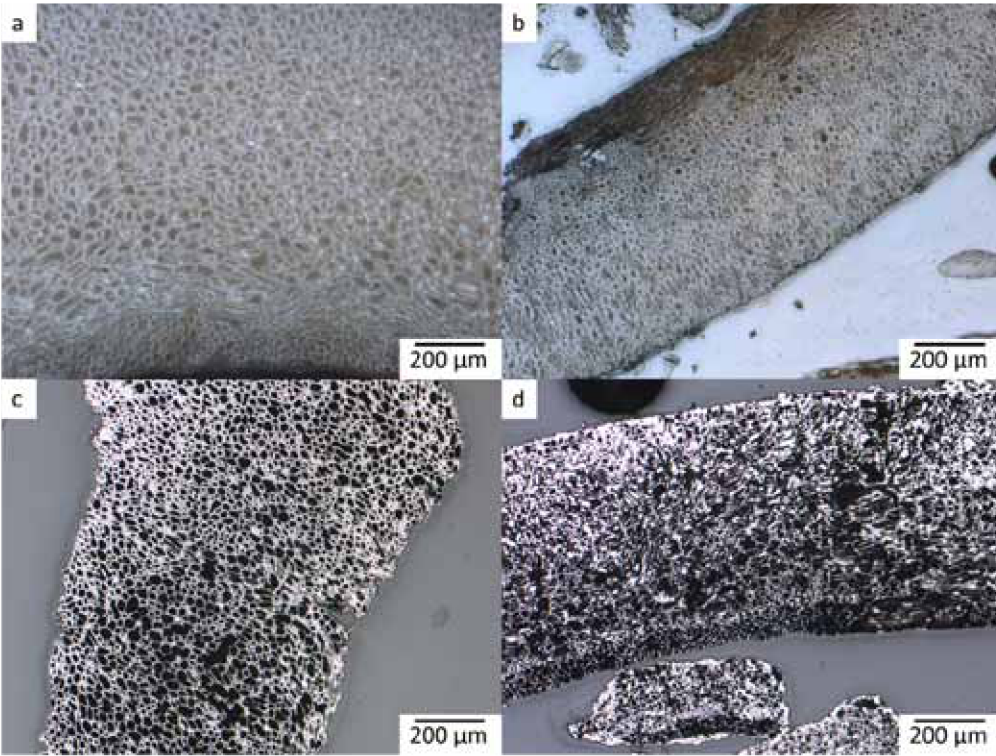


Bild 2: Änderung der Struktur von Kirschkernen während der Vorbehandlung:
(a) Rohzustand,
(b) 300 Grad Celsius,
(c) 600 Grad Celsius,
(d) 1200 Grad Celsius.

masse, Cellulose, Hemicellulose und Lignin werden dabei aufgespalten und die flüchtigen Bestandteile aus dem Material ausgetrieben. Dabei bleibt ein kohleähnlicher Brennstoff zurück. Der Fokus der aktuellen Forschung liegt dabei nicht auf dem Einsatz für den Prozess angebauter Biomasse, sondern auf der Nutzung von Reststoffen, die beispielsweise in der Nahrungsmittel- oder Holzindustrie anfallen. Beispiele dieser Bioreststoffe stellen Holzpellets aus Sägewerksrückständen sowie Kirschkerne oder Palmkernschalen dar. Durch das Pressen zu Pellets werden Holzspäne und sonstige Rückstände nutzbar gemacht und auch im privaten Haushalt zur

den Hochofen sowie in andere Schachtöfen im pulverisierten Zustand eingeblasen werden und damit die heutzutage übliche fossile Einblaskohle partiell oder komplett ersetzen. Diese Technologie wird bereits an kleinen Hochofen in Brasilien eingesetzt und momentan für moderne große Kokshochöfen untersucht. Der für die Koksherstellung notwendigen Kokskohle wird in aktuellen Forschungsarbeiten vorbehandelte Biomasse zugeführt, um die CO₂-Emissionen zu senken. Hierbei darf der Hochofenbetrieb jedoch nicht wesentlich gestört werden, um weiterhin hohe Qualität bei gleichbleibender Produktivität zu gewährleisten.

