



Geschäftsbericht

2023/24



UNTERNEHMEN

Vorwort der Geschäftsführung	4
Gender Equality	8
Key Facts	10
Unternehmensstruktur	12
Team.....	14

INTERNATIONALE AKTIVITÄTEN

Preisgekrönte Forschungsleistungen	18
Outgoing research stays	20
International geförderte Projekte	21

HIGHLIGHTS 2023/24

Highlights Non-COMET.....	30
Highlights Area 1	36
Highlights Area 2	38
Highlights Area 3	40

WISSENSBILANZ

Programm- und Auftragsforschung.....	43
Humankapital.....	43
Wissenschaftlichkeit.....	44
F&E-Kommunikation	49
Kommentar Dr. Kurt Satzinger.....	58

BILANZ 2023/24

Lagebericht.....	60
Bilanz	62
Gewinn- und Verlustrechnung	64

VORWORT

DER GESCHÄFTSFÜHRUNG

Im Geschäftsjahr 2023/24 herrschten wirtschaftlich gesehen anspruchsvolle Rahmenbedingungen. Österreichs Wirtschaftsleistung ist im Jahr 2023 real um 0,8% zurückgegangen. Zu Beginn des Jahres 2024 war ein weiterer Abwärtstrend zu erkennen, begründet durch die anhaltende Industrierezession. Im 2. Quartal 2024 lag das Bruttoinlandsprodukt um 0,6 % unter dem Vergleichswert des Vorjahres. Positiv zu bewerten ist der weitere Abfall der Inflation auf aktuell knapp über 3%.

Zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 müssen neue exzellente Prozesslösungen entwickelt werden, um die Transformation des fossilen in ein erneuerbares Energiesystem mit Anpassung der damit zusammenhängenden Produktionsprozesse sowie ein nachhaltiges Rohstoffmanagement zu erreichen.

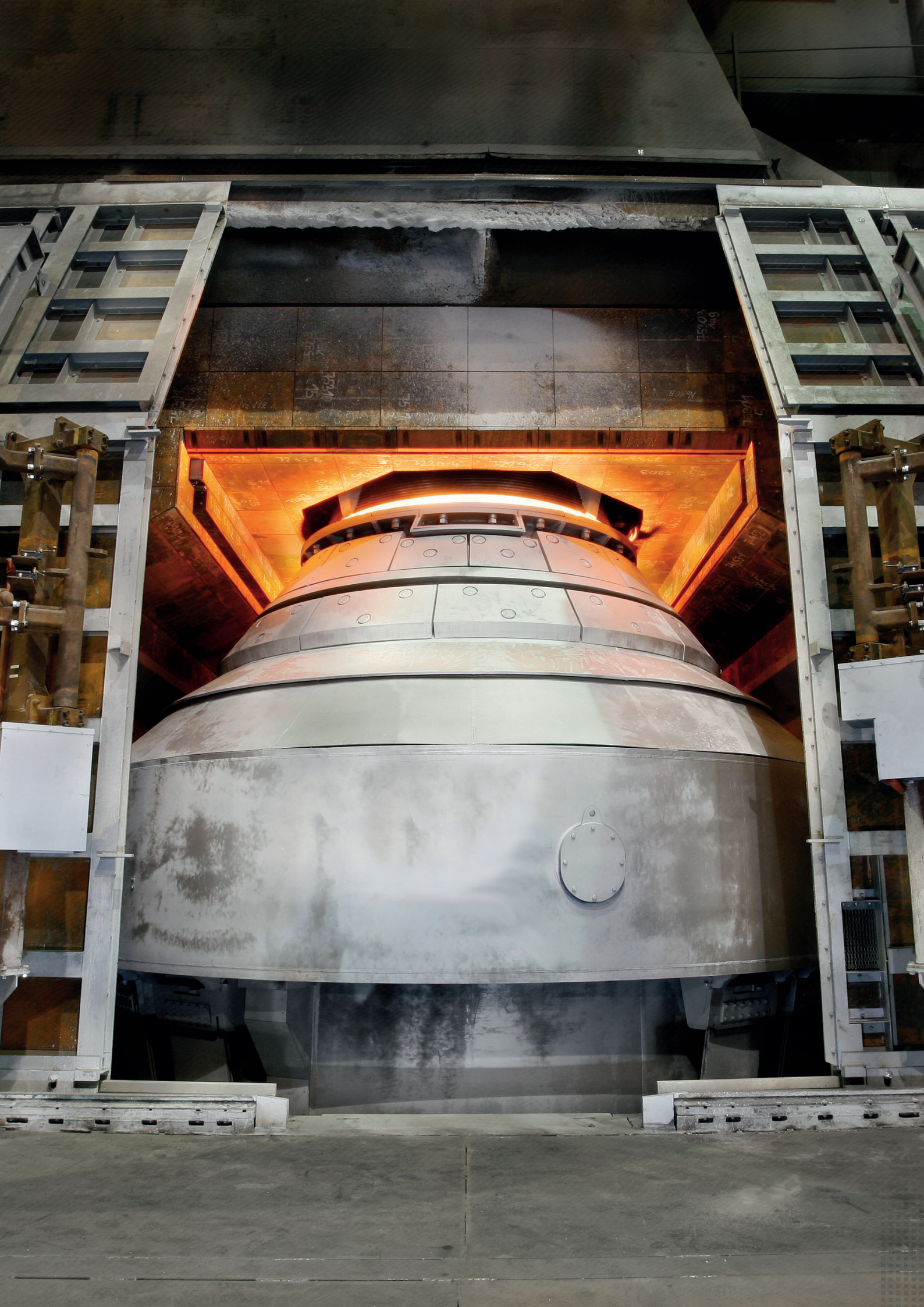
Thomas Bürgler



Ziel der neuen
COMET-Förderperiode ist
es, methodische Ansätze
weiterzuentwickeln und an die sich
ändernden Rahmenbedingungen
anzupassen sowie auch
neue Forschungsthemen
zu verfolgen.

Susanne Michelic





Exzellente Forschung in schweren Zeiten

Im Februar 2024 legte die Europäische Kommission ihre Bewertung für ein Klimaziel der EU für 2040 mit der Empfehlung vor, die Netto-Treibhausgasemissionen der EU bis 2040 um 90 % im Vergleich zu 1990 zu reduzieren, um das Ziel der Klimaneutralität bis zu 2050 zu erreichen. Zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 müssen exzellente Forschungsthemen umgesetzt werden, um zwei der globalen Hauptziele, die Transformation des fossilen in ein erneuerbares Energiesystem mit einer Anpassung der damit zusammenhängenden Produktionsprozesse sowie ein nachhaltiges Rohstoffmanagement, nicht aus den Augen zu verlieren. Dafür sind die Mitarbeiter:innen der K1-MET GmbH ein wesentlichster Erfolgsfaktor. Die K1-MET GmbH leistete auch im Geschäftsjahr 2023/24 einen wichtigen Beitrag dazu, dass Österreich ein Trendsetter in der metallurgischen und umwelt-technischen Verfahrensentwicklung bleibt. Nur durch die kooperative Forschung mit beteiligten Industrieunternehmen und Universitäten in allen Prozessstufen können Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Produktqualität gesteigert werden. Durch Forschungsaktivitäten in diesen Bereichen konnte die K1-MET GmbH ihre Rolle als bedeutendes metallurgisches Kompetenzzentrum in der europäischen Forschungscommunity ausbauen.

K1-MET mit neuer wissenschaftlicher Leitung und starker Präsenz im COMET-Programm

Mit 1. Juli 2023 hat Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Susanne Michelic die wissenschaftliche Leitung der K1-MET GmbH übernommen. Seit 1. Oktober 2023 leitet sie auch den Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie an der Montanuniversität Leoben, als Nachfolgerin von Univ.-Prof. i.R. Dr.techn. Johannes Schenk. Ebenfalls am 1. Juli 2023 startete die dritte Förderperiode des COMET-K1-Programms mit einer 4-jährigen Laufzeit. In drei Forschungsareas entwickelt ein qualitativ exzellentes Konsortium für die Themenfelder Prozesseffizienz, Kreislaufwirtschaft, Produktqualität, Klimaneutralität, Sektorkopplung, Simulation und Datenanalytik neue Lösungsansätze. Ziel der neuen COMET-Förderperiode ist es, bestehende methodische Ansätze weiterzuentwickeln und an die sich ändernden Rahmenbedingungen anzupassen sowie auch neue Forschungsthemen zu verfolgen. Zudem gelang die Förderzusage für ein weiteres COMET-Modul unter dem Kurztitel „PlasmArc4Green“ (Langtitel „Simulation, modelling and monitoring of plasma- and arc-based processes for green metal production“), ebenfalls mit 3,75 Mio. EUR und einer Laufzeit von 4 Jahren (Start am 1. Juli 2024). Gemeinsam mit „FuLiBatteR“ ist die K1-MET GmbH derzeit mit 2 Modulen im COMET-Programm vertreten.

Weitere Forschungsk Kooperationen im nationalen und internationalen Umfeld

Neben der Initiierung von sechs EU-Vorhaben, den Projekten HBI C-Flex, InSGeP, HELIOS, H2PlasmaRed, PHOS4PLANT und STARTREC (2 davon im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel und eines davon im Rahmen der Clean Steel Partnership) konnte die K1-MET GmbH auch auf nationaler Ebene beeindruckende Erfolge in der Förderlandschaft verzeichnen. Beispielhaft zu erwähnen wären hier die Projekte KIRAMET (FFG-Förderprogramm „Künstliche Intelligenz für Recycling“) mit dem Fokus auf der verstärkten Nutzung von post-consumer Metallverbundabfällen oder das Leitprojekt ZEUS (FFG-Förderprogramm „Energieforschung“ – Schwerpunkt Sektorkopplung und erneuerbarer Wasserstoff in der Industrie). Von der K1-MET GmbH koordiniert und von Mitteln des Klima- und Energiefonds finanziert, verbindet ZEUS in einem exzellenten Konsortium aus Industrieunternehmen und Forschungsinstitutionen die Industriesektoren Stahl, Zement sowie Energie und ist damit ein Leuchtturmprojekt im Bereich der Sektorkopplung.

Mit den zusätzlich geförderten nationalen und internationalen Forschungsthemen wird die K1-MET GmbH ihre Kompetenzen in den Bereichen Klimaneutralität, Kreislaufwirtschaft sowie Ressourceneffizienz und auch datenbasierter Digitalisierung metallurgischer Prozesse weiter ausbauen. Zudem erhielten zusätzliche nationale Projekte und EU-Projekte, die Forschungsbereichen der K1-MET GmbH zugeordnet sind, ihre Genehmigung. Diese werden zu Beginn des Geschäftsjahres 2024/25 starten, wobei die K1-MET GmbH, wie z. B. beim RFCS-Projekt „Safe H-DRI“, auch die Koordination übernehmen wird.



DI Thomas Bürgler
CEO



Univ.-Prof. DI Dr.mont. Susanne Michelic
CSO

GENDER EQUALITY

IN DER K1-MET GMBH

K1-MET ist der festen Überzeugung, dass die Förderung einer Kultur der Geschlechtergleichstellung nicht nur ein grundlegendes Menschenrecht ist, sondern auch ein entscheidender Motor für Innovation, Zusammenarbeit und nachhaltiges Wachstum. Unser Engagement für die Schaffung eines vielfältigen und integrativen Arbeitsplatzes geht über die bloße Einhaltung von Vorschriften hinaus. Es umfasst unsere zentralen Werte und Bestrebungen. Dies ist auch in den folgenden Kennzahlen erkennbar. Der 30.06.2024 wird als Stichtag für die Kennzahlen herangezogen.

Anteil der weiblichen und männlichen Beschäftigten in der Gesamtbelegschaft

42,7 % ♀

57,3 % ♂

44

weibliche Beschäftigte in der K1-MET GmbH

davon wissenschaftlich: 35
davon haben Kinder: 10

weibliche Vollzeitkräfte: 26
weibliche Teilzeitkräfte: 18
weibliche Führungskräfte: 5

VZÄ der weiblichen Beschäftigten: 36,3

59

männliche Beschäftigte in der K1-MET GmbH

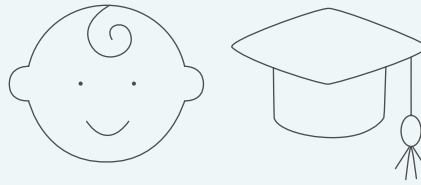
davon wissenschaftlich: 56
davon haben Kinder: 10

männliche Vollzeitkräfte: 44
männliche Teilzeitkräfte: 15
männliche Führungskräfte: 5

VZÄ der männlichen Beschäftigten: 50,5

Elternkarenz

weibliche Beschäftigte in Mutterschutz / Karenz **5**
 männliche Beschäftigte in Väterkarenz / Papamonat **1**



Bildungskarenz

weibliche Beschäftigte in Bildungskarenz **0**
 männliche Beschäftigte in Bildungskarenz **0**



25,2 %

Internationalisierung

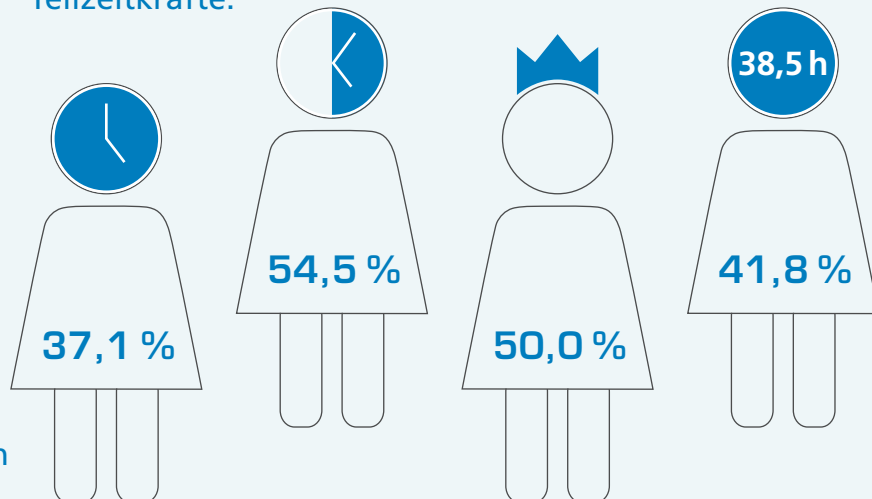
nationale Beschäftigte bei K1-MET: 77
 internationale Beschäftigte bei K1-MET: 26



weibliche Beschäftigte, die mind. 1 Tag pro Woche im Homeoffice arbeiten **16**
 männliche Beschäftigte, die mind. 1 Tag pro Woche im Homeoffice arbeiten **10**

Anteil der weiblichen Teilzeitkräfte:

gemessen an der jeweiligen Gesamtanzahl der Vollzeit- und Teilzeitkräfte



Anteil der weiblichen Vollzeitkräfte:

Anteil der weiblichen Führungskräfte:

KEY FACTS

COMET K1-MET 2023–2027

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

2 Standorte

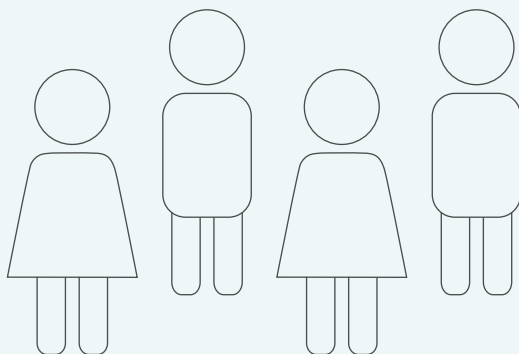


40 Projektmitglieder

27 Industrieunternehmen
verteilt in AT, BR, DE, LU, NL

13 Universitäten
Hochschulen
Forschungseinrichtungen
verteilt in AT, DE, FI, SE

300 erfahrene Projektbeteiligte im gesamten Konsortiumsbereich



28 Dissertant:innen 32% ♀ 68% ♂

52 Wissenschaftliche Publikationen

10 Dissertationen beendet

11 Masterarbeiten beendet

4 Bachelorarbeiten beendet

3 Areas



Metallurgical Process Efficiency & Circularity



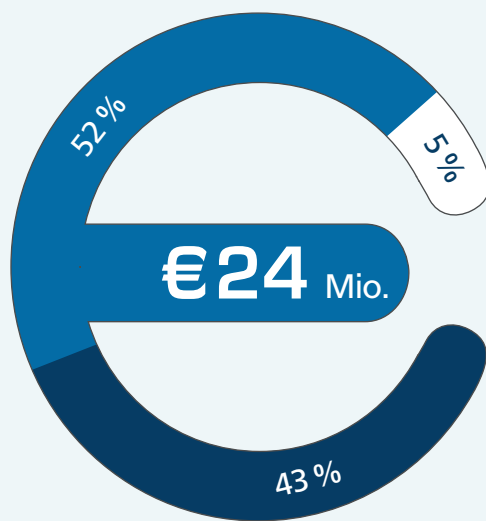
Decarbonisation & Sector Coupling



Simulation & Data Analyses

20 Projekte

8 Projekte		Volumen: €8,69 Mio.
8 Projekte		Volumen: €7,15 Mio.
4 Projekte		Volumen: €8,16 Mio.



Projektvolumen gesamt

43%	■ Öffentlich gefördert:	€10,20
	davon Bundesförderung:	€6,80
	davon Landesförderung:	€3,40
52%	■ Investment Industrieunternehmen:	€12,60
5%	□ Inkind-Förderung Universitäten:	€1,20

Projektlaufzeit: 4 Jahre von 2023 – 2027 (3. Phase)

STRUKTUR

DER K1-MET GMBH

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

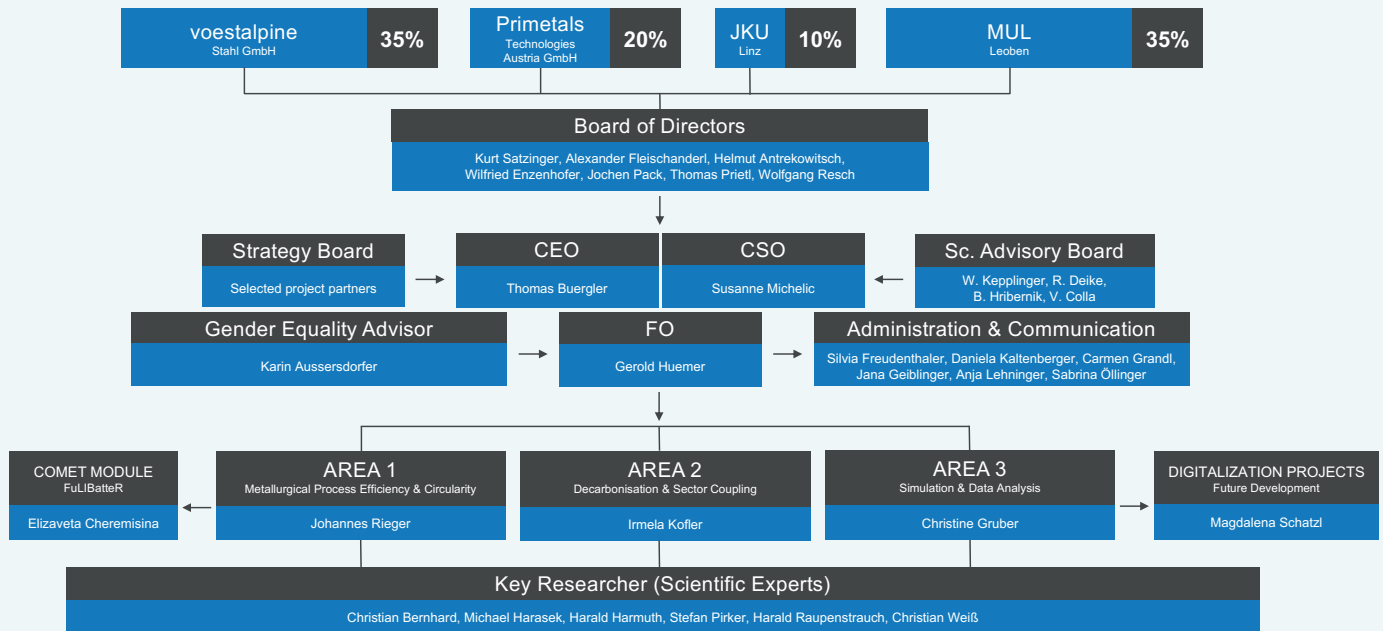


Abb. 1: Organigramm K1-MET

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

Geschäftsführung

DI Thomas Bürgler
Technischer
Geschäftsführer
CEO

**Univ.Prof.
DI Dr.mont.
Susanne Michelic**
Wissenschaftliche
Geschäftsführerin
CSO

Gesellschafter

voestalpine Stahl GmbH
(Vertreter: DI Dr. Franz
Michael Androsch; ab 01.01.2024
Dr. Kurt Satzinger)

Montanuniversität Leoben
(Vertreter: Magn. Univ.-Prof. DI Dr.
techn. Dr. h.c. Wilfried Eichlseder;
ab 01.01.2024 Magn. Univ.-Prof. DI
Dr.mont. Dr.-Ing.E.h. Dr.h.c. Peter Moser)

**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 mbH)

UAR
(Upper Austrian
Research GmbH)

SFG
(Steirische Wirtschafts-
förderungsgesellschaft mbH)

Standortagentur
Tirol GmbH

Aufsichtsrat

DI Dr. Franz Michael Androsch
ab 01.01.2024

Dr. Kurt Satzinger
(voestalpine Stahl GmbH)

Magn. Univ.-Prof. DI Dr. techn. Dr.
h.c. Wilfried Eichlseder
ab 01.01.2024

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont.
Helmut Antrekowitsch
(Montanuniversität Leoben)

Dr. Alexander Fleischanderl
(Primetals Technologies
Austria GmbH)

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

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

Jochen Pack, BA
(Pantarhei Advisors Graz
Unternehmensberatung GmbH
in Vertretung der Steirischen
Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH)

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

Wissenschaftlicher Beirat

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

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

Dipl.-Ing. Dr. Bruno Hribernik

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

Mitgliedschaften

A.SPIRE
(Processes4Planet
Research Association)

ASMET
(Austrian Society for
Metallurgy and Materials)

ESTEP
(European Steel
Technology Platform)

RIES
(Research Initiative for
European Steel)



TEAM

DER K1-MET GMBH

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

Geschäftsleitung



Thomas Bürgler
CEO



Susanne Michelic
CSO



Gerold Huemer
Prokurist

Administration & Kommunikation



Silvia Freudenthaler



Daniela Kaltenberger



Carmen Grandl



Jana Geiblinger



Anja Lehninger



Sabrina Öllinger

 AREA 1



Johannes Rieger
Leitung AREA 1 & 2



Saeid Bakhtiari



Emerson Barros de Souza



Stefanie Berghuber



Elizaveta Chermisina



Daniel David



Alexander Halwax



Monika Häuselmann



Vanessa Hoffellner



Daniel Kavic



Lina Kieush



Maximilian Klopff



Lalropuia Lalropuia



Michael Lammer



Melanie Leitner



Stefanie Lesiak



Irmtraud Marschall



Harald Mayrhofer



Thomas Nanz



Christina Neuper



Gilbert Neuwirth



Tomislav Novak



Daniel Ogris



Wolfgang Reiter



Bettina Rutrecht



Lena Schalk



Nina Schlemmer



Lukas Schmidt



Peter Schöllhammer



Alexander Seebacher



Monika Seidl



Parinaz Seifollahzadeh



Anna Sieber



Zeljka Simicevic



László Sólyom



Bianca Varga



Irmela Kofler
Leitung AREA 3



Bernhard Adami



Laura Androsch



Sebastian Bönisch



Lukas Donau



Daniel Ernst



Manuel Farkas



Rebeka Frühholz



Johannes Gabl



Clemens
Habermaier



Sarah
Haneschläger



Mohammad
Jafarzadeh



Alexandra Kogler



Oliver Maier



Eva Mair



Wolfgang Maurer



Christa Mühlegger



Andreas
Niederhauser



Cameron Quick



Nikolaus Rauch



Helene Rehberger



Erwin Reichel



Shekoofeh Saberi



Amaia Sasiain
Conde



Daniel Sorg



Sabine Spieß



Senthilathiban
Swaminathan



Sophie Thallner



Stefan Tjaden



Arleen Walk



Michael Wasner



Johann Winkler



Benjamin Zeismann

 AREA 3



Christine Gruber
Leitung AREA 4



Reyhane Aghaei



Alireza Atf



Hadi Barati



Markus Bösenhofer



Pedro Paul
da Silva Cruz



Florian Egger



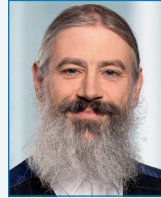
Jerónimo Guarco



David Haider



Hamideh
Hassanpour



Gerhard Holzinger



Damir
Kahrmanovic



Mohammad
Karimi Zand



Matthias
Julian Kiss



Nina Köpplmayr



Hannes
Lumetzberger



Bahareh Najafian
Ashrafi



Zeinab Naji



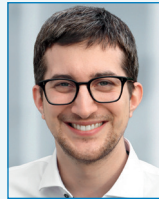
Samuel Pucher



Sandro Russi



Ali Sedghat



Clemens Staudinger



Maria Thumfart



Johannes Wachlmayr



Klemens Winkler



Xiaomeng Zhang

Team Leads



Michael Derntl



Marianne
Haberbauer



Magdalena Schatzl



Michael Zarl

AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE



Im Geschäftsjahr 2023/24 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 2023/24 wurden zwei Forscher der K1-MET GmbH mit nationalen Preisen prämiert. Dies untermauert die exzellente Forschungsleistung, welche die K1-MET GmbH in Kooperation mit Industrieunternehmen und Universitäten im Rahmen des COMET-Programms erbringt.

