



# Geschäftsbericht 2024/25









## UNTERNEHMEN



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

## INTERNATIONALE AKTIVITÄTEN



Preisgekrönte Forschungsleistungen .....	18
Outgoing research stays .....	19
International geförderte Projekte .....	21

## HIGHLIGHTS 2024/25



Highlights Non-COMET .....	34
Highlights COMET .....	42
Highlights Area 1 .....	44
Highlights Area 2 .....	46
Highlights Area 3 .....	48

## WISSENSBILANZ



Programm- und Auftragsforschung .....	51
Humankapital .....	51
Wissenschaftlichkeit .....	52
F&E-Kommunikation .....	57
Kommentar Helmut Antrekowitsch .....	64

## BILANZ 2024/25



Lagebericht .....	66
Bilanz .....	68
Gewinn- und Verlustrechnung .....	70

# VORWORT

## DER GESCHÄFTSFÜHRUNG

Im Geschäftsjahr 2024/25 herrschten wirtschaftlich gesehen anspruchsvolle Rahmenbedingungen. Österreichs Wirtschaftsleistung ist im Jahr 2024 real um 0,7% zurückgegangen. Zu Beginn des Jahres 2025 war ein leichter Abwärtstrend zu erkennen (leicht positives Wirtschaftswachstum), dennoch lag im 2. Quartal 2025 das Bruttoinlandsprodukt um 0,1 % unter dem Vergleichswert des Vorjahrs. Zusätzlich zeigte die Inflation im ersten Halbjahr 2025 eine leicht steigende Tendenz mit aktuell knapp 4%.

**Zentrale Ziele der jüngsten Strategien der Europäischen Kommission auf Basis der Forschungsaktivitäten von K1-MET sind wirtschaftlich verfügbare erneuerbare Energie, die Stärkung der industriellen Produktionsprozesse innerhalb der EU, qualifizierte Arbeitskräfte sowie die Kreisläufigkeit von Produkten und Sekundärstoffen für ein nachhaltiges Rohstoffmanagement.**

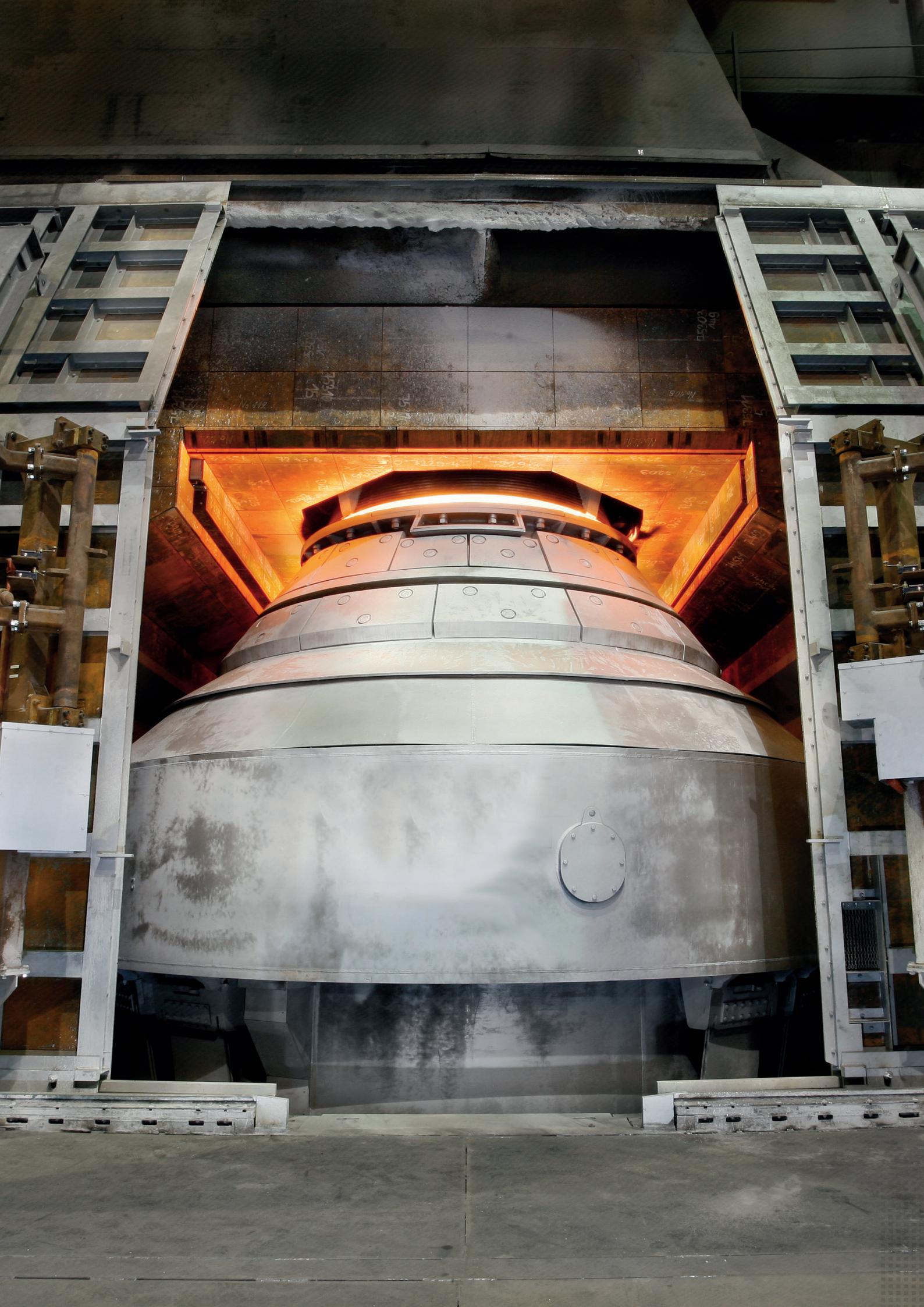
Thomas Bürgler



**Durch das COMET-Modul „PlasmArc4Green“ werden wir neue wissenschaftlich fundierte Einblicke in bisher nicht oder unzureichend verstandene Phänomene generieren, welche die Weiterentwicklung von Lichtbogen- und plasmabasierten Prozessen entscheidend beeinflussen.**

Susanne Michelic





## Exzellente Forschung in herausfordernden Zeiten

Zu Beginn des Jahres 2025 legte die Europäische Kommission mit dem Competitiveness Compass, dem Clean Industrial Deal sowie auch dem Steel and Metals Action Plan drei Strategiepapiere vor. Diese sollen das Wirtschaftswachstum ankurbeln und energie- und ressourcenintensive Industriesektoren auf ihrem Weg zu klimaneutralen Prozessen unterstützen. Zentrale Ziele der jüngsten Strategien der Europäischen Kommission sind wirtschaftlich verfügbare erneuerbare Energie, die Stärkung der industriellen Produktion innerhalb der EU, qualifizierte Arbeitskräfte sowie die Kreislauffähigkeit von Produkten und Sekundärstoffen für ein nachhaltiges Rohstoffmanagement. Um dies zu erreichen, müssen exzellente Forschungsthemen umgesetzt werden, wofür die Mitarbeiter:innen der K1-MET GmbH ein wesentlicher Erfolgsfaktor sind. Die K1-MET GmbH leistete auch im Geschäftsjahr 2024/25 einen wichtigen Beitrag dazu, dass Österreich ein Key Player in der metallurgischen und umwelttechnischen Verfahrensentwicklung bleibt. Nur durch die kooperative Forschung mit beteiligten Industrieunternehmen sowie 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 starker Präsenz im COMET-Programm durch ein zweites Modul

Mit 1. Juli 2024 startete ein weiteres COMET-Modul unter dem Kurztitel „PlasmArc4Green“ (Langtitel „Simulation, modelling and monitoring of plasma- and arc-based processes for green metal production“), dotiert mit 3,75 Mio. EUR und einer Laufzeit von vier Jahren. Beteiligt sind die Forschungsareas 2 und 3 (Lead liegt bei Area 3). In einem Konsortium aus Industrie und Wissenschaft (neben Österreich kommen die Beteiligungen aus Australien, Deutschland und Finnland) entwickelt das COMET-Modul PlasmArc4Green Simulations-, Modellierungs- und Messmethoden, welche die Leistung von Lichtbogenplasma-basierten Metallproduktionsprozessen genau vorhersagen können. Diese Tools werden verwendet, um Prozessparameter zu optimieren sowie auch Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Durch „PlasmArc4Green“ werden wir neue wissenschaftlich fundierte Einblicke in bisher nicht oder unzureichend verstandene Phänomene generieren, welche die Weiterentwicklung von Lichtbogen- und plasmabasierten Prozessen entscheidend beeinflussen.

## Weitere Forschungskooperationen im nationalen und internationalen Umfeld

Neben der Initiierung von zehn EU-Vorhaben, den Projekten H2II, Symbio-Steel, Safe H-DRI, METACAST, ZEROSTEEL, PHOENIX, DiGrees, HI2 Valley, Hy4Smelt und SUPER (fünf davon im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel und fünf davon im Rahmen von Horizon Europe, darunter auch Projekte der Clean Steel Partnership) konnte die K1-MET GmbH auch auf nationaler Ebene beeindruckende Erfolge in der Förder-

landschaft verzeichnen (fünf neu gestartete Projekte). Beispielsweise zu erwähnen wären hier TGH2 (FFG-Förderprogramm „H2 for Transition Land OÖ“ unterstützt vom Land Oberösterreich) zur Entwicklung eines Demonstrators, bestehend aus Batteriespeicher in Kombination mit einem PEM H2-Elektrolyseur mit der K1-MET GmbH als Koordination, oder NatMatSave30! (FFG-Förderprogramm „Kreislaufwirtschaft und Produktions-technologien“) zur Verwendung metallurgischer Schlacken als mineralischer Füllstoff für Kunststoffanwendungen. Durch die Projekte Hy4Smelt und HI2 Valley nimmt die K1-MET GmbH an der Entwicklung des Hy4Smelt-Verfahrens teil, einer Breakthrough-Technologie zur Erzeugung eines CO<sub>2</sub>-armen Roheisens und einer Schlacke, ähnlich den Produkten aus dem Hochofen. Ein nachhaltiges Rohstoffmanagement wird so entscheidend vorangetrieben durch die Möglichkeit, Erzqualitäten, welche bisher für den Hochofenprozess eingesetzt werden konnten, mit grünem Wasserstoff und erneuerbarer elektrischer Energie in ein CO<sub>2</sub>-armes Ausgangsprodukt für Stahl umzuwandeln. Die Details dazu und zu allen anderen Projekten finden sich im Inneren dieses Geschäftsberichts.

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 wurden zusätzliche Anträge für nationale und EU-Projekte eingereicht, teilweise mit K1-MET als Koordination (Evaluierungsergebnisse werden für Herbst bzw. Winter 2025/26 erwartet).



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 30.06.2025 wird als Stichtag für die Kennzahlen herangezogen.

### Anteil der weiblichen und männlichen Beschäftigten in der Gesamtbelegschaft

44,5 % ♀      55,5 % ♂

49

#### weibliche Beschäftigte in der K1-MET GmbH

davon wissenschaftlich: 40  
davon haben Kinder: 11

weibliche Vollzeitkräfte: 29  
weibliche Teilzeitkräfte: 20  
weibliche Führungskräfte: 5

VZÄ der weiblichen Beschäftigten: 40,0

61

#### männliche Beschäftigte in der K1-MET GmbH

davon wissenschaftlich: 58  
davon haben Kinder: 9

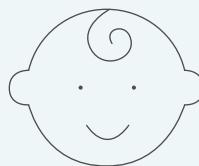
männliche Vollzeitkräfte: 47  
männliche Teilzeitkräfte: 14  
männliche Führungskräfte: 5  
VZÄ der männlichen Beschäftigten: 53,1

### Elternkarenz

weibliche Beschäftigte in Mutterschutz / Karenz

männliche Beschäftigte in Väterkarenz / Papamontat

2



0



### Bildungskarenz

weibliche Beschäftigte in Bildungskarenz

männliche Beschäftigte in Bildungskarenz



28,2 %

### Internationalisierung

nationale Beschäftigte bei K1-MET: 79

internationale Beschäftigte bei K1-MET: 31



23

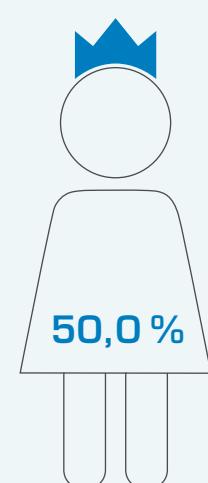
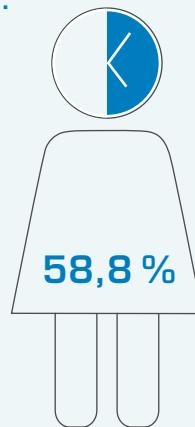
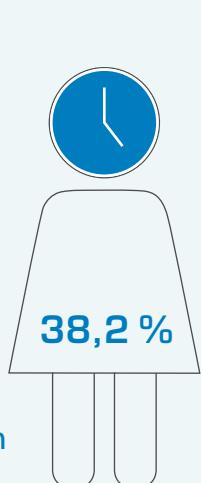
weibliche Beschäftigte, die mind. 1 Tag pro Woche im Homeoffice arbeiten

16

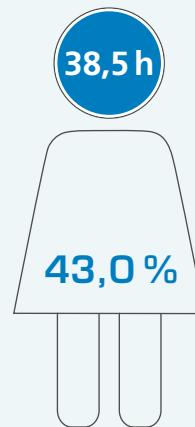
männliche Beschäftigte, die mind. 1 Tag pro Woche im Homeoffice arbeiten

gemessen an der jeweiligen Gesamtanzahl der Vollzeit- und Teilzeitkräfte

### Anteil der weiblichen Teilzeitkräfte:



### Anteil der weiblichen Beschäftigten bei VZÄ:



### Anteil der weiblichen Vollzeitkräfte:

### Anteil der weiblichen Führungskräfte:

# KEY FACTS

## COMET K1-MET 2023–2027

2

### Standorte



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

40

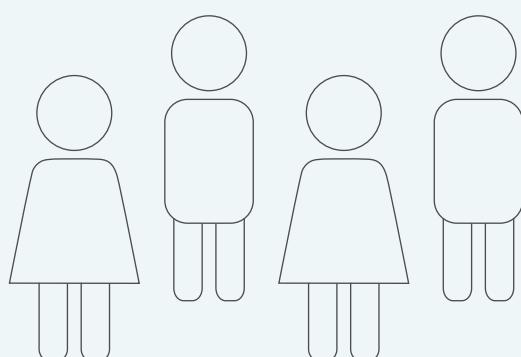
### Projektmitglieder

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



30 Dissertant:innen 33% ♀ 67% ♂

60 Wissenschaftliche Publikationen

1 Dissertation beendet

6 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:  
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!

