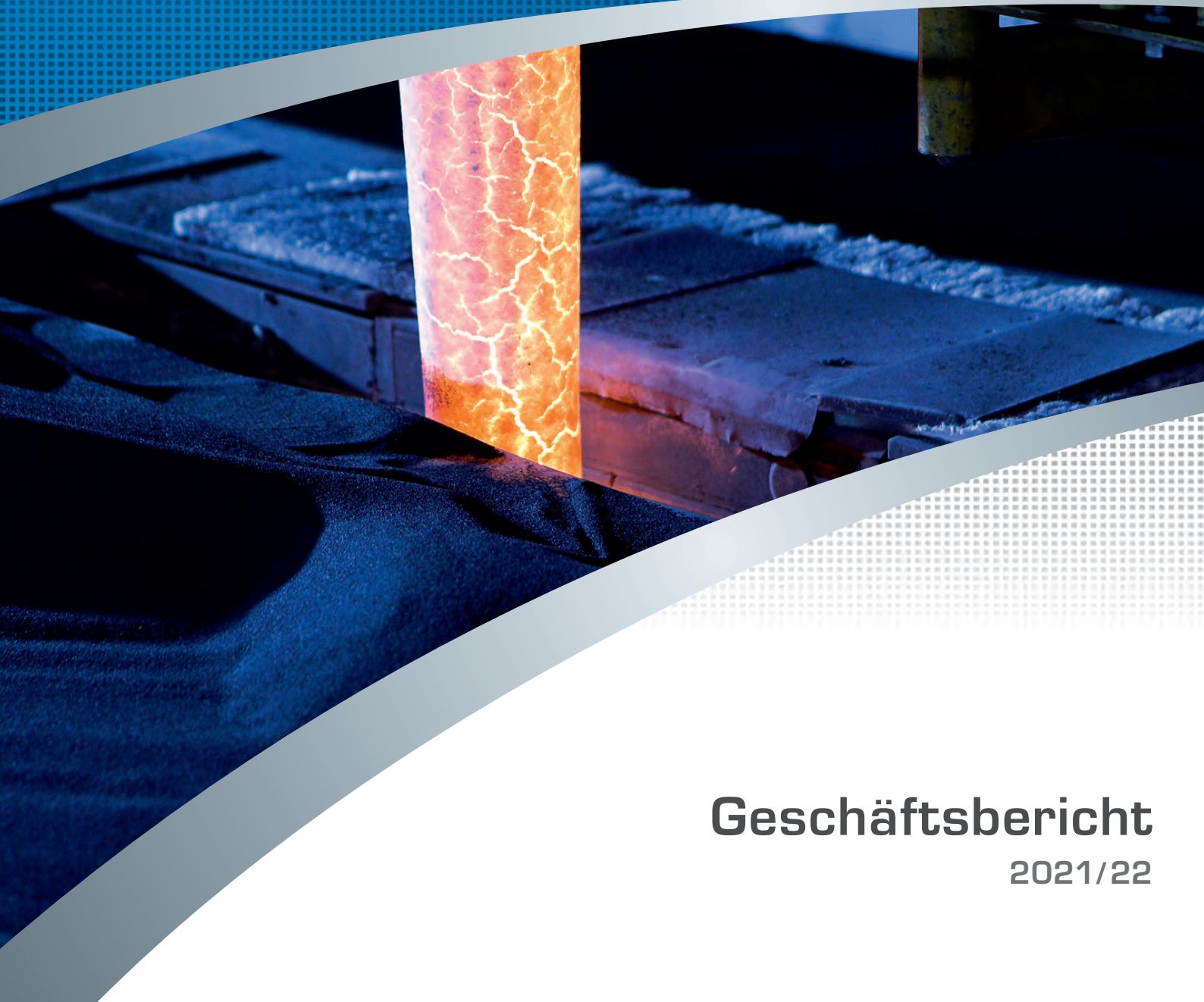






UNTERNEHMEN



Vorworte der Geschäftsführung	4
Key Facts	8
Unternehmensstruktur	10
Team	12

INTERNATIONALE AKTIVITÄTEN



Preisgekrönte Forschungsleistungen	16
Outgoing research stays	18
International geförderte Projekte	23

HIGHLIGHTS 2021/22



Highlights Area 1	26
Highlights Area 2	28
Highlights Area 3	30
Highlights Area 4	32

WISSENSBILANZ



Programm- und Auftragsforschung	35
Humankapital	35
Wissenschaftlichkeit	36
F&E-Kommunikation	43
Kommentar Dr. Alexander Fleischanderl	48

BILANZ 2021/22



Lagebericht	50
Bilanz	52
Gewinn- und Verlustrechnung	54

VORWORTE

DER GESCHÄFTSFÜHRUNG

Das Geschäftsjahr 2021/22 war zunächst durch einen Konjunkturaufschwung geprägt. Im zweiten Halbjahr führte allerdings der Ukrainekonflikt zu einer massiven wirtschaftlichen Abschwächung und – damit einhergehend – zu einem drastischen Anstieg der Energiepreise. Aber auch die stark steigenden Rohstoffkosten haben die Inflation in die Höhe getrieben, welche in Österreich bis zum Ende dieses Berichtsjahres auf über 9 % anstieg. Dies führte auch zu extremen Unsicherheiten in den Produktionsbetrieben.

Neue europäische Initiativen wie der „REPowerEU“-Plan sollen durch innovative Lösungen bei industriellen Prozessen zur Beschleunigung des „grünen“ Wandels hin zu einem nachhaltigen EU-Energiesystem führen.

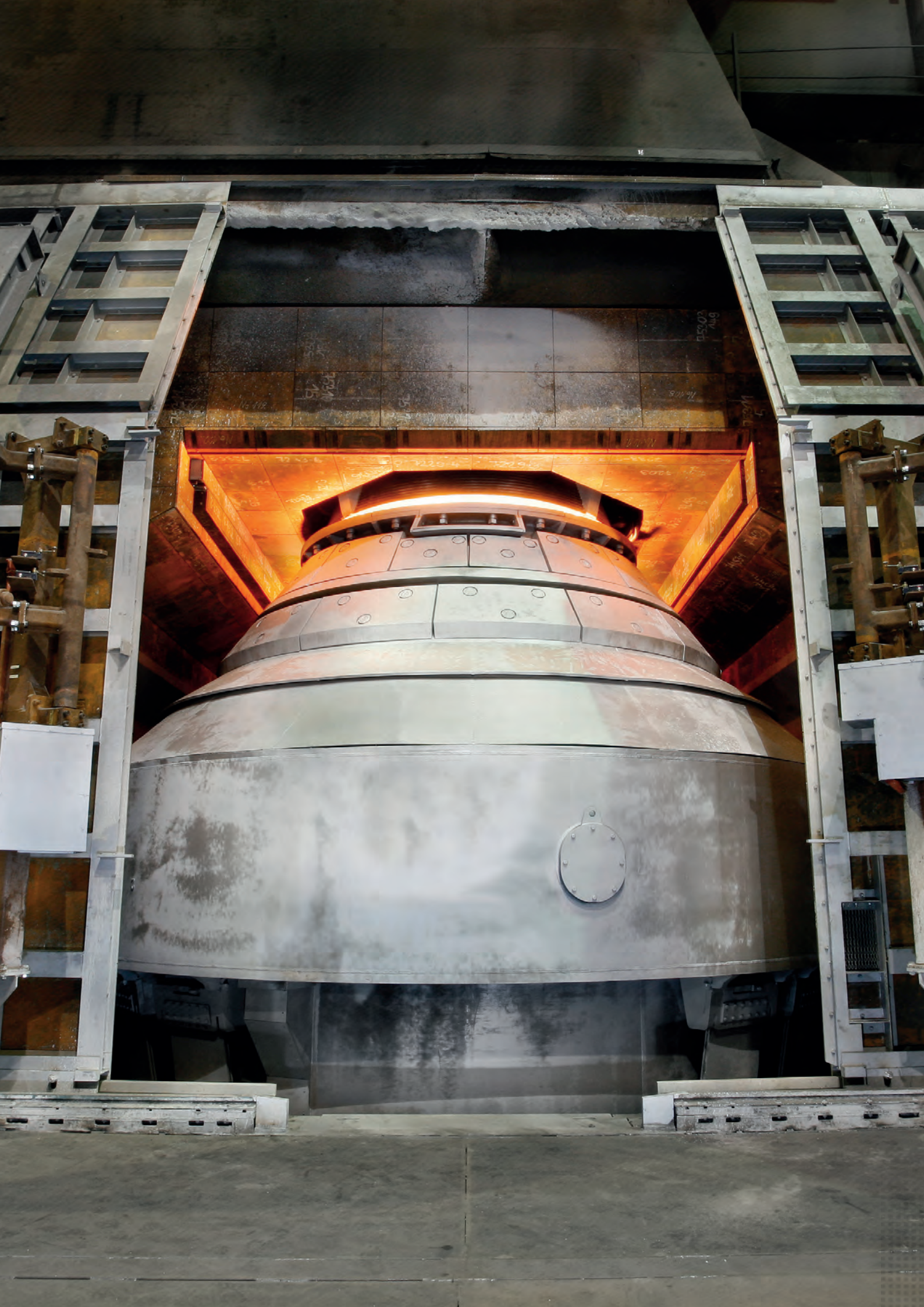
Thomas Bürgler



A portrait of Johannes Schenk, a middle-aged man with short, graying hair, wearing a dark gray suit jacket, a white shirt, and a red and white striped tie. He is looking directly at the camera with a slight smile. The background is a plain, light blue.

Durch die COMET-Zentren-
förderung der nächsten
Jahre bis Juni 2027 ist das
Kompetenzzentrum somit bestens
aufgestellt, um Lösungen in
den Bereichen Prozesseffizienz,
Kreislaufwirtschaft, Dekarboni-
sierung, Sektorkopplung,
Simulation und Datenanalytik zu
entwickeln und zu verbessern.

Johannes Schenk



Exzellente Forschung in schwierigen Zeiten

Gerade in diesen herausfordernden Zeiten ist es notwendig, exzellente Forschung aufrechtzuerhalten, um eines der globalen Hauptziele, nämlich die Abschwächung des fortschreitenden Klimawandels, nicht aus den Augen zu verlieren. Dafür sind die Mitarbeiter:innen der K1-MET GmbH der wesentlichste Erfolgsfaktor. Neue europäische Initiativen wie der „REPowerEU“-Plan sollen durch innovative Lösungen bei industriellen Prozessen zur Beschleunigung des „grünen“ Wandels hin zu einem nachhaltigen EU-Energiesystem führen. Die K1-MET GmbH leistete auch im Geschäftsjahr 2021/22 einen wichtigen Beitrag dazu, dass Österreich ein weltweiter Trendsetter in der metallurgischen und umwelttechnischen Verfahrensentwicklung bleibt. Nur durch kooperative Forschung mit beteiligten Industrieunternehmen und Universitäten in allen Prozessstufen können Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Produktqualität gesteigert werden. Ein weiteres herausragendes Merkmal in der K1-MET GmbH ist der erfreulicherweise im Vergleich zum letzten Geschäftsjahr gestiegene Frauenanteil von knapp 40 % quer durch alle Organisationsebenen. Diese Merkmale unterstreichen die Bedeutung des Kompetenzzentrums K1-MET in der europäischen Forschungscommunity.

K1-MET mit der Zusage für die Fortführung des COMET-Programms

Das Team der K1-MET GmbH war im Geschäftsjahr 2021/22 wieder sehr erfolgreich bei der Einreichung von Förderanträgen. Im Rahmen der 6. Ausschreibung für COMET-Zentren (K1) erhielt K1-MET die Zusage für die volle Förderung der Periode 2023 – 2027. Durch die COMET-Zentrenförderung der nächsten Jahre bis Juni 2027 ist das Kompetenzzentrum somit bestens aufgestellt, um Lösungen in den Bereichen Prozesseffizienz, Kreislaufwirtschaft, Dekarbonisierung, Sektorkopplung, Simulation und Datenanalytik zu entwickeln. Dank internationaler Reputationen konnte die K1-MET GmbH ihre hohen Ambitionen im Bereich des globalen Bekanntheitsgrades weiter ausbauen und wird ab Juli 2023 mit einem Konsortium aus 28 beteiligten Unternehmen sowie 14 Universitäten aus neun Ländern in die neue Förderperiode starten. Der Dank für diesen besonderen Erfolg geht an alle Beteiligten – insbesondere an die Mitarbeiter:innen der K1-MET GmbH.

Weitere Forschungsk Kooperationen im nationalen und internationalen Umfeld

Neben zwei neu gestarteten EU-Projekten (RFCS-Projekt SMARTER, Interreg-Projekt OPTIMO, Details in diesem Geschäftsbericht) war die K1-MET GmbH auch auf nationaler Förderebene höchst erfolgreich – einerseits im Rahmen der vom Klima- und Energiefonds geförderten Vorzeigeregion „WIVA P&G“ (Wasserstoff Initiative Austria Power & Gas) mit der Teilnahme an den Projekten C-CCED „Carbon-Cycle Economy Demonstration“ oder USS 2030 „Underground Storage“. Mit diesen Projekten kann die K1-MET GmbH ihre Kompetenzen im Bereich Sektorkopplung (industrielle Symbiose) weiter ausbauen, wenn es darum geht, CO₂ aus den Prozessen der Eisen- und Stahl-

erzeugung gemeinsam mit grünem Wasserstoff für die Speicherung erneuerbarer Energie oder die Kreislaufführung von Kohlenstoff zu nutzen. Andererseits konnten Zusagen für nationale Förderprojekte im Bereich Kreislaufwirtschaft mit der K1-MET im Projektkonsortium erreicht werden – sei es im Bereich Schrottrecycling mit der F&E-Studie IRONER oder mit dem FFG-Projekt MissingLink, in dem es um eine alternative Verwertung von Hochofenschlacke für Kunststoffprodukte geht. Zudem wurden weitere EU-Projekte („ReMFra“ und „TransZeroWaste“) genehmigt, in welchen die K1-MET GmbH u. a. auch mit Unternehmen des COMET-Netzwerks an der Rückgewinnung von Wertstoffen aus Stahlwerksstäuben arbeiten wird. Beides sind Projekte aus der Clean Steel Partnership (Horizon Europe-Forschungsprogramm), einer Private Public Partnership der europäischen Stahlindustrie unter der Koordination von ESTEP (European Steel Technology Platform). Die K1-MET GmbH kann sich dadurch weiter im europäischen Spitzenfeld der Forschung positionieren. Darüber hinaus bekam K1-MET den Zuschlag für das COMET-Modul „FuLiBatter“. Beginnend mit Juli 2022 wird in diesem 4-jährigen und mit 3,75 Mio. EUR dotierten COMET-Modul gemeinsam mit den beteiligten Industrieunternehmen und Universitäten aus Österreich, Deutschland und England an der Rückgewinnung von (kritischen) Rohstoffen aus Lithium-Ionen-Batterien geforscht.

DI Thomas Bürgler
CEO

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

KEY FACTS

ÜBER DIE K1-MET GMBH

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 dritten Jahr der zweiten Förderperiode kann die K1-MET GmbH folgende Ergebnisse und Erfolge aufzeigen:

2 Standorte



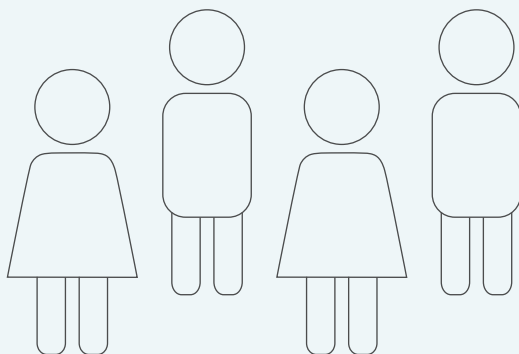
27 Projektbeteiligte

19 Industrieunternehmen
verteilt in AT, BE, DE, GB, SK, US

8 Universitäten
Hochschulen
Forschungseinrichtungen
verteilt in AT, DE

160

erfahrene Mitarbeiter:innen
im Forschungsbereich der Metallurgie



22 Dissertant:innen 27% ♀ 73% ♂

224 Wissenschaftliche Publikationen

18 Dissertationen beendet

36 Masterarbeiten beendet

16 Bakkalaureatsarbeiten beendet

4 Areas



Raw Materials
and Recycling



Metallurgical
Processes

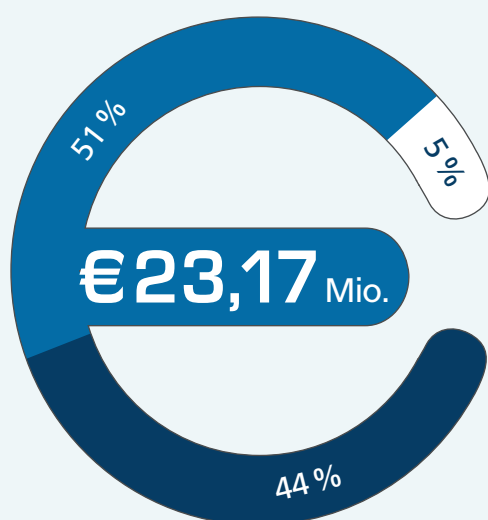


Low Carbon
Energy Systems



Simulation
and Analyses

21 Projekte



3 Projekte		Volumen: € 4,32 Mio.
6 Projekte		Volumen: € 6,38 Mio.
8 Projekte		Volumen: € 7,30 Mio.
4 Projekte		Volumen: € 5,17 Mio.

Projektvolumen gesamt

44%	■ Öffentlich gefördert:	€ 10,20
	davon Bundesförderung:	€ 6,80
	davon Landesförderung:	€ 3,40
51%	■ Investment Industrieunternehmen:	€ 11,84
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!

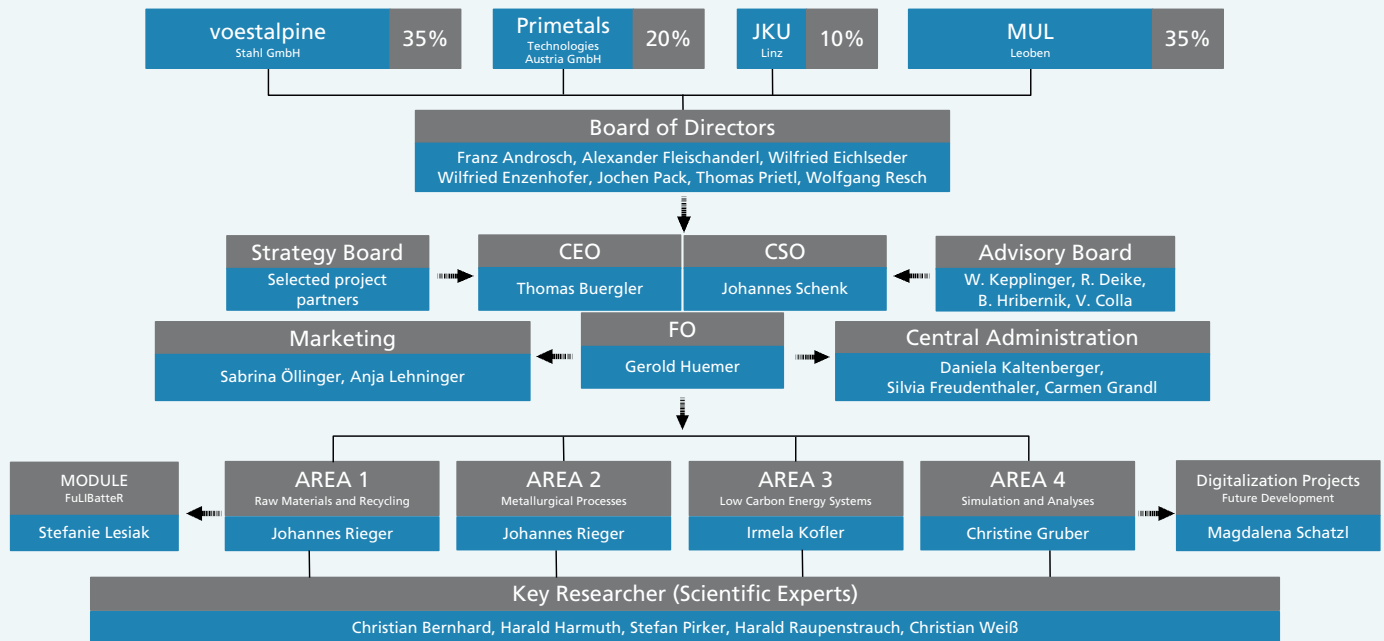


Abb. 1: Organigramm K1-MET GmbH

Durch exzellente Forschung und 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 & demografischer Wandel) liefern. Das Forschungsprogramm der K1-MET GmbH in Verbindung mit 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
Forschungsförderungs-
gesellschaft)

UAR
(Upper Austrian
Research GmbH)

SFG
(Steirische Wirtschafts-
förderungsgesellschaft mbH)

Standortagentur Tirol

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)



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
CEO



Johannes Schenk
CSO



Gerold Huemer
Prokurist

Administration



Silvia Freudenthaler



Daniela Kaltenberger



Anja Lehninger



Carmen Grandl

AREA 1



Johannes Rieger
Leitung AREA 1 & 2



Birgit Bückner



**Elizaveta
Cheremisina**



Anna Haider



Alexander Halwax



**Monika
Häuselmann**



**Magdalena
Jetzinger**



Stefanie Lesiak



Harald Mayrhofer



Hamed Mazaheri



Julia Messics



Thomas Nanz



Wolfgang Reiter



Lukas Schmidt



Zeljka Simicevic



Bianca Varga



Dario Wanz

AREA 2



Paul Estermann



Marina Gontijo



**Christian
Hochenleuthner**



Maximilian Klopff



Michael Lammer



Julian Laschinger



Bernhard Mitas



Daniel Ogris



Razieh Parooei



Selina Riedler



Valentin Wiesinger

TEAM

DER K1-MET GMBH



AREA 3



Irmela Kofler
Leitung AREA 3



Michael Derntl



Rebeka Frühholz



Clemens
Habermaier



Sarah
Haneschläger



Tobias Holzner



Oliver Maier



Valentin Mally



Irmtraud Marschall



Wolfgang Maurer



Christa
Mühlegger



Gilbert Neuwirth



Amaia Sasiain
Conde



Samira Soleimani



Andreas Spanlang



Sabine Spieß



Senthilathiban
Swaminathan



Sophie Thallner



Stefan Tjaden



Thomas Wolfinger



Michael Zarl

AREA 4



Christine Gruber
Leitung AREA 4



Hadi Barati



Markus Bösenhofer



Jerónimo Guarco



David Haider



Gerhard Holzinger



Damir
Kahrmanovic



Matthias
Julian Kiss



Nina Köpplmayr



Tobias Kronlachner



Dominik Lehner



Hannes
Lumetzberger



Markus Maunz



Roland Mezibricky



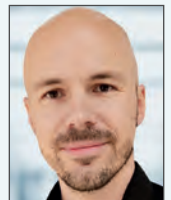
Bahareh Najafian
Ashrafi



Clemens
Staudinger



Maria Thumfart



Johannes
Wachlmayr



Christian Weichbold



Xiaomeng Zhang

Senior Experts



Marianne
Haberbauer



Katharina
Rechberger



Magdalena Schatzl



Axel Sormann

INTERNATIONALE

AKTIVITÄTEN DER K1-MET GMBH



Im Geschäftsjahr 2021/22 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 2021/22 wurden zwei Forscher der K1-MET GmbH mit einem nationalen bzw. internationalen Preis für ihre Projektarbeiten prämiert. Dies untermauert die exzellente Forschungsleistung, welche K1-MET in Kooperation mit Industrieunternehmen und Universitäten im Rahmen des COMET-Programms erbringt.