INTECO-ASMET Preise für Dissertation und Masterarbeit

Dipl.-Ing. Dr.mont. Daniel Ernst, ehemals Forscher der K1-MET Area 2 (Decarbonisation & Sector Coupling), unter anderem im COMET-Projekt 2.1 (Continuous hydrogen plasma smelting reduction process

development), nun Post-doc Forscher am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben wurde für seine Dissertation an der Montanuniversität Leoben (am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie) mit dem Titel „Strategien zur Optimierung der Prozessparameter von Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsanlagen“ mit dem INTECO-ASMET Award 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 2024 an der Montanuniversität Leoben statt.

Wissenschaftlicher Inhalt der Dissertation

Die Arbeit fokussierte sich auf die Wasserstoffplasma-Schmelzreduktion (kurz HPSR, steht für Hydrogen Plasma Smelting Reduction). Das HPSR-Verfahren ist eine vielversprechende Technologie zur Verwirklichung einer klimaneutralen primären Stahlproduktion. Momentan befindet sich das HPSR-Verfahren auf dem Technology Readiness Level (TRL) 5, was bedeutet, dass es in einem industriell relevanten Umfeld validiert wurde. Der Plasma-Reaktor im Demonstrationsmaßstab ist in der Lage, 200 kg Eisenerz zu verarbeiten. Im Rahmen der Dissertation wurden weitere Schritte zur Maßstabsvergrößerung durchgeführt, um solidere Forschungsergebnisse in Bezug auf kinetische metallurgische Reaktionen, Lichtbogenleistung und Plasmacharakterisierung zu erhalten.



Abb. 2: Gewinner des INTECO-ASMET-Preises 2024 (Daniel Ernst 1. von links, Bernhard Adami 3. von links). Quelle: ASMET

Des Weiteren wurden eine kontinuierliche Chargierung sowie die Nutzung von vorreduziertem Material untersucht. (Textquelle: Montanuniversität Leoben). Herr Daniel Ernst absolvierte sein Rigorosum im November 2023. Der Betreuer der Arbeit war Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Johannes Schenk.

Dipl.-Ing. Bernhard Adami, Projektmitarbeiter in der K1-MET Area 2 (Decarbonisation & Sector Coupling), u.a. Projekt 2.1, wurde für seine Masterarbeit mit dem Titel „Untersuchung des Verhaltens von Phosphor, Schwefel und Kupfer während des Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsprozesses“ ebenfalls mit dem INTECO-ASMET-Preis ausgezeichnet (Preisverleihung beim ASMET Forum im Mai 2024 an der Montanuniversität Leoben).

Wissenschaftlicher Inhalt der Masterarbeit

Die Masterarbeit von Herrn Adami beschäftigte sich ebenfalls mit dem vorhin erwähnten HPSR-Prozess. Um das Verhalten von Phosphor, Schwefel und Kupfer während dieses Verfahrens zu verstehen, erfolgte die Durchführung von Reduktionsversuchen mit unterschiedlichen Prozessparametern im Labormaßstab. Dabei reichten die Schlackenbasizitäten von 0,23 bis 2,0 und die verwendeten Tiegel bestanden aus Stahl und Graphit. Der Wasserstoffgehalt im Plasmagas betrug entweder 20 vol.% oder 40 vol.%. Als Einsatzstoff fanden ein mit Ferrophosphor und Kupfersulfat angereichertes Eisenerz aus Ägypten Verwendung. Nach dem Reduktionsprozess erfolgte die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des erschmolzenen Metalls, der Schlacke sowie zweier Staubfraktionen. Die statistische Auswertung zeigte, dass mit zunehmendem Calciumoxidgehalt der Schlacke die Phosphorkonzentration im Metall aufgrund der vermehrten Bildung von Tricalciumphosphat absank. Stärker reduzierende Bedingungen führten zu ansteigender Phosphorverdampfung, da die thermische Stabilität des Tricalciumphosphats dies ansonsten verminderte. Höhere Wasserstoffgehalte im Plasmagas sowie zunehmende Schlackenbasizitäten führten zu besserer Entschwefelung des Metalls. Schwefel verließ die Schmelze während der Reduktionsphase sowohl als Schwefelwasserstoff als auch in Form verdampfter Sulfide. Schwerpunkt lag auf einer Quantifizierung der Kupfersulfidbildung, welche nur aufgrund der starken thermodynamischen Ungleichgewichtsbedingungen in der Schmelze stattfand. Damit ließ sich auch das Verhalten von Kupfer abschätzen.

Herr Adami absolvierte seine Masterprüfung im Juni 2023 und arbeitet seitdem als Dissertant in der K1-MET GmbH bei der Weiterentwicklung des HPSR-Prozesses mit. Betreuer der Masterarbeit war Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Johannes Schenk.

Best Poster Award bei der CALPHAD-Konferenz

Dipl.-Ing. Daniel Kavac, Dissertant im COMET Projekt 1.5 („Inclusion removal and steel cleanliness“) wurde für seinen Beitrag auf der diesjährigen CALPHAD-Konferenz in Karlsruhe (Deutschland) im Mai 2024 mit dem Best Poster Award ausgezeichnet. Das Poster

trug den Titel „Hybrid data-driven thermodynamically-based temperature modeling of secondary steelmaking“ und war eine Co-Publikation mit dem Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie (Montanuniversität Leoben) und der voestalpine Stahl GmbH, einem beteiligten Industrieunternehmen in diesem Arbeitspaket des Projektes 1.5. Weiters am Projekt beteiligt sind Primetals Technologies Austria GmbH und RHI Magnesita GmbH.

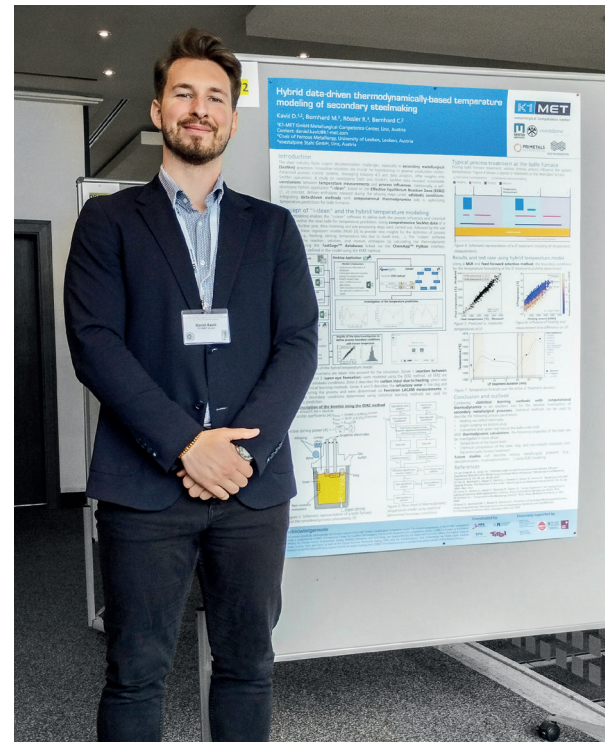


Abb. 3: K1-MET Dissertant Daniel Kavac mit dem Best Poster Award bei der CALPHAD-Konferenz 2024. Quelle: K1-MET

Wissenschaftlicher Inhalt des Konferenzposters

Die Transformation in der Stahlindustrie bis hin zu neuen Produktionsrouten stellt eine große Herausforderung dar, auch für den sekundärmetallurgischen Prozess (SecMet) zur Stahlveredelung und Eliminierung von Begleitelementen. Optimierte SecMet-Produktionsrouten sowie die damit verbundenen Prozessbehandlungen (z. B. Erwärmung im Pflannenofen oder Vakuumbehandlung an den Entgasungsanlagen) spielen aufgrund ihres hohen Energiebedarfs eine wesentliche Rolle bei der Erreichung der globalen Dekarbonisierungsziele. Als letzter Schritt vor dem Stranggießen hat die SecMet-Behandlung auch einen erheblichen Einfluss auf die Gießbarkeit und damit auf die Produktqualität des Stahls. Prozessleitsysteme, die in erster Linie auf thermodynamischen und Massenbilanzmodellen basieren, können

AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

eingesetzt werden, um die gewünschten hohen Anforderungen an die Materialeigenschaften zu erfüllen. In seiner Dissertation befasst sich Herr Kavic daher mit Methoden der statistischen Datenanalyse und der thermodynamischen Modellierung bei SecMet-Prozessen. Um einen Überblick über die Qualität der Daten zu erhalten, werden umfassende deskriptive Statistiken verwendet. Darauf basierend werden explorative statistische Methoden (z. B. multiple lineare Regression) eingesetzt, um Korrelationen zwischen Zielvariablen und Einflussparametern numerisch zu bestimmen. Dieser Schritt liefert Erkenntnisse über die prozessbedingten Einflüsse auf die Legierungszusammensetzung und die Stahlschmelztemperatur. Im Rahmen der Arbeit wurde eine Python-basierte Desktop-Anwendung (genannt „i-clean“) basierend auf dem aus der Literatur (z. B. van Ende im Journal Met&MatTrB, Ausgabe 48, 2017) bekannten EERZ-Konzept mit ChemApp Python entwickelt (EERZ steht für Effective Equilibrium Reaction Zone). Beim EERZ-Konzept wird angenommen, dass alle Phasen innerhalb der „effektiven“ Reaktionszone, die sich neben der Reaktionsgrenzfläche befindet, ein Gleichgewicht erreichen, das anschließend über das Gleichgewicht an der Reaktionsgrenzfläche in die „bulk phase“ hinausgeht. Dieser Ansatz ermöglicht die Verwendung eines effektiven Reaktionsvolumens anstelle von Stoffübergangskoeffizienten, die wesentlich aufwändiger zu ermitteln wären.

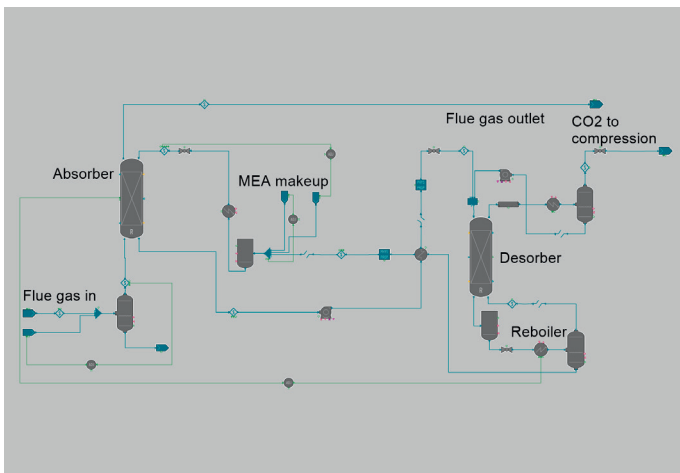


Abb. 4: gPROMS-Modell Aminwäscher. Quelle: K1-MET

Outgoing research stays

Eine der Zielgrößen („target values“), welche die K1-MET GmbH in der aktuell laufenden Förderperiode (2023 bis 2027) zu erfüllen hat, sind 10 outgoing research stays (kurz ORS). Damit sind Forschungsaufenthalte von mind. drei Monaten gemeint, in denen Forschungsarbeit zu laufenden Projekten außerhalb des Zentrums, das heißt bei Forschungseinrichtungen sowie Industrieunternehmen, welche nicht am K1-MET-Programm beteiligt sind, durchgeführt wird. Im Geschäftsjahr 2023/24 konnte ein ORS absolviert werden. Neben der Möglichkeit, das Netzwerk und den Bekanntheitsgrad der K1-MET GmbH zu vergrößern, sind die Forschungsaufenthalte für die betreffenden Mitarbeiter:innen eine wertvolle Gelegenheit, um sich fachlich weiterzubilden sowie andere Kulturen und die Lebensgewohnheiten verschiedener Länder kennenzulernen.

Forschungsaufenthalt bei Siemens Industry Software Limited in London

Christa Mühlegger, Project Manager in K1-MET Area 2, absolvierte von 1. Oktober 2023 bis 31. Dezember 2023 im Rahmen ihres von der FFG geförderten Dissertationsprojekts SPOT (Simulationsbasierte Optimierung der Energieeffizienz eines integrierten Hüttenwerks) einen Forschungsaufenthalt bei Siemens Industry Software Limited in London. Der Standort in London, ehemals bekannt als PSE (Process Systems Enterprise), ist u. a. spezialisiert auf die Entwicklung und Implementierung von gPROMS, einer führenden Plattform für modellbasierte Prozesssimulation und -optimierung.

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Der Fokus des ORS (Outgoing research stays) lag auf der Entwicklung mathematisch vereinfachter Ersatzmodelle, sogenannter „Surrogatmodelle“, für komplexe metallurgische Prozesse, welche in der K1-MET GmbH in Zusammenarbeit mit Primetals, voestalpine und TU

Wien in gPROMS im Rahmen von fortlaufenden COMET-Projekten seit 2015 entwickelt wurden. Im SPOT-Projekt wurden die bestehenden metallurgischen Modelle um Energiesysteme erweitert und auch entsprechend miteinander verknüpft, um ein integriertes Hüttenwerk in gPROMS gesamtheitlich abzubilden sowie Dekarbonisierungsszenarien berechnen zu können. Da die Verknüpfung der metallurgischen Modelle zu einer verlängerten Simulationszeit führte, bestand die Idee darin, Ersatzmodelle für die metallurgischen Aggregate und Energienetze innerhalb des integrierten Hüttenwerks zu entwickeln, um die Simulationszeiten zu verkürzen.

Die entwickelten Ersatzmodelle der metallurgischen Aggregate haben sich jedoch als zu ungenau und auch nicht signifikant schneller als die Originalmodelle erwiesen. Aus diesem Grund fokussierte sich Frau Mühlegger auf die Optimierung und das Upscaling eines Aminwäschermodells in gPROMS, ebenfalls eine Dekarbonisierungsvariante. Dabei konnte sie direkt mit den Entwickler:innen zusammenarbeiten und ein Ersatzmodell für dieses spezifische Modell erstellen. Zusätzlich entwickelte sie mithilfe eines Kollegen von Siemens ein Tool in der Programmiersprache Python, um aus Messdaten ein mathematisch vereinfachtes Ersatzmodell zu generieren, welches dann in gPROMS implementiert werden kann, ohne die detaillierten physikalischen Hintergründe modellieren zu müssen.

Wissenschaftlicher Inhalt

„Surrogate Modelling“ ist ein datengetriebener Ansatz zur Modellierung, bei dem anstelle eines komplexen und meist rechenintensiven Modells ein vereinfachtes, schneller berechenbares Modell verwendet wird. Dieses vereinfachte Modell, das sogenannte Surrogatmodell, wird auf der Grundlage von Daten trainiert, die durch Simulationen oder Experimente mit dem ursprünglichen, detaillierten Modell gewonnen wurden. Das Surrogatmodell dient dazu, schnelle Vorhersagen zu ermöglichen, wobei die Genauigkeit davon abhängt, wie gut das Surrogatmodell das Verhalten des Originalmodells nachbilden kann.

In gPROMS stehen zwei wesentliche Algorithmen zur Erstellung von Surrogatmodellen zur Verfügung: ALAMO (Automated Learning of Algebraic Models) sowie Künstliche Neuronale Netze. ALAMO konzentriert sich auf die Erstellung einfacher und transparenter algebraischer Modelle, die leicht zu interpretieren und effizient zu berechnen sind. Künstliche Neuronale Netze hingegen bieten eine größere Flexibilität und Leistungsfähigkeit für die Modellierung hochkomplexer, nichtlinearer Systeme. Die Wahl zwischen diesen Methoden hängt von den spezifischen Anforderungen des Projekts ab, wie z. B. der Komplexität des Systems und der Verfügbarkeit von Daten.

Das gPROMS-Modell des Aminwäschers, das bei K1-MET mit Messdaten einer Testanlage validiert wurde, konnte vereinfacht werden, um die Simulationszeit zu verkürzen und das Modell gegenüber Betriebspunktänderungen zu stabilisieren. Zudem wurde das Modell für höhere Abgasvolumenströme erweitert, sodass es nun für die Simulation von

Dekarbonisierungsszenarien eines integrierten Hüttenwerks verwendet werden kann. Ein Surrogatmodell wurde entwickelt, um innerhalb von 2 Sekunden die Abmessungen der Aminwäscher-Kolonnen bei einem gegebenen Abgasvolumenstrom und -zusammensetzung zu erhalten. Während zuvor knapp 5 Minuten berechnet werden mussten, benötigt das Surrogatmodell nur noch 2 Sekunden.

Internationale geförderte Projekte

Im Geschäftsjahr 2023/24 starteten sechs neue EU-Projekte mit der K1-MET GmbH als Projektkoordination oder als wissenschaftlicher Beteiligung (im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCS), von Horizon Europe (HEU), oder im Rahmen des INTERREG-Programms Österreich – Tschechische Republik). Gemeinsam mit den durch RFCS geförderten Projekten InSGeP (2023 – 2027) und HBI C-Flex (2023 – 2026), den HEU-Projekten HELIOS (2023 – 2027), H2PlasmaRed (2024 – 2028) und STARTREC (2024 – 2028) sowie dem INTERREG-Projekt PHOS4PLANT (2024 – 2027) war die K1-MET GmbH im Geschäftsjahr 2023/24 somit an sechs EU-Projekten beteiligt. Abgeschlossen wurde kein EU-Projekt im Geschäftsjahr 2023/24.

InSGeP – ein Projekt im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel

Am 1. Juli 2023 startete das Projekt „InSGeP“ mit einer Laufzeit von 4 Jahren. Die Abkürzung InSGeP steht für „Investigations of slags from next generation steelmaking processes“. Dieses Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCS) gefördert.



Abb. 5: Projektlogo InSGeP. Quelle: InSGeP-Konsortium

Hintergrund des Projektes InSGeP ist die Tatsache, dass die Stahlerzeugung derzeit im Wesentlichen über die Route Hochofen-Konverter (primäre Route) oder mittels Elektrolichtbogenofen (sekundäre Route) erfolgt. Um jedoch bis 2050 eine klimaneutrale Stahlproduktion gemäß des Europäischen Green Deals zu realisieren, ist davon auszugehen, dass die Route Hochofen-Konverter sukzessive durch neue, CO₂-arme Technologien ersetzt wird. Neben der Dekarbo-

AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

nisierung der europäischen Stahlindustrie und einer erfolgreichen Umsetzung dieser sogenannten Breakthrough-Technologien ist es von Bedeutung, das Prinzip der Kreislaufwirtschaft weiter zu verfolgen. Da die Entstehung von Schlacke ein unvermeidlicher Bestandteil des Stahlherstellungsprozesses ist (siehe Abbildung 6), kann ihr Recycling und ihre Verwertung anstelle einer Deponierung einen signifikanten Beitrag zur Kreislaufwirtschaft sowie auch zur Reduzierung von CO₂-Emissionen leisten.



Abb. 6: Schlackentypen und produzierte Mengen in der Europäischen Union. Quelle: REACH EUROFER, EUROSLAG, Worldsteel Association

In Zukunft werden vermehrt Eisenschwamm (Direct Reduced Iron, DRI) und heiß brikettierter Eisenschwamm (Hot Briquetted Iron, HBI) verwendet und es werden alternative Technologien wie z. B. die Wasserstoffplasma-Schmelzreduktion oder elektrische Smelter zur Erzeugung eines „grünen“ roheisenähnlichen Produkts aus DRI/HBI zum Einsatz kommen. Dadurch werden Elektrolichtbogenschlacke und Schlacken mit veränderten Eigenschaften erzeugt werden. Folglich müssen Möglichkeiten für deren Verwertung ermittelt und innovative Anwendungen entwickelt werden, damit diese Schlacken in anderen Sektoren (z. B. Straßenbau oder Zement) eingesetzt werden können.

Das Projekt InSGeP wird vom FEHS Institut für Baustoffforschung e.V. aus Deutschland koordiniert. Insgesamt sind es 13 Projektbeteiligte aus sechs verschiedenen europäischen Ländern (fünf Stahlwerke, sechs Forschungsunternehmen und zwei Anlagenbauer), um die Stahlherzeugung der Zukunft nachhaltig mitzugestalten, was die Verwertung anfallender Prozessschlacken (primärmetallurgische Schlacken zum Beispiel aus dem Elektrolichtbogenofen) angeht.

Ziele von InSGeP

Die Hauptziele von InSGeP sind:

- Untersuchung von potenziellen Auswirkungen der zukünftigen Stahlproduktion auf die entstehenden Schlacken
- Umfassende Analyse und Bewertung unterschiedlicher Prozessschlacken in Hinsicht auf chemische, mineralische, ökologische und physikalische Eigenschaften
- Schlackenbehandlung mittels unterschiedlicher Kühl- und Granulierungsmethoden (nass und trocken) sowie Prüfung der für verschiedene Verwendungszwecke erforderlichen physikalischen Eigenschaften sowie der Umweltverträglichkeit
- Erarbeitung möglicher Recycling- oder Verwertungswege als Inputs für künftige Richtlinien

Die K1-MET GmbH ist im Projekt InSGeP für das DEC-Management (Dissemination, Exploitation, Communication) verantwortlich. Gemeinsam mit der Koordination FEHS werden die Projektwebsite wie auch ein eigener LinkedIn-Kanal regelmäßig mit den neuesten Inhalten befüllt. Im Zuge des Exploitation-Teils wurde auch eine Stakeholder-Umfrage mitgestaltet. Dabei wurden von Key Players in der Stahlindustrie Meinungen hinsichtlich technologischer Entwicklungen, Möglichkeiten sowie Herausforderungen bei der zukünftigen Verwertung metallurgischer Schlacken eingeholt.

In technologischer Hinsicht unterstützt die K1-MET GmbH mit Schlackenproben aus dem HPSR-Prozess für umfassende Analysen der Schlackeneigenschaften, um mögliche Verwertungswege der HPSR-Schlacke grundsätzlich zu erarbeiten. Außerdem arbeitete die K1-MET GmbH an einer umfassenden Datenanalyse mit, indem relevante Statistiken und Positionspapiere gesichtet wurden. Darauf basierend wurde anschließend ein Zwischenbericht erstellt. Der Titel lautete „Daten über die zukünftige Stahlproduktion und dem damit verbundenen Anfall von Prozessschlacken“.