532X 15KV WD:15MM S:00000 P:00000
50UM

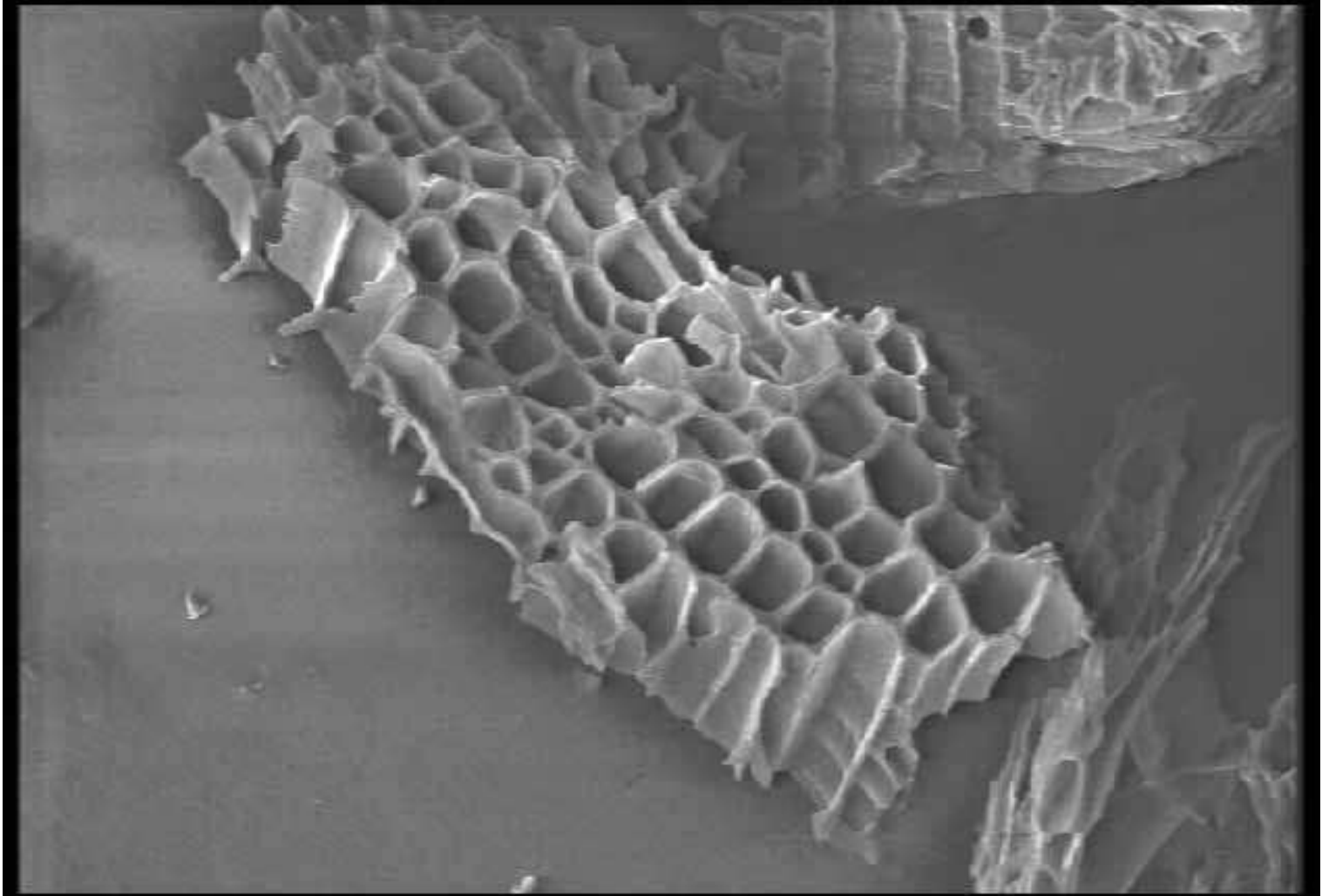


Bild 3: Mikrostruktur von Holzkohle hergestellt aus Eukalyptus.

Aufgrund der stark unterschiedlichen Eigenschaften verschiedener Biomassetypen wie Holz, Gräser, Schalen und Kerne finden sich auch hier Materialien, die zum Ersatz von fossiler Kohle eingesetzt werden können. Eine Zumischung von fünf bis zehn Prozent vorbehandelter Biomasse in der Kohlemischung verändert die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Koks nur geringfügig, sodass auch hier fossile Brennstoffe eingespart werden können. Um die Festigkeit nicht zu verschlechtern, können Hölzer oder Kerne und Schalen eingesetzt werden, da diese aufgrund ihrer Zellstruktur hohe Festigkeiten aufweisen.

Weiterhin kann Biomasse auch zur Herstellung von Eisenerzsinter und von selbstreduzierenden Pellets eingesetzt werden. Bei der Sinterherstellung können bis zu 25 Prozent der Kohlenstoffträger durch vorbehandelte Biomasse ersetzt werden, um so eine gleichbleibende Qualität zu erreichen. Feinerze und Biomasse werden gemischt, zu kleinen runden Pellets gedreht und anschließend gebacken. Durch den Kohlenstoff im Pellet wird

bei hohen Temperaturen das Eisenerz reduziert und im Inneren der Pellets entstehen Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid. Durch einen geringen Anteil an Biomasse in der Pelletmischung können durch die große Kontaktfläche im Hochofen Koks und Einblaskohle eingespart werden.

