







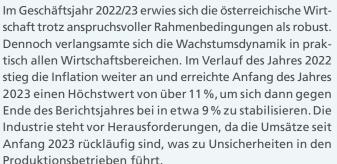


	6 2 2 2
1	
1	
	10.00
11/2	
	1000
	Marine Control
1000	
	650A
1	
-	
	Contraction of the second
a 11	A STATE OF THE STA
160	
	1
	6

UNTERNEHMEN
Vorworte der Geschäftsführung 4 Key Facts 8 Unternehmensstruktur 10 Team 12
INTERNATIONALE AKTIVITÄTEN
Preisgekrönte Forschungsleistungen
HIGHLIGHTS 2022/23
Highlights COMET
WISSENSBILANZ
Programm- und Auftragsforschung
BILANZ 2022/23 €
Lagebericht

VORWORTE

DER GESCHÄFTSFÜHRUNG



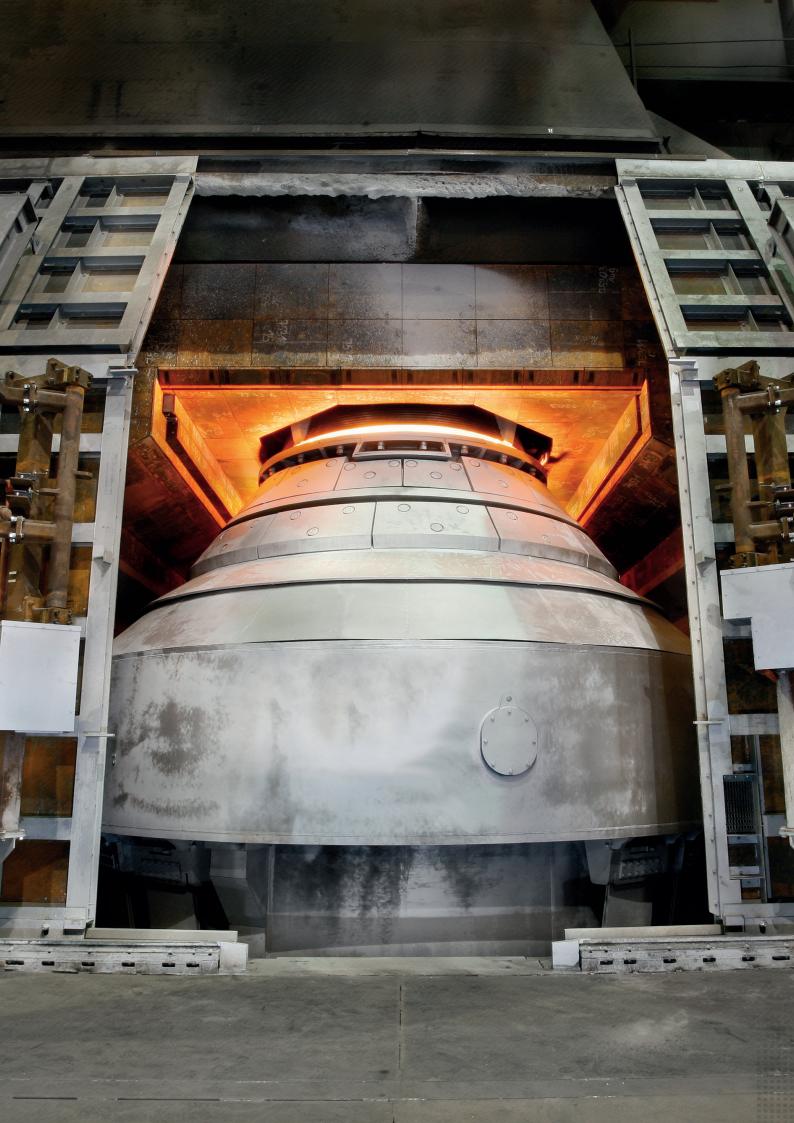
Exzellente Mitarbeiter:innen und Forschungsthemen für die Transformation des fossilen in ein erneuerbares **Energiesystem mit Anpassung** der damit zusammenhängenden industriellen Produktionsprozesse sowie ein nachhaltiges Rohstoffmanagement sind die Erfolgsfaktoren der K1-MET GmbH.

Thomas Bürgler











Exzellente Forschung in schwierigen Zeiten

Gerade in diesen herausfordernden Zeiten ist es notwendig, exzellente Forschungsthemen umzusetzen, um zwei der globalen Hauptziele, die Transformation des fossilen in ein erneuerbares Energiesystem mit Anpassung der damit zusammenhängenden Produktionsprozesse sowie ein nachhaltiges Rohstoffmanagement nicht aus den Augen zu verlieren. Dafür sind die Mitarbeiter:innen der K1-MET GmbH der wesentlichste Erfolgsfaktor. Die globalen Durchschnittstemperaturen werden bereits in den nächsten Jahren die 1,5 °C-Temperaturerhöhung gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter zumindest phasenweise überschreiten. Diese Schwelle ist ein Indikator für den Punkt, an dem die Klimaauswirkungen für die Menschen und den Planeten direkt fühlbar werden. Die K1-MET GmbH leistete auch im Geschäftsjahr 2022/23 einen wichtigen Beitrag dazu, dass Österreich ein weltweiter Trendsetter in der metallurgischen und umwelttechnischen Verfahrensentwicklung bleibt. Nur durch die kooperative Forschung mit beteiligten Industrieunternehmen und Universitäten in allen Prozessstufen können Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Produktqualität gesteigert werden. Durch Forschungsaktivitäten in diesen Bereichen konnte K1-MET GmbH ihre Rolle als bedeutendes Kompetenzzentrum in der europäischen Forschungscommunity ausbauen.

K1-MET mit starker Präsenz im COMET-Programm

Seit dem 1. Juli 2022 arbeitet die K1-MET GmbH im 4-jährigen und mit 3,75 Mio. EUR dotierten COMET-Modul "FuLlBatteR" gemeinsam mit beteiligten Industrieunternehmen und Universitäten aus Österreich, Deutschland und England an der (möglichst) selektiven Rückgewinnung von (kritischen) Rohstoffen aus Lithium-Ionen-Batterien (Details in diesem Geschäftsbericht). FuLlBatteR steht damit auch im internationalen Rampenlicht bei den Bemühungen, die Rohstoffversorgung für die Elektromobilität, aber auch für ressourcenintensive produzierende Industriesektoren langfristig und nachhaltig zu sichern.

Die Projektvereinbarungen für das COMET-K1-Programm bis zum Juni 2027 sind soweit abgeschlossen, um zum Beginn der neuen Förderperiode am 1. Juli 2023 startklar zu sein. Ein qualitativ exzellentes Konsortium wird an den Themenfeldern Prozesseffizienz, Kreislaufwirtschaft, Klimaneutralität, Sektorkopplung, Simulation und Datenanalytik arbeiten. Dieses Konsortium wird bestehende Prozesslösungen bzw. methodische Ansätze hochskalieren und weiterentwickeln und neue Forschungsansätze verfolgen.

Weitere Forschungskooperationen im nationalen und internationalen Umfeld

Neben der Initiierung von vier EU-Vorhaben, den Horizon Europe-Projekten Hy2Market, ReMFra, TransZeroWaste und PURESCRAP (drei davon im Rahmen der Clean Steel Partnership) konnte die K1-MET GmbH auch auf nationaler und regionaler Ebene beeindruckende Erfolge in der Förderlandschaft verzeichnen. Auf der nationalen Ebene

engagiert sich das Unternehmen im Rahmen der Vorzeigeregion "WIVA P&G" (Wasserstoff Initiative Austria Power & Gas), welche durch den Klima- und Energiefonds finanziert wird. Dazu gehören für die K1-MET GmbH die Forschungsaktivitäten im Rahmen von "SuS-F" (SuSteel follow up) sowie "OpTwinFlow" (Optimization of steelmaking processes with flow based digital twins and advanced data analyses) aus dem Förderprogramm "Schlüsseltechnologien als Basis für die Produktion der Zukunft".

Auf regionaler Ebene ist das Unternehmen ebenfalls aktiv und nimmt an vier Vorhaben des Steirischen Zukunftsfonds im Rahmen der Ausschreibung "Green Tech X – Die nächste Generation von Kreislaufwirtschaft und Umweltschutz" teil.

Mit den zusätzlich geförderten nationalen und internationalen Forschungsthemen wird die K1-MET GmbH ihre Kompetenzen in den Bereichen Klimaneutralität, Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz sowie bei der datenbasierten Digitalisierung metallurgischer Prozesse weiter ausbauen. Außerdem erhielten zusätzliche nationale und EU-Projekte, die sämtlichen Forschungsbereichen der K1-MET GmbH zugeordnet sind, ihre Genehmigung. Diese werden zu Beginn des Geschäftsjahres 2023/24 starten, wobei die K1-MET GmbH sowohl beteiligt ist als auch die Koordination, wie z. B. beim RFCS-Projekt "HBI C-Flex", übernehmen wird.

DI Thomas Bürgler CEO

Univ.-Prof. DI Dr. techn.
Johannes Schenk



KEY FACTS

COMET K1-MET 2019-2023



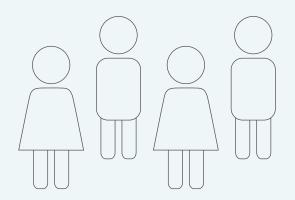


Gemeinsam mit den beteiligten Industrieunternehmen und Universitäten stellt sich das Unternehmen den technologischen Herausforderungen in der Metallurgie. Die Basis dafür sind die Festlegung sowie Umsetzung zukunftsweisender Innovationen. Nach dem vierten Jahr der zweiten Förderperiode kann die K1-MET GmbH folgende Ergebnisse und Erfolge aufzeigen:

27 Projektbeteiligte

- 19 Industrieunternehmen verteilt in AT, BE, DE, GB, SK, US
 - 8 Universitäten Hochschulen Forschungseinrichtungen verteilt in AT, DE





- **26** Dissertant:innen 23% ♀ 77% ♂
- **327** Wissenschaftliche Publikationen
 - 24 Dissertationen beendet
 - **45** Masterarbeiten beendet
 - 26 Bakkalaureatsarbeiten beendet



4 Areas



Raw Materials and Recycling



Metallurgical Processes



Low Carbon Energy Systems



Simulation and Analyses



\$\square\$ \square\$ \square\$ \square\$ \square\$ \qquare\$ \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \qqq \qqqq \q

3 Projekte

P

Volumen: €4,23 Mio.

6 Projekte

<u>٠</u>.

Volumen: €6,30 Mio.

8 Projekte

CO₂

Volumen: €7,92 Mio.

4 Projekte



Volumen: €5,02 Mio.

Projektvolumen gesamt

davon Bundesförderung: €10,20 davon Landesförderung: €6,80 €3,40

Investment Industrieunternehmen: €12,14

5% ☐ Inkind-Förderung Universitäten: €1,13

Projektlaufzeit: 4 Jahre von 2019 – 2023 (2. Phase)



STRUKTUR DER K1-MET GMBH

Ein herzliches Dankeschön gilt den Förderinstitutionen, Gesellschaftern und Projektbeteiligten für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung!

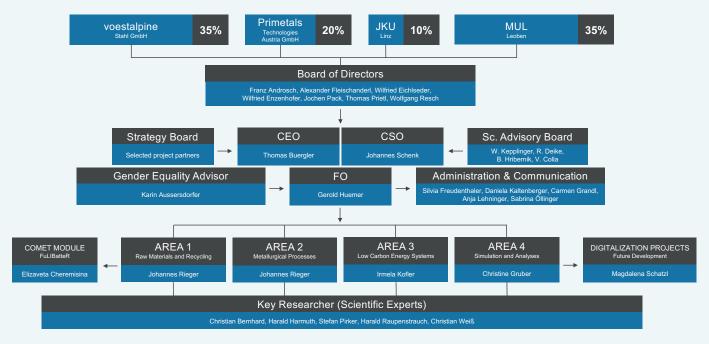


Abb. 1: Organigramm K1-MET

Durch exzellente Forschung und die industrielle Entwicklung will die K1-MET GmbH die Zukunft in der metallurgischen Industrie mitgestalten. Damit kann sie einen Forschungsbeitrag zu den großen gesellschaftlichen Herausforderungen (z. B. Klimawandel, Globalisierung, Urbanisierung und demografischer Wandel) liefern. Das Forschungsprogramm der K1-MET GmbH in Verbindung mit der Industrie und Wissenschaft trägt zur Attraktivität von Österreich als Standort für die Werkstoffindustrie bei.

Geschäftsführung

DI Thomas Bürgler

Technischer Geschäftsführer CEO

Univ.-Prof. DI Dr. techn. Johannes Schenk

Wissenschaftlicher Geschäftsführer CSO

Gesellschafter

voestalpine Stahl GmbH

(Vertreter: DI Dr. Franz Michael Androsch)

Montanuniversität Leoben

(Vertreter: Magn. Univ.-Prof. DI Dr. techn. Dr. h.c. Wilfried Eichlseder)

Primetals Technologies Austria GmbH

(Vertreter: Dr. Alexander Fleischanderl)

Johannes-Kepler-Universität Linz

(Vertreter: Mag. Wolfgang Resch)



Fördergeber

Bundesministerium

Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Bundesministerium Arbeit und Wirtschaft

Land Oberösterreich Land Steiermark Land Tirol

Förderstellen

FFG

(Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH)

UAR

(Upper Austrian Research GmbH)

SFG

(Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH)

> Standortagentur Tirol GmbH

Aufsichtsrat

DI Dr. Franz Michael Androsch (voestalpine Stahl GmbH)

Magn. Univ.-Prof. DI Dr. techn. Dr. h.c. Wilfried Eichlseder (Montanuniversität Leoben)

Dr. Alexander Fleischanderl (Primetals Technologies Austria GmbH)

Mag. Wolfgang Resch (Johannes-Kepler-Universität Linz)

DI Dr. Wilfried Enzenhofer, MBA (Upper Austrian Research GmbH)

Jochen Pack, BA

(Pantarhei Advisors Graz Unternehmensberatung GmbH in Vertretung der Steirischen Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH)

Dipl.-Ing. Dr. mont. Thomas Prietl (RHI Magnesita GmbH)

Wissenschaftlicher Beirat

em. o. Univ.-Prof. DI Dr. mont. Werner Kepplinger

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Deike (Universität Duisburg-Essen)

Dipl.-Ing. Dr. Bruno Hribernik

Dr. Ing. Valentina Colla (Center ICT for Complex Industrial Systems and Processes (ICT-COISP))

Mitgliedschaften

A.SPIRE

(Processes4Planet Research Association)

ASMET

(Austrian Society for Metallurgy and Materials)

ESTEP

(European Steel Technology Platform)

RIES

(Research Initiative for European Steel)











TEAM DER K1-MET GMBH

Im Zentrum der K1-MET GmbH stehen Forscher:innen, die mit ihrem Talent, ihrem Wissen und ihrem Können einen Mehrwert für das Kompetenzzentrum, für Österreich und für die Gesellschaft im Allgemeinen schaffen.

Geschäftsleitung



Thomas Bürgler



Johannes Schenk



Gerold Huemer Prokurist

Administration & Kommunikation



Silvia Freudenthaler



Daniela Kaltenberger



Carmen Grandl



Anja Lehninger



Sabrina Öllinger



AREA 1



Johannes Rieger Leitung AREA 1 & 2



Emerson Barros de Souza



Alexander Halwax



Monika Häuselmann



Lalropuia Lalropuia



Melanie Leitner



Stefanie Lesiak



Irmtraud Marschall



Hamed Mazaheri



Julia Messics



Simon Moll



Thomas Nanz



Wolfgang Reiter



Bettina Rutrecht



Alexander Seebacher



Anna Sieber



Zeljka Simicevic



Bianca Varga

AREA 2



Saeid Bakhtiari



Elizaveta Cheremisina



Daniel David



Paul Estermann



Marina Gontijo



Christian Hochenleuthner



Vanessa Hoffellner



Maximilian Klopf



Michael Lammer



Julian Laschinger



Harald Mayrhofer



Bernhard Mitas



Daniel Ogris



Razieh Parooei



Adrian Rabl



Amaia Sasiain Conde



Johann Winkler



Klemens Winkler

TEAM

DER K1-MET GMBH

AREA 3



Irmela Kofler Leitung AREA 3



Michael Derntl



Daniel Ernst



Manuel Farkas



Rebeka Frühholz



Johannes Gabl



Clemens Habermaier



Sarah Haneschläger



Tobias Holzner



Oliver Maier



Valentin Mally



Wolfgang Maurer



Christa Mühlegger



Gilbert Neuwirth





Cameron Quick



Nikolaus Rauch



Helene Rehberger



Erwin Reichel



Lukas Schmidt



Samira Soleimani



Sabine Spieß



Senthilathiban Swaminathan



Sophie Thallner



Stefan Tjaden



Thomas Wolfinger



Michael Zarl



PAREA 4



Christine Gruber Leitung AREA 4



Hadi Barati



Markus Bösenhofer



Jerónimo Guarco



David Haider



Anna Haider



Gerhard Holzinger



Damir Kahrimanovic



Matthias Julian Kiss



Nina Köpplmayr



Tobias Kronlachner



Dominik Lehner



Hannes Lumetzberger



Roland Mezibricky



Bahareh Najafian Ashrafi



Clemens Staudinger



Maria Thumfart



Johannes Wachlmayr



Christian Weichbold



Xiaomeng Zhang

Senior Experts



Marianne Haberbauer



Magdalena Schatzl



Axel Sormann

AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Im Geschäftsjahr 2022/23 konnte die K1-MET GmbH zahlreiche Aktivitäten auf nationaler und internationaler Ebene vorweisen, um die Vernetzung auch über die Grenzen des Landes Österreichs hinaus zu stärken.

Preisgekrönte Forschungsleistungen

Im Geschäftsjahr 2022/23 wurden zwei Forscher und eine Arealeiterin der K1-MET GmbH mit nationalen Preisen für ihre Projektarbeiten prämiert. Dies untermauert die exzellente Forschungsleistung, welche K1-MET in Kooperation mit Industrieunternehmen und Universitäten im Rahmen des COMET-Programms erbringt.

Hellmut Longin Preis

Dipl.-Ing. Dr.mont. Jeronimo Guarco, Post-Doc Forscher der K1-MET in Area 4 (Simulation and Analyses), Projekt 4.2 (Multiphase fluid flows), wurde für seine Dissertation an der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Gesteinshüttenkunde) mit dem Titel "Simulation of refractory



Abb. 2: Gewinner des Hellmut Longin Preises 2022 (Jeronimo Guarco Mitte). Quelle: Montanuniversität Leoben



wear by melts and calculation of wear parameters" mit dem Hellmut Longin Preis ausgezeichnet. Der Hellmut Longin Preis dient der Förderung ausgezeichneter wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiet der Gesteinshüttenkunde. Zu diesem Zweck wird dieser für hervorragende Dissertationen sowie Habilitationen verliehen, die am Lehrstuhl für Gesteinshüttenkunde der Montanuniversität Leoben erarbeitet und/oder eingereicht werden. Herr Dr. Guarco bekam den Preis während der Verleihung seiner Promotionsurkunde überreicht.

Wissenschaftlicher Inhalt der Dissertation

Die Arbeit beschäftigte sich mit der Simulation von Lösungskorrosion und Erosion feuerfester Baustoffe durch Schmelzen und mit der Berechnung von Verschleißparametern. Die experimentelle Grundlage bildet das Fingertest-Experiment, wobei ein hochmodernes Gerät verwendet wird. Dieser Test ermöglicht die Vermessung der Probenoberfläche bei Prüftemperaturen mittels Laser. Die Lasermessung der verschlissenen Probenoberfläche liefert die Erosions- und Korrosionsprofile, die für die Modellvalidierung und Berechnung der Verschleißparameter verwendet werden. Strömungssimulationen (Computational Fluid Dynamics) werden zur Berechnung des durch die Rotation der Probe in der Schmelze induzierten Strömungsfeldes eingesetzt. Das erstellte Modell für die Lösungskorrosion stellt eine Verbesserung zur Literatur dar, da es den Effekt der Stefan-Geschwindigkeit auf die effektive Diffusionsgrenzschichtdicke und den konvektiven Anteil des Stoffstroms berücksichtigt. Darüber hinaus wird auf Basis der Grenzschichttheorie ein asymptotischer Ansatz für große Schmidt-Zahlen verwendet, um den Rechenaufwand im Modell zu reduzieren. Das Modell wurde erfolgreich mittels dokumentierten Stofftransportgleichungen verifiziert und durch Vergleich mit den Fingertest-Experimenten validiert. Die Bestimmung der effektiven binären Diffusionskoeffizienten wurde mithilfe von zwei Methoden durchgeführt, nämlich aus der experimentellen durchschnittlichen Stoffstromdichte und durch Kurvenanpassung der simulierten Auflösungskurven an die experimentelle. Die Ergebnisse stimmten mit den in der Literatur präsentierten sowie mit weiteren Ergebnissen überein, die unabhängig von den hier durchgeführten Experimenten durch in-situ-Schmelzversuche mit dem konfokalen Laserscanning-Mikroskop und zugehöriger Hochtemperaturkammer durchgeführt wurden. Das Modell für die Erosion feuerfester Baustoffe berücksichtigt die zeitliche Änderung der Probengeometrie, das Ergebnis ist ein simuliertes Erosionsprofil. Das verwendete Erosionsgesetz ist eine Funktion der Wandschubspannung und beruht auf einer Analogie zur Bodenerosion. Das Berechnungsverfahren wurde im Rahmen der Dissertation erfolgreich zur Berechnung der Erosionsparameter bei einer grobkeramischen Feuerfestprobe aus Aluminiumoxid angewandt (Textquelle: Montanuniversität Leoben).