HBI C-Flex – ein Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Research Fund for Coal and Steel“

Das Projekt HBI C-Flex startete am 1. Juli 2023 mit einer Laufzeit von 3 ½ Jahren. Der Langtitel des Projekts lautet: „Reoxidation behaviour and stability of direct reduced and hot briquetted iron with variable iron and carbon content to promote safe handling and transport for a future decarbonised steel production“.



Abb. 7: Projektlogo HBI C-Flex. Quelle: HBI C-Flex-Konsortium

In Übereinstimmung mit den Zielen des Green Deals der Europäischen Union bezüglich der Förderung von Technologien für eine klimaneutrale Stahlerzeugung bis 2050 sowie zur Nachhaltigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette, zeigt HBI C-Flex die Direktreduktion von Eisenerzen unterschiedlicher Qualität (einschließlich Erzqualitäten, die bisher nicht für die Direktreduktion geeignet waren, sondern im Hochofen verwendet wurden) mit anschließender Heißbrikettierung (Hot Briquetted Iron, kurz HBI). Im Fokus des Projekts ist die Herstellung von HBI mit unterschiedlichen Kohlenstoffgehalten bis hin zu kohlenstofffreiem HBI. Damit lassen sich Erkenntnisse über den Stand der Technik hinaus gewinnen und die führende Rolle des europäischen Stahlsektors im Bereich CO₂-neutraler Rohstoffe stärken. HBI wird im Rahmen von Reoxidationsversuchen unter wechselnden

Umgebungsbedingungen (trockene und feuchte Atmosphäre sowie erhöhte Temperatur) untersucht, um die exothermen Reaktionen während der Lagerung vor Ort und des Bahn- und Seetransports zu quantifizieren. Dabei kommen mineralogische, mechanische und metallurgische Analysen des HBI vor und nach der Reoxidation zum Einsatz. Neben den Rechtsdokumenten, auf denen RFCS basiert, und Initiativen der EU liefert der International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC)-Code eine weitere Grundlage für das HBI C-Flex Projekt. Dieser stellt eine wichtige Vorschrift für den sicheren internationalen Seetransport von Eisenerzeugnissen dar. HBI C-Flex wird den IMSBC-Code auf kohlenstofffreies HBI erweitern und Strategien für die sichere Handhabung und Lagerung vor Ort festlegen.

Das Projekt HBI C-Flex trägt zu neuen, nachhaltigen sowie kohlenstoffarmen Rohstoffen zur Stahlerzeugung bei, die zu einem wichtigen Ziel des RFCS-Programms zählen. Das Projektkonsortium besteht aus einer Kombination von Stahlherstellern, Anlagenbauern sowie Forschungseinrichtungen und Universitäten mit hervorragendem Know-how in der Eisenerzeugung. Ein Supportive Advisory Board (SAB), das von der International Iron Metallics Association (IIMA) geleitet wird, umfasst unter anderem ESTEP und die Worldsteel Association. Die im SAB beteiligten Organisationen wissen um die Bedeutung dieses Projekts und auch um die Notwendigkeit, dass die Thematik des Umgangs mit kohlenstofffreiem HBI jetzt untersucht werden muss, um die EU in Richtung einer modernen, ressourceneffizienten sowie wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu unterstützen.

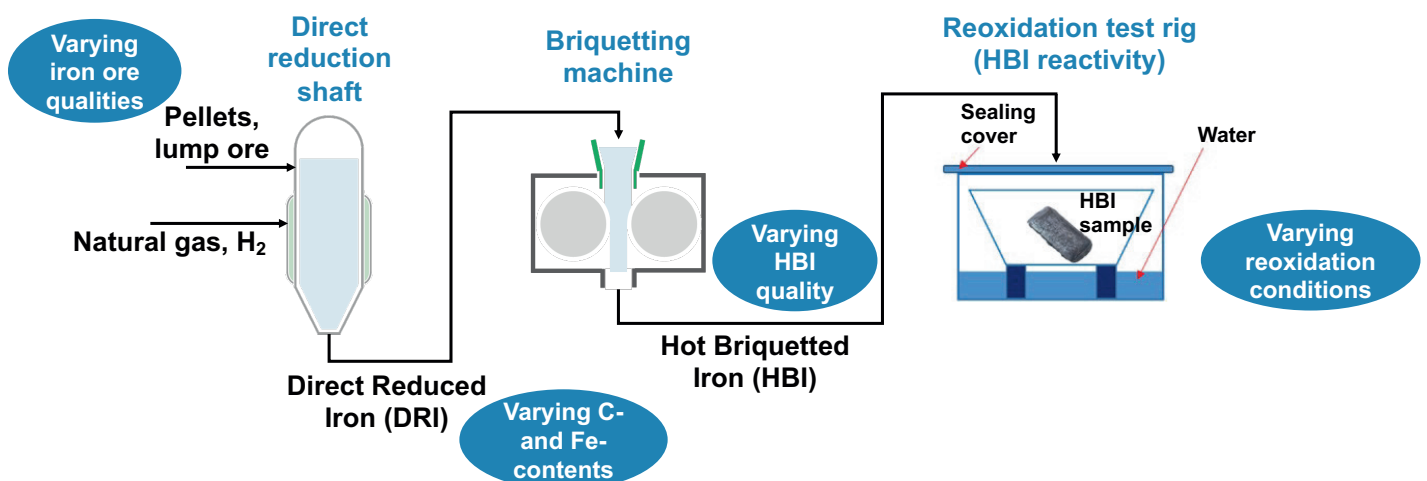


Abb. 8: Einflussparameter auf das Reoxidationsverhalten von HBI. Quelle: HBI C-Flex-Konsortium

AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Ziele von HBI C-Flex

Die Hauptziele von HBI C-Flex sind:

- Herstellung von HBI mit flexiblem Kohlenstoffgehalt (bis zu 0 %) und dessen Bewertung auf Reaktivität und Stabilität. Diese Erkenntnisse spielen eine wichtige Rolle für die Stahlhersteller in der EU, um herauszufinden, wie kohlenstofffreies HBI ohne Sicherheitsrisiken zu und innerhalb ihrer Standorte transportiert und gelagert werden kann.
- Demonstration der Direktreduktion anhand eines breiten Spektrums weltweit verfügbarer Eisenerze, auch minderwertige Erze, die in einem Hochofen zum Einsatz kommen. Dies führt zu einer nachhaltigeren und zirkulären Nutzung von Ressourcen.
- Das Wissen über die Reaktivität und Stabilität (Staubbildung) bei der Handhabung von HBI bietet den Stahlherstellern einen wertvollen Beitrag zur Logistik und zur Sensibilisierung der Arbeitnehmer:innen für die Vermeidung von Gefahrensituationen bei der täglichen Arbeit.

K1-MET koordiniert das Projekt mit einem Konsortium aus zehn europäischen Projektbeteiligten und ist für Disseminationsarbeit verantwortlich. Das Projekt wird von 13 internationalen Projektmitgliedern aus der Eisenerzaufbereitung sowie der Eisen- und Stahlindustrie im Rahmen des SAB unterstützt.

HELIOS – ein Projekt im Rahmen des Marie Skłodowska Doctoral Network (Horizon Europe)

Das Projekt HELIOS startete am 1. Oktober 2023 und wird für 4 Jahre laufen. Dieses Marie Skłodowska Curie Actions-Doctoral Research Network (MSCA-DN), in dem K1-MET als wissenschaftliche Beteiligung durch die Betreuung eines Kandidaten (DC5) teilnimmt, fokussiert sich auf die Entwicklung eines „first of a kind“ Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsprozesses für die Herstellung von Ferrochrom. Das Ziel des Unterfangens ist die Bewertung der Reduzierbarkeit von synthetischen Cr_2O_3 -haltigen Mischungen, welche natürlich vorkommendes Erz simulieren sollen.

Prozesse auf Basis von Wasserstoff finden derzeit noch keine breite Anwendung in der Herstellung von Ferrochrom-Legierungen. Der existierende kommerzielle Reduktionsprozess ist kohlenstoffbasiert und produziert daher eine große Menge an CO_2 . Durch den Einsatz



Abb. 9: Reoxidation von HBI. Quelle: HBI C-Flex-Konsortium

eines Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsprozesses, welcher Wasserdampf anstelle von CO_2 als Abgas produziert, soll die derzeitige kohlenstoffträgerbasierte Technologie ersetzt, und das Problem der Treibhausgasemissionen gelöst werden.

Ferrochrom wird typischerweise durch Schmelzen und Reduzieren von Chromiterz ($\text{Mg, Fe}^{2+}(\text{Al, Cr, Fe}^{3+})_2\text{O}_4$) in einem energieintensiven karbothermischen Prozess im Submerged Arc Furnace (SAF) produziert.

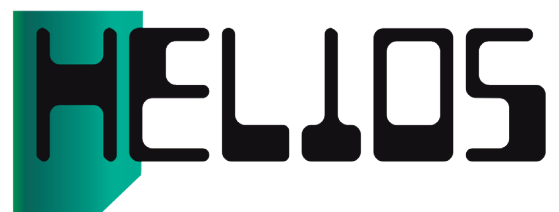


Abb. 10: Projektlogo HELIOS. Quelle: HELIOS-Konsortium

Um die damit verbundenen Emissionen zu reduzieren, wird im Projekt modernste Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionstechnologie (HPSR) eingesetzt. Das Projekt soll die Reduzierbarkeit von Cr_2O_3 im genannten Prozess und die Anwendbarkeit in einer größeren Projektlandschaft evaluieren. Nach der Erstellung einer Methode zur Charakterisierung der kinetischen Parameter werden die optimalen Prozessbedingungen bestimmt. Danach wird die Untersuchung auf Mischungen von Cr_2O_3 mit anderen Oxiden wie Fe_2O_3 ausgeweitet, um das erste wasserstoffplasma-schmelzreduzierte metallische Fe-Cr zu erzeugen, welches als Rohmaterial für die Edelstahlproduktion geeignet ist.

Die grundlegende Funktion des Prozesses wurde für Eisenerze sowohl unter Laborbedingungen als auch in einer Demonstrationsanlage gezeigt. Basierend auf dem Potenzial des HPSR-Prozesses im Bereich der Eisenherstellung wird HELIOS die Anwendbarkeit dieser Technologie auf ein breiteres Spektrum von Materialien und Prozessen ausweiten. Ein Beispiel dafür ist die Reduktion von Chromit-Erzen und Edelstahl-Schlacken sowie die Metallrückgewinnung aus anderen Prozessrückständen.

Ziele von HELIOS

Die Ziele von HELIOS lauten:

- Untersuchung der Reduktion von reinem Cr_2O_3 unter Wasserstoff-Plasma-Bedingungen
- Entwicklung einer geeigneten Methode zur Bewertung der kinetischen Parameter der Reduktion
- Untersuchung der Reduktion von synthetischen Mischungen zur Simulation des Verhaltens von realen chromhaltigen Erzen

Zu den erwarteten Ergebnissen zählen ein Machbarkeitsnachweis der Reduktion von Cr_2O_3 im Labormaßstab unter der Verwendung von Wasserstoffplasma sowie die Entwicklung einer Methode zur Bewertung der Kinetik des Reduktionsprozesses. Außerdem sollen die Einflüsse verschiedener Oxide auf den Reduktionsprozess von Cr_2O_3 definiert werden.

H2PlasmaRed – ein Projekt im Rahmen der Clean Steel Partnership (Horizon Europe)

Das Projekt H2PlasmaRed, „Hydrogen Plasma Reduction for Steel-making and Circular Economy“, hat am 1. Januar 2024 gestartet und wird von der Europäischen Kommission im Rahmen der Clean Steel Partnership gefördert. Die Laufzeit beträgt vier Jahre.

Die Verringerung der CO_2 -Emissionen stellt in der Stahlindustrie eine wichtige Herausforderung dar, da sie maßgeblich zu den globalen Treibhausgasemissionen beitragen. Konventionelle Methoden der Stahlherstellung sind an Kohlenstoff als Reduktionsmittel gebunden und tragen deshalb erheblich zu dieser Emission bei. Sie behindern die Bemühungen zur Bekämpfung des Klimawandels. Der Ersatz von Kohlenstoff durch Wasserstoff als Reduktionsmittel – insbesondere durch grünen, aus erneuerbaren Quellen hergestellten Wasserstoff –



Abb. 11: Projektlogo H2PlasmaRed.
Quelle: H2PlasmaRed-Konsortium

bietet einen nachhaltigen alternativen Weg zur Reduktion von Eisenoxiden zu Eisen. Dabei entstehen keine direkten CO_2 -Emissionen, da als Nebenprodukt nur Wasser anfällt. Wasserstoff kann entweder in molekularer Form (H_2) oder als hochenergetische metastabile Spezies in einem herkömmlichen thermischen Plasma (z. B. angeregtes H^* , ionisiertes H^+ , atomisierte H-Spezies) reagieren.

In diesem Zusammenhang entwickelt H2PlasmaRed eine Technologie zur Wasserstoffplasma-Schmelzreduktion (HPSR). Mit diesem bahnbrechenden Ansatz verfolgt das Projekt das Ziel, die Stahlerzeugung zu revolutionieren und die CO_2 -Emissionen drastisch zu reduzieren. H2PlasmaRed steht im Einklang mit den Zielen des Europäischen Green Deals und der Vision des Pariser Abkommens, die Treibhausgasintensität der Stahlproduktion bis 2050 um 90 % zu reduzieren. Durch Demonstrationen im Pilotmaßstab und innovative Sensorimplementierung schafft H2PlasmaRed die Voraussetzungen für die Einführung von HPSR im industriellen Maßstab und ebnet den Weg für eine nachhaltige Stahlerzeugung.

Ziele von H2PlasmaRed

Die Ziele von H2PlasmaRed sind:

- Erforschung des HPSR-Verfahrens und Scale-up der Technologie von TRL5 auf TRL7 durch die Demonstration der HPSR in einem Pilot-HPSR-Reaktor (im Hundert-Kilogramm/Stunde-Maßstab) und einem Gleichstrom-Lichtbogenofen im Pilotmaßstab (5-Tonnen/Stunde-Maßstab) durch die Nachrüstung eines bestehenden Ofens
- Entwicklung innovativer Lösungen für die Prozesssteuerung und -modellierung sowie modernster Technologien für die Nachrüstung bestehender Industrieöfen und erhebliche Steigerung der industriellen Rentabilität
- Schaffung eines Rahmens für das Up-scaling und die Übernahme der Prozesse durch Integration von Lebenszyklus- und Sicherheitsbewertung, wirtschaftlicher Bewertung und Verwertungsstrategie in die Technologieentwicklung
- Betonung der Energie- und Ressourceneffizienz sowie der Sicherheit des Wasserstoffs und auch des grundlegenden Verständnisses der HPSR, um eine dauerhafte Wirkung und den Einsatz der Technologie in Europa in den kommenden Jahrzehnten zu ermöglichen

AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Das Projektkonsortium besteht aus 14 interdisziplinären Mitgliedern aus der Stahl- und Bergbauindustrie, Hochschulen und Forschungsinstituten, Technologieanbietern und -entwicklern, sowohl kleinen als auch mittleren Unternehmen und jene mit Expertise auf dem Stahlgebiet: K1-MET GmbH, Montanuniversität Leoben, voestalpine Stahl und voestalpine Stahl Donawitz aus Österreich, KU Leuven und ESTEP aus Belgien, LUXMET und Metso aus Finnland, Aperam aus Frankreich, Max-Planck-Institut und RWTH Aachen aus Deutschland, LKAB und SWERIM aus Schweden und die Universität Oulu in Finnland, welche das Projekt koordiniert.

Die Rolle der K1-MET GmbH besteht hauptsächlich in der Anwendung der Ergebnisse aus dem Labormaßstab sowie der vorhersagenden Modellierung für die Durchführung von Versuchskampagnen an der HPSR-Pilotanlage der K1-MET GmbH bei voestalpine Stahl Donawitz.

PHOS4PLANT – ein Projekt im Rahmen des INTERREG-Programms (Österreich – Tschechien)

Am 1. Mai 2024 startete das Projekt „PHOS4PLANT“ mit einer Laufzeit von drei Jahren. Der Langtitel des Projekts lautet „Vom Abfall zur Ressource – Recycling von Klärschlamm-Asche zu phosphatreichem Pflanzendünger“ und wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Programm Interreg Österreich – Tschechien 2021 – 2027 kofinanziert.

Phosphor ist eine wesentliche und nicht substituierbare Ressource, um die Nahrungsmittelproduktion zu sichern. Rohphosphat für die Herstellung von Phosphordünge-

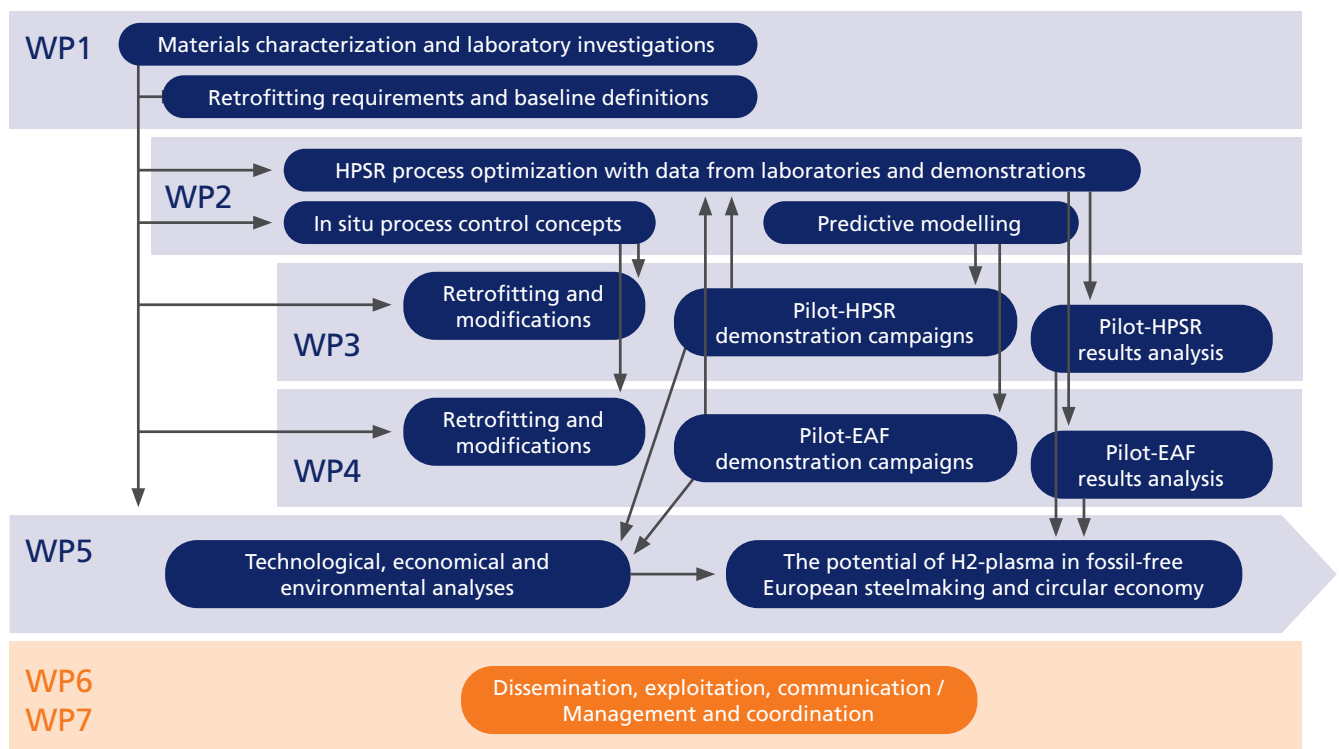


Abb. 12: WP-Plan H2PlasmaRed. Quelle: H2PlasmaRed-Konsortium

mitteln ist begrenzt und regional stark konzentriert. Er wird unter problematischen Bedingungen abgebaut, welche die menschliche Gesundheit und die Umwelt gefährden. Aufgrund dieser Bedeutung für die Düngemittel- und Nahrungsmittelindustrie und der hohen Importabhängigkeit steht Phosphor seit Mai 2014 auf der Liste der kritischen Rohstoffe der EU, seit 2017 auch Rohphosphat.

Die derzeitige Situation der Klärschlammverwertung ist in Österreich und Tschechien unterschiedlich: In Tschechien überwiegt derzeit noch die landwirtschaftliche Verwertung, während in Österreich nur ca. 21 % der Klärschlämme landwirtschaftlich verwertet werden und der Großteil in Müllverbrennungsanlagen mitverbrannt wird bzw. in Wien bereits der gesamte Klärschlamm in einer Monoverbrennungsanlage verbrannt wird. Die landwirtschaftliche Nutzung wird europaweit verschärft bzw. gänzlich verboten. In Österreich muss ab 2033 Klärschlamm aller Abwasserreinigungsanlagen mit einem Bemessungswert ab 20.000 EW60 verbrannt werden. Aus der dabei entstehenden Verbrennungasche müssen zumindest 80 Masseprozent des im Klärschlamm enthaltenen Phosphors zurückgewonnen werden.



PHOS4PLANT

Abb. 13: Projektlogo PHOS4PLANT. Quelle: PHOS4PLANT-Konsortium

Ziele von PHOS4PLANT

Die Ziele von PHOS4PLANT lauten:

- Phosphor aus Klärschlammaschen durch biologische Laugung mit einer Effizienz von >85 % in Lösung bringen
- Herstellung eines bioverfügbaren Phosphatdüngers
- Testung des Phosphatdüngers an ausgewählten Nutzpflanzen und Untersuchung seiner Wirkung auf das Pflanzenwachstum
- Analyse des Gehalts an toxischen Metallen im Boden sowie die Identifizierung der mikrobiellen Diversität im Boden

Das Projektkonsortium besteht aus vier Forschungsinstitutionen, zwei aus Österreich und zwei aus Tschechien. Projektkoordination ist die K1-MET GmbH. Weiters am Projekt beteiligt sind die Universität für Bodenkultur Wien, die Masaryk Universität Brunn und die Technische Universität Brunn.

Es wurde folgender Forschungsansatz in PHOS4PLANT gewählt: Die Aktivitäten wurden in vier Arbeitspakete unterteilt. Im ersten Arbeitspaket werden die verschiedenen Klärschlämme auf ihren Phosphor-

und Schwermetallgehalt untersucht und dann verschiedene Mischungen hergestellt. Der Verbrennungsprozess wird optimiert und die Klärschlammasche vorbehandelt, um diese für die Mikroorganismen verträglicher zu machen. Im Arbeitspaket 2 wird die biologische Laugung untersucht sowie optimiert, um mehr als 85 % des Phosphors aus der Asche zu lösen. Im Arbeitspaket 3 wird dieser gelöste Phosphor dann von der K1-MET GmbH mit verschiedenen Methoden als Phosphatdünger zurückgewonnen. In diesem Arbeitspaket wird eine umfassende ökologische und ökonomische Betrachtung des Gesamtprozesses durchgeführt. Im Anschluss wird in Arbeitspaket 4 der so hergestellte Phosphatdünger an Modellpflanzen getestet und seine Wirkung auf diese Pflanzen umfassend analysiert. Innovativ an diesem Projekt ist, dass erstmals die biologische Phosphorlaugung direkt mit einer Phosphatdüngerherstellung kombiniert wird.



Abb. 14: Klärschlamm asche als Phosphor-Quelle für das Pflanzenwachstum. Quelle: K1-MET

AKTIVITÄTEN

AUF INTERNATIONALER EBENE

Außerdem wird die Asche erstmals so vorbehandelt, dass sie an die Wachstumsbedingungen der Mikroorganismen angepasst wird. Darüber hinaus wird nicht nur ein Dünger hergestellt, sondern dieser Dünger auch an Modellpflanzen getestet, um Aufschluss über die Wirkung des Düngers auf diese Pflanzen und das Bodenmikrobiom zu erhalten.