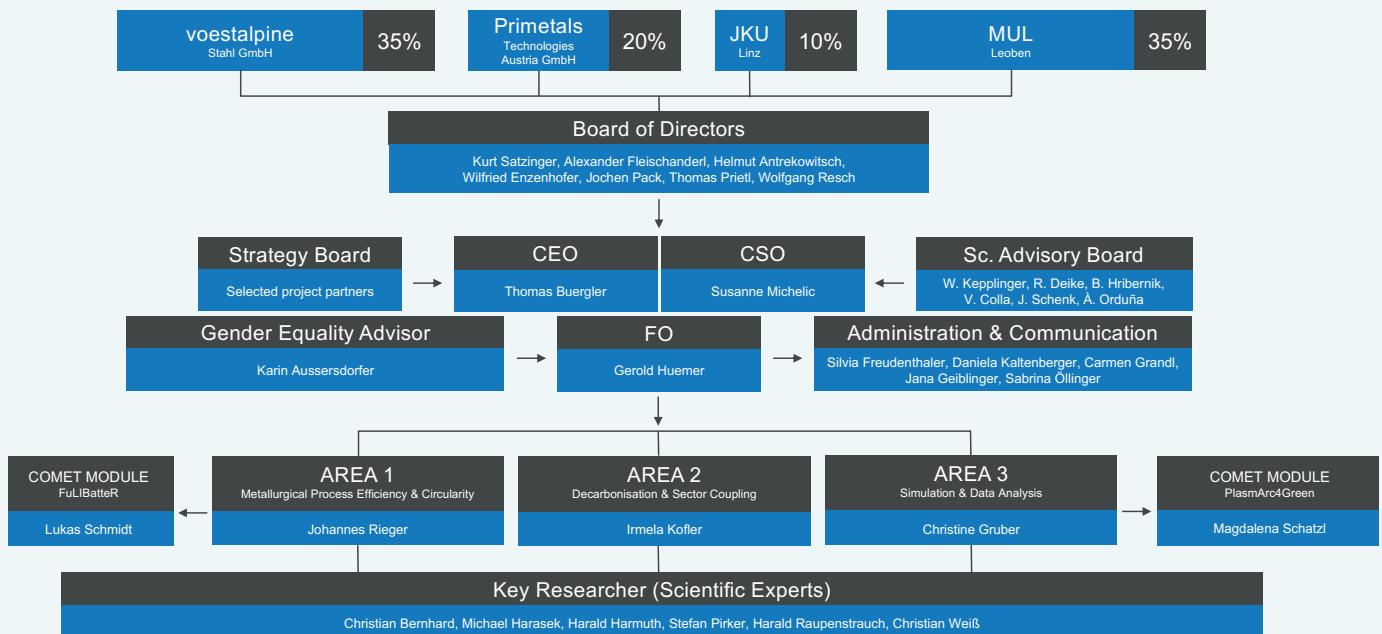


Abb. 1: Organigramm K1-MET

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: Dr. Kurt Satzinger)  
**Montanuniversität Leoben**  
(Vertreter: 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  
für Innovation,  
Mobilität und  
Infrastruktur

Bundesministerium  
für Wirtschaft, Energie  
und Tourismus

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

Dr. Kurt Satzinger  
(voestalpine Stahl GmbH)

Univ.-Prof. DI 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)

DI Dr. mont. Thomas Prietl  
(RHI Magnesita GmbH)

## Wissenschaftlicher Beirat

em. o. Univ.-Prof. DI Dr. mont.  
Werner Kepplinger  
(Montanuniversität Leoben)

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

DI Dr. Bruno Hribernik

Assoc. Prof. Dr.-Ing. Valentina Colla  
(Scuola Superiore Sant'Anna)

Univ.-Prof. i.R. DI Dr.techn.  
Johannes Schenk  
(Montanuniversität Leoben)

Àngels Orduña, M.A.  
(Executive Director von A.SPIRE)

## Mitgliedschaften

A.SPIRE  
(Processes4Planet Research Association)

ASMET  
(Austrian Society for Metallurgy  
and Materials)

ESTEP  
(European Steel  
Technology Platform)

RIES  
(Research Initiative for  
European Steel)

Biochar Europe

 ASPIRE

 ASMET®

 ESTEP

 RIES

 BIOCHAR EUROPE



# 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. Als Stichtag für den Personalstand gilt der 30.06.2025.

### Geschäftsleitung



Thomas Bürgler  
CEO



Susanne Michelic  
CSO



Gerold Huemer  
Prokurist

### Administration & Kommunikation



Silvia Freudenthaler



Jana Geiblinger



Carmen Grandl



Daniela Kaltenberger



Anja Lehninger



Sabrina Öllinger

 AREA 1

**Johannes Rieger**  
Leitung AREA 1



**Saeid Bakhtiari**



**Mirjam Baldauf**



**Emerson Barros  
de Souza**



**Daniel David**



**Alexander Halwax**



**Monika  
Häuselmann**



**Vanessa Hoffellner**



**Daniel Kavic**



**Lina Kieush**



**Lalropuia Lalropuia**



**Michael Lammer**



**Melanie Leitner**



**Stefanie Lesiak**



**Irmtraud Marschall**



**Harald Mayrhofer**



**Thomas Nanz**



**Christina Neuper**



**Gilbert Neuwirth**



**Tomislav Novak**



**Wolfgang Reiter**



**Bettina Rutrecht**



**Lena Schalk**



**Nina Schlemmer**



**Alexander Seebacher**



**Monika Seidl**



**Parinaz  
Seifollahzadeh**



**Anna Sieber**



**Zeljka Simicevic**



**László Sólyom**



**Stefanie Steinmayr**



**Bianca Varga**



**Mario Windisch**



Irmela Kofler  
Leitung AREA 2



Bernhard Adami



Laura Androsch



Sebastian Bönisch



Lukas Donau



Ralph Evidente



Manuel Farkas



Rebeka Frühholz



Johannes Gabl



Lukas Gupfinger



Clemens  
Habermaier



Sarah  
Haneschläger



Lena Heibl



Stefan Hinterdorfer



Mohammad  
Jafarzadeh



Alexander Jelinek



Nadine  
Kleinbruckner



Alexandra Kogler



Simon Krammer



Oliver Maier



Christa Mühlegger



Andreas  
Niederhauser



Vinzenz Ober



Sebastian  
Obermayr



Nina  
Plankensteiner



Cameron Quick



Nikolaus Rauch



Erwin Reichel



Shekoofeh Saberi



Amaia Sasiain  
Conde



Sabine Spieß



Sophie Thallner



Arleen Walk



Johann Winkler



Peter Zellinger

 **AREA 3**


**Christine Gruber**  
Leitung AREA 3



**Reyhane Aghaei**



**Alireza Atf**



**Hadi Barati**



**Pedro Paulo  
da Silva Cruz**



**Florian Egger**



**Maximilian  
Fruhmann**



**Jerónimo Guarco**



**Hamideh  
Hassanpour**



**Gerhard Holzinger**



**Damir  
Kahrimanovic**



**Saloni Kansal**



**Mohammad  
Karimi Zand**



**Mohammad Faiz  
Khan**



**Matthias  
Julian Kiss**



**Nina Köpllmayr**



**Hannes  
Lumetzberger**



**Zeinab Naji**



**Samuel Pucher**



**Sandro Russi**



**Ali Sedghat**



**Yasir Hussain  
Siddiqui**



**Maria Thumfart**



**Johann Wachlmayr**



**Barbara Weiß**



**Klemens Winkler**



**Xiaomeng Zhang**

### Team Leads



**Marianne  
Haberbauer**



**Magdalena Schatzl**



**Lukas Schmidt**



**Michael Zarl**

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

Im Geschäftsjahr 2024/25 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 2024/25 wurde ein Forscher der K1-MET GmbH mit einem internationalen Preis ausgezeichnet. Dies untermauert die exzellente Forschungsleistung, welche die K1-MET GmbH in Kooperation mit beteiligten Industrieunternehmen und Universitäten im Rahmen des COMET-Programms erbringt.

#### Ladle & Secondary Refining Best Paper Award (AIST) für Publikation

DI Daniel Kavić, MSc, Dissertant im COMET-Projekt 1.5 („Inclusion Removal and Steel Cleanliness“), wurde auf der Konferenz AISTech 2025 in Nashville (Tennessee, USA) mit dem renommierten Ladle & Secondary Refining Best Paper Award der Association for Iron & Steel Technology (AIST) ausgezeichnet. Die prämierte Fachpublikation trägt den Titel „Simulation of Secondary Metallurgical Processes Using Computational

Thermodynamics and Comprehensive Statistical Learning Methods“ und entstand in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie der Montanuniversität Leoben, dervoestalpine Stahl GmbH, Primetals Technologies Austria GmbH und RHI Magnesita GmbH.

Die Auszeichnung wurde im Rahmen der AISTech 2025 Konferenz feierlich überreicht, wobei Abhishek Bhansali (Nucor Steel Berkeley) den Preis an Daniel Kavić (siehe Abbildung 2) übergab.

#### Wissenschaftlicher Inhalt der Publikation

Die Dekarbonisierung der Stahlindustrie stellt die Branche vor tiefgreifende Veränderungen. Ebenso muss sich die Sekundärmetallurgie neuen Rahmenbedingungen anpassen, um trotz veränderter Ausgangsmaterialien weiterhin höchste Ansprüche an Stahlzusammensetzung und Reinheit zu erfüllen. Um die Auswirkungen dieser neuen Ausgangsbedingungen abilden und bewerten zu können, gewinnen digitale Zwillinge von sekundärmetallurgischen Prozessanlagen zunehmend an Bedeutung. Die Grundlage hierfür sind die fortschreitende Entwicklung von thermodynamischen Datenbanken, die umfassende Digitalisierung der Stahlwerke sowie der Zugang zu umfangreichen Datenbeständen. Durch die Verknüpfung von datenbasierten Analysen mit thermodynamischen Modellen eröffnen sich neue Möglichkeiten, die metallurgischen Prozesse besser verstehen und gezielt optimieren zu können.

In seiner ausgezeichneten Arbeit entwickelte Daniel Kavić eine hybride Modellierungsplattform, die thermodynamische, kinetische sowie statistische Methoden miteinander verbindet. Ein zentrales Werkzeug ist die



Abb. 2: Gewinner des Ladle & Secondary Refining Best Paper Award 2025 (rechts Daniel Kavic). Quelle: AIST



Python-basierte Software „i-clean“, die auf dem Konzept der Effective Equilibrium Reaction Zone basiert. Hierbei wird die ChemApp™-Programmierschnittstelle für Python genutzt, um auf die thermodynamischen Datenbanken von FactSage™ zuzugreifen und präzise Gleichgewichts- und Reaktionsberechnungen zwischen Stahl, Schlacke und Gas durchzuführen. Auf dieser Grundlage ermöglicht das Modell eine realitätsnahe Simulation des gesamten Sekundärmetallurgieprozesses vom Konverterabstich bis zur Behandlung im Pfannenofen.

Ergänzend dazu wurden umfangreiche Produktionsdaten aus der industriellen Praxis herangezogen, um die prozessrelevanten Einflussgrößen statistisch fundiert zu bewerten. Das entwickelte statistische Modell basiert auf multipler linearer Regression und wurde mit mehr als 10.000 Schmelzen aus der Jahresproduktion 2022 validiert. Auf dieser Grundlage konnten die Ausbringungsraten verschiedener Legierungselemente und der Einfluss des Heizens auf den Kohlenstoffeintrag präzise ermittelt und quantitativ beschrieben werden.

Der Vergleich zwischen der Simulation und den Messwerten einer ausgewählten Prozesssequenz der voestalpine Stahl GmbH zeigte eine sehr gute Übereinstimmung und unterstreicht die hohe Aussagekraft des entwickelten Modells. Mit der vorgestellten hybriden Methodik gelingt es, die komplexen Wechselwirkungen in der Sekundärmetallurgie systematisch zu erfassen und daraus gezielte Optimierungspotenziale hinsichtlich Energieeffizienz und Materialausbeute abzuleiten. Diese Arbeit liefert damit einen wesentlichen Beitrag für die Weiterentwicklung von datenbasierten Modellierungskonzepten und unterstützt die Dekarbonisierung und die nachhaltige Transformation der modernen Stahlproduktion.

## 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 und Industrieunternehmen, welche nicht am K1-MET-Programm beteiligt sind, durchgeführt wird. Im Geschäftsjahr 2024/25 konnte ein ORS absolviert werden. Neben der Möglichkeit, das Netzwerk und den Bekanntheitsgrad der K1-MET GmbH zu vergrößern, sind diese Forschungsaufenthalte für die betreffenden Mitarbeiter:innen eine wertvolle Gelegenheit, um sich fachlich weiterzubilden sowie andere Kulturen und die Lebensgewohnheiten von verschiedenen Ländern kennenzulernen.

## Forschungsaufenthalt und Zusammenarbeit an der Tohoku-Universität in Sendai (Japan)

Im Rahmen ihrer beruflichen Weiterentwicklung trat Dr.mont. inz. Elizaveta Cheremisina, Senior Project Manager in Area 1, von Mai 2024 bis April 2025 eine einjährige Forschungsstelle als Assistant

Professor am Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM) der Tohoku Universität in Sendai (Japan) an. Die Tohoku-Universität ist international für ihre herausragenden Leistungen in Forschung sowie Lehre anerkannt und wurde 2024 im Rahmen einer nationalen Exzellenzinitiative als führende Universität Japans ausgezeichnet. Elizaveta Cheremisina war dem Center for Mineral Processing and Metallurgy innerhalb des Laboratory of Base Materials Processing (unter der Leitung von Professor Shigeru Ueda) zugeordnet – eines der größten universitären Forschungsinstitute Japans für Materialwissenschaften.

## Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Die Forschungsgruppe in Sendai bestand aus sechs Masterstudierenden, zwei regulären Doktorand:innen sowie einer Gastdoktorandin von der University of Hyderabad (Indien). Der Schwerpunkt des Labors liegt auf einer nachhaltigen Stahlproduktion mit besonderem Fokus auf der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und grundlegender Materialverarbeitung. Dazu zählen insbesondere die Rückgewinnung von wertvollen und kritischen Metallen sowie die Nutzung von metallurgischen Rückständen als Sekundärrohstoffe.

Die Rolle von Frau Cheremisina vereinte Teamführung und wissenschaftliches Mentoring und umfasste Forschungsmanagement sowie auch aktive experimentelle Tätigkeiten. Zu ihren täglichen Aufgaben gehörten die Durchführung und Betreuung hochtemperaturtechnischer Experimente mit Studierenden sowie die Unterstützung bei Laboraktivitäten wie Probenvorbereitung, analytischen Verfahren und Dateninterpretation. Sie vermittelte theoretische und praktische Kenntnisse zu chemischen und physikochemischen Prozessphänomenen und begleitete die Konzeption von Master- und Doktorand:innen-Projekten. Zusätzlich dazu war sie für die Akquise von neuen Forschungsprojekten, die Sicherstellung ausreichender Mittel für die Forschungsgruppe, die Leitung des Teams sowie die Labororganisation und wissenschaftliche Koordination verantwortlich. Zu ihren Aufgaben zählten auch die Lehre, das Mentoring und die kontinuierliche Überwachung des Studienfortschritts der Studierenden inklusive regelmäßiger Monatsberichte.

Die experimentellen Forschungstätigkeiten umfassten einen starken Fokus auf Nachhaltigkeit, Recycling und Ressourcenschonung, darunter auch die Rückgewinnung von wertvollen Metallen und die Rohstoffproduktion aus metallurgischen Schlacken, ebenso kinetische Untersuchungen zur Bildung von Mangancarbid, die Wasserstoffreduktion von Pellets mit anschließendem Schmelzverhalten und die Bestimmung der Anreicherung und Verteilung von Samarium sowie auch Vanadium in Schlackenphasen für die nachfolgende Rückgewinnung. Die weitere Forschung umfasste die Analyse des

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

Schaumbildungsverhaltens im EAF, direkte Legierungsexperimente über silikothermische und aluminothermische Reduktion sowie über hydrometallurgische Prozesse, um aus Schlacken  $\text{LiFePO}_4$  (LFP) herstellen zu können.

### Wissenschaftlicher Inhalt

Eines von Frau Cheremisinas Hauptprojekten konzentrierte sich auf die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Produktion von Mangan-carbid für die Anwendung in mittel-manganhaltigen Stählen. Mangan ist ein essentielles Legierungselement. Jedoch erfordern die Erschöpfung von hochwertigen Erzen und die dringende Notwendigkeit zur Reduktion von  $\text{CO}_2$ -Emissionen alternative Produktionsmethoden. Zudem führen konventionelle Legierungsverfahren infolge des hohen Dampfdrucks von Mangan in der Stahlproduktion zu erheblichen Verlusten. Mangancarbide stellen vor dem Hintergrund der Ressourceneffizienz eine vielversprechende Lösung dar, um eine effektivere Legierung von Stahl zu ermöglichen. Da die wissenschaftlichen Daten zur Mangancarbidsynthese sehr begrenzt sind, war dieses Projekt eine besondere Herausforderung. Unter Laborbedingungen wurde  $\text{Mn}_3\text{C}_3$  aus reinen Ausgangsstoffen und  $\text{MnO}$  (simuliertes Erz) unter Vakuum sowie in verschiedenen Gasatmosphären, darunter  $\text{H}_2$ –Ar und  $\text{CH}_4$ –Ar-Mischungen, hergestellt, um die kinetischen Parameter des Prozesses zu bestimmen.