Herr Guarco absolvierte sein Rigorosum im Dezember 2022 (Betreuer der Arbeit war Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Harald Harmuth, Leiter des Lehrstuhls für Gesteinshüttenkunde an der Montanuniversität Leoben) und setzte seine berufliche Karriere als Post-Doc in der Area 4 der K1-MET GmbH fort.

INTECO ASMET Award

Dipl.-Ing. Manuel Farkas, Projektmitarbeiter in der K1-MET Area 3 (Low Carbon Energy Systems), Projekt 3.1 (Fundamentals of hydrogen reduction) und Projekt 3.5 (Operational optimization of hydrogen plasma smelting reduction), wurde für seine Masterarbeit mit dem Titel "Thermodynamische Simulation zur Systemauslegung von zukünftigen Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsanlagen" mit dem INTECO-ASMET-Preis ausgezeichnet.

Die Firma INTECO melting and casting technologies GmbH stiftet für herausragende wissenschaftliche Arbeiten (Dissertationen, Diplomarbeiten, Bachelorarbeiten) auf dem Gebiet des metallurgischen Anlagenbaus, bzw. aus dem Bereich der Primär- und Sekundärmetallurgie sowie Gießverfahren (Block- und Strangguss) und Umschmelzverfahren, einen Preis, der jährlich verliehen wird. Die Verleihung fand während des ASMET Forums im Mai 2023 an der Montanuniversität Leoben statt.

Wissenschaftlicher Inhalt der Masterarbeit

Die Masterarbeit von Manuel Farkas aus dem Projekt 3.5 beschäftigte sich mit der Stahlherstellung mittels Wasserstoffplasmaschmelzreduktion (kurz HPSR für englisch Hydrogen Plasma Smelting Reduction). Das HPSR-Verfahren wird als vielversprechendes Konzept für eine zukünftige CO₂-freie Stahlherstellung angesehen. Herr Farkas beschäftigte sich in seiner Arbeit in Zusammenarbeit mit der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie) mit thermodynamischen Studien und mit der systematischen Auslegung des HPSR-

Prozesses. Im Zuge einer umfassenden Literaturrecherche wurden sowohl die Grundlage zur thermodynamischen Betrachtung des HPSR-Prozesses näher beschrieben, als auch ähnliche bereits bestehende Modelle einer HPSR-Anlage betrachtet. Anschließend wurde im praktischen Teil dieser Arbeit ein variables FactSage®-Modell zur Massen- und Energiebilanz einer HPSR-Anlage im Pilotmaßstab und für einen industriellen Maßstab näher beschrieben. Mithilfe der neuen dynamischen Simulation konnte der Vergleich eines neuen Anlagenlayouts mit bereits bestehenden Modellen gezogen werden. Zusätzlich erfolgte in der Arbeit ein Vergleich verschiedener Anlagenlayouts mit unterschiedlichen Produktionskapazitäten (Textquelle: Montanuniversität Leoben).



Abb. 3: Gewinner des INTECO ASMET Awards 2023 (Manuel Farkas 3. von links). Quelle: ASMET – The Austrian Society for Metallurgy and Materials

Manuel Farkas absolvierte seine Masterprüfung im Oktober 2022 und arbeitet seitdem als Projektleiter in der K1-MET GmbH bei der Weiterentwicklung des HPSR-Prozesses mit. Betreuer der Masterarbeit war Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Johannes Schenk (CSO der K1-MET GmbH und Leiter des Lehrstuhls für Eisen- und Stahlmetallurgie an der Montanuniversität Leoben).

RFT OÖ Award für Arealeiterin Dr. Kofler

Der Rat für Forschung und Technologie für Oberösterreich (RFT OÖ) arbeitet seit 2003 daran, die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit von Oberösterreich zu erhöhen. Ein Expertengremium des RFT OÖ berät die Landesregierung Oberösterreich in den Themengebieten Forschung, Innovation sowie Technologie. Dazu wird der "RFT OÖ Award" im Zweijahresrhythmus verliehen. Diese Auszeichnung geht an Personen, welche durch ihre Arbeit die Technologie- und



AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Forschungslandschaft Oberösterreichs nachhaltig prägen. Im Jahr 2022 wurde Dr. Irmela Kofler (Leiterin der K1-MET Area 3) mit dem RFT OÖ Award für ihre Forschungsarbeiten auf dem Gebiet einer nachhaltigen und klimaneutralen Stahlproduktion ausgezeichnet.



Abb. 4: Gewinnerin des RFT OÖ Awards 2022 (Irmela Kofler 2. von links). Ouelle: RFT Oberösterreich

Outgoing research stays

Eine der Zielgrößen ("target values"), welche die K1-MET GmbH in der aktuell laufenden Förderperiode (2019 bis 2023) zu erfüllen hat, sind 12 outgoing research stays (kurz ORS). Damit sind Forschungsaufenthalte von mind. drei Monaten gemeint, in denen Forschungsarbeit zu den laufenden Projekten außerhalb des Zentrums, das heißt bei Forschungseinrichtungen sowie Industrieunternehmen, welche nicht am K1-MET-Programm beteiligt sind, durchgeführt wird. Im Geschäftsjahr 2022/23 konnte ein ORS absolviert werden. Neben der

Möglichkeit, das Netzwerk und den Bekanntheitsgrad der K1-MET GmbH zu vergrößern, sind die Forschungsaufenthalte für die betreffenden Mitarbeiter:innen eine wertvolle Gelegenheit, um sich fachlich weiterzubilden sowie andere Kulturen und die Lebensgewohnheiten verschiedener Länder kennenzulernen.

Forschungsaufenthalt an der Seoul National University in Südkorea

Dr. Irmtraud Marschall, Senior Project Manager in den Areas 1 und 2, absolvierte vom 1. November 2022 bis 31. Jänner 2023 im Rahmen des Projektes 2.5 "New mold slag types and viscosity of metallurgical slags" einen Forschungsaufenthalt in Südkorea an der Seoul National University (kurz SNU) am Research Institute of Advanced Materials bei der Arbeitsgruppe High Temperature Thermochemistry Laboratory. Zu den wichtigsten Forschungsthemen dieser Arbeitsgruppe zählen die Entwicklung thermodynamischer Datenbanken für anorganische Materialien (zum Beispiel Oxide, Legierungen), Datenbanken für physikalische Eigenschaften im Zusammenhang mit Hochtemperaturprozessen oder kinetische Simulationsmodelle für pyrometallurgische Prozesse. Zudem arbeitet die Gruppe an der Weiterentwicklung der Software FactSage®, die weltweit in verschiedensten Bereichen der Materialwissenschaft und des Ingenieurwesens eingesetzt wird.

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Der Schwerpunkt des Forschungsaufenthaltes in Seoul lag auf der Modellierung der Viskosität von anorganischen Schmelzen. Da die Verwendung von Strontiumoxid (SrO) in Gießpulvern beim Stranggießprozess zur Einstellung bestimmter Eigenschaften des gegossenen Stahls bekannt ist, jedoch SrO noch nicht im FactSage®-Viskositätsmodell implementiert ist, war es Ziel, dieses Element im Modell zu hinterlegen. Wärend des Aufenthaltes wurden alle dazu nötigen Parameter modelliert. Da die SNU über kein Hochtemperaturviskosimeter ver-

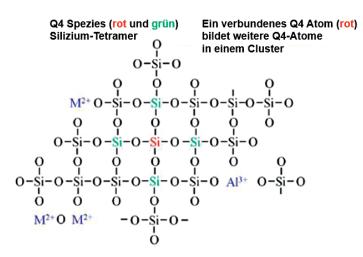


Abb. 5: Konnektivität eines Silikatnetzwerkes. Quelle: Kim (Dissertation, École Polytechnique de Montréal, 2011)

fügt, wurden Messungen im Dreistoffsystem SiO₂-Al₂O₃-SrO am Lehrstuhl für Gesteinshüttenkunde an der Montanuniversität Leoben durchgeführt. Der Aufenhalt in Seoul bot darüber hinaus die Gelegenheit, das Viskositätsmodell näher zu studieren und Optimierungspotenziale gemeinsam mit Prof. In-Ho Jung, einem der maßgäblichen Entwickler:innen von FactSage®, direkt diskutieren zu können.

Wissenschaftlicher Inhalt

Das Viskositätsmodell von FactSage® basiert auf der Beziehung zwischen Viskosität und der Struktur der Schmelze. Diese Struktur wird über die thermodynamische Beschreibung der Schmelze mithilfe des quasi-chemischen Modells berechnet, das auf Kationenbindungen basiert. Deren Konzentration ermöglicht eine strukturelle Charakterisierung der Schmelze. Im Viskositätsmodell wird die Wahrscheinlichkeit herangezogen, mit der ein Sauerstoffatom eine brückenbildende Rolle zwischen zwei zweitnächsten benachbarten Siliziumatomen im Siliziumdioxidnetzwerk spielt (siehe Abbildung 5).

Zur Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Viskosität (η) bei einer bestimmten Zusammensetzung wird der Arrhenius-Ansatz verwendet ($ln\,\eta=A+E/RT$ mit A als pre-exponentiellem Faktor, E als Aktivierungsenergie, R als Gaskonstante und T als Temperatur). Die dafür notwendigen Parameter A und E für die einzelnen beteiligten Oxide werden durch Anpassung experimenteller Viskositätsdaten ermittelt. Da für SrO keine experimentellen Daten verfügbar sind, wurden die Parameter durch Extrapolation aus den binären Daten des Systems SrO-SiO $_2$ gewonnen. Die Parameter zur Berechnung der Viskosität einer bestimmten Zusammensetzung in einem binären MeO $_x$ -SiO $_2$ -System werden mittels der Konzentration der einzelnen Komponenten, deren Parameter A und E, der Wahrscheinlichkeit der Clusterbildung von Si-Si Paaren sowie der Mischungsparameter E $_{Me-Si}$ kalkuliert. Für die Implementierung von SrO war es daher notwendig die Parameter E $_{Sr-Si}$ zu modellieren. Da in

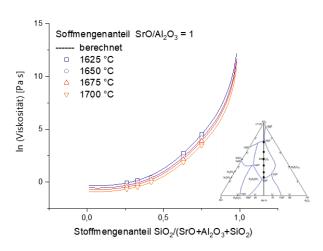


Abb. 6: Viskosität von $SrO-Al_2O_3-SiO_2$ Schmelzen mit einem SrO/Al_2O_3 Verhältnis von =1. Quelle: Montanuniversität Leoben / K1-MET

aluminiumoxidfreien Mehrkomponentensystemen der logarithmische Verlauf der Viskosität in Abhängigkeit von den Stoffmengenanteilen der basischen Oxide (CaO, MgO, NaO_{0,5}) bei konstantem SiO₂-Anteil nahezu linear ist, können diese Schmelzen modelliert werden, indem die binären Viskositätsparameter linear in Abhängigkeit von den Stoffmengenanteilen der basischen Oxide variiert werden. Zusätzliche Parameter werden nicht benötigt. In einer Schmelze, die sowohl AlO_{1,5} als auch MeO_x enthält, kann das Al³+ teilweise Si⁴+ im Netzwerk ersetzen und so als Netzwerkbildner wirken. Es besteht ein chemisches Gleichgewicht zwischen dem netzwerkbildenden Al³+ und dem verbleibenden netzwerkmodifizierenden Al³+.

Die Ergebnisse ermöglichen eine Modellierung der Viskosität von SrO-haltigen Schmelzen (siehe Abbildung 6). Da Viskositätsmessungen zeitintensiv und teuer sind, ermöglicht dies eine rascher ablaufende Entwicklungsarbeit hinsichtlich angepasster Gießpulver. Eine gemeinsame Publikation mit der SNU, Montanuniversität Leoben und K1-MET GmbH und die weitere Zusammenarbeit zur Verbesserung des FactSage®-Modells sind geplant.

Internationale geförderte Projekte

Im Geschäftsjahr 2022/23 starteten vier neue EU-Projekte mit der K1-MET GmbH als wissenschaftlicher Beteiligung (allesamt im Rahmen von Horizon Europe). Gemeinsam mit den durch den Research Fund for Coal and Steel (RFCS) geförderten Projekten SLAGREUS (Laufzeit 2019 bis 2023), MinSiDeg (2019 bis 2023), SMARTER (2021 bis 2024), den SPIRE-Projekten DESTINY (2018 bis 2023), INEVITABLE (2019 bis 2023) und CORALIS (2020 bis 2024) und dem INTERREG-



AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Projekt (Programm Österreich-Tschechische Republik) OPTIMO (2022) war die K1-MET GmbH im Geschäftsjahr 2022/23 somit an elf EU-Projekten beteiligt. Abgeschlossen wurden im Geschäftsjahr 2022/23 die RFCS-Projekte SLAGREUS und MinSiDeg, die SPIRE-Projekte DESTINY und INEVITABLE sowie das INTERREG-Projekt OPTIMO.

Hy2Market – ein Projekt im Rahmen von Horizon Europe

Am 1. Oktober 2022 startete das Projekt "Hy2Market" mit einer Laufzeit von drei Jahren. Die Abkürzung Hy2Market steht für "Hydrogen to enter markets reducing carbon emissions footprint". Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Horizon Europe Call "Innovation investments Strand 1-GREE" gefördert.

Hintergrund des Projektes Hy2Market ist grüner Wasserstoff als vielversprechender Energieträger, der dazu beiträgt, das Energiesystem in ein nachhaltiges System zu transferieren. Dies induziert eine Reihe von Herausforderungen entlang der Wertschöpfungskette, die identifiziert und gemeistert werden müssen, bevor Wasserstoff in großem Umfang verfügbar und einsatzbereit wird. Hy2Market bringt Regionen in ganz Europa zusammen, die an verschiedenen Innovationen arbeiten, um die Produktion, den Transport und die Verwendung von grünem Wasserstoff zu fördern. Unter diesem Aspekt soll das Projekt dazu beitragen, eine ausgereifte Wasserstoff-Wertschöpfungskette in ganz Europa zu realisieren. Mit einem interregionalen Ansatz wird das Wissen über gezielte Investitionen in die Produktion von grünem Wasserstoff ausgebaut und umgesetzt. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei auf Managementsysteme, den Transport von Wasserstoff in bestehenden und neuen Infrastrukturen und die Abnahme von grünem Wasserstoff durch beteiligte Industrieunternehmen sowie im Bereich der Mobilität gelegt.

Die Grundlage von Hy2Market bilden europäische Vorreiterregionen, wie die nördlichen Niederlande, Oberösterreich und Rhone-Alpes, die sich mit aufstrebenden Wasserstoffregionen der iberischen Halbinsel wie Aragon und Medió Tejo, Sizilien (Italien), Westmazedonien (Griechenland) und Konstanz (Rumänien) zusammenschließen. Jede Region adressiert mindestens einen Schwerpunkt. Um den Wissenstransfer zwischen den verschiedenen Teilen der Wertschöpfungskette und zwischen allen KMUs und Regionen zu gewährleisten, soll eine Wis-



Abb. 7: Projektlogo Hy2Market. Quelle: Stichting New Energy Coalition

sensaustauschplattform initiiert und aufgebaut werden. Die Ergebnisse dieses Projekts werden innerhalb der gesamten Europäischen Union verbreitet. Das Konsortium von Hy2Market umfasst 38 Projektbeteiligte aus zehn Ländern mit der Stichting New Energy Coalition (Groningen, Niederlande) als Projektkoordination.

Ziele von Hy2Market

Die Hauptziele von Hy2Market sind:

- Vermeidung von Marktversagen durch die Verbindung von Angebot und Nachfrage in verschiedenen Regionen (interregionale Zusammenarbeit von lokalen Initiativen)
- Gemeinsame Investitionen in verschiedene Teile der Wasserstoff-Wertschöpfungskette
- Intensiver und struktureller Wissensaustausch über alle Teile des Wasserstoff-Ökosystems zwischen Regionen innerhalb der EU
- Übergang zu einem nachhaltigen und grünen Energiesystem auf der Grundlage kohlenstoffneutraler Energieträger

Die K1-MET GmbH ist an der Vorreiterregion Oberösterreich gemeinsam mit AIT Austrian Institute of Technology GmbH, der Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH, der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des Industriellen Umweltschutzes), Prozess Optimal CAP GmbH, Verbund AG, Verein WIVA P&G und der voestalpine Stahl GmbH

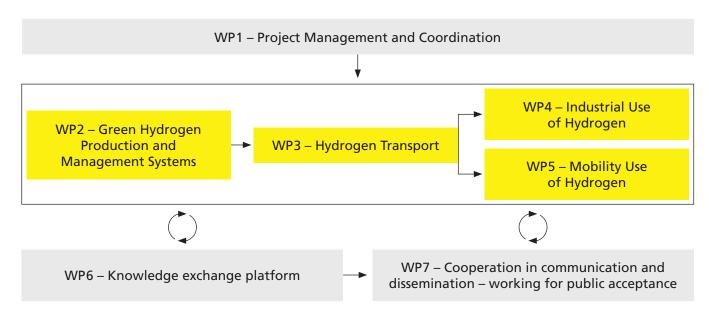


Abb. 8: Arbeitspakete und Arbeitsfluss von Hy2Market. Quelle: Eigenkreation Hy2Market-Konsortium

beteiligt. Die voestalpine Stahl GmbH und die Verbund AG planen ein Upgrade der am Linzer Standort der voestalpine Stahl GmbH existierenden 6 MW PEM Wasserstoffelektrolyse mit einer Reinigungsund Trocknungseinheit, um reineren Wasserstoff zu erzeugen. Die Prozess Optimal CAP GmbH arbeitet an einer quantitativen Modellierung der Stoffströme und auch des Energieeinsatzes. Die Montanuniversität Leoben ist am use case einer katalytischen Methanisierung beteiligt. CO₂ wird dabei mit Wasserstoff zu synthetischem Methan (CH₄) umgewandelt, welches dann z. B. wieder in der Stahlindustrie eingesetzt werden kann. Im Projekt soll eine Pilot-Methanisierungsanlage bei voestalpine Stahl GmbH in Betrieb genommen werden.

ReMFra – ein Projekt im Rahmen der Horizon Europe Clean Steel Partnership

Am 1. Dezember 2022 startete das Projekt "ReMFra" mit einer Laufzeit von 3 ½ Jahren. Der Langtitel des Projekts lautet "Recovering metals and mineral fraction from steelmaking residues". Das Projekt ReMFra wird von der Europäischen Kommission im Rahmen der Clean Steel Partnership, einem Teil des Horizon Europe Programms, gefördert. Mitkoordiniert wird die Clean Steel Partnership von der Europäischen Stahltechnologieplattform ESTEP (die K1-MET GmbH ist ein Mitglied



Abb. 9: Projektlogo ReMFra. Quelle: Eigenkreation ReMFra-Konsortium

from steelmaking residues

dieser Vereinigung). Der Hintergrund von ReMFra ist die Tatsache, dass Reststoffe wie z. B. diverse Stahlwerksstäube aus der Eisen- und Stahlproduktion derzeit teilweise extern verwertet werden, was zusätzliche Kosten induziert und dazu führt, dass das in den Stäuben enthaltene Eisen ausgeschleust wird und nicht wieder in den Stahlwerksprozess rückgeführt werden kann. Daher soll in diesem Projekt ein pyrometallurgischer Schmelz- und Reduktionsprozess im industriellen Maßstab zur Rückgewinnung von Metallen und Mineralien getestet und validiert werden, mit dem eine Vielzahl von Rückständen aus der Eisen- und Stahlerzeugung behandelt werden können. Die Behandlungsroute basiert auf zwei Teilprozessen, einem Plasmareaktor für die Verwertung grober Rückstände wie Zunder, Schlamm und sekundärmetallurgischer Schlacke aus dem Pfannenofen und dem RecoDust-Prozess für die Verwertung der feinkörnigen Reststoffe (siehe Abbildung 10).