STARTREC – ein Projekt im Rahmen von Horizon Europe

Im Februar 2024 hat die K1-MET GmbH die Zusage für das Projekt „STARTREC“ erhalten. Der geplante Projektstart wird im Herbst 2024 sein und die Laufzeit beträgt vier Jahre. Die Abkürzung STARTREC steht für „Space, domeSTic and industriAl applications with impRoved TheRmoElectric Component“. STARTREC wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Horizon Europe Call „Increasing the efficiency of innovative static energy conversion devices for electricity and heat/cold generation“ gefördert.

Hintergrund dieses Projekts ist die Entwicklung und Anwendung von thermoelektrischen Generatoren (TEG) für die Raumfahrt, die Industrie und für Haushaltsgeräte. In der Raumfahrt liegt das Interesse an der autarken Energieversorgung von Raumsonden

und Rovern. Dabei kommt eine Radionuklidbatterie zum Einsatz, aus deren Wärme mittels TEGs Strom erzeugt werden kann. Für häusliche Anwendung können TEGs eingesetzt werden, um die Wärme von Biomassen-Heizungsöfen in Strom umzuwandeln. K1-MET erforscht bei STARTREC die Anwendung von TEGs in der Stahlindustrie zur Umwandlung industrieller Abwärme.



Abb. 15: Projektlogo STARTREC. Quelle: STARTREC-Konsortium

Im Zuge der Energiewende steigt das Interesse an den thermoelektrischen Generatoren (TEGs), da sie mit geringem Aufwand erneuerbare Wärmequellen oder ungenutzte Abwärme in wertvolle elektrische Energie umwandeln können. Bisher war ihre breite Anwendung

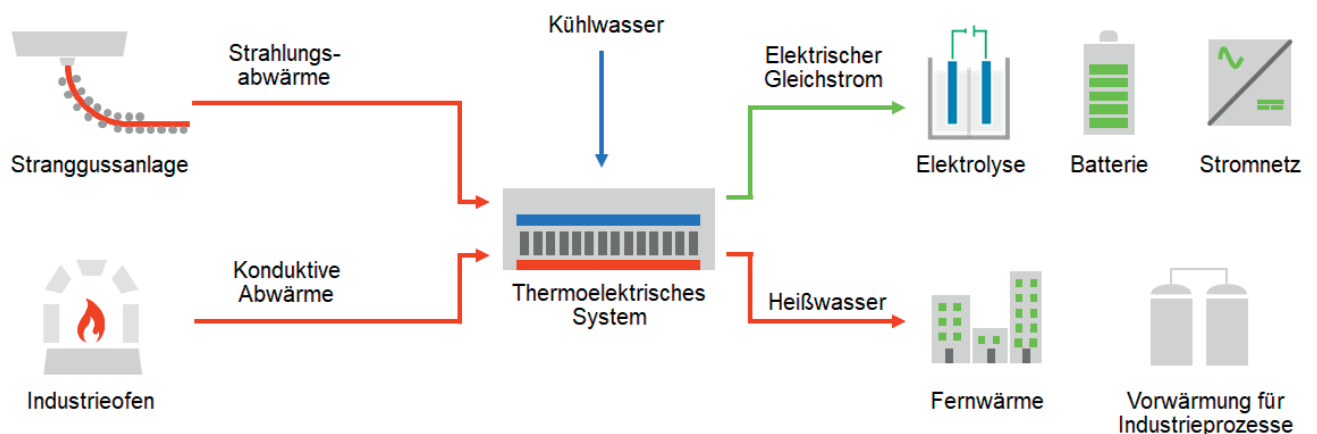


Abb. 16: Schematische Darstellung der Integration eines thermoelektrischen Generators in das Energiemanagementsystem eines Stahlwerks. Quelle: STARTREC-Konsortium

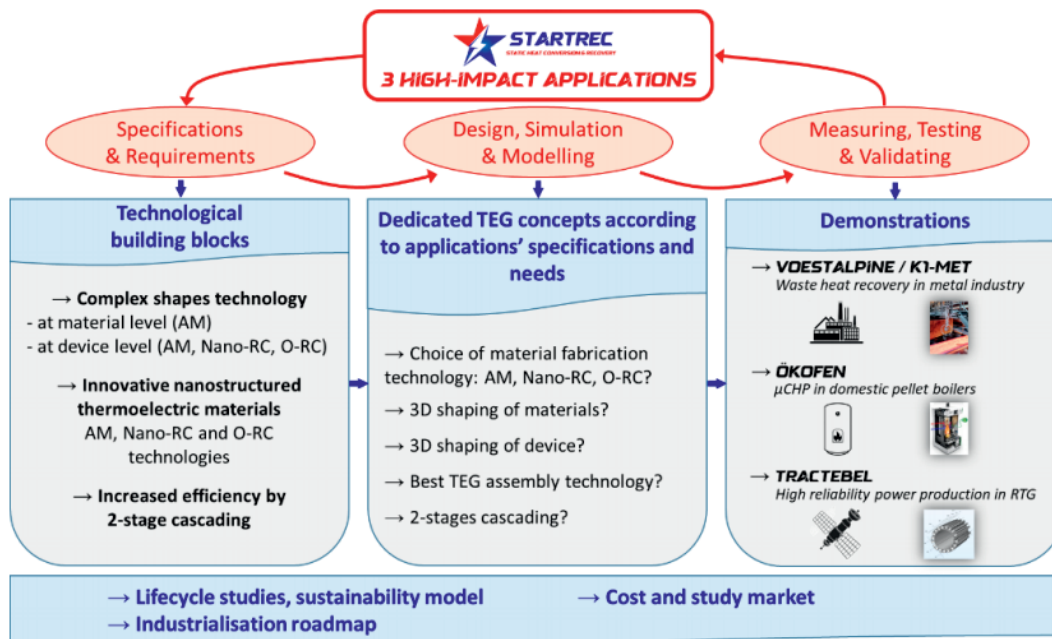


Abb. 17: Vorgehensweise bei STARTREC. Quelle: STARTREC-Konsortium

jedoch auf einen geringen Umwandlungswirkungsgrad von typischerweise maximal 5 % auf Systemebene begrenzt. Das Projekt hat das Ziel, eine neue Generation von TEGs zu entwickeln und zu evaluieren, die auf einer optimalen Kombination von nanostrukturierten Silizium-Germanium-Verbindungen basieren. Dafür werden folgende Materialverarbeitungsrouten genutzt, welche die Nanostrukturierung zur Steigerung der Ausgangsleistung einsetzen: additive Fertigung (3D-Druck) und nanostrukturiertes Schnellgießen. Zudem werden durch neue Bauelementarchitekturen, wie z. B. spezielle Geometrien und Kaskadenstrukturen, die Temperaturbereiche der TEGs optimiert, um die Effizienz weiter zu maximieren. Auf diese Weise kann das Potenzial dieser Materialkombination auf ein breites Anwendungsfeld ausgeweitet werden.

Ziele von STARTREC

Die Ziele von STARTREC sind:

- Verdopplung des Wirkungsgrades von TEGs auf 10 %
- Erreichen des TRL 5 in drei verschiedenen Anwendungsfällen (Raumfahrt, Haushalt, Industrie)
- Einsatz der TEGs in unterschiedlichen Temperaturbereichen mit einer maximalen Temperaturdifferenz von 700 °C
- Durchführung einer Lebenszyklusanalyse, um ökologische und wirtschaftliche Fragestellungen zu beantworten

Das Projektkonsortium besteht aus acht Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen aus fünf verschiedenen Ländern. Die Projektkoordination übernimmt die französische Forschungseinrichtung CEA

(französisch: Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, deutsch: Commissariat für Atomenergie und alternative Energien). Die K1-MET GmbH ist gemeinsam mit der voestalpine Stahl GmbH für die Erprobung der neu entwickelten TEGs unter realen Bedingungen im Stahlwerk verantwortlich. Dabei soll die ungenutzte Strahlungsabwärme der glühenden Brammen im Auslauf der Stranggussanlage in elektrische Energie umgewandelt werden. Der Schwerpunkt liegt auf der Quantifizierung der elektrischen Leistung sowie der Evaluierung potenzieller Anwendungen für die dabei entstehende Wärme in anderen Prozessen.

Ein weiteres Ziel ist die Bestimmung des Wartungsbedarfs eines TEG-Systems. Zusätzlich dazu sollen Möglichkeiten zur Integration dieser Technologie in die bestehende Energie-, Wasser- und Dampfinfrastruktur des Stahlwerks untersucht werden. Der von diesem System erzeugte Gleichstrom könnte direkt in Prozessen wie der Wasserstoffelektrolyse genutzt, in Batterien für eine spätere Verwendung gespeichert oder nahtlos in das Stromnetz eingespeist werden. Das grundlegende Konzept einer möglichen Systemintegration ist in Abbildung 16 dargestellt. Die Abbildung 17 beleuchtet das methodische Konzept des Projekts.

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2023/24

FFG Leitprojekt KIRAMET (KI basiertes Recycling von Metallverbund-Abfällen)

Mit dem Projekt KIRAMET und der Entwicklung einer KI-gestützten Intelligent-Recycling-Plattform setzt Österreich neue Maßstäbe im nachhaltigen Metallrecycling und der Ressourceneffizienz

In Anbetracht des „European Green Deal“ sowie des Kreislaufwirtschaftspakets müssen der Ressourcenverbrauch und die CO₂-Emissionen bis 2030 drastisch reduziert und die Ressourceneffizienz massiv gesteigert werden. Eine Möglichkeit, Primärressourcen einzusparen und gleichzeitig Treibhausgasemissionen nachhaltig zu reduzieren, stellt das Recycling von Metallen zu hochwertigen Stahlprodukten dar. Die Voraussetzung für den Einsatz dieser post-consumer-Metallfraktionen in der Produktion ist jedoch die Sortierung in definierte Kategorien mit zuverlässig eingehaltenen Grenzwerten für verschiedene Begleitelemente wie beispielsweise Kupfer oder Nickel (Abbildung 19).

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Haushalts- und Altautoschrott sowie Elektro-Altgeräte zeichnen sich durch einen hohen Metallgehalt aus und haben aus diesem Grund ein großes Potenzial für Recycling. Leider fallen diese Metalle nicht sortenrein an, sondern in Form von Kunststoffmetallverbunden oder Legierungsgemischen. Derzeit werden die Metalle geschreddert und die produzierten Fraktionen aufgrund der erschwerten Einsetzbarkeit in der Produktion hochwertiger Stahlgüter ins Ausland exportiert. Gleichzeitig importiert Österreich höherwertigen Schrott, der für die Metallproduktion sehr wichtig ist.

Die geplante Umstellung der Stahlerzeugung in Europa auf Elektrolichtbogenöfen wird diese Versorgungssituation weiter verschärfen. Berechnungen zeigen, dass zusätzlich zum derzeitigen österreichischen



Abb. 18: Projektlogo KIRAMET. Quelle: KIRAMET-Konsortium

Schrottbedarf mittelfristig eine weitere Million Tonnen Schrott benötigt werden, um das im Hochofen erzeugte Roheisen zu ersetzen.

Um die in Österreich erzeugten Schrotte aufzuwerten, wird im Projekt KIRAMET an der Entwicklung einer effizienten sensorgestützten Partikelsortierung mithilfe von künstlicher Intelligenz geforscht. Hierbei werden optische Sensoren sowie neuronale Netze zur Bilderkennung und Partikelklassifizierung verwendet, um Abfallströme aus dem Grobschredder zu analysieren und in die korrekte Kategorie zu sortieren. Dadurch soll es möglich werden, mit vertretbarem Aufwand und unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte große Mengen an qualitativ hochwertigen sowie national verwertbaren Metallfraktionen bereitzustellen.

Um dieses Projektziel zu erreichen, soll, basierend auf den Forschungsergebnissen, eine Intelligent-Recycling-Plattform etabliert werden, welche diese KI-gestützte Sortierstraße „Smart Sort“, eine Prozess- und Modellierungsumgebung zur Erstellung digitaler Zwillinge des Recyclingprozesses „Smart Twin“ und ein Daten-



Non-COMET HIGHLIGHT

modell zur Anreicherung des Abfalls mit recyclingrelevanten Informationen „Smart Waste“ integriert. Durch den Einsatz der Intelligent-Recycling-Plattform sollen die verschiedenen Stakeholder entlang des Recyclingprozesses vernetzt und KI-basierte Handlungsempfehlungen zur optimalen Verwertung dieser Abfälle entwickelt werden.

Unter den 14 beteiligten Industrieunternehmen und 5 Forschungseinrichtungen unter der Leitung des Instituts für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft der Montanuniversität Leoben nimmt K1-MET im Projekt eine vermittelnde Rolle ein. Durch die Expertise sowohl im Bereich der Metallurgie als auch der digitalen Technologien konnte das Konsortium bei der Entwicklung einer gemeinsamen Vision für das Projekt unterstützt werden. Unter anderem wurden

die Stakeholder-Anforderungen und das Pflichtenheft für die Umsetzung der Prototypen vom K1-MET Team entwickelt.

Wirkungen und Effekte

Dieses Projekt wurde von Dr. Klemens Winkler im Rahmen des ESTEP Digital-4-Environment Workshop in Bardolino (Italien) im Februar 2024 vorgestellt.

Das Projekt KIRAMET wird als Leitprojekt im Rahmen des Programms „Produktion der Zukunft“ des (BMK) Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie gefördert.

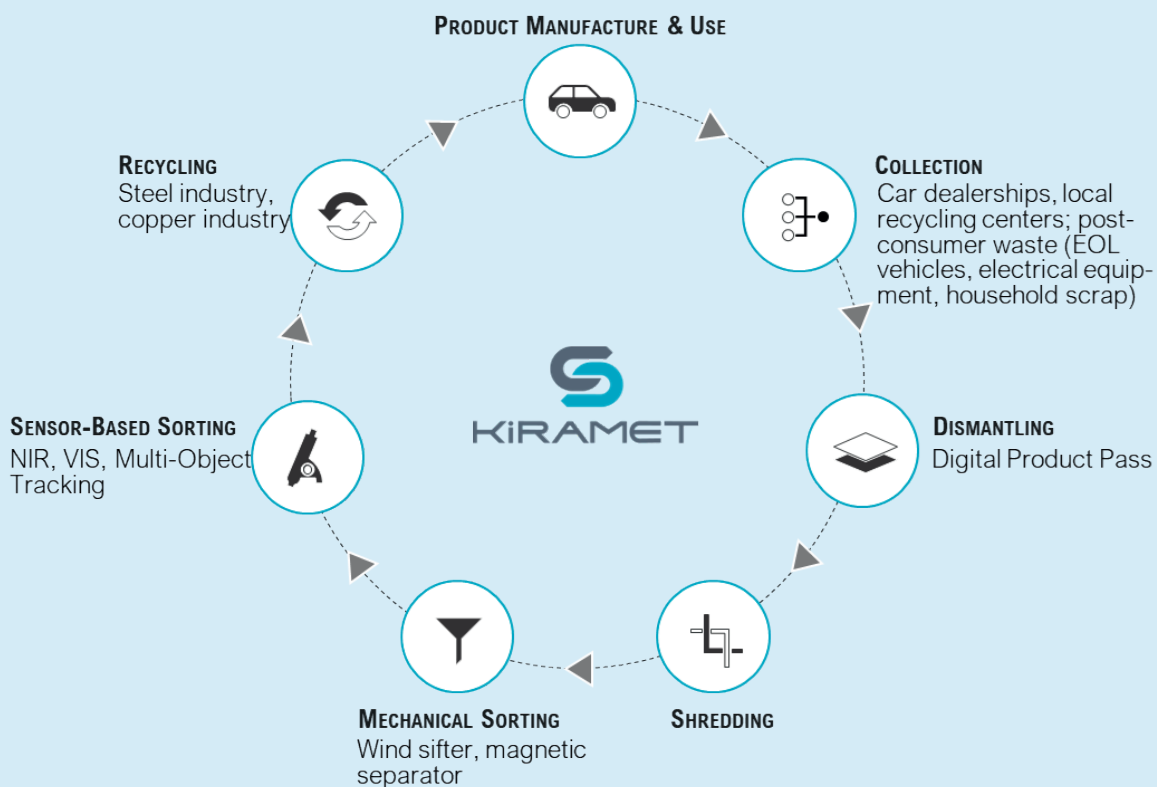


Abb. 19: Produktkreislauf für die Betrachtungen im Projekt KIRAMET.
Quelle: KIRAMET-Konsortium

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2023/24

ZEUS – Zero Emissions throUgh Sector Coupling

Demonstration grüner Wasserstoffproduktion und Kreislaufführung von erneuerbaren Gasen bzw. flüssigen Kohlenwasserstoffen im industriellen Umfeld

Im Projekt ZEUS (Zero Emissions throUgh Sector Coupling), das durch den Klima- und Energiefonds unterstützt wird, liegt der Schwerpunkt auf der Stahl- und Zementindustrie. Diese zählen zu den sogenannten hard-to-abate Sektoren, in denen Kohlenstoffdioxid- (CO₂)-Emissionen unvermeidbar und aus diesem Grund schwer zu dekarbonisieren sind. Das Ziel ist die Entwicklung und Demonstration einer sektorübergreifenden, klimaneutralen Prozesskette, die von der Herstellung sowie Aufbereitung von grünem Wasserstoff bis zur Abscheidung von CO₂ aus industriellen Abgasen und dessen Umwandlung in speicherbare Produkte reicht.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Die großtechnische Produktion von Wasserstoff (H₂) aus erneuerbaren Energien ist eine der Grundlagen, um klimaschädliche CO₂-Emissionen direkt und langfristig zu vermeiden. Neben dem Ausbau erneuerbarer Energiegewinnung wird eine verstärkte, überbetriebliche Vernetzung der Energiewirtschaft und der energieintensiven Industrie, auch Sektorkopplung genannt, angestrebt. Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien generiert im Sommer massive Überschüsse, die im Winter aufgrund der stark reduzierten Verfügbarkeit sowie des erhöhten Bedarfs benötigt werden. Durch Sektorkopplung sollen die Energieüberschüsse in speicherbare Produkte wie grünen Wasserstoff oder erneuerbare Kohlenwasserstoffe (z. B. synthetisches Erdgas) umgewandelt werden und zur Stabilisierung des Energiesystems beitragen.

The logo for ZEUS features the word 'ZEUS' in a bold, dark blue, sans-serif font. The letter 'Z' is stylized with a diagonal line connecting its top-left and bottom-right corners, and a small circle at the end of this line. The letters 'E', 'U', and 'S' are solid and blocky.

Zero Emissions throUgh Sector Coupling

Abb. 20: Projektlogo ZEUS. Quelle: ZEUS-Konsortium

Darüber hinaus gibt es industrielle Prozesse, bei denen CO₂-Emissionen nicht aus den eingesetzten Energieträgern herrühren, sondern aus den eingesetzten Rohstoffen und dadurch unvermeidbar sind. Dies betrifft insbesondere die Stahl- und die Zementindustrie. Die chemische Umwandlung von CO₂ und H₂ in wertvolle, speicherbare Produkte stellt einen weiteren wichtigen Aspekt der Sektorkopplung dar und soll zur Erreichung der Klimaneutralität beitragen.

Im Rahmen von ZEUS wird eine Elektrolyseanlage zur Erzeugung von grünem Wasserstoff hinsichtlich der Aufreinigung, Verdichtung und Speicherung weiterentwickelt und auf industriellen Maßstab ausgebaut. Zusätzlich wird die Flexibilität des Stromsystems durch netzdienlichen Betrieb erhöht. Darüber hinaus werden CCU-Prozesse (Carbon Capture and Utilisation) zur strombasierten Herstellung chemischer Grundstoffe

Non-COMET

HIGHLIGHT

in der Stahl- und Zementindustrie untersucht. In diesen Arbeitspaketen gilt es, verschiedene CO₂-Abscheidetechnologien zu testen und das gewonnene CO₂ in Folgeprozessen umzuwandeln und weiterzuverarbeiten. Darunter fallen die katalytische Methanisierung mit Wasserstoff zur Herstellung von synthetischem Methan und die elektrochemische Synthese zu Syngas, einer gasförmigen Mischung aus H₂ und CO₂. Diese Prozesstechnologien werden in der Form von Pilotanlagen getestet, um weitere Erkenntnisse zu sammeln.

Das Leitprojekt ZEUS zielt durch seinen Demonstrationscharakter darauf ab, den Transfer von klimafreundlichen Technologien in die Praxis zu beschleunigen und damit die Sektorkopplung nachhaltig in Österreich zu verankern.

Wirkungen und Effekte

Im ersten Projektjahr wurde der Schwerpunkt auf die Optimierung und Weiterentwicklung der Aminwäsche gelegt. Der Fokus richtete sich dabei auf die Minimierung des Energieverbrauchs sowie die Steigerung der langfristigen Betriebsstabilität der Anlage. Die Aminwäsche kann als eine der führenden Technologien für die Abscheidung von Kohlenstoffdioxid betrachtet werden. In diesem Prozess reagiert CO₂ aus einem Abgasstrom mit einem Waschmedium wie z. B. Monoethanolamin und wird auf diese Weise chemisch, reversibel gebunden (Absorption). Die Trennung von Gas und Absorptionsmittel erfolgt in einem Folgeschritt (Desorption), in dem die Reaktion durch Temperatur- und Druckveränderung umgekehrt wird. Das gewonnene CO₂ kann im Anschluss verdichtet und in Gasflaschen gespeichert werden oder zu einem Wertstoff umgewandelt werden. Auf diese Weise bildet es die Grundlage für die Erzeugung wertvoller Ressourcen. Diese Prozesskette trägt nicht nur nachweislich zu einer Emissionsreduktion bei, sondern fördert auch die Kreislaufwirtschaft.

Um den stabilen Betrieb des Aminwäschers zu gewährleisten, wurden Langzeitversuche durchgeführt. Anhand dieser konnten wesentliche Erkenntnisse hinsichtlich der Beständigkeit sowie des Verlusts des Waschmediums in Abhängigkeit von den Prozessvariablen gewonnen werden. Die Ergebnisse der Experimente bieten eine solide Grundlage für künftige Optimierungen und tragen außerdem zu einem besseren Verständnis bezüglich der Abhängigkeiten der Operationsparameter bei. Weiters konnte aufgezeigt werden, wo die Herausforderungen in einem Langzeitbetrieb der Anlage liegen. Auf Basis der gewonnenen

Erkenntnisse erfolgen weitere Optimierungsschritte des Aminwäschers sowie die Durchführung von Versuchen mit alternativen, energieeffizienteren Waschmedien.

Das Ziel ist die Identifikation der optimalen Prozessführung und -parameter für den Betrieb industrieller Großanlagen. Dies stellt einen wichtigen Schritt dar, um bis 2050 CO₂-Emissionen zu reduzieren und die Erreichung der Klimaziele zu verwirklichen.