Unter der Betreuung von Elizaveta Cheremisina und mit Unterstützung des Teams zielten weitere Projekte auf die Rückgewinnung von wertvollen Elementen aus metallurgischen Schlacken ab. Dazu gehörten die Reduktion von Chrom (Cr), Mangan (Mn) sowie auch Phosphor (P) aus EAF-Schlacken und die Rückgewinnung von Vanadium (V) und Samarium (Sm) durch Anreicherung und Trenntechniken in Kombination mit Hochtemperatur-Reduktionsversuchen. Zusätzlich dazu wurden Aktivitätskoeffizienten von  $\text{PbO}$  und  $\text{FeO}$  im  $\text{FeO}-\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schlacken-System bestimmt und das Schaumbildungsverhalten im EAF untersucht.

Ein weiteres zentrales Forschungsthema umfasste die direkte metallothermische Reduktion von  $\text{MnO}$  mit Al oder Si bei  $1600\text{ }^\circ\text{C}$  sowie auch deren Einfluss auf die Entwicklung von Einschlüssen. Dieses Konzept der simultanen direkten Legierung und Schlackentechnik stellt einen wichtigen Schritt zu einer nachhaltigeren Stahlproduktion dar.

Diese Aktivitäten schufen eine direkte Verbindung zur Tohoku-Universität und eröffneten neue Perspektiven für eine zukünftige wissenschaftliche Kooperation.



Abb. 3: Links: Elizaveta Cheremisina mit Studierenden bei Besuchen im Niihama Schmelzwerk & Besshi Kupferbergwerk sowie im Mitsubishi Materials Corporation Naoshima Schmelzwerk & Raffinerie auf Shikoku (Japan). Quelle: Tohoku Universität; Rechts: Teilnahme am ISIJ Autumn Meeting in Osaka mit einem Vortrag zur Materialwissenschaft. Quelle: K1-MET

## Internationale geförderte Projekte

Im Geschäftsjahr 2024/25 starteten zehn neue EU-Projekte mit der K1-MET GmbH als Projektkoordination oder als wissenschaftlicher Beteiligung im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCS), des Just Transition Funds und Horizon Europe (HEU). Abgeschlossen wurden zwei EU-Projekte im Geschäftsjahr 2024/25 – SMARTER und das Projekt CORALIS.

### H2II – ein Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Research Fund for Coal and Steel“

Am 1. Juni 2024 startete das Projekt „H2II“ mit einer Laufzeit von 4 ½ Jahren. Die Abkürzung H2II steht für „Hydrogen Seqence Impulse Injection into the Blast Furnace Shaft“. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCS) gefördert.



Abb. 4: Projektlogo H2II. Quelle: H2II-Konsortium

Das Projekt H2II ist der Erforschung des Potenzials der gepulsten Wasserstoff-Gas-Eindüsung in den Schacht des Hochofens gewidmet. Dies soll eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von bestehenden Hochofen ermöglichen, da ein solches System relativ leicht nachgerüstet werden kann. Die Eindüsung von Wasserstoff in diese Zone, oberhalb der kohäsiven Zone (siehe Abbildung 5), soll die indirekte Reduktion des Möllers unterstützen. Die gepulste Gas-Eindüsung soll eine größere Eindringtiefe in die Möller-Schüttung bewirken, was die Effizienz der Umsetzung erhöhen sollte.

#### Ziele von H2II

Die Hauptziele von H2II sind:

- Auslegung eines Simulators für eine einzelne Injektor-Einheit
- Simulation der gepulsten Gas-Eindüsung
- Validierung des Prozesses durch einen Versuch am Hochofen
- Entwicklung eines Gesamtsystems

Das Projekt H2II wird vom VDEH Betriebsforschungsinstitut GmbH aus Deutschland koordiniert. Insgesamt sind sechs Projektbeteiligte aus drei verschiedenen europäischen Ländern beteiligt (zwei Stahlersteller, drei Forschungsunternehmen und ein Anlagenbauer), um die Stahlerzeugung der Zukunft nachhaltig mitzugehen, was die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von bestehenden Hochöfen angeht.

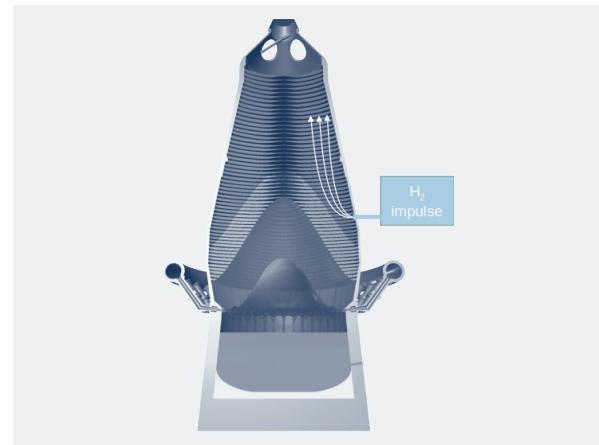


Abb. 5: Konzeptdarstellung der gepulsten Wasserstoff-Eindüsung. Quelle: H2II-Konsortium

Dazu zählen die VDEH Betriebsforschungsinstitut GmbH, die K1-MET GmbH, die Primetal Technologies, Limited, die thyssenkrupp AT.PRO tec GmbH, die thyssenkrupp Steel Europe AG und der voestalpine-Konzern. Im Projekt H2II ist die K1-MET GmbH verantwortlich für die Unterstützung bei der Auslegung des Simulators und bei der Vorbereitung des Hochofen-Versuchs durch begleitende Simulations-Tätigkeiten. Der Simulator im Labor- bzw. Technikums-Maßstab dient der Erprobung von Mess-Methoden und der Vorbereitung des Hochofenversuchs. Die durchgeführten Messungen am Simulator dienen auch zur Validierung der entwickelten Simulationsmodelle.

### TGH2 – ein Projekt im Rahmen des Just Transition Funds

Am 1. Juli 2024 startete das Forschungsprojekt „TGH2“ mit einer Laufzeit von drei Jahren. Die Abkürzung TGH2 steht für „ThermoGreenHydrogen – Nachhaltige Energieumwandlung und -speicherung für die JTF-Region“. Gefördert wird das Projekt von der Europäischen Kommission im Rahmen des Just Transition Fund (JTF) und vom Land Oberösterreich. Die JTF-Region ist stark durch energieintensive Industrien (z. B. Zement, Glas, Metall) geprägt, die als schwer zu dekarbonisieren gelten und daher besonders stark vom Übergang zu einer klimaneutralen Industrie betroffen sind.



Abb. 6: Projektlogo TGH2. Quelle: K1-MET

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

Gerade in diesen Industrien kommen Prozesse zum Einsatz, die hohe Temperaturen erfordern und dadurch zwangsläufig große Mengen an Abwärme erzeugen, die bislang häufig ungenutzt verloren gehen. Das Forschungsprojekt TGH2 – ThermoGreenHydrogen adressiert diese Herausforderung und entwickelt ein neuartiges Konzept für die nachhaltige Energieumwandlung, -speicherung und -nutzung. Im Mittelpunkt von TGH2 stehen die Errichtung einer F&E-Demonstrationsanlage, die Entwicklung von thermoelektrischen Energierückgewinnungssystemen sowie auch die Hochskalierung und Systemkonzeption auf Basis von Simulationen.

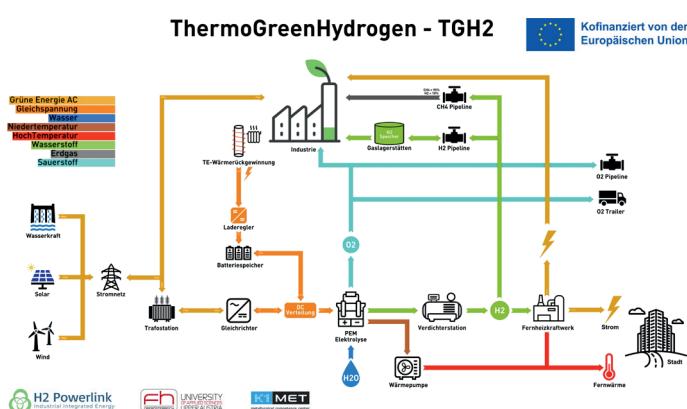


Abb. 7: Schematische Darstellung des ThermoGreenHydrogen-Projekts.  
Quelle: TGH2-Konsortium

Im ersten Schritt wird eine Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur aufgebaut, bestehend aus einem Batteriespeicher und einem PEM-(Proton Exchange Membrane)-Elektrolyseur. Ziel ist es, elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen wie Sonne, Wind und Wasserkraft sowie aus ungenutzter industrieller Abwärme effizient zu speichern oder in Form von grünem Wasserstoff nutzbar zu machen.

Ein weiteres Standbein im Projekt ist die Entwicklung von innovativen thermoelektrischen Energierückgewinnungssystemen. Diese sollen ungenutzte industrielle Abwärme in Strom umwandeln. Zunächst werden sie im Labor getestet und anschließend bei Unternehmen unter Realbedingungen erprobt. Der erzeugte Strom kann direkt weitergenutzt werden oder ins Netz eingespeist werden. Auch der direkte

Einsatz für die Erzeugung von Wasserstoff durch den Elektrolyseur soll im Projekt ThermoGreenHydrogen unter Laborbedingungen demonstriert werden.

Aufbauend auf den experimentellen Ergebnissen wird mit Hilfe moderner Simulationstools ein Konzept für eine großindustrielle Anlage im Bereich von 100 – 200 MW entwickelt. Dabei werden Erzeugungsprognosen aus erneuerbaren Quellen und Potenziale industrieller Abwärme berücksichtigt. Der darin integrierte Batteriespeicher federt einerseits kurzfristige Schwankungen ab, erhöht andererseits die Betriebsstunden des Elektrolyseurs und trägt so zu einem optimierten Gesamtsystem mit geringeren Kosten bei.

## Ziele von TGH2

Die Hauptziele von TGH2 sind:

- Aufbau einer F&E-Demonstrationsanlage (Kopplung von Elektrolyseur und Batteriespeicher)
  - Entwicklung und Erprobung eines thermoelektrischen Energieumwandlungssystems
  - Simulation eines nachhaltigen Wasserstoff-Energieversorgungssystems für die JTP-Region Oberösterreichs

Die Kooperation zwischen Powerlink H2, der K1-MET GmbH und der FH Oberösterreich verbindet Industrie, Forschung und angewandte Lehre zu einem starken Innovationsverbund. Ziel ist die Demonstration einer nachhaltigen Energieversorgung für die JTP-Region in Oberösterreich.

Die K1-MET GmbH übernimmt im Projekt TGH2 die Verantwortung für die Entwicklung thermoelektrischer Prototypen. Zu diesem Zweck werden spezielle Test- und Prüfstände errichtet, um die Systeme unter Laborbedingungen zu erproben, ihre Belastungsgrenzen zu bestimmen und Optimierungsmöglichkeiten im Prototypenaufbau zu validieren. Ergänzend werden Simulationstools eingesetzt, um den mechanischen Aufbau der Prototypen bestmöglich auszulegen. Außerdem

nutzt die K1-MET Softwarelösungen, um auf Basis der gewonnenen experimentellen Erkenntnisse aus den Demonstrationsanlagen die Hochskalierung einer zukünftigen Energieversorgung realistisch abzubilden und zu bewerten.

### METACAST – ein Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Research Fund for Coal and Steel“

Das Projekt „METACAST“ startete am 1. Oktober 2024 mit einer Laufzeit von 18 Monaten. Der Langtitel des Projekts lautet: „METACAST: Mapping, Educating, Training, Applying model in continuous CASTing“.



Abb. 8: Projektlogo METACAST. Quelle: METACAST-Konsortium

In den letzten 25 Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, um den Stranggussprozess durch den Einsatz von fortschrittlichen Modellierungstechniken besser zu verstehen und zu optimieren. Die Bedeutung von Modellierung im Strangguss wird durch die hohe Anzahl an wissenschaftlichen Publikationen in diesem Bereich deutlich, dennoch gibt es viel Potenzial für die Anwendung von Modellierungstechniken in der Industrie.

METACAST wird dazu beitragen, das Potenzial der Modellierung für verschiedene Interessensgruppen zu entfalten, indem eine gemeinsame Basis für die numerische Modellierung des Stranggussprozesses in Europa geschaffen wird. Neueste Erkenntnisse in der Modellierung von Stranggussprozessen werden in drei Bereichen verbreitet: Grundlagenforschung, industrielle Anwendung und betriebliche Entscheidungsfindung. Theoretisches Wissen (akademische Forschung) und praktisches Know-how (industrielle Praxis und angewandte Forschung) werden in METACAST vereint, um eine universelle Modellierungskultur für die Stahlindustrie zu schaffen. Dies wird durch das Erstellen einer Landkarte von fachlicher Expertise (akademisch und industriell), die Durchführung offener Schulungs- und Informationsveranstaltungen und das Einbinden von Entscheidungstragenden, einschließlich der Forschenden und Führungskräfte, erreicht.

METACAST umfasst Dissemination, Sensibilisierung, Kommunikation, und Vernetzung und legt besonderen Wert auf frei zugängliche Online-Schulungen und Fördermaßnahmen. Die Schaffung einer gemeinsamen Basis in der Modellierung ist der Schlüssel zur Maximierung ihrer Auswirkung auf industrieller, ökologischer und sozioökonomischer Ebene. Der Workflow des Projekts gliedert sich in sechs Arbeitspakete: neben Koordination und Kommunikation der Ergebnisse gibt es die Themen der Fundamente der Modellierung, Validierungsansätze, die Verwen-

dung von Modellierung sowie die Management-Sicht auf Modellierungsthemen, und die Anwendung von Modellen in der Produktion. Damit sollen alle Bereiche abgedeckt werden, in denen Modellierung metallurgischer Prozesse eine Rolle spielt.

### Ziele von METACAST

Als Accompanying-Measure-Projekt, das die Verbreitung von Wissen aus vorangegangenen Forschungsprojekten fördern soll, wird sich METACAST während der Projektlaufzeit auf zwei Hauptziele konzentrieren:

- Verbreitung und Förderung der Nutzung von Kenntnissen über die Modellierung im Strangguss in der angewandten Forschung, die aus der Grundlagenforschung weltweit und aus Projekten des Forschungsfonds für Kohle und Stahl gewonnen wurden
- Verbesserung der Sicherheit am Arbeitsplatz, Verringerung der Umweltauswirkungen des Betriebs und Erhöhung der betrieblichen Sicherheit für Mitarbeitende und weitere beteiligte Gruppen durch Schulung der Arbeitnehmenden im Umgang mit fortschrittlichen und modernen Arbeitsmethoden, die auf Modellen wie digitalen Zwillingen basieren

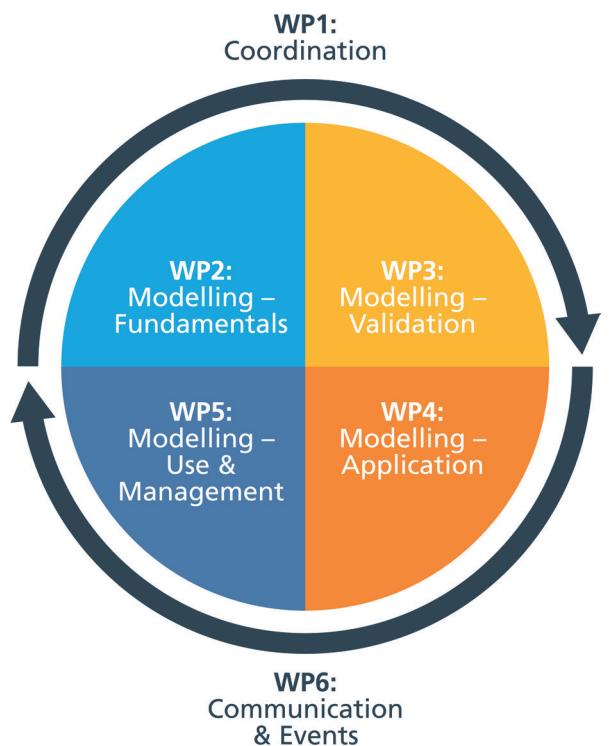


Abb. 9: Workflow des METACAST-Projekts.  
Quelle: METACAST-Konsortium

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

Das Projekt wird im Rahmen des RFCS-Programms der Europäischen Kommission mit 100 % gefördert und läuft über 18 Monate (Oktober 2024 – April 2026). Koordiniert wird METACAST vom italienischen Forschungszentrum Rina Consulting – Centro Sviluppo Materiali S.p.A. Weitere Projektmitglieder sind neben der K1-MET GmbH auch die deutsche VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI), SIDENORI+D aus Spanien und SWERIM AB aus Schweden.