Dörrenberg StudienAWARD

Dipl.-Ing. (FH) Valentin Wiesinger, ehemaliger Studentischer Mitarbeiter in der K1-MET in Area 2 (Metallurgical Processes), Projekt 2.6 (ESR – Influence of slag properties on energy consumption), wurde für sein Masterprojekt an der Fachhochschule Oberösterreich (Fakultät für Technik und Angewandte Naturwissenschaften in Wels) mit dem Titel „Einfluss der Prozessparameter auf die Schlackentemperatur und den Energieverbrauch beim ESU-Prozess“ mit dem Dörrenberg

StudienAWARD ausgezeichnet. Die Firma Dörrenberg Edelstahl GmbH (Engelskirchen-Ründeroth, Deutschland) stiftet für herausragende wissenschaftliche Projektarbeiten in den Bereichen Werkstofftechnik und Ingenieurwesen (Stahlherstellung und -weiterverarbeitung, Gießen von Eisen und Stahl, Wärmebehandlung von Stahl und Stahlguss, Randschichtenbehandlungen von Werkzeugen, Stahl- und Stahlgusseigenschaften oder Additive Manufacturing 3D-Druck) einen Preis, der jährlich verliehen wird (Gesamtdotierung EUR 10.000). Für diesen Award können Semester-, Seminar-, Projekt- oder Bachelorarbeiten eingereicht werden. Herr Wiesinger präsentierte und verteidigte sein Projekt vor einer Fachjury und konnte schlussendlich die Goldmedaille sowie ein Preisgeld von EUR 3.000 gewinnen.



Abb. 2: Gewinner:innen des Dörrenberg StudienAWARD 2022 (V. Wiesinger 2. v. li.).
Quelle: Dörrenberg Edelstahl GmbH

Wissenschaftlicher Inhalt der Masterarbeit

In der Arbeit geht es um das ESU-Verfahren, ESU steht für Elektro-schlacke-Umschmelzen. Dies ist ein sekundärmetallurgischer Prozess zur Herstellung von Stählen mit hoher Reinheit und fehlerarmem Gefüge. Während des ESU-Prozesses wird ein fester Stahlblock in das Schlackenbad einer Kokille eingetaucht, welches gleichzeitig als elektrischer Widerstand fungiert. Der Block fungiert als strom-führende Elektrode und schmilzt ab. Beim Durchgang durch die Schlacke werden Schwefel und nichtmetallische Einschlüsse von der Schlacke aufgenommen und später abgeschieden. Der Stahl erstarrt unter der Schlacke in einer Kupferkokille. Derart hergestellte Stähle weisen verbesserte technologische Eigenschaften auf, wie einen hohen Reinheitsgrad, besondere mechanische Eigenschaften wie z. B. eine hohe Zugfestigkeit oder eine gute Zähigkeit.

Im Projekt 2.6 im Rahmen des COMET-Programms untersuchte Herr Wiesinger (K1-MET) an der FH Oberösterreich gemeinsam mit den beteiligten Unternehmen voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG und voestalpine Stahl Donawitz GmbH den Einfluss der ESU-Schlackeneigenschaften auf den Energieverbrauch beim Umschmelzen. Die Umschmelzprozesse sind generell durch einen hohen Energiebedarf gekennzeichnet, welcher im Fall des ESU-Verfahrens stark von der Zusammensetzung und den Eigenschaften der beteiligten Schlacke abhängt. Prozessparameter (wie Schlackenmenge und Schmelzrate) und Stoffkennwerte (elektrische Leitfähigkeit, Viskosität, Erstarrungsverhalten) beeinflussen den Gesamtenergiebedarf. Die genauen Zusammenhänge sind jedoch noch kaum bis gar nicht untersucht und wurden durch das Masterprojekt von Herrn Valentin Wiesinger näher erarbeitet.

In Zusammenarbeit mit den genannten Unternehmen präsentierte Herr Valentin Wiesinger die Projektergebnisse bei einer peer-reviewed Konferenz (12th Tooling Conference & Exhibition) im April 2022 in Örebro (Schweden). Zudem wurden zwei Zeitschriftenartikel in den peer-reviewed journals „ISIJ International“ und „Steel Research International“ veröffentlicht.

Herr Wiesinger konnte am 30. September 2022 seine Masterprüfung erfolgreich abschließen. Der Titel seiner Masterarbeit lautet „Einfluss der elektrischen Leitfähigkeit der Schlacke auf Energieverbrauch und Reinheitsgrad beim ESU-Prozess“. Betreut wurde die Arbeit von FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Reinhold Schneider, Leiter der Gruppe Forschung und Entwicklung Metallurgie und Härtereitechnik (Fachbereich Werkstofftechnik) an der FH Oberösterreich in Wels.

INTECO ASMET Award

Dipl.-Ing. Dr. mont. Michael Andreas Zarl, Post-doc Forscher sowie Projektleiter des Projekts 3.1 (Fundamentals of hydrogen reduction) und des Projekts 3.5 (Operational optimization of hydrogen plasma smelting reduction) in der K1-MET Area 3 (Low Carbon Energy Systems), wurde für seine Dissertation mit dem Titel „Ermittlung der Grundlagen für die Skalierung von Plasma-Schmelzreduktionsreaktoren für

die Eisenherstellung“ 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 2022 an der Montanuniversität Leoben statt.



Abb. 3: Gewinner:innen des INTECO ASMET Awards 2022 (M. Zarl 2. v. li.). Quelle: ASMET – The Austrian Society for Metallurgy and Materials

Wissenschaftlicher Inhalt der Dissertation

Die Dissertation von Michael Zarl aus dem Projekt 3.1 befasste sich mit der Herstellung von Stahl über den Wasserstoff-Plasma-Schmelzreduktionsprozess (HPSR-Prozess). Das HPSR-Verfahren wird als vielversprechendes Konzept für eine zukünftige CO₂-freie Stahlherstellung angesehen. Herr Zarl beschäftigte sich in seiner Arbeit in Zusammenarbeit mit der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie) sowie den beteiligten Industrieunternehmen voestalpine Stahl GmbH und voestalpine Stahl Donawitz GmbH mit der Ermittlung von Grundlagenparametern für das Scale-up des HPSR-Prozesses. Neben den dafür notwendigen theoretischen Grundlagen wurden in der Dissertation die Themengebiete des Lichtbogensystems, der feuertesten Zustellung des Reaktors und der thermodynamischen Simulation des Prozesses näher betrachtet. Auf Basis dieser Untersuchungen konnte ein dimensionsloses Kennzahlensystem zur Beschreibung der Lichtbogenstabilität und der Qualität erstellt werden.

INTERNATIONALE

AKTIVITÄTEN DER K1-MET GMBH

Die ermittelten Kennzahlen beschreiben die Stabilität und Qualität des Lichtbogens in vordefinierten Bereichen mittels Lichtbogenstabilitätskennzahl (Zs) und Arc Stability Indices (ASId und ASIt). In Bezug auf das Feuerfestkonzept der Anlage wurde die mögliche Prozessführung der Schlacke an die Gegebenheiten im HPSR-Prozess angepasst und skizziert. Zudem wurde die Eignung von Magnesium-Aluminium-Spinell-(MA-Spinell)-Tiegel für die Anwendung im HPSR-Prozess untersucht. Zur Vereinfachung der Definition von Auslegungsparametern für kommende Anlagen waren die Ergebnisse eines thermodynamischen Berechnungsmodells ebenfalls Teil dieser Arbeit, wobei das hier erstellte Modell mit Versionen aus früheren Arbeiten verglichen wurde.

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben wurden mehrere Zeitschriftenartikel zur Dissertation von Herrn Zarl veröffentlicht, unter anderem in den peer-reviewed journals „Metals und Materials“.

Herr Zarl absolvierte sein Rigoroseum am 4. Juli 2021. Betreuer der Dissertation 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). Mitbetreuer war Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Harald Raupenstrauch (Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik).

Outgoing research stays

Eine der Zielgrößen („target values“), welche K1-MET während der aktuell laufenden Förderperiode (2019 bis 2023) zu erfüllen hat, sind 12 outgoing research stays (kurz ORS). Damit sind Forschungsaufenthalte von mindestens drei Monaten gemeint, in denen Forschungsarbeit zu den laufenden Projekten außerhalb des Zentrums, d. h. bei Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen, welche nicht am K1-MET-Programm beteiligt sind, durchgeführt wird.

Im Geschäftsjahr 2021/22 konnten insgesamt sechs ORS absolviert werden. Neben der Möglichkeit, das Netzwerk und den Bekanntheitsgrad der K1-MET zu vergrößern, sind die Forschungsaufenthalte für die betreffenden Mitarbeiter:innen eine wertvolle Chance zur fachlichen Weiterbildung sowie zum Kennenlernen anderer Kulturen und Lebensgewohnheiten.

Forschungsaufenthalt beim Centre national de la recherche scientifique in Frankreich

Dr. Elizaveta Cheremisina, Post-doc in den K1-MET Areas 1 (Raw Materials and Recycling) und 2 (Metallurgical Processes), absolvierte im Rahmen des Projektes 1.1 „Liquid slag properties“ einen Forschungsaufenthalt beim Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) in Orléans (Frankreich). Das CNRS ist eine Forschungsorganisation für Grundlagen- und angewandte Forschung und arbeitet u. a. in den Bereichen Chemie, Ingenieurwissenschaften, Informatik oder Logistik. Im Rahmen des ORS besuchte Frau Cheremisina das Forschungslabor CEMTHI (CEMTHI steht für Conditions Extrêmes et Matériaux: Haute Température et Irradiation, auf Deutsch „extreme Bedingungen und Werkstoffe: hohe Temperatur und Bestrahlung“).

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten in Orléans lag auf der Ermittlung von Dichte, Viskosität und Oberflächenspannung von Schlackensystemen durch die Aerodynamic Levitation Method (ADL). Während des Aufenthalts wurden durch die Unterstützung des Teams vom CEMTHI mehrere ADL-Messreihen durchgeführt. Als Schlackensysteme wurden in Abstimmung mit den am Projekt 1.1 beteiligten Industrieunternehmen (Primetals Technologies Austria GmbH, RHI Magnesita GmbH, voestalpine Stahl GmbH und voestalpine Stahl Donawitz GmbH) Calcium-Silikatschlacken (CS-Schlacken) mit und ohne Eisenoxid (5 bzw. 10 Gew.-% Hämatit Fe_2O_3) eingesetzt. Aus den Versuchen wurden Dichten, Viskositäten und Oberflächenspannungen ermittelt. Diese wurden Literaturwerten sowie thermodynamischen Modellrechnungen (FactSage®, Urbain) gegenübergestellt.

Wissenschaftlicher Inhalt

Die ADL-Methode unterscheidet sich durch den kontaktlosen Ansatz grundlegend von konventionellen Methoden (z.B. Versuche in Schmelzöfen, bei dem die Probe in einen Tiegel gegeben wird). In Verbindung mit Lasererwärmung ist ADL ein sehr gut geeignetes Setup, um z.B. die Eigenschaften von Materialien im flüssigen Zustand untersuchen zu können (siehe Abb. 4). Insbesondere aufgrund der Einfachheit und Kompaktheit der Geräte kann die ADL-Technik leicht mit verschiedenen Analysetechniken kombiniert werden.

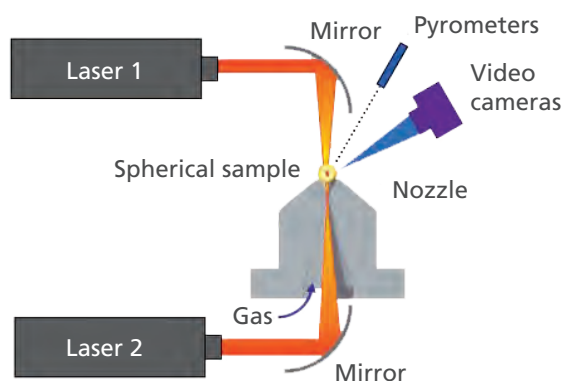


Abb. 4: Schematische Darstellung der experimentellen Anordnung einer Hochtemperatur ADL-Messung. Quelle: CNRS

Eine kugelförmige Probe wird in einer Schwebedüse platziert (siehe Abb. 5). Diese Düse ist ein konvergentes/divergentes Rohr, das die Diffusion eines Gasstrahls unter der Probe ermöglicht. Während des Schwebevorgangs wird die Probe mithilfe von spiefokussierten CO₂-Lasern bis zum Schmelzen erhitzt. Die Temperatur wird durch optische Pyrometrie gemessen. Zur Überwachung der Probe während der Erhitzung stehen mehrere Videokameras zur Verfügung (Bildraten zwischen 500 – 2 000 Bilder pro Sekunde). Ein Bildverarbeitungsalgorithmus wird verwendet, um die Geometrie der Probe zu definieren. Für die Viskositäts- und Oberflächenspannungsmessungen wurde ein akustisches Oszillationssystem verwendet, um die Probe in Schwingung zu versetzen. Das Volumen der Probe wurde aus den ermittelten vertikalen und horizontalen Radien berechnet und mit der ermittelten Frequenz, der Dämpfungskonstante sowie der Messdauer wurden mittels Python-Routine die Viskosität und Oberflächenspannung abgeleitet. Die Ergebnisse des ORS bei CNRS ermöglichten ein fundierteres Wissen zur experimentellen Methodik sowie zur Bestimmung von Dichte, Viskosität und Oberflächenspannung von CS-Schlacken. Außerdem wurde die Rolle von Fe³⁺-Ionen in silikatreichen Schlacken und deren Einfluss auf die untersuchten Eigenschaften untersucht. Die Ergebnisse werden im COMET-Projekt 1.1 genutzt, um das Know-

How der K1-MET GmbH sowie der Projektmitglieder in Bezug auf die verfügbaren Methoden zur Bestimmung von Schlackenstoffdaten zu erweitern. Eine Co-Publikation zwischen dem CNRS, dem Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben und der K1-MET GmbH wurde im peer-reviewed journal „Ceramics International“ veröffentlicht. Eine Fortführung der Kooperation mit CNRS ist geplant.

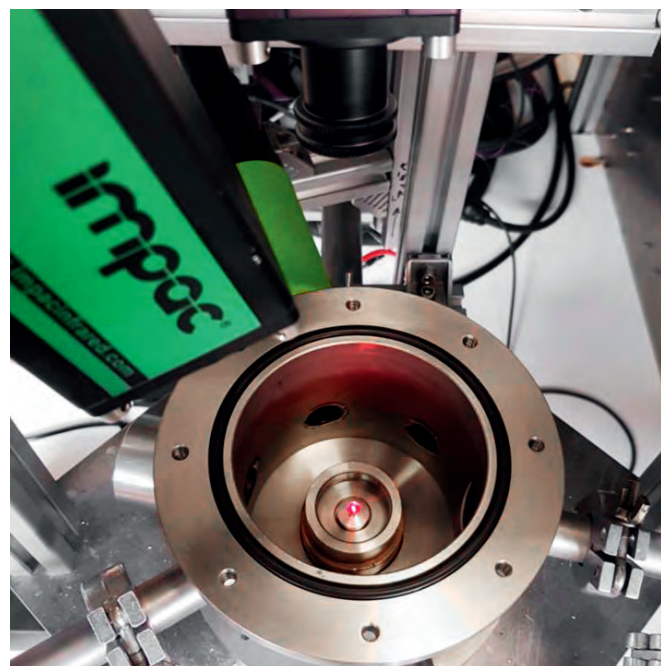


Abb. 5: Schwebedüse (Levitor). Quelle: CNRS

Aufenthalt beim Forschungszentrum Jülich in Deutschland

In einem anderen Arbeitspaket desselben COMET-Projektes 1.1 absolvierte Dipl.-Ing. Alexander Halwax, Dissertant in K1-MET Area 1 (Raw Materials and Recycling), einen ORS beim Forschungszentrum Jülich (FZ Jülich) in Deutschland. Das FZ Jülich ist eine Forschungsorganisation für Bereiche wie Kernphysik (atomare Forschung), Energie, Information und Bioökonomie. Im Rahmen des ORS war Herr Halwax am Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK) und arbeitete dort mit dem Team des Forschungsbereichs für Werkstoffstruktur und -eigenschaften (IEK-2) zusammen.

INTERNATIONALE

AKTIVITÄTEN DER K1-MET GMBH

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten in Jülich lag auf der experimentellen Ermittlung der Aktivitäten von Calciumoxid (CaO) und Magnesiumoxid (MgO) in Schlackensystemen durch Knudsen-Effusions-Massenspektrometrie (KEMS). Während des Aufenthalts wurden durch Unterstützung von Dr. Dmitry Sergeev (IEK-2) experimentelle KEMS-Messungen an reinem CaO, MgO, sowie Aktivitätsmessungen von CaO und MgO in synthetischer Hochofenschlacke (HO-Schlacke, 40 Gew.-% SiO₂, 40 Gew.-% CaO, 5 Gew.-% MgO, 15 Gew.-% Al₂O₃) und Entschwefelungsschlacken und die Aktivität von CaO in Calcium-Aluminat- und Wollastonit-Schlacken (Calcium-Aluminat-Schlacke, CA-Schlacke, 5 Gew.-% SiO₂, 50 Gew.-% CaO, 45 Gew.-% Al₂O₃; Woll-Schlacke, 45 Gew.-% SiO₂, 40 Gew.-% CaO, 15 Gew.-% Al₂O₃) durchgeführt. Aus den Versuchen wurden die Aktivitäten über die Dampfdrücke der jeweiligen Spezies ermittelt.

Wissenschaftlicher Inhalt

Die KEMS erlaubt die Bestimmung thermodynamischer Eigenschaften von Legierungen, Keramiken, Schlacken und anderen Mehrkomponentensystemen. Dabei werden die Dampfdrücke einzelner Komponenten zur Ermittlung von Stoffgrößen verwendet. Das KEMS-Setup besteht aus einer temperaturgeregelten Knudsen-Effusionszelle (siehe Abbildung 6), die einen Molekularstrahl der Probenverbindung in einer Vakuumkammer erzeugt und an ein Massenspektrometer angeschlossen ist. Das System wird anhand des Massenspektrometersignals einer Probe mit bekanntem Dampfdruck kalibriert (siehe Abbildung 7). Der Mess-Output des Massenspektrometers ist eine Ionenintensität I_i (Index i steht für die Zielkomponente).

Die Ionenintensität wird über die folgende Beziehung in einen Partialdruck umgerechnet – k steht für die Anlagenkonstante, T für die Messtemperatur und σ_i für die Ionisationsquerschnittsfläche:

$$p_i = \frac{k I_i T}{\sigma_i}$$

Die Ergebnisse des ORS beim FZJ generierten ein fundierteres Wissen zur experimentellen Methodik sowie zur Bestimmung der Aktivitätskoeffizienten von Metallen in Schlacken. An einer Co-Publikation, an der das FZ Jülich, der Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der MUL Leoben und die K1-MET beteiligt sind, wird derzeit gearbeitet.