Abb. 21: Alexandra Kogler und Irmela Kofler beim Aminwäscher.
Quelle: Andritz

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2023/24

Verlängerte Lebensdauer des Konverters durch Simulationen

Mit dem Projekt ECO2LIFE wollen die großen Player der österreichischen Stahlindustrie die Haltbarkeit von Feuerfestmaterial nachhaltig verlängern

Im Februar 2024 startete das im Rahmen des FFG-Programms „Produktion und Material 2023“ finanzierte Projekt ECO2LIFE (der Langtitel ist „Extended CONverter LIFEtime utilizing novel sensor systems, data analyses and simulations for green steel production“) mit einer Laufzeit von 3 Jahren. In diesem Projekt sollen wichtige Erkenntnisse über die Belastungen des Feuerfestmaterials im LD-Konverter gewonnen werden und daraus Handlungsanleitungen abgeleitet werden, die es erlauben, die Lebensdauer des Feuerfestmaterials und des Tiegels (Stahlmantel) zu erhöhen.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Ein wichtiger Prozessschritt in der Stahlerzeugung über die Hochofenroute ist das LD-Verfahren, bei dem Roheisen durch Sauerstoffblasen in Stahl umgewandelt wird. Der LD-Konverter besteht aus einem Stahlmantel und einer Innenauskleidung mit Feuerfestmaterial, die Zustellung genannt wird. Die Zustellung, welche sich im Verlauf der Konverterreise abnutzt, hat die Aufgabe, den extremen Temperaturen und Bedingungen während des Prozesses standzuhalten. Durch die thermische und mechanische Belastung kann es jedoch zu plötzlichen Einstürzen der Zustellung im oberen Bereich des Konverters kommen. Die durch solche Einstürze notwendigen, umfangreichen Reparaturen, bis hin zu einer vorzeitigen Neuzustellung, führen zu Verzögerungen im Produktionsplan und auch zur Erzeugung unnötiger Treibhausgasemissionen. Daher ist eine intakte Zustellung der Schlüssel, um

Abb. 22: Projektlogo ECO2LIFE. Quelle: ECO2LIFE-Konsortium

einen reibungslosen Prozessablauf zu gewährleisten und wirtschaftliche sowie ökologische Belastungen durch ungeplante Ausfallzeiten und Reparaturen zu vermeiden. Um das Ziel einer verlängerten Nutzungsdauer von LD-Konvertern zu erreichen, werden im Rahmen des Projekts ECO2LIFE die Ursachen für ein vorzeitiges Materialversagen untersucht. Dazu sind folgende Schritte geplant:

- Nutzung von vorhandenen Sensordaten und einer neu installierten IR-Kamera und Hochtemperatur-Dehnungsmessstreifen, um qualitativ hochwertige Daten für das Temperatur- und Verschleißmodell zu generieren
- Erstellung eines thermischen Simulationsmodells des Konverters unter Verwendung thermografischer und thermischer Messungen
- Auswertung von Verschleißdaten auf der Basis von Lasertriangulationsmessungen

Non-COMET

HIGHLIGHT

- Durchführung einer umfassenden FE-Modellierung der Zustellung und des Stahlmantels in verschiedenen Phasen der Konverterreise unter Einbeziehung der Ergebnisse des thermischen Modells und des Verschleißmodells (Beispiele für diese Simulationen sind in der Abbildung 23 zu finden)

Mit diesem Ansatz sollen die maßgeblichen Faktoren identifiziert werden, die zu einer Instabilität der Zustellung führen. Abgesehen von den wissenschaftlichen Herausforderungen im Projekt durch die Entwicklung neuartiger Simulationen, ist der Einsatz von Sensorik in der Produktionsumgebung des Converters mit anspruchsvollen Umweltbedingungen aufgrund von Hitze, Staub und Schlackenauwurf aus dem Reaktionsgefäß ebenfalls komplex. Da die Sensoren in die bestehende Anlage integriert werden müssen, sind innovative Lösungen erforderlich, um einen optimalen Betrieb dieser Sensoren sicherstellen zu können, ohne die Funktion bestehender Systeme zu beeinflussen. Außerdem muss der Zeitrahmen für die Installation sorgfältig geplant werden, da im laufenden Betrieb der Converter nur die kurzen Wartungszeiträume für die Installationsarbeiten zur Verfügung stehen. Um den hohen Anforderungen an die geplante Sensorik zu genügen, sind innovative Lösungen und eine effektive Zusammenarbeit der Projektbeteiligten bereits in der Planungsphase von Bedeutung.

Zur Durchführung des Projekts wurde ein Konsortium aus Industrieunternehmen sowie Forschungsinstitutionen gebildet, das aus RHI Magnesita GmbH, voestalpine Stahl GmbH, Primetals Technologies Austria GmbH sowie dem Lehrstuhl für Gesteinshüttenkunde der Montanuniversität Leoben und K1-MET als Koordination besteht.

Wirkungen und Effekte

Es sind qualitativ hochwertige Daten zu Abnutzung und Materialeigenschaften des Feuerfestmaterials, Temperatureinflüssen aus dem Prozess sowie eine Analyse der wechselseitigen Interaktion zwischen Stahlmantel und der Ausmauerung des Converters notwendig, um präzise Vorhersagen über die Abnutzung und Lebensdauer der Zustellung zu entwickeln. Obwohl diese Themen einzeln erforscht werden, existiert bislang kein Modell, das die Interaktion aller Faktoren berücksichtigen kann. Das Ziel des ECO2LIFE-Konsortiums ist es, ein umfassendes Gesamtmodell zu entwickeln, das den Einfluss aller der genannten Aspekte einbezieht.

Mithilfe dieser Erkenntnisse und Teilmodelle sowie der im Projekt entwickelten und angewendeten Überwachungssysteme sollen neuartige Wartungsanweisungen abgeleitet werden, die vorzeitige Ausfälle der Converter-Zustellung und des Stahlmantels vermeiden. Die Wirksamkeit dieser experimentellen Instandhaltungsmaßnahmen wird im eigenen LD-Stahlwerk der voestalpine angewendet und getestet, um die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse durch Betriebsdaten zu validieren. Die Ergebnisse aus diesen Tests werden dann wiederum an die wissenschaftlich beteiligten Projektmitglieder übermittelt, um die Modelle, welche im Projekt generiert wurden, zu verbessern.

Parallel dazu wird ebenso das interne System, welches den Verbrauch an Feuerfestmaterial über die Lebensdauer des Converters aufzeichnet und dann an die Wartungsteams kommuniziert, analysiert und modernisiert, um den Prozess weitestgehend zu automatisieren. Dadurch soll eine direkte Verbesserung im Betrieb aus dem Projekt für die Instandhaltungsteams generiert werden.

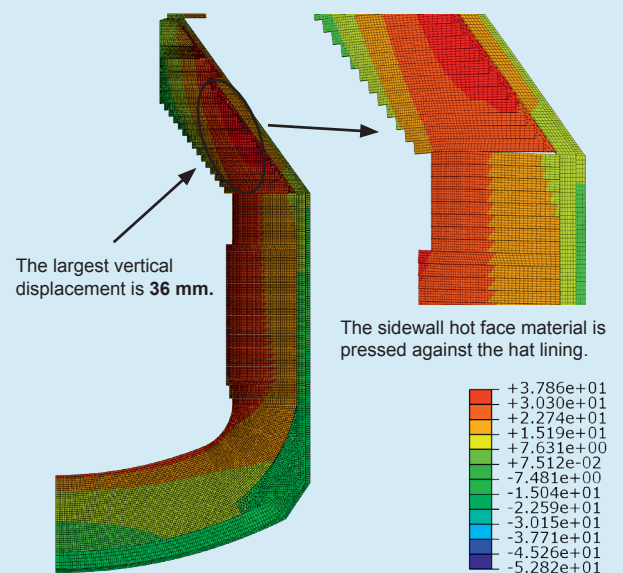
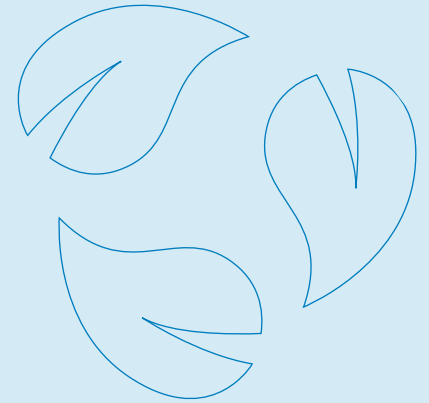


Abb. 23: Vertikale Verschiebung nahe dem thermischen Gleichgewicht. Quelle: Montanuniversität Leoben CoC / Dietmar Gruber

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2023/24



Messung von Diffusions- und Aktivitätskoeffizienten in Schlacken

(Arbeitspaket 2 und 3 im Projekt 1.1
„Liquid slag properties“)

Der Schwerpunkt von Projekt 1.1 des COMET-Programms liegt auf der experimentellen Untersuchung von flüssiger Schlacke. Metallurgische Schlacken sind Nebenprodukte der Roheisenherstellung und -behandlung. Diese fungiert als wesentliches Raffinationsmittel, daher beeinflusst die Zusammensetzung der Schlacke die Prozesseffizienz in hohem Maße. Die rasche Bildung einer reaktiven Schlacke mit entsprechender Viskosität, Dichte und Chemie ermöglicht die Entfernung unerwünschter Begleitelemente aus der Schmelze. Die Untersuchungen der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Schlacke führen daher zu einer höheren Prozesseffizienz sowie Produktivität. Die Optimierung metallurgischer Prozesse erfordert deshalb genaue Kenntnisse über die Schlackenbildung.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Die Metallurgie spielt eine Schlüsselrolle für eine Kreislaufwirtschaft, da Metalle ein hohes Recyclingpotenzial aufweisen. Die nachhaltige Produktion von Metallen erfordert neben der Entwicklung neuer Technologien auch jene digitaler Systeme. Diese digitalen Zwillinge sind Grundlage für die Steuerung und Optimierung von Kreislaufsystemen. Durch die Verknüpfung metallurgischer Prozesse können diese Material- und Energieverbrauch sowie Umweltauswirkungen eines Kreislaufsystems ermitteln. Analyse- und Simulationstools für metallurgische Aggregate sind für die Erstellung digitaler Zwillinge unerlässlich. Die Entwicklung solcher Werkzeuge erfordert das Wissen

über thermodynamische Daten. Diffusionskoeffizienten und die Aktivitäten gelöster Spezies in Schlacken sind Größen, welche für Modellierungen entscheidend sind. Diffusionskoeffizienten werden zur Beschreibung von Auflösungsprozessen benötigt und Aktivitäten für die Berechnung thermodynamischer Gleichgewichte.

Um das Auflösungsverhalten von CaO sowie MgO in verschiedenen Schlacken zu untersuchen und daraus den Diffusionskoeffizienten zu bestimmen, wurde die rotierende Zylindermethode genutzt. Zur Ermittlung der Diffusionskoeffizienten aus Auflösungsversuchen wurde ein Berechnungsmodell entwickelt, das neben dem diffusiven auch den konvektiven Anteil des Stoffüberganges berücksichtigt. Mithilfe von dimensionslosen Kennzahlen werden die Stofftransporte von Stirn- und Mantelfläche der rotierenden zylindrischen Proben beschrieben. Zusätzliche notwendige Schlackeneigenschaften (Viskosität, Dichte und Sättigungskonzentration) werden mit verschiedenen Modellen und FactSage™ berechnet. Mittels des entwickelten Versuchsaufbaus und Berechnungsmodells konnten die Diffusionskoeffizienten von CaO und MgO verschiedener Schlackentypen bestimmt werden. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Auflösungsgeschwindigkeit der Oxide mit steigender Temperatur zunimmt. Das lässt sich durch die Abnahme der Schlackenviskosität sowie durch die zunehmende Sättigungskonzentration der Schlacke mit steigender

AREA 1

HIGHLIGHT

Temperatur erklären. Zur Bestimmung der Aktivität von CaO und MgO in Schlacken wurde die Knudsen-Effusions-Massenspektrometrie (KEMS) eingesetzt. In Abbildung 24 wird ein schematischer Aufbau der Messapparatur gezeigt. Bei dieser Methode wird die Probe in einer Knudsenzelle auf Temperatur gehalten, bis das Gleichgewicht zwischen Probe und Dampfphase erreicht ist. Ein geringer Anteil der Dampfphase tritt durch eine Öffnung im Deckel der Zelle aus. Der dabei entstehende Molekularstrahl wird in ein Massenspektrometer geleitet. Zur Bestimmung der Dampfdrücke werden die gemessenen Ionenintensitäten der jeweiligen Spezies verwendet. Dies ermöglicht die Bestimmung der Aktivität einer Spezies in der Probe, da die Aktivität dem Verhältnis ihres Partialdrucks in einem Gemisch zu dem in der Reinsubstanz entspricht. Aus den ermittelten Partialdrücken von CaO und MgO oberhalb der untersuchten Schlacken sowie der Reinsubstanzen konnten die Aktivitäten des jeweiligen Oxids bestimmt werden.

Zusätzlich zu den temperaturabhängigen Aktivitäten von CaO und MgO in verschiedenen Schlackensystemen konnten bei den nötigen Untersuchungen der Reinsubstanzen die Bildungsenthalpien von CaO und MgO ermittelt werden. Dabei wurde von kongruenten dissoziativen Verdampfungsreaktionen in gasförmiges Metall und atomarem Sauerstoff ausgegangen. Für eine bessere Vergleichbarkeit mit den Literaturwerten wurden zusätzlich die Sublimationsenthalpien der Metalle und die Enthalpie der Rekombination von atomarem zu molekularem Sauerstoff miteinbezogen.

Wirkungen und Effekte

Für die Entwicklung digitaler Zwillinge von metallurgischen Prozessen sind kinetische und thermodynamische Modelle notwendig. Da die Digitalisierung Verbesserungen der Ressourceneffizienz ermöglicht, können die ermittelten Diffusionskoeffizienten und Aktivitäten zur Prozessoptimierung und in weiterer Folge zur Effizienzsteigerung genutzt werden. Das zur Bestimmung der Diffusionskoeffizienten entwickelte Berechnungsmodell ermöglicht die Ermittlung dieser in einer Vielzahl von Schlacken durch die Implementierung eines Dichte- und verschiedener Viskositätsmodelle. Zudem wird der strömungsmechanische Einfluss auf die Bestimmung der Diffusivität durch die hierbei angewandte Methode besser abgebildet als in den meisten Veröffentlichungen zu diesem Thema. Der erfolgreiche Einsatz der KEMS zur Bestimmung von Aktivitäten in Schlacken hat die Eignung

dieser Methode für derartige Messungen bestätigt. Diese Bestätigung erlaubt es, Überlegungen für weitere Schlackenuntersuchungen mittels KEMS anzustellen. Die mit dieser Methode durchgeführten Messungen könnten dann zur Überprüfung der Ergebnisse dienen, welche mit der meist verwendeten Äquilibrierungsmethode erzielt wurden.

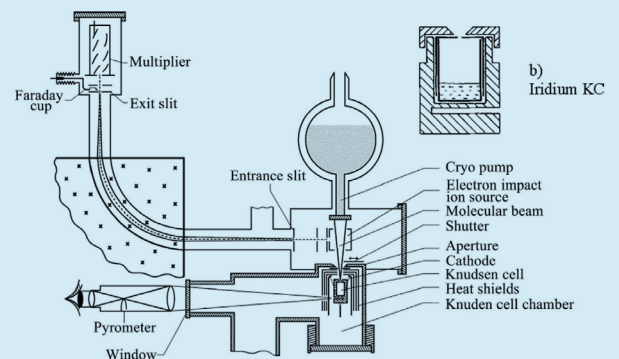
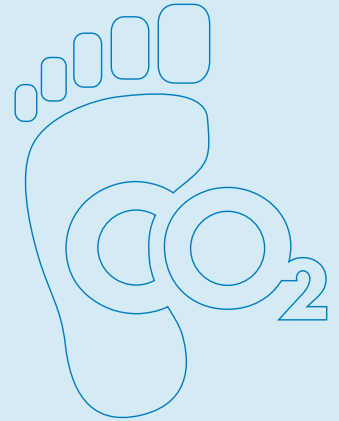


Abb. 24: Schematischer Aufbau eines KEMS. Quelle: [D. Kobertz, M. Müller and A. Molak, Vaporization and caloric studies on lead titanate. *Calphad* 46 (2014), pp. 62 – 79. doi:10.1016/j.calphad.2014.02.001]

Der entworfene Versuchsaufbau und das entsprechende Berechnungsmodell zur Ermittlung der Diffusionskoeffizienten könnten in nachfolgenden Studien zur Bestimmung weiterer Koeffizienten verwendet werden. Die möglichen Variablen wären hierbei 1) Schlackenzusammensetzung 2) Schlackentemperatur und 3) Probenmaterial. Wie bereits erwähnt, könnte das KEMS für eine Vielzahl weiterer Untersuchungen an Schlacken eingesetzt werden, zum Beispiel für das Verdampfungsverhalten verschiedener Schlackenbestandteile, die Bestimmung von Partialdrücken sowie Reaktionsenthalpien. Alle ermittelten Größen könnten zur Verbesserung thermodynamischer und kinetischer Modelle genutzt werden und so helfen, metallurgische Prozesse zu optimieren und die Ressourceneffizienz durch Digitalisierung zu steigern. Dies würde in der Folge dazu führen, Einsatzstoffe einzusparen und einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz zu leisten.

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2023/24



Wasserstoffplasma-Schmelzrevolution: Grüner Stahl für eine nachhaltige Zukunft

(Projekt 2.1 „Continuous hydrogen plasma smelting reduction process development“)

In den 1990er Jahren wurde der Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsprozess am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben im Labormaßstab entwickelt. Das Upscaling dieser 200g Laboranlage in eine Demonstrationsanlage wurde von der K1-MET GmbH am Werksgelände der voestalpine Stahl Donawitz GmbH umgesetzt und im Jahr 2020 finalisiert. Einen Überblick über diese Demonstrationsanlage, deren Länge 20 m und deren Breite und Höhe 10 m beträgt, gibt Abbildung 25. In dieser lassen sich derzeit etwa 100 kg Erz pro Versuch verarbeiten. Projekt 2.1 umfasst den Umbau dieser Anlage vom chargenweisen in einen kontinuierlichen Betrieb mit einer Kapazität von bis zu 200 kg Eisenerz pro Stunde. Dabei erfolgt die Einbindung einer Vorreduktionsstufe, um die Wasserstoffausnutzung zu optimieren.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Im Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsprozess erfolgt die Nutzung eines Wasserstoffplasmas als Reduktionsmittel für Eisenerze. Dazu brennt ein Lichtbogen zwischen einer Hohlkathode, durch welche die Gas- sowie Materialzufuhr erfolgt, und der Schmelze als Anode. Aufgrund der hohen Energiedichten in diesem Bereich ionisiert das Gas und ein Plasma entsteht. Da als Reduktionsmittel Wasserstoff anstelle von fossilen Energieträgern wie bei traditionellen Verfahren zum Einsatz kommt, wird die Entstehung vom Treibhausgas CO₂ vermieden. Der Wasserstoff reagiert im Prozess zu Wasserdampf. Beim

dabei entstehenden Produkt handelt es sich um eine nur wenige Begleitelemente beinhaltende, kohlenstofffreie Eisenschmelze, die direkt sekundärmetallurgisch im Stahlwerk weiterverarbeitet werden kann. Daher lassen sich mit diesem Prozess die in der klassischen Stahlherstellungsrouten benötigten Aggregate Hochofen, Sauerstoffblaskonverter, Sinteranlage und Kokerei durch einen einzigen Verfahrensschritt ersetzen.

Aufgrund thermodynamischer Limitierung kann die maximale Ausnutzung von Wasserstoff im Schmelzreduktionsprozess allerdings nur etwa 40 vol.% für die Reduktion zu metallischem Eisen betragen. Um die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zu erhöhen, ist es erforderlich, den nicht reagierten Wasserstoff im Abgas weiter auszunutzen. Zudem besitzt das heiße Abgas einen hohen Energieinhalt, welcher ebenfalls effizient genutzt werden muss. Dies soll durch die Einbindung einer Vorreduktions- und Vorwärmstufe in den Wasserstoffplasma-Schmelzreduktionsprozess erzielt werden. Mit dem Umbau der Demonstrationsanlage auf kontinuierlichen Betrieb sollen auch die geplante Vorreduktionsstufe sowie die gleichzeitige Vorwärmung der Einsatzstoffe mit dem Prozessabgas realisiert werden. Die Ermittlung des optimalen Reaktor-konzeptes erfordert eine eingehende Untersuchung aller potenziellen Reaktoren hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bei den gegebenen Anforderungen.

AREA2

HIGHLIGHT

Wirkungen und Effekte

Die Erhöhung der Produktionskapazität, die Verbesserung der Energie- und Wasserstoffeffizienz sowie die Umstellung der bestehenden Demonstrationsanlage auf einen kontinuierlichen Betrieb stellen zentrale Meilensteine dar, die für die Weiterentwicklung der Technologie in Richtung einer groß angelegten Pilotanlage von entscheidender Bedeutung sind. Diese Schritte ermöglichen es, das Verfahren über das aktuelle Demonstrationsniveau hinaus zu heben und somit wichtige Erkenntnisse für eine industrielle Skalierung zu gewinnen. Insbesondere die Optimierung der Wasserstoffausnutzung ist ein wichtiger Faktor, da eine verbesserte Effizienz die wirtschaftliche Rentabilität und die Umweltfreundlichkeit des Prozesses erhöht. Zudem ermöglicht eine kontinuierliche Betriebsweise eine realistischere Bewertung der Langzeitstabilität des Prozesses.

Die erfolgreiche Implementierung dieser innovativen Technologie in der Industrie hätte das große Potenzial, die hohen CO₂-Emissionen der Stahlproduktion signifikant zu senken. Da die Stahlindustrie weltweit zu den größten Emittenten von Treibhausgasen zählt, könnte eine weit verbreitete Nutzung des Verfahrens einen wesentlichen

Beitrag zur Erreichung globaler Klimaziele leisten. Der Einsatz von Wasserstoff als Reduktionsmittel anstelle von fossilem Kohlenstoff würde der Stahlindustrie die Möglichkeit bieten, ihre Umweltbilanz erheblich zu verbessern und gleichzeitig ihre Wettbewerbsfähigkeit in einer Wirtschaft zu stärken, die zunehmend auf Nachhaltigkeit fokussiert ist.

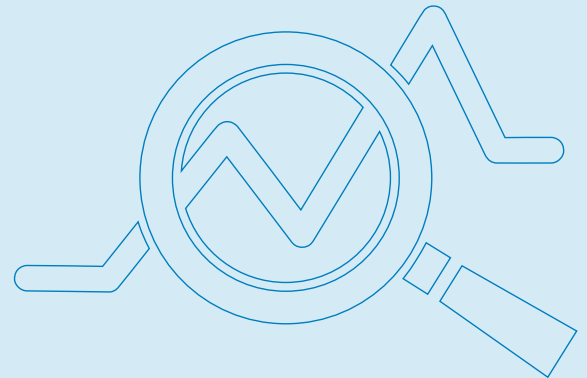
Die intensive Forschung an dieser zukunftsweisenden und international stark beachteten Thematik bringt erhebliche Vorteile für den Wissenschafts- und Industriestandort des Landes Österreich mit sich. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten wird nicht nur das technologische Know-how im Land gestärkt, sondern es entstehen auch wertvolle Synergien, die zur Entwicklung von neuen Technologien und Produkten führen können. Langfristig gesehen könnte sich Österreich durch diese Innovationskraft als Vorreiter in der nachhaltigen Stahlproduktion positionieren und sich dadurch neue Marktchancen und Anerkennung auf internationaler Ebene sichern.



Abb. 25: Überblick über die Demonstrationsanlage zur Wasserstoffplasma-Schmelzreduktion. Quelle: voestalpine Stahl Donawitz, K1-MET

HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2023/24



Neue Wege in der Prozessbeobachtung an der RH-Anlage

(Arbeitspaket im Projekt 3.4 „Hybrid Modelling“)

Forschungsschwerpunkt in Projekt 3.4 ist die Entwicklung von präzisen Datenanalysealgorithmen und die Erweiterung des grundlegenden Prozessverständnisses. Die dabei betrachteten Prozesse reichen vom Hochofen bis zum Stranggussprozess. Im Arbeitspaket 5 wird die RH-Anlage behandelt. Das Ziel ist, durch ein maßgeschneidertes, robustes Bild- und Datenverarbeitungspaket Abweichungen vom Standardprozessverlauf frühzeitig zu detektieren, um Gegenmaßnahmen einleiten zu können und dadurch einen potenziellen Schaden an der Anlage und der Schmelze zu minimieren bzw. zu vermeiden.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Durch die Transition der Stahlerzeugung hin zu nachhaltigen sowie CO₂-neutralen Produktionsmethoden – wie dem Einsatz von Elektrolichtbogenöfen und dem vermehrten Einsatz von Schrott – verändert sich die Zusammensetzung des Roheisens maßgeblich. Diese Veränderung muss in der Sekundärmetallurgie und damit auch an der RH-Anlage ausgeglichen werden. Um diesem Mehraufwand gerecht zu werden, muss der Prozess genauer beobachtet werden. Dadurch sollen die einzelnen Schritte enger getaktet, sowie Fehlfunktionen frühzeitig erkannt werden.