### Symbio-Steel – ein Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Research Fund for Coal and Steel“

Am 1. Oktober 2024 startete das Projekt „Symbio-Steel“ mit einer Laufzeit von zwei Jahren. Die Abkürzung Symbio-Steel steht für „Fostering industrial symbiosis solutions for the steel sector by results monitoring and dissemination from national and EU funded projects coupled to definition of cross-sectorial synergy scenarios“. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCS) gefördert.



Abb. 10: Projektlogo Symbio-Steel. Quelle: Symbio-Steel-Konsortium

Ein wesentlicher Treiber für das Projekt Symbio-Steel ist der European Green Deal, eine Strategie mit dem Ziel, bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Seine Elemente fördern den nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen und Werkstoffen in energie- und ressourcenintensiven Industrien. Der Green Deal orientiert sich an den Konzepten der Kreislaufwirtschaft und der industriellen Symbiose. Zu Beginn des Jahres 2025 ergänzte die Europäische Kommission die Ziele des Green Deals um weitere Strategien wie den Competitiveness Compass, den Clean Industrial Deal oder den Steel and Metals Action Plan. Die industrielle Symbiose (die Kopplung industrieller Sektoren) zielt darauf ab, die Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen zu verringern und diese zu ersetzen, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren und innovative Technologien

zu fördern, um vorhandene Ressourcen in nutzbare Produkte umzuwandeln. Daher hat die industrielle Symbiose große Auswirkungen auf die Ziele von Forschungsprogrammen wie RFCS (siehe Abbildung 11).

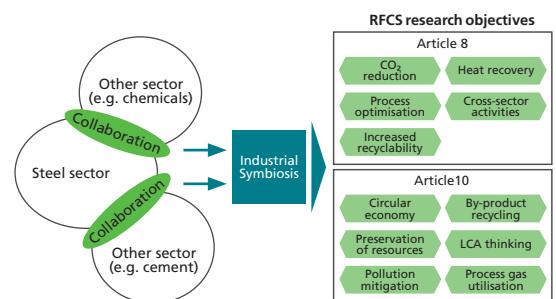


Abb. 11: Auswirkung von industrieller Symbiose auf die Zielerreichung des RFCS-Programms. Quelle: Symbio-Steel-Konsortium

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Stahlindustrie auf die Reduktion nicht verwertbarer Abfälle und die Wiederverwendung von Nebenprodukten als Sekundärressource konzentriert und hierbei bemerkenswerte Fortschritte in Form industrieller Symbiosen erzielt. In diesem Zusammenhang zielt Symbio-Steel als Disseminationsprojekt (Accompanying Measures) darauf ab, die Entwicklungen von industriellen Symbiosen mit dem Stahlsektor im Mittelpunkt zu analysieren, neue Möglichkeiten zu definieren und Synergien und Netzwerke mit anderen Sektoren zu schaffen.

Außerdem will Symbio-Steel die wichtigsten Interessengruppen für die Umsetzung dieser Maßnahmen gewinnen, die zu neuen Entscheidungsansätzen führen können. Symbio-Steel wird die wichtigsten Triebkräfte, die spezifischen Hindernisse und Auswirkungen auf Unternehmen, Umwelt und Gesellschaft ermitteln und dabei sowohl bestehende als auch neue Netzwerke berücksichtigen. Im Rahmen von Symbio-Steel werden Forschungsergebnisse validiert und Verbreitungsstrategien entwickelt, um neue Synergien zu schaffen, die

wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Faktoren berücksichtigen. Das Projekt Symbio-Steel wird diese Ergebnisse nutzen, um den Wissensaustausch und neue Synergien zu fördern und die Entwicklung von Ansätzen zur Sektorkopplung auf höhere TRL-Stufen zu beschleunigen. Die wirksame Verbreitung der Projektergebnisse wird die Umsetzung innovativer Lösungen und Strategien zur Verringerung des Ressourcen- und Energieverbrauchs sowie der damit verbundenen positiven Umweltauswirkungen unterstützen.

### Ziele von Symbio-Steel

Die Hauptziele von Symbio-Steel sind:

- Bewertung der Auswirkungen von Initiativen zur industriellen Symbiose auf den Stahlsektor anhand geeigneter ausgewählter oder definierter relevanter Leistungsindikatoren (Key Performance Indicators, kurz KPIs)
- Bewertung der industriellen Symbiose im Hinblick auf die Transformation der Stahlindustrie hin zu dekarbonisierten Prozessen
- Entwicklung von Leitlinien für die Verbesserung der industriellen Symbiose in der Stahlindustrie durch sektorübergreifende Kooperationsaktivitäten

Die K1-MET GmbH ist im Projekt Symbio-Steel für das Management der KPIs verantwortlich. Gemeinsam mit den weiteren Projektbeteiligten Scuola Superiore Sant'Anna (Italien), FEhS-Institut für Baustoffforschung (Deutschland), Rina Consulting – Centro Sviluppo Materiali (Italien) und Swerim AB (Schweden) werden nationale und EU-Förderprojekte definiert und KPI-Kategorien anhand öffentlich verfügbarer Literatur (Projektberichte, Publikationen) zusammengefasst, um das Potenzial unterschiedlichster technologischer Ansätze für industrielle Symbiosen zu screenen. Beispiel einer KPI-Kategorie ist der mengenmäßige Ersatz von Primärrohstoffen durch Sekundärmaterialien (Nebenproduktströme oder Fraktionen daraus) oder die CO<sub>2</sub>-Verwertung (CO<sub>2</sub> aus der Stahlindustrie als Rohstoff für andere Produkte oder Sektoren). Des Weiteren beteiligt sich die K1-MET an Disseminations- sowie Kommunikationsaktivitäten und unterstützt letztendlich die Erstellung einer Roadmap, um sektorübergreifende Synergien mit der Stahlindustrie im Zentrum noch weiter zu verstärken, auch im Hinblick auf neue Technologien und Prozesse, sowie deren Einfluss auf veränderte Zusammensetzungen und Eigenschaften von Nebenprodukten als Sekundärressourcen.

### PHOENIX – ein Projekt im Rahmen von Horizon Europe

Am 1. Oktober 2024 startete das Projekt „PHOENIX“ mit einer Laufzeit von drei Jahren. Die Abkürzung PHOENIX steht für „Photo-electro Integrated Next-Generation energy technologies“. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Clusters für „Climate, Energy and Mobility“ gefördert. Mit dem Europäischen Green Deal hat sich die Europäische Union verpflichtet, bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Bereits bis 2030 soll der Anteil an erneuerbaren Energien

signifikant von 25 auf 40 % gesteigert werden, um die Transformation zu einer nachhaltigen und resilienten Wirtschaft zu unterstützen. Gleichzeitig stellt die weltweit wachsende Ansammlung von PET-Kunststoffabfällen eine bedeutende Herausforderung dar, weshalb die EU verstärkt innovative Recyclinglösungen fördert. Derzeit werden in der EU nur etwa 20 % der PET-Kunststoffabfälle recycelt. Solarbetriebene katalytische Systeme bieten eine saubere und kostengünstige Möglichkeit, indem sie CO<sub>2</sub>-Emissionen in chemische Wertstoffe umwandeln und gleichzeitig PET-Abfälle zu hochwertigen Produkten recyceln könnten.



Abb. 12: Projektlogo PHOENIX. Quelle: PHOENIX-Konsortium

In PHOENIX werden zwei unterschiedliche Solarenergie-Technologien integriert, die eine effiziente katalytische Umwandlung von CO<sub>2</sub> in wertvolle Grundchemikalien mittels Sonnenenergie für die Industrie ermöglichen. Dies erfolgt über die schrittweise Umwandlung von CO<sub>2</sub> zu Propanol sowie die gleichzeitige Aufarbeitung von PET-Kunststoffabfällen zu Glykolsäure durch eine innovative Strategie.

### Ziele von PHOENIX

Die Hauptziele von PHOENIX sind:

- Entwicklung einer speziellen Solarzelle mit zwei Schichten (Perowskit und CIGS), die Sonnenenergie effizient in Strom mit hoher Spannung umwandelt, um damit direkt die CO<sub>2</sub>-Elektrolyse zu betreiben
- Integration der CO<sub>2</sub>-Elektrolyse zu Propanol mit der elektrochemischen Aufarbeitung von PET-Abfällen (die Integration dieser beiden Reaktionen erzeugt nicht nur höherwertige Wertstoffe aus CO<sub>2</sub> und PET, sondern macht den Gesamtprozess auch energieeffizienter)
- Entwicklung von hochskalierbaren Strategien zur Herstellung aller Komponenten
- Validierung des Konzepts und Untersuchung der Umweltauswirkungen durch Lebenszyklusanalyse sowie mittels Evaluierung der Wiederverwertbarkeit der eingesetzten Materialien

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

Das Projekt PHOENIX wird vom Interuniversity Microelectronics Centre (imec) als eines der größten Forschungszentren für Nano- und Mikroelektronik in Europa koordiniert. Insgesamt sind zehn Projektbeteiligte aus sieben verschiedenen europäischen Ländern (sieben angewandte Forschungszentren, zwei Universitäten, ein Industrieunternehmen) an dem Projekt beteiligt.

Die K1-MET GmbH leitet im Projekt PHOENIX die Entwicklung eines CO<sub>2</sub>-Elektrolyse-Prototypen in enger Kooperation mit der Universität Innsbruck und dem Helmholtz-Zentrum Berlin. Dabei werden hochskalierbare Elektroden hergestellt und in den Elektrolyse-Prototypen integriert, die die gemeinsame CO<sub>2</sub>-Umwandlung und Aufarbeitung von PET-Kunststoffen effizient ermöglichen. Einerseits soll der Einsatz von kritischen Rohstoffen in den Komponenten reduziert oder idealerweise vollständig vermieden werden. Andererseits zielt das Vorhaben darauf ab, die Energieeffizienz des gesamten CO<sub>2</sub>-Elektrolyseprozesses im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik deutlich zu verbessern. Schlussendlich soll die CO<sub>2</sub>-Elektrolyse mit der im Projekt PHOENIX entwickelten Perowskit-CIGS-Solarzelle betrieben werden und direkt Sonnenenergie, CO<sub>2</sub> und PET in chemische Wertstoffe umwandeln.

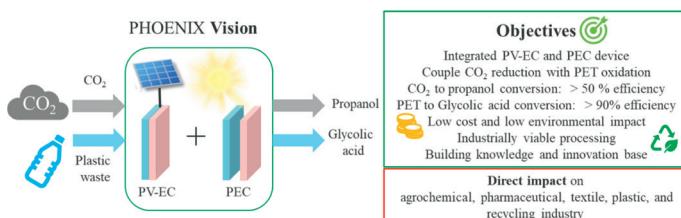


Abb. 13: Überblick über das PHOENIX-Konzept zur Integration zweier Solarenergie-Technologien, die CO<sub>2</sub> und PET direkt in chemische Wertstoffe umwandeln. Quelle: PHOENIX-Konsortium

### Safe H-DRI – ein Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Research Fund for Coal and Steel“

Am 1. Oktober 2024 startete das Projekt „Safe H-DRI“ mit einer Laufzeit von 3,5 Jahren. Die Abkürzung Safe H-DRI steht für Safe transport of DRI from H<sub>2</sub>-based direct reduction considering quality-related H-DRI reactivity, stability, the efficiency of passivation methods and health and recycling aspects“ (Deutsch: Sicherer Transport von DRI

aus der H<sub>2</sub>-basierten Direktreduktion unter Berücksichtigung der qualitätsbezogenen H-DRI-Reaktivität, der Stabilität, der Effizienz von Passivierungsverfahren und von Gesundheits- sowie Recyclingaspekten).



Abb. 14: Projektlogo Safe H-DRI. Quelle: Safe H-DRI-Konsortium

Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit und Qualität von Altmetall bleibt die Primärstahlproduktion unverzichtbar und erfordert eine konsequente Dekarbonisierung. Um den zukünftigen Stahlbedarf zu decken, ist ein verstärkter Einsatz von direkt reduziertem Eisen (DRI) erforderlich. Der Weg zu einer kohlenstoffarmen Stahlindustrie sieht die Herstellung von DRI mit Wasserstoff (H<sub>2</sub>) vor, auch als wasserstoffbasiertes DRI (H-DRI) bezeichnet. Die Nutzung von H-DRI bringt jedoch aufgrund seiner Reaktivität und seines Potenzials für exotherme Reaktionen erhebliche Sicherheitsbedenken bei der Handhabung und beim Transport mit sich.

DRI, welches aus Direktreduktionsprozessen unter der Verwendung von Erdgas mit oder ohne H<sub>2</sub> stammt, ist mit seinem hohen Metallisierungsgrad reaktiv. Bei ungünstigen Umgebungsbedingungen (Wassereinwirkung, feuchte Luft) können exotherme Reaktionen, wie zum Beispiel lokale Selbsterhitzung während des DRI-Transports oder in einer DRI-Halde, auftreten. DRI reagiert mit Wasser oder Feuchtigkeit zu Wasserstoff und Sauerstoff. In Verbindung mit selbsterhitzungsfähigem Material kann dies zu einer ernsthaften Explosionsgefahr führen. Des Weiteren fehlt es in Bezug auf H-DRI und

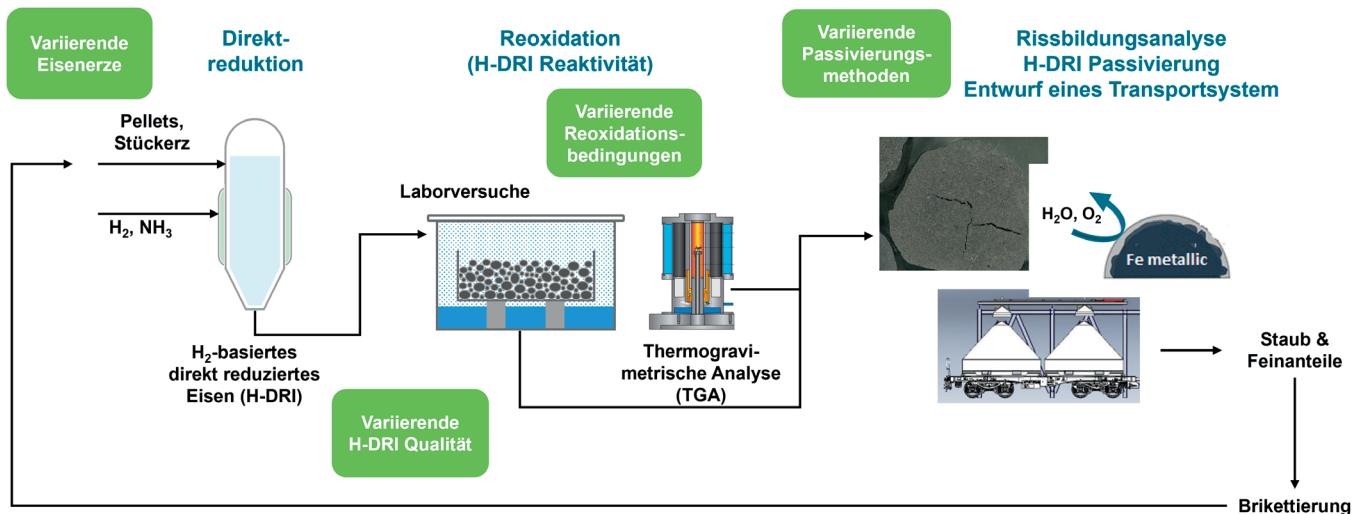


Abb. 15: Betrachtete H-DRI-Prozesskette im Projekt Safe H-DRI.  
Quelle: Safe H-DRI-Konsortium

die Verwendung von minderwertigen Erzen in der DR an Kenntnissen über die Stabilität von H-DRI (Riss- und Feinkornbildung), das Reoxidationsverhalten während des H-DRI-Transports sowie der damit verbundenen Handhabung (Be- und Entladen) und über das Recycling des entstehenden Feinkorns.