Ziele von ReMFra

Die Ziele von ReMFra lauten:

- Entwicklung eines Gesamtprozesses zur Rückgewinnung von Metallen und mineralischen Fraktionen aus unterschiedlichen Rückständen der Eisen- und Stahlerzeugung (Schlacken, Stäube, Zunder)
- Umfassende Prüfung sowie die Bewertung der erzeugten Sekundärprodukte
- Einsatz intelligenter Sensoren und spezieller Big-Data-Analysen zur Entwicklung und Optimierung
- Integration von Lösungen zur Energierückgewinnung bei der pyrometallurgischen Reststoffbehandlung und Reduktion der CO₂-Emissionen



AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Das Konsortium beinhaltet 11 Industrieunternehmen und Forschungsinstitutionen aus 6 verschiedenen Ländern. Die Projektkoordination hat der italienische Stahlproduzent Tenaris Dalmine SPA. Die K1-MET GmbH ist mit der voestalpine Stahl GmbH sowie Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik) für den RecoDust-Teil verantwortlich. Zudem leitet K1-MET die DEC-Aktivitäten im Projekt (DEC steht für Dissemination, Exploitation, Communication), um gemeinsam mit den am Konsortium Beteiligten das erwartete innovative Know-How von ReMFra der technisch-wissenschaftlichen Community sowie der breiten Masse zu vermitteln.

Im Zuge des ReMFra-Projekts sollen an der RecoDust-Pilotanlage, die am Technikum des Lehrstuhls für Thermoprozesstechnik gemeinsam mit der voestalpine Stahl GmbH und K1-MET GmbH betrieben wird, Stäube aus der Eisen- und Stahlerzeugung eingesetzt werden. Neben Konverterstäuben der voestalpine Stahl GmbH und der thyssenkrupp Steel Europe AG sind noch Kampagnen mit Staub aus dem Elektrolichtbogenofen von Tenaris Dalmine SPA und dem Hlsarna Schmelzreduktionsprozess von Tata Steel Nederland BV geplant. Die dabei erzeugten Produkte (eisenoxidreiche und zinkoxidreiche Fraktionen) werden auf ihre Qualität und die Eignung einer Weiterverwendung

bewertet (Zinkoxidstaub extern, eisenoxidreiche Schlacke nach erfolgter Granulierung und eventueller Mahlung intern im Stahlwerk). Außerdem wird die Gasversorgung der RecoDust-Pilotanlage adaptiert. Bis jetzt wurde der Staubfeed durch Erdgas in den Flash-Reaktor gefördert (Flash-Reaktor ist der zentrale Teil von RecoDust, in dem der Staub geschmolzen und unter reduzierender Atmosphäre behandelt wird). Erdgas dient hier als Fördermedium und als Energieträger bzw. Reduktionsmittel. Zukünftig soll die Staubförderung und pyrometallurgische Behandlung durch Wasserstoff erfolgen, wodurch eine CO₂-Einsparung ermöglicht wird.

TransZeroWaste – ein Projekt im Rahmen der Horizon Europe Clean Steel Partnership

Am 1. Dezember 2022 startete das Horizon Europe Projekt "TransZeroWaste" mit einer Laufzeit von vier Jahren. Der Langtitel des Projekts ist "Upgrading of low-quality iron ores and mill scale with low carbon technologies".

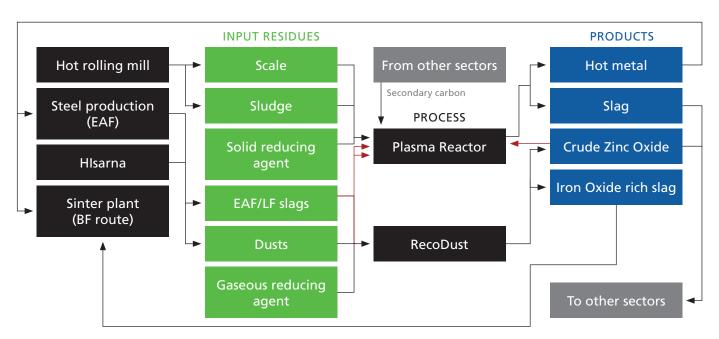


Abb. 10: Konzept ReMFra-Prozess. Quelle: Eigenkreation ReMFra-Konsortium

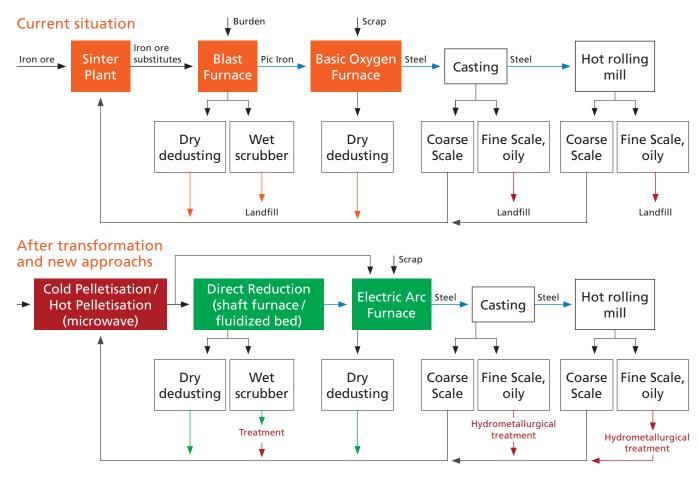


Abb. 11: Integrierte Route zur Stahlproduktion mit den staubförmigen Nebenprodukten (oberer Teil) und TransZeroWaste-Ansatz zur Aufwertung minderwertiger Eisenträger (unterer Teil). Quelle: BFI

Das Projekt TransZeroWaste wird wie das vorhin erwähnte Projekt ReMFra von der Europäischen Kommission im Rahmen der Clean Steel Partnership gefördert.



Abb. 12: Projektlogo TransZeroWaste. Quelle: Eigenkreation TransZeroWaste-Konsortium

Eisenerz und Schrott bilden die metallische Rohstoffgrundlage der Eisen- und Stahlproduktion. Der Übergang von einer kohlenstoffbasierten Stahlproduktion zu einer Route mit grünem Wasserstoff impliziert, dass in Zukunft etwa ein Hochofen oder ein Konverter in der integrierten Hütte durch eine Direktreduktionsanlage und einen nachfolgenden Elektrolichtbogenofen ersetzt werden. Folglich fallen derzeitige Verwertungswege für viele staubförmige Nebenprodukte wie beispielsweise Walzzunder weg (Zunder wird in der integrierten Route großteils in die Sinteranlage zurückgeführt, siehe oberer Teil von Abbildung 11). Dieser Wegfall kann zu einer Erhöhung der Nachfrage nach hochwertigem Eisenerz und Schrott beitragen. Das Projekt

TransZeroWaste orientiert sich an den technologischen und zeitlichen Anforderungen der europäischen Stahlindustrie, um frühzeitig anwendungsorientierte Technologien zur Aufbereitung und damit verbundener qualitativer Aufwertung von minderwertigem Eisenerz und eisenreichem Walzzunder zu entwickeln und zu demonstrieren (siehe unterer Teil von Abbildung 11).

Ziele von TransZeroWaste

Die Ziele von TransZeroWaste lauten:

- Aufwertung von Erzen mit einem Eisengehalt <60 % durch Zugabe eisenreicher Reststofffraktionen
- Verringerung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen sowie der Schlackenmenge bei der Verarbeitung durch die qualitativ aufgewerteten Erze
- Anwendung der TransZeroWaste-Methode zur Entölung von eisenhaltigem Zunder zur Aufbereitung von konventionellem Stahlschrott
- Einsatz von qualitativ minderwertigen Erzpellets nach der TransZeroWaste-Aufbereitung in Direktreduktionsanlagen

Das Projektkonsortium beinhaltet 12 Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen aus acht Ländern. Die Koordination hat das Luxemburg Institute of Technology.



AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Im Projekt sollen kohlenstoffarme Technologien zur Roh- und Reststoffaufbereitung wie Kaltpelletierung und Brikettierung, Heißpelletierung durch Mikrowellen und magnetgestützte Hydrometallurgie eingesetzt werden. Lösungskonzepte zum Upgrade minderwertiger Eisenerze und Walzzunder sollen erarbeitet werden, einerseits durch Kombination mit eisenreichen Nebenprodukten, andererseits durch innovative Methoden zur Herstellung von hochwertigem Vormaterial für künftige dekarbonisierte Produktionsrouten. Des Weiteren dienen die behandelten eisenreichen Nebenprodukte als eine Alternative zu Schrott, wenn dieser nicht in ausreichender Qualität vorhanden sein sollte. Ein Ökodesign-Ansatz unterstützt die Entwicklung der untersuchten Technologien mithilfe von Methoden wie Life Cycle Assessment (LCA) und Life Cycle Costing (LCC), um die wichtigsten Einflussfaktoren in prozesstechnischer und umweltrelevanter Hinsicht und das effizienteste Prozessdesign zu ermitteln.

Die K1-MET GmbH ist bei der Weiterentwicklung einer mikrowellenbasierten Heißpelletierung eisenreicher Stäube beteiligt, um diese CO₂-arme Agglomerationsmethode weiterzuentwickeln. Außerdem soll die Mikrowellenbehandlung eine teilweise Abtrennung von Zink aus staubförmigen Nebenprodukten erzielen. Das Know-How wurde im Rahmen des früheren Horizon 2020-Projekts DESTINY gemeinsam mit den Projektbeteiligten erarbeitet.

Im Projekt TransZeroWaste wird die K1-MET unter anderem Reststoffmischungen in Abstimmung mit den Projektbeteiligten CELSA Group, Dillinger Hütte und der VDEh Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI) vorschlagen. Weiters wird die theoretische Zinkabtrennung thermochemisch berechnet und schließlich auch die aufbereiteten eisenreichen Sekundärrohstoffe in Hinsicht auf ihr Verhalten unter Direktreduktionsbedingungen bewertet.

PURESCRAP – ein Projekt im Rahmen der Horizon Europe Clean Steel Partnership

Am 1. Jänner 2023 startete das Projekt "PURESCRAP" mit einer Laufzeit von 3 ½ Jahren. Der Langtitel des Projekts lautet "Purity improvement of scrap metal". PURESCRAP wird wie das vorhin erwähnte Projekt TransZeroWaste von der Europäischen Kommission im Rahmen der Clean Steel Partnership gefördert. Schrott ist ein wichtiger Sekundärrohstoff zur Stahlerzeugung und spielt generell eine Schlüsselrolle bei



Abb. 13: Projektlogo PURESCRAP. Quelle: Eigenkreation PURESCRAP-Konsortium

der Verringerung von Emissionen und dem Ressourcenverbrauch. Jede Tonne Schrott, die für die Stahlproduktion eingesetzt wird, vermeidet rund 1,5 t CO₂, ca.1,4 t Eisenerz, 740 kg Kohle und 120 kg Kalkstein (Quelle: Worldsteel Association). Bei der Rohstahlerzeugung im Konverter lassen sich laut derzeitiger industrieller Praxis 0,2 – 0,25 t Schrott pro Tonne Rohstahl einsetzen. Der Schrott dient im Konverter als Eisenträger und reguliert die Energiebilanz (der Schrott als Kühlmittel, indem die beim exothermen Dekarburierungsschritt der Roheisenschmelze freigesetzte Energie zum Aufschmelzen des Schrottes dient). Beim Elektrostahlwerk liegt die Schrottrate bei bis zu 100 %. In einigen Fällen wird der Schrott auch direkt im Hochofen als Eisenträger zugeführt, um zur CO₂-Reduktion beizutragen. Die Verfügbarkeit von minderwertigeren Schrottsorten (unter anderem von Altschrotten) nimmt weltweit zu.

Die Worldsteel Association nimmt an, dass das weltweite Altschrottaufkommen bis zum Jahr 2050 auf ca. 900 Mio. t anwachsen wird (2020 waren es ca. 400 Mio. t Altschrott). Einige Stahlprodukte können aufgrund von Begleitelementen wie Kupfer, Zinn, Chrom, Nickel oder Molybdän nicht zur Gänze aus Schrott hergestellt werden. Daher und aufgrund der Tatsache, dass der Stahlbedarf nicht nur durch alleiniges Schrottrecycling gedeckt werden kann, wird es auch in Zukunft CO₂-arme Technologien zur Herstellung primärer Eisenträger brauchen. Für die Schrottklassifizierung gibt es

z. B. die "EU-27 Steel Scrap Specification" der European Ferrous Recovery and Recycling Federation (kurz EFR). In dieser Auflistung werden die Schrottklassen, angegeben mit E-Nummern wie z. B. E1 und E3 für Altschrott, nach ihren groben Abmessungen und der Gehalte an Nichteisenmetallen (Kupfer, Zink, Zinn, Chrom, Nickel, Molybdän) und sonstigen Begleitelementen (Schwefel, Phosphor) unterteilt. Der Überschuss an Schrott mit geringerer Qualität führt zu gesteigerten Exporten. Im Jahr 2022 wurden beispielsweise aus der Europäischen Union knapp 18 Mio. t Schrott exportiert. Im Gegensatz dazu muss Schrott in einer höheren Qualität importiert werden, um den Schrottbedarf zu decken (rund 4 Mio. t Import in die EU für 2022). Hier setzt das Projekt PURESCRAP an und versucht, bestimmte Gehalte an Begleitelementen im Altschrott vor dem Einschmelzen deutlich zu minimieren, indem optisch-spektroskopische Sensorsysteme in den Schrottsortierprozess eingegliedert werden (siehe Abbildung 14).

Ziele von PURESCRAP

Die Ziele von PURESCRAP sind:

- Verringerung der Verunreinigungen in Altschrott durch gekoppelte spektroskopische und optische Sensorik
- Schrottcharakterisierung durch Bilderkennungs- und Verarbeitungsmodelle unter Einsatz von Deep Learning-Lösungen
- Quantifizierung einer möglichen höheren Einsatzrate von Altschrott (Post-Consumer scrap) zur Erzeugung hochwertiger Stahlsorten
- Bewertung einer Einsparung von CO₂ für die Produktion von bestimmten Stahlsorten

Das Projektkonsortium beinhaltet 12 Projektbeteiligte aus 6 Ländern und wird von SWERIM AB aus Schweden koordiniert. Der Standort des schwedischen Schrottaufbereiters Stena Recycling AB wurde als use case ausgewählt. Sensorstationen werden in zwei voneinander

getrennte Verarbeitungslinien für schweren Schrott ("Heavy Scrap") und geschredderten Schrott ("Shredded Scrap") integriert, um die Entfernung von Verunreinigungen zu verbessern und eine effizientere Sortierung zu ermöglichen. Für schweren Schrott werden die Sensorstationen nach dem Schneiden zur Überwachung der Schrottqualität als Zwischenschritt eingesetzt (siehe oberer Teil von Abbildung 14).

Für den geschredderten Schrott erfolgt die sensorbasierte Schrotterkennung nach den Aufbereitungsstufen Siebung, Sichtung (Zyklon), Magnetabscheidung (Eisenabtrennung) und Dichtetrennung (Abtrennung Edelstahl und Kupfer). Für diesen Schrotttyp soll die nachgeschaltete sensorgestützte Sortierung eine effiziente Ausschleusung von Verunreinigungen bewirken (siehe unterer Teil von Abbildung 14).

Für beide Schrotttypen werden dieselben Sensorsysteme verwendet, jedoch werden diese auf die unterschiedlichen Gegebenheiten angepasst. Zurchemischen Analyse werden Röntgenfluoreszenz (XRF) und laserinduzierte Plasmaspektroskopie (LIBS) eingesetzt und mit optischen Sensoren zur Schätzung von Volumen und Masse des Materials gekoppelt.

Der sortierte Schrott wird zur Produktion bestimmter Standardstahlgüten verwendet und diesen Part wird die K1-MET GmbH gemeinsam mit voestalpine Stahl Donawitz GmbH leiten. Durch mehrere Kampagnen (Schrottschmelzen und Vergießen mit einer begleitenden Analytik) soll quantifiziert werden, ob der Schrott, der vorsortiert wurde, auch ausreichend Qualität aufweist.

Zudem leitet die K1-MET GmbH die Aktivitäten betreffend Wissenstransfer und Kommunikation (DEC, Dissemination, Exploitation, Communication).

Cutting process of heavy scrap

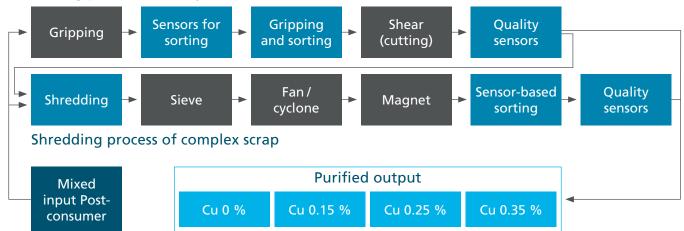


Abb. 14: PURESCRAP-Konzept einer verbesserten Aufbereitung von geschreddertem Altschrott. Quelle: Eigenkreation PURESCRAP-Konsortium



HIGHLIGHTS FORSCHUNG 2022/23

Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe aus Lithium-Ionen-Batterien

COMET-Modul FuLIBatteR erprobt Methoden zur Behandlung des Aktivmaterials



Am 1. Juli 2022 startete das im Rahmen des COMET-Programms geförderte Modul "FuLIBatteR" mit einer Laufzeit von 4 Jahren. Der Langtitel lautet "Future Lithium Ion Battery recycling for recovery of critical raw materials". Die öffentliche Förderung kommt von den Bundesministerien BMK, BMAW und den beteiligten Bundesländern Oberösterreich und Steiermark.

Der Fokus von FuLIBatteR liegt auf dem Schließen von Materialkreisläufen durch eine Rückgewinnung von kritischen und wirtschaftlich bedeutenden Rohstoffen aus Lithium-Ionen-Batterien (LIB) unterschiedlicher Anwendungsbereiche (Automobil, stationäre und portable Speichermedien). Koordiniert von der K1-MET GmbH beinhaltet das Konsortium 14 Industrieunternehmen, Universitäten sowie Forschungsinstitutionen aus Deutschland, England und Österreich. Zu den Industrieunternehmen zählen die Audi AG, BRAIN Biotech AG, Ebner Industrieofenbau GmbH, RHI Magnesita GmbH, Saubermacher Dienstleistungs AG, TÜV Süd Landesgesellschaft Österreich GmbH, voestalpine High Performance Metals GmbH und VTU Engineering GmbH. Von wissenschaftlicher Seite wird die K1-MET GmbH durch die ACIB GmbH, BOKU Universität für Bodenkultur (Department für Agrarbiotechnologie, IFA Tulln), Montanuniversität Leoben (Lehrstühle für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Thermoprozesstechnik sowie Verfahrenstechnik des Industriellen Umweltschutzes), Universität Coventry und UVR-FIA GmbH unterstützt.

Zur Erreichung der europäischen Klimaziele im Bereich der Mobilität wird es zu einem signifikanten Anstieg an Elektrofahrzeugen kommen. Dieser Trend wird zwangsläufig ansteigende Mengen an gebrauchten

und verbrauchten LIB für das Recycling verursachen. Aktuelle Batterierecyclingprozesse konzentrieren sich hauptsächlich auf die mechanische Aufbereitung, um Gehäuse, Kabel und andere grobe Komponenten abzutrennen. Der größte Massenanteil von LIB nach der Aufbereitung, das feinkörnige Aktivmaterial (bis zu 70 Gew.-% der Batteriemasse, auch Schwarzmasse aufgrund ihrer Farbe genannt, die vom hohen Graphitanteil mit max. ca. 40 Gew.-% herrührt, siehe Abbildung 15) enthält die kritischen Elemente Lithium, Phosphor, Kobalt, Silizium und Graphit sowie andere wirtschaftlich bedeutende Metalle wie Cobalt, Kupfer, Nickel und auch Mangan in variierenden Konzentrationen. Momentan werden viele dieser genannten Elemente nicht selektiv zurückgewonnen und enden daher im Abgas oder in der Schlackenfraktion nach der pyrometallurgischen Behandlung oder auch gelöst im Abwasser nach hydrometallurgischen Prozessen.