Der RH-Prozess (Abbildung 26) ist aufgrund der hohen Temperaturen (ca. 1600°C) und der rauen Umgebung für Messungen nur eingeschränkt zugänglich. Nichtsdestotrotz ist es möglich, die Schmelze in der Anlage mit einer Kamera zu beobachten. Diese Kamera ermöglicht

dem Anlagenpersonal schließlich, den Fortschritt der Behandlung zu beobachten, und auch den Zustand der Vakuumkammer zu bewerten.

Um diese Kamera auch für Bildauswertungen nutzbar zu machen, musste die Bildqualität deutlich erhöht werden. Als Erstes wurde die bestehende Kamera für einzelne Messtage durch eine Hochgeschwindigkeitskamera ersetzt. Damit konnte durch die Zugabe von Stahlhohlkugeln gezeigt werden, dass im Fall von wenig reaktiven Zuständen in der Kammer die sichtbare Oberfläche durch einen hochdynamischen Stahlschaum, also Gasblasen mit einer Stahlmembran, gebildet wird. Der Schaum führt zu einer Erhöhung der sichtbaren Badoberfläche um 100 % bis zu 300 % und hat zur Folge, dass für oberflächenabhängige Reaktionen deutlich mehr Grenzfläche zur Verfügung steht als bis zu diesem Zeitpunkt angenommen wurde.

Zusätzlich dazu konnten auf Basis der hoch aufgelösten Kameradaten Bildparameter für die Bewertung der Reaktivität der Schmelze hergeleitet werden, die sich auch auf eine neue permanent installierbare Kamera übertragen lassen. Diese Kamera hat sich bereits an der Anlage bewährt. Abbildung 27 zeigt am Beispiel von ca. 70 Entkohlungen, dass sich der reaktive Zustand bereits auf Basis von zwei der vier derzeit verwendeten Bildparameter gut vom Zustand ohne Kohlenstoffabbau abgrenzen lässt. Die sehr variablen Sichtverhältnisse

AREA3

HIGHLIGHT

stellen jedoch eine besondere Herausforderung dar. Einerseits kann der sichtbare Bereich der Schmelze durch Verbärungen stark eingeschränkt werden. Andererseits erschweren starke Verschmutzungen der Kameralinse die Auswertung der Bilder. Für die Detektion des Bildbereiches mit sichtbarer Schmelze konnte bereits ein robuster Algorithmus entwickelt werden. Auch für leichte bis mittlere Kameraverschmutzungen konnten Kompensationsmöglichkeiten gefunden werden. Für die quantitative Bewertung der Bildqualität wurde ein Qualitätsparameter eingeführt, um die Aussagekraft der errechneten Bildparameter zu quantifizieren. Um die Zuverlässigkeit der Bildanalyse

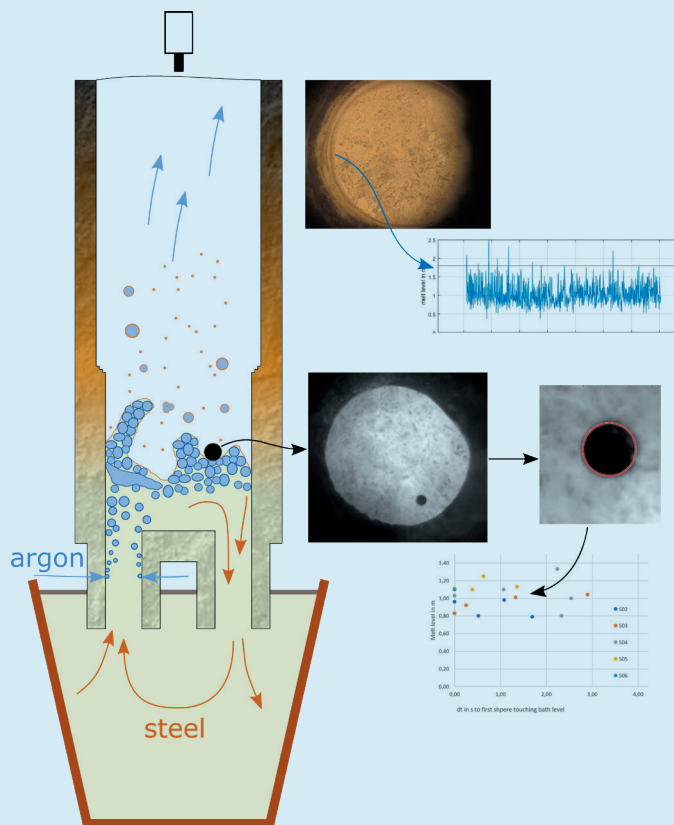


Abb. 26: Skizze der RH-Anlage. Die Pfanne und der untere Teil der Vakuumkammer sind mit flüssigem Stahl in Kontakt. Hier werden zwei Methoden der Füllstandsmessung auf Basis von Bildauswertung gezeigt. Oben: auf Basis der Kammergeometrie. Unten: durch die Zugabe von Kugeln bekannten Durchmessers. Quelle: K1-MET, voestalpine

zu erhöhen, wird derzeit daran gearbeitet, die Standardkamera und Bildverarbeitung zu verbessern. Hier werden klassische Algorithmen sowie Algorithmen auf Basis von Machine Learning verwendet, und weiterentwickelt. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Robustheit und einer klaren Definition des Gültigkeitsbereiches der erarbeiteten Lösungen.

Wirkungen und Effekte

Der in der Vakuumkammer festgestellte Stahlschaum und die Abschätzung des Schaumvolumens lassen eine deutlich bessere Abschätzung der Grenzfläche zwischen Flüssig- und Gasphase zu. Dieser Wert ist für die Berechnung von grenzflächengebundenen Reaktionen ausschlaggebend. Durch die Bildauswertung können unerwartete reaktive Zustände detektiert werden. Dadurch können Schäden am Vakuumgefäß frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen getroffen werden.

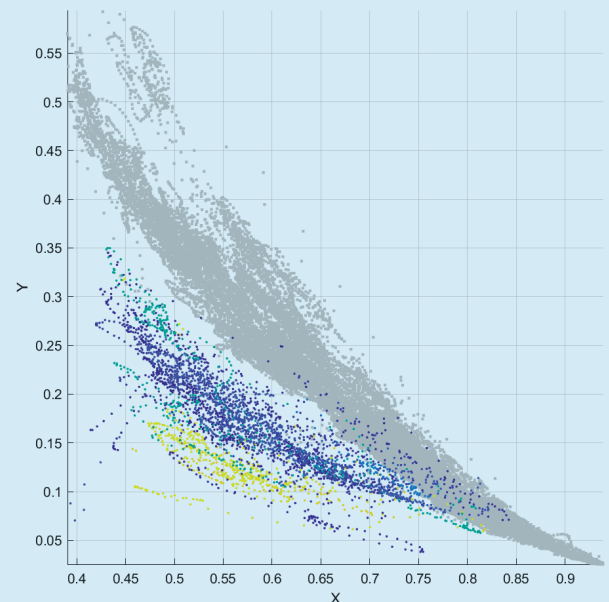
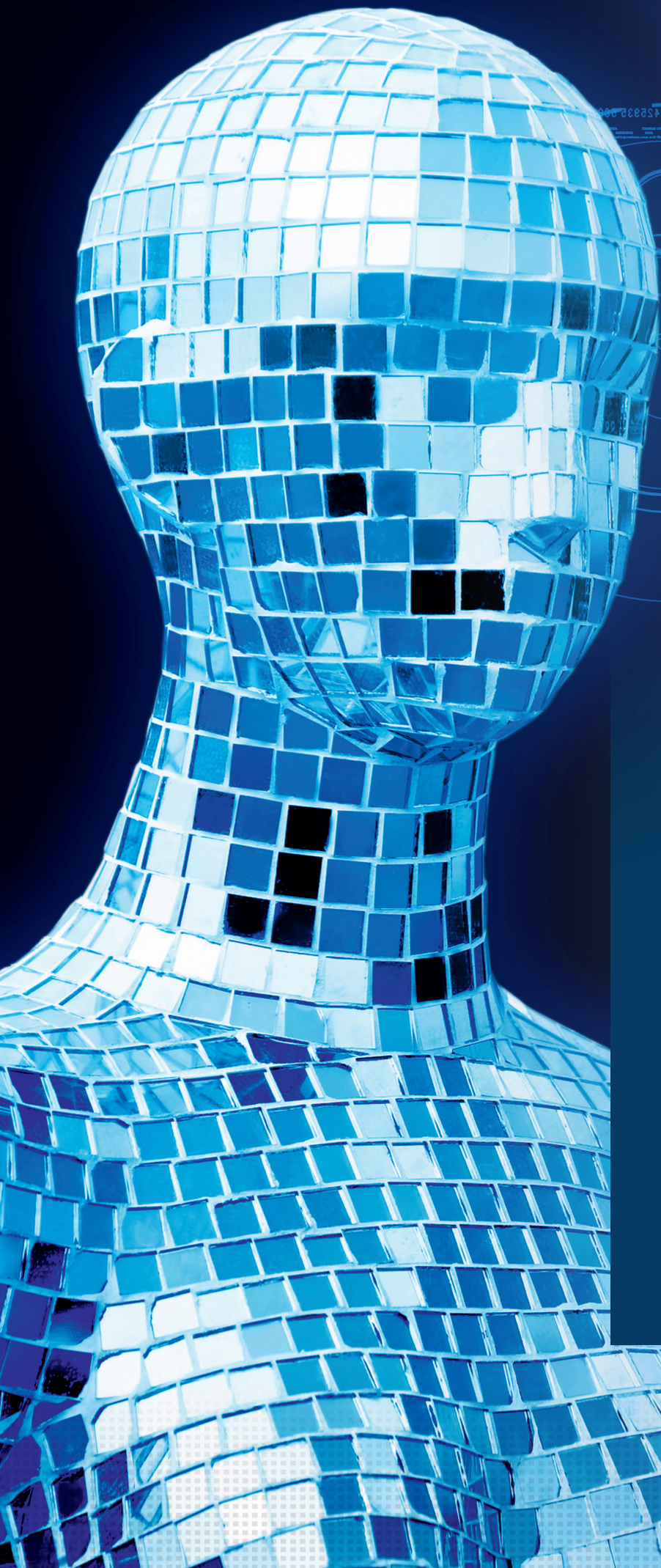


Abb. 27: Zwei Beispiele für Bildparameter, die den Unterschied zwischen normalen Entkohlungszuständen (grau) und reaktiven Zuständen (bunt) deutlich zeigen. Quelle: K1-MET



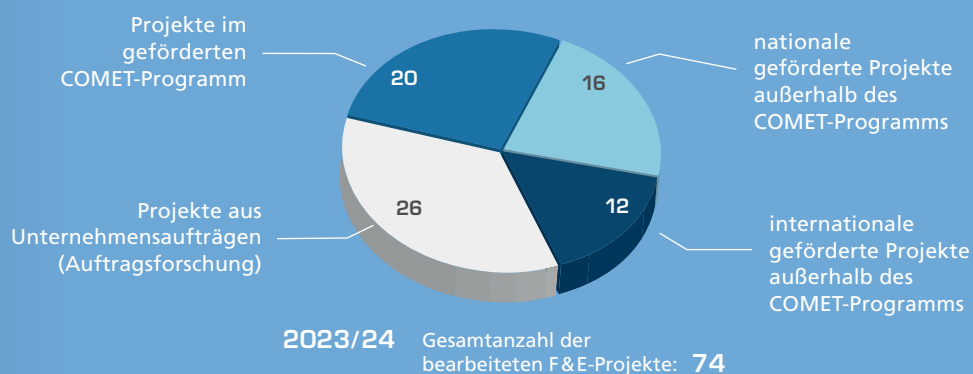
WISSENS

BILANZ 2023/24

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 2023/24 wurde in insgesamt 74 F&E-Projekten (single-firm-sowie multi-firm-Projekten) geforscht. Außerhalb des geförderten COMET-K1-MET Programms wurden im neunten Geschäftsjahr insgesamt fünf neue Projekte aus anderen nationalen Förderschienen (FFG) realisiert (Details siehe Abschnitt „Highlights 2023/24“). Zusätzlich konnte die K1-MET GmbH mit der Teilnahme an den EU-Projekten InSGeP, HBI C-Flex, HELIOS, H2PlasmaRed, PHOS4PLANT und STARTREC (Details siehe Abschnitt „Internationale Aktivitäten“ dieses Geschäftsberichts) weitere internationale F&E-Tätigkeiten starten. Die K1-MET GmbH war somit insgesamt an zwölf internationalen Projekten im Geschäftsjahr 2023/24 beteiligt. Zudem wurden aus Unternehmensaufträgen 26 Projekte bearbeitet. So konnte sich die K1-MET GmbH durch Projektforschung im Bereich der Metallurgie sowohl im nationalen als auch im 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, INTERREG) den Bekanntheitsgrad der K1-MET GmbH zu steigern.



Humankapital

Am Ende des Geschäftsjahres 2023/24 (Stichtag 30.06.2024) zählte die Belegschaft der K1-MET GmbH 103 Personen (86,81 Personenjahre). Der Anteil an Forscher:innen beträgt 88,43 % (91 Köpfe mit 76,77 Personenjahren, davon 35 Forscherinnen und 56 Forscher) und umfasst folgende akademische Bereiche: Metallurgie, Verfahrenstechnik, Chemie, Physik, Informatik (Computational Engineering mit den Schwerpunkten Netzwerktechnik und Simulation) und Mechatronik. Der Anteil an Akademiker:innen beträgt 90,98 %.

	Personenjahre	Köpfe	Anteil [%]
TOTAL	86,81 / 71,29*	103 / 83*	100,00 / 100,00*
davon weiblich	36,29 / 27,08	44 / 33	41,80 / 37,98
davon männlich	50,53 / 44,21	59 / 50	58,20 / 62,02
Administration	10,05 / 8,89	12 / 11	11,57 / 12,47
davon weiblich	7,55 / 6,05	9 / 7	75,11 / 68,08
davon männlich	2,50 / 2,84	3 / 4	24,89 / 31,92
Wissenschaftliche Belegschaft	76,77 / 62,40	91 / 72	88,43 / 87,53
davon weiblich	28,74 / 21,03	35 / 26	37,44 / 33,69
davon männlich	48,03 / 41,37	56 / 46	62,56 / 66,31

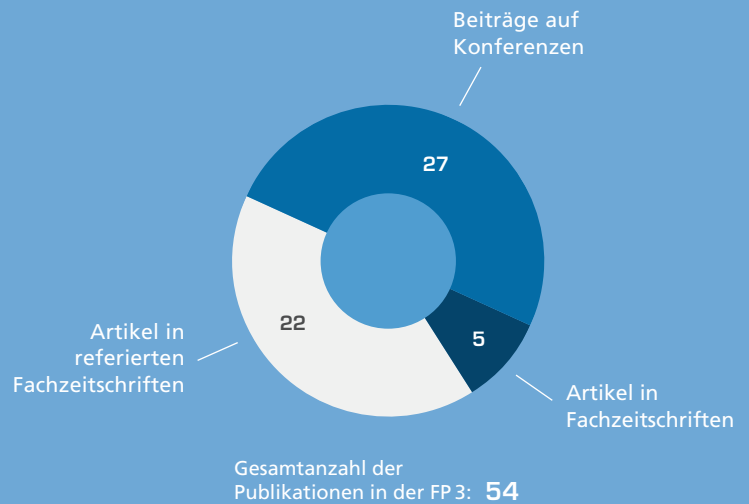
* Vorjahreszahlen

WISSENS

BILANZ 2023/24

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 2023/24 unterstrichen 54 Publikationen (Journalartikel, Konferenzen) sowie eine Reihe akademischer Arbeiten die wissenschaftliche Exzellenz der K1-MET GmbH. Insgesamt gab es seit dem Beginn der 3. Förderperiode (01.07.2023) bereits 54 Publikationen. Sämtliche open-access publizierte Journalartikel können von der Website der K1-MET GmbH (im Menüpunkt Publikationen unter den Articles) heruntergeladen werden.



Wissenschaftlichkeit	2023/24	2022/23	2021/22
Anzahl der angemeldeten Patente	2	0	0
Abgeschlossene Dissertationen	10	6	4
Abgeschlossene Masterarbeiten	11	9	18
Abgeschlossene Bachelorarbeiten	4	10	4

Artikel in referierten Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Gaiser, G., Krobath, R., Presoly, P., Bernhard, C.	The influence of intergranular oxidation on surface crack formation in continuous casting of steel	Journal of Materials Research and Technology	26 / 2023 / 9276 – 9288
Gruber, N.	Liquefaction controlling components and their effect on carbon-free mold powders	Metallurgical and Materials Transactions B	54 (6) / 2023 / 3092 – 3100
Sharifi, S. S., Buzolin, R. H., Bakhtiari, S., Gontijo, M., Sommitsch, C., Poletti, M. C.	Modeling the hot deformation behavior of micro-alloyed steel in the single and two-phase fields	Journal of Physics: Conference Series	2635 / 2023 / Paper Nr. 012029
Jacob, A., Schuster, R., Solyom, L., Keplinger, A., Povoden-Karadeniz, E.	Study of interface-related mechanisms in the early stage precipitation of σ-phase in hyper duplex steels	Journal of Phase Equilibria and Diffusion	Artikel online veröffentlicht / 2023
Sasiain, A., Thallner, S., Habermaier, C., Spiess, S., Birklbauer, L., Wallner, M., Haberbauer, M.	Bioleaching of zinc from blast furnace cast house dust	Minerals	13 (8) / 2023 / Paper Nr. 1007
Spiess, S., Kucera, J., Vaculovic, T., Birklbauer, L., Habermaier, C., Conde, A. S., Mandl, M., Haberbauer, M.	Zinc recovery from bioleachate using a microbial electrolysis cell and comparison with selective precipitation	Frontiers in Microbiology	14 / 2023 / Paper Nr. 1238853

Artikel in referierten Fachzeitschriften – Fortsetzung

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Frühholz, R., Sasiain Conde, A., Habermaier, C., Spiess, S., Birklbauer, L., Wallner, M., Haberbauer, M.	Zinc removal from metallurgical dusts with iron- and sulfur-oxidizing bacteria	Minerals Engineering	206 / 2023 / Paper Nr. 108535
Springer, H., Souza Filho, I. R., Choisez, L., Zarl, M. A., Qick, C., Horn, A., Schenk, J.	Iron ore wires as consumable electrodes for the hydrogen plasma smelting reduction in future green steel production	Sustainable Materials and Technologies	39 / 2023 / Paper Nr. e00785
Matino, I., Dettori, S., Sasian, A., Colla, V., Petrucciani, A., Zaccara, A., Iannino, V. et al.	Hydrogen intensified synthesis processes to valorise process off-gases in integrated steelworks	Matériaux & Techniques	111 / 2023 / Paper Nr. 204
Swaminathan, S., Spijker, C., Raonic, Z., Koller, M., Kofler, I., Raupenstrauch, H.	Numerical study of an industrial burner to optimise NO _x emissions and to evaluate the feasibility of hydrogen-enriched fuel	International Journal of Hydrogen Energy	49 (Part C) / 2023 / 1210 – 1220
Barati, H., Wu, M., Ilie, S., Kharicha, A., Ludwig, A.	Numerical modeling of clog fragmentation during SEN clogging in steel continuous casting	Powder Technology	434 / 2023 / Paper Nr. 119307
Wartha, E.-M., Bösenhofer, M., Hauzenberger, F., Stocker, H., Feilmayr, C., Harasek, M.	Influence of raceway shape on species concentration	Iron & Steel Technology	20 (8) / 2023 / –
Lichtenegger, T., Pirker, S.	Fast long-term simulations of hot, reacting, moving particle beds with a melting zone	Chemical Engineering Science	283 / 2023 / Paper Nr. 119402
Felkl, L., Stelter, M., Charitos, A.	Reduction of anode furnace slag from secondary copper production with different metallic reducing agents	World of Metallurgy – ERZMETALL	77 (1) / 2024 / 379 – 391
Mitas, B., Schenk, J.	Oxygen distribution at the hot spot in BOF steelmaking	Metallurgical and Materials Transactions B	55 (3) / 2024 / 1680 – 1689
Ogris, D., Michelic, S., Gamsjäger, E.	Dissolution of oxide particles in multi-component slags governed by diffusive and convective fluxes	Metallurgical and Materials Transactions B	Artikel online veröffentlicht / 2024
Halwax, A., Sergeev, D., Müller, M., Schenk, J.	Enthalpy of formation of calcium and magnesium oxide obtained by Knudsen Effusion Mass Spectrometry	Metallurgical and Materials Transactions B	55 (2) / 2024 / 821 – 835
Pauna, H., Ernst, D., Zarl, M., Souza Fulho, I. R., Kulse, M., Büyükkuslu, Ö. et al.	The optical spectra of hydrogen plasma smelting reduction of iron ore: application and requirements	Steel Research International	Artikel online veröffentlicht / 2024 / Paper Nr. 2400028
Hoffelner, F., Zarl, M., Schenk, J.	Development of a new laboratory-scale reduction facility for the hydrogen plasma smelting reduction of iron ore based on a multi-electrode arc furnace concept	IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering	1309 / 2024 / Paper Nr. 012012
Zhang, X., Michelic, S., Pirker, S., Saeedipour, M.	Detachment of a soluble particle at the slag-argon interface: CFD study and experimental observations	Metallurgical and Materials Transactions B	55 (3) / 2024 / 1442 – 1451
Vollmann, S., Guarco, J., Burhanuddin	Experimental, analytical, and numerical quantification of the Marangoni effect in static refractory finger test	Ceramics International	Artikel online veröffentlicht / 2024
Klopf, M., Hou, A., Jin, S., Gruber, D.	Steel ladle slag zone lining optimization considering irreversible material behavior	Steel Research International	95 (7) / 2024 / Paper Nr. 2300557
Holzinger, G., Schatzl, M.	Response to the comment on 'Effect of chute start angle and hopper change on burden distribution during the charging process of a bell-less top blast furnace with two parallel hoppers	Powder Technology	438 / 2024 / Paper Nr. 119653

Artikel in Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Riedler, S., Gruber, N., Marschall, I., Ilie, S., Klösch, G.	Untersuchung der Performance eines fluorfreien Gießpulvers auf einer Pilotanlage	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	168 (11) / 2023 / 515 – 520
Gruber, N.	Effect of carbon on the melting behavior of a mold powder under high heating rates	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	168 (11) / 2023 / 521 – 526
Taferner, M., Laschinger, J., Bernhard, C., Bernhard, M., Ilie, S.	Effect of nozzle parameters on the cooling conditions in the secondary cooling zone of a slab caster	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	168 (11) / 2023 / 536 – 542
Spijker, C., Pollhammer, W.	A coupled CFD-DEM approach to model reactive granular beds	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	Artikel online veröffentlicht / 2024