Safe H-DRI leistet einen wichtigen Beitrag zur Erreichung des EU-Ziels einer ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft, insbesondere angesichts des steigenden Transportvolumens von H-DRI in den kommenden Jahren. Die Abbildung 15 zeigt den für das Projekt relevanten Teil der H-DRI Prozesskette.

### Ziele von Safe H-DRI

Die Hauptziele von Safe H-DRI sind daher:

- Anpassung des Containerdesigns und der Lade-, Transport- und Lagerprozesse an die spezifischen Anforderungen von H-DRI
- Verstärkte Nutzung von minderwertigen Eisenerzen und den daraus gewonnenen Feinanteilen zur Herstellung von H-DRI mit 100 %  $H_2$  oder Mischungen aus  $H_2$  und  $NH_3$
- Untersuchungen zum Reoxidationsverhalten unter Transport-/Lagerbedingungen wie z. B. feuchter Luft, Salzwasser und Temperaturschwankungen
- Ermittlung der Riss- sowie Feinanteilsbildung während der Handhabung zur Bewertung des Wiederverwendungspotenzials und zur Festlegung von Vermeidungsstrategien
- Identifizierung kritischer Sicherheitsparameter durch Verknüpfung von Schwankungen in der H-DRI-Qualität (Metallisierung, Gangartgehalt, Partikelgröße) mit potenziellen Gefahren und Risiken
- Analyse und Prüfung von Passivierungsmethoden zur Reduzierung von Risiken wie Selbsterhitzung, Entzündung und lokalen Explosionen während des Transports und der Handhabung

- Bewertung der nachgelagerten Auswirkungen auf den Rückgang der Metallisierung, die Partikelgrößen und die Staubzusammensetzung
- Unterstützung der Standardisierung von Transportsystemen und Aktualisierung bestehender Transportrichtlinien auf Grundlage neuer Erkenntnisse zum Verhalten von H-DRI

Safe H-DRI wird von der K1-MET GmbH aus Österreich koordiniert. Insgesamt sind 18 Projektbeteiligte, darunter sechs Stahlhersteller, ein Anlagenbauer, drei Logistikdienstleister, sechs RTOs und zwei Universitäten, aus sieben verschiedenen europäischen Ländern (Österreich, Deutschland, Niederlande, Belgien, Frankreich, Spanien und Italien) beteiligt. Neben der Koordination ist K1-MET für das Projektmanagement zuständig und unterstützt beim DEC-Management (Dissemination, Exploitation and Communication). Dazu werden die Projektwebsite ([www.safe-h-dri.eu](http://www.safe-h-dri.eu)) sowie ein eigener LinkedIn-Kanal regelmäßig mit neuen Inhalten gefüllt.

### ZEROSTEEL – ein Projekt im Rahmen von Horizon Europe

Das Projekt „ZEROSTEEL“ startete im Oktober 2024. In diesem Horizon Europe-Projekt mit einer vierjährigen Laufzeit wird Know-how aus Materialwissenschaft, Ingenieurwesen und Geowissenschaften gebündelt, um mithilfe von Methoden aus Pyro- und Hydrometallurgie neue Technologien für eine  $CO_2$ -arme Stahlproduktion zu entwickeln, beziehungsweise vorhandene Methoden weiter zu optimieren.

Erklärtes Ziel von ZEROSTEEL ist es, die Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Stahlherstellung zu senken. Dazu werden vier Reduktionsverfahren untersucht,

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

bei welchen erneuerbare Energiequellen und Wasserstoff aus lokalen Netzen und Elektrolyseuren eingesetzt werden können. Zu den vier untersuchten Technologien zählen wasserstoffbasierte Direktreduktion im Wirbelschichtreaktor, Direktreduktion im Drehrohrofen, mikrowellenunterstützte Reduktion und die Wasserstoff-Plasma-Schmelzreduktion (HPSR). Ergänzend werden innovative Verfahren der Biomassevergasung sowie die Nutzung von Biomasse für Wärmebereitstellung, Reduktion und Schlackenschäumen in die Untersuchungen einbezogen.



Abb. 16: Projektlogo ZEROSTEEL. Quelle: ZEROSTEEL-Konsortium

Die K1-MET GmbH betreibt hierzu den weltweit größten HPSR-Reaktor und bringt durch die langjährige Betriebserfahrung entscheidendes Know-how in das Projekt ein. Das interdisziplinäre Team von K1-MET unterstützt zudem die Interpretation von Grundlagenexperimenten, die das Verständnis der zugrunde liegenden Reaktionsmechanismen vertiefen sollen.

Derzeit wird vom Danish Technological Institute (DTI) eine spezielle Laborreaktoranlage explizit für in situ Neutronenstreuexperimente entwickelt. Diese soll die zeitliche sowie die räumliche Mikrodynamik während des HPSR-Prozesses im Schmelzbad sichtbar machen und dadurch soll eine fundierte Beschreibung des Prozesses entstehen, die den Weg zu technischen Verbesserungen sowie auch Produktions-optimierungen weisen wird.

### Ziele von ZEROSTEEL

Die Hauptziele von ZEROSTEEL sind:

- Einsatz von sekundären Kohlenstoffquellen, darunter Abfälle und Reststoffe biologischen Ursprungs, um den Einsatz fossiler Kohlenstoffe zu verringern
- Kombination von Prozesstechnologien zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Optimierung von Material- und Energieflüssen, um damit eine Reduzierung aller umweltschädlichen Emissionen zu erreichen

- Schrittweise Umstellung auf CO<sub>2</sub>-armen Wasserstoff zur Erwärmung von Stahl beim Walzen, Umformen und bei Wärmebehandlungen – ergänzt durch die Kopplung mit elektrischer Beheizung und flexiblen Brennstoffkonzepten
- Nutzung unkonventioneller Erze, zum Beispiel durch (Photo-)Elektrolyse
- Substitution fossiler Rohstoffe als Aufkohlungs- und Schlackenschäummittel im Elektrolichtbogenofen (EAF) durch alternative Materialien zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Stahlproduktion

Mit dem Projekt ZEROSTEEL soll ein entscheidender Beitrag zur Transformation der europäischen Stahlindustrie geleistet werden. Gemeinsam mit den Projektbeteiligten arbeitet die K1-MET daran, praxistaugliche Lösungen für eine nachhaltige und klimafreundliche Produktion zu entwickeln.

### DiGreeS – ein Projekt im Rahmen von Horizon Europe

Am 1. November startete das Projekt „DiGreeS“ mit einer Laufzeit von 42 Monaten. Als Teil des Horizon Europe-Arbeitsprogramms Twin Green and Digital Transition, verfolgt das Projekt DiGreeS das Ziel, die Resilienz der europäischen Wirtschaft zu stärken und die CO<sub>2</sub>-neutralen Fertigungskapazitäten zu erhöhen.



Abb. 17: Projektlogo DiGreeS. Quelle: DiGreeS-Konsortium

Die europäische Stahlindustrie steht vor der dringenden Herausforderung, ihre Produktionsprozesse im Zuge der Dekarbonisierung grundlegend zu transformieren. Durch die Förderung von digitalen Technologien, welche eine

nachhaltige, sichere und effiziente Stahlherstellung ermöglichen, soll diese Transformation umgesetzt werden. Im Fokus stehen dabei die Integration von Echtzeitdaten, die Entwicklung intelligenter Sensorik sowie die Verbesserung der Interoperabilität entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Das Ziel ist es, durch datengetriebene Prozesssteuerung und die Einbindung menschlicher Expertise die CO<sub>2</sub>-Emissionen signifikant zu senken und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Stahlindustrie zu stärken.

Das Projekt DiGreeS greift diese Herausforderungen auf und bietet eine übergreifende Lösung, die Digitalisierung als verbindendes Element zwischen den verschiedenen Produktionsprozessen versteht. Durch die Entwicklung einer benutzerfreundlichen digitalen Plattform, welche moderne Sensorik, Soft-Sensoren und fortschrittliche Modellierungsansätze vereint, schafft DiGreeS die Grundlage für eine vernetzte, adaptive Prozessführung. Der innovative Ansatz zielt darauf ab, industrielle Daten nicht nur zu erfassen, sondern in Kombination mit dem Erfahrungswissen von Fachkräften intelligent zu nutzen. So entsteht eine Lösung, welche nicht nur die Effizienz steigert und den Ausschuss reduziert, sondern auch einen messbaren Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und zur Erreichung der europäischen Klimaziele leistet.

### Ziele von DiGreeS

Die Hauptziele von DiGreeS sind:

- Erfassung der chemischen Zusammensetzung von großformatigem Schrott mittels Laserinduzierter Plasmaspektroskopie (LIBS) sowie durch Bildanalyse direkt auf der LKW-Ladefläche, um eine präzisere Steuerung des Schrotteinsatzes zu ermöglichen und die Rohstoffnutzung zu optimieren
- Entwicklung eines dynamischen EAF-Modells mit neuen Sensoren, das die Prozessführung verbessert, Energie effizienter nutzt und die Bildung stabiler Schaumschlacke unterstützt
- Etablierung eines datenbasierten Modells in der Blechproduktion, das verborgene Spannungen erkennt und eine optimierte Prozesssteuerung ermöglicht, um den Verzug, den Ausschuss sowie die Nacharbeit zu reduzieren
- Aufbau eines zentralen Data Lake, welcher die unterschiedlichen Produktionsbereiche und Beteiligten verbindet, den durchgängigen Datenaustausch fördert und das Potenzial einer integrierten digitalen Wertschöpfungskette aufzeigt

Das DiGreeS-Konsortium vereint zehn führende Projektbeteiligte aus Industrie und Forschung, welche gemeinsam an der digitalen Transformation der Stahlproduktion arbeiten. Dazu gehören große europäische Stahlhersteller wie Tata Steel (Niederlande), Saarstahl (Deutschland) und voestalpine Steel and Service Center (Österreich), innovative Technologieunternehmen wie Spectral Industries (Niederlande) sowie renommierte Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer IZFP als Projektkoordination, BFI (beide Deutschland), Fraunhofer Austria, K1-MET (beide Österreich) und SZTAKI (Ungarn). Ergänzt wird das Konsortium durch ESTEP (Belgien), die europäische Techno-

logieplattform für Stahl. Die K1-MET übernimmt im Projekt DiGreeS die Leitung des ersten Arbeitspakets zum Thema Anforderungsanalyse. In diesem Schritt werden die technischen und funktionalen Anforderungen für die digitale Plattform und die Use Cases definiert. Darauf aufbauend folgen drei Arbeitspakete, in denen die elektrische und die mechanische Integration der Sensoren vorbereitet, geeignete Datenstrukturen entwickelt und angepasst sowie die digitalen Zwillinge konzipiert werden. Anschließend werden die drei Use Cases in separaten Arbeitspaketen umgesetzt. Den Abschluss bildet ein Arbeitspaket zur datenbasierten Prozessoptimierung und zur Vorhersage der Prozessqualität.

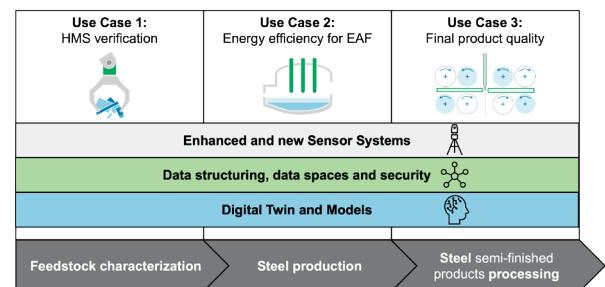


Abb. 18: DiGreeS reformiert die gesamte Stahlwertschöpfungskette durch die Verwendung von neuartigen Sensoren und fortschrittlichen digitalen Zwillingen. Quelle: DiGreeS-Konsortium

Die wissenschaftliche Rolle der K1-MET GmbH besteht in der Anwendung der etablierten Expertise in den Bereichen Datenanalyse und maschinelles Lernen in den Use Cases 1 und 2. Das Team unterstützt dabei sowohl die Entwicklung intelligenter Auswertemethoden als auch die Durchführung von Messkampagnen direkt vor Ort bei den beteiligten Stahlherstellern. So trägt die K1-MET entscheidend dazu bei, die erhobenen Daten in verwertbare Informationen zu überführen und die Grundlage für eine nachhaltige Verbesserung der Prozesse zu schaffen.

### H2Valley – ein Projekt im Rahmen von Horizon Europe Horizon-JTI-CleanH2-2024

Am 1. Jänner 2025 startete das Projekt „H2Valley“ mit einer Laufzeit von sechs Jahren. Die Abkürzung H2Valley steht für „Hydrogen Industrial Inland Valley“. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen von Horizon Europe Horizon-JTI-CleanH2-2024 gefördert.

Das H2 Valley forciert in 17 Projekten, darunter Hy4Smelt, den Aufbau einer groß angelegten Wasserstoffwirtschaft (H<sub>2</sub>) aus erneuerbaren Energie-Quellen in den österreichischen Industriegebieten Oberösterreich, Steiermark und Kärnten. Das H2 Valley-Projekt hat ein Budget von 588 Millionen Euro über sechs Jahre Laufzeit – davon kommen 20 Millionen Euro

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

aus EU-Mitteln. Rund 50 österreichische und internationale Projektbeteiligte haben sich dem HI2 Valley angeschlossen. Der Wasserstoff wird vielfältig eingesetzt werden, unter anderem zum Antrieb von Bussen und Transportern. Ein besonderer Schwerpunkt des HI2 Valley liegt auf der Dekarbonisierung von kohlenstoffintensiven Industrien wie Stahl, Chemie und Zement.



Abb. 19: Projektlogo HI2 Valley. Quelle: HI2 Valley-Konsortium

Das HI2 Valley will auch die Energiezukunft Europas unterstützen, indem es die Energieunabhängigkeit stärkt und die europäische Zusammenarbeit fördert. Es ist als wichtige Wasserstoffdrehzscheibe zwischen Süd- und Osteuropa positioniert und kann somit ein koordiniertes, zentraleuropäisches Wasserstoffnetzwerk für nachhaltige Energie etablieren. Das HI2 Valley wird auch über die unmittelbaren Nachbarn hinaus in Rumänien, Polen, Ungarn sowie der Tschechischen Republik und Lettland die breitere Einführung von grünem Wasserstoff unterstützen. Darüber hinaus wird das HI2 Valley viele Maßnahmen im Bereich Ausbildung und Kompetenzentwicklung in Österreich durchführen, darunter Sommerschulen, Kurse für Studierende sowie Webinare und spezialisierte Schulungen.

### Ziele von HI2 Valley

Die Hauptziele von HI2 Valley sind:

- Jährliche Produktion von über 10.000 Tonnen grünem Wasserstoff
- Steigerung der Effizienz von H<sub>2</sub>-Produktions- sowie Nutzungssystemen innerhalb des Integrierten Wasserstoff-Ökosystems von HI2
- Stimulierung der österreichischen Nachfrage nach grünem Wasserstoff in allen Schlüsselsektoren
- Verringerung der Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie, Energie und Mobilität Österreichs und Verbesserung der Luftqualität

- Aufbau einer gemeinsamen und verknüpften Infrastruktur, um Economies of Scale für die H<sub>2</sub>-Nutzung zu ermöglichen
- Förderung von langfristigen Beziehungen zwischen wichtigen Stakeholdern und Schaffung einer Basis für sichere Arbeitsplätze in den Regionen
- Erhöhung des öffentlichen Bewusstseins sowie der Fähigkeiten in Bezug auf H<sub>2</sub>-Technologien und deren Vorteile durch gezielte Informations-, Bildungs- und Engagementaktivitäten
- Entwicklung und Erprobung behördlicher Rahmenbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff im Rahmen von HI2

Die K1-MET GmbH nimmt am Projekt HI2Valley mit dem Projekt Hy4Smelt teil, um die industrielle Nutzung von Wasserstoff in der Eisenerzeugung zu erforschen. K1-MET hat sowohl Rollen in der Dissemination und Kommunikation als auch in der Definition und Demonstration der industriellen Nutzung von Wasserstoff. Die K1-MET GmbH unterstützt bei der Durchführung und Überwachung der täglichen Betriebsparameter mit dem Fokus auf Wasserstoff. Diese Daten werden anschließend analysiert und ausgewertet.