Eine Novelle der EU-Batterieverordnung (Verordnung über Batterien und Altbatterien) vom 28. Juli 2023 fordert höhere Recyclingeffizienzen (Maß für die Gesamtmenge der rezyklierten Materialien, 65 % des durchschnittlichen Gewichts von LIB bis Ende 2025, 70 % bis Ende 2030) und stoffliche Verwertungsquoten für Lithium (50 % bis Ende 2027, 80 % bis Ende 2031), Cobalt, Kupfer und Nickel (je 90 % bis Ende 2027, je 95 % bis Ende 2031). Damit müssen Materialkreisläufe noch vollständiger geschlossen werden, auch um die

COMET

Abhängigkeit von der Europäischen Union und globalen Rohstoffmärkten zu mindern und die Konkurrenzfähigkeit zu sichern. Der Startpunkt von FuLIBatteR ist das Aktivmaterial, welches am Ende eines mechanisch-thermischen Recyclingprozesses von LIB anfällt. Durch eine Kombination der Disziplinen Abfallwirtschaft, Verfahrenstechnik, Metallurgie und Biotechnologie werden in drei Sub-Projekten diverse mechanische, pyro- und biohydrometallurgische Ansätze im Labor- und Pilotmaßstab erprobt, welche über den Stand der Technik hinausgehen, um kritische und sonstige wertvolle Rohstoffe möglichst selektiv und in verwertbarer Qualität zurückzugewinnen.

Im ersten Sub-Projekt findet die Schaumflotation Verwendung, um den Graphit in einer hohen Qualität zu separieren und gleichzeitig die Recyclingfähigkeit der Metalloxide zu verbessern. Eine Charakterisierung des abgetrennten Graphits gibt Aufschluss über die Qualität und die Einsetzbarkeit in der Batteriezellproduktion oder in anderen Anwendungen (Aufkohlungsmittel im Stahlsektor oder Sekundärrohstoff in der Feuerfestherstellung).



Abb. 15: Aktivmaterial (Schwarzmasse). Quelle: K1-MET

Im zweiten Sub-Projekt wird zum einen die thermische Deaktivierung von LIB-Zellen mittels CFD-Simulationen untersucht. Zur Steigerung der Aktivmaterialqualität für nachgelagerte Prozesse sowie für eine verbesserte Prozesssteuerbarkeit soll ein neues Deaktivierungskonzept basierend auf simulierten Wärme- und Stoffströmen Einsatz finden. Der zweite wesentliche Teil betrifft die Entwicklung eines reduzierenden pyrometallurgischen Prozesses (eines induktiv beheizten Koksbettreaktors), um eine Metalllegierung, die Cobalt, Nickel und Kupfer enthält, abzutrennen, und um die Wertstoffe Lithium und Phosphor über die Gasphase zurückzugewinnen. In kom-



Abb. 16: FuLIBatteR Projektlogo. Quelle: K1-MET

merziellen pyrometallurgischen Recyclingprozessen werden die verbrauchten LIB direkt in Hochtemperaturöfen chargiert und eingeschmolzen, um unerwünschte Bestandteile zu entfernen und ein einheitliches Zwischenprodukt zu erwarten. Bei der Behandlung entsteht eine Metalllegierung, welche Cobalt, Nickel und Kupfer, sowie Abgas und Schlacke mit enormen Mengen an unedlen, aber kritischen Elementen enthält. Die mittels Wäscher direkt aus der Gasphase gewonnenen Lithium und Phosphor sollen als verwendbare Verbindungen vorliegen. Die zu raffinierende Metalllegierung wird in Hinsicht auf die Nutzung als Legierungszuschlag für die Produktion von Edelstahl bewertet.

Im letzten Sub-Projekt von FuLIBatteR wird das Konzept der Biohydrometallurgie untersucht. In der Hydrometallurgie kommen Behandlungsmethoden wie die Laugung, Solventextraktion, Präzipitation, Zementation und Elektrolyse zum Einsatz. Die Biohydrometallurgie ist eine Erweiterung, da Mikroorganismen zur Extraktion von Metallen aus der Matrix (Biolaugung) eingesetzt und mit einer selektiven Elementrückgewinnung gekoppelt werden. Die Laugungsmethoden unterteilen sich in die direkte Biolaugung und den indirekten Mechanismus. Bei der direkten Biolaugung entsteht ein Kontakt zwischen Bakterien und Partikeloberfläche mit enzymatisch katalysierten Reaktionen im Biofilm. Beim indirekten Mechanismus werden die Mikroben nach der Kultivierung abgetrennt. Bioelektrochemische Systeme (BES) bieten eine nachhaltige Methode zur Rückgewinnung von Metallen aus gelaugten Lösungen mit einem im Vergleich zu konventionellen Elektrolysezellen geringeren Energiebedarf.

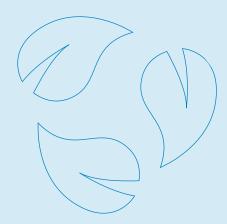


HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2022/23

Pfannenschlacke als Ersatz für Hüttensand in Zementen

(Arbeitspaket im Projekt 1.2 "Utilization of metallurgical slags")



Projekt 1.2 beschäftigt sich mit der Verwertung von Schlacken aus der Eisen- und Stahl- bzw. Nichteisenmetallurgie zur Generierung verwertbarer Produkte. In einem Arbeitspaket wurden in Zusammenarbeit mit der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Gesteinshüttenkunde) sekundärmetallurgische Schlacken hinsichtlich ihrer latent hydraulischen Eigenschaften (Abbindeverhalten) bewertet, die für die mögliche Verwendung als Zuschlagstoff für bestimmte Zementsorten notwendig sind.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Eine Herausforderung bei der Verwertung sekundärmetallurgischer Schlacken besteht darin, dass die chemische Zusammensetzung stark variiert. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn im Stahlwerk eine große Palette unterschiedlicher Stahlsorten produziert wird und die Pfannenbehandlung (mit Teilschritten wie Entkohlung, Desoxidation, Entschwefelung, Einstellung der Legierung) unter stark wechselnden Betriebszyklen ausgeführt wird.

Um eine Zuordnung der Proben zur entsprechenden Stahlsorte zu ermöglichen, wurden die Schlackenproben verschiedener silizium- (SKS, silicon killed steel) und aluminiumberuhigter (AKS, aluminium killed steel) Stahlsorten direkt aus dem Pfannenofen der voestalpine Stahl Donawitz GmbH entnommen, dann auf einer Stahlplatte auf Raumtemperatur abgekühlt und anschließend chemisch und mineralogisch analysiert. Dies erfolgte mittels Röntgenfluoreszenzanalyse, Auflichtund Rasterelektronenmikroskopie (siehe Abbildung 17) und Röntgen-

diffraktometrie. Die untersuchten Schlacken bestehen hauptsächlich aus Al₂O₃, SiO₂, MgO und CaO. Diese wurden anhand der Analyseergebnisse entsprechend ihrer mineralogischen Phasen und chemischen Zusammensetzung in drei Gruppen eingeteilt, zwei Gruppen von Schlacken aus der Pfannenbehandlung von AKS und eine Gruppe aus der Behandlung von SKS. In der Abbildung 17 zeigt das Teilbild (a) eine Schlackenprobe aus der Gruppe 1 (AKS) und das Teilbild (b) eine Schlacke aus der Gruppe 3 (SKS). Aufgrund ihres geringen Periklasgehaltes (freies Magnesiumoxid) und hohen Glasphasenanteils wurden die Schlacken aus der Gruppe 3

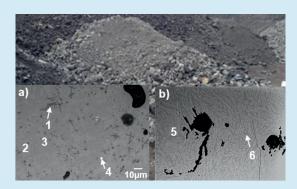


Abb. 17: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der Schlackengruppen 1 (a) und 3 (b); 1) Periklas, (2) Tricalciumaluminat, (3) Dicalciumsilikat, (4) Stahl, (5) Merwinit (6) Melilith + Glasphase. Quelle: Montanuniversität Leoben / K1-MET



AREA1

mit einem MgO-Gehalt von weniger als 16 Gew.-%, ausgewählt, um ihr Potenzial als Zementersatzstoff zu testen. Freies MgO tendiert bei einer Reaktion mit Feuchtigkeit zur Bildung von Magnesiumhydroxid (Mg(OH)₂), einer volumenvergrößernden Reaktion (Magnesiatreiben), die beim Aushärten von Zement unerwünscht ist. Generell ist Pfannenschlacke, was ihre mineralogische Zusammensetzung betrifft, durch Phasen mit geringer Aktivität (typischerweise Kalziumsilikate und Kalziumaluminate) gekennzeichnet. Darüber hinaus ist neben dem vorhin erwähnten freien MgO auch freies CaO (Kalk) in Pfannenschlacke vorhanden und für eine volumetrische Instabilität mitverantwortlich. Zur Erhöhung des amorphen Anteils (bei hydraulisch aktiven Stoffen ist das erwünscht) wurde die dabei verwendete Pfannenofenschlacke umgeschmolzen und mit Wasser granuliert. AKS-Pfannenschlacken wurden wegen ihres hohen Periklasgehalts von vornherein ausgeschlossen. Die Schlackenproben wurden daraufhin auf drei unterschiedliche Feinheiten gemahlen (spezifische Oberfläche in cm²/g, angegeben als Blaine-Wert), auf Blaine 2.000, 4.000 bzw. 6.000.

Die Festigkeit (siehe Abbildung 18) und auch die Raumbeständigkeit wurde gemäß EN 197-1 und ÖNORM B 3309-1 geprüft. Mörtelprismen aus Zement CEM I 42,5 N und unter teilweisen Ersatz von CEM durch Pfannenschlacke wurden erzeugt (25 % des Zements wurde in den Versuchen jeweils ersetzt). Die Prismengröße betrug 40 × 40 mm (Grundfläche) × 160 mm (Höhe). Als ergänzendes Referenzmaterial dienten Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) mit einer Basizität B $_2$ (CaO/SiO $_2$ -Verhältnis) von 0,65 und Normsand (reines SiO $_2$). Bei den Festigkeitsversuchen wurden die Druckfestigkeiten nach 7 und 28 Tagen gemessen. In der zugrundeliegenden Norm EN 197-1 sind die Eigenschaften und Anforderungen von Normalzementen, sulfatwiderstandsfähigen Zementen sowie von Hochofenzementen mit niedriger Anfangsfestigkeit festgelegt.

Die Raumbeständigkeitsprüfung laut Norm ist ein Autoklavverfahren. Dabei befindet sich die Probe 180 min im vorgeheizten Autoklav bei einem Druck von 20 bar. Nach erfolgter Druckbeaufschlagung unter erhöhter Temperatur wird die Probe in einem Wasserbad abgekühlt und Gewicht sowie Dimensionen der Probe gemessen (vor und nach der Autoklavbehandlung zur Ermittlung der Raumbeständigkeit). Im Vergleich zu den Mörtelprismen mit Hochofenschlacke wiesen alle Prismen mit Pfannenschlacke niedrigere 7-Tage-Druckfestigkeitswerte auf. Bei allen Proben wurde die höchste Festigkeit bei einer spezifischen Oberfläche von 6.000 Blaine erreicht und nach 28 Tagen ein Anstieg

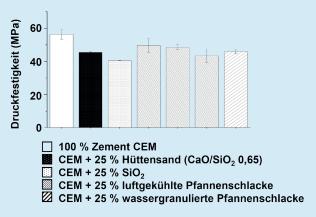


Abb. 18: 28-Tage Druckfestigkeiten der Mörtelprismenproben. Quelle: Montanuniversität Leoben / K1-MET

der Druckfestigkeiten beobachtet. Der Einfluss der spezifischen Oberfläche ist bei Pfannenschlacke geringer als bei Hochofenschlacke. Generell lagen die Druckfestigkeiten aller Prismen mit Pfannenschlacke deutlich unter der CEM I Referenz. Zusammenfassend haben die Prüfungen an Mörtelprismen mit Zusatz von Pfannenschlacke nach einer Desoxidation der Stahlschmelze mit Silizium (siliziumberuhigte Stähle) gezeigt, dass das erhaltene Bindemittel die Anforderungen für einen Zement der Festigkeitsklasse 32,5 N/mm² erfüllt. Die aus der Raumbeständigkeitsprüfung abgeleiteten Werte sind bei den pfannenschlackenhaltigen Proben bis zu 33% höher als bei den hüttensandenthaltenen Proben, liegen aber mit max. 1,2% deutlich unterhalb des erlaubten Grenzwertes von 8 %.

Wirkungen und Effekte

Die Untersuchungen zeigten, dass Schlacken aus der Behandlung siliziumberuhigter Stähle mit weniger als 16 Gew.-% MgO in gewissen Zementtypen eingesetzt werden können. Da sich die chemische und mineralogische Zusammensetzung von SKS- und AKS-Schlacken erheblich unterscheidet, ist eine getrennte Lagerung der Schlacken notwendig, um eine baustofftechnische Verwertung zu ermöglichen. Die erlangten Erkenntnisse wurden von Senior Project Manager Dr. Irmtraud Marschall beim "Slag Valorization Symposium" in Lamot (Belgien) im April 2023 präsentiert.

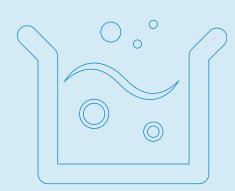


HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2022/23

Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs beim Elektro-Schlacke-Umschmelzverfahren

(Projekt 2.6 "Electro Slag Remelting – Influence of slag properties on energy consumption")



Beim Projekt 2.6 liegt der Fokus auf der Stahlveredelung mithilfe Elektro-Schlacke-Umschmelzens (ESU). Der Schwerpunkt liegt auf dem Einfluss der Schlackeneigenschaften auf den Bedarf an Umschmelzenergie. Die wissenschaftlichen Arbeiten laufen vorrangig an der Fachhochschule Oberösterreich, Campus für Technik & Angewandte Naturwissenschaften, in Wels ab.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

ESU ist ein metallurgischer Prozess zur Erzeugung hochreiner Stähle durch Umschmelzen eines Blockes (Elektrode) mithilfe einer überhitzten Schlacke und nachfolgender Erstarrung des flüssigen Metalls zu einem neuen Block in einer Kokille (siehe Abbildung 19). Die Schlacke wird über ihren elektrischen Widerstand und durch hohe Ströme erwärmt. Schon lange ist der spezifische Energieverbrauch ein wichtiges Thema. Für Stähle finden sich hierzu Daten von 1.000 – 1.500 kWh/t, aber auch bis zu 2.000 kWh/t.

Die zunehmende Sensibilisierung aber auch gesetzliche Regelungen zu Nachhaltigkeit, Emissionsreduktion sowie Umweltschutz geben diesem Thema zusätzliche Bedeutung. Unter Berücksichtigung einer weltweiten ESU-Produktion von ca. 2 Mio. Tonnen/Jahr verbrauchen ESU-Anlagen jährlich 2 – 3 TWh Strom. Aus der Literatur ist bekannt, dass widerstandsreichere ESU-Schlacken mit angepasster Zusammensetzung eine signifikante Reduktion des Energieverbrauchs ermöglichen. Es gibt eine Reihe von Faktoren, welche den Energieverbrauch beim ESU-Prozess beeinflussen. Dazu zählen Anlagenmerkmale wie



Abb. 19: Industrielle ESU-Anlage. Quelle: voestalpine Böhler Edelstahl

der Füllgrad der Kokille (= Durchmesserverhältnis Elektrode zu Kokille; D²_{Elektrode}/D²_{Kokille}), die Schlackenmenge und Schmelzrate. Veränderungen dieser Kenngrößen sind entweder schwer umzusetzen oder können einen negativen Einfluss auf das Erstarrungsverhalten haben. Aus der Literatur (u. a. Arbeiten von Holzgruber) weiß man, dass steigende Füllgrade der Kokille bis 0,4 aufgrund eines besseren Wärmeübergangs in die Elektrode und geringerer Abstrahlungsverluste an der freien Schlackenoberfläche zu einer Reduktion des spezifi-



AREA2

schen Energieverbrauchs führen können. Bei einer weiteren Erhöhung des Füllgrades wurden umgekehrte Trends beobachtet. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Schlacke, welche als elektrischer Widerstand für die Generierung der nötigen Wärme sorgt und stark vom Flussspatgehalt (CaF₂) abhängig ist. Die Anforderungen an die Schlacke umfassen die elektrische Leitfähigkeit, Viskosität, Schmelzpunkt und Wärmeleitfähigkeit. Schlackenzusammensetzungen können, unabhängig von der Anlage, für jede Schmelze leicht geändert werden und eröffnen so eine einfache Möglichkeit, den Energieverbrauch zu beeinflussen. Zudem führen Schlacken mit geringen CaF₂-Gehalten auch zu reduzierten Fluoremissionen.

Die Anwendung von Schlacken mit geringen CaF_2 -Gehalten ist jedoch durch Bedenken hinsichtlich negativer Effekte auf die Stahlreinheit limitiert. Der Fokus der Untersuchungen im Projekt 2.6 lag daher darin, den Einfluss von unterschiedlichen CaF_2 -Gehalten auf das Umschmelzverhalten, insbesondere den Energieverbrauch, aber auch hinsichtlich qualitativer Aspekte wie die Menge, Größe und den Typ nichtmetallischer Einschlüsse zu untersuchen. Die Elektroden wurden nach dem neuesten Stand der Technik von dem am Projekt beteiligten Industrieunternehmen voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG erzeugt. Das Potenzial sollte dabei zur Energieeinsparung ohne Verluste in Hinsicht auf die Produktqualität untersucht werden.

Die Versuche wurden an der FH Oberösterreich in Wels an einer Labor-ESU-Anlage durchgeführt. Die Stromversorgung arbeitet mit einer maximalen Spannung von 100 V und einem max. Strom von 5 kA. Die dabei verwendete runde Kokille hatte einen Durchmesser von 168 mm. Die Spannung ist hauptsächlich abhängig von der Eintauchtiefe, der elektrischen Leitfähigkeit und der Menge der Schlacke. Die wesentlichen Prozessparameter (Spannung, Strom, Eintauchtiefe) wurden so gewählt, um eine Schmelzrate im Bereich von 50 kg/h zu erreichen. Während der Umschmelzversuche wurden Schlackenoberflächentemperatur (Pyrometer) und der elektrische Energieverbrauch ermittelt.

Die Ergebnisse zeigten unter Verwendung eines Füllgrades ähnlich jenem in industriellen ESU-Anlagen einen linearen Zusammenhang zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Energieverbrauch (siehe Abbildung 20). Die elektrische Leitfähigkeit von ESU-Schlacken reicht dabei von ca. 0,5 Ω^{-1} cm $^{-1}$ für CaF $_2$ -freie Schlacken bis über 5 Ω^{-1} cm $^{-1}$ für reines CaF $_2$. Der damit einhergehende Energieverbrauch variiert zwischen 800 bis über 2.200 kWh/t. Im Vergleich zu Standardschlacken mit einer Leitfähigkeit von ca. 1,5 Ω^{-1} cm $^{-1}$ ist folglich eine Reduktion

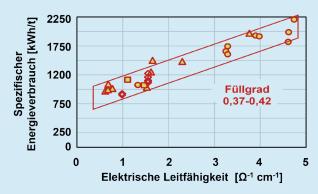


Abb. 20: Spezifischer ESU-Energieverbrauch in Abhängigkeit der Schlackenleitfähigkeit bei einem gegebenen Füllgrad der ESU-Anlage. Quelle: FH OÖ / K1-MET

des Energieverbrauches um 20-30% möglich. Zudem hat sich gezeigt, dass gegenüber Schlacken mit einem höheren CaF₂-Gehalt noch größere Einsparungen machbar sind.

In Hinsicht auf nichtmetallische Einschlüsse (NMI) in der Elektrode nach dem Umschmelzen liegt die Zusammensetzung der nichtmetallischen Einschlüsse im ternären System bei Al_2O_3 -Si O_2 -MgO, wobei der Großteil davon dem Phasenbereich Al_2O_3 -MgO zugeordnet werden kann. Die nach dem Umschmelzen erwünschten MA-Spinell-Einschlüsse (Al_2O_3 -MgO) konnten bei der Verwendung von Schlacken mit geringerer CaF $_2$ -Zusammensetzung erreicht werden. Weniger Al_2O_3 -(CaO)-Einschlüsse stellten sich bei der Schlacke 30 CaF $_2$ (ca. 30 Gew.-% CaF $_2$) ein. Im Gegensatz dazu führte das Umschmelzen mit der Schlacke 60 CaF $_2$ (60 Gew.-% CaF $_2$) zu einer NMI-Zusammensetzung mit einem hohen Al_2O_3 -Gehalt mit weniger MgO.