Beiträge auf Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Spiess, S., Kucera, J., Haneschläger, S., Habermaier, C., Frühholz, R., Haberbauer, M.	Zinc recovery from synthetic leachate using a microbial electrolysis cell	5 th International Microbial, Enzymatic & Bio-Photovoltaic Electrochemical Reactors, Fuel Cells & Electrolyser Systems (MEEP) Symposium / Luzern (Schweiz) / 2023
Spiess, S., Weiss, C., Schenk, J., Wohlmut, D., Müller, J., Haberbauer, M.	Coupling bioleaching and bioelectrochemistry for innovative recovery of zinc from metallurgical dusts and slags	6 th European Meeting of the International Society for Microbial Electrochemistry and Technology (EU-ISMET) / Wageningen (Niederlande) / 2023
Lohmeier, L., Höntsch, S., Brauer, A., Thaler, C., Harris, C., Herdegen, V.	Processing of by products from the Midrex direct reduction process into secondary raw materials	Materials Science and Technology in Europe (FEMS Euromat) / Frankfurt (Deutschland) / 2023
Gatschlhofer, C., Doseck-Held, K., Krammer, A.	Investigation of the phosphorous behavior in basic oxygen furnace slag by carbothermal reduction for enhanced slag valorization	The 3 rd Eureka-Pro Conference on responsible consumption and production, Chania (Kreta) / 2023
Saeedipour, M. Estivaleres, J-L., Vincent, S.	Complete LES of turbulent interfacial flows – challenges and perspectives	14 th International ERCOFTAC Symposium on Engineering Turbulence Modelling and Measurements (ETMM14) / Barcelona (Spanien) / 2023
Schneider, R.	Potential measures to reduce energy consumption during ESR	ALD's Metallurgy & More Conference / Hanau (Deutschland) / 2023
Mohsseni, J.	Premelted ESR WACKER ELECTROFLUXTM – chemical, physical and thermodynamical characteristics	ALD's Metallurgy & More Conference / Hanau (Deutschland) / 2023
Zarl, M.	Hydrogen Plasma Smelting Reduction: the way to carbon free steelmaking	ALD's Metallurgy & More Conference / Hanau (Deutschland) / 2023
Guarco, J., Vollmann, S., Harmuth, H., Burhanuddin, B.	A method for calculation of erosion parameters in refractory erosion by melts	XVIII th Conference of the European Ceramic Society (ECeS) / Lyon (Frankreich) / 2023
Vollmann, S., Guarco, J., Burhanuddin, B.	Simulation of Marangoni effect for refractory materials	The 15 th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies & The 13 th International Conference on High-performance Ceramics (PACRIM15 & CICC-13) / Shenzhen (China) / 2023
Thumfart, M., Rössler, R., Wachlmayr, J., Gruber, C.	Melt level measurements in the vacuum chamber of an RH plant based on camera data	10 th International Conference on Modelling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (SteelSIM) / Warwick (England) / 2023
Zhang, X., Michelic, S., Pirker, S., Saeedipour, M.	CFD modelling of inclusion particle movement in the vicinity of a slag/argon interface	10 th International Conference on Modelling and Simulation of Metallurgical Processes in Steelmaking (SteelSIM) / Warwick (England) / 2023
Bösenhofer, M.	Operator splitting versus source linearization for the reaction-(advection)-diffusion equation in OpenFOAM®	31. Deutscher Flammentag / Berlin (Deutschland) / 2023
Michelic, S., Schenk, J.	Current attempts and challenges to decarbonize steel production	TMS 2024: 153 rd Annual Meeting & Exhibition / Orlando (USA) / 2024
Michelic, S., Häuselmann, M., Schenk, J.	Transformation der Stahlindustrie – Neue Prozessrouten und ihre Auswirkung auf die Kreislaufwirtschaft	Berliner Konferenz Mineralische Nebenprodukte und Abfälle / Berlin (Deutschland) / 2024
Nanz, T., Bösenhofer, M., Rieger, J., Stocker, H., Feilmayr, C., Harasek, M.	Evaluating auxiliary reducing agents in a test rig under raceway conditions	Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Columbus (USA) / 2024
Bösenhofer, M., Nanz, T., Kiss, M., Gruber, C., Stocker, H., Feilmayr, C., Harasek, M.	Simulation-aided evaluation of alternative reducing agent conversion experiments	Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Columbus (USA) / 2024
Kiss, M., Bösenhofer, M., Wartha, E. M., Hauzenberger, F., Gruber, M., Feilmayr, C., Stocker, H., Gruber, C., Harasek, M.	Numerical evaluation of the suitability of thermally thick alternative reducing agents in the raceway zone	Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Columbus (USA) / 2024
Kavic, D., Bernhard, C., Bernhard, M., Rössler, R.	Simulation of secondary metallurgical processes by using computational thermodynamics and comprehensive statistical learning methods	Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Columbus (USA) / 2024
Gruber, N.	Effect of liquefaction controlling components in carbon free mould powders for the continuous casting of ultra low carbon steels	12 th International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts (MOLTEN) / Brisbane (Australien) / 2024
Frühholz, R., Spiess, S., Weiss, C., Schenk, J., Wohlmut, D., Müller, J., Birklbauer, L., Haberbauer, M.	Evaluation of metallurgical dust recycling applying concepts of bioleaching	European Conference on Biotechnology (ECB) / Rotterdam (Niederlande) / 2024

Beiträge auf Konferenzen – Fortsetzung

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Spijker, C., Swaminathan, S., Raonic, Z., Raupenstrauch, H.	NO_x postprocessing for industrial combustion processes	14 th European Conference on Industrial Furnaces and Boilers (INFUB) / Algarve (Portugal) / 2024
Gruber, C., Barati, H., Holzinger, G., Javurek, M., Zhang, X., Ilie, S., Michelic, S., Saeedipour, M., Wu, M.	Understanding the continuous casting process with CFD modelling – the impact of microscopic dynamics on macroscopic scales	15 th International Conference on Industrial Applications of Computational Fluid Dynamics (CFD) / Trondheim (Norwegen) / 2024
Puttinger, S.	Flow field compression in recurrence based fast CFD simulations	1 st ERCOFTAC Workshop on Machine Learning for Fluid Dynamics / Paris (Frankreich) / 2024
Lindenberger, J., Schuster, S., Lang, O., Haberl, A., Staudinger, C., Roland, T., Huemer, M.	Bias, variance, and threshold level of the least squares pitch estimator with windowed data	57 th Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers (ASSC) / Pacific Grove (USA) / 2024
Schneider, R., Gelder, S., Wiesinger, V., Rabl, A., Martinez, C., Reiter, G., Hoffellner, V.	Potential measures to reduce energy consumption during ESR and its impact on non-metallic inclusions	Electroslag Remelting Process: New Developments, Environment and Outlook / Burghausen (Deutschland) / 2024
Zarl, M.	Forging the future: innovations in sustainable steelmaking	3 rd International Sustainable Energy Conference, Graz (Austria) / 2024

Dissertationen / Masterarbeiten / Bachelorarbeiten

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Ogris, D. (Dissertation)	Thermodynamic and kinetic modelling of solid-liquid phase transformations in multi-component slag systems	Montanuniversität Leoben / 2023
Ernst, D. (Dissertation)	Strategies for optimizing process parameters of hydrogen plasma smelting reduction plants	Montanuniversität Leoben / 2023
Pfeifer, A. (Dissertation)	Development of an optimized processing route for Direct Reduced Iron with varying composition	Montanuniversität Leoben / 2023
Zheng, H. (Dissertation)	The influence of pre-oxidation on the reducibility and fluidization performance of magnetite iron ore	Montanuniversität Leoben / 2023
Swaminathan, S. (Dissertation)	Development of numerical simulation methods for energy and pollution optimization in industrial furnaces	Montanuniversität Leoben / 2023
Kronlachner, T. (Dissertation)	Modelling of refractory metal powder processing	Johannes-Kepler-Universität Linz / 2023
Halwax, A. (Dissertation)	Measurement of diffusion and activity coefficients in slags	Montanuniversität Leoben / 2024
Mitas, B. (Dissertation)	Thermodynamische und kinetische Modellierung der Stahlerzeugung im LD-Konverter	Montanuniversität Leoben / 2024
Wolfinger, T. (Dissertation)	Investigations of selected influences on the hydrogen-based reduction of iron ore concentrates in a fluidized bed	Montanuniversität Leoben / 2024
Zhang, X. (Dissertation)	Particle behavior at steel-slag interface: small-scale simulations and experimental observation	Johannes-Kepler-Universität Linz / 2024
Seidl, M. (Masterarbeit)	Elektromagnetische Feuchtemessung für mineralische Schüttgüter	Montanuniversität Leoben / 2023
Landa, K. (Masterarbeit)	Sicherheitstechnische Betrachtung und Planung der Zumischung von Wasserstoff in die Erdgaszuleitung für den RecoDust-Prozess	Montanuniversität Leoben / 2023
Moll, S. (Masterarbeit)	Vergleich impedanzspektroskopischer Methoden zur Leitfähigkeitsmessung an Schlackeschmelzen	Montanuniversität Leoben / 2023
Lechner, M. (Masterarbeit)	Aufbereitung von Rückständen aus Müllverbrennungsanlagen	Montanuniversität Leoben / 2024
Ali, M. (Masterarbeit)	Separation of copper from aluminum in an eddy current separator product by dry density separation	Montanuniversität Leoben / 2024

Dissertationen / Masterarbeiten / Bachelorarbeiten – Fortsetzung

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Taferner, M. (Masterarbeit)	Vorhersage des lokalen Wärmeübergangs im Stranggießprozess durch Laborversuche und Regressionsmodelle	Montanuniversität Leoben / 2024
Kavic, D. (Masterarbeit)	Investigation of process influences on the steel composition and inclusion modification in secondary metallurgy using diverse statistical learning and data mining methods	Montanuniversität Leoben / 2024
Weh, K. (Masterarbeit)	Anwendung von Verdichtungsmodellen für die Beschreibung des Agglomerationsverhaltens von Eisenträgern bei der Heißbrikettierung	TU Bergakademie Freiberg / 2024
Brand, L. (Masterarbeit)	Planung von Pilotversuchen für den Laugungsprozess von LD-Schlacke mit Zitronensäure	Montanuniversität Leoben / 2024
Mayer, L. (Masterarbeit)	Optimierung der Eisen/Phosphor – Trennung von LD-Schlacke durch selektive Drucklaugung mit CO ₂	Montanuniversität Leoben / 2024
Bliem, M. (Masterarbeit)	Multichannel electrical conductivity sensor for the classification of flow regimes	Johannes-Kepler-Universität Linz / 2024
McFarlane-Hoad, T. (Bachelorarbeit)	Bestimmung des Verschleißverhaltens einer Grafitmasse in Kontakt mit RecoDust Schlacke	Montanuniversität Leoben / 2023
Krenn, M. (Bachelorarbeit)	Viskosität calciumaluminatischer Schlacken-Stand der Technik	Montanuniversität Leoben / 2024
Scheer, A. (Bachelorarbeit)	Verbesserung der Vorhersage des Wärmeübergangskoeffizienten zwischen Spritzwasserdüsen und heißer Strangoberfläche mittels Erweiterung und Optimierung von Datensätzen für 1-Stoff Düsen	Montanuniversität Leoben / 2024
Prousch, H. (Bachelorarbeit)	Parametrisierung eines Konverterabstichmodells durch begleitende Anlagenuntersuchungen bei voestalpine Stahl Donawitz	Montanuniversität Leoben / 2024

On the path towards climate-neutral industry

Irreka Kofler, KI-MET



The decarbonization of industry has become one of the biggest challenges. Industry is responsible for about 25% of energy consumption in Austria. The energy-intensive iron and steel, cement and chemical sectors in particular require very high temperatures for their production processes and are responsible for emitting significant greenhouse gas emissions.

Irreka Kofler is head of the Quantification and Sector Coupling research area at the metallurgical engineering center for ferrous and nonferrous metallurgy KI-MET. In Austria, the focus is on the production of green hydrogen and the recycling of renewable energy and liquid products in an industrial environment. KI-MET is the central research center for this project, with Irreka Kofler acting as the supervisor and having overall technical responsibility for the major research project.

DEMO PROJECT IN THE STEEL AND CEMENT INDUSTRY

The ZCCU in Austria is a research center for decarbonization in the steel and cement industries, where decarbonization is difficult. The objective is to develop and provide a pilot demonstration of a comprehensive hybrid concept for climate-neutral production from the production and processing of green hydrogen under industrial conditions. Through the capture of CO₂ from industrial waste gases and processing into valuable hydrocarbons, a synthetic natural gas (SNG) can be produced. Other technologies like E-FUELS (electrolysis, CO₂ capture, catalytic methanation), CO₂ electrolysis are being researched, tested and tried to have practical relevance for industrial environment.

Irreka Kofler is a graduate of the process engineering. Kofler remains convinced that the sector must come into contact with technical topics as the more they become a matter of course the more likely it is that girls will have the confidence to have their profession as their identity.

8 energy transition Austria Austria

JUST
INSTITUT FÜR WÄRME UND WECHSEL

Bezahlte Werbung

JUST-REDAKTION 21. JUNI 2024

WAS BEI 1.700 GRAD HITZE MIT MATERIALIEN GESCHIEHT



Am Kompetenzzentrum KI-MET wurden Simulationsmodelle für die Abnutzung von Feuerfestmaterialien in glühend heißen Schmelzen entwickelt. Direkt beobachten kann man den Verschleiß bei diesen extremen Temperaturen nicht, nun kann man die komplizierten Vorgänge aber berechnen.

Jerónimo Quarcia, Fotocredit: KI-MET/ Chair of Ceramics, MUI

WIVA P&G Jahresveranstaltung

Am 27. November 2023 fand in der Tabakfabrik Linz unter dem Motto „Wasserstoff: Der Schlüssel zur Sektorkopplung“ die Jahresveranstaltung der WIVA P&G statt. Der Vormittag beinhaltete eine Exkursion zur Pilotanlage Aminwäscher, die von der K1-MET GmbH sowie der voestalpine Stahl Donawitz GmbH zur CO₂-Abscheidung im Rahmen des Projekts C-CED entwickelt wurde. Michael Derntl, Team Lead, gab dabei Einblicke in den Aminwäscher und dessen Rolle in der nachhaltigen Stahlerzeugung. Zudem wurde die H2Future-Anlage am Standort der voestalpine besichtigt. Am Nachmittag fanden spannende Vorträge statt. Michael Derntl präsentierte die Aktivitäten zur CO₂-Abscheidung mittels CO₂-Aminwäscher. Irmela Kofler, Area Management Decarbonisation & Sector Coupling, stellte die Arbeiten im Rahmen des Projekts C-CED (Carbon Cycle Economy Demonstration) vor. In diesem Projekt geht es um die Abtrennung von CO₂ aus realen Gasen und die Verwertung in Form von Methanisierung. Michael Zarl, Senior Project Manager, hielt einen Vortrag über die Zukunft der grünen Stahlerzeugung und beleuchtete innovative Ansätze und Fortschritte des SuS-F Projekts. Zum Abschluss nahm Thomas Bürgler, CEO von K1-MET, an einer Podiumsdiskussion im Rahmen der Veranstaltung teil.



Abb. 29: WIVA P&G Jahresveranstaltung. Exkursion zum Aminwäscher. Quelle: K1-MET



13. Scientific Exchange Day 2024

Ein Tag im Zeichen von Forschung und Networking

Der 13. Scientific Exchange Day (SED) der K1-MET GmbH fand am Donnerstag, den 4. April 2024, in den Räumlichkeiten der voestalpine Stahlwelt in Linz statt. Bereits am Vorabend, dem 3. April, wurde das Event mit einer hochkarätigen Keynote von Prof. Michael Harasek der TU Wien zum Thema „Green hydrogen for industry – Transport, storage, and upgrading“ eröffnet. Ein anschließendes Get Together bot den Teilnehmer:innen die Gelegenheit, sich in einer entspannten Atmosphäre auszutauschen und erste Kontakte zu knüpfen.

Die Motivation eines solchen Scientific Exchange Day liegt darin, eine Plattform zu schaffen, die den Dialog zwischen der K1-MET GmbH und dem Netzwerk an Industrieunternehmen, Universitäten und Forschungsinstitutionen intensiviert. Am 4. April versammelten sich rund 150 Teilnehmer:innen, um sich über die neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnisse zu informieren. Im Mittelpunkt standen die drei Forschungsareas der K1-MET GmbH, ergänzt durch das COMET-Modul FuLiBatterie, das sich mit innovativen Ansätzen zum nachhaltigen Batterierecycling befasst. Jede Forschungsarea wurde durch eine Success Story hervorgehoben, die die Bandbreite und den Tiefgang der Forschungsthemen eindrucksvoll demonstrierte.

Die Success Stories wurden von der CSO der K1-MET GmbH Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Susanne Michelic moderiert. Dabei wurden wegweisende Forschungsthemen von Mitarbeitenden sowie den Beteiligungen aus Industrie und Wissenschaft des K1-MET Kompetenznetzwerkes vorgestellt:

Abb. 30: Links: Keynote von Michael Harasek. Oben rechts: Vortrag von Alexander Halwax aus Area 1. Obere Mitte rechts: Vortrag von Bernhard Adami aus Area 2. Untere Mitte rechts: Vortrag von Maria Thumfart aus Area 3. Unten rechts: Vortrag von Sabine Spieß vom COMET-Modul FuLiBatterie. Quelle: K1-MET



Abb. 31: Teilnehmer:innen des Scientific Exchange Days 2024. Quelle: Fotostudio Martin Eder

- Alexander Halwax, BSc, MSc (K1-MET GmbH): „Measurement of diffusion and activity coefficients in slags“ (Beitrag Area 1)
- DI Bernhard Adami (K1-MET GmbH): „Hydrogen plasma smelting revolution: Implementation of pre-reduction, pre-heating, and dust treatment for a cleaner, greener future“ (Beitrag Area 2)
- DI Maria Thumfart (K1-MET GmbH): „Making Ruhrstahl-Heraeus degassing fit for green steel production: a multi-method approach to process monitoring“ (Beitrag Area 3)
- Dr. Sabine Spieß, MSc (K1-MET GmbH): „Bio-hydrometallurgical technologies to recover metals from spent lithium-ion batteries“ (Beitrag COMET-Modul FuLIBatteR)

Die Beiträge boten spannende Einblicke in die Herausforderungen und Lösungsansätze im Bereich der metallurgischen Forschung. Ein weiterer Höhepunkt war die Podiumsdiskussion zum Thema „Low-carbon steelmaking from low-quality raw materials to high-quality products“, die unter der Moderation von MMag. Elisabeth Eidenberger stattfand. Hier wurden aktuelle Fragestellungen und Perspektiven für eine CO₂-arme Stahlproduktion erörtert.

Der Scientific Exchange Day des K1-MET Programms hat sich als Schlüsselereignis etabliert, das nicht nur eine Plattform für den Wissensaustausch bietet, sondern auch als Katalysator für Innovation und Synergien dient. Die lebendige Atmosphäre, hochkarätige Vorträge und spannende Diskussionen machen den SED zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Forschungsgemeinschaft. Dieses Event trägt maßgeblich zur Förderung von Spitzenleistungen in der metallurgischen Forschung bei.

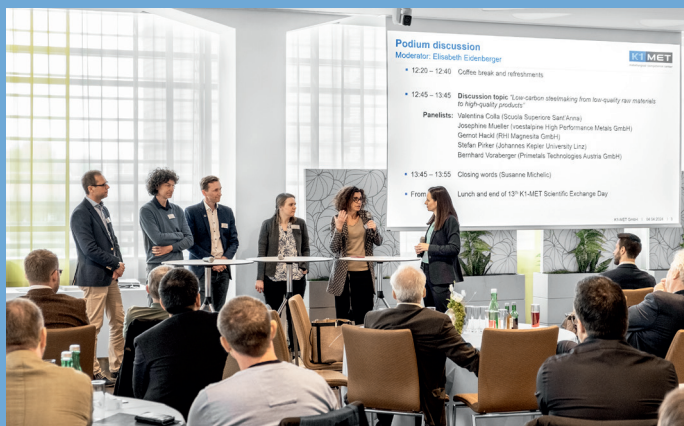


Abb. 32: Podiumsdiskussion beim Scientific Exchange Day 2024. Von links nach rechts: DI Gernot Hackl (RHI Magnesita GmbH), Prof. Stefan Pirker (Johannes Kepler Universität Linz), DI Bernhard Voraberger (Primetals Technologies Austria GmbH), DI Dr. Josephine Müller (voestalpine High Performance Metals GmbH), Assistant Prof. Dr. Ing. Valentina Colla (Scuola Superiore Sant'Anna), MMag. Elisabeth Eidenberger (Moderation). Quelle: K1-MET

OÖ Zukunftsforum 2024

„Innovationen für die Transformation des Industriestandortes“

Das Zukunftsforum Oberösterreich 2024, das unter dem Motto „Innovationen für die Transformation des Industriestandortes“ stand, wurde von der Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH in Kooperation mit der Wirtschaftskammer OÖ, der Arbeiterkammer OÖ, der Industriellenvereinigung OÖ, der Johannes Kepler Universität Linz und der Oberbank organisiert.

Diese Veranstaltung fand vom 9. bis 10. April im Oberbank Donau-Forum und im Lentos Kunstmuseum in Linz statt. Das OÖ Zukunftsforum 2024, mit über 50 Vortragenden und den drei Programmbereichen SDG Business Forum, Zukunft.Arbeit und Zukunft.Standort, gilt als die zentrale Veranstaltung für den Wirtschaftsstandort Oberösterreich. Auf der Agenda des Events standen mehr als 50 Fachvorträge sowie Workshops, bei denen 600 Teilnehmende aktiv mitwirkten und auch eigene Ideen einbringen konnten.

Im Rahmen von „Session 4: Carbon Management und NEFI Technology Talk“ hielt Thomas Bürgler, CEO der K1-MET, einen Vortrag unter dem Titel „Klimaneutrale Produktionsprozesse durch Sektorkopplung“. Darin hob er hervor, dass klimaneutrale

Produktionsprozesse in den ressourcen- und energieintensiven Branchen wie der Stahl- und Zementindustrie von zentraler Bedeutung sind, um die internationalen Klimaziele zu erreichen.

Dabei stellte Thomas Bürgler zwei zentrale Ansätze vor: erstens den Ersatz von Kohlenstoff durch Wasserstoff als Reaktionspartner oder Energieträger und zweitens die Verwertung von Kohlenstoff, wenn dieser rohstoffbedingt durch den Einsatz von CO₂-haltigen Mineralien auftritt. Die Themenschwerpunkte seines Vortrags umfassten die industrielle Demonstration von neuen Prozessrouten für die Produktion und die Nutzung von grünem Wasserstoff, die CO₂-Abscheidung aus Prozessgasen sowie dessen Umwandlung mit Wasserstoff in chemische Grundbausteine und die Kreislaufführung erneuerbarer Gase. Sektorkopplung spiele hierbei eine entscheidende Rolle. Sie beschreibt die Vernetzung der Energiewirtschaft mit den ressourcenintensiven Industrien, um den Übergang zu nachhaltigen sowie klimaneutralen Produktionsprozessen zu ermöglichen.

„Die 1,5-Grad-Schwelle haben wir eigentlich schon erreicht. Wir werden den Klimawandel nicht abstellen können. Aufgabe der Forschung ist es nun, ihn in einem erträglichen Ausmaß zu halten“, erklärte der K1-MET-Geschäftsführer Thomas Bürgler.

Das Zukunftsforum Oberösterreich bot eine wertvolle Plattform für den Austausch von innovativen Ideen und Lösungen, die zur Transformation des Industriestandortes beitragen und die Dekarbonisierung vorantreiben.



Abb. 33: Thomas Bürgler, CEO der K1-MET GmbH, als Vortragender beim OÖ Zukunftsforum 2024 der Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH. Quelle: cityfoto.at

ASMET Forum 2024

Beim ASMET-Forum für Metallurgie und Werkstofftechnik 2024 an der Montanuniversität Leoben, das am 16. Mai 2024 unter dem Motto „GASE, GLUT, GRÜNER FORTSCHRITT: Die Rolle von erneuerbaren Gasen in der Zukunft der metallerzeugenden Industrie“ stattfand, stellte die K1-MET GmbH einige innovative Ansätze zur Dekarbonisierung vor.

Das Programm umfasste informative Plenarvorträge von Expert:innen der Branche, eine Podiumsdiskussion und Vorträge zu praktischen Anwendungsbeispielen. Michael Derntl, Team Lead der K1-MET GmbH, hielt einen Vortrag unter dem Titel „Zero Emissions through Sector Coupling“. In seinem Vortrag beleuchtete er das nationale Leitprojekt ZEUS, das vom Klima- und Energiefonds gefördert wird. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung und sektorübergreifende Demonstration einer klimaneutralen Prozesskette – beginnend mit der Herstellung und Aufbereitung von grünem Wasserstoff unter fluktuierenden Prozessbedingungen, über die Abscheidung von CO₂ aus industriellen Abgasen bis hin zur Umwandlung in wertvolle, speicherbare Produkte.