Das Projekt HI2 Valley wird von der Europäischen Union kofinanziert und von der Clean Hydrogen Partnership und ihren Mitgliedern unterstützt.



Abb. 20: Projektlandschaft des HI2 Valley.  
Quelle: HI2 Valley-Konsortium



Abb. 21: 3D-Rendering von Hy4Smelt.  
Quelle: Primetals Technologies Austria

### Hy4Smelt – ein Projekt im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel RFCs-2024-CSP-Big Tickets for Steel

Am 1. April 2025 startete das Projekt „Hy4Smelt“ mit einer Laufzeit von vierehalf Jahren. Die Abkürzung Hy4Smelt steht für „HYFOR® – hydrogen based fine ore reduction and Smelter“. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCs) gefördert.



Abb. 22: Projektlogo Hy4Smelt. Quelle: Hy4Smelt-Konsortium

Das Projekt Hy4Smelt demonstriert einen bahnbrechenden Prozess zur wasserstoffbasierten, CO<sub>2</sub>-neutralen Reduktion und zum elektrischen Schmelzen von nicht-agglomeriertem Eisenerz von niedriger/ mittlerer Qualität, der die von der EU gesetzten Ziele für emissionsfreie Stahlerzeugung, Nachhaltigkeit sowie Wettbewerbsfähigkeit erfüllt. Der Hy4Smelt-Demonstrator im industriellen Maßstab ist weltweit der erste seiner Art. Ultrafeine Eisenerze werden in einer innovativen Wirbelschicht-Direktreduktion mit 100 % grünem Wasser-

stoff (HYFOR®) direkt reduziert und anschließend in einem miterneuerbaren Energien betriebenen Elektroofen (Smelter) aufgeschmolzen. Das resultierende grüne Roheisen wird in einem bestehenden LD-Konverter zu Rohstahl weiterverarbeitet. Das Hy4Smelt-Verfahren bietet höchste Flexibilität bei der Nutzung verschiedener Eisenerzqualitäten, die derzeit nicht für die Direktreduktion verwendet werden. Es steht auch im Einklang mit dem Null-Abfall-Ziel der EU, da die Smelterschlacke als sekundärer, alternativer Rohstoff zur Hochofenschlacke für den Zementsektor qualifiziert werden wird. Hy4Smelt leitet einen massiven Wandel hin zu einem H<sub>2</sub>-basierten und kreislauforientierten Stahlsektor ein. Es macht die EU zu einem Vorreiter im Bereich der klimaneutralen Stahlerzeugung.

Hy4Smelt wird die Umstellung auf eine H<sub>2</sub>-basierte sowie nachhaltige Stahlproduktion im Sinne der Kreislaufwirtschaft ermöglichen und die CO<sub>2</sub>-Emissionen erheblich reduzieren. Hy4Smelt wird auch das Bewusstsein dafür schärfen, dass die Verarbeitung von Erzen mit geringem Eisengehalt für die grüne Roheisenproduktion ausgeweitet werden muss, um die EU auf dem Weg zu einer ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft voranzubringen.

# AKTIVITÄTEN

## INTERNATIONALE FÖRDERPROGRAMME

### Ziele von Hy4Smelt

Die Hauptziele von Hy4Smelt sind:

- Demonstration der Produktion von grünem Roheisen im kontinuierlichen Betrieb durch bahnbrechende HYFOR®- sowie Smelter-Technologie zur Förderung der Treibhausgasneutralität mit Einsatz von 100 % grünem Strom, H<sub>2</sub> und sekundärem Kohlenstoffträger
- Direkter Einsatz von ultrafeinem Eisenerz (Partikelgröße < 500 µm) zur Vermeidung von Agglomeration und zur weiteren Reduzierung der Emissionen um bis zu 200 kg CO<sub>2</sub> pro Tonne Roheisen
- Verarbeitung von hämatitischen, magnetitischen, sideritischen und limonitischen ultrafeinen Erzen sowie mittels Mahlung auch von Korngrößen <10 mm im HYFOR®-Prozess
- Kontinuierlicher Betrieb des neuartigen Smelters unter reduzierender Atmosphäre, was die Verarbeitung von Eisenerz mit hohem Anteil an schlackenbildenden Stoffen zu grünem Roheisen ermöglicht und somit höchste Flexibilität bei den Einsatzstoffen demonstriert
- Integration von Hy4Smelt in ein bestehendes Hüttenwerk
- Qualifizierung der Smelterschlacke als Sekundärrohstoff für die Zementindustrie, um die Kreislaufwirtschaft zu unterstützen und die Verfügbarkeit von Schlacke nach dem Ausstieg aus der Hochofentechnologie zu sichern

Das Projekt Hy4Smelt wird von Primetals Technologies Austria GmbH in Österreich koordiniert. Insgesamt sind neun Projektbeteiligte aus fünf verschiedenen europäischen Ländern beteiligt. Zu diesen zählen neben der Projektkoordination und K1-MET die voestalpine Stahl GmbH, die ESTEP Plateforme Technologique Européenne de l'Acier, Universita del Salento, die Loesche GmbH, Bauhaus Universität Weimar, Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento S'Anna und CEMEX Espana Gestión y Servicios.

Die K1-MET GmbH ist im Projekt Hy4Smelt für die Verwertung der Projektergebnisse (Impact and Exploitation) verantwortlich. Gemeinsam mit den Projektbeteiligten wird der Anlagenbetrieb wissenschaftlich und prozess-technisch begleitet, unter anderem in den Themenbereichen Kohlenstoffträger, Verhalten des Eisenerzes während der Reduktion, Eigenschaften des direkt reduzierten Eisens sowie auch Produktqualität. Im Zuge der Kommunikationsaktivitäten (Dissemination & Communication) werden von K1-MET die Website betreut und die Ergebnisse durch wissenschaftliche Publikationen und Konferenzen veröffentlicht.

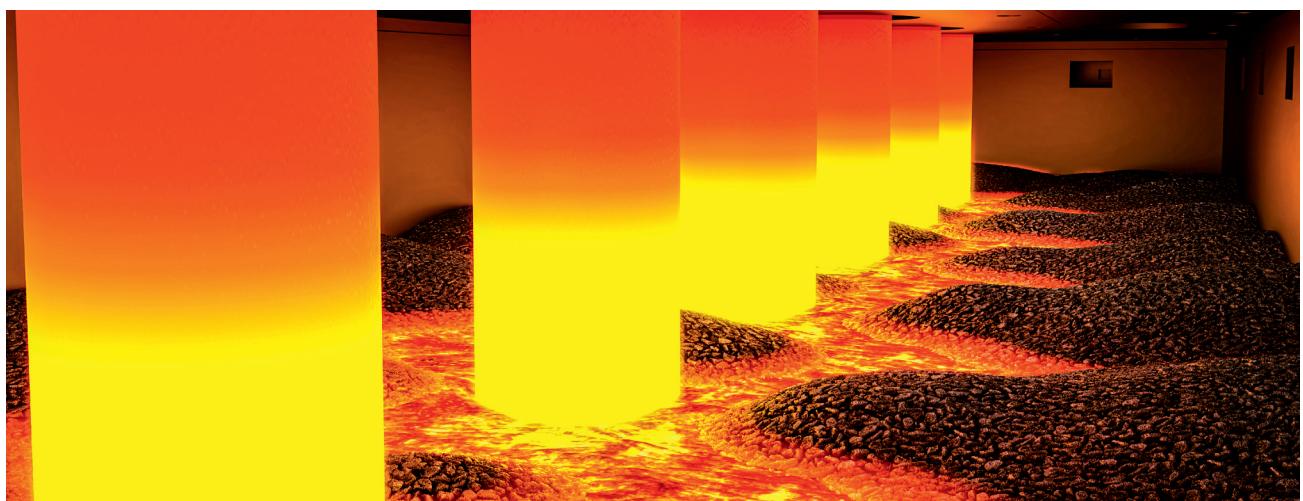


Abb. 23: Schematische Darstellung einer Schmelzanlage mit Innenansicht.  
Quelle: Primetals Technologies Austria

## SUPER – ein Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms „Research Fund for Coal and Steel“

Das Projekt „SUPER – Sustainable fUture steel Production and pEople Recruiting and skilling“ mit einer Laufzeit von zwei Jahren startete am 1. Juni 2025. Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCs) gefördert.



### Sustainable fUture steel Production and pEople Recruiting and skilling

Abb. 24: Projektlogo SUPER. Quelle: SUPER-Konsortium

Die Dekarbonisierung ist ein zentrales und bedeutendes Ziel für die europäische Stahlindustrie. Diese erfordert signifikante Veränderungen der bestehenden Prozesse, die Implementierung neuer Anlagen, die Nutzung alternativer Energiequellen und Medien sowie die Einbindung digitaler Technologien. Neben den technischen Herausforderungen besteht ein erheblicher Bedarf an neuem Know-how, Kompetenzen und Paradigmen für das Anlagen- sowie Produktionsmanagement. Diese Situation wird zusätzlich durch eine beträchtliche Anzahl von Pensionierungen, die einen Verlust wertvoller Erfahrung bewirkt und zu einer Veränderung der personellen Struktur führt, erschwert. Die Dekarbonisierung (technologischer Wandel) und der demografische Wandel (Veränderung der Arbeitnehmer:innen-Struktur) finden unter schwierigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen statt. Dadurch wird die Stahlindustrie vor herausfordernde Aufgaben gestellt.

Die Dekarbonisierung und die damit verbundenen Änderungen stellen eine Herausforderung dar, eröffnen jedoch auch Möglichkeiten. Das Projekt SUPER verfolgt einen innovativen Ansatz, der beide Problemstellungen adressiert (siehe Abbildung 25). Mit dieser kombinierten Herangehensweise soll die interdisziplinäre Kommunikation verbessert sowie neue Perspektiven und Möglichkeiten zur Identifizierung von Synergien geschaffen werden. Des Weiteren soll das Image der Branche als sauber und innovativ verbessert werden, was zu einer gesteigerten Attraktivität für Arbeitskräfte und Gesellschaft führt.

### Ziele von SUPER

Die Hauptziele von SUPER sind:

- **Unterstützung und Förderung bei der Umsetzung der Maßnahmen zur Dekarbonisierung:** Das Projekt verfolgt das Ziel, die Kommunikation und den Informationsaustausch in Bezug auf notwendige Technologien und unterschiedliche Szenarien hinsichtlich Dekarbonisierung zu stärken, was durch die Durchführung von Workshops sowie Umfragen und Expert:innen-Interviews mit stahlproduzierenden Unternehmen erreicht werden soll.

- **Unterstützung im demografischen Wandel:** SUPER zielt darauf ab, die Entwicklung von Kompetenzen zu fördern, neue Mitarbeiter:innen zu gewinnen und die Stahlindustrie als umweltfreundlichen, digitalisierten und zeitgemäßen Arbeitgeber zu etablieren.
- **Handlungsempfehlungen für zukünftige Aktivitäten:** SUPER erarbeitet Handlungsempfehlungen für zukünftige Aktivitäten und politische Initiativen, um die Chancen der Dekarbonisierung und des Wandels in der Arbeitswelt durch interdisziplinäre Kooperation bestmöglich zu nutzen.

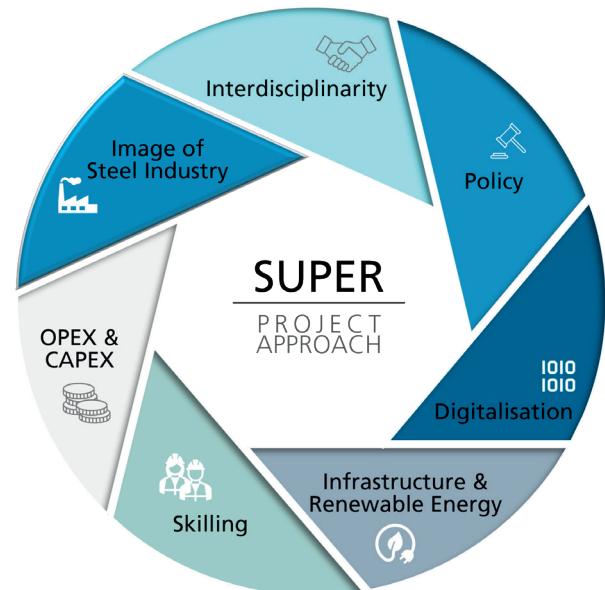


Abb. 25: SUPER-Projektansatz und Schwerpunkte.  
Quelle: SUPER-Konsortium

Das Konsortium besteht aus sieben Projektbeteiligten aus sechs verschiedenen europäischen Ländern. Dazu gehören die VDEh Betriebsforschungsinstitut GmbH, Rina Consulting – Centro Sviluppo Materiali S.p.A., die Technische Universität Dortmund, die EIT Raw Materials GmbH, Scuola Superiore di Studi Universitari di Perfezionamento S Anna, Siec Badawcza Lukasiewicz – Gornoslaski Instytut Technologiczny, K1-MET GmbH sowie die assoziierte Beteiligung (ESTEP – European Steel Technology Platform). Die Koordination des Projekts erfolgt durch das VDEh Betriebsforschungsinstitut.

Die K1-MET GmbH bringt ihre Expertise im Bereich der Sektorkopplung sowie ihre Erfahrung mit der Erstellung technischer Roadmaps in SUPER ein. Zu den Hauptaufgaben von K1-MET gehören die systematische Erhebung und Analyse aktueller F&E-Initiativen, um einen umfassenden Überblick über aktuelle und zukünftige Technologien im Bereich Dekarbonisierung zu geben, sowie die Förderung von Aktivitäten, welche die Sektorkopplung in der Stahlindustrie voranbringen.

# HIGHLIGHTS

## FORSCHUNG 2024/25

### FFG Expedition Zukunft Wissenschaft – Projekt Lightbow

**Simulation und experimentelle Grundlagen für die  
modellbasierte Regelung in metallurgischen Lichtbogen-  
Plasma-Prozessen**

Im Projekt Lightbow (FFG Expedition Zukunft Wissenschaft) wird mit numerischen und experimentellen Methoden eine modellbasierte Regelung für den Lichtbogen im HPSR-Prozess entwickelt. Damit soll eine optimale Betriebsstrategie zur energie- und ressourceneffizienten Reduktion von Eisenerz zu flüssigem Rohstahl gefunden werden. Durch ein verbessertes Prozessverständnis wird die weitere Skalierung ermöglicht.

#### Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

In einem aktuellen Forschungsprojekt (SuSteel follow-up, gefördert vom Klima- und Energiefonds im Rahmen der Vorzeigeregion Energie WIVA P&G) werden die Grundlagen für die potenzielle industrielle Skalierung der Wasserstoffplasma-Schmelzreduktion (hydrogen plasma smelting reduction, HPSR) erforscht. HPSR ist ein vielversprechender Kandidat für die Erzeugung flüssigen Rohstahls direkt aus Eisenträgern wie aufbereitetem Eisenerz. Durch diese Breakthrough-Technologie wird der bis dato nur zweistufig geführte Prozess der Stahlerzeugung aus primären Rohstoffquellen einstufig umgesetzt. Dafür wird ein Gemisch aus Argon, Wasserstoff und Erzpartikeln durch eine hohle Elektrode in ein Reaktionsgefäß eingebracht. Der dabei ionisierte Wasserstoff dient somit als plasmaförmiges Reduktionsmittel. Zeitgleich findet die Umwandlung von elektrischer Leistung in Wärme durch den Gleichstrom-Lichtbogen (Plasmasäule) statt, welche für das Schmelzen des Materials aufgewendet wird. Die Plasmasäule wird zwischen Elektrode und Schmelzbad gezündet und während des Betriebs aufrechterhalten. Der Prozess kommt dabei unmittelbar ohne den Einsatz von fossilen Rohstoffen aus, vorausgesetzt der Wasserstoff

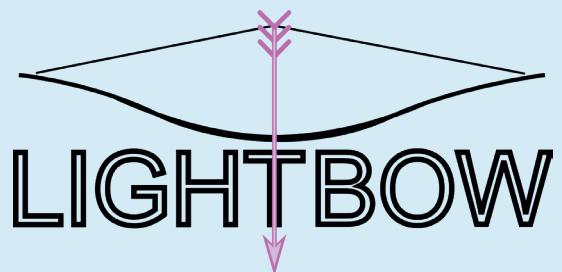


Abb.26: Projektlogo LIGHTBOW. Quelle: LIGHTBOW-Konsortium

wird aus erneuerbaren Quellen erzeugt. Eine Herausforderung besteht in der präzisen und robusten Steuerung der Lichtbogenleistung, während kontinuierlich Wasserstoff und Erzpartikel zugeführt werden. Durch das Einbringen der Erzpartikel verändern sich die physikalischen Eigenschaften des ionisierten Gases im Vergleich zum Reingas-Lichtbogen. Um diesen Einfluss besser zu verstehen, werden gezielte Experimente in Verbindung mit numerischen Simulationen durchgeführt. Das letztendliche Ziel ist es, aus diesen Simulationen ein Modell abzuleiten, welches direkt in die Regelungsstrategie des Prozesses integriert werden kann und somit zu einer stabilen Prozessführung beiträgt. Dieses Modell soll dann zukünftig nahtlos in ein bestehendes HPSR-System eingebunden werden.

# Non-COMET

## HIGHLIGHT

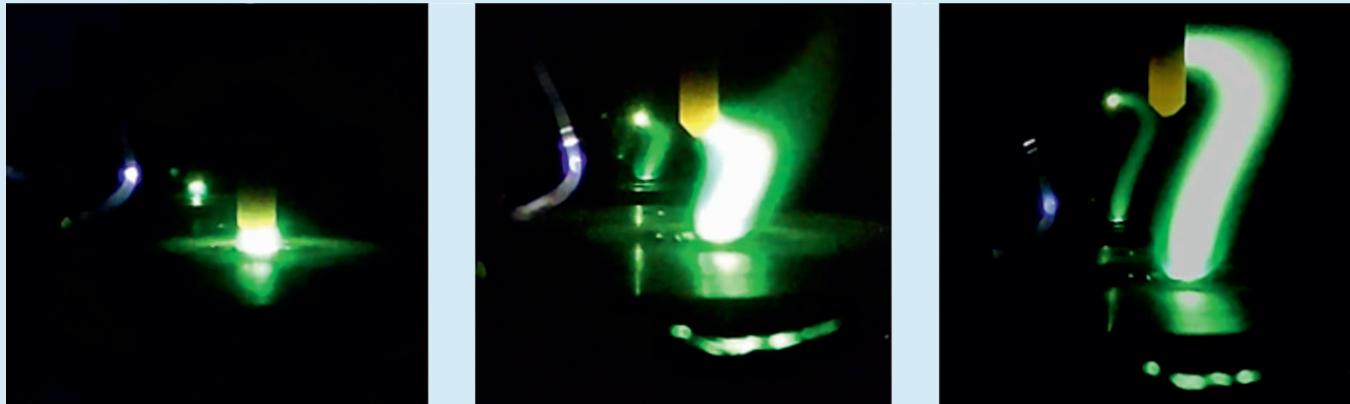


Abb. 27: Fotos aus Videoaufnahmen des Lichtbogens am Versuchsstand an der JKU Linz. Das linke Bild zeigt den Zustand kurz nach der Zündung, in der Mitte im Normalbetrieb, und rechts bei instabilem Verhalten des Lichtbogens. Quelle: LIGHTBOW-Konsortium

### Wirkungen und Effekte

Im Projekt werden die Ergebnisse aus numerischen Plasmasimulationen und präzisen Messungen an Lichtbögen verwendet, um eine mathematische Beschreibung des Prozesses abzuleiten. Die Schwierigkeiten liegen in der hohen Dynamik und dem stochastischen Verhalten der Plasmasäule. Numerische Simulationen basieren auf der Lösung der magneto-hydrodynamischen Gleichungen, wobei die elektromagnetischen Feldgleichungen mit den fluiddynamischen Transportgleichungen verknüpft werden. Aufgrund der hohen Anzahl an Freiheitsgraden nehmen diese Berechnungen naturgemäß viel Zeit und Rechenleistung in Anspruch. Mit gezielten Vereinfachungen, wie die Annahme einer idealisierten Geometrie, können Modelle reduzierter Ordnung erstellt werden. Diese können dann in die Regelung der Lichtbogenleistung integriert werden.

Die zu den Simulationen komplementäre Herangehensweise besteht in Experimenten an realen Lichtbögen mit verbesserter Messtechnik. In Laborversuchen und an der derzeit größten HPSR-Pilotanlage am Gelände der voestalpine Donawitz werden Methoden zur Beobachtung der relevanten Prozessgrößen erprobt. Bisher konnte die praktische Messung der elektrischen Lichtbogen-Eigenschaften an der HPSR-Pilotanlage durch zusätzliche Instrumentierung so weit verbessert werden, dass sowohl eine statistische Auswertung als auch eine Analyse im Frequenzbereich (Fourier-Transformation) möglich sind. In Kombi-

nation mit den Videoaufnahmen der Lichtbogenmessungen werden Bewertungen der Betriebspunkte nach Kriterien der Stabilität, Energieeffizienz und Wasserstoffausnutzung angestrebt. An der JKU Linz (Institute für Mikroelektronik und Mikrosensorik, Institut für Regelungstechnik und Prozessautomatisierung) wird eine Leistungseinheit mit einer hochfrequenten Regelung zur physikalischen Modellbildung aufgebaut. Diese wird vorerst an einem Laboraufbau getestet und optimiert. In der Abbildung 27 sind verschiedene charakterisierte Lichtbogenzustände aus besagter Laboranlage zur Veranschaulichung abgebildet.

Im weiteren Verlauf soll die dort entwickelte Methodik der modellbasierten Regelung am Laborreaktor an der Montanuniversität Leoben sowie an der Pilotanlage zum Einsatz kommen. Die Umsetzung erfolgt in Kooperation mit dem beteiligten Unternehmen Pirhofer Automation. Somit soll die Betriebsstrategie im Realbetrieb optimiert werden, was für die weitere Skalierung des HPSR-Prozesses essentiell ist. Die gewünschten Szenarien dafür werden durch die Industrieunternehmen voestalpine Stahl Linz und Donawitz definiert.

# HIGHLIGHTS

## FORSCHUNG 2024/25

### **Wissenstransfer vom Labor zur Industrieanlage – unterstützt durch künstliche Intelligenz**

#### **Nachhaltige Verbesserung des Beschichtungsprozesses von Stranggussformen mit dem Projekt AI4Lab2Plant**

Im Jänner 2025 startete das im Rahmen des FFG-Programms „AI-Region Upper Austria“ finanzierte Projekt AI4Lab2Plant mit einer Laufzeit von drei Jahren. Das Forschungsvorhaben der FH OÖ Forschungsgruppe HEAL, K1-MET GmbH und voestalpine Stahl GmbH zielt darauf ab, die Praxistauglichkeit von Machine Learning-Algorithmen und -Modellen zu verbessern. Mit der Entwicklung neuartiger Algorithmen und unter der Einbindung von Domänenwissen, sollen Vorhersagemodelle erzeugt werden, die sowohl unter Laborbedingungen als auch zum Beispiel im Kontext einer großtechnischen Produktionsanlage funktionieren. Dies soll zur Effizienzsteigerung, Qualitätsverbesserung sowie Ressourcenschonung im industriellen Umfeld beitragen.

#### **Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt**

Beim Einsatz von Machine-Learning-Modellen in industriellen oder komplexen Anwendungsbereichen spielen mehrere zentrale Aspekte eine entscheidende Rolle. Besonders wichtig dabei ist die Vertrauenswürdigkeit und Interpretierbarkeit der Modelle. Systeme, welche von Domänenexpert:innen nachvollzogen und erklärt werden können, genießen deutlich mehr Vertrauen als sogenannte Black-Box-Modelle, deren Entscheidungsprozesse undurchsichtig bleiben. Ein weiterer wesentlicher Faktor ist die Wissensintegrationsfähigkeit. Gerade bei schwieriger oder begrenzter Datenlage sind Modelle im Vorteil, die in der Lage sind, bestehendes Domänenwissen zu integrieren und damit die Qualität und Aussagekraft ihrer Ergebnisse zu verbessern. Schließlich stellt die Übertragbarkeit von Modellen eine große Herausforderung dar. Der erfolgreiche Transfer von einem trainierten Modell

aus der Entwicklungsumgebung in die reale (industrielle) Einsatzumgebung erfordert sorgfältige Anpassungen und Validierungen, um die Leistungsfähigkeit und die Zuverlässigkeit unter veränderten Bedingungen sicherstellen zu können.

Aktuelle Machine Learning Methoden können bislang nur einzelne Aspekte adressieren, jedoch nicht alle zusammenhängend betrachten. Der daraus entstehende Forschungsbedarf zeigt sich besonders deutlich im Anwendungsfall der voestalpine Stahl GmbH: Neben begleitenden Funktionstests auf synthetischen Daten liegt der Fokus des Projekts AI4Lab2Plant im Rahmen einer Machbarkeitsstudie auf dem Beschichtungsprozess von großtechnischen Bauteilen in der Stahlindustrie. Das Ziel ist, anhand von aufgezeichneten Daten spezifische Beschichtungseigenschaften zu modellieren, um diese zukünftig in Echtzeit vorhersagen und gegebenenfalls optimieren zu können. Ein zentraler Aspekt von diesem Vorhaben ist die Einbindung von Domänenwissen in den Modellierungsprozess durch den Einsatz symbolischer Regression, um eine hohe Interpretierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Eine besondere Herausforderung stellt die Tatsache dar, dass manche Eigenschaften ausschließlich unter Laborbedingungen erfasst werden können und ihr Verhalten in großtechnischen Anlagen unbekannt bleibt. Daher sollen diese Modelle mit Transfer-Learning-Methoden kombiniert werden. Damit soll die Übertragbarkeit der

# Non-COMET HIGHLIGHT

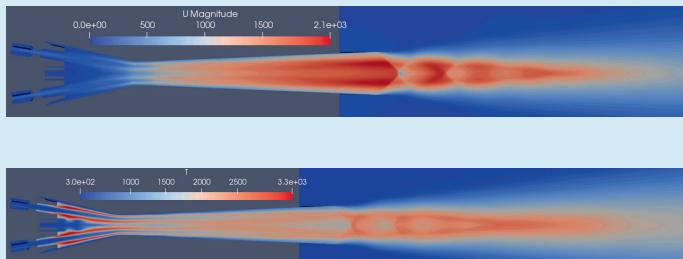


Abb. 28: Oben: Geschwindigkeitsverteilung innerhalb der Düse. Unten: Temperaturverteilung innerhalb der Düse. Quelle: AI4Lab2Plant-Konsortium

auf Labordaten basierenden und durch Domänenwissen erweiterten Vorhersagemodelle auf industrielle Maßstäbe ermöglicht werden. Die Hauptaufgabe der K1-MET GmbH innerhalb dieses Projekts ist es, ein stabiles und möglichst realgetreues CFD (Computational Fluid Dynamics)-Modell der Verbrennerdüse zu entwickeln, um den Wärmeeintrag in das zu beschichtende Objekt berechnen zu können. Die durch die CFD-Simulation gewonnenen Daten dienen zum Training des Machine-Learning-Algorithmus. Besonders herausfordernd ist, dass es sich beim Beschichtungsverfahren um ein Hochgeschwindigkeitsverfahren handelt. Zudem muss eine Verbrennung mit einem Brennstoff und reinem Sauerstoff berücksichtigt werden. Diese Kombination verursacht ein numerisch sehr aufwendiges Berechnungsmodell.

In der Abbildung 28 sind erste plausible Ergebnisse von CFD-Simulationen dargestellt. Die am Ende der Düse abgebildeten Muster werden in der Physik als Mach'sche Knoten bezeichnet, die aufgrund der Überschallströmung durch abwechselnde Überexpansion und Kompression entstehen. Diese Muster sind auch in der Realität mit bloßem Auge gut erkennbar.

## Wirkungen und Effekte

Eine erfolgreiche Umsetzung dieses Vorhabens würde den Beschichtungsprozess verbessern, die Qualität der Beschichtungen steigern, den Wartungsaufwand für Anlagen wie Strangguss- oder Verzinkungsanlagen reduzieren, die Planbarkeit erhöhen und letztlich ressourcenschonend wirken. Zudem verringert der verbesserte Beschichtungsprozess die Ausfallswahrscheinlichkeit von industriellen Komponenten und führt zu einer allgemeinen Effizienzsteigerung. Das CFD-Modell kann ebenso für eine detailliertere Visualisierung und Analyse von Änderungen verschiedener Betriebsparameter herangezogen werden, ohne dass kostenintensive oder gar zerstörende Versuche erforderlich

sind. Dadurch lassen sich Strömungsphänomene, Druckverteilungen und Temperaturfelder unter verschiedenen Randbedingungen gezielt untersuchen. Da die CFD-Simulation mit einem Open-Source-Programm aufgesetzt wird, besteht zudem eine hohe Flexibilität bei der Anpassung sowie der Erweiterung dieses Modells. Man ist somit unabhängig von kommerziellen Anbietern, Lizenzbeschränkungen und deren proprietären Modellansätzen, was eine transparente und reproduzierbare Forschung sowie auch eine effiziente Weiterentwicklung der Simulation ermöglicht.

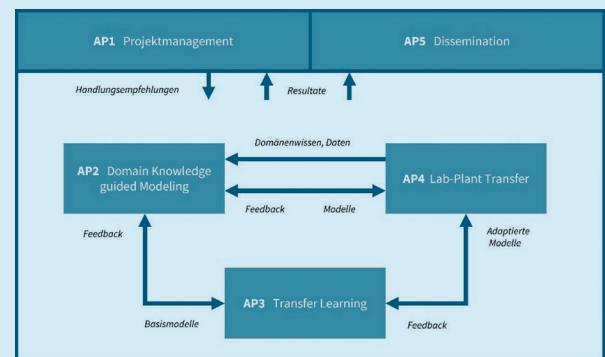


Abb. 29: Darstellung des AI4Lab2Plant-Forschungsdesigns auf Basis der Definition von Arbeitspaketen und ihrer Interaktion. Quelle: AI4Lab2Plant-Konsortium

Die geplante Kombination aus interpretierbaren, wissensintegrierenden sowie auch übertragbaren Machine-Learning-Methoden und -Modellen ist neuartig. Darüber hinaus bietet es das Potenzial, ähnliche Probleme in anderen industriellen Bereichen zu lösen, in denen Daten knapp, aber Domänenwissen ausreichend vorhanden ist. Die im Projekt entwickelten Methoden sollen als Open Source Software veröffentlicht werden, um einen niederschwülligen Zugang für zukünftige Anwender:innen und andere naturwissenschaftlich-technisch motivierte Anwendungsfälle zu gewährleisten. Auf diese Weise ermöglicht der Einsatz künstlicher Intelligenz, Laborergebnisse in die industrielle Praxis zu übertragen, Prozesse zu optimieren und neue Potenziale für Effizienz und Innovation zu realisieren.