Wirkungen und Effekte

Die durchgeführten Untersuchungen zum Schlackeneinfluss auf den Reinheitsgrad sind vielversprechend, zeigen jedoch auch, dass die ESU-Schlacke an den jeweiligen Stahl angepasst werden muss. Dabei sind die chemischen Aktivitäten von Schlacke und Stahl auszubalancieren. Erste Versuche, die unter industriellen Bedingungen erfolgt sind, bestätigen die guten Ergebnisse.

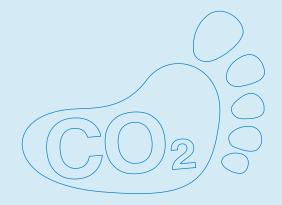


HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2022/23

CO₂-Reduktion in energieintensiven Industriesektoren

(Entwicklung aus dem Projekt 3.2 "Reforming processes for CO₂-reduction in energy intensive industry")



Projekt 3.2 beschäftigt sich mit Konzepten zur Verwertung von prozessbedingt anfallendem CO_2 mit speziellem Fokus auf Reformierungsmethoden zur Erzeugung sekundärer Energieträger. Die wissenschaftlichen Arbeiten laufen in Zusammenarbeit mit der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des Industriellen Umweltschutzes) und der Technischen Universität Wien (Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften).

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Die Herstellung von Stahl induziert einen gewissen Ausstoß an CO₂. Selbst im Fall einer 100 % wasserstoffbasierten Direktreduktion von Eisenerz zu Eisenschwamm wird im nachfolgenden Prozessschritt (Schmelzen des Eisenschwamms im Elektrolichtbogenofen) eine gewisse Menge an Kohlenstoff benötigt, bevor man Rohstahl erhält. Zur Schaumschlackenbildung wird Kohlenstoff für die Stabilität des Lichtbogens und zur finalen Ausreduktion der Eisenoxide im Eisenschwamm hinzugegeben.

Mittels chemischer Umwandlung kann das prozessbedingte CO_2 im Kreislauf gehalten werden. Die Dampf-Methan-Reformierung (SMR = steam methane reforming) gilt als führende Technologie für die Produktion von Wasserstoff. Bei dem Prozess reagiert schwefelfreies Erdgas in Gegenwart eines Metallkatalysators (meistens Nickel) unter hohen Temperaturen mit Wasserdampf in einem Reformer. Als Reaktionsprodukt entsteht Synthesegas, eine Mischung aus CO und H_2 .

Da die SMR das höchste H₂/CO-Verhältnis unter allen Reformierungsverfahren aufweist, gilt sie als ideal, um hochreinen H₂ aus Synthesegas zu erhalten. Die derzeit wichtigsten Anwendungen von Synthesegas umfassen die Methanol- und auch die Fischer-Tropsch-Synthese. Andere Reformierungsmethoden nutzen auch CO₂ zur Erzeugung von Synthesegas. Dadurch können die CO₂-Emissionen der energieintensiven Industrien wie Raffinerie, Stahl- oder Feuerfestindustrie gesenkt werden und CO₂ als Rohstoff wiederverwendet werden. Die "Bi-Reformierung von Methan" (BRM) stellt eine Kombination aus Dampfreformierung und Trockenreformierung dar und zeichnet sich durch die Fähigkeit aus, Synthesegas mit gewünschtem H₂/CO-Verhältnis zu erzeugen und die Kohlenstoffbildung im Vergleich zur trockenen Reformierung zu verringern. Zusätzlich dazu weist die BRM den Vorteil einer effizienten CO₂-Umwandlung auf und löst Sicherheitsprobleme durch ein sauerstofffreies System. Dies steht im Gegensatz zur "Tri-Reformierung von Methan", welche eine teilweise Methanoxidation beinhaltet.

Am Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des Industriellen Umweltschutzes der Montanuniversität Leoben wurde eine einstufige Reformer-Einheit im Labormaßstab (siehe Abbildung 21) errichtet, um die Reformierung der Abgase aus verschiedenen energieintensiven Industrien zur Synthesegasproduktion zu untersuchen.



AREA3 HIGHLIGHT

Es wurden experimentelle Versuche mit drei verschiedenen kommerziellen Ni-basierten Katalysatoren (CP1444, CP1443 und SNG1000) unter der Verwendung verschiedener Gaszusammensetzungen und Prozessbedingungen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass bei etwa 890°C eine CO₂- und CH₄-Umwandlung von jeweils mehr als 90 % bzw. knapp 100 % mit einem H₂/CO-Verhältnis von 1,83 möglich war. Die Umwandlungsverhältnisse zeigten gute Übereinstimmungen mit Simulationsergebnissen, welche mit dem Softwarepaket ASPEN Plus® erarbeitet wurden, und lagen dabei deutlich über den aus der Literatur berichteten Werten. In allen Fällen zeigte der Katalysator CP1444 im Vergleich zu SNG1000 und CP1443 eine höhere Aktivität.

Dabei wurde ein CO₂-reiches Industrieabgas verwendet und CH₄ zugesetzt, um im Bi-Reformierungsprozess zu Synthesegas zu reagieren. Ein großer Vorteil dabei ist, dass das reale Industrieabgas verwendet wird, ohne zuvor das CO₂ kostenintensiv abzutrennen. Die Methan-Dampfreformierung wird seit den 1930er Jahren kommerziell genutzt und ist heute die am weitesten verbreitete Technologie, um Synthesegas herzustellen. In dem Verfahren wird (hauptsächlich fossiles) CH mit Wasserdampf an einem üblicherweise nickelbasierten Katalysator zu CO und H₂ umgesetzt. Zusätzlich zur SMR läuft die exotherme Wassergas-Shift-Reaktion (engl.: watergas-shift, WGS) ab, wodurch ein Teil des gebildeten CO mit H₂O zu CO₂ und zusätzlichem H₂ reagiert. Die SMR erfordert Temperaturen von 800 – 1.000 °C und wird bei niedrigem Druck begünstigt. Mit zunehmender Temperatur wird die WGS-Reaktion weniger dominant und die Hauptprodukte sind H₂ und CO. In Industrieanlagen wird die erforderte Wärmemenge für den stark endothermen Prozess dadurch bereitgestellt, indem ein Teil des als Ausgangsstoff verwendeten Erdgases verbrannt wird.

Wirkungen und Effekte

Gemäß einer durchgeführten ökologischen sowie wirtschaftlichen Analyse scheint die Integration der Bi-Reformierung von Methan in bestehende Prozesse, wie die Methanolproduktion und die Fischer-Tropsch-Synthese, eine machbare Alternative zur Reduzierung der CO₂-Emissionen darzustellen. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass eine Verringerung der Produktionskosten im Vergleich zu den herkömmlichen Produktionsmethoden (Dampf-Methan-Reformierung, SMR) möglich ist. Ein hohes Potenzial, CO₂ stofflich zu nutzen, bietet die Herstellung von Synthesegas, eine Gasmischung aus H₂ und CO, das ein Zwischenprodukt für zahlreiche Chemikalien und Kraftstoffe



Abb. 21: Reaktor Reformer. Quelle: Montanuniversität Leoben

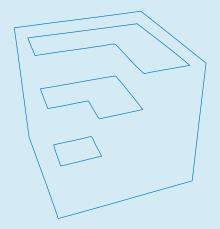
darstellt. Künftig soll Synthesegas vermehrt in sogenannten Gas-to-Liquid-Verfahren ("GtL") zur Herstellung von synthetischen Kraftstoffen wie Benzin oder Diesel, über die Fischer-Tropsch-Synthese ("FT"-Synthese) oder in der Brennstoffzellentechnik Anwendung finden. Zudem spielt Synthesegas eine zunehmende Rolle in der Energieumwandlungskette.



HIGHLIGHTS FORSCHUNG 2022/23

Verhalten von Einschlüssen an der Grenzschicht zwischen Stahl und Schlacke

(Arbeitspaket im Projekt 4.1 "Tundish and mold modelling")



Das Projekt 4.1 des COMET-Programms fokussiert sich auf die numerische Abbildung und Modellentwicklung im Bereich der Stranggussanlage (Vorratsbehälter, auch Verteilerbecken oder Tundish genannt, und Kokille). Das Partikelverhalten in unaufgelösten Simulationen (Berechnungsfall einer numerischen Simulation, bei dem die Netzauflösung normalerweise gröber ist als die Partikelgröße) bei der Entfernung nichtmetallischer Einschlüsse im Tundish trägt dazu bei, ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen von Einschlüssen, Stahl und Schlacke an der Grenzschicht zu erhalten und ist essenziell für eine Kontrolle des Reinheitsgrades von Stahl.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Beim Stranggießprozess sorgt der Tundish für eine kontinuierliche Beschickung der Kokille mit dem flüssigen Stahl, indem die Schmelze über ein Tauchrohr in die Kokille aufgegeben wird, welches Spritzen unterbindet und ein günstiges Strömungsfeld innerhalb der Kokille erzeugt. Der Reinheitsgrad von Stahl hat großen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts und somit eine große Bedeutung. Eine wichtige Strategie zur Kontrolle der Stahlreinheit ist die Entfernung von nichtmetallischen Einschlüssen aus dem geschmolzenen Stahl, indem diese in die Schlackenschicht transferiert werden, welche das Stahlbad im Verteiler bedeckt. Dieser Vorgang zur Entfernung nichtmetallischer Einschlüsse besteht prinzipiell aus drei Stufen. Diese sind der Transport der Einschlüsse zur Stahl-Schlacke-Grenzfläche, die Bewegung der Einschlüsse nach dem Auftreffen auf die Grenzfläche und das Auf-

lösen der Einschlüsse in der Schlacke. Da die Einschlüsse eine geringere Dichte als Stahl besitzen, steigen diese aufgrund des Auftriebs zur Schmelzoberfläche auf. Die Abscheidung der Einschlüsse beeinflusst nicht nur die Lösungskinetik, sondern auch die weitere Mitführung der Einschlüsse, die zu einer sekundären Stahlkontamination führen kann.

In Bezug auf die Auflösung können die meisten Einschlüsse gut in Stahlwerksschlacken eingebunden werden und es gab viele Arbeiten zur Charakterisierung der Auflösungsmechanismen. Im Vergleich dazu wird der Zwischenschritt (Bewegung der Einschlüsse zur Stahl-Schlacke-Grenzfläche) noch nicht ausreichend beschrieben und ist daher noch nicht vollständig verstanden worden. An der Stahl-Schlacke-Grenzfläche finden aber wesentliche Grenzflächenphänomene wie die Agglomeration von Einschlusspartikeln oder chemische Reaktionen zwischen flüssiger Stahllegierung und Schlacke sowie die Marangoni-Konvektion statt. Ein profunderes Wissen wäre in Hinsicht auf die Übertragung von Einschlüssen an der Stahl-Schlacke-Grenzfläche nötig, um zum Beispiel die Wiederaufnahme von Einschlüssen in die Stahlschmelze zu verhindern.

Numerische Strömungssimulationen des gesamten Verteilers benötigen eine Reihe an Vereinfachungen und Annahmen, um den Rechenaufwand in einem bewältigbaren Maß zu halten, dennoch muss die Interaktion



AREA4

der nichtmetallischen Einschlüsse und der Grenzschicht abgebildet werden können. Dazu gehört die Betrachtung der nichtmetallischen Einschlüsse als idealisierte Punktmassen in der Strömungssimulation. Da die Netzauflösung in numerischen Simulationen normalerweise gröber ist als die Partikelgröße der nichtmetallischen Einschlüsse, ist es nicht möglich, eine detaillierte Betrachtung der Interaktion zwischen den Einschlüssen und der Stahl-Schlacke-Grenzschicht vorzunehmen. Das wird in diesem Zusammenhang auch als eine nicht-aufgelöste Simulation bezeichnet.

Detaillierte Erkenntnisse der Vorgänge an der Stahl-Schlacke-Grenzfläche in Hinsicht auf die Abscheidung nichtmetallischer Einschlüsse beschreiben ein realistisches Partikelverhalten und wurden aus Vorarbeiten (hochaufgelöste Strömungssimulationen) gewonnen. Diese Korrelationen werden nachfolgend in eine nicht-aufgelöste Simulation implementiert. Dimensionslose Zahlen wie die Weber-Zahl (We) und Kapillarzahl (Ca) erlauben eine Vorhersage über die Abscheidung der nichtmetallischen Einschlüsse in die Schlacke oder den Verbleib an der Grenzschicht (siehe Abbildung 22). In dieser Abbildung wird mit der durchgezogenen schwarzen Linie auch die Grenze beschrieben, über der das Partikel, das heißt der nichtmetallische Einschluss, in die Schlacke übergeht. Dies passiert genau dann, wenn die Beziehung (We + 7 × Ca) den Wert 0,85 überschreitet.

Die Untersuchung der Abscheidung nichtmetallischer Einschlüsse an einer Grenzfläche wurde in der Vergangenheit entweder vollständig übergangen oder durch die Vernachlässigung der Meniskus-Bildung bei der Kapillarwirkung zwischen den mikroskopischen Partikeln und der Fluid-Grenzfläche nicht korrekt abgeschätzt. In der Regel liegen nichtmetallische Einschlüsse in Form verschiedener Oxide und Nitride vor. Sie können einerseits die mechanischen Eigenschaften des Stahls verschlechtern, andererseits auch das Tauchrohr vor der Kokille der Stranggießanlage verstopfen. Ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen von Einschlüssen, Stahl und Schlacke an der Grenzschicht ist also essenziell für eine Kontrolle des Reinheitsgrades von Stahl.

Wirkungen und Effekte

Die vorliegende Arbeit ermöglicht die Berücksichtigung eines realistischen Partikelverhaltens in einer Simulation, ohne dieses durch eine rechenintensive aufgelöste Simulation abbilden zu müssen. In der Simulation werden die nichtmetallischen Einschlüsse durch den gesamten Verteiler verfolgt. Wenn diese auf die Stahl-Schlacke-Grenz-

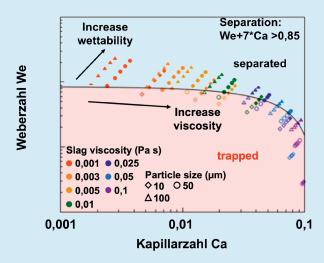


Abb. 22: Phasendiagramm des Partikelverhaltens (Weber-Zahl vs. Kapillarzahl). Quelle: JKU Linz/K1-MET

schicht treffen, erlaubt die in der Abbildung 22 beschriebene Korrelation eine Aussage darüber, ob ein Einschlusspartikel von der Grenzschicht eingefangen wird, oder ob es in die Schlackenschicht übertritt. Damit kann wertvolles Wissen über die Entfernung nichtmetallischer Einschlüsse im Verteiler einer Stranggussanlage gewonnen werden.

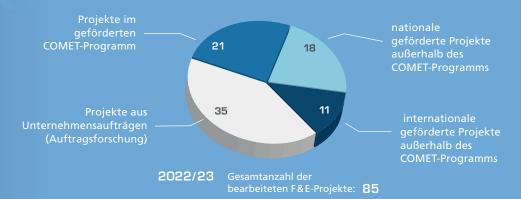
Die Neuheit dieser Studie liegt in der aufgelösten Simulation des Partikelverhaltens nahe der Fluid-Grenzschicht. Neben tieferen Einblicken in den Mechanismus der Abscheidung nichtmetallischer Einschlüsse an der Stahl-Schlacken-Grenzschicht unter verschiedenen Benetzungseigenschaften und Schlackenviskositäten wurde ein Kriterium erzielt, das die Bedingungen für ein erfolgreiches Entfernen der Einschlüsse im Strangießprozess definiert. Die Kombination der numerischen Entwicklungen mit der Verwendung von experimentellen und industriellen Rahmenbedingungen ermöglicht eine detaillierte Darstellung der Prozesse unter industriellen Bedingungen. Das übergeordnete Ziel besteht darin, ein besseres Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen der involvierten physikalischen Effekte zu erlangen sowie Methoden zur Verfügung zu stellen, um industrierelevante Probleme simulieren zu können.





Programm- und Auftragsforschung

Im Geschäftsjahr 2022/23 wurde in insgesamt 85 F&E-Projekten (single-firmsowie multi-firm-Projekten) geforscht. Außerhalb des geförderten COMET-K1-MET Programms wurden im achten Geschäftsjahr insgesamt acht neue Projekte aus anderen nationalen (FFG) und regionalen (steirischer Zukunftsfonds) Förderschienen realisiert. Zudem konnte die K1-MET GmbH mit der Teilnahme an den EU-Projekten Hy2Market, ReMFra, TransZeroWaste und PURESCRAP (Details siehe Abschnitt "Internationale Aktivitäten" dieses Geschäftsberichts) weitere internationale F&E-Tätigkeiten starten. Insgesamt war K1-MET an 11 internationalen Projekten beteiligt. Zusätzlich wurden aus Unternehmensaufträgen 35 Projekte bearbeitet. So konnte sich die K1-MET GmbH durch Projektforschung im Bereich der Metallurgie im nationalen und internationalen Bereich etablieren. Das Team der K1-MET GmbH arbeitet mit großem Einsatz daran, durch weitere Teilnahmen an regionalen, nationalen und EU-geförderten Projekten (Horizon Europe, Research Fund for Coal and Steel) den Bekanntheitsgrad der K1-MET GmbH zu steigern.



Humankapital

Am Ende des Geschäftsjahres 2022/23 (Stichtag 30.06.2023) zählte die Belegschaft der K1-MET GmbH 83 Personen (71,29 Personenjahre). Der Anteil an Forscher:innen beträgt 87,53 % (72 Köpfe mit 62,40 Personenjahren, davon 26 Forscherinnen und 46 Forscher) und umfasst folgende akademische Bereiche: Metallurgie, Verfahrenstechnik, Chemie, Physik, Informatik (Computational Engineering mit den Schwerpunkten Netzwerktechnik und Simulation) und Mechatronik. Der Anteil an Akademiker:innen beträgt 89,25 %.

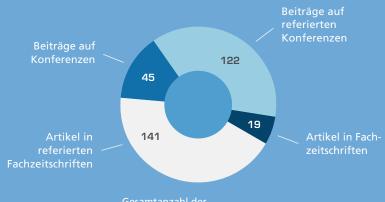
	Personenjahre	Köpfe	Anteil [%]
TOTAL	71,29 / 64,21*	83 / 78*	100,00 / 100,00*
davon weiblich	27,08 / 24,84	33 / 32	37,98 / 38,69
davon männlich	44,21 / 39,37	50 / 46	62,02 / 61,31
Administration	8,89 / 6,50	11 / 10	12,47 / 10,12
davon weiblich	6,05 / 3,66	7/6	68,08 / 56,34
davon männlich	2,84 / 2,84	4/4	31,92 / 43,66
Wissenschaftliche Belegschaft	62,40 / 57,71	72 / 68	87,53 / 89,88
davon weiblich	21,03 / 21,18	26/26	33,69 / 36,70
davon männlich	41,37 / 36,53	46 / 42	66,31 / 63,30



WISSENS BILANZ 2022/23

Wissenschaftlichkeit

"Excellent Technologies" – dieser Ausdruck steht für die Etablierung effizienter Prozesse und Technologien im Umfeld der Eisen- und Nichteisenmetallurgie innerhalb der K1-MET GmbH. Das Streben nach exzellenten Ergebnissen prägt die Arbeit unserer Forscher:innen und spiegelt sich in deren Publikationen mit internationaler Sichtbarkeit und hoher wissenschaftlicher Qualität wider. Im Geschäftsjahr 2022/23 unterstrichen 103 Publikationen (Journalartikel, Konferenzen) sowie eine Reihe akademischer Arbeiten die wissenschaftliche Exzellenz der K1-MET GmbH. Insgesamt gab es seit dem Beginn der 2. Förderperiode (01.07.2019) bereits 327 Publikationen. Sämtliche open-access publizierte Journalartikel können von der Website der K1-MET GmbH (im Menüpunkt Publikationen unter den Articles) heruntergeladen werden.