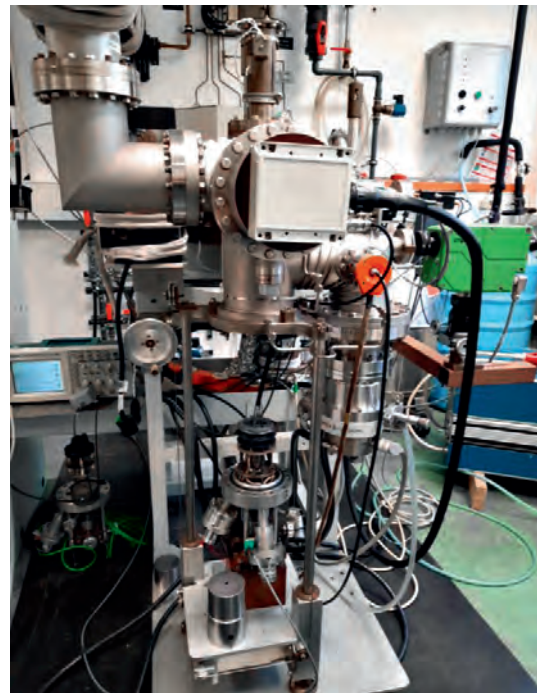


Abb. 6: Knudsen-Effusionszelle. Quelle: FZ Jülich

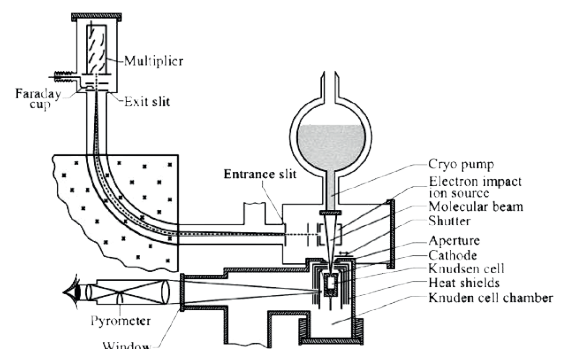


Abb. 7: Schematische Darstellung der KEMS-Methode. Quelle: Spathara et al. (Journal of Alloys and Compounds, 2021)

Aufenthalt bei GTT-Technologies in Herzogenrath in Deutschland

Dipl.-Ing. Daniel Ogris, Dissertant in der Area 2 (Metallurgical Processes), absolvierte im Rahmen des Projektes 2.2 „Interaction of thermodynamic and kinetics of LD steelmaking“ einen Forschungsaufenthalt bei GTT-Technologies in Herzogenrath (Deutschland). GTT-Technologies entwickelt und vertreibt die thermodynamischen Softwarepakete FactSage™, SimuSage™, ChemApp™ sowie auch ChemSheet™. Zudem existiert dort die jahrzehntelange Erfahrung, Ergebnisse experimenteller Arbeit in Form von Gibbs-Energie-Datenbanken zu sammeln.

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten in Herzogenrath lag auf der thermodynamischen Modellierung metallurgischer Prozesse im LD-Konverter über die Betrachtung von Mehrkomponentenschlacken. Unter anderem ging es um die Ermittlung des Auflösungsverhaltens von CaO in LD-Schlacke durch eine thermodynamische Modellierung. Dazu wurde ein von GTT entwickeltes LD-Konvertermodell verwendet. Neue Features im Softwarepaket SimuSage™ wurden getestet, um thermodynamische Daten zu bewerten.

Wissenschaftlicher Inhalt

Für eine optimierte Prozessführung der Rohstahlerzeugung im Sauerstoffblaskonverter (LD-Konverter) ist die Einstellung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von metallurgischen Schlacken eine Grundvoraussetzung. So muss über eine geeignete Wahl von Temperatur und Zusammensetzung der Schlacke sichergestellt werden, dass die Schlacke während des Blasvorgangs möglichst im flüssigen Zustand bleibt und diese außerdem über eine geeignete Viskosität verfügt. Darüber hinaus sollen jene Phasen und Zustände in der Schlackenmatrix eingestellt werden, welche bestimmte chemisch-metallurgische Reaktionen, wie die Entfernung von Phosphor aus dem Metallbad, fördern. In diesem Kontext ist das Auflösungsverhalten von oxidischen Partikeln in metallurgischen Schlacken bei der Rohstahlerzeugung im LD-Konverter entscheidend. Insbesondere die Auflösung von Kalk (CaO) ist ein entscheidender Schritt für die Bildung geeigneter Schlacken für die Rohstahlerzeugung. Ein schnelles Auflösen des Kalkes trägt wesentlich zur Produktivität des Konverterprozesses bei. Im Rahmen seiner Dissertation arbeitet Herr Ogris an der Beschreibung der Thermodynamik und Kinetik von Multikomponentenschlacken (siehe beispielhaft Abb. 8).

Die Ergebnisse des ORS bei GTT ermöglichten ein erweitertes Wissen zur numerischen Behandlung der Auflösung von Oxidpartikeln in Mehrkomponentenschlacken unter der Verwendung von lokaler Gibbs-Energieminimierung. Die Ergebnisse aus dem ORS wurden von Herrn Ogris für eine Publikation mit dem Institut für Mechanik der Montanuniversität Leoben im peer-reviewed journal „Steel Research International“ genutzt. Zudem wurden die Arbeiten auf der AISTech Konferenz in Pittsburgh (USA) im Mai 2022 präsentiert.

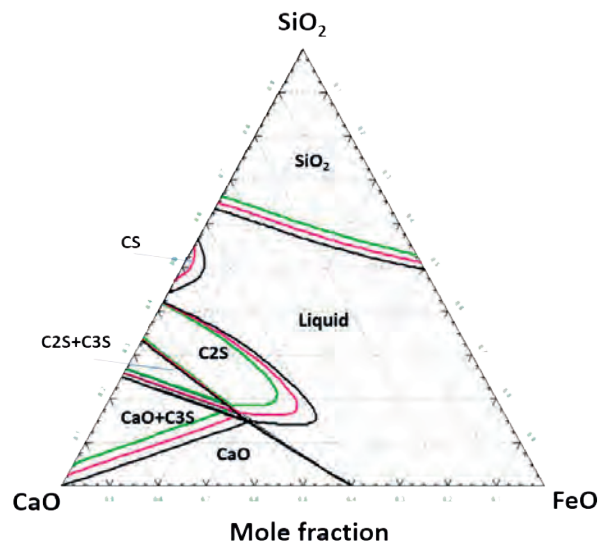


Abb. 8: Dreistoffsystem CaO-SiO₂-FeO.
Quelle: Montanuniversität Leoben / K1-MET GmbH

Aufenthalt an der Universität Oulu in Finnland

In einem anderen Arbeitspaket desselben Projektes 2.2 absolvierte Dipl.-Ing. Bernhard Mitas, Dissertant in der Area 2 (Metallurgical Processes), einen Forschungsaufenthalt an der Universität Oulu (Finnland) an der Fakultät für Technologie in der Forschungseinheit für Prozessmetallurgie. Betreut wurde Herr Mitas während des ORS von assoz. Prof. Ville-Valtteri Visuri, dem stellvertretenden Leiter der Forschungseinheit für Prozessmetallurgie.

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Ziel des ORS an der Universität Oulu lag in der Weiterentwicklung eines mathematischen Modells zur Bestimmung der Tropfengrößenverteilung in der Umgebung einer Gas-Flüssigkeits-Aufprallzone im LD-Konverter. Das Modell wurde anhand von Literaturdaten validiert, die aus Hochtemperatur-Tiegelexperimenten mit unterschiedlichen Versorgungsdrücken und Lanzenhöhen stammen (Verwendung von Einloch- und Mehrlochlanzen).

Wissenschaftlicher Inhalt

Die kontrollierte Bewegung von Metalltropfen spielt eine entscheidende Rolle für die Kinetik des Sauerstoffblasverfahrens im LD-Konverter. Beim Auftreffen auf die Badoberfläche erzeugt der von oben eingeblasene Gasstrahl einen Hohlraum. Aus der Literatur kennt man drei Arten von Hohlräumen: Dimpling, Splashing und Penetration. Der Dimpling-Modus ist charakteristisch für niedrige Gasinjektionsraten

INTERNATIONALE

AKTIVITÄTEN DER K1-MET GMBH

und bezeichnet die leichte Verformung der Badoberfläche. Werden die Gasdurchflussrate erhöht oder die Lanzenhöhe verringert, geht der Hohlraum in den Splashing-Modus über, der durch einen Ausstoß großer Mengen nach außen gerichteter Metalltröpfchen gekennzeichnet ist. Bei einer weiteren Erhöhung des Gasdurchsatzes oder einer Verringerung der Lanzenhöhe wird der Penetrationsmodus erreicht. In diesem Modus nimmt die Menge der nach außen gerichteten Metalltropfenbewegung ab. Nach derzeitigem Kenntnisstand gibt es keinen einfachen Modellierungsansatz, der die Blasparameter mit der Größenverteilung der Metalltröpfchen in einer physikalisch sinnvollen Weise in Beziehung setzt. Daher ist es das Ziel der Dissertation von Herrn Mitas, ein mathematisches Modell zu entwickeln, das in ein Prozessmodell für den LD-Konverter integriert werden kann. Die Vorhersagegenauigkeit des im Projekt 2.2 entwickelten Modells für Einlochdüsenanordnungen ist hoch und die Vorhersagegenauigkeit für Mehrlochdüsen ist akzeptabel.

Die Ergebnisse des ORS an der Universität Oulu ermöglichten ein erweitertes Wissen zur numerischen Untersuchung der Reaktionskinetiken im LD-Konverter. Eine Co-Publikation, an der die Universität Oulu, der Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben und die K1-MET GmbH beteiligt sind, wurde im peer-reviewed journal „Metallurgical and Material Transactions B“ veröffentlicht. Zudem wurden die Ergebnisse im Oktober 2022 auf der European Oxygen Steelmaking Conference (EOSC) in Aachen (Deutschland) präsentiert.

Aufenthalt an der Universität New South Wales in Australien

Dr. Marina Gontijo, M. Sc., ehemalige Dissertantin in der Area 2 (Metallurgical Processes), absolvierte im Rahmen des Projektes 2.3 „Thermomechanical modelling of continuous casting and hot rolling“ einen Forschungsaufenthalt an der Universität New South Wales in Sydney (Australien). Die Betreuung vor Ort erfolgte durch Prof. Sophie Primig, assoziierter Professor an der School of Materials Science and Engineering. Frau Prof. Primig ist eine Absolventin der Montanuniversität Leoben (Diplom und Doktorat im Fachbereich Werkstoffwissenschaft mit Schwerpunkt Stahllegierungen).

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Ziel des ORS lag in der Modellierung und der experimentellen Bestimmung von Rissbildung und Ausscheidungen in Stahl unter industrienahen Bedingungen beim Stranggießprozess. Durch eine gekoppelte Methodik erfolgt eine physikalische Simulation des Stranggießprozesses. Bei dieser Methodik kamen das Softwarepaket MatCalc® für thermokinetische Simulationen und Heißzugversuche an stranggegossenen Stahlproben zum Einsatz. Außerdem wurden nachfolgende Mikrostrukturanalysen herangezogen, um Gründe für eine Rissbildung in Stranggießbrammen zu ermitteln und zu bewerten (siehe Abb. 9).

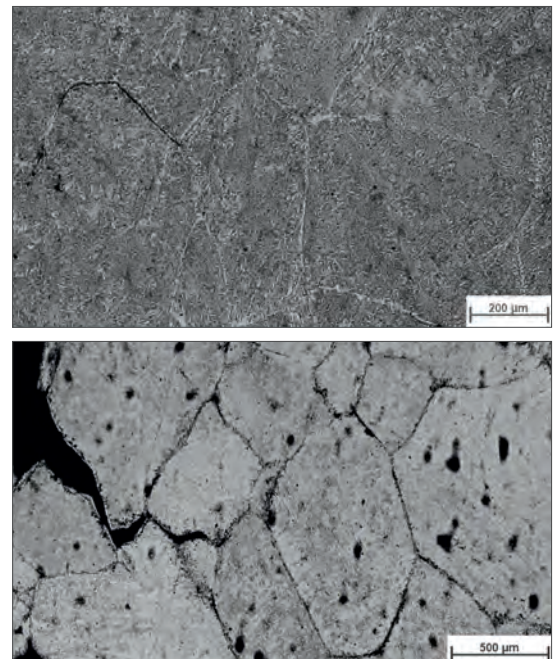


Abb. 9: Mikrostrukturanalyse einer Stahllegierung (links Phasenidentifikation; rechts Austenitkorngrenzen).
Quelle: TU Graz

Wissenschaftlicher Inhalt

Das Problem der Querrisse in stranggegossenen Brammen wird seit vielen Jahren mit unterschiedlichen Ansätzen behandelt. Die Bildung dieser Risse tritt auf, wenn die Warmduktilität der zu gießenden Legierung während der Biege- und Richtvorgänge beim Stranggießen zu niedrig ist. Daher ist eine verbesserte Duktilität mikrolegierter Stähle durch Parameter wie kritische Temperaturen, Gießgeschwindigkeit und Abkühlgeschwindigkeit von großem Interesse für einen Stranggießprozess mit höherer Produktivität. Die Warmduktilität von Stählen wird in der Regel durch Heißzugversuche ermittelt. Die Heißduktilitätskurve wird mit der Flächenreduktion (RA, Abkürzung steht für den englischen Begriff Reduction in Area) bestimmt, und die Ergebnisse werden auf der Grundlage der 40 % Mindest-RA-Schwelle bewertet, welche laut Literatur als Grenze für eine gute Duktilität angegeben wurde. Die kritischen Temperaturen sind der Bereich, in dem die Duktilität unter 40 % liegt. Dies wird als zweites Duktilitätsminimum bezeichnet, liegt normalerweise zwischen 700 – 1 000 °C und variiert mit der Zusammensetzung des Materials und anderen Prüfparametern wie der Dehnungsgeschwindigkeit und der Abkühlungsgeschwindigkeit. Im Rahmen des ORS wurden die Auswirkungen der kombinierten Zugabe der Legierungselemente Bor und Titan sowie der Einfluss unterschiedlicher Verformungsgeschwindigkeiten auf das Warmduktilitätsverhalten kohlenstoffarmer, stranggegossener, mikrolegierter Stähle untersucht.

Aus den Arbeiten entstand eine Publikation im peer-reviewed journal „Metals“ in Kooperation mit der University of New South Wales, dem Institut für Werkstoffkunde, Fügetechnik und Umformtechnik der Technischen Universität Graz, der voestalpine Stahl GmbH, einem Projektmitglied des COMET Projektes 2.3 und der K1-MET GmbH.

Aufenthalt an der Universität Girona in Spanien

Der letzte ORS im Geschäftsjahr 2021/22 wurde von Dr. Sabine Spieß, M. Sc., Post-doc-Forscherin in der Area 3 (Low Carbon Energy Systems), im Rahmen des Projektes 3.2 „Reforming processes for CO₂-reduction“ an der Universität Girona (Katalonien, Spanien) absolviert. Der Aufenthalt fand beim Laboratory of Chemical and Environmental Engineering (LEQUIA) statt. LEQUIA ist eine Forschungsabteilung der Universität Girona, die sich auf die Entwicklung ökoinnovativer, umwelttechnischer Lösungen spezialisiert.

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Die Hauptaufgabe des ORS lag in der Untersuchung der CO₂-Umwandlung aus industriellen Quellen mittels Bioelektrochemie (mikrobieller Elektrosynthese) zur Herstellung von organischen Stoffen und Biokraftstoffen. Die wissenschaftlichen Experimente während des ORS konzentrierten sich auf den Betrieb und die Verbesserungen einer vollautomatischen Pilotanlage, um die Produktionsraten für organische Stoffe und Biokraftstoffe sowie die CO₂-Nutzung zu erhöhen.

Wissenschaftlicher Inhalt

Die mikrobielle Elektrosynthese (MES) ist eine vielversprechende Technologie aus dem Bereich Carbon, Capture and Utilization (CCU). Bei diesem Verfahren erfolgt die Umwandlung des Treibhausgases CO₂ in organische Stoffe oder Biokraftstoffe. CO₂ wird hier also als Substrat genützt. Anders als in einer Biobrennstoffzelle, wo chemisch gespeicherte Energie in elektrische Nutzenergie umgewandelt wird, wird bei der MES elektrische Energie direkt von elektroaktiven Organismen in ihrem Stoffwechsel zur Herstellung von Biorohstoffen genutzt. Bei der MES nehmen Mikroorganismen, welche die Elektrode besiedeln, Elektronen von dieser auf. Die Elektronen stammen nicht aus biologischen Prozessen, sondern werden direkt in Form von Strom (vorzugsweise aus erneuerbaren Energien) zur Verfügung gestellt werden. Bislang ist diese Technologie jedoch hauptsächlich auf die Produktion kurzer Fettsäuren im Labormaßstab beschränkt. Hier bedarf es noch an Forschungsarbeit z. B. hinsichtlich eines Screenings neuartiger elektrotropher Mikroorganismen sowie deren Stoffwechselwege oder wenn es um ein tieferes Verständnis der Stoffwechselvorgänge und Elektronenaufnahmemechanismen geht. Darüber hinaus ist es notwendig, weitere Pilotanlagen zu betreiben und die MES an diversen realen Abgasen zu untersuchen. Die MES stellt aber eine nachhaltige potenzielle Methode dar, um CO₂ zu verwerten und z. B. in Methan oder andere Grundchemikalien umzuwandeln.

Die während des ORS gewonnenen Erkenntnisse waren für die Dissertation von Frau Spieß wesentlich und halfen auch dabei, ein tieferes Verständnis über die Effizienz der MES als eine CCU-Methode zu erarbeiten. Zudem kann das dabei generierte Know-How bei der Durchführung des COMET-Moduls FuLiBatter („Future Lithium Ion Battery Recycling for Recovery of Critical Raw Materials“) genutzt werden, welches seit dem 1. Juli 2022 in Kooperation mit Projektmitgliedern aus Österreich, Deutschland und England für vier Jahre laufen und von K1-MET koordiniert wird.

Internationale geförderte Projekte

Im GJ 2021/22 starteten zwei EU-Projekte mit K1-MET als wissenschaftliches Projektmitglied (SMARTER, Research Fund for Coal and Steel RFCS) bzw. von K1-MET koordinierte Projekte (OPTIMO, Interreg-Programm Österreich-Tschechische Republik). Gemeinsam mit den durch den RFCS geförderten Projekten SLAGREUS (Laufzeit 2019 bis 2023), MinSiDeg (Laufzeit 2019 bis 2023) und den SPIRE-Projekten DESTINY (Laufzeit 2018 bis 2023), INEVITABLE (Laufzeit 2019 bis 2023) und CORALIS (Laufzeit 2020 bis 2024), war K1-MET im GJ 2021/22 somit an elf EU-Projekten beteiligt.

INTERNATIONALE

AKTIVITÄTEN DER K1-MET GMBH

Abgeschlossen wurden im Geschäftsjahr 2021/22 die RFCS-Projekte GREENSTEEL und i³upgrade, das Interreg-Projekt IRAS (Programm Österreich-Tschechische Republik) sowie das H2020-Projekt H2Future.

SMARTER: ein Projekt im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel

Am 1. Juli 2021 startete das Projekt SMARTER, Laufzeit 3 ½ Jahre). Die Abkürzung SMARTER steht für „Steam and gas networks revamping for the steelworks of the future“. Das Projekt SMARTER wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des RFCS gefördert. Hintergrund des Projektes SMARTER ist der anhaltende Druck in Richtung Energieeffizienz, welcher Stahlunternehmen dazu veranlasst, Gas- und Dampfnetze in integrierten Stahlwerken weiterzuentwickeln, wie z. B. neue Verbindungsstellen oder neue Speichermöglichkeiten zu definieren. Darüber hinaus erfolgt im Stahlsektor die Transformation zu kohlenstoffarmen Prozessen und Technologien, wobei die Koexistenz beider Produktionsrouten (Hochofen-Konverter und Direktreduktion-Elektrolichtbogenofen) am selben Standort als mögliche Konfiguration in Betracht gezogen werden muss, bis die Transformation der Prozesse abgeschlossen ist. Dieser schrittweise erfolgende Übergang zu kohlenstoffarmen Prozessen und Technologien wirkt sich auf die Gas- und

Dampfnetze aus und erfordert eine Umgestaltung dieser Netze. Eine Optimierung des gesamten Netzes und die Neukonfiguration der Aggregate zur vollen Nutzung der Vorteile der durchgeführten Änderungen ist essenziell.

Das Konsortium von SMARTER besteht aus insgesamt sechs Projektmitgliedern und wird von der Scuola Superiore Sant'Anna (Pisa, Italien) koordiniert. Es ist ein multidisziplinäres Konsortium, das aus einer Universität (Koordinator Universität Pisa), zwei Forschungszentren (VDEh Betriebsforschungsinstitut GmbH, K1-MET GmbH) und drei Unternehmen (ArcelorMittal Bremen, INGAVER Innovative Gasverwertungs-GmbH, voestalpine Stahl GmbH) besteht.