Kunststoffabfälle: Direkter Einsatz, Zumischung und Anwendung

Die Kunststoffproduktion wurde in den letzten Jahrzehnten drastisch auf circa 300 Millionen Tonnen pro Jahr weltweit, davon etwa 60 Millionen Tonnen pro Jahr in der Europäischen Union, erhöht. Die Recyclingmöglichkeiten von Kunststoffen ermöglichen einen erneuten Einsatz in ihrer ursprünglichen Form oder in neuen Produkten, allerdings fallen auch große Mengen an, bei denen eine Wiederverwendung nicht möglich ist. Diese Altkunststoffe müssen entsorgt werden. Eine mögliche Verwendung ist ebenfalls der Einsatz in der Eisen- und Stahlindustrie. Die Abfälle können dafür eine mechanische und thermische Behandlung durchlaufen und dann in Form von

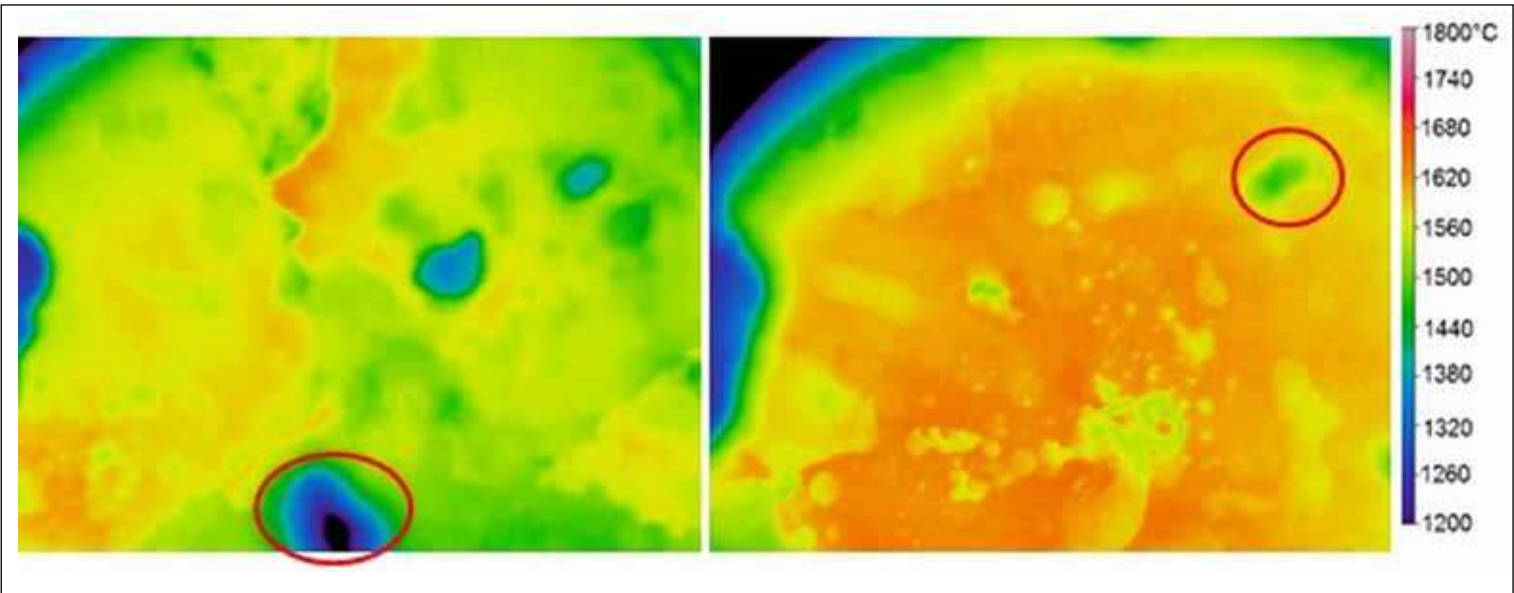


Bild 4: Holzkohlepartikel auf der Koksoberfläche beim Einblasen in den Hochofen.