Gesamtanzahl der Publikationen in der FP 2: **327**

Wissenschaftlichkeit	2022/23	2021/22	2020/21
Anzahl der angemeldeten Patente	0	0	4
Abgeschlossene Dissertationen	6	4	3
Abgeschlossene Masterarbeiten	9	18	11
Abgeschlossene Bakkalaureatsarbeiten	10	4	8

Artikel in referierten Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Cheremisina, E., Lesiak, S., Rieger, J., Schenk, J., Firsbach, F., Johnson, W., Chopin, T., Nispel, M.	Assessment of the dissolution rate and behaviour of raw dolomite and limestone with different calcination degrees in primary steelmaking slags – comparison of raw, softburnt and hard-burnt dolime and quicklime samples' dissolution	Ironmaking and Steelmaking	50 (4) / 2022 / 379 – 391
Cheremisina, E., Schenk, J., Zhang, Z., Bilbao, E.	Density, viscosity and surface tension of CaO-SiO ₂ and CaO-SiO ₂ -Fe ₂ O ₃ slags measured by Aerodynamic levitation — the behavior of Fe ³⁺ in high-silicate melts	Ceramics International	49 (3) / 2022 / 4460 – 4472
Mitas, B., Visuri, VV., Schenk, J.	Mathematical modeling of the ejected droplet size distribution in the vicinity of a gas-liquid impingement zone	Metallurgical and Material Transactions B	53 / 2022 / 3083 – 3094
Gontijo, M., Chakraborty, A., Webster, R. F., Ilie, S., Six, J., Sommitsch, C., Primig, S.	Thermomechanical and microstructure analysis of the influence of B- and Ti-content on the hot ductility behavior of microalloyed steels	Metals	12 (11) / 2022 / paper no. 1808
Hou, A., Gruber, D., Jin, S.	Multiple-response optimization of the thermal and thermomechanical behavior of the steel ladle lining using GRA and TOPSIS	Steel Research International	11 / 2022 / paper no. 220407



Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Schneider, R., Wiesinger, V., Gelder, S., Reiter, G.	Effect of the slag composition on the process behavior, energy consumption and nonmetallic inclusions during electro-slag-remelting	Steel Research International	94 (4) / 2022 / paper no. 2200483
Zarl, M. A., Ernst, D., Cejka, J., Schenk, J.	A new methodological approach on the characterization of optimal charging rates at the hydrogen plasma smelting reduction process part 1: Method	Materials	15 (14) / 2022 / paper no. 4767
Pauna, H., Ernst, D., Zarl, M. Aula, M., Schenk, J., Huttula, M., Fabritius, T.	Hydrogen plasma smelting reduction process monitoring with optical emission spectroscopy – establishing the basis for the method	Journal of Cleaner Production	372 / 2022 / paper no. 133755
Spiess, S., Sasiain Conde, A., Kucera, J., Novak, D., Thallner, S., Kieberger, N., Guebitz, G. M., Haberbauer, M.	Bioelectrochemical methanation by utilization of steel mill off-gas in a two-chamber microbial electrolysis cell	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	10 / 2022 / paper no. 972653
Soleimani, S., Lehner, M.	Tri-reforming of methane: thermodynamics, operating conditions, reactor technology and efficiency evaluation – a review	Energies	15 (19) / 2022 / paper no. 7159
Aziaba, K., Jordan, C., Haddadi, B., Harasek, M.	Design of a gas permeation and pervaporation membrane model for an open source process simulation tool	Membranes	12 (12) / 2022 / paper no. 1186
Aziaba, K., Weiss, B. D., Illyes, V., Jordan, C., Haider, M., Harasek, M.	High purity hydrogen from liquid NH₃ – proposal and evaluation of a process chain	Chemical Engineering Transactions	96 / 2022 / 169 – 174
Zheng, H., Daghagheleh, O., Wolfinger, T., Taferner, B., Schenk, J., Xu, R.	Fluidization behavior and reduction kinetics of pre-oxidized magnetite-based iron ore in a hydrogen- induced fluidized bed	International Journal of Minerals Metallurgy and Materials	29 (10) / 2022 / 1873 – 1881
Maurer, W., Rechberger, P., Justl, M., Keuschnigg, R.	Parameter study for dimensioning of a PV optimized hydrogen supply plant	International Journal of Hydrogen Energy	47 (97) / 2022 / 40815 – 40825
Saeedipour, M., Schneiderbauer, S.	Toward a universal description of multiphase turbulence phenomena based on the vorticity transport equation	Physics of Fluids	34 / 2022 / paper no. 073317
Guarco, J., Vollmann, S., Harmuth, H., Burhanuddin, B.	Method for inverse calculation of erosion parameters in slag-refractory systems	Materials Today Communications	33 / 2022 / paper no. 104736
Dabaagh, F., Schneiderbauer, S.	Anisotropy characterization of turbulent fluidization	Physical Review Fluids	7 (9) / 2022 / paper no. 094301
Rauchenzauner, S., Schneiderbauer, S.	Validation study of a spatially-averaged two-fluid model for heat transport in gas-particle flows	International Journal of Heat and Mass Transfer	198 / 2022 / paper no. 123382
Cheremisina, E., Kovtun, O., Yeherov, A., Volkova, O., Schenk, J.	Properties of liquid CaO-SiO ₂ and CaO-SiO ₂ -'Fe ₂ O ₃ ' $_{\text{tot}}$ slags measured by a combination of maximum bubble pressure and rotating bob methods	Ceramics International	49 (18) / 2023 / 30104 – 30113
Reiter, W., Rieger, J., Raupen- strauch, H., Cattini, L., Maystrenko, N., Kovalev, D., Alekseyev, A., Mitrofanov, A.	Recovery of valuable materials with the RecoDust process	Metals	13 (7) / 2023 / paper no. 1191
Ogris, D., Gamsjäger, E., Kircher, V.	Cyclic partial phase transformations of oxide particles in CaO-SiO_2 slags	Metallurgical and Material Transactions B	54 / 2023 / 1555 – 1564
Mitas, B., Visuri, VV., Schenk, J.	Modelling the residence time of metal droplets in slag during BOF steelmaking	Metallurgical and Material Transactions B	54 / 2023 / 1938 – 1953
Klopf, M., Gruber, D.	Determination of cohesion and friction angle of a MgO-C refractory at room and elevated temperatures	Open Ceramics	14 / 2023 / paper no. 100369
Ernst, D., Zarl, M., Farkas, M., Schenk, J.	Effects of the electrodes shape and graphite quality on the arc stability during hydrogen plasma smelting reduction of iron ores	Steel Research International	94 (7) / 2023 / paper no. 2200818
Ernst, D., Manzoor, U., Souza Filho, I. R., Zarl, M. A., Schenk, J.	Impact of iron ore pre-reduction degree on the hydrogen slasma smelting reduction process	Metals	13 (3) / 2023 / paper no. 558
Spijker, C. ,Pollhammer, W., Raupenstrauch, H.	CFD-DEM modeling of shaft furnaces using the volume fraction smoother approach	Chemical Engineering & Technology	46 (7) / 2023 / 1333 – 1339



Artikel in referierten Fachzeitschriften – Fortsetzung

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Maurer, W., Justl, M., Keuschnigg, R.	Improving hydrogen refueling stations to achieve minimum refueling costs for small bus fleets	International Journal of Hydrogen Energy	48 (77) / 2023 / 29821 — 29834
Zheng, H., Schenk, J., Daghagheleh, O., Taferner, B.	Parameter optimization for hydrogen-induced fluidized bed reduction of magnetite iron ore fines	Metals	13 (2) / 2023 / paper no. 339
Pfeiffer, A., Wimmer, G. Schenk, J.	Investigations on the interaction behavior between direct reduced iron and various melts	Metals	13 (5) / 2023 / paper no. 798
Zhang, X., Pirker, S., Saeedipour, M.	Investigation of inclusion removal at steel-slag interface toward a small-scale criterion for particle separation	Steel Research International	94 (7) / 2023 / paper no. 2200842
Barati, H., Wu, M., Kharicha, A., Ludwig, A.	Transient simulation of melt flow, clogging, and clog fragmentation inside SEN during steel continuous casting	IOP Conference Series Material Science Engineering	1281 / 2023 / paper 012025
Saeedipour, M.	An enstrophy-based analysis of the turbulence-interface interactions across the scales	International Journal of Multiphase Flow	164 / 2023 / paper no. 104449
Wartha, EM., Haugen, N.E., Karchniwy, E., Bösenhofer, M., Harasek, M., Løvås, T.	The effect of turbulence on the conversion of coal under blast furnace raceway conditions	Fuel	331 (2) / 2023 / paper no. 125840
Esgnadari, B., Rauchenzauner, S., Goniva, C., Kieckhefen, P., Schneiderbauer, S.	A comprehensive comparison of two-fluid model, discrete element method and experiments for the simulation of the single- and multiple-spout fluid beds	Chemical Engineering Science	267 / 2023 / paper no. 118357
Dimitrijevic, D., Bösenhofer, M., Harasek, M.	Liquid-liquid phase separation of two non-dissolving liquids – a mini review	Processes	11 (4) / 2023 / paper no. 1145
Kronlachner, T., Pirker, S., Lichtenegger, T.	Block-movement-based calibration of a discrete element model for fine, cohesive powders	Powder Technology	421 / 2023 / paper no. 118411

Artikel in Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Mitas, B., Schenk, J.	Schlackenstandbestimmung im LD-Konverter	Stahl und Eisen	11 / 2022 / 49 – 53
Böhm, A., Hartig, G., Schinnerl, G.	Citric acid leaching of industrial BOF slags	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	168 (4) / 2023 / 148 – 155

Beiträge auf referierten Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Draxler, M., Schmid, H.	Development of an approximation model for the evaluation of slag treatment strategies	16. Recy & DepoTech / Leoben / 2022
Lanzerstorfer, C.	Effect of coatings with respect to powder wall friction	European Technical Coatings Congress (ETCC) / Krakau / 2022
Lanzerstorfer, C.	Dust recycling in integrated steel mills: reducing zinc recirculation	31st International Conference on Metallurgy and Materials (METAL) / Brünn / 2022
Lanzerstorfer, C.	Optimization of dust recycling with respect to zinc by use of air classification	6 th European Conference on Clean Technologies in the Steel Industry (CTSI) / Aachen / 2022
Klösch, G., Simon, J., Mayer, PM., Dierer, F., Tscheschner, B., Simon, N., Veas, E.	Visual analytics based open-eye monitoring and its influence on the aluminum content in low carbon steels while the ladle treatment	6 th European Conference on Clean Technologies in the Steel Industry (CTSI) / Aachen / 2022
Höntsch, S., Bräuer, A., Lohmeier, L., Wollenberg, R., Schröder, W., Herdegen, V., Harris, C., Thaler, C.	Recycling of residues from Midrex direct reduction of iron ore pellets by means of agglomeration	8 th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) & 9 th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI) / Bremen / 2022

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Ernst, D., Zarl, M. A., Sormann, A., Geier, B., Thaler, C., Schenk, J.	Sustainable Steel – carbon free steelmaking by Hydrogen Plasma Smelting Reduction	8 th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) & 9 th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI) / Bremen / 2022
Mežibrický, R.	Phase assemblages for high sinter productivity	8th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) & 9th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI) / Bremen / 2022
Weiss, B., Tjaden, S., Rummer, B., Niel, J., Wukovits, W.	Integrated steel plant strategic planning – an extension of coke production modelling in the m.simtop process integration platform	8th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) & 9th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI) / Bremen / 2022
Sasiain Conde, A., Wolfmeir, H., Harris, C., Rechberger, K., Spanlang, A.	Hydrogen based direct reduction for CO ₂ -lean steelmaking	8th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) & 9th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI) / Bremen / 2022
Nanz, T., Bösenhofer, M., Hauzen- berger, F., Feilmayr, C., Stocker, H., Rieger, J., Schatzl, M., Harasek, M.	Simulation aided extraction of conversion rates of auxiliary reducing agents (ARAs)	8th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) & 9th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI) / Bremen / 2022
Weichbold, C., Schuster, E.	SmartSinter – bulk material tracking and its properties	8th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) & 9th International Conference on Science and Technology of Ironmaking (ICSTI) / Bremen / 2022
Reiter, W.	Recycling of stell mill dusts: A great potential for the recovery of zinc and iron	International Conference and Expo on Recycling and Waste Management / online Event / 2022
Felkl, L., Stelter, M., Charitos, A.	Investigation of the solubility of hydrogen and oxygen in liquid copper	Copper Conference (COPPER) / Santiago (Chile) / 2022
Ogris, D. M., Gamsjäger, E.	Cyclic phase transformations in CaO-SiO₂ slags	Material Science and Engineering (MSE) Congress / Darmstadt / 2022
Gamsjäger, E.	Thermodynamic functions of crystalline solids – statistical evaluation of experimental data	Material Science and Engineering (MSE) Congress / Darmstadt / 2022
Gontijo, M., Hoflehner, C., Ilie, S., Six, J., Sommitsch, C.	Investigations on the hot ductility behavior of a continuously cast low alloyed steel	6^{th} International Conference on Thermo Mechanical Processing (TMP) / Shenyang (China) / 2022
Sharifi, S. S., Buzolin, R. H., Gontijo, M., Meixner, C., Hoflehner, C., Poletti, M. C., Sommitsch, C.	Modeling the hot deformation of microalloyed steels: coupled dynamic restoration and damage	24 th International Conference on Computer Methods in Mechanics and 42 nd Solid Mechanics Conference (CMM-SolMech) / Swinemünde (Polen) / 2022
Estermann, P., Ilie, S., Six, J., Kozeschnik, E.	Further analysis of the relationship between precipitate formation and a loss of hot ductility in two microalloyed steels	Materials Science & Technology Conference (MS & T22) / Pittburgh / 2022
Spijker, C., Raupenstrauch, H.	CFD-DEM modelling of shaft furnaces, using the volume fraction smoother approach	Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF22) / Budapest / 2022
Zhang, X., Pirker, S., Saeedipour, M.	Modeling of non-metallic inclusion removal at the steel- slag interface with consideration of the marangoni effect	$8^{\mbox{\scriptsize th}}$ International Congress on the Science and Technology of Steelmaking (ICS) / Montreal / 2022
Najafian Ashrafi, B., Barna, M., Wimmer, P.	Continuous casting of slabs under the impact of combined static magnetic fields: a numerical study	12th PAMIR International Conference on Fundamental and Applied MHD / Krakau / 2022
Kronlachner, T., Pirker, S., Lichtenegger, T.	Estimation of DEM contact parameters based on block- like motion characterization for cohesive powders	9th World Congress on Particle Technology (WCPT9) / Madrid / 2022
Marschall, I., Klopf, M., Bjelic, M., Wohlmuth, D.	Characterization of ladle slag with regard to its use as a substitute for blast furnace slag in cements	8th International Slag Valorisation Symposium / Lamot (Belgien) / 2023
Gatschlhofer, C., Doschek-Held, K., Krammer, A., Wiszniewski, L.	Influence of Fe, Mn, and Cr on the behaviour of P during carbothermal reduction of synthetic slags	8th International Slag Valorisation Symposium / Lamot (Belgien) / 2023
Lanzerstorfer, C., Brunner, C.	Electric Arc Furnace dust: characterization of flowability	32 nd International Conference on Metallurgy and Materials (METAL) / Brünn / 2023
Lanzerstorfer, C.	Speciation of zinc in electric arc furnace dust by particle size	24^{th} Polish Conference of Chemical and Process Engineering / Stettin (Polen) / 2023
Reiter, W., Thaler, C., Raupenstrauch, H.	RecoDust – von der Pilotanlage zur industriellen Anlage?	Berliner Konferenz Mineralische Nebenprodukte und Abfälle / Berlin / 2023



Beiträge auf referierten Konferenzen – Fortsetzung

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Felkl, L., Stelter, M., Charitos, A.	Comparative study on the reduction of copper refining slag by metallic reducing agents	European Metallurgical Conference (EMC) / Düsseldorf / 2023
Mitas, B., Schenk, J.	An in-situ analysis method in EAF and BOF steelmaking	5 th European Academic Symposium on EAF Steelmaking (EASES) / Oulu (Finnland) / 2023
Hoffelner, F., Zarl, M., Schenk, J.	Development of a new laboratory-scale reduction facility for the H_2 plasma smelting reduction of iron ore based on a multi-electrode arc furnace concept	5 th European Academic Symposium on EAF Steelmaking (EASES) / Oulu (Finnland) / 2023
Pfeiffer, A., Schenk, J., Wimmer, G., Thiele, K.	Laboratory scale evaluation of the slag foaming behavior	5 th European Academic Symposium on EAF Steelmaking (EASES) / Oulu (Finnland) / 2023
Hoffelner, F., Zarl, M., Schenk, J.	Development of a new laboratory-scale reduction facility for the ${\rm H}_2$ plasma smelting reduction of iron ore based on a multi-electrode arc furnace concept	5 th European Academic Symposium on EAF Steelmaking (EASES) / Oulu (Finnland) / 2023
Cheremisina, E., Zhang, Z., de Bilbao, E., Schenk, J.	Evaluation of dissolution rate and behavior of MgO carriers for primary and secondary metallurgical slag systems	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Mitas, B., Visuri, VV., Schenk, J.	Modelling emulsion refining in BOF steelmaking	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Winkler, J., Bernhard, C., Krobath, R., Hahn, S., Ilie, S.	Experimental simulation of defect formation in slab casting of Nb-micro-alloyed steel: Influence of cooling conditions	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Ernst, D.	Influence of pre-reduced iron ore during hydrogen plasma smelting reduction	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Tjaden, S., Harris, C., Rummer, B., Weiss, B., Wukovits, W.	Evaluation of carbon dioxide emission reduction potential of voestalpine Stahl Linz by transitioning to DR-EAF steel production with a m.simtop digital twin	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Javurek, M., Ilie, S.	Simulation of flow-induced inclusion deposition in a continuous casting strand	6th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Zhang, X., Pirker, S., Saeedipour, M.	Numerical investigation of non-metallic inclusion removal at the steel-slag interface	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Najafian Ashrafi, B., Barna, M., Lindlbauer, B., Vila, A.	Numerical simulation of the transient flow in the continuous casting of slab under the impact of travelling and combined electromagnetic fields	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Thumfart, M., Gruber, C., Wachlmayr, J., Rössler., R.	High speed video observations of the fascinating melt behaviour in the RH plant	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Gruber, C., Wachlmayr, J., Thumfart, M., Rössler, R.	Optimization and performance improving in metal industry by digital technologies	6 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Düsseldorf / 2023
Neuhauser, E., Waldmann, N., Zaduryan, A., Konegger, H., Rachbauer, L., Kieberger, N., Haberbauer, M., Bochmann, G., Gübitz, G., Pichler, M., Bauer, S., Loibner, A. P.	Exploring the potential of steel mill off-gas as a geomethanation substrate at simulated reservoir conditions	9 th International Symposium on applied microbiology and molecular biology in oil systems, Edinburgh (UK)
Barati, H., Wu, M., Kharicha, A., Ludwig, A.	Transient simulation of melt flow, clogging, and clog fragmentation inside SEN during steel continuous casting	16 th International Conference on Modelling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes (MCWASP) / Banff (Kanada) / 2023
Nanz, T., Bösenhofer, M., Rieger, J., Hauzenberger, F., Stocker, H., Feilmayr, C., Harasek, M.	A novel test rig for the evaluation of auxiliary reducing agents (ARAs)	The Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Detroit / 2023
Kiss, M., Bösenhofer, M., Gruber, C., Harasek, M.	Investigation of the thermally-thick alternative reducing agent behavior in the raceway zone	The Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Detroit / 2023
Bösenhofer, M., Hauzenberger, F., Stocker, H., Feilmayr, C., Harasek, M.	An Eulerian-based reduction model for iron ore particle reduction	The Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Detroit / 2023