Ziele von SMARTER

In Stahlwerken werden verschiedene Arten von Energie umgewandelt, gespeichert, übertragen und verwendet, wobei Strom, Ab- und Nebenproduktgase und Dampf zu den wichtigsten gehören. Um die Ziele des Green Deals zu erreichen, verbessern die Stahlproduzenten

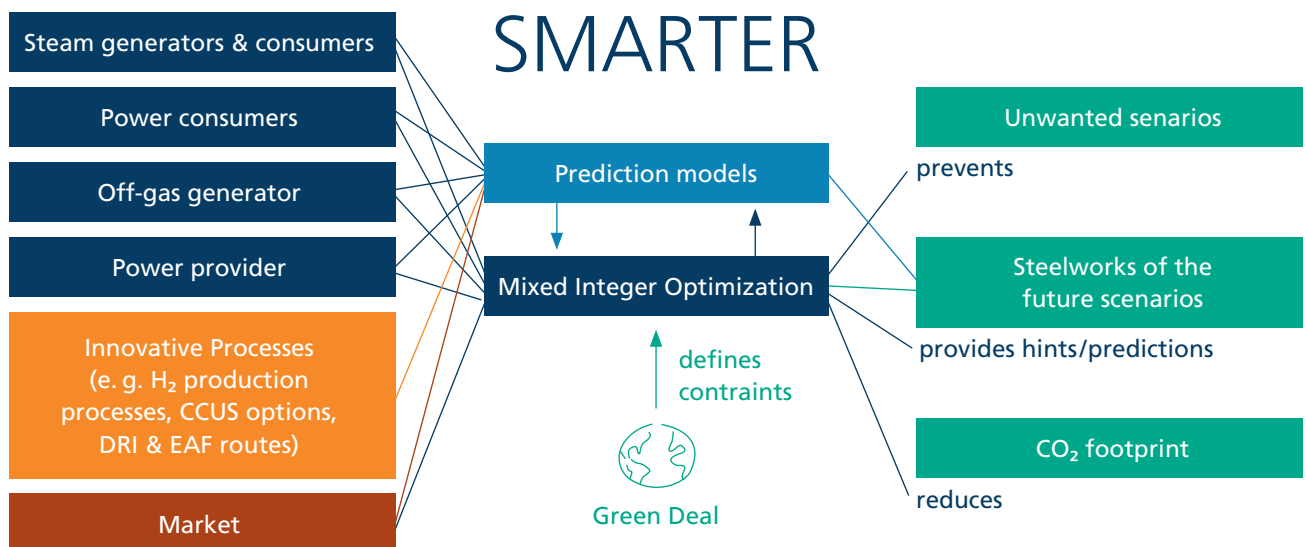


Abb. 10: Grobkonzept des Projektes SMARTER. Quelle: Scuola Superiore Sant'Anna et al.

ständig ihre Netze sowie damit verbundene Managementpraktiken, um die Verschwendung von Ressourcen zu verringern und die Gesamteffizienz zu steigern. Dies ist eine gewaltige Aufgabe, für die geeignete Werkzeuge benötigt werden, um optimale Netz- und Aggregatkonfigurationen zu finden. Eine solche Umgestaltung, wie z. B. neue Knotenpunkte oder neue Speichermöglichkeiten, erfordert eine Neuoptimierung des gesamten Netzes.

Im Projekt SMARTER werden Modelle für alle relevanten Einheiten und Anlagenteile verwendet, um die Nachfrage und Produktion von Verbraucher:innen und Produzierenden zu prognostizieren. Zudem werden Modelle für Netze erstellt und mögliche Schalt- und Verbindungskonfigurationen bewertet. Außerdem sollte die Berechnung der optimalen Lösung ausreichend schnell ablaufen, um Bewertungen rasch durchführen zu können. Daher werden im Projekt SMARTER geeignete Ansätze untersucht, um das Optimierungsverfahren zu beschleunigen.

OPTIMO: ein Projekt im Rahmen des INTERREG-Programms Österreich-Tschechien

Am 1. Jänner 2022 startete das Projekt OPTIMO (Laufzeit 1 Jahr). Der Langtitel des INTERREG-Projektes lautet „Optimierung einer nachhaltigen Schwefelsäureproduktion für (Bio-)Leaching-Prozesse im Abfallsektor“. OPTIMO wird aus den Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (Interreg Österreich-Tschechische Republik) kofinanziert. Hintergrund dieses Projektes ist die Tatsache, dass der Zugang zu Rohstoffen ein wichtiger Standort- und Wettbewerbsfaktor ist. Das Recycling von Sekundärquellen, wie z. B. Autos oder Elektrogeräte, Stäube und Schlacken der metallurgischen Industrie oder Müllverbrennungsaschen, bzw. die Rückgewinnung von Wertmetallen ist daher zwingend erforderlich. Ein innovatives und neues Recycling-Verfahren ist der Einsatz von biologischer Schwefelsäure. Bioleaching-Verfahren, die bei relativ niedrigem pH-Wert arbeiten, haben eines gemeinsam: die Notwendigkeit einer externen Schwefelsäurezugabe zur pH-Regulierung.

Ziele von OPTIMO

Ziel dieses Projektes ist die Optimierung der biogenen Herstellung von Schwefelsäure aus elementarem Schwefel unter der Verwendung mesophiler und thermophiler schwefeloxidierender Bakterien (wie z. B. *Acidithiobacillus thiooxidans* oder *Acidithiobacillus caldus*) in Batch-Experimenten. Die unterschiedlichen Bakterienstämme werden hinsichtlich ihrer Säureproduktion bewertet, verglichen und anschließend in ca. 1 L Rührreaktoren weiter kultiviert. Die dabei entstehende Säure wird dann zur pH-Wert-Regulierung der biologischen Laugung von Metallen aus Sekundärrohstoffen verwendet. Zink ist zum Beispiel ein Fokus im Projekt, welches (bio-)elektrochemisch aus der Lösung rückgewonnen werden soll. Der innovative Ansatz von OPTIMO soll zu einer Verbesserung der Ressourceneffizienz beitragen. Weiters



Abb. 11: Mikrobielle Elektrolysezelle. Quelle: BOKU/K1-MET

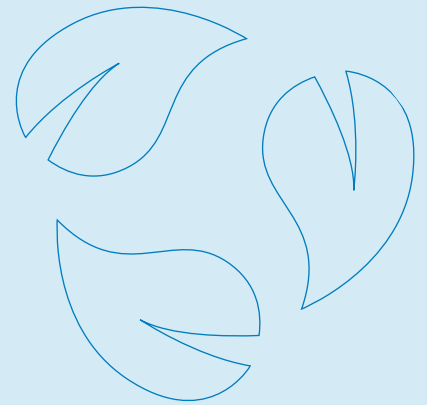
soll die biologisch produzierte Säure zur Regulierung des pH-Werts einer Haldenlaugung von zum Beispiel E-Schrott angewendet werden. Ein weiteres Ziel ist es, die produzierte biogene Schwefelsäure für eine Spent-Medium-Laugung von zwei unterschiedlichen Abfallstoffen einzusetzen. Um die Metalle aus der Lösung zu entfernen, wird einerseits ein bioelektrochemisches System optimiert, um 90 % Zink an der Kathode abzuscheiden (siehe Abb. 11) und andererseits 90 % des Zinks aus dem Bioleachate mittels fraktionierter Fällung rückzugewinnen. Bei der elektrochemischen Abscheidung wird an der Anode ein elektroaktiver Biofilm angezüchtet, dessen Zusammensetzung mittels Metagenom-Analyse näher spezifiziert wird. Im Anschluss darauf wird die Metallrückgewinnung aus synthetischer Zinksulfatlösung (ZnSO_4) an der Kathode optimiert.

Das Projekt-Konsortium besteht aus zwei Universitäten und der K1-MET GmbH, die das Projekt koordiniert. Die übrigen Universitäten sind die BOKU Universität für Bodenkultur sowie die Masaryk-Universität (Brünn, Tschechien). OPTIMO ist ein interdisziplinäres Projekt und verknüpft die Bereiche Metallurgie, Biotechnologie, Molekularbiologie, Elektrochemie und Verfahrenstechnik, um das hohe Potenzial extrem acidophiler, schwefelabbauender Bakterien in Hinsicht auf eine kostengünstige und effiziente biogene Schwefelsäureproduktion aufzuzeigen.

Die K1-MET GmbH bringt in das Projekt OPTIMO Erfahrung auf dem Gebiet der bioelektrochemischen Systeme in das Projekt ein. Die BOKU besitzt Know-How im Screening von Bakterien und bei der Evaluierung von Betriebsparametern für Bioleaching. Die Masaryk-Universität ist anerkannt für die Expertise bei acidophilen chemolithotrophen Bakterien und molekularbiologischen bzw. biochemischen Analysen.

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2021/22



Experimentelle Bestimmung von Diffusions- und Aktivitätskoeffizienten in Schlacken

(Arbeitspaket im Projekt 1.1 „Liquid slag properties“)

Im Projekt 1.1 wird an der Entwicklung von Methoden zur Bestimmung physikalisch-chemischer und elektrochemischer Stoffdaten metallurgischer Schlackensysteme aus der Primär- und Sekundärmetallurgie gearbeitet. Daraus sollen umfassende Kompetenzen für die K1-MET GmbH und beteiligte Industrieunternehmen und Universitäten hinsichtlich der Messung von Schlackenstoffdaten inklusive der Kenntnis, welche Methoden für welche metallurgischen Schlackensysteme eingesetzt werden können, generiert werden.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Schlacken dienen als wesentliches Raffinationsmittel bei der Herstellung sowie Behandlung von Roheisen und Stahl. Ihre Zusammensetzung beeinflusst die Prozesseffizienz in hohem Maße. Die rasche Bildung einer reaktiven Schlacke mit entsprechender Viskosität sowie Dichte und chemischer Zusammensetzung erleichtert die Entfernung von Schwefel und Phosphor aus der Schmelze. Daher sind Untersuchungen physikalisch-chemischer Eigenschaften von Schlacken für die Optimierung metallurgischer Prozesse erforderlich.

Der Diffusionskoeffizient eines gelösten Stoffes in einer Schmelze ist eine grundlegende Größe, die zur Beschreibung des Auflösungsprozesses benötigt wird. Zur Ermittlung der Diffusionskoeffizienten wurde am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben in Kooperation mit der K1-MET ein Versuchsaufbau entwickelt, welcher die Untersuchung des Auflösungsverhaltens von

Schlackenbildnern ermöglicht. Dafür wurde eine Literaturrecherche über das Auflösungs- und Diffusionsverhalten von Calciumoxid sowie Magnesiumoxid in metallurgischen Schlacken durchgeführt. Verschiedenste Methoden zur Bestimmung des Auflösungsverhaltens wurden verglichen und bewertet und die Methode des rotierenden Zylinders erwies sich dabei als am besten geeignet. Zum einen liegt der Vorteil der Rotationszylinder-methode gegenüber Auflösungsversuchen unter statischen Bedingungen zur Bestimmung des Diffusionskoeffizienten von festen Oxiden in Schlackensystemen darin, dass die erzeugte Zwangskonvektion den Fehler, der durch natürliche Konvektion unter definierten hydro-

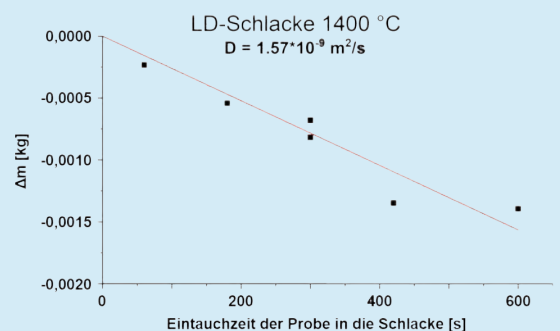


Abb. 12: Massenabtrag CaO-Proben in Abhängigkeit der Eintauchzeit in LD-Schlacke. Quelle: K1-MET

AREA 1

HIGHLIGHT

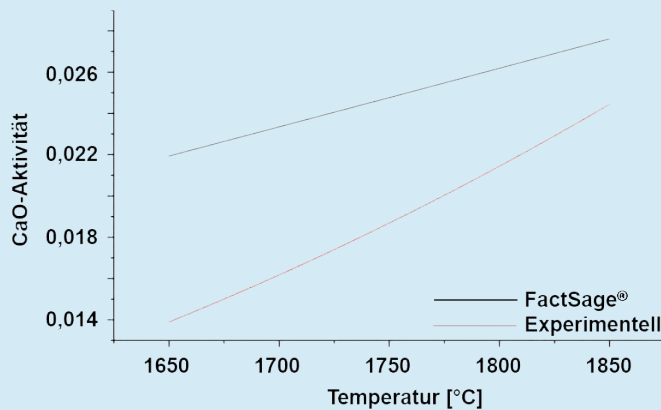


Abb. 13: Gegenüberstellung der berechneten und experimentell ermittelten CaO-Aktivität. Quelle: K1-MET

dynamischen Bedingungen entsteht, minimiert. Zum anderen sind die Versuchsbedingungen, einschließlich der Strömungsverhältnisse innerhalb der Schlacke, reproduzierbar und zuletzt können die experimentellen Bedingungen durch die Bewegung der Schlacke näher an jene in der industriellen Praxis angenähert werden. Durch die Bestimmung der Lösungsgeschwindigkeit und Anwendung dimensionsloser Korrelationen des Stofftransfers kann die Diffusivität von Oxiden in Schlacken bewertet werden. Abbildung 12 zeigt die Ergebnisse der Auflösungsversuche von Calciumoxid (CaO) in synthetischer LD-Schlacke. Neben der Versuchsreihe in LD-Schlacke wurden bereits Untersuchungen zur Auflösung von CaO und Magnesiumoxid (MgO) in Hochofen-, Calcium-Aluminat- und Wollastonit-Schlacke durchgeführt.

Neben der Diffusivität wird im Projekt 1.1 auch an der experimentellen Bestimmung von Aktivitäten geforscht. Für die Aktivität von CaO in Schlacken wurden erste Vorversuche in Form einer Kooperation (outgoing research stay) am Forschungszentrum Jülich (Deutschland) mittels Knudsen-Effusions-Massenspektrometrie durchgeführt (die Details zum Forschungsaufenthalt finden sich im Abschnitt „Internationale Aktivitäten“ dieses Geschäftsberichts). Die Aktivität der zu untersuchenden Spezies entspricht dem Verhältnis des Partialdruckes der jeweiligen Spezies in der Mischung und dem Partialdruck der Reinsubstanz. In Abbildung 13 ist die ermittelte CaO-Aktivität in einer synthetischen LD-Schlacke der mittels FactSage® berechneten Aktivität gegenübergestellt. Die durchschnittliche Abweichung der gemessenen zur berechneten Aktivität beträgt -0,0059.

Wirkungen und Effekte

Oftmals fehlt es an Daten hinsichtlich der Aktivität bestimmter Metalloxide in der Schlacke, um metallurgische Prozesse schon früher in Richtung höherer Produktqualitäten lenken zu können. Die verfügbaren Daten müssen vor der Verwendung einer Analyse und Evaluierung unterzogen werden, um Fehler und Unregelmäßigkeiten vorzubeugen bzw. deren wissenschaftliche Qualität zu bestätigen. Um eine reaktionsfähige und wirksam arbeitende Schlacke zu erhalten, werden bei den Eisen- und Stahlerzeugungs-Prozessen Schlackenbildner in die Aggregate eingebracht. Die dabei gebildete Schlacke dient der Metallschmelze zur Entfernung sowie chemischer Bindung sauerstoff-, schwefel- und phosphorhaltiger Reaktionsprodukte. Zudem soll durch eine geeignete Schlackenchemie der Feuerfestverschleiß minimiert werden. Die Auflösungsrate von Schlackenbildnern bestimmt die Wirksamkeit der Entfernung von Verunreinigungen. Des Weiteren ist eine hohe Auflösungsgeschwindigkeit von nichtmetallischen Einschlüssen in der Schlacke für hohe Stahlreinheiten unerlässlich. Eines der größten Hindernisse bei der Beschreibung von Reaktionen an der Metall-Schlacke- oder Schlacke-Gas-Grenzfläche ist das begrenzte Vorhandensein genauer Werte thermodynamischer Aktivitäten reaktiver Spezies in der Schlacke. Die berechneten Aktivitäten einer FactSage®-Modellierung entsprechen einer guten Näherung, basieren jedoch auf thermodynamischen Daten früherer Experimente sowie theoretischer Modelle und Optimierungen. Durch Messfehler oder Ungenauigkeiten in publizierten Arbeiten bzw. der Datenoptimierung von thermodynamischen Funktionen kann eine Abweichung der berechneten Aktivitäten von realen Werten auftreten. Durch die geschaffenen Möglichkeiten zur experimentellen Bestimmung des Diffusionskoeffizienten und der thermodynamischen Aktivität von verschiedenen Schlackenbildnern bzw. generell von Oxiden in Schlacken, können die ermittelten Daten in Prozessmodelle implementiert werden und erlauben dadurch eine genauere Modellierung. So können Maßnahmen definiert und bewertet werden, um die Effizienz und Produktivität metallurgischer Vorgänge zu steigern, was die Einsparung von Energie und Produktionszeit ermöglicht, zur Ressourcenschonung beiträgt und somit zu einer Kostenreduktion führen kann.

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2021/22

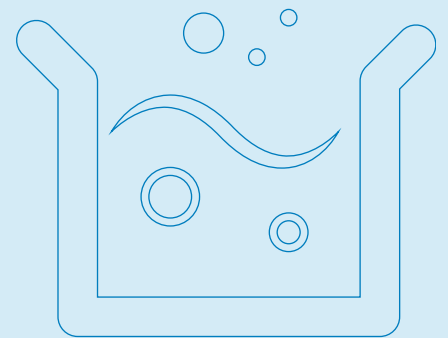
Vermeidung von Rissbildungen beim Stranggießen von Stahl

(Arbeitspaket im Projekt 2.3 „Thermomechanical modelling of continuous casting and hot rolling“)

Projekt 2.3 ist fokussiert auf die Bestimmung der Wechselwirkungen unterschiedlicher Einflussfaktoren auf die Oberflächenrissbildung und die Bestimmung der Rissanfälligkeit von Stahlgüten. Dabei wird das Ausscheidungsverhalten von Metallen beim Stranggießprozess durch Simulation und Experimente untersucht, welche durch die Implementierung von Modellen zur Korngrenzensegregation und Porennukleation unterstützt werden. Zudem verifiziert ein Arbeitspaket des Projekts den Einfluss thermomechanischer Effekte auf den Hochtemperatur-Duktilitätsverlauf verschiedener mikrolegierter Stähle. Darauf wird in dieser Erfolgsgeschichte eingegangen.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Der Stranggussprozess (siehe Abb. 14) ist das weltweit am häufigsten eingesetzte Stahlherstellungsverfahren. Während dieses Prozesses können Defekte in den produzierten Halbzeugen, sogenannten Brammen, auftreten, die nicht einfach repariert werden können und folglich die Kosten und CO₂-Emissionen erhöhen. Daher ist die Untersuchung des Warmduktilitätsverhaltens verschiedener Legierungen wichtig, um die Bildung von Defekten zu vermeiden. Darauf liegt der Fokus der aktuellen Arbeiten des Arbeitspakets 3 im COMET Projekt 2.3. Im Speziellen wird das Verhalten mikrolegierter Stähle (geringer Gehalt an Kohlenstoff und anderen Legierungselementen) untersucht. Dabei wurden zwei verschiedene Legierungen verglichen. Der Unterschied zwischen den beiden lag hauptsächlich in den Gehalten an Chrom, Schwefel, Nickel, Titan, Vanadium und Bor. Diese Arbeit erfolgt in



Zusammenarbeit mit den Projektmitgliedern voestalpine Stahl GmbH, Primetals Technologies Austria GmbH und der Technischen Universität Graz (Institut für Werkstoffkunde, Fügechnik und Umformtechnik).

Die Untersuchungen zielten darauf ab, das Warmduktilitätsverhalten unter verschiedenen Parametern für beide Stähle und die Ursachen für den Duktilitätsabfall und die Rissbildung zu verstehen. Dazu wurden Warmzugversuche mit in-situ-Aufschmelzen der Proben bei unterschiedlichen Dehnraten und Haltezeiten durchgeführt. Die Experimente wurden mit numerischen Simulationen

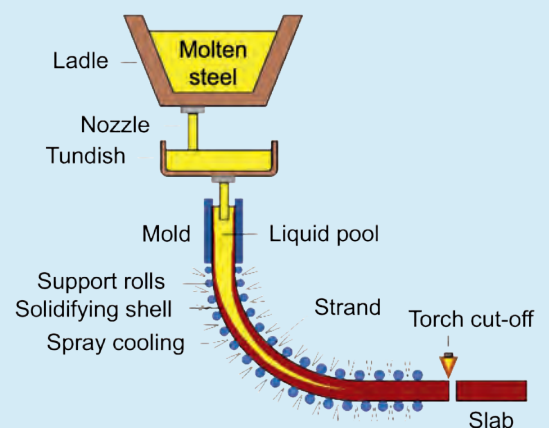


Abb. 14: Schematische Darstellung des Stranggießprozesses.
Quelle: K1-MET

AREA2

HIGHLIGHT

ergänzt, um mehr Informationen über die Ausscheidungskinetik von beiden Stählen zu erhalten. Darüber hinaus ermöglichte eine Kooperation mit der University of New South Wales in Sydney (Australien) im Zuge eines outgoing research stays weitere Untersuchungen mit dem Rasterelektronenmikroskop und dem Transmissionselektronenmikroskop. Dort wurde an der Analyse der Korngröße und der gebildeten Ausscheidungen gearbeitet (Details finden sich im Abschnitt „Internationale Aktivitäten“ dieses Geschäftsberichts). Die ermittelten Ergebnisse waren entscheidend für das bessere Verständnis des beobachteten thermomechanischen Verhaltens.