Abb. 34: Michael Derntl beim ASMET Forum. Quelle: ASMET Forum 2024

Lange Nacht der Forschung 2024 in Linz und Leoben

Die Lange Nacht der Forschung ist Österreichs größtes Event zu Wissenschaft, Forschung und Innovation. Am 24. Mai 2024 wurde Wissen wieder zum Erlebnis: von 17:00 bis 23:00 wurde an rund 250 Standorten und mit über 2.000 Programmpunkten quer durch Österreich ein vielfältiges Programm geboten. Besucher:innen konnten sich im Rahmen von Ausstellungen, Führungen, Mitmachstationen, Workshops und Experimenten sowie auch weiteren Formaten auf einen Streifzug durch verschiedene Forschungsdisziplinen sowie Themengebiete begeben und dabei Neues und Unerwartetes entdecken.

Die K1-MET GmbH war an der Johannes Kepler Universität Linz mit einer Station zum Thema „Thermoelektrizität als ultimativer Wärmewandler

zur Energierückgewinnung?“ vertreten. Thermoelektrizität stellt eine wegweisende Entwicklung in der Energieerzeugung dar, indem sie die Temperaturunterschiede in elektrische Energie umwandelt. Diese sehr faszinierende Technologie eröffnet neue Möglichkeiten für eine nachhaltige, effiziente Energiegewinnung und -nutzung. Bisher werden thermoelektrische Generatoren (TEG) erfolgreich in der Raumfahrt und energieautarken Messstationen eingesetzt. Nun zeigt sich das Potenzial von TEG auch im industriellen Umfeld, wo sie ungenutzte Abwärme in Strom umwandeln und somit den Energieverbrauch reduzieren können. Besonders vielversprechend ist ihr Einsatz in energieintensiven Branchen wie der Stahlerzeugung, Industrieöfen oder Müllverbrennungsanlagen. Die Arbeit eines laufenden Forschungsprojekts der K1-MET GmbH und des Instituts für Metallische Konstruktionswerkstoffe (IMK) der JKU, sowie die Thermoelektrizität anhand von einfachen Versuchen wollte die K1-MET GmbH im Rahmen der Langen Nacht der Forschung zeigen.

Besucher:innen tauchten in die faszinierende Welt der Thermo-
elektrik ein und erlebten hautnah, wie Wärme direkt in elektrische
Energie umgewandelt wird. Anhand von Theorie und Experiment
konnten die physikalischen Grundlagen entdeckt werden, wie
es möglich ist, Abwärme nachhaltig und sinnvoll zu nutzen und
den Energieverbrauch zu reduzieren. Interessenten erfuhren
mehr über die spannenden Anwendungsmöglichkeiten dieser
innovativen Technologie in der energieintensiven Industrie
und konnten den inneren Aufbau thermoelektrischer Module
kennenlernen sowie einen Demonstrator für Hochtemperatur-
anwendungen im Einsatz erkunden.

Neben der Station in Linz war die K1-MET GmbH auch an der
Montanuniversität Leoben (Steiermark) vertreten. Die Station
in Leoben wurde zum Thema „Sustainable Steel Experience“
vom Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montan-
universität Leoben sowie dem metallurgischen Kompetenzzentrum
K1-MET GmbH präsentiert.

Interessierte erhielten bei einem Kurzvortrag von Expert:innen
spannende Einblicke in die klimafreundliche und nachhaltige
Stahlproduktion. Der Fokus lag dabei auf den Bereichen CO₂-
arme Produktion, Mobilität und metallische Werkstoffe. Der
Vortrag war mit der Besichtigung einer Laboranlage zur CO₂-
freien Stahlproduktion verbunden. Es bestand die Möglichkeit,
verschiedene Stahlprodukte in unterschiedlichen Größen zu
besichtigen und etwas über die Mikrostruktur des Materials
zu erfahren.



Abb. 35: K1-MET bei der Langen Nacht der Forschung 2024 in Linz. Von links nach rechts: Lukas Gupfinger, Oliver Maier, Christoph Beisteiner, Thomas Bürgler, Karl-Heinz Gresslehner. Quelle: K1-MET



Abb. 36: K1-MET bei der Langen Nacht der Forschung 2024 in Linz. Links: Oliver Maier. Quelle: K1-MET



Abb. 37: Plakat der Langen Nacht der Forschung 2024. Quelle: Upper Austrian Research

LANGE NACHT DER FORSCHUNG

24.05.2024

LEOBEN

Abb. 39: Susanne Michelic und Daniel Ernst (siehe Foto) sowie Michael Zarl haben die Teilnehmer:innen mit einer kurzen Präsentation auf die folgenden Stationen vorbereitet und ihnen einen Einblick in die Welt der Metallurgie gegeben.
Quelle: Montanuniversität Leoben



Abb. 40: Besucher:innen konnten tiefere Einblicke in die Plasmaschmelztechnologie gewinnen. Der dafür notwendige Lichtbogen wurde ausnahmsweise (unter Berücksichtigung aller notwendigen Sicherheitsmaßnahmen) ohne Deckel gezündet und Besucher:innen konnten den frei brennenden Plasmabogen bewundern. Quelle: Montanuniversität Leoben



Abb. 41: Hier zeigt ein Lehrstuhl-Mitarbeiter, wie pyrophor (spontan selbstentzündend) feines Direct Reduced Iron (DRI) sein kann. Im Prozess ist es normal notwendig, das feine Pulver nach der Metallisierung zu verpressen und somit die Oberfläche zu verringern, um den Kontakt mit dem Luftsauerstoff zu verhindern. Macht man das nicht richtig, oxidiert das frisch erzeugte Metall wieder und wird dabei sehr heiß (wie im Bild ersichtlich). Quelle: Montanuniversität Leoben

automotive.2024 – Austrian Roads to Excellence

Am 6. Juni 2024 fand die automotive.2024 – Austrian Roads to Excellence, Österreichs renommierte Tagung für Visionen, Innovationen und Zukunftstechnologien im Bereich moderner Mobilität, in der voestalpine Stahlwelt in Linz statt. Jährlich trifft sich hier die internationale Automobilindustrie, um zukunftsweisende Ideen sowie Technologien vorzustellen. Zulieferer, Hersteller und Forscher:innen präsentierten Konzepte, die den Zulieferbereich inspirieren und die technologische Entwicklung nachhaltig vorantreiben sollen.

Die K1-MET GmbH stellte das COMET-Modul FuLIBatteR vor. In diesem Projekt werden neue Technologien für nachhaltiges Recycling von Lithium-Ionen-Batterien erforscht. Das Ziel ist die effiziente Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen und wertvollen Metallen aus dem Aktivmaterial verschiedenster Batterietypen (Automobil, Stationäres und tragbare Geräte). Momentan werden viele dieser Elemente nicht selektiv zurück-

gewonnen und enden im Abgas, der Schlackenfraktion nach pyrometallurgischer Behandlung oder gelöst im Abwasser nach hydrometallurgischen Prozessen. Zudem werden zur Erreichung der europäischen Klimaziele Transportmittel mit geringen Emissionen durch Steuervorteile unterstützt, was zu signifikant ansteigenden Zahlen bei den Elektroautoverkäufen führt. Weiters bedingen der beträchtliche E-Bike-Boom in ganz Europa und die nötigen Speicherkapazitäten für die erneuerbaren Energieformen einen stetig wachsenden Bedarf an LIB. Diese Trends werden zwangsläufig ansteigende Mengen an gebrauchten und verbrauchten Lithium-Ionen-Batterien für das Recycling verursachen. Die innovativen Ansätze von FuLIBatteR tragen dazu bei, die Abhängigkeit vom globalen Primärrohstoffmarkt zu verringern und den Kohlenstoff-Fußabdruck auf signifikante Weise zu reduzieren.



Abb. 42: Von links nach rechts: Johannes Rieger und Sabine Spieß bei der automotive.2024 – Austrian Roads to Excellence des Automobil-Clusters. Quelle: K1-MET

KOMMENTAR

DR. KURT SATZINGER

”

K1-MET hat sich durch langjährige herausragende Leistungen im Bereich der Eisen- und Nichteisenmetallurgie zu einem international renommierten Kompetenzzentrum entwickelt. Durch eine strategisch richtige, frühe Positionierung im wichtigen Bereich der nachhaltigen Metallproduktion nimmt K1-MET im Rahmen der „grünen“ Transformation der Stahlindustrie eine exponierte Position in den Themen der Energieeffizienz, der Kreislaufwirtschaft und der klimaneutralen Metallproduktion ein.

Im Rahmen der kooperativen Forschung mit einem breiten europäischen Netzwerk aus Wissenschaft und Industrie ist K1-MET in der Lage, maßgebliche Schlüsseltechnologien für die europäische Stahlindustrie zu entwickeln. Der gesamtheitliche Lösungsansatz – vom Rohstoff wie Eisenerz und Schrott über die Kreislaufwirtschaft des Stahls inklusive den Nebenprodukten bis hin zum Einsatz von neuen Wasserstofftechnologien – ist dabei ein zentraler Erfolgsfaktor für eine spätere Realisierung der Projekte.

”

Mit der Umsetzung strategischer Stoßrichtungen, wie z. B. der Weiterentwicklung von Kooperationen mit anderen Sektoren und Branchen, der verstärkten Internationalisierung sowie dem Finden von engagierten Forscher:innen setzt die K1-MET GmbH bereits jetzt die Basis, um auch in den nächsten Jahren ein außergewöhnliches Kompetenzzentrum – mit hoher Relevanz für die Industrie – zu bleiben.



Kurt Satzinger

(SENIOR VICE PRESIDENT,
RESEARCH & DEVELOPMENT
AND INNOVATION)

BILANZ

LAGEBERICHT



Der Jahresabschluss von 2023/24 wurde durch die Abschlussprüfung uneingeschränkt bestätigt. Die Offenlegung erfolgt im Firmenbuch des Landesgerichtes Linz unter FN 436281 s.

Finanz- und Ergebnissituation

Geschäftsergebnis

Das Unternehmen erzielte ein positives Betriebsergebnis in der Höhe von EUR 823.930,40 (VJ: TEUR 209) und einen Finanzerfolg in der Höhe von EUR 140.178,33 (VJ: TEUR 43). Nach Abzug des Steueraufwands (EUR 11.936,38) und unter Berücksichtigung des Gewinnvortrags aus dem Vorjahr (EUR 2.993.917,22) ergibt sich ein Bilanzgewinn in der Höhe von EUR 3.946.089,57 (VJ: TEUR 2.994).

Vermögenslage

Zum 30.06.2024 belaufen sich die Anschaffungs- und Herstellungskosten des Anlagevermögens auf EUR 6.520.523,92 (VJ: TEUR 5.876) davon betragen Immaterielle Vermögensgegenstände EUR 428.267,25 und Sachanlagen EUR 6.092.256,67. Noch nicht abrechenbare Leistungen (vor Absaldierung erhaltener Anzahlungen) betragen EUR 921.128,00 (VJ: TEUR 212). Die sonstigen Forderungen belaufen sich auf EUR 2.374.245,95 (VJ: TEUR 2.287), davon Forderung aus Forschungsprämie EUR 1.362.875,33 (VJ: TEUR 640). Die Guthaben bei Kreditinstituten betragen EUR 5.580.046,26 (VJ: TEUR 5.854).

Finanzlage

Die Bilanzsumme zum 30.06.2024 beträgt EUR 10.315.170,27 (VJ: TEUR 10.284). Das Eigenkapital liegt bei EUR 3.981.089,57 (VJ: TEUR 3.029), die Eigenmittelquote beträgt 38,59% (VJ: 29,60%). Die Rückstellungen belaufen sich auf EUR 1.444.193,72 (VJ: TEUR 1.768), Verbindlichkeiten auf EUR 2.113.078,48 (VJ: TEUR 1.843).

Ertragslage

Die Betriebsleistung 2023/24 betrug EUR 12.254.934,73 (VJ: TEUR 12.786), zusammengesetzt aus Umsatzerlösen (EUR 4.968.010,91), Bestandsveränderungen (EUR 708.660,00) und sonstigen Erträgen (EUR 6.578.263,82). Darin enthalten sind Zuschüsse (EUR 5.262.458,90), Forschungsprämie (EUR 723.108,49), Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen (EUR 559.698,00) und Erträge aus der Auflösung der Investitionsprämie (EUR 24.811,21) und übrige Erträge (Summe EUR 8.187,22). Die Aufwendungen beliefen sich auf EUR 11.431.004,33 (VJ: TEUR 12.577).

Ergebnisentwicklung

Der Jahresgewinn 2023/24 beträgt EUR 952.172,35 (VJ: TEUR 250), was zu einem kumulierten Bilanzgewinn von EUR 3.946.089,57 führt, der in das Geschäftsjahr 2024/25 vorgetragen wird.

Cashflow

Im Berichtsjahr 2023/24 wurde ein Cash Flow aus der laufenden Geschäftstätigkeit von TEUR 284 (VJ: TEUR 2.084) erreicht. Im Cash Flow aus der laufenden Geschäftstätigkeit werden alle Zahlungsvorgänge berücksichtigt, die sich aus der unternehmerischen Tätigkeit durch Aufwandszahlungen und Ertragseinzahlungen ergeben. Der Cash Flow aus der Investitionstätigkeit beträgt TEUR -558 (VJ: TEUR -621) und der Cash Flow aus Finanzierungstätigkeit TEUR +/-0 (VJ: TEUR -5).

Personalentwicklung

Die durchschnittliche Mitarbeiterzahl (VZÄ) lag 2023/24 bei 70 Personenjahren (VJ: 66 PJ).

Forschung und Entwicklung

Die K1-MET GmbH ist in folgenden Tätigkeitsfeldern im Geschäftsjahr 2023/24 aktiv:

- Festlegung eines gemeinsamen Innovationsprogramms (Wissenschaft und Industrie) für die Weiterentwicklung einer Prozessführung mit Schwerpunkt auf die optimierte Nutzung von Energie und Ressourcen
- Aufbau und Weiterentwicklung von Kooperationen mit anderen Sektoren und Branchen (Integration von neuer Beteiligung aus Industrie und Wissenschaft)

- Internationalisierung (der Forscher:innen-Mobilität, Teilnahme an europäischen Projekten, Integration in internationalen Netzwerken wie SPIRE und ESTEP) und Stahlproduktion
- Finden und Fördern engagierter Forscher:innen

Die Projekte in den Areas sind auf folgende zentrale Ziele ausgerichtet:

- Erhöhung der Prozesseffizienz und Produktqualität sowie Stärkung der Kreislaufwirtschaft in der Metallurgie
- Vorantreiben der Dekarbonisierung der metallurgischen Industrie und der Sektorkopplung
- Generierung und Nutzung von metallurgischem Prozesswissen durch digitale Technologien
- Abbildung und Sammlung konsistenter und konsolidierter Modelle auf der Simulationsplattform

Das Forschungsprogramm wurde für einen Zeitraum von vier Jahren ab Juli 2023 bis Juni 2027 definiert. Projektdefinitionen wurden für die Forschungsgebiete erstellt und neue Projekte werden kontinuierlich entwickelt. Ein weiteres wichtiges Ziel des Forschungsprogramms ist es, Forschung und Innovation durch ein breites Netzwerk international sichtbar zu machen.

Zweigniederlassungen

Die Gesellschaft betreibt Zweigniederlassungen an folgenden Standorten:

- 4020 Linz, Stahlstraße 2 – 4
- 8700 Leoben, Franz-Josef-Str. 18
- 8700 Leoben, Roseggerstraße 16

Risikomanagement

Da die Gesellschaft keine Fremdfinanzierung benötigt, keine spekulativen Anlagen nutzt und über ausreichende Liquidität verfügt, sind finanzielle Risiken gering. Die beteiligten Unternehmen streben eine stabile Zusammenarbeit mit der K1-MET GmbH an, daher sind größere Zahlungsausfälle nicht zu erwarten, auch wenn Einzelfälle möglich sind. Die öffentliche Förderung, z. B. durch das COMET-Programm und FFG-Ausschreibungen, unterliegt keinen höheren Risiken als in der übrigen außeruniversitären Forschung. Ein aktives Debitorenmanagement hält das Risiko von Zahlungsausfällen gering. Aufgrund der Inflation könnte der Druck auf steigende Löhne und Gehälter zunehmen. Das Management wird beobachten, ob dies sich breit oder nur in Schlüsselpositionen bemerkbar macht.

Perspektive 2023/24

Angesichts der turbulenten wirtschaftlichen Lage muss die K1-MET GmbH finanziellen Herausforderungen proaktiv begegnen und gleichzeitig ihre Innovationsziele verfolgen. Die Unsicherheiten in Inflations- und Zinspolitik haben die Geschäftswelt verändert, doch die K1-MET GmbH erwartet, dass der Umsatz und die Ergebnisse in diesem Geschäftsjahr stabil bleiben.

Im Fokus steht die Weiterentwicklung bestehender Projekte und die Erschließung neuer Chancen. Ab dem 01.07.2024 startet ein neues COMET-Modul mit einem Konsortium aus fünf Unternehmen sowie acht internationalen Forschungseinrichtungen. Weitere Projektanträge sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene werden eingereicht.

Effiziente Ressourcennutzung, einschließlich der Anpassung von Personalressourcen, bleibt entscheidend. Die K1-MET GmbH strebt an, bestehende Partnerschaften zu festigen und neue Potenziale zu erschließen. Ein effektives Management von Fördermitteln und Intellectual Property wird ebenso wichtig sein.

Linz, am 22. November 2024



DI Thomas Bürgler
CEO



Univ.-Prof. DI Dr. mont.
Susanne Michelic
CSO

BILANZ

PER 30.06.2024

Aktiva

	2023/24		2022/23	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
A. ANLAGEVERMÖGEN				
I. Immaterielle Vermögensgegenstände				
1. Gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Vorteile		21.837		34
II. Sachanlagen				
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten, einschließlich der Bauten auf fremdem Grund	26.373		11	
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	975.836		765	
3. Geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau	0	1.002.209	0	776
B. UMLAUFVERMÖGEN				
I. Vorräte				
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	0		0	
2. Noch nicht abrechenbare Leistungen davon Erhalt. Anzahlungen -765.836 / Vj. -212.468	155.292	155.292	0	0
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	45.138		233	
2. Forderungen gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	988.699		876	
3. Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	2.374.246	3.408.083	2.287	3.396
III. Kassenbestand				
Guthaben bei Kreditinstituten		5.580.046		5.854
C. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
1. Transitorische Posten		105.274		183
D. AKTIVE LATENTE STEUERN				
Aktive latente Steuern		42.428		41
SUMME AKTIVA		10.315.170		10.284

Passiva

	2023/24		2022/23	
	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 EUR 2.993.917 / Vj. EUR 2.743.567		3.946.090		2.994
Summe Eigenkapital		3.981.090		3.029
B. UNVERSTEUERTE RÜCKLAGEN				
1. Subventionen und Zuschüsse		24.557		49
C. RÜCKSTELLUNGEN				
1. Steuerrückstellungen	611		6	
2. Sonstige Rückstellungen	1.443.583	1.444.194	1.762	1.768
D. VERBINDLICHKEITEN				
1. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 347.652 / Vj. 85.382	347.652		85	
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 571.906 / Vj. 484.966	571.906		485	
3. Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 862.896 / Vj. 1.021.147	862.896		1.021	
4. Sonstige Verbindlichkeiten davon gegenüber Abgabenbehörden 190.758 / Vj. 178.772 davon im Rahmen der sozialen Sicherheit 229 / Vj. 1.856 davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 330.624 / Vj. 251.017	330.624	2.113.078	251	1.843
E. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
		2.752.252		3.595
SUMME PASSIVA		10.315.170		10.284

GUV

RECHNUNG

Gewinn und Verlust

	2023/24		2022/23	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
1. Einnahmen				
a. Umsatzerlöse		4.968		8.527
2. Veränderung des Bestandes an fertigen und unfertigen Erzeugnissen sowie an noch nicht abrechenbaren Leistungen		708.660		-745
3. Sonstige betriebliche Erträge				
a. Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen	559.698		40	
b. Zuschüsse aus öffentlicher Hand	5.262.459		4.276	
c. Übrige	756.107	6.578.264	688	5.004
4. BETRIEBSLEISTUNG		12.254.935		12.786
5. Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen				
a. Materialaufwand	161.105		277	
b. Aufwendungen für bezogene Leistungen	3.548.742	3.709.846	3.562	3.838
6. Personalaufwand				
a. Löhne		0		9
b. Gehälter		4.765.389		4.094
c. Soziale Aufwendungen				
ca. Aufwendungen für Abfertigungen u. Leistungen an betriebliche Mitarbeitervorsorgekassen	68.598		59	
cb. Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben sowie vom Entgelt abhängige Abgaben und Pflichtbeiträge	1.197.856		1.046	
cc. Sonstige Sozialaufwendungen	56.699	1.323.153	40	1.146
Übertrag		2.456.547		3.699

	2023/24		2022/23	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
Übertrag		2.456.547		3.699
7. Abschreibungen				
a. Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen				
aa. Planmäßige Abschreibungen		484.385		1.273
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen				
a. Steuern, soweit sie nicht unter Z 13 fallen	13.870		9	
b. Übrige	1.134.362	1.148.232	2.207	2.216
9. BETRIEBSERGEBNIS		823.930		209
10. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		140.402		48
11. Zinsen und ähnliche Aufwendungen		223		5
12. Ergebnis vor Steuern		964.109		252
13. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag		11.936		1
14. Ergebnis nach Steuern		952.172		250
15. JAHRESÜBERSCHUSS		952.172		250
16. Jahresgewinn		952.172		250
17. Gewinnvortrag aus dem Vorjahr		2.993.917		2.744
18. BILANZGEWINN		3.946.090		2.994

IMPRESSUM

GESCHÄFTSBERICHT 2023/24

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

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

Für den Inhalt verantwortlich:
DI Thomas Bürgler, Geschäftsführer (CEO)
Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Susanne Michelic,
Geschäftsführerin (CSO)

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

Bildnachweise:
Cover-Foto
HPSR-Anlage (© voestalpine Stahl Donawitz
GmbH / K1-MET GmbH)

Unternehmen
S. 2: voestalpine Stahl GmbH; S. 6: Primetals
Technologies Austria GmbH; S. 13: voestalpine
Stahl GmbH.

Internationale Aktivitäten
S.18: ASMET– The Austrian Society for Metal-
lurgy and Materials; S. 21: Eigenkreation InSGeP-
Konsortium; S.22: REACHEUROFER, EUROSLAG,
Worldsteel Association; S. 23: Eigenkreation
HBIC-Flex-Konsortium; S.24 oben: Eigenkreation

HBIC-Flex-Konsortium, S.24 unten: Eigenkreation
HELIOS-Konsortium; S. 25–26: H2PlasmaRed-
Konsortium; S. 27: PHOS4PLANT-Konsortium;
S. 28 – 29: STARTREC-Konsortium.

Highlights Forschung 2023/24
S. 30–31: KIRAMET-Konsortium; S. 32: ZEUS-
Konsortium; S.33: AndritzAG; S.34: ECO2LIFE-
Konsortium; S. 35: Montanuniversität Leoben
CoC /Dietmar Gruber; S. 37: [D.Kobertz, M.
Müller and A. Molak, Vaporization and caloric
studies on lead titanate. Calphad 46 (2014),
pp. 62–79. doi:10.1016/j.calphad.2014.02.001];
S. 39: voestalpine Stahl Donawitz GmbH /
K1-MET GmbH; S. 41 links: voestalpine Stahl
GmbH / K1-MET GmbH

F&E-Kommunikation
S. 48–49: JUST / „Der Standard“, energy inno-
vation austria, Vorbuilder; S. 52: Fotostudio
Martin Eder; S. 53 rechts unten: cityfoto.at; S. 54:
ASMET Forum 2024; S. 55 rechts unten: Upper
Austrian Research GmbH; S. 56: LNF-Logo: Upper
Austrian Research GmbH, alle anderen: Montan-
universität Leoben.

Foto Kurt Satzinger (S. 59):
© Fotostudio Martin Eder

Folgende Fotos von
www.shutterstock.com:
S. 42 – 43: Chatchai-Rombix, sumkinn.

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

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



Förderinstitutionen

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



Bundesministerium
Arbeit und Wirtschaft



Projektkonsortium