Beiträge auf Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Hartig, G., Schinnerl, G., Böhm, A., Schmid, H.	Citric acid leaching for recycling of industrial BOF slag	9 th European Oxygen Steelmaking Conference (EOSC) & 6 th Clean Technologies in the Steel Industry (CTSI) / Aachen / 2022
Mitas, B., Schenk, J.	Physical models on droplet generation in the LD converter	9 th European Oxygen Steelmaking Conference (EOSC) & 6 th Clean Technologies in the Steel Industry (CTSI) / Aachen / 2022
Schenk, J.	Current status and newest developments within the Austrian steel industry	9 th European Oxygen Steelmaking Conference (EOSC) & 6 th Clean Technologies in the Steel Industry (CTSI) / Aachen / 2022
Pfeiffer, A., Wimmer, G., Wurm, J., Schenk, J.	Processing low grade direct reduced iron – definition and comparison of melting strategies	9 th European Oxygen Steelmaking Conference (EOSC) & 6 th Clean Technologies in the Steel Industry (CTSI) / Aachen / 2022
Rieger, J., Colla, V., Malfa, E., Snaet, D., Peters, K.	Circular economy as one solution for a future sustainable European iron and steel industry	Global Summit on Advances in Earth Science and Climate Change, Paris (France)
Jin, S., Hou, A., Gruber, D., Harmuth, H.	Application of artificial neural network to predict the thermal and thermomechanical behaviour of refractory linings	World Congress on Computational Intelligence / Padua / 2022
Gruber, N.	Effect of carbon on the melting behavior of a mold powder under high heating rates	2 nd International workshop quality of continuously cast products (IWSQ-2) / Bergamo / 2022
Riedler, S., Gruber, N., Marschall, I., Ilie, S., Klösch, G.	Investigation of the performance of a fluorine free mold powder at a pilot plant	2 nd International workshop quality of continuously cast products (IWSQ-2) / Bergamo / 2022
Laschinger, J., Taferner, M., Bernhard, M., Bernhard, C., Ilie, S.	Effect of nozzle parameters on the cooling conditions in the secondary cooling zone of a slab caster	2 nd International workshop quality of continuously cast products (IWSQ-2) / Bergamo / 2022
Aziaba, K., Teufner-Kabas, M., Jordan, C., Harasek, M.	Implementation of a pervaporation membrane module in process simulation for the separation of ternary and quaternary mixtures	Achema / Frankfurt / 2022
Dettori, S., Conde, A. S.	Valorisation of integrated steelworks off gases through hydrogen intensified synthesis processes – project outcomes related to control development, economic analysis and business and implementation strategies	$\rm H_2$ for Green Steel II -2^{nd} International conference on hydrogen route for a green steelmaking process and applications / Paris / 2022
Wolfinger, T.	HYFOR [®] (Hydrogen-based fine ore reduction) – from an idea to pilot plant	$\rm H_2$ for Green Steel II – $\rm 2^{nd}$ International conference on hydrogen route for a green steelmaking process and applications / Paris / 2022
Kronlachner, T.	Characterization of refractory metal powders based on block-like motion evaluation for DEM simulations	20th International conference on Refractory Metals and Hard Materials / Reutte / 2022
Aziaba, K., Teufner-Kabas, M., Jordan, C., Harasek, M.	Simulation of multi-component gas mixture separation with the open-source simulation tool DWSIM	Jahrestrefffen der ProcessNet Fachgruppen / Frankfurt / 2022
Rieger, J.	Renewable energy meets climate neutral steel production	ASMET-Forum für Metallurgie und Werkstofftechnik / Leoben / 2023
Sormann, A.	Möglichkeiten zur CO ₂ -Minimierung in der Stahlindustrie	65. Österreichische Gießereitagung, Schladming (Austria)
Guarco, J.	A method for inverse calculation of refractory erosion parameters	6 th International Postgraduates Seminar on Refractories / online Event / 2023

Dissertationen / Masterarbeiten / Bakkalaureatsarbeiten

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Abbasi, S. (Dissertation)	Recurrence CFD of turbulent flows	Johannes-Kepler-Universität Linz / 2022
Guarco, J. (Dissertation)	Simulation of continuous refractory wear and calculation of wear parameters	Montanuniversität Leoben / 2022
Rath, A. (Dissertation	Modelling and implicite solution of industrial furnaces using a multiple 1D finite volume discretization	Montanuniversität Leoben / 2022



Dissertationen / Masterarbeiten / Bakkalaureatsarbeiten – Fortsetzung

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Gontijo, M. (Dissertation)	Hot ductility behaviour of continuously casted low alloyed steels	Technische Universität Graz / 2022
Lohmeier, L. (Dissertation)	Neue Agglomerationstechnologien für Stäube und Schlämme von Direktreduktionsanlagen zur Steigerung von Rohstoffeffizienz und Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen	Technische Universität Bergakademie Freiberg / 2023
Wartha, EM. (Dissertation)	Reaction modeling in computational fluid dynamics	Technische Universität Wien / 2022
Wiesinger, V. (Masterarbeit)	Einfluss der elektrischen Leitfähigkeit der Schlacke auf Energieverbrauch und Reinheitsgrad beim ESU-Prozess	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2022
Oghenerukevwe, E. (Masterarbeit)	Oxide particle dissolution in oxide melts during steel production: in-situ experiments and models	Montanuniversität Leoben / 2022
Laschinger, J. (Masterarbeit)	Kontinuierliche Temperaturmessung in der Kokillenbreitseite eine Brammenstranggießanlage mittels Faser-Bragg-Gitter	Montanuniversität Leoben / 2022
Kasper, R. (Masterarbeit)	Finite Elemente Simulationen zur Optimierung einer Pfannenzustellung	Montanuniversität Leoben / 2022
Marecek, T. (Masterarbeit)	Rezept- und Verfahrensentwicklung extrudierter Briketts aus Rest-und Kreislaufstoffen der Kupferindustrie mit Bentonit	Montanuniversität Leoben / 2023
Lintner, C. (Masterarbeit)	Auswirkung der Reduktion des SiC-Gehalts eines Gießpulvers auf dessen Aufschmelzverhalten	Montanuniversität Leoben / 2023
Adami, B. (Masterarbeit)	Untersuchung des Verhaltens von Phosphor, Schwefel und Kupfer während des Wasserstoffplasma- Schmelzreduktionsprozesses	Montanuniversität Leoben / 2023
Krennmayr, G. (Masterarbeit)	Hochskalierung eines Reaktors für die Herstellung von Roheisen mittels Wasserstoffs	Montanuniversität Leoben / 2023
Abourayya, A. U. M. (Masterarbeit)	Artificial neural networks implementation to predict the solution of nonlinear ODE system for the application to turbulent combustion modeling	Technische Universität Wien / 2022
Chavanne, L. (Bakkalaureatsarbeit)	Reinigung von hoch salzhaltigen Abwässern – Entfernung von Kohlenstoffverbindungen	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2022
Murbacher, A. (Bakkalaureatsarbeit)	Möglichkeiten zur CO ₂ -Emissionsreduktion des RecoDust-Prozesses	Montanuniversität Leoben / 2022
Wendland, A. (Bakkalaureatsarbeit)	Untersuchung des Einflusses der thermischen Nachbehandlung (Curing) auf die Qualität von Briketts aus Hüttenreststoffen	Technische Universität Bergakademie Freiberg / 2022
Hoffellner, V. (Bakkalaureatsarbeit)	Elektro-Schlacke-Umschmelzen mit Lichtbogenbetrieb	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2023
Alfituri, S. (Bakkalaureatsarbeit)	Auswirkung der variierenden Stoffeigenschaften von EAF Stäuben auf die Anforderungen an das Staubsiloaustragssystem	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2023
Rabl, A. (Bakkalaureatsarbeit)	Einfluss modifizierter CaF ₂ -armer Schlacken auf den Elektroschlacke-Umschmelzprozess	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2023
Riegler, M. (Bakkalaureatsarbeit)	Einfluss der Spülgasbehandlung auf den Aluminium- Abbrand bei der Pfannenbehandlung	Montanuniversität Leoben / 2023
Prousch, H. (Bakkalaureatsarbeit)	Parametrisierung eines Konverterabstichmodells durch begleitende Anlagenuntersuchungen bei voestalpine Stahl Donawitz GmbH	Montanuniversität Leoben / 2023
Butter, P. (Bakkaulreatsarbeit)	Erstversuche an Laboranlage zur katalytischen Reformierung	Montanuniversität Leoben / 2023
Märker, K. (Bakkalaureatsarbeit)	Kopplungsmodelle für Gas-Flüssig-Fest Strömungen	Technische Universität Wien / 2023



K1-MET Kommunikationsaktivitäten

Damit die von der K1-MET GmbH vorangetriebene Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Bereich der metallurgischen Prozesstechnik auf effiziente Weise kommuniziert wird, bedient sich die K1-MET GmbH zahlreicher Möglichkeiten. Dazu zählen Artikel in Printmedien wie z. B. im Standard (Forschung Spezial), Auftritte bei diversen Veranstaltungen und Messen, Social Media sowie die Website (www.k1-met.com). Somit informiert die K1-MET Zielgruppen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit über den Verlauf der Forschungsprojekte. Zudem konnten Medienberichte veröffentlicht werden und seit Anfang 2021 verfügt die K1-MET über einen Linkedln-Account, mit dem eine breite technisch-wissenschaftliche Community und Interessierte in diesem Bereich adressiert werden. Hier werden beispielhaft nur einige Teilnahmen an öffentlichen Veranstaltungen aus dem GJ 2022/23 näher vorgestellt.

Öffentliche Auftritte	2022/23	2021/22	2020/21
Social Media-Auftritt auf Linkedln: Follower:innen-Stand durchschnittliche Engagement-Rate	1.252 5,933	480 N/A	290 N/A
Anzahl der Medienberichte	16	15	2
Teilnahme an Fachveranstaltungen (Konferenzen, Messeauftritte)	54	35	24

Abb. 23: PR-Beitrage der K1-MET GmbH im "Standard" (Forschung Spezial). Quelle: JUST/ "Der Standard"









MS Wissenschaft 2022

Ausstellungsthema "Nachgefragt"

Von 23. bis 26. September 2022 hat das Ausstellungsschiff MS Wissenschaft einen Halt in Linz gemacht. "Nachgefragt!" lautete das Motto der interaktiven Ausstellung. An Bord des ehemaligen Frachtschiffs wurde die Wissenschaft selbst unter die Lupe genommen und gezeigt, wie Forscher:innen in unterschiedlichen Fachbereichen arbeiten und wo die großen Themen der Zukunft liegen. In Bezug auf nachhaltige Zukunft wurde das Augenmerk auf die Gestaltung der Energiewende und das Vorantreiben der Dekarbonisierung von Wirtschaft und Industrie gelegt. Die K1-MET GmbH war durch Dr. Irmela Kofler (Leiterin Area 3) und Dr. Christine Gruber (Leiterin Area 4) vertreten. Die beiden stellten die Forschungsarbeiten im Zusammenhang mit der Transformation der Stahlindustrie und der damit verbundenen Rolle der Digitalisierung vor. Dr. Kofler und Dr. Gruber gaben im Zuge von Interviews detailliertere Einblicke in ihre Forschungsbereiche. Die zentralen Fragen in Dr. Koflers Interview waren, was den Wasserstoff für die Energiewende vielversprechend macht, woher der grüne Wasserstoff kommt und wie dieser CO_2 -neutral hergestellt werden kann. Schlüsselfragen in Dr. Grubers Interview waren die Rolle der Digitalisierung in Richtung einer CO_2 -neutralen Stahlproduktion oder welche Methoden und Ansätze zum Einsatz kommen.

"1st Steel's Future Day" des Unternehmens Welser Profile GmbH

Am 6. Oktober 2022 fand bei der Welser Profile GmbH in Gresten (Niederösterreich) der "1st Steel's Future Day" unter dem Motto "Digital, Circular, and Green" statt. Ziel dieser Veranstaltung war es, über die zukünftigen Entwicklungen der Stahlwelt zu informieren. Die Agenda umfasste insgesamt acht Vorträge und zwei Podiumsdiskussionen und behandelte Themen wie den Stahlmarkt mit dem Fokus auf dessen Digitalisierung, die Rolle von Schrott als Sekundärrohstoff bis hin zur Dekarbonisierung in der Stahlherstellung. Die K1-MET GmbH war auf dieser Veranstaltung durch Dr. Johannes Rieger (Leiter der Area 1) vertreten. Sein Vortrag lautete auf den Titel "Renewable energy meets future steelmaking" und beleuchtete die Herausforderungen durch den Klimawandel, allgemeine Dekarbonisierungsstrategien in der Eisen- und Stahlindustrie und die Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz von grünem Wasserstoff und erneuerbaren Energien ergeben.



Abb. 24: Mitmachausstellung MS Wissenschaft 2022. Quelle: Ilja C. Hendel/Wissenschaft im Dialog



Abb. 25: Vortragende beim "1st Steel's Future Day" der Welser Profile GmbH (mit Arealeiter Johannes Rieger 4. von links). Quelle: Welser Profile

Abschlussforum der Themenreise "Rethink, Reform, Renew" von Drees & Sommer

Das international tätige Beratungsunternehmen Drees & Sommer veranstaltet zusammen mit Sponsoren jährlich eine interdisziplinäre Themenreise zu einem jahresübergreifenden Thema durch Deutschland, Österreich und der Schweiz. Dabei gibt es immer wieder Impulsvorträge und Diskussionsrunden mit Unternehmen aus Industrie, Automotive und Logistik sowie begleitenden Workshops. Im Jahr 2022 wurde die Themenreise unter dem Motto "Rethink, Reform, Renew – oder wie lautet die europäische Erfolgsrezeptur?" abgehalten. Hier wurde beleuchtet, wie Digitalisierung und Transformation der europäischen Wirtschaft Aufschwung geben sollen. Die Abschlussveranstaltung fand am 16. November 2022 in Berlin statt. Dr. Johannes Rieger nahm seitens der K1-MET an einer Podiumsdiskussion zum Thema "Quo vadis Energiewende - Worauf kommt es an?" teil. Mit zahlreichen Unternehmen aus Industrie, Automotive, Energie und Logistik wurde bei diesem Event unter anderem über die Energiewende und grünen Wasserstoff diskutiert.







OÖ Zukunftsforum 2023

"Energie, Mobilität, Arbeit – So gestalten wir den Wandel"

Am 28. und 29. März 2023 fand das Zukunftsforum Oberösterreich 2023 im Oberbank Donau-Forum in Linz unter dem Motto "Energie, Mobilität, Arbeit – So gestalten wir den Wandel" statt. Organisiert wurde das Event von der Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH. Der erste Tag des Zukunftsforums stand ganz im Zeichen des "Faktors Mensch" mit dem Arbeitskräftemangel als ein großes Thema. Am zweiten Tag widmeten sich die Diskussionsrunden und Vorträge der Mobilität, der Industrie und Smart Buildings in Smart Cities. Dabei war ein gemeinsamer Nenner, dass es die Zusammenarbeit aller Bereiche braucht, um die Transformationen hin zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zu bewältigen. Unter anderem fand eine Session zum Thema "Effiziente und vernetzte Mobilität" mit Keynotes zu Wasserstoff und batterieelektrischer Mobilität statt. Dazu passte auch der Auftritt der K1-MET GmbH am gemeinsamen Info-Stand des UAR Innovation Networks, welcher spannende Einblicke in aktuelle Forschungsthemen bereithielt. Die K1-MET GmbH war durch Dr. Elizaveta Cheremisina (Senior Project Manager der Areas 1

und 2) und Dr. Sabine Spieß (Post-Doc in Area 3) mit dem Thema "Forschung schafft Nachhaltigkeit im Bereich des Recyclings von Lithium-lonen-Batterien" vertreten. Dr. Cheremisina und Dr. Spieß stellten dabei das COMET-Modul FullBatteR vor. FullBatteR hat das Ziel, kritische Rohstoffe aus dem Aktivmaterial von Lithium-lonen-Batterien zurückzugewinnen (für Details zum Modul siehe Kapitel 3 "Highlights Forschung 2022/23").

Bayerisch-Österreichisches Wasserstoffforum

Beim 1. Bayerisch-Österreichischen Wasserstoffforum am 20. April 2023 mit mehr als 100 Teilnehmer:innen aus Österreich und Bayern im Raiffeisen Forum in Wien standen die aktuellen Wasserstoffstrategien aus Österreich und Bayern und deren Potenziale und Chancen im Fokus. Organisiert wurde das Event im Namen des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie mit dem Zentrum Wasserstoff. Bayern (H2.B) von der Deutschen Handelskammer in Österreich. Im Namen der Raiffeisenbank Niederösterreich-Wien begrüßte Mag. Michaela Rammel als Gastgeberin. In hochkarätigen Panels diskutierten Branchenexpert:innen aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft, wie die Wasserstoffwirtschaft vorangetrieben und die Zusammenarbeit zwischen Österreich und Bayern intensiviert werden kann. Unter dem Titel "Erneuerbare Energie trifft auf klimaneutrale Stahlerzeugung" war Dr. Irmela Kofler seitens der K1-MET GmbH bei der Panelsession "Wasserstoff – Verwendung in der Industrie und Logistik" vertreten.



Abb. 27: OÖ Zukunftsforum 2023. Quelle: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur





Abb. 29: Bayerisch-Österreichisches Wasserstoffforum mit Arealeiterin Irmela Kofler. Quelle: DHK



Abb. 28: OÖ Zukunftsforum 2023. Oben links: Elizaveta Cheremisina und Sabine Spieß (von links nach rechts). Rechts oben: Gemeinschaftsmessestand der Upper Austrian Research GmbH. Links unten: Ausstellungsstücke zum Thema Recycling von Lithium-Ionen-Batterien. Quelle: K1-MET







Abb. 30: Scientific Exchange Day 2023 im Hörsaal 1 der Technischen Universität Graz. Quelle: K1-MET

12. Scientific Exchange Day 2023

Ein Tag im Zeichen von Forschung und Networking

Der Scientific Exchange Day (SED) des COMET K1-MET Programms stellt einen Höhepunkt im jährlichen Kalender für die beteiligten Industrieunternehmen, Universitäten sowie Forschungsinstitutionen dar. Am 12. April 2023 kamen rund 110 Teilnehmer:innen an der Technischen Universität Graz zusammen, um an diesem Event teilzunehmen, das auf dem Uni-Campus "Alte Technik" stattfand. Die Motivation eines solchen SED liegt in der Schaffung einer einzigartigen Plattform, die den Austausch von Wissen, Ideen und Innovationen zwischen den verschiedenen Akteur:innen des K1-MET-Programms ermöglicht. Diese Veranstaltung hat sich zu einem Schlüsselereignis entwickelt, bei dem aktuelle Forschungsaktivitäten sowie -ergebnisse im Rahmen des COMET K1-MET Programms präsentiert werden. Hier befinden sich die vier Forschungsareas im Fokus, von denen jede durch eine herausragende Erfolgsgeschichte vertreten ist.

Die Veranstaltung wurde von renommierten Persönlichkeiten moderiert, darunter Ass. Prof. Dr. Ing. Valentina Colla sowie Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Deike, beide Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats der K1-MET GmbH. Diese Expert:innen führten durch eine beeindruckende Session, in der wegweisende Forschungsthemen von den Mitarbeitenden und den Beteiligungen aus Industrie und Wissenschaft des K1-MET Kompetenznetzwerkes vorgestellt wurden:

- Dr. Elizaveta Cheremisina (K1-MET GmbH): "Liquid slag properties density, surface tension, and viscosity of silicate-rich slags measured by non-conventional and conventional methods" (Beitrag Area 1)
- Dr. Nathalie Gruber (Montanuniversität Leoben): "Effect of SiC and/or antioxidants on the melting behavior of a mold powder" (Beitrag Area 2)
- Dr. Christoph Spijker (Montanuniversität Leoben): "Energetic optimization" (Beitrag Area 3)
- Xiaomeng Zhang, M. Sc. (K1-MET GmbH): "Inclusion removal with a focus on particle separation at the steel/ slag interface" (Beitrag Area 4)

Beiträge wie die oben genannten zeugen von der Tiefe und der Breite der behandelten Themen. Ein Höhepunkt des SED 2023 war ohne Zweifel die Ansprache von Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Johannes Schenk, dem Chief Scientific Officer der K1-MET GmbH, der mit 31. Juli 2023 seine Position als CSO an seine designierte Nachfolgerin, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Susanne Michelic übergibt. In seinen abschließenden Worten dankte er nicht nur für die erfolgreiche Zusammenarbeit, sondern betonte auch das entgegengebrachte Vertrauen in die Geschäftsführung. Seine Worte unterstreichen die Wichtigkeit dieser Veranstaltung nicht nur als Ort des Wissensaustauschs, sondern auch als Knotenpunkt für die Stärkung von Partnerschaften zwischen Industrie und Wissenschaft.

Der Scientific Exchange Day des K1-MET Programms bleibt somit nicht nur eine Informationsplattform, sondern entwickelt sich zu einem Motor für Innovation und Synergien. Die lebendige Atmosphäre und die hochkarätigen Vorträge machen den SED zu einem unverzichtbaren Bestandteil in der Forschungsgemeinschaft und tragen maßgeblich zur Förderung von Spitzenleistungen in der metallurgischen Forschung bei.





Abb. 31: Links oben: Austausch beim Scientific Exchange Day 2023. Links unten: Johannes Schenk (CSO) und Johannes Rieger (Arealeiter) (von links nach rechts). Quelle: K1-MET



Abb. 32: Rechts oben: Dr. Elizaveta Cheremisina (K1-MET GmbH). Rechts obere Mitte: Dr. Nathalie Gruber (Montanuniversität Leoben). Rechts untere Mitte: Dr. Christoph Spijker (Montanuniversität Leoben). Rechts unten: Xiaomeng Zhang, M.Sc. (K1-MET GmbH). Quelle: K1-MET









KOMMENTAR

MMAG. A BARBARA EIBINGER-MIEDL

"

Die COMET-Kompetenzzentren sind eine österreichische und insbesondere auch eine steirische Erfolgsgeschichte. Darin nimmt die K1-MET GmbH mit ihren technologischen Innovationen einen besonderen Stellenwert ein. Gerade für die Steiermark als die Heimat zahlreicher energieintensiver Unternehmen ist die Grüne Transformation eine besondere Herausforderung. Die angewandte Forschung in den Bereichen Lithium-Ionen-Batterien oder Wasserstoff in enger Abstimmung mit der Industrie ist dabei ein wichtiger Erfolgsfaktor.