Wirkungen und Effekte

Die Warmduktilität von Stählen wird i. d. R. durch Heißzugversuche ermittelt, da diese Prüfmethode nachweislich eine der besten Annäherungen ermöglicht. Die Heißduktilitätskurve wird mithilfe der Flächenreduktion (reduction in area, RA) bestimmt. Die Ergebnisse werden auf der Grundlage des 40 % Mindest-RA-Werts bewertet, der als Schwellenwert für gute Duktilität definiert wird. Das Problem von Transversalrissen in stranggegossenen Brammen wird seit vielen Jahren mit unterschiedlichen Ansätzen behandelt. Die Rissbildung tritt auf, wenn die Warmduktilität der zu gießenden Legierung während der Biege- und Richtvorgänge beim Stranggießprozess zu niedrig ist. Daher sollte die Duktilität von mikrolegierten Stählen durch Parameter wie kritische Temperaturen, Gießgeschwindigkeit und Abkühlrate für einen effektiveren Produktionsprozess verbessert werden. Der kritische Temperaturbereich, in dem die Duktilität unter 40 % liegt (zweites Duktilitätsminimum) ist meist zwischen 700 und 1 000 °C und variiert mit der Zusammensetzung der Stahllegierung und Prüfparametern wie der Dehnungs- und der Abkühlgeschwindigkeit. Die Ergebnisse des Arbeitspakets zeigten, dass Stahl mit geringeren Anteilen an Legierungselementen eine schlechtere Duktilität aufweist, insbesondere zwischen 700 – 850 °C. Dieser Temperaturbereich sollte während des Prozesses vermieden werden, da der Strang stärkeren Belastungen ausgesetzt ist, wie z. B. beim Richten und Biegen. Eine geringere Duktilität, kombiniert mit vermehrten Spannungen und Dehnungen, kann zu unerwünschten Defekten führen. Der zweite analysierte Stahl zeigte eine bessere Duktilität. Der Grund für diesen Unterschied wurde untersucht, um die Ursachen der Verschlechterung (oder Verbesserung) der Duktilität in diesen Stählen zu verstehen. Einer der Gründe für die bessere Duktilität des zweiten untersuchten Stahls waren der höhere Borgehalt und Titangehalt sowie der niedrigere

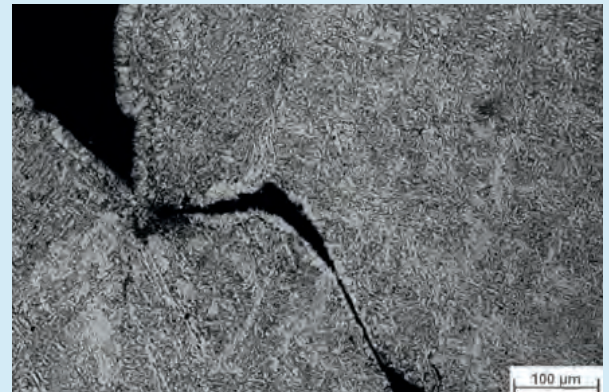


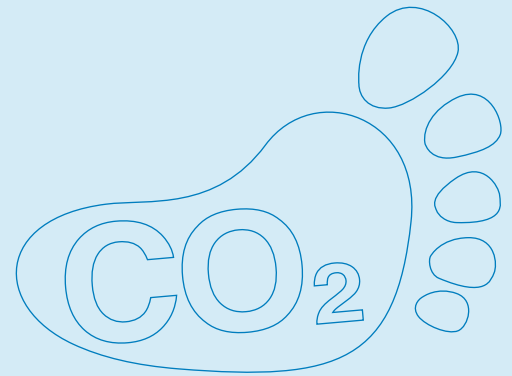
Abb. 15: Rissbildung entlang der Ferritsäume an den Korngrenzen. Quelle: K1-MET/TU Graz

Schwefelgehalt. Die Zugabe von Titan vermeidet die Bildung von Bornitriden, womit das Bor gelöst bleibt. Somit wird der Widerstand gegen Korngrenzengleiten erhöht und auch die Bildung von Ferritfilmen an Korngrenzen verzögert (schädlich für die Duktilität, siehe Abb. 15). Ein geringerer Schwefelgehalt ist vorteilhaft, da Mangansulfidbildung schädlich sein kann. Die Mikrostrukturanalyse bestätigte diese Ergebnisse.

Weiters interessant für die mechanischen Eigenschaften ist jene Korngröße, bei der die Verformung des Stahlstrangs auftritt. Größere Austenitkörner können sich nachteilig auf die Duktilität aufgrund der leichteren Rissausbreitung auswirken. Verschiedene Messmethoden der vor der Verformung existierenden Austenitkörner sind bekannt. Eine Reihe experimenteller Methoden werden angewandt, welche den Einfluss von Legierungszusätzen, Dehnungsgeschwindigkeit sowie Korngröße auf die Duktilität untersuchen. Durch den gewählten thermischen Zyklus beim Stranggießen, insbesondere die Temperatur, welche die Zugproben vor der Abkühlung und Dehnung bis zum Versagen erreichen, ist eine essenzielle Kenngröße zur Bewertung der Duktilität. Begleitend zu den Experimenten und aufwändigen mikroskopischen Analysen wurden theoretische MatCalc-Simulationen durchgeführt. Diese sagten zwar nicht immer die experimentellen Beobachtungen vollständig vorher, aber konnten jedoch als sehr nützliches Werkzeug genutzt werden.

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2021/22



SuSteel: Sustainable Steel with hydrogen plasma

(Entwicklung aus dem Projekt 3.1 „Fundamentals of hydrogen reduction“ und dem Projekt 3.5 „Operational optimization of hydrogen plasma smelting reduction“)

Der globale Klimawandel erfordert Maßnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen in allen Bereichen. Grundsätzlich gibt es zwei Wege, nämlich den Ersatz von Kohlenstoff durch alternative Reduktionsmittel (CDA – Carbon Direct Avoidance) und einen reduzierten Einsatz von Kohlenstoffträgern bzw. Nutzung von entstehendem CO₂ (SCU – Smart Carbon Usage). Im Fall CDA ist Wasserstoff das einzig technisch sinnvolle Ersatzreduktionsmittel für Kohlenstoff. Das Ziel der Projekte 3.1 und 3.5 ist die Weiterentwicklung eines Verfahrens zur direkten Herstellung von Rohstahl aus Feinerzen mittels ionisiertem Wasserstoffs.

der aus molekularem Wasserstoff H₂ durch den Einsatz von elektrischer Energie generiert wird, erzeugen kann. Der Hintergrundgedanke liegt dabei darin, dass ionisierter Wasserstoff ein höheres Reduktionspotenzial als molekularer Wasserstoff aufweist. Die Verwendung feiner Eisenerze ist ein wichtiger Bestandteil, da die in einer integrierten Route notwendigen Agglomerationsprozesse wie Sintern oder Pelletieren entfallen. Dies führt zu einem entscheidenden energetischen Vorteil für den Prozess im Vergleich zur Produktions-

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Die Idee, Wasserstoff anstelle von Kohlenstoff als Reduktionsmittel für die Stahlerzeugung einzusetzen, ist nicht neu. Bereits in den 1970ern wurden erste Forschungsprojekte gestartet. 2021 wurde dann eine Versuchsanlage zur Wasserstoffplasmaschmelzreduktion, (kurz HPSR – steht für Hydrogen Plasma Smelting Reduction) in Kooperation mit der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie), voestalpine Stahl GmbH, voestalpine Stahl Donawitz GmbH und K1-MET GmbH in Betrieb genommen (siehe Abbildung 17). Diese HPSR-Anlage, die von der K1-MET GmbH am Standort der voestalpine Stahl Donawitz GmbH betrieben wird, hat ein Schmelzvolumen von ~100 kg Stahl pro Batch-Versuch.

Der HPSR-Prozess ist eine Technologie, die Stahl in einem Schritt aus Feineisenerzen mithilfe von ionisiertem Wasserstoff (H⁺, H²⁺, H³⁺),

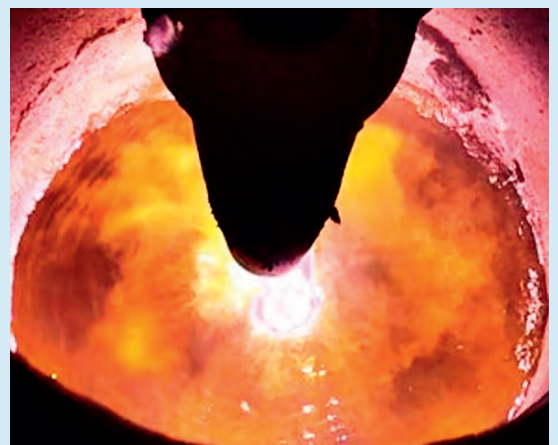


Abb. 16: Blick in das Schmelzbad im HPSR-Reaktor.
Quelle: K1-MET

AREA 3

HIGHLIGHT



Abb. 17: HPSR-Pilotanlage. Quelle: voestalpine Stahl Donawitz GmbH

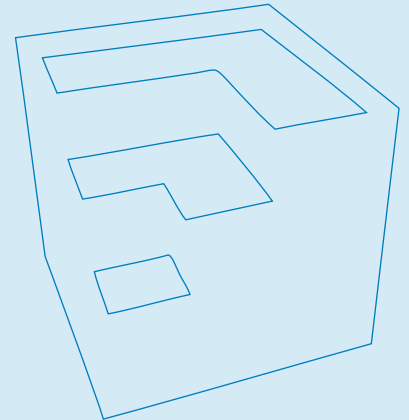
route via Hochofen und LD-Konverter. Grundlage für die Prozessentwicklung bildeten zahlreiche Laborversuche an der Montanuniversität Leoben. Diese lieferten den Nachweis des Funktionsprinzips und legten den Grundstein für den bisherigen Erfolg. 2017 startete das ambitionierte Projekt zur Dekarbonisierung der Stahlindustrie in die Konzipierungs- und Planungsphase. Bereits zu diesem Zeitpunkt war klar, dass die geforderte 80 – 95 % verringerte CO₂-Emission, welche heute für die Klimaneutralität der EU im Green Deal bis 2050 vorgegeben ist, durch die Anwendung dieses Prozesses möglich ist. Erste Testläufe der Anlage im März 2021 zeigten, dass diese Technologie auch im größeren Maßstab umsetzbar ist. Versuche mit unterschiedlichen Plasmagasen (Argon, Stickstoff) sind erfolgt, wobei die Eignung von Stickstoff als kostengünstigere Alternative im Vergleich zu Argon nachgewiesen werden konnte. Ein stabiler Plasmabogen konnte in den bisherigen Versuchskampagnen ebenfalls bereits realisiert werden (Blick in den Reaktor, siehe Abbildung 16). Derzeit wird vor allem an einer Erhöhung der Wasserstoffausnutzung sowie an einer Verringerung des Feuerfestverschleißes gearbeitet. Zudem wurden Arbeiten in Richtung eines semi-kontinuierlichen Betriebs begonnen.

Wirkungen und Effekte

Generell liegt im Bereich der Dekarbonisierung der Stahlindustrie ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt auf neuen eisenerzbasierten Routen, wo Kohlenstoff durch Wasserstoff ersetzt wird. Der HPSR-Prozess liefert eine mögliche Lösung für eine künftig klimaneutrale Stahlerzeugung. Das Prinzip der direkten Vermeidung von Kohlenstoff als Einsatzstoff im Verfahren garantiert eine nachhaltige und klimaschonende Alternative zum derzeitigen Stahlherstellungsprozess über die kohlenstoffbasierte Route Hochofen-Konverter. Neben den ökologisch vorteilhaften Aspekten des Prozesses ist die Wirtschaftlichkeit einer vollintegrierten Anlage im Industriemaßstab einer der Kernpunkte für den Einsatz der HPSR-Technologie. Durch den Wegfall vorgeschalteter Prozesse zur Agglomeration des Feinerzes, die Herstellung von Stahl in nur einem Schritt sowie die Etablierung eines wasserstoffbasierten Energiesystems, stehen die Chancen gut, dass auch die ökonomischen Vorteile des Prozesses in Zukunft für den Einsatz der Technologie sprechen.

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2021/22



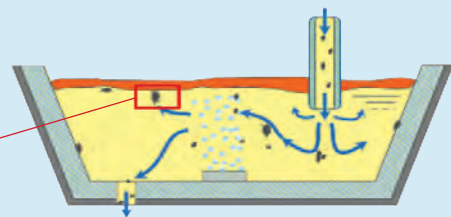
Verhalten von Einschlüssen an der Grenzschicht zwischen Stahl und Schlacke

(Arbeitspaket im Projekt 4.1 „Tundish and mold modelling“)

Beim Stranggießprozess sorgt ein Vorratsbehälter (Tundish) für die kontinuierliche Beschickung der Kokille mit flüssigem Stahl, in dem die Schmelze über ein Tauchrohr in die Kokille aufgegeben wird, welches ein Spritzen unterbindet und ein günstiges Strömungsfeld innerhalb der Kokille erzeugt. Da die Anforderungen an die Produktqualität stetig steigen, werden immer strengere Analysen und bessere Prozesskontrollverfahren erforderlich. Aufgelöste Simulationen von Grenzschichtphänomenen, die im Rahmen des COMET-Projektes 4.1 entwickelt werden, können bei der Bewertung von Lösungen zur Entfernung nichtmetallischer Einschlüsse unterstützen.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Der Reinheitsgrad von Stahl hat großen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts und hat mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. Eine wichtige Strategie zur Kontrolle der Stahlreinheit ist die Entfernung nichtmetallischer Einschlüsse aus dem geschmolzenen Stahl, indem diese in die Schlackenschicht transferiert werden, welche das Stahlbad im Verteiler bedeckt (siehe Abbildung 18). Die Abscheidung der Einschlüsse beeinflusst



Motivation

- Overestimation on removal efficiency due to neglecting interfacial separation
- Separated/trapped affect dissolution kinetics
- Inclusion re-entrainment from interface
- Less studied comparing to flow field and particle tracking

Abb. 18: Schematische Darstellung der Entfernung nichtmetallischer Einschlüsse durch Schlackenabsorption in einem industriellen Tundish. Quelle: JKU Linz/K1-MET

AREA4

HIGHLIGHT

nicht nur die Lösungskinetik, sondern auch die weitere Mitführung der Einschlüsse, die zu einer sekundären Stahlkontaminierung führen kann. Die Untersuchung der Abscheidung nichtmetallischer Einschlüsse an einer Grenzfläche wurde bisher jedoch 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 jedoch essenziell für eine Kontrolle des Reinheitsgrades von Stahl.

Der Fokus der Studien im COMET Projekt 4.1 liegt auf der Dynamik der sphärischen Einschlusspartikel und deren Wechselwirkung mit der Fluid-Grenzschicht. Mit der Volume-of-Fluid-(VOF)-Simulationsmethode wird die dynamische Teilchenbewegung an der Grenzschicht numerisch berechnet und das Verhalten des Meniskus erfolgreich dargestellt. Außerdem werden die Mechanismen der Abscheidung an der Grenzschicht durch eine Parameterstudie quantifiziert. Dimensionslose Zahlen wie Weber-Zahl (We) und Kapillarzahl (Ca) erlauben eine Vorhersage über die Abscheidung in die Schlacke oder den Verbleib an der Grenzschicht eines Teilchens (siehe Abb. 19). In der Abbildung wird mit der dicken schwarzen Linie auch die Grenze beschrieben, bei der das Partikel, d. h. der nichtmetallische Einschluss in die Schlacke übergeht, nämlich genau dann, wenn die Beziehung $(We + 7 \times Ca)$ den Wert 0,85 überschreitet.

Wirkungen und Effekte

Der Vorgang der 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 Auflösen der Einschlüsse in der Schlacke. Da die Einschlüsse eine geringere Dichte als Stahl haben, steigen sie aufgrund des Auftriebs zur Schmelzoberfläche auf. 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-

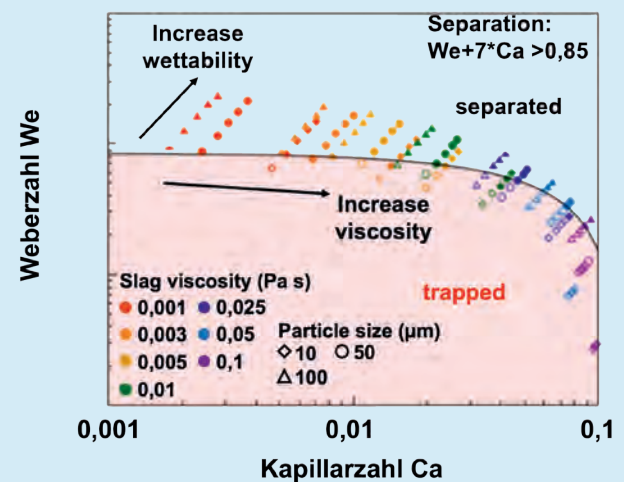
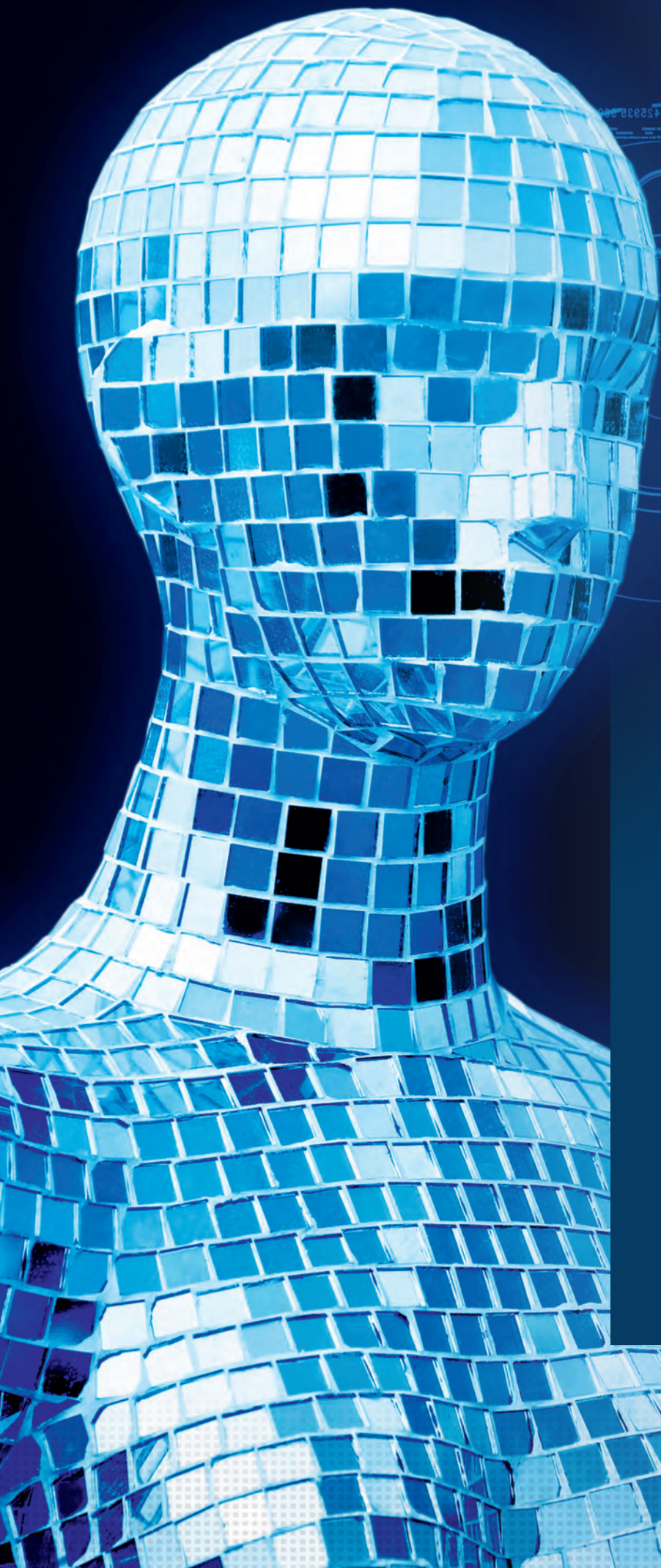


Abb. 19: Phasendiagramm des Partikelverhaltens (Weber-Zahl vs. Kapillarzahl). Quelle: JKU Linz/K1-MET

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 z. B. die Wiederaufnahme von Einschlüssen in die Stahlschmelze zu verhindern. 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 Strangguss-Prozess 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 ist es, ein besseres Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen der involvierten physikalischen Effekte zu erlangen und Methoden zur Verfügung zu stellen, um industrierelevante Probleme zu simulieren.



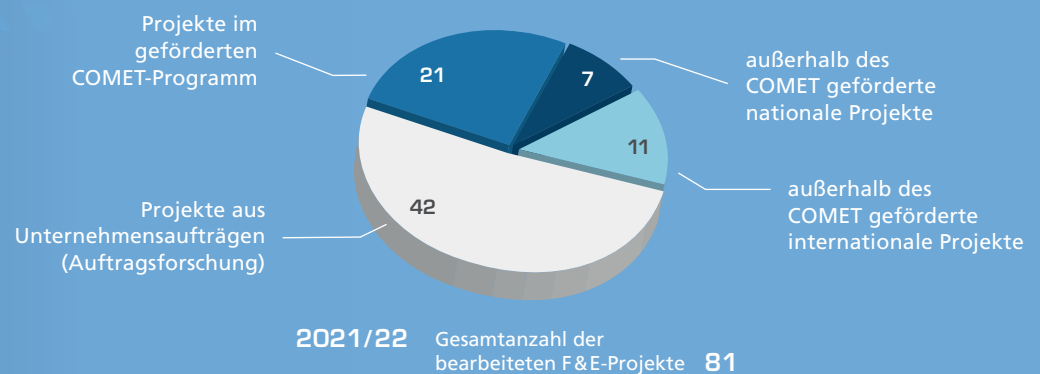
WISSENS

BILANZ DER K1-MET

Für all die erfolgreichen Aktivitäten innerhalb der K1-MET GmbH sind sie verantwortlich, unsere Forscher:innen, die mit ihrem Talent, Wissen und ihrem Engagement die Arbeiten vorantreiben. Die Ergebnisse werden durch zahlreiche Publikationen – das sind Konferenzbeiträge, Beiträge in Fachbüchern und Fachzeitschriften – sowie über akademische Abschlussarbeiten verbreitet. Diese unterstreichen die Bedeutung der K1-MET GmbH für die heimische metallurgische Industrie.