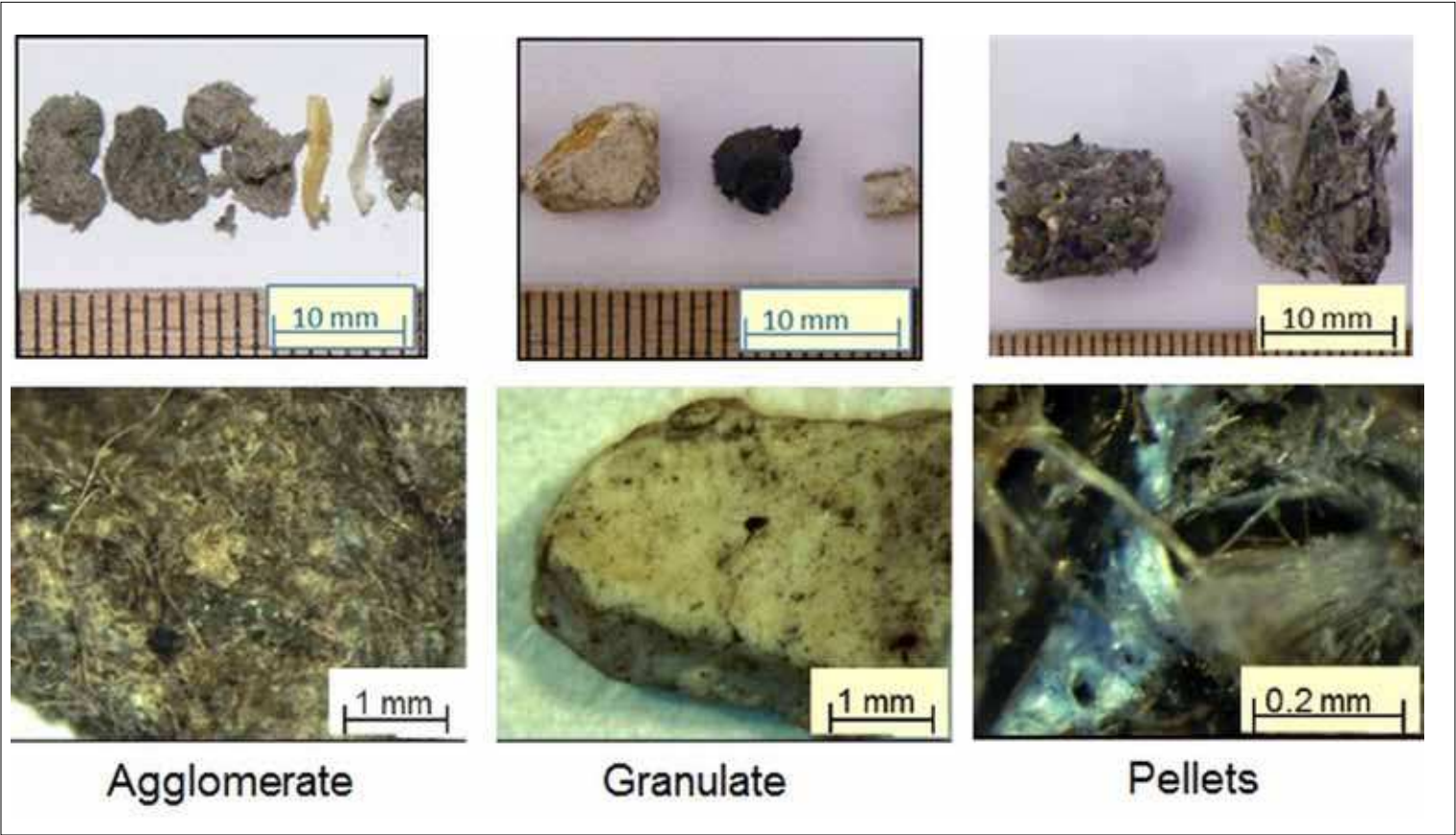


Bild 5: Verfügbare Formen von Altkunststoffen.

Agglomeraten, Granulaten und Pellets genauso wie Bioproducte eingeblasen, eingebettet oder vergast werden. Trotz vorhandener betrieblicher Erfahrungen mit dem Einblasen von Altkunststoffen in Deutschland, Japan und Österreich wurde ihre Umsetzung unter Hochofensimulationsbedingungen erst vor kurzem systematisch untersucht. Überraschend wurde festgestellt, dass trotz des extrem hohen Gehalts flüch-

tiger Bestandteile unverbrannte Restpartikel die simulierte Einblaszone des Hochofens verlassen. Dies bedeutet, dass kein vollständiger Umsatz der Materialien stattfindet. Um den Einfluss auf den gesamten Hochofenprozess zu ermitteln, wurde das Verhalten von Kunststoffen unter Hochofenbedingungen und der Anwesenheit von Hochofenkoks genauer untersucht.

Autoren

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Senk ist Inhaber des Lehrstuhls für Metallurgie von Eisen und Stahl.
Dr.-Ing. Alexander Babich ist und Mathias Schwarz war Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Metallurgie von Eisen und Stahl.