Das metallurgische Kompetenzzentrum ist nicht nur ein Aushängeschild für die hervorragende Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft, sondern auch für die gut funktionierende Kooperation über Bundesländergrenzen hinweg. Ich bin davon überzeugt, dass die K1-MET den Erfolgsweg auch zukünftig fortsetzen und so weiter zu unserer globalen Spitzenposition in der Metallverarbeitung wesentlich beitragen wird.





Barbara Eibinger-Miedl





Der Jahresabschluss von 2022/23 wurde durch die Abschlussprüfung uneingeschränkt bestätigt. Die Offenlegung erfolgt im Firmenbuch des Landesgerichtes Linz unter FN 436281 s.



Finanz- und Ergebnissituation

Geschäftsergebnis

Das Unternehmen erzielte ein positives Betriebsergebnis in der Höhe von EUR 208.922,22 (VJ: TEUR 590) und einen Finanzerfolg in der Höhe von EUR 42.897,24 (VJ: TEUR -9). Nach Berücksichtigung des Steueraufwandes in der Höhe von EUR 1.469,02 (VJ: TEUR 3) und der Hinzurechnung des Gewinnvortrags aus dem Vorjahr in Höhe von EUR 2.743.566,78 (VJ: TEUR 2.165) ergibt sich ein positiver Bilanzgewinn in der Höhe von EUR 2.993.917,22 (VJ: TEUR 2.744).

Vermögenslage

Zum 30.06.2023 liegen die Anschaffungs- und Herstellungskosten des Anlagevermögens bei EUR 5.939.305,58 (VJ: TEUR 5.256). Diese unterteilen sich in die immateriellen Vermögensgegenstände in der Höhe von EUR 422.479,25 (VJ: TEUR 418) und in Sachanlagen (Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten, einschließlich der Bauten auf fremden Grund in Höhe von EUR 60.821,20 (VJ: TEUR 49); andere Anlagen, Betriebsund Geschäftsausstattung in Höhe von EUR 5.456.005,13 (VJ: TEUR 4.473) und geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau in der Höhe von EUR 0,00 (VJ: TEUR 316)). Die geringwertigen Wirtschaftsgüter werden in Summe mit EUR 63.718,62 (VJ: TEUR 16) beziffert. Die noch nicht abrechenbaren Leistungen werden mit EUR 212.468,00 (VJ: TEUR 958) ausgewiesen. Zu diesen noch nicht abrechenbaren Leistungen sind zum Bilanzstichtag Anzahlungen im Ausmaß von EUR 212.468,00 (VJ: TEUR 919) eingegangen, welche offen aktivseitig von den noch nicht abrechenbaren Leistungen abgesetzt werden. Die passivseitig erhaltenen Anzahlungen auf Bestellungen werden mit EUR 85.382,00 (VJ: TEUR 432) beziffert. Die sonstigen Forderungen und die sonstigen Vermögensgegenstände belaufen sich zum Bilanzstichtag auf EUR 2.283.306,37 (VJ: TEUR 977). Die Gesellschaft weist zum 30.06.2023 ein Guthaben bei Kreditinstituten in der Höhe von EUR 5.854.237,78 (VJ: TEUR 4.396) aus.

Finanzlage

Die Höhe der Bilanzsumme der Gesellschaft beträgt per 30.06.2023 EUR 10.283.620,58 (VJ: TEUR 8.116). Das Eigenkapital beträgt EUR 3.028.917,22 (VJ: TEUR 2.779), die Subventionen und Zuschüsse belaufen sich auf EUR 49.367,71 (VJ: TEUR 49). Die Eigenmittelquote im Sinne des Unternehmens-

reorganisationsgesetzes (URG) beläuft sich auf 29,60 % (VJ: 34,44 %). Die Rückstellungen belaufen sich auf EUR 1.768.286,83 (VJ: TEUR 638), die Verbindlichkeiten betragen EUR 1.842.511,82 (VJ: TEUR 1.885).

Ertragslage

Die Betriebsleistung im Berichtsjahr 2022/23 in der Höhe von EUR 12.785.795,04 (VJ: TEUR 10.249) setzt sich aus den Umsatzerlösen in der Höhe von EUR 8.527.143,95 (VJ: TEUR 5.585), der Bestandsveränderung in Höhe von EUR -745.326,00 (VJ: TEUR 47) und den sonstigen betrieblichen Erträgen in Höhe von EUR 5.003.977,09 (VJ: TEUR 4.617) zusammen. Die sonstigen betrieblichen Erträge enthalten Zuschüsse aus öffentlicher Hand von EUR 4.276.491,25 (VJ: TEUR 4.067), die Forschungsprämie in der Höhe von EUR 639.766,84 (VJ: TEUR 516) sowie Erträge aus der Auflösung der aws Investitionsprämie in Höhe von EUR 28.768,39 (VJ: TEUR 4) und Vergütungen gem. Epidemiegesetz in Höhe von EUR 19.413,41 (VJ: TEUR 0). Es werden EUR 39.537,20 (VJ: TEUR 30) von der Rückstellung Subventionsanteile der Forschungsprämie aufgelöst. Die Aufwendungen in der Höhe von EUR 12.576.872,82 (VJ: TEUR 9.659) setzen sich aus den Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Leistungen in der Höhe von EUR 3.838.339,28 (VJ: TEUR 3.361), Personalaufwand in der Höhe von EUR 5.248.756,40 (VJ: TEUR 4.504), Abschreibungen in der Höhe von EUR 1.273.447,15 (VJ: TEUR 983), sowie den sonstigen betrieblichen Aufwendungen in der Höhe von EUR 2.216.329,99 (VJ: TEUR 810) zusammen.

Ergebnisentwicklung

Die Gesellschaft erwirtschaftete einen Jahresgewinn in der Höhe von EUR 250.350,44 (VJ: TEUR 578), wodurch sich ein kumulierter Bilanzgewinn in Höhe von EUR 2.993.917,22 ergibt, der in das Geschäftsjahr 2023/24 vorgetragen wird.



Cashflow

Im Berichtsjahr 2022/23 wurde ein Cashflow aus der laufenden Geschäftstätigkeit von TEUR 2.084 (VJ: TEUR 1.234) erreicht. Im Cashflow aus der laufenden Geschäftstätigkeit werden alle Zahlungsvorgänge berücksichtigt, die sich aus der unternehmerischen Tätigkeit durch Aufwandszahlungen und Ertragseinzahlungen ergeben. Der Cashflow aus der Investitionstätigkeit beträgt TEUR -621 (VJ: TEUR -520) und der Cashflow aus Finanzierungstätigkeit TEUR -5 (VJ: TEUR -9).

Personalentwicklung

Im Berichtsjahr 2022/23 liegt die durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter:innen nach Vollzeitäquivalenten bei 66 Personenjahren (VJ: 59 PJ).

Vorgänge von besonderer Bedeutung nach dem Schluss des Geschäftsjahres

Berichtspflichtige Vorgänge von besonderer Bedeutung nach dem Schluss des Geschäftsjahres sind nicht eingetreten.

Forschung und Entwicklung

Die K1-MET GmbH ist in folgenden Schwerpunkten tätig:

- Prozessentwicklungen und Rohstoffcharakterisierung in der Aufbereitungstechnologie
- Wertstoffabtrennung und Wiederverwendung von metallurgischen Reststoffen
- Entwicklung von Gasreinigungssystemen für die Roheisenund Stahlproduktion
- Reduktionstechnologie in der Eisen- und Nichteisenmetallurgie
- Thermodynamische und kinetische Modellierung des LD-Prozesses
- Stahlveredelungsprozesse für Spezialstähle
- Verhalten und Charakterisierung von Feuerfestmaterialien im Hochtemperaturbereich
- Erstarrungsvorgänge beim Stranggießen und deren Einfluss auf die Werkstoffeigenschaften
- Experimentelle und numerische Simulation in der Bildung von Oberflächenfehlern beim Stranggießprozess
- Energetische Integration von Wärme- und Produktionsprozessen
- Strömungsmodelle für Mehrphasenprozesse, CFD, DEM und gekoppelte Codes
- Konsistente und konsolidierte Modelle auf der Simulationsplattform

Zweigniederlassungen

Eine Zweigniederlassung der Gesellschaft befindet sich an der Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Straße 18, 8700 Leoben sowie in der Roseggerstraße 16, 8700 Leoben.

Risikomanagement

Da die Gesellschaft keine Fremdfinanzierung benötigt, keine spekulativen Anlagenformen verwendet und über eine ausreichende Liquidität verfügt, sind finanzielle Risiken kaum vorhanden. Die beteiligten Unternehmen und Universitäten haben Interesse an einer stabilen Kooperation mit der K1-MET GmbH, weshalb aus jetziger Sicht davon ausgegangen werden kann, dass von dieser Seite keine grundsätzlichen Ausfälle zu erwarten sind, wenngleich Einzelfälle nie ausgeschlossen werden können.

Die öffentlichen Förderinstitutionen bekennen sich mit ihren Programmen wie dem COMET-Programm und kooperativen Ausschreibungen (FFG) zur Forschungsförderung. Die Gesellschaft ist aus diesem Blickwinkel keinem höheren Risiko als die übrige außeruniversitäre Forschung ausgesetzt. Aufgrund eines aktiven Debitorenmanagements ist das Risiko von Zahlungsausfällen gering. Im Angesicht der Inflation wächst der Druck auf Unternehmen, Löhne und Gehälter zu erhöhen. Das Management wird beobachten, wie nachhaltig die derzeit thematisierten Personalkostensteigerungen sind. Zudem gilt es zu beobachten, ob sich spürbare Effekte in den Löhnen und Gehältern in der Breite der Positionen oder nur in für die K1-MET GmbH relevanten Schlüsselpositionen zeigen.

Perspektive 2023/24

In Anbetracht der aktuellen turbulenten wirtschaftlichen Situation steht die K1-MET GmbH vor der Herausforderung, die finanziellen Auswirkungen proaktiv zu managen und gleichzeitig Innovationsziele zu verfolgen. Die Pandemie sowie die Unsicherheiten in der Inflations- sowie Zinspolitik haben die Geschäftslandschaft verändert und diese Unsicherheiten erfordern eine sorgfältige Finanzplanung. Inmitten der Turbulenzen ist jedoch zu erwarten, dass die K1-MET GmbH sowohl hinsichtlich ihres Umsatzes als auch ihrer Ergebnisse im Geschäftsjahr 2023/24 auf dem Niveau der Vorjahre bleibt.

Das Vorantreiben von bestehenden Projekten und die Identifizierung von neuen Chancen bleibt weiterhin im Fokus der K1-MET: In der neuen COMET-Förderperiode beginnend mit 1. Juli 2023 wird ein qualitativ exzellentes Konsortium bestehend aus 28 beteiligten Unternehmen sowie 13 Universitäten aus neun Ländern an den Themenfeldern Prozesseffizienz, Kreislaufwirtschaft, Dekarbonisierung, Sektorkopplung, Simulation und Datenanalytik arbeiten und bestehende Prozesslösungen bzw. methodische Ansätze hochskalieren und weiterentwickeln sowie neue Forschungsansätze verfolgen.

Wir sind jedoch aufgefordert, effiziente Ressourcennutzung im Sinne der Personalressourcen sicherzustellen und unsere Prioritäten auf entsprechende Weise anzupassen. Die klassische Auftragsforschung sowie sonstige Förderungsmöglichkeiten im Bereich der Forschung werden von der Marktdynamik beeinflusst und wir sind bestrebt, bestehende Partnerschaften zu stärken und neue Möglichkeiten zu erkunden. Das Management von Fördermitteln und Zuschüssen wird dabei ebenso wichtig sein wie die Schaffung von Mehrwert durch Intellectual Property sowie Lizenzierungen.

In den wissenschaftlichen Tätigkeiten stellt das Zusammenspiel zwischen Industrie und Energieversorgung, die Sektorkopplung, einen Schwerpunkt zur Erreichung der Klimaziele dar. Dafür müssen gemeinsam sektorübergreifende Technologiepfade entwickelt werden. Mit diesem Hintergrund unterstützt die K1-MET GmbH die Entwicklung einer Roadmap für "Processes4Planet", als künftigen Teil von Horizon Europe.

Linz, am 22. November 2023





Aktiva		2022/23		2021/22	
		in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
Α.	ANLAGEVERMÖGEN				
l.	Immaterielle Vermögensgegenstände				
1.	Gewerbliche Schutzrechte				
	und ähnliche Rechte und Vorteile		34.414		52
II.	Sachanlagen				
1.	Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten,				
	einschließlich der Bauten auf fremdem Grund	10.579		15	
2.	Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	765.014		1.002	
3.	Geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau	0	775.593	316	1.334
В.	UMLAUFVERMÖGEN				
I.	Vorräte				
1.	Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	0		0	
2.	Noch nicht abrechenbare Leistungen				
	davon erhalt. Anzahlungen -212.468 / Vj918.639	0	0	39	39
II.	Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				
1.	Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	233.060		315	
2.	Forderungen gegenüber Unternehmen,				
	mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	875.725		907	
3.	Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	2.286.946	3.395.731	977	2.198
III.	Kassenbestand				
	Guthaben bei Kreditinstituten		5.854.238		4.396
С.	RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
1.	Transitorische Posten		182.516		56
D.	AKTIVE LATENTE STEUERN				
	Aktive latente Steuern		41.129		42
	SUMME AKTIVA		10.283.621		8.116

Passiva		2022/23		2021/22	
		in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
Α.	EIGENKAPITAL				
l.	Eingefordertes, eingezahltes und übernommenes Stammkapital				
1.	Stammkapital		35.000		35
H.	Bilanzgewinn				
	davon Gewinnvortrag / Verlustvortrag EUR 2.743.567 / Vj. EUR 2.165.105		2.993.917		2.744
	Summe Eigenkapital		3.028.917		2.779
В.	UNVERSTEUERTE RÜCKLAGEN				
1.	Subventionen und Zuschüsse		49.368		49
С.	RÜCKSTELLUNGEN				
1.	Steuerrückstellungen	6.169		6	
2.	Sonstige Rückstellungen	1.762.118	1.768.287	632	638
D.	VERBINDLICHKEITEN				
1.	Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen				
	davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 85.382 / Vj. 432.031	85.382		432	
2.	Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	03.302		432	
	davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr				
	484.966 / Vj. 900.993	484.966		901	
3.	Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen,				
	mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht				
	davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr	1.021.147		458	
4.	1.021.147 / Vj. 458.318 Sonstige Verbindlichkeiten	1.021.147		456	
	davon gegenüber Abgabenbehörden				
	178.772 / Vj. 81.387				
	davon im Rahmen der sozialen Sicherheit				
	1.856 / Vj. 0				
	davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 251.017 / Vj. 93.185	251.017	1.842.512	93	1.885
		231.017	1.072.312	93	1.005
Ε.	RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
			3.594.537		2.766
	SUMME PASSIVA		10.283.621		8.116





Gewinn und Verlust		2022/23		2021/22	
		in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
1.	Einnahmen				
a.	Umsatzerlöse		8.527.144		5.585
2.	Veränderung des Bestandes an fertigen und unfertigen Erzeugnissen sowie an noch nicht abrechenbaren Leistungen		-745.326		47
3.	Sonstige betriebliche Erträge				
a.	Zuschüsse aus öffentlicher Hand	4.276.491		4.067	
b.	Übrige	727.486	5.003.977	550	4.617
4.	BETRIEBSLEISTUNG		12.785.795		10.249
5.	Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen				
a.	Materialaufwand	276.719		208	
b.	Aufwendungen für bezogene Leistungen	3.561.620	3.838.339	3.153	3.361
6.	Personalaufwand				
a.	Löhne		8.981		0
b.	Gehälter		4.094.179		3.528
C.	Soziale Aufwendungen				
ca.	Aufwendungen für Abfertigungen u. Leistungen	59.099		50	
ch	an betriebliche Mitarbeitervorsorgekassen Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene	39.099		50	
CD.	Sozialabgaben sowie vom Entgelt				
	abhängige Abgaben und Pflichtbeiträge	1.046.177		890	
cc.	Sonstige Sozialaufwendungen	40.320	1.145.596	37	976
	Übertrag		3.698.699		2.383

		2022/23		2021/22	
		in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
	Übertrag		3.698.699		2.383
7.	Abschreibungen				
a. aa.	Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen Planmäßige Abschreibungen		1.273.447		983
8.	Sonstige betriebliche Aufwendungen				
a. b.	Steuern, soweit sie nicht unter Z 13 fallen Übrige	9.221 2.207.109	2.216.330	10 801	810
9.	BETRIEBSERGEBNIS		208.922		590
10.	Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		47.608		0
11.	Zinsen und ähnliche Aufwendungen		4.711		9
12.	Ergebnis vor Steuern		251.819		581
13.	Steuern vom Einkommen und vom Ertrag		1.469		3
14.	Ergebnis nach Steuern		250.350		578
15.	JAHRESÜBERSCHUSS		250.350		578
16.	Jahresgewinn		250.350		578
17.	Gewinnvortrag aus dem Vorjahr		2.743.567		2.165
18.	BILANZGEWINN		2.993.917		2.744



IMPRESSUM

GESCHÄFTSBERICHT 2022/23

Medieninhaber, Herausgeber, Verleger:

K1-MET GmbH, Stahlstraße 14, Betriebsgebäude (BG) 88, 4020 Linz/Austria Phone: +43 732 6989 75607 E-mail: office@k1-met.com www.k1-met.com

Rechtsform:

Gesellschaft mit beschränkter Haftung Firmenbuch FN 436281 s, Landesgericht Linz. Zahlbar und klagbar: Linz, UID-Nummer: ATU69758103

Für den Inhalt verantwortlich:

DI Thomas Bürgler, Geschäftsführer (CEO) Univ.-Prof. DI Dr. Johannes Schenk, Geschäftsführer (CSO)

Grafik/Layout:

Sabrina Öllinger (Grafikdesign K1-MET GmbH) in Kooperation mit *ah!* graphics (Mag.art. Christina Ahrer-Hold, Aschach/Steyr)

Bildnachweise:

Cover-Foto

Hüttenprodukte (© voestalpine Stahl GmbH)

Unternehmen

S. 2: voestalpine Stahl GmbH; S. 6: Primetals Technologies Austria GmbH; S. 11: voestalpine Stahl GmbH

Internationale Aktivitäten

S.16: Montanuniversität Leoben; S.17: ASMET—The Austrian Society for Metallurgy and Materials; S.18: RFT Oberösterreich; S.19: links: Kim (Dissertation, École Polytechnique de Montréal, 2011), rechts: Montanuniversität Leoben;

S. 20: Stichting New Energy Coalition; S. 21: oben: Eigenkreation Hy2Market-Konsortium, unten: Eigenkreation ReMFra-Konsortium; S. 22: Eigenkreation ReMFra-Konsortium; S. 23: oben: VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH bzw. unten: Eigenkreation TransZeroWaste-Konsortium; S. 24: Eigenkreation PURESCRAP-Konsortium; S. 25: Eigenkreation PURESCRAP-Konsortium.

Highlights Forschung 2022/23

S. 28 – 29: Montanuniversität Leoben; S. 30: voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG; S. 31: FH Oberösterreich; S. 33: Montanuniversität Leoben; S. 35: Johannes Kepler Universität Linz

F&E-Kommunikation

S. 45: JUST Verlags GmbH / "Der Standard"; S. 46: Ilja C. Hendel / Wissenschaft im Dialog; S. 47: oben: Welser Profile GmbH bzw. unten: Drees & Sommer; S. 48: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH; S. 49: rechts unten: Deutsche Handelskammer in Österreich.

Foto Barbara Eibinger-Miedl (S. 53):

© Lunghammer

Folgende Fotos von

www.shutterstock.com:

S. 36: Chatchai-Rombix, sumkinn.

Area-Icons von Freepik, Yannik und Google über www.flaticon.com sind lizensiert unter CC BY 3.0.

Druck:

druck.at Druck- und Handelsgesellschaft mbH www.druck.at, Leobersdorf





K1-MET GmbH office@k1-met.com www.k1-met.com

Hauptsitz Stahlstraße 14 A-4020 Linz

Zweigniederlassung Franz-Josef-Str. 18 A-8700 Leoben

= Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie





= Bundesministerium Arbeit und Wirtschaft





















BÖHLER













 $LTB \setminus$







Nitrogen



LAND TIROL



ANDRITA

Tial









Ternium

ceram









