Programm- und Auftragsforschung

Im Geschäftsjahr 2021/22 wurde in insgesamt 81 F&E-Projekten (singlefirm- und multi-firm-Projekten) geforscht. Außerhalb des geförderten COMET-Programms wurden im siebten Geschäftsjahr insgesamt sieben Projekte aus anderen Förderschienen der FFG realisiert. Zudem konnte die K1-MET GmbH mit der Teilnahme an den EU-Projekten SMARTER und OPTIMO (Details siehe Abschnitt „Internationale Aktivitäten“ dieses Geschäftsberichts) eine weitere internationale F&E-Tätigkeit starten. Insgesamt war die K1-MET GmbH somit an 11 internationalen Projekten beteiligt. Zusätzlich wurden aus Unternehmensaufträgen 42 Projekte bearbeitet. Somit 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 2021/22 (Stichtag 30.06.2022) zählte die Belegschaft der K1-MET GmbH 78 Personen (64,21 Personenjahre). Der Anteil an Forscher:innen beträgt 89,88 % (68 Köpfe mit 57,71 Personenjahren, davon 26 weibliche Forscherinnen und 42 männliche Forscher) und umfasst folgende akademische Bereiche: Metallurgie, Verfahrenstechnik, Chemie, Physik, Informatik (Computational Engineering mit Schwerpunkten Netzwerktechnik und Simulation) und Mechatronik. Der Anteil an Akademiker:innen beträgt 85,04 %.

	Personenjahre	Köpfe	Anteil [%]
TOTAL	64,21 / 64,98*	78 / 75*	100,00 / 100,00*
davon weiblich	24,84 / 25,18	32 / 29	38,69 / 38,75
davon männlich	39,37 / 39,80	46 / 46	61,31 / 61,25
Administration	6,50 / 7,29	10 / 10	10,12 / 11,22
davon weiblich	3,66 / 4,45	6 / 6	56,34 / 61,09
davon männlich	2,84 / 2,84	4 / 4	43,66 / 38,91
Wissenschaftliche Belegschaft	57,71 / 57,69	68 / 65	89,88 / 88,78
davon weiblich	21,18 / 20,73	26 / 23	36,70 / 35,93
davon männlich	36,53 / 36,96	42 / 42	63,30 / 64,07

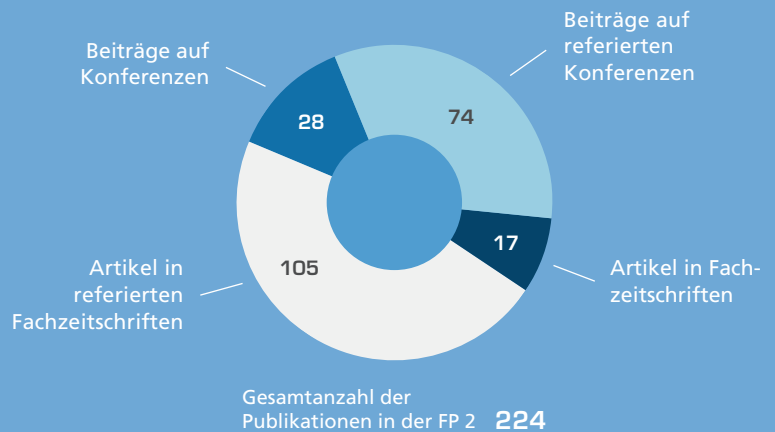
* Vorjahreszahlen

WISSENS

BILANZ DER K1-MET

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 2021/22 unterstrichen 107 Publikationen (Journalartikel, Konferenzen) sowie eine Reihe akademischer Arbeiten die wissenschaftliche Exzellenz der K1-MET GmbH. Insgesamt gab es seit Beginn der 2. Förderperiode (01.07.2019) somit bereits 224 Publikationen. Sämtliche open-access publizierte Journalartikel können von der Website der K1-MET GmbH (Rubrik Publikationen / Articles) heruntergeladen



Wissenschaftlichkeit	2021/22	2020/21	2019/20
Anzahl der angemeldeten Patente	0	4	2
Abgeschlossene Dissertationen	4	3	11
Abgeschlossene Masterarbeiten	18	11	7
Abgeschlossene Bakkalaureatsarbeiten	4	8	4

werden. Ein Artikel aus dem peer-reviewed journal „Metals“, der unter der Leitung der K1-MET GmbH (Arealeiter Dr. Johannes Rieger) als Kooperation aus Mitgliedern der Focus Group Circular Economy der European Steel Technology Platform (ESTEP) verfasst wurde, schaffte es unter die 12 „most viewed papers“ des Jahres 2021.

Artikel in referierten Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Cheremisina, E., Schenk, J., Nilica, R., Viertauer, A., Rössler, R.	Evaluation of dissolution rate and behavior of MgO carriers for primary and secondary metallurgical slag systems	Metallurgical and Material Transactions B	52 (5) / 2021 / 2939 – 2950
Cheremisina, E., Gao, X., Ueda, S., Kitamura, S., Yamashina, R., Schenk, J.	Experimental determination of MnO activity coefficient in high-manganese slag using chemical equilibrium method	Metals	11 (8) / 2021 / paper no. 1190
Rieger, J., Colla, V., Matino, I., Thaler, C., Voraberger, B., Fenzl, T.	Residue valorization in the iron and steel industries: sustainable solutions for a cleaner and more competitive future Europe	Metals	11 (8) / 2021 / paper no. 1202
Lohmeier, L., Thaler, C., Harris, C., Wollenberg, R., Schröder, H.-W., Brauer, A. S.	Use of bentonite and organic binders in the briquetting of particulate residues from the MIDREX process for improving the thermal stability and reducibility of the briquettes	Steel Research International	92 (11) / 2021 / paper no. 2100210
You, D., Bernhard, C., Mayerhofer, A., Michelich, S. K.	Influence of slag viscosity and composition on the inclusion content in steel	ISIJ International	61 (12) / 2021 / 2991 – 2997
Ogris, D. M., Gamsjäger, E.	Heat capacities and standard entropies and enthalpies of some compounds essential for steelmaking and refractory design approximated by Debye-Einstein integrals	Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry (CALPHAD)	75 / 2021 / paper no. 102345

Artikel in referierten Fachzeitschriften – Fortsetzung

Autoren	Titel	Steel Research International	Ausgabe / Jahr / Seiten
Kölbl, N.	New mold slag compositions for the continuous casting of soft steels	Steel Research International	90 (3) / 2021 / paper no. 2100165
Marschall, I., Harmuth, H.	Investigation of calcium-aluminate-based mold flux of different compositions	Steel Research International	90 (3) / 2021 / paper no. 2100187
Sasiain Conde, A., Rechberger, K., Spanlang, A., Wolfmeir, H., Harris, C.	Decarbonization of the steel industry: a techno-economic analysis	Matériaux & Techniques	109 (3 – 4) / 2021 / paper no. 305
Soleimani, S., Lehner, M.	Catalytic tri-reforming of methane using flue gas from energy intensive processes for synthesis gas production	Journal of Oil, Gas and Petrochemical Technology	8 (2) / 2021
Spiess, S., Kucera, J., Seelajaroen, H., Sasiain Conde, A., Thallner, S., Kremser, K., Novak, D., Guebitz, G. M., Haberbauer, M.	Impact of carbon felt electrode pretreatment on anodic biofilm composition in microbial electrolysis cells	Biosensors	11 / 2021 / paper no. 170
Zheng, H., Spreitzer, D., Wolfinger, T., Schenk, J., Xu, R.	Effect of a prior oxidation on the reduction behavior of magnetite-based iron ore during hydrogen-induced fluidized bed reduction	Metallurgical and Material Transactions B	52 (4) / 2021 / pp. 1955 – 1971
Barati, H., Wu, M., Michelic, S., Ilie, S., Kharicha, A., Ludwig, A., Kang, Y.-B.	Mathematical modeling of the early stage of clogging of the SEN during continuous casting of Ti-ULC steel	Metallurgical and Material Transactions B	52 / 2021 / 4167 – 4178
Saeedipour, M., Schneiderbauer, S.	Favre-filtered LES-VOF of two-phase flows with eddy viscosity-based subgrid closure models: An a-posteriori analysis	International Journal of Multiphase Flow	144 / 2021 / paper no. 103780
Wartha, E.-M., Bösenhofer, M., Harasek, M.	Importance of considering interstitial fluid effects in the kinetic theory of granular flow for raceway formation prediction	Chemical Engineering Science	247 / 2021 / paper no. 117026
Rauchenzauner, S., Schneiderbauer, S.	A dynamic multiphase turbulence model for coarse-grid simulations of fluidized gas-particle suspensions	Chemical Engineering Science	247 / 2021 / paper no. 117104
Wartha, E.-M., Bösenhofer, M., Harasek, M.	Enhanced kinetic model identification for gas-solid reactions through Computational Fluid Dynamics	Chemical Engineering Journal	430 (2) / 2021 / paper no. 132850
Lesiak, S., Cheremisinina, E., Rieger, J., Schenk, J., Firsbach, F., Johnson, W., Chopin, T., Nispel, M.	Calcination condition of dolomite-based materials influencing static dissolution in synthetic EAF slag	Steel Research International	93 (5) / 2022 / paper no. 2100675
Kremser, K., Thallner, S., Spieß, S., Kucera, K., Vaculovic, T., Všianský, D., Haberbauer, M., Guebitz, G. M.	Bioleaching and selective precipitation for metal recovery from Basic Oxygen Furnace slag	Processes	10 (3) / 2022 / paper no. 576
Ogris, D., Gamsjäger, E.	Numerical treatment of oxide particle dissolution in multi-component slags with local Gibbs energy minimization	Steel Research International	93 (8) / 2022, paper no. 2200056
Cappel, J., Ahrenhold, F., Egger, M. W., Hiebler, H., Schenk, J.	70 years LD steelmaking – quo vadis?	Metals	Vol. 12 (6) / 2022 / paper no. 912
Gontijo, M., Hoflehner, C., Ilie, S., Six, J., Sommitsch, C.	Analysis of transverse corner cracks from continuous casting process and comparison to laboratory experiments	European Journal of Materials	2 (1) / 2022 / 222 – 233
Marschall, I., Harmuth, H., Kircher, V.	Significance of an inclined plane test for mould slag assessment	La Metallurgia Italiana	113 (1) / 2022 / 14 – 22
Vargas Hernandez, M., Mapelli, C., Cho, J., Kölbl, N., Marschall, I., Alloni, M., Carli, R.	Neuromelt model for estimating mold flux melting behaviour	La Metallurgia Italiana	113 (1) / 2022 / 23 – 31
Krobath, R., Bernhard, C.	Quantification of critical parameters for prediction of surface crack formation in continuous casting	La Metallurgia Italiana	113 (4) / 2022 / 20 – 38
Kölbl, N.	Melting rate determination of mold powders: continuous casting process versus laboratory conditions	Frontiers in Materials	9 / 2022 / paper no. 881168

Artikel in referierten Fachzeitschriften – Fortsetzung

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Schneider, R., Wiesinger, V., Gelder, S., Mitchell, A., David, D.	Effect of different remelting parameters on slag temperature and energy consumption during ESR	ISIJ International	62 (6) / 2022 / 1199 – 1210
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
Ernst, D., Zarl, M. A., Cejka, J., Schenk, J.	A new methodological approach on the characterization of optimal charging rates at the hydrogen plasma smelting reduction process part 2: Results	Materials	15 (12) / 2022 / paper no. 4065
Niel, J., Weiss, B., Wukovits, W.	Model of an iron ore sinter plant with selective waste gas recirculation	Carbon Resources Conversion	5 (1) / 2022 / 71 – 83
Wolfinger, T., Spreitzer, D., Zheng, H., Schenk, J.	Influence of a prior oxidation on the reduction behavior of magnetite iron ore ultra-fines using hydrogen	Metallurgical and Material Transactions B	53 (1) / 2022 / 14 – 28
Zheng, H., Schenk, J., Xu, R., Daghighaleh, O., Spreitzer, D., Wolfinger, T., Kapelyushin, Y.	Surface morphology and structural evolution of magnetite-based iron ore fines during the oxidation	Metallurgical and Material Transactions B	53 (3) / 2022 / 1644 – 1660
Zheng, H., Daghighaleh, 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
Wolfinger, T., Spreitzer, D., Schenk, J.	Analysis of the usability of iron ore ultra-fines for the hydrogen-based fluidized bed direct reduction – a review	Materials	15 (7) / 2022 / paper no. 2687
Wolfinger, T., Spreitzer, D., Schenk, J.	Using iron ore ultra-fines for hydrogen-based fluidized bed direct reduction – a mathematical evaluation	Materials	15 (11) / 2022 / paper no. 3943
Zhang, X., Pirker, S., Saeedipour, M.	Numerical investigation of particle motion at the steel-slag interface in continuous casting using VOF method and dynamic overset grids	Experimental and Computational Multiphase Flow	5 (2) / 2022 / 178 – 181
Michelic, S., Bernhard, C.	Significance of non-metallic inclusions for the clogging phenomenon in continuous casting of steels – A review	Steel Research International	93 (7) / 2022 / paper no. 2200086
Javurek, M., Brummayer, M., Wincor, R.	Turbulent flow measurements in continuous steel casting mold water model	Materials Today: Proceedings	62 (5) / 2022 / 2581 – 2586
Saeedipour, M., Pirker, S.,	Analysis of hysteresis in the regime transition of cocurrent liquid-gas flow	Steel Research International	93 (12) / 2022 / paper no. 2100800
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
Bösenhofer, M., Pichler, M., Harasek, M.	Heat transfer models for dense pulverized particle jets	Processes	10 (2) / 2022 / paper no. 238
Schneiderbauer, S., Saeedipour, M.	The impact of interphase forces on the modulation of turbulence in multiphase flows	Acta Mechanica Sinica	38 / 2022 / paper no. 721446
Pichler, M., Bösenhofer, M., Harasek, M.	Dataset for the heat-up and heat transfer towards single particles and synthetic particle clusters from particle-resolved CFD simulations	Data	7 (2) / 2022 / paper no. 23
Kronlachner, T., Pirker, S., Lichtenegger, T.	A block-movement-based analysis for cohesive powders in a rotating drum experiment	Powder Technology	399 / 2022 / paper no. 117209
Lichtenegger, T., Abbasi, S., Pirker, S.	Transport in turbulent, recurrent flows: Time-extrapolation and statistical symmetrization	Chemical Engineering Science	259 / 2022 / paper no. 117795

Artikel in Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Gontijo, M., Hoflehner, C., Ilie, S., Six, J., Sommitsch, C.	Comparison of hot ductility behavior of low alloy steels with different B-, Cr-, Ni- Ti-content	Proceedings 30 th International Conference on Metallurgy and Materials (METAL)	2021 / 385 – 390

Beiträge auf referierten Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Lampl, D., Lanzerstorfer, C.	The porosity of iron ore sinter	16. Minisymposium Verfahrenstechnik / Wien / 2020
Scheiber, S., Cheremisina, E., Rieger, J., Schenk, J., Firsbach, F., Johnson, B., Nispel, M.	Influence of calcination condition on the dissolution behaviour of lime in synthetic slags	5 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Stockholm / 2021
Krobath, R., Bernhard, C.	The impact of varying deformation parameters on the surface ductility	5 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Stockholm / 2021
Barna, M., Wimmer, P., Lindlbauer, F.	Numeric simulation of the liquid steel flow in the secondary cooling zone of a slab caster induced by in roll stirrers	5 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Stockholm / 2021
Najafian Ashrafi, B., Barna, M., Wimmer, P.	Numerical simulation of electromagnetic field impact on turbulent flow in the mold region of a slab caster with three different casting speeds	5 th European Steel Technology and Application Days (ESTAD) / Stockholm / 2021
Reiter, W., Lasser, M., Rieger, J., Thaler, C., Raupenstrauch, H.	Recycling of steel mill dusts with the RecoDust process – scale-up of a pilot plant	12 th World Congress and Expo on Recycling / online Event / 2021
Lanzerstorfer, C.	Improved in-plant dust recycling in integrated steel mills with focus on zinc	International Conference on Resource Sustainability (icRS) / online Event / 2021
Felkl, L., Stelter, M., Charitos, A.	Investigation of the hydrogen solubility in liquid copper for usage as reducing agent in secondary copper production	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
Ogris, D. M., Gamsjäger, E., Schenk, J.	Thermodynamic and kinetic modelling of the dissolution process of lime particles in BOF slags	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
You, D., Bernhard, C., Mayer, P., Fasching, J., Klösch, G., Rössler, R., Ammer, R.	Simulation of the reactions in the ladle during the BOF steel tapping	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
Gontijo, M., Hoflehner, C., Ilie, S., Six, J., Sommitsch, C.	Analysis of transverse corner cracks from continuous casting process and comparison to laboratory experiments	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
Zarl, M. A., Schenk, J., Sormann, A., Ernst, D.	Steelmakers at the crossroad to green steel: "hydrogen meets future steelmaking"	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
Wolfinger, T., Spreitzer, D., Zheng, H., Schenk, J.	Reduction performance of pre-oxidized magnetite iron ore ultra-fines with hydrogen	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
Barati, H., Wu, M., Michelic, S., Ilie, S., Kharicha, A., Ludwig, A.	Numerical modeling of SEN clogging considering chemical reaction on refractory surface during continuous casting of Ti-ULC	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
Mayerhofer, A., Thiele, K., Michelic, S.	Advanced inclusion analytics for the detailed characterization of micro and sub-micro multiphase particles	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / online Event / 2021
Gontijo, M., Hoflehner, C., Ilie, S., Six, J., Sommitsch, C.	Comparison of hot ductility behavior of low alloy steels with different B-, Cr-, Ni-Ti-content	30 th International Conference on Metallurgy and Materials (METAL) / online Event / 2021
Lanzerstorfer, C.	Speciation of iron, zinc, lead and calcium in blast furnace top-gas filter dust by sequential leaching	30 th International Conference on Metallurgy and Materials (METAL) / online Event / 2021
Dos Santos, G., Bernhard, C., Bernhard, C., Taferner, M., Preuler, L., Ilie, S.	An integrated approach for near process modelling of the continuous casting of steel	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Rath, A., Spijker, C., Raupenstrauch, H.	Implementation of a surface to surface model for implicitly solved multiple one- dimensional simulations	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Barati, H., Wu, M., Michelic, S., Ilie, S., Kharicha, A., Ludwig, A.	Simulation of SEN clogging during continuous casting of Ti-ULC steel using a combined model	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Javurek M., Wincor R.	Continuous casting mold flow with gas injection: comparison of physical and mathematical simulations	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Zhang, X., Pirker, S., Saeedipour, M.	On the removal of a spherical Al ₂ O ₃ inclusion at the steel-slag interface: a numerical study	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Saeedipour, M., Pirker, S.	Analysis of the hysteresis behavior in regime transition of co-current liquid-gas flow using computational fluid dynamics	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021

Beiträge auf referierten Konferenzen – Fortsetzung

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Najafian Ashrafi, B., Barna, M.	Flow control in continuous slab casting by local electromagnetic braking	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Doletschek, M., Vollmann, S., Harmuth, H.	Application of liquid-liquid mass transfer for a steel ladle	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Kiss, M. Bösenhofer, M. Schatzl, M., Harasek, M.	Species diffusion modeling in porous particles for metallurgical applications	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Bösenhofer, M., Hauzenberger, F., Feilmayr, C., Stocker, H., Schatzl, M., Harasek, M.	On the role of heat transfer in the thermo-chemical conversion of pulverized coal	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Pirker, S.	From real-time CFD simulations towards flow-based digital shadows of metallurgical processes	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Krobath, R., Bernhard, C.	Quantification of critical parameters for prediction of surface crack formation in continuous casting	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Estermann, P., Six, J., Ilie, S., Kozeschnik, E.	Simulation and validation of the precipitation mechanism responsible for the right flank of the ductility minimum	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Gontijo, M., Hoflehner, C., Ilie, S., Six, J., Sommitsch, C.	The influence of strain rate on hot ductility of a continuously cast Ti-Nb microalloyed steel	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Javurek, M., Wincor, R.	Bubbly mould flow in continuous slab casting: challenges for numerical flow simulations	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Barna, M., Javurek, M., Wimmer, P.	Numeric simulation of electromagnetic linear stirring for continuously cast steel slabs	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Rath, A., Spijker, C., Raupenstrauch, H.	Quick determination of the manufacturing performance of a direct-fired industrial furnace using an implicitly solved multiple 1D approach	Aachener Ofenbau- und Thermoprozess Kolloquium / Aachen / 2021
Javurek, M., Brummayer, M., Wincor, R.	Turbulent flow measurements in continuous steel casting mold water model	37 th Danubia Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics / online Event / 2021
Thiele, K., Ilie, S., Rössler, R., Penz, A., Michelic, S.	Tracing of non-metallic inclusions in secondary metallurgy by means of rare earth elements	ASIA Steel Conference / Gyeongju / 2021
Wartha, E.-M., Bösenhofer, H., Harsk, M.	Combining an implicit solution with an explicit corrector step for the solution of the continuity equations in a two-fluid solver	14 th International Conference on CFD in Oil & Gas, Metallurgical and Process Industries (SINTEF) / Trondheim / 2021
Kiss, M. Bösenhofer, M. Schatzl, M., Harasek, M.	Particle resolved thermo-chemical conversion of pulverized coal clusters	VII International Conference on Particle-based Methods (Particles) / Hamburg / 2021
Haider, D., Quetschiner, D., Pirker, S.	Extension of transport based recurrence CFD to align physical and numerical diffusion in Lagrangian systems	VII International Conference on Particle-based Methods (Particles) / Hamburg / 2021
Lichtenegger, T., Pirker S.	Fast, data-assisted simulations of moving particles beds for long-term studies of heat transfer and chemical conversion	VII International Conference on Particle-based Methods (Particles) / Hamburg / 2021
Rauchenzauner, S., Schneiderbauer, S.	Spatially-averaged models for moderately dense gas-particle flows including a thermal energy balance	AIChE Annual Meeting / online Event / 2021
Lichtenegger, T.	Recurrence CFD: Data-assisted simulations of fluid-mechanical problems	9 th International Symposium on Recurrence Plots / Lublin / 2021
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	12 th Tooling Conference & Exhibition (Tooling) / Örebro / 2022
Ogris, D. M., Gamsjäger, E.	Modelling of lime dissolution in BOF slags using Gibbs energy minimization	Association for Iron & Steel Technology (AISTech) / Pittsburgh / 2022
Wartha, E.-M., Bösenhofer, M., Hauzenberger, F., Stocker, H., Feilmayr, C., Harasek, M.	Influence of raceway shape on species concentration	Association for Iron & Steel Technology (AISTech) / Pittsburgh / 2022
Swaminathan, S., Spijker, C., Raupenstrauch, H., Kofler, I., Koller, M.	Numerical analysis of an Industrial burner to reduce nitrogen oxide emissions	17 th UK Heat Transfer Conference (UKHTC) / Manchester / 2022
Swaminathan, S., Spijker, C., Raupenstrauch, H., Kofler, I., Gruber, M.	Numerical modelling of an industrial rotary kiln	13 th European Conference on Industrial Furnaces and Boilers / Algarve / 2022

Beiträge auf referierten Konferenzen – Fortsetzung

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Rath, A., Spijker, C., Raupenstrauch, H.	Improvement of implicitly solved, multiple 1d simulations of industrial furnaces in regard of property determination and usability	13 th European Conference on Industrial Furnaces and Boilers / Algarve / 2022
Maurer, W., Rechberger, P., Justl, M., Keuschnigg, R.	Parameterstudie zur Dimensionierung einer PV-Optimierten Wasserstoffversorgungsanlage	17. Symposium Energieinnovation (EnInnov) / Graz / 2022

Beiträge auf Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Marousek, L., Tripolt, A., Böhm, A., Pesl, J.	Agglomeration technology for circular materials in the secondary copper refining industry	International Raw Materials & Recycling Meeting / Bergamo + online / 2021
Hledik, C., Zeng, Y., Fürhacker, Götz, M.	Mercury (Hg) – an environmental pollutant emitted during sintering process	International Raw Materials & Recycling Meeting / Bergamo + online / 2021
Felkl, L.	Characterization of black copper as a phase	Gesellschaft der Metallurgen und Bergleute eV (GDMB), Expert Committee "Copper" / online Event / 2021
Felkl, L., Charitos, A.	Study of the hydrogen solubility in liquid copper in dependence of hydrogen partial pressure and process temperature	72. Berg- und Hüttenmännischer Tag (BHT) / online Event / 2021
Vargas Hernandez, M., Mapelli, C., Cho, J., Kölbl, N., Marschall, I., Alloni, M., Carli, R.	Break temperature measurement and an automated evaluation method	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Vargas Hernandez, M., Mapelli, C., Cho, J., Kölbl, N., Marschall, I., Alloni, M., Carli, R.	Neuromelt model for estimating mold flux melting behaviour	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Marschall, I., Harmuth, H.	Significance of an inclined plane test for mould slag assessment	10 th European Conference on Continuous Casting (ECCC) / Bari / 2021
Sormann, A., Schenk, J.	Dekarbonisierung in der Stahlindustrie	Iron Melting Conference and Exhibition / Saarbrücken / 2021
Niel, J., Weiss, B., Wukovits, W.	A new sinter plant model for flowsheet simulations	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Weiss, B., Tjaden, S.	Optimization of integrated steel plants operation using the M.SIMTOP strategic planning platform	9 th International Conference on Modeling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (STEELSIM) / Wien / 2021
Bösenhofer, M., Wartha, E.-M., Kiss, M., Harasek, M.	A generic Euler-Euler multi-phase chemistry framework for OpenFOAM®	18 th Multiphase Flow Conference and Short Course: Simulation, Experiment and Application / online Event / 2021
Dworak, S., Fellner, J., Draxler, M., Rieger, J., Beermann, M.	Schrottaufkommen in Europa und Einsatzmöglichkeiten in Österreich – Grenzen und Möglichkeiten eines vermehrten Schrotteinsatzes für die Produktion qualitativ hochwertiger Stahlprodukte	ASMET-Forum für Metallurgie und Werkstofftechnik / Leoben / 2022

Dissertationen / Masterarbeiten / Bakkalaureatsarbeiten

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Stückelschweiger, M. (Dissertation)	Mechanische Charakterisierung kohlenstoffhaltiger feuerfester Baustoffe bei hohen Temperaturen	Montanuniversität Leoben / 2021
Zarl, M. A. (Dissertation)	Ermittlung der Grundlagen für die Skalierung von Plasma-Schmelzreduktionsreaktoren für die Eisenherstellung	Montanuniversität Leoben / 2021
Hoflehner, C. (Dissertation)	Physical simulation of continuous casting and subsequent hot rolling – "BETA"	Technische Universität Graz / 2021

Dissertationen / Masterarbeiten / Bakkalaureatsarbeiten – Fortsetzung

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Spanlang, A. (Dissertation)	Process simulation of complex iron and steel making routes	Technische Universität Wien / 2021
Hledik, C. (Masterarbeit)	MEROS [®] dust quality of different plants and its potential further uses	BOKU Universität für Bodenkultur Wien / 2022
Zheng, Y. (Masterarbeit)	MEROS [®] dust treatment under consideration of toxic ingredients	BOKU Universität für Bodenkultur Wien / 2022
Mehofer, J. (Masterarbeit)	Optimierung der Versuchsanlage zur Auflösung anfallender Stoffe von der Abgasreinigungsanlage einer Sinteranlage	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2022
Cejjka, J. F. (Masterarbeit)	Parameterevaluierung für den kontinuierlichen Chargiervorgang von Eisenerzen und Zuschlägen im Wasserstoff-Plasma-Schmelzreduktionsprozess	Montanuniversität Leoben / 2021
Schweighofer, S. (Masterarbeit)	Experimentelle Untersuchung der Auswirkung des Kohlenstoffgehalts auf das Aufschmelzen von Gießpulvern	Montanuniversität Leoben / 2021
Bjelic, M. (Masterarbeit)	Zugabe von Pfannenschlacke zu Zementmörtel und ihre Auswirkung auf dessen Festigkeit	Montanuniversität Leoben / 2022
Farkas, M. (Masterarbeit)	Thermodynamische Simulation zur Systemauslegung von zukünftigen HPSR-Anlagen	Montanuniversität Leoben / 2022
Gatschlhofer, C. (Masterarbeit)	Phosphorus behaviour during carbo-thermal reduction of iron-, chromium- and manganese-rich slags	Montanuniversität Leoben / 2022
Köhler, J. (Masterarbeit)	Agglomeration of waste sludges using extruders	Montanuniversität Leoben / 2022
Kribernegg, K. (Masterarbeit)	Bewertung des Erweichungs- und Aufschmelzverhaltens von DRI im Hochofen	Montanuniversität Leoben / 2022
Leitner, E.-M. (Masterarbeit)	Methodenentwicklung zur Stabilisation des Elektrischen Lichtbogens im Wasserstoff-Argon Schmelzreduktionsplasma	Montanuniversität Leoben / 2022
Lindebner, M. (Masterarbeit)	Aufbau und Inbetriebnahme einer Versuchsanlage zur katalytischen Reformierung von Methan und erste Untersuchungen der Bi-Reformierung	Montanuniversität Leoben / 2022
Schinnerl, G. (Masterarbeit)	Selektive Zitronensäurelaugung von LD-Schlacke – Optimierung der Reaktionsbedingungen und Säureregeneration	Montanuniversität Leoben / 2022
Schreiner, H. (Masterarbeit)	Untersuchung des Einflusses von Nickelsegregation auf die Heißduktilität von Stählen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen / 2021
Adamczyk, A. (Masterarbeit)	Einfluss von Chrom(III)- und Bor(III)-oxid auf die Eigenschaften einer fayalitischen Kupferschlacke	Technische Universität Bergakademie Freiberg / 2022
Addanki, B. (Masterarbeit)	Influence of nickel oxide and zinc oxide on the properties of copper fayalite slags	Technische Universität Bergakademie Freiberg / 2022
Cabrera Ormaza, M. D. (Masterarbeit)	Artificial neural networks for the application to reactive flow simulations	Technische Universität Wien / 2021
Hilger, M. (Masterarbeit)	Problematic trace material cycle research with m.simtop for an integrated steel plant	Technische Universität Wien / 2021
Vecsei, G. (Bakkalaureatsarbeit)	Charakterisieren von feinkörnigen Hüttenwerksreststoffen	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2021
Seiger, L. (Bakkalaureatsarbeit)	Vergleich von Aufschlussverfahren für die ICP OES für Staubproben aus der Stahlindustrie	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2021
Keuschnig, A. (Bakkalaureatsarbeit)	Ermittlung der Wärmerückgewinnungspotentiale des RecoDust Prozess	Montanuniversität Leoben / 2021
Ofner, M. (Bakkalaureatsarbeit)	Untersuchung des Benetzungsverhaltens zwischen schwefellegierten Stählen und unterschiedlichen Feuerfestmaterialien	Montanuniversität Leoben / 2021

F & E

KOMMUNIKATION

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 GmbH Zielgruppen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit über den Verlauf der Forschungsprojekte. Zudem konnten Medienberichte veröffentlicht werden und seit Anfang 2021 verfügt die K1-MET GmbH über einen LinkedIn-Account, mit dem eine breite technisch-wissenschaftliche Community und Interessierte in diesem Bereich adressiert werden.

Öffentliche Auftritte	2021/22	2020/21	2019/20
social Media-Auftritt auf LinkedIn (seit GJ 2020/21): Follower:innen-Stand	480	290	0
Anzahl der Medienberichte	15	2	13
Teilnahme an Fachveranstaltungen (Konferenzen, Messeauftritte)	35	24	11



Abb. 20: PR-Beiträge der K1-MET GmbH im „Standard“ (Forschung Spezial). Quelle: „Der Standard“

Auftritt auf der Jahreshauptveranstaltung des Vereins WIVA P&G

WIVA P&G (Wasserstoff Initiative Austria Power & Gas) ist ein im Jahr 2018 gegründeter Verein. Als eine der drei Energie-Vorzeigeregionen Österreichs (neben WIVA P&G gibt es noch NEFI – New Energy for Industry und Green Energy Lab) hat der Verein die Umstellung der österreichischen Volkswirtschaft auf ein stark wasserstoffbasiertes Energiesystem durch die Abwicklung von Förderprojekten zum Ziel. WIVA P&G wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „Vorzeigeregion Energie“ durchgeführt.

Im Geschäftsjahr 2021/22 organisierte WIVA P&G zahlreiche Events. Darunter war die Jahreshauptveranstaltung, welche am 18. Oktober 2021 in Graz stattfand. Unter dem Motto „Wasserstoff & erneuerbare Gase im zukünftigen Wirtschaftssystem“ gab es Fachvorträge zu den Themen Wasserstoffherstellung sowie Speicherung von Wasserstoff und grünen Gasen. Ein Punkt auf der Tagesordnung betraf die Kurzvorstellung der laufenden WIVA-Projekte und hier leistete die K1-MET GmbH einen Beitrag. Arealeiterin Dr. Irmela Kofler stellte eines der drei Innovations-

felder (Grüne Industrie) mit dem Schwerpunkt auf die Stahlindustrie vor. In ihrem Vortrag ging es um den Zusammenhang zwischen der fortschreitenden Transformation von metallurgischen Prozessen (Dekarbonisierung) und die Möglichkeiten industrieller Symbiosen durch Forschungsaktivitäten im Bereich der Sektorkopplung.

Facts zum Verein WIVA P&G

Der Verein WIVA P&G ist mit der Verbundkoordination der gleichnamigen Vorzeigeregion betraut. Dipl.-Ing. Dr. Horst Steinmüller vom Energieinstitut der Johannes-Kepler-Universität Linz ist der Obmann des Vereins. WIVA P&G liegen folgende Facts zugrunde (Quelle: www.wiva.at):

- 22 Mitglieder aus Industrie und Forschung
- EUR 48 Mio. Volumen in den Projekten der Vorzeigeregion WIVA P&G, davon EUR 27 Mio. gefördert (siehe Abb. 21)
- EUR 55 Mio. KPC-Volumen in den Projekten, davon EUR 13 Mio. KPC-gefördert

Innerhalb des Vereins WIVA P&G gibt es drei Innovationsfelder (siehe Abb. 22). Das Innovationsfeld Grüne Energie beinhaltet das Thema grüner Wasserstoff (z. B. Produktion und Nutzung in einer Methanisierung, Ein- und Ausspeisung in Gasnetze). Das Innovationsfeld Grüne Mobilität ist fokussiert auf Wasserstoffbrennstoffzellen (z. B. in Kombination mit einem elektrischen Antrieb oder für Schwerlastfahrzeuge) oder auf Wasserstofflogistik. Das dritte Innovationsfeld Grüne Industrie adressiert die Demonstration einer Nutzung von grünem Wasserstoff in Industrieprozessen bzw. die schrittweise Umstellung von kohlenstoff- auf wasserstoffbasierte

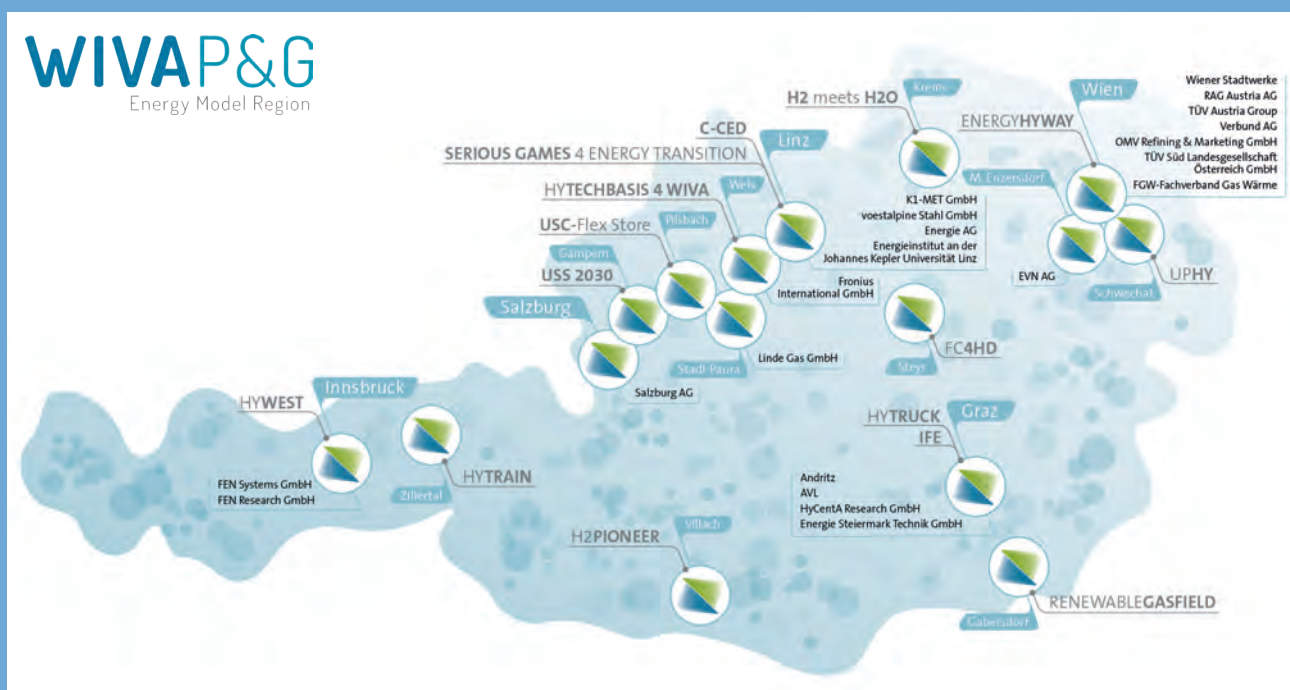


Abb. 21: Geografische Übersicht der Tätigkeiten von WIVA P&G. Quelle: WIVA P&G



Abb. 22: Innovationsfelder der Vorzeigeregion WIVA P & G.
Quelle: WIVA P & G

Industrieprozesse. K1-MET GmbH ist in diesem Innovationsfeld tätig und kann hier durch die seit 1. Juli 2022 laufenden WIVA-Projekte Carbon-Cycle Economy Demonstration (C-CED) und Underground Sun Storage 2030 (USS 2030) als Teil der Projektkonsortien einen wichtigen Beitrag leisten, um die Dekarbonisierung der Stahlindustrie voranzutreiben und das in den metallurgischen Prozessen erzeugte CO₂ als Rohstoff zu nutzen (Stichwort Sektorkopplung).

OÖ Zukunftsforum 2022 „Nachhaltig an der Spitze“

Vom 8. bis 9. März 2022 fand das Zukunftsforum OÖ in der voestalpine Stahlwelt (Linz) statt. Dieses wurde von der Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH organisiert. Es wurden insgesamt 45 Fachvorträge und Workshops mit rund 400 Teilnehmer:innen unter dem Generalthema „Nachhaltig an der Spitze“ abgehalten. Die Eröffnungsredner:innen Landesrat Markus Achleitner, Ministerin Margarete Schramböck, WKOÖ-Präsidentin Doris Hummer sowie IV-Geschäftsführer Joachim Haindl-Grutsch sprachen über die Chancen im Bereich nachhaltiger Entwicklung, betonten aber auch, dass die Wettbewerbsfähigkeit während der Transformationsphase erhalten bleiben muss. Die Vorträge und Workshops wurden in drei Themenblöcke (Industrie & Produktion, Lebenswerter Wirtschaftsraum, Digitale Transformation) unterteilt.

Zum Abschluss konzentrierte sich das Zukunftsforum Arbeitsmarkt auf die soziale Säule der Nachhaltigkeit mit dem Thema „Die Inklusion von Menschen mit Beeinträchtigung“. K1-MET GmbH nahm an der Session „Industrie & Produktion“ mit zwei Vorträgen teil. Dabei präsentierten Dr. Irmela Kofler (Leiterin der Area 3) und Dipl.-Ing. Anna Haider (Projektmanagerin in Area 1).

Der Vortrag von Frau Dr. Kofler lautete „Klimaneutralität in der ressourcenintensiven Industrie OÖs – eine Herausforderung an uns alle“. Dieser befasste sich mit zwei Schwerpunkten, der Transformation in eine CO₂-neutrale Stahlerzeugung bis 2050, und der Sektorkopplung. Die Transformation hin zu dekarbonisierten (und „defossilisierten“) Prozessen impliziert die Co-Existenz beider Produktionsrouten (Hochofen/LD-Konverter und Direktreduktion/Elektrolichtbogenofen) am selben Standort,

bis die Transformation abgeschlossen ist. D. h., hier geht es um ein schrittweises Zurückfahren der Hochofenroute sowie eine smarte Kombination von bestehenden und neu entwickelten Produktionsaggregaten. Da auch in Zukunft eine gewisse Menge an Kohlenstoff nötig sein wird, um Stahl zu produzieren (wie z. B. als Schaum-schlackenbildner im Elektrolichtbogenofen), kann durch die Kopplung energieintensiver Industriesektoren ein Kohlenstoffkreislauf (das CO₂ aus der Stahlindustrie als Rohstoff für andere Sektoren) generiert werden.

Der Vortrag von Dipl.-Ing. Anna Haider trug den Titel „Kreislaufwirtschaft mit Stoffströmen aus der Stahl- und der Kunststoffproduktion für eine nachhaltige Industrie“. Dieser befasste sich mit dem thematischen Schwerpunkt der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy). Neben Carbon Direct Avoidance (direkte prozessbedingte Vermeidung von CO₂) und Smart Carbon Usage



Abb. 23: OÖ Zukunftsforum 2022. Quelle: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH

(Nutzung von CO₂) wird die Circular Economy als dritter wesentlicher Dekarbonisierungspfad innerhalb der Stahlindustrie angesehen. Im Vortrag ging es um den use case einer alternativen Nutzung von granulierter Hochofenschlacke als sekundärer mineralischer Füllstoff (Ersatz für Talkum oder Calciumcarbonat) in Kunststoffprodukten. Im Rahmen eines FFG-geförderten Projektes (MissingLink, laufend seit April 2022) wird an dieser Verwertungsmöglichkeit für Hochofenschlacke geforscht.

Ein zweiter in diesem Zusammenhang existierender Konnex zwischen der Stahl- und Kunststoffindustrie liegt in der Nutzung von Kunststoffabfällen als alternatives Reduktionsmittel zur Herstellung von Eisen im Hochofen. Die K1-MET GmbH plant bereits, auch an der nächsten Ausgabe des Zukunftsforums OÖ im folgenden Geschäftsjahr Ende März 2023 teilzunehmen.



Abb. 24: Projektmanagerin Dipl.-Ing. Anna Haider (Vortragende beim Zukunftsforum). Quelle: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH

Abb. 25: Vortragende (v. l.): Christian Marschik (CHASE), Manfred Hackl (EREMA Group), Anna Haider (K1-MET), Sarah Pfoser (FH Oberösterreich – Logistikum Steyr), Christoph Burgstaller (TCKT). Quelle: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH



Abb. 26: Vortragende (v. l.): David Schönmayr (Fronius), Thomas Kienberger (Montanuniversität Leoben), Irmela Kofler (K1-MET), Markus Schober (HAI Gruppe). Quelle: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH



Abb. 27: Arealleiterin Dr. Irmela Kofler (Vortragende beim Zukunftsforum). Quelle: Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH



Aufritt bei der Lange Nacht der Forschung

Am 20. Mai 2022 fand die zehnte „Lange Nacht der Forschung“ (LNF22) in ganz Österreich statt. An insgesamt 280 Standorten und 2 500 Stationen wurden Forschungsprojekte, neue Technologien und wissenschaftliche Erkenntnisse leicht verständlich und unterhaltsam präsentiert. Insgesamt besuchten die LNF22 rund 135 000 Menschen.

Die K1-MET GmbH war mit ihren beiden Standorten Linz sowie Leoben an der LNF22 beteiligt. Die Station in Linz unter dem Motto „Woher kommt der Wasserstoff?“ wurde gemeinsam mit voestalpine Stahl GmbH betrieben. Die Besucher:innen hatten die Gelegenheit, die Wasserstoff-Pilotanlage H2Future, eine der weltweit größten PEM-Elektrolyseanlagen (PEM steht für Proton Exchange Membrane) zu erleben. Die Vortragenden seitens der K1-MET GmbH waren Dr. Michael Derntl (Post-Doc in Area 3), Dipl.-Ing. Katharina Rechberger (Senior Project Managerin in Area 2) und Dipl.-Ing. Thomas Bürgler (CEO K1-MET GmbH). Seitens der voestalpine Stahl GmbH präsentierte Dr. Hermann Wolfmeir (Experte in den F&E-Abteilungen SFT und BTT bei voestalpine Stahl GmbH) vor Ort. Die Station in Leoben unter dem Motto „Steel of the Future“ wurde gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben betrieben. Hier wurde gezeigt, wie die Stahlproduktion klimafreundlich und nachhaltig abläuft, wobei die Schwerpunkte

auf den Bereichen CO₂-arme Produktion, Mobilität und metallische Werkstoffe lagen. Vortragender seitens der K1-MET GmbH war Dr. Johannes Rieger (Leitung Forschungsareas 1 und 2). Seitens des Lehrstuhls für Eisen- und Stahlmetallurgie präsentierten assoz. Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Susanne Michelic (assoziierte Professorin) und Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Christian Bernhard (Universitätsdozent) – unterstützt von Frau Elenor Schwarz (ehemalige Lehrstuhlmitarbeiterin, jetzt zuständig für Public Relations).



Abb. 28: Lange Nacht der Forschung 2022.
Quelle: www.langenachtderforschung.at

Abb. 29: links: Post-doc Dr. Michael Derntl (Vortragender bei der Station Linz). Quelle: cityfoto/Roland Pelzl; Mitte oben: Senior Expert Dipl.-Ing. Katharina Rechberger (Vortragende bei der Station Linz). Quelle: cityfoto/Roland Pelzl; Mitte unten: Station K1-MET Leoben (mit MUL/Eisen- und Stahlmetallurgie). Quelle: Montanuniversität Leoben; rechts: Station K1-MET Linz (H2FUTURE-Anlage). Quelle: voestalpine Stahl GmbH



KOMMENTAR

DR. ALEXANDER FLEISCHANDERL

”

Das Kompetenzzentrum K1-MET hat im abgelaufenen Geschäftsjahr erneut beeindruckend unter Beweis gestellt, dass man die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte am Puls der Zeit, anwendungsorientiert und entsprechend dem Industriebedarf platziert. Die Eisen- und Stahlindustrie erlebt den wohl radikalsten Transformationsprozess der neueren Industriegeschichte. Der Sektor hat sich dazu verpflichtet, die Stahlerzeugung in den nächsten beiden Jahrzehnten umzubauen, um einen klimaneutralen und nachhaltigen Stahl zu produzieren.

”

K1-MET beforscht dieses Spektrum in seiner kompletten Bandbreite, beginnend von den Rohstoffen wie Eisenerz und Schrott, der Kreislaufwirtschaft des Stahls und sämtlicher Nebenprodukte, dem Ersatz fossiler Energie- und Reduktionsmittel durch Wasserstoff, der Elektrifizierung von Prozessschritten und vielen anderen begleitenden Themen. Das Kompetenzzentrum hat sich in all diesen Belangen zu einer europäischen, aber auch global anerkannten Instanz etabliert.

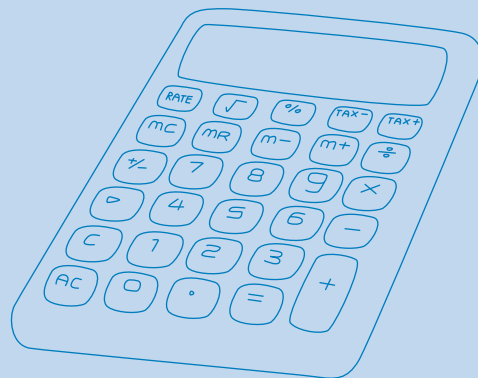


Alexander Fleischanderl

(SENIOR VICE PRESIDENT,
HEAD OF GREEN STEEL BEI
PRIMETALS TECHNOLOGIES)

BILANZ

LAGEBERICHT



Der Abschlussprüfer bestätigt den Jahresabschluss 2021/22 uneingeschränkt. Die Offenlegung erfolgt im Firmenbuch des Landesgerichtes Linz unter FN 436281 s.

Finanz- und Ergebnissituation

Geschäftsergebnis

Das Unternehmen erzielte ein positives Betriebsergebnis in Höhe von EUR 590.057,05 (VJ: TEUR 470) und einen Finanzerfolg in Höhe von EUR -8.788,99 (VJ: TEUR -5). Nach Berücksichtigung des Steueraufwandes in Höhe von EUR 2.806,27 (VJ: TEUR -118) und der Hinzurechnung des Gewinnvortrags aus dem Vorjahr in Höhe von EUR 2.165.104,99 (VJ: TEUR 1.581) ergibt sich ein positiver Bilanzgewinn in der Höhe von EUR 2.743.566,78 (VJ: TEUR 2.165).

Vermögenslage

Zum 30.06.2022 liegen die Anschaffungs- und Herstellungskosten des Anlagevermögens bei EUR 5.256.422,25 (VJ: TEUR 4.690). Diese unterteilen sich in die immateriellen Vermögensgegenstände in der Höhe von EUR 418.186,75 (VJ: TEUR 407) und in Sachanlagen (Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten, einschließlich der Bauten auf fremden Grund in Höhe von EUR 49.006,98 (VJ: TEUR 49); andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung in Höhe von EUR 4.472.907,40 (VJ: TEUR 4.064) und geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau in der Höhe von EUR 316.321,12 (VJ: TEUR 171)). Die geringwertigen Wirtschaftsgüter werden in Summe mit EUR 15.561,76 (VJ: TEUR 13) beziffert. Die noch nicht abrechenbaren Leistungen werden mit EUR 957.794,00 (VJ: TEUR 911) ausgewiesen. Zu diesen noch nicht abrechenbaren Leistungen sind zum Bilanzstichtag Anzahlungen im Ausmaß von EUR 918.638,82 (VJ: TEUR 894) eingegangen, welche offen aktivseitig von den noch nicht abrechenbaren Leistungen abgesetzt werden. Die passivseitig erhaltenen Anzahlungen auf Bestellungen werden mit 432.030,69 EUR (VJ: TEUR 205) beziffert. Die sonstigen Forderungen und die sonstigen Vermögensgegenstände belaufen sich zum Bilanzstichtag auf EUR 976.742,38 (VJ: TEUR 818). Die Gesellschaft weist zum 30.06.2022 ein Guthaben bei Kreditinstituten in Höhe von EUR 4.395.886,76 (VJ: TEUR 3.691) aus.

Finanzlage

Die Höhe der Bilanzsumme der Gesellschaft beträgt per 30.06.2022 EUR 8.116.351,60 (VJ: 7.627). Das Eigenkapital beträgt EUR 2.778.566,78 (VJ: TEUR 2.200), die Subventionen und Zuschüsse belaufen sich auf EUR 48.756,38 (VJ: TEUR 7). Die Eigenmittelquote im Sinne des Unter-

nehmensreorganisationsgesetzes (URG) beläuft sich auf 34,44 % (VJ: 28,87 %). Die Rückstellungen belaufen sich im Berichtsjahr 2021/22 auf EUR 638.363,28 (VJ: TEUR 403), die Verbindlichkeiten betragen EUR 1.884.526,16 (VJ: TEUR 2.101).

Ertragslage

Die Betriebsleistung im Berichtsjahr 2021/22 in der Höhe von EUR 10.248.995,03 (VJ: TEUR 9.341) setzt sich aus den Umsatzerlösen in Höhe von EUR 5.585.240,72 (VJ: TEUR 5.114), der Bestandsveränderung in Höhe von EUR 46.662,00 (VJ: TEUR 406) und den sonstigen betrieblichen Erträgen in Höhe von EUR 4.617.092,31 (VJ: TEUR 3.821) zusammen. Die sonstigen betrieblichen Erträge enthalten Auflösungen von Rückstellungen aus Personalaufwendungen von EUR 0,00 (VJ: TEUR 65), Zuschüsse aus öffentlicher Hand von 4.067.323,06 (VJ: TEUR 3.300), Erlöse sonstige EUR 0,00 (VJ: TEUR 9), Fremdwährungskursgewinne EUR 16,70 (VJ: TEUR 0), Erhaltener Schadenersatz von EUR 0,00 (VJ: TEUR 0), Sachbezüge von EUR 0,00 (VJ: TEUR 1), die Forschungsprämie von EUR 515.600,45 (VJ: TEUR 434) sowie Erträge aus der Auflösung der aws Investitionsprämie in Höhe von 4.214,31 (VJ: TEUR 2). Es werden EUR 29.937,79 (VJ: TEUR 11) von der Rückstellung Subventionsanteile der Forschungsprämie aufgelöst. Ein Centausgleich in Höhe von EUR 0,00 (VJ: TEUR 0) wurde ausgewiesen. Die Aufwendungen in der Höhe von EUR 9.658.937,98 (VJ: TEUR 8.871) setzen sich aus Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Leistungen in Höhe von EUR 3.361.117,90 (VJ: TEUR 3.384), Personalaufwand in Höhe von EUR 4.504.399,30 (VJ: TEUR 4.101), Abschreibungen in der Höhe von EUR 983.041,82 (VJ: TEUR 848), sowie den sonstigen betrieblichen Aufwendungen in der Höhe von EUR 810.378,96 (VJ: TEUR 538) zusammen.

Ergebnisentwicklung

Die Gesellschaft erwirtschaftete im Berichtsjahr einen Jahresgewinn in Höhe von EUR 578.461,79 (VJ: TEUR 584), wodurch sich ein kumulierter Bilanzgewinn in Höhe von EUR 2.743.566,78 ergibt. Dieser Gewinn wird in das Geschäftsjahr 2022/23 vorgetragen.

Cash-Flow

Im Berichtsjahr 2021/22 wurde ein Netto-Geldfluss aus der laufenden Geschäftstätigkeit von TEUR 1.229 (VJ: TEUR 463) erzielt.

Personalentwicklung

Im Berichtsjahr 2021/22 liegt die durchschnittliche Zahl der Mitarbeiter:innen nach Vollzeitäquivalenten bei 59,31 Personenjahren (VJ: 60 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
- Transformation von Energie und ressourcenintensiven Produktionsprozessen hin zu den Anforderungen eines erneuerbaren Energiesystems
- Prozessentwicklungen bei der Eisen- und Stahlherstellung sowie Nichteisenmetallurgien
- Thermodynamische und kinetische Modellierung
- Stahlveredelungsprozesse für Spezialstähle
- Verhalten und Charakterisierung von Feuerfestmaterialien im Hochtemperaturbereich
- Erstarrungsvorgänge und Werkstoffeigenschaften im Strangguss
- Experimentelle und numerische Simulation in der Bildung von Oberflächeneinschlüssen beim Stranggussprozess
- 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-Str. 18, 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. Auch 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 2022/23

Die Krise ist noch nicht überwunden. Trotz der Verfügbarkeit wirksamer Impfstoffe gegen das COVID-19-Virus und einer steigenden Durchimpfungsrate sind die weitere Entwicklung der Pandemie und deren ökonomische Auswirkungen noch nicht endgültig absehbar. Die K1-MET GmbH wird daher den Fokus im kommenden Geschäftsjahr 2022/23 neben der kontinuierlichen Projektarbeit auch zunehmend auf Regelwerke legen, die es erlauben, trotz Pandemie Forschungstätigkeiten im Kompetenzzentrum ungestört zu verrichten. In den wissenschaftlichen Tätigkeiten stellt das Zusammenspiel zwischen der Industrie und Energieversorgung, die Sektorkopplung, einen Schwerpunkt zur Erreichung der Klimaziele dar. Gemeinsam müssen dafür sektorübergreifende Technologiepfade entwickelt werden. Mit diesem Hintergrund unterstützte K1-MET GmbH die Entwicklung einer Roadmap für die „Processes4Planet“ Partnership als künftigen Teil von Horizon Europe. Das Projektprogramm im Rahmen von COMET soll weiter gemäß Projektplänen realisiert werden. Vor allem das Thema der Vorbereitung zur neuen Förderperiode (COMET –6. Ausschreibung COMET-Zentren K1) wird im Berichtsjahr des kommenden Geschäftsjahres eine wesentliche Aufgabenstellung für die Geschäftsführung der K1-MET GmbH sein. Durch die Weiterentwicklung bei „grünem Wasserstoff“ wird eine CO₂-neutrale Stahlproduktion angestrebt. Dazu zählen neben anderen Forschungsprojekten die Wasserstoffpilotanlage „H2FUTURE“, zu der die Planung eines Folgeprojekts im Rahmen von HCMA Hydrogen and Carbon Management Austria vorliegt; die Versuchsanlage „SuSteel“ zur nachhaltigen Stahlherstellung in einem Prozessschritt aus Eisenerz mithilfe von Wasserstoffplasma und das ebenfalls betriebene Projekt „Hyfor“ zur Reduktion von ultrafeinen Eisenerzen mittels Wasserstoffs. Die volle Realisierbarkeit derart umfassender Konzepte der Transformation beruht auf kritischen Voraussetzungen: einer gesicherten und stabilen Versorgung mit Ökostrom und grünem Wasserstoff zu wettbewerbsfähigen Preisen und dazu ausreichendem Investitionsspielraum für die Unternehmen mit entsprechender Unterstützung durch Transformationsvehikel.

Linz, am 04. November 2022

BILANZ

PER 30.06.2022

Aktiva

	2021/22		2020/21	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
A. ANLAGEVERMÖGEN				
I. Immaterielle Vermögensgegenstände				
1. gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Vorteile		51.584		62
II. Sachanlagen				
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten, einschließlich der Bauten auf fremdem Grund	15.482		31	
2. andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	1.001.992		1.538	
3. geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau	316.321	1.333.795	171	1.740
B. UMLAUFVERMÖGEN				
I. Vorräte				
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	0		68	
2. noch nicht abrechenbare Leistungen davon Erhalt. Anzahlungen -918.639 / Vj. -893.669	39.155	39.155	17	86
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0 / Vj. 0	314.601		508	
2. Forderungen gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0 / Vj. 0	906.745		638	
3. sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0 / Vj. 0	976.742	2.198.088	818	1.964
III. Kassenbestand				
Guthaben bei Kreditinstituten		4.395.887		3.691
C. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
1. Transitorische Posten	56.244		44	
2. Aktive latente Steuern	41.599	97.843	39	84
SUMME AKTIVA		8.116.352		7.627

Passiva

	2021/22		2020/21	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
A. EIGENKAPITAL				
I. Eingefordertes, eingezahltes und übernommenes Stammkapital				
1. Stammkapital		35.000		35
II. Bilanzgewinn				
davon Gewinnvortrag / Verlustvortrag 2.165.105 / Vj. 1.581.361		2.743.567		2.165
Summe Eigenkapital		2.778.567		2.200
B. UNVERSTEUERTE RÜCKLAGEN				
1. Subventionen und Zuschüsse		48.756		7
C. RÜCKSTELLUNGEN				
1. Steuerrückstellungen	6.169		0	
2. sonstige Rückstellungen	632.194	638.363	403	403
D. VERBINDLICHKEITEN				
1. erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 432.031 / Vj. 204.590 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0 / Vj. 0	432.031		205	
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 900.993 / Vj. 1.000.781 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0 / Vj. 0	900.993		1.001	
3. Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 458.318 / Vj. 682.783 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0 / Vj. 0	458.318		683	
4. Sonstige Verbindlichkeiten davon gegenüber Abgabenbehörden 81.387 / Vj. 198.999 davon im Rahmen der sozialen Sicherheit 0 / Vj. 2.329 davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 93.185 / Vj. 212.992 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0 / Vj. 0	93.185	1.884.526	213	2.101
E. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
		2.766.139		2.916
SUMME PASSIVA		8.116.352		7.627

GUV

RECHNUNG

Gewinn und Verlust

	2021/22		2020/21	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
1. Einnahmen				
a. Umsatzerlöse	5.585.241		5.114	
b. Zuschüsse aus öffentlicher Hand	4.067.323	9.652.564	3.300	8.413
2. Veränderung des Bestandes an fertigen und unfertigen Erzeugnissen sowie an noch nicht abrechenbaren Leistungen		46.662		406
3. Sonstige betriebliche Erträge				
a. Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen	0		65	
b. übrige	549.769	549.769	457	522
4. BETRIEBSLEISTUNG		10.248.995		9.341
5. Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen				
a. Materialaufwand	208.365		106	
b. Aufwendungen für bezogene Leistungen	3.152.753	3.361.118	3.278	3.384
6. Personalaufwand				
a. Löhne		0		2
b. Gehälter		3.527.900		3.158
c. soziale Aufwendungen				
ca. Aufwendungen f. Abfertigungen u. Leistungen an betriebliche Mitarbeitervorsorgekassen	49.635		48	
cb. Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben sowie vom Entgelt abhängige Abgaben und Pflichtbeiträge	890.287		864	
cc. sonstige Sozialaufwendungen	36.577	976.499	29	941
Übertrag		2.383.478		1.856

	2021/22		2020/21	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
Übertrag		2.383.478		1.856
7. Abschreibungen				
a. Planmäßige Abschreibungen		983.042		848
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen				
a. Steuern, soweit sie nicht unter Z 13 fallen	9.594		7	
b. übrige	800.785	810.379	530	538
9. BETRIEBSERGEBNIS		590.057		470
10. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		0		0
11. Zinsen und ähnliche Aufwendungen		-8.789		-5
12. Ergebnis vor Steuern		581.268		465
13. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag		2.806		118
14. Ergebnis nach Steuern		578.462		584
15. JAHRESÜBERSCHUSS		578.462		584
16. Jahresgewinn		578.462		584
17. Gewinnvortrag aus dem Vorjahr		2.165.105		1.581
18. BILANZGEWINN		2.743.567		2.165

IMPRESSUM

GESCHÄFTSBERICHT 2021/22

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, Gericht 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 (Grafik K1-MET GmbH) in Kooperation mit
ah!graphics (Mag.art. Christina Ahrer-Hold, Aschach/Steyr)

Bildnachweise:**Cover-Foto**

Gießrohr bei einer Stranggießanlage
(Copyright: Primetals Technologies Austria GmbH)

Unternehmen

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

Internationale Aktivitäten

S. 16: Dörrenberg Edelstahl GmbH; S. 17: ASMET –
The Austrian Society for Metallurgy and Materials;
S. 19: CNRS – Centre national de la recherche scientifique;
S. 20: Forschungszentrum Jülich; Spathara et al. (Journal of
Alloys and Compounds, 2021); S. 21: Montanuniversität Leoben;
S. 22: Technische Universität Graz; S. 24: Scuola Superiore
Sant'Anna, ArcelorMittal Bremen GmbH, INGAVER Innovative
Gasverwertungs-GmbH, VDEh Betriebsforschungsinstitut GmbH,
voestalpine Stahl GmbH; S. 25: Universität für Bodenkultur Wien.

Highlights Forschung 2021/22

S. 29: Technische Universität Graz; S. 31: voestalpine Stahl
Donawitz GmbH; S. 32 – 33: Johannes Kepler Universität Linz.

F&E-Kommunikation

S. 43: „Der Standard“; S. 44 – 45: WIVA P&G – Wasserstoffinitiative
Vorzeigeregion Power & Gas; S. 45 – 46: Business Upper Austria –
OÖ Wirtschaftsagentur GmbH; S. 47: www.langenachtderforschung.at;
cityfoto/Roland Pelzl, Montanuniversität Leoben, voestalpine Stahl GmbH.

Folgende Fotos von www.shutterstock.com:

S. 34: Chatchai-Rombix, sumkinn.

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

Foto Alexander Fleischanderl (S. 49):

Copyright Primetals Technologies Austria GmbH

Druck:

druck.at, Leobersdorf



Förderinstitutionen

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



Bundesministerium
Arbeit und Wirtschaft



UAR INNOVATION
NETWORK



voestalpine
ONE STEP AHEAD.



LanzaTech



Projektkonsortium