# HIGHLIGHTS

## FORSCHUNG 2024/25

### NatMatSave30!

#### **Verwendung von Hochofenschlacke als mineralischer Recycling-Füllstoff zur Erreichung der material-footprint – Ziele ab 2030!**

Das Projekt NatMatSave30! knüpft direkt an die Erfolge des Vorgängerprojekts MissingLink an und verfolgt die Vision, Hochofenschlacke (HOS) sowie schwer verwertbare Abfälle in nachhaltige industrielle Kreisläufe einzubinden. Durch neue technologische Ansätze sollen einerseits Primärrohstoffe wie Calciumcarbonat, Talk und Bariumsulfat durch regional verfügbare Sekundärrohstoffe ersetzt werden, andererseits bisher ungelöste Abfallprobleme adressiert werden. Gleichzeitig will das Projekt einen messbaren Beitrag zur Dekarbonisierung der Stahl- und Kunststoffindustrie leisten. Damit positioniert sich NatMatSave30! an der Schnittstelle von Ressourceneffizienz, Klimaschutz und industrieller Wettbewerbsfähigkeit.

#### **Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt**

Die Stahlindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel: Die EU fordert bis 2040 eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 90 %, dennoch bleibt der Hochofen in den nächsten Jahrzehnten ein unverzichtbarer Bestandteil der Produktion. Parallel steigt der Bedarf an mineralischen Füllstoffen in Kunststoffen, Papier sowie Farben und Lacken, die bisher überwiegend aus natürlichen Lagerstätten gewonnen und häufig importiert werden. Gleichzeitig verschärft sich die Problematik von nicht verwertbaren Abfällen wie glas- und carbonfaserverstärkten Kunststoffen (GFK/CFK), die aktuell meist zwischengelagert werden müssen.

NatMatSave30! begegnet diesen Herausforderungen mit mehreren wissenschaftlich-technischen Ansätzen, die im Folgenden näher beschrieben werden:

■ **Nassvermahlung von HOS:** Durch die Umwandlung von CaO zu Ca(OH)<sub>2</sub> wird CO<sub>2</sub> aus der Luft gebunden und in CaCO<sub>3</sub> überführt (siehe Abbildung 30). Damit entsteht der erste mineralische Füllstoff, der aktiv CO<sub>2</sub> speichern kann. Die Untersuchung der Reaktionskinetik, der Partikelgrößenverteilung sowie der optimalen Prozessparameter ist ein zentrales Forschungsthema. Zusätzlich dazu werden die Einflussfaktoren auf Oberflächenreaktionen und die langfristige CO<sub>2</sub>-Stabilität analysiert, um die Dauerhaftigkeit der Bindung wissenschaftlich zu belegen.

■ **Ersatz natürlicher Rohstoffe:** Ziel ist es, mindestens 50% Talk und 100% Bariumsulfat in Kunststoffen durch HOS zu ersetzen, wodurch erhebliche Kosten- und Versorgungsvorteile entstehen. Ergänzend dazu werden Covermahlungen und Kombinationen von unterschiedlichen Korngrößen zur Optimierung der Packungsdichte untersucht. Weiterführende Studien prüfen die rheologischen Eigenschaften, Dispersionseffekte und Wechselwirkungen zwischen HOS und Polymermatrix, um die mechanische Performance der Compounds auf industrielles Niveau zu heben.

# Non-COMET

## HIGHLIGHT

- Neue Märkte:** Mit HOS-Slurries sollen die Papier- sowie Farben- und Lackindustrie erschlossen werden. Neben optischen und rheologischen Eigenschaften werden Umweltaspekte wie die Recyclingfähigkeit, der Wasserverbrauch und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Slurries evaluiert, um nachhaltige Geschäftsmodelle zu ermöglichen.
- Alternative Ersatzreduktionsmittel:** Kunststoffabfälle werden zu Pellets oder Regranulaten verarbeitet, welche im Hochofen und im geplanten Elektrolichtbogenofen der voestalpine eingesetzt werden können. Auch das GFK-/CFK-Mahlgut wird anteilig genutzt, wodurch erstmals eine stoffliche Verwertung möglich wird. Dabei stehen Prozessstabilität, Energieeffizienz und Kompatibilität mit metallurgischen Prozessen im Fokus der Forschung.

Außerdem untersucht das Projekt die Integration zukünftiger Smelterschichten aus neuen metallurgischen Prozessen, um die Erkenntnisse frühzeitig auf kommende industrielle Rahmenbedingungen zu übertragen. Parallel dazu werden Lebenszyklusanalysen (LCA) und technökonomische Bewertungen durchgeführt, um sowohl ökologische als auch ökonomische Effizienzpotenziale umfassend zu quantifizieren. Auf diese Weise trägt das Projekt NatMatSave30! signifikant dazu bei, die wissenschaftliche Fundierung einer kreislauforientierten Industrieproduktion zu stärken.

### Wirkungen und Effekte

Die ökologischen und ökonomischen Potenziale sind erheblich. Bis zu 100.000 t CO<sub>2</sub> jährlich können durch die Carbonatisierung von HOS gebunden werden. Weitere 50.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr lassen sich durch Ressourcenschonung und kürzere Lieferketten einsparen. Die Substitution importierter Rohstoffe führt zu deutlichen Kostenvorteilen, da HOS regional verfügbar ist. Die stoffliche Nutzung von GFK-/CFK-Abfällen löst ein wachsendes Entsorgungsproblem und trägt zur Kreislaufwirtschaft bei.

Darüber hinaus werden wissenschaftliche und industrielle Netzwerke gestärkt. Dadurch entstehen neue Kooperationen in der europäischen Forschungslandschaft. Das Projektkonsortium – bestehend aus der Walter Kunststoffe GmbH, der voestalpine Stahl GmbH, der DIKATECH GmbH, der M2 Consulting GmbH und der K1-MET GmbH – deckt die gesamte Wertschöpfungskette ab und bildet die Basis für eine Modellregion Kreislaufwirtschaft. Zudem sind Patente, Publikationen und

eine gezielte Dissemination auf europäischer Ebene vorgesehen, um Österreichs Innovationskraft sichtbar zu machen. Mit interdisziplinärer Verknüpfung von Verfahrenstechnik, Werkstoffwissenschaft, Recyclingtechnologie und industrie-politischer Strategieentwicklung leistet das Non-COMET-Projekt NatMatSave30! einen entscheidenden Beitrag zur Etablierung einer wissensbasierten Kreislaufwirtschaft, die nicht nur ökologische und ökonomische Synergien schafft, sondern auch als Referenzmodell für nachhaltige Produktionsysteme in Europa dienen kann.

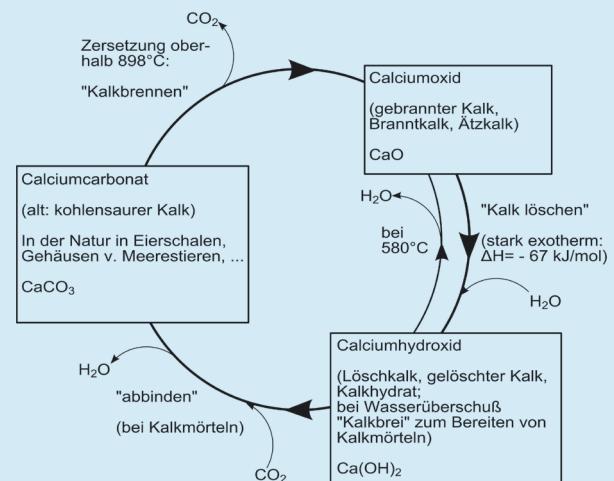


Abb. 30: Kalkkreislauf. Quelle: Wikipedia

Langfristig ermöglicht NatMatSave30! die Übertragbarkeit der entwickelten Verfahren auf weitere Industriesektoren, etwa in Bauwesen, Papier- oder Chemieproduktion. Durch die Verbindung von Ressourceneffizienz, CO<sub>2</sub>-Bindung und Abfallverwertung entsteht ein skalierbares und integratives Konzept, das zur Erreichung der material-footprint-Ziele 2030 beiträgt und den Wandel zu einer klimaneutralen, zirkulären Industrie beschleunigt.

# HIGHLIGHTS

## FORSCHUNG 2024/25

### CreeS

#### **Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Verwandlung von Edelstahlschlacken in einen klimafreundlichen Rohstoff für die Zementproduktion**

Das Projekt CreeS verfolgt das Ziel, ein innovatives Technologiekonzept für die nachhaltige Nutzung von Edelstahlschlacken (EDS) zu entwickeln. Diese entstehen in beträchtlichen Mengen als Nebenprodukt der Edelstahlproduktion und werden bisher überwiegend deponiert, wodurch wertvolle Rohstoffe ungenutzt bleiben und zusätzliche Umweltbelastungen entstehen. Im Rahmen des Projekts soll Chrom aus der EDS vollständig entfernt und die so gewonnene Cr-freie Schlacke als hochwertiger Sekundärrohstoff in der Zementproduktion eingesetzt werden. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Ressourcenschonung, zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Etablierung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft geleistet.

#### **Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt**

Die Nutzung von EDS in der Zementindustrie scheiterte bisher am hohen Chromgehalt, der nicht nur die Materialeigenschaften beeinflusst, sondern auch regulatorische Grenzwerte überschreitet. Hinzu kommen schwankende chemische Zusammensetzungen und auch komplexe mineralogische Strukturen, welche eine standardisierte Aufbereitung erschweren.

CreeS setzt daher auf einen umfassenden, wissenschaftlich fundierten Ansatz, der mehrere innovative Schritte kombiniert:

##### **1. Chemisch-mineralogische Charakterisierung**

Grundlegende Analysen bilden die Basis, um die Zusammensetzung der Schlacke präzise zu verstehen und gezielte Behandlungsverfahren entwickeln zu können.

##### **2. Thermochemische Behandlung**

Durch kontrollierte Oxidationsprozesse wird Chrom in wasserlösliche Phasen überführt. Dieser Prozess erfolgt unter einem möglichst geringen Energieeinsatz, um Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit sicherzustellen.

##### **3. Mechanische Aufbereitung**

Mittels Magnetabscheidung sowie Dichtetrennung werden die Metallfraktionen abgetrennt und für eine Wiederverwertung aufbereitet.

##### **4. Laugung und Rückgewinnung**

Chrom wird selektiv ausgelaugt und durch innovative Verfahren, wie die Verwendung von Fe(0)-Granulat im Fließbettreaktor, rückgewonnen. Gleichzeitig werden Matrixeffekte untersucht, um eine optimale Reinigungsleistung zu gewährleisten.

##### **5. Verwertung**

Die Cr-freie Schlacke wird hinsichtlich ihrer Eignung als Sekundärrohstoff und Sekundärzumahlstoff für die Zementproduktion getestet. Zusätzlich werden für alle Reststoffe Recyclingpfade entwickelt, um ein geschlossenes Stoffstromkonzept zu realisieren.

Innovativ ist insbesondere die gezielte Destabilisierung von Chrom, welche in dieser Form bisher noch nicht wissenschaftlich umgesetzt wurde. Durch diesen Ansatz wird eine vollständige Aufwertung des Stoffstroms ermöglicht, wodurch ein technologischer Durchbruch im Bereich der Schlackenverwertung erreicht wird. In



# Non-COMET HIGHLIGHT

Abbildung 31 ist die Vorgehensweise im Projekt zusammengefasst. Die neu entwickelte Methodik eröffnet völlig neue Perspektiven für die Nutzung von metallhaltigen Schlackenströmen aus der Edelstahlproduktion. Durch die Kombination thermochemischer, mechanischer und nasschemischer Behandlungsschritte gelingt es erstmals, Schwermetalle kontrolliert zu mobilisieren, gezielt zurückzugewinnen und die verbleibende Matrix für hochwertige Anwendungen nutzbar zu machen. Die Kombination aus gezielter Sauerstoffbeaufschlagung, modellbasierter Prozesssteuerung und selektiver Laugung stellt dabei einen bisher einzigartigen Ansatz dar, um komplexe Schlacken mineralogisch so zu verändern, dass sie als Rohstoffquelle anstelle eines Abfallprodukts betrachtet werden können.

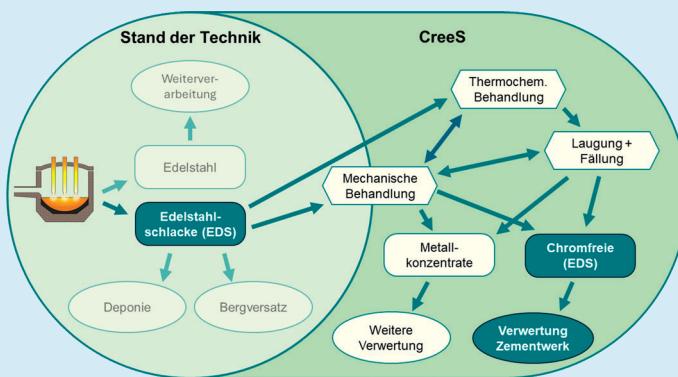


Abb. 31: Vereinfachte Darstellung des Stands der Technik bei der Entstehung, Verwertung und Beseitigung von EDS sowie der Erweiterung des Stands der Technik durch das Projekt CreeS. Quelle: CreeS-Konsortium

Die Erkenntnisse aus CreeS haben darüber hinaus eine hohe Transferfähigkeit: Das entwickelte Verfahren kann prinzipiell auch auf andere Schlackentypen, wie etwa auf LD- oder Elektrolichtbogenschlacken, angewendet werden und bietet somit eine Grundlage für eine breitere industrielle Nutzung. Insbesondere durch die gezielte Destabilisierung von Chrom werden neue Wege zur stofflichen Rückgewinnung von strategisch relevanten Metallen eröffnet, was die Abhängigkeit von Primärrohstoffimporten reduziert. Außerdem wird der Weg für eine skalierbare industrielle Umsetzung geebnet, die sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bietet. Durch diesen integrativen Ansatz leistet das Projekt CreeS einen wesentlichen Beitrag für die Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft, die Stärkung der Ressourceneffizienz und die technologische Positionierung Österreichs als Innovationsstandort im Bereich nachhaltiger Materialverwertung.

## Wirkungen und Effekte

Das Projekt CreeS liefert bedeutende Impulse in ökologischer, wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Hinsicht:

### Ökologische Wirkung

Die Verwertung von EDS reduziert das Deponievolumen erheblich, schont natürliche Ressourcen und verringert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in der Zementindustrie deutlich. Damit unterstützt CreeS die Umsetzung zentraler Nachhaltigkeitsziele und des EU Green Deal.

### Wirtschaftliche Wirkung

Für die Breitenfeld Edelstahl AG bietet CreeS eine effiziente Lösung zur Entsorgung von EDS und ermöglicht auf diese Weise die Schließung interner Stoffkreisläufe. Die Holcim (Österreich) GmbH erhält einen neuen, klimafreundlichen Rohstoff für die Herstellung CO<sub>2</sub>-effizienter Zemente. Die ferroDECONT GmbH kann ihr innovatives Abwasserreinigungsverfahren an anspruchsvolle Ströme anpassen und so ihr Geschäftsmodell erweitern.

### Wissenschaftliche Wirkung

Die Montanuniversität Leoben sowie die K1-MET GmbH erweitern ihre Expertise im Bereich Recycling- und Prozess-technologien, stärken ihre internationale Sichtbarkeit und fördern die Ausbildung hochqualifizierter Fachkräfte. Den Wissenstransfer sichern Publikationen, Konferenzbeiträge und Abschlussarbeiten. Dies schafft die Grundlagen, ohne die künftige Folgeprojekte nicht realisiert werden könnten.

CreeS zeigt eindrucksvoll, wie industrielle Nebenprodukte in wertvolle Ressourcen transformiert werden können – ein Modellprojekt für Kreislaufwirtschaft, Klimaschutz sowie auch die nachhaltige Sicherung industrieller Wertschöpfung. Außerdem steht CreeS exemplarisch für die erfolgreiche Verbindung von wissenschaftlicher Forschung, industrieller Anwendung und strategischer Nachhaltigkeitspolitik. Durch die enge Kooperation zwischen beteiligten Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen wird ein funktionierendes Innovationsökosystem geschaffen, welches über das Projekt hinaus wirkt. Die im Rahmen von CreeS gewonnenen Erkenntnisse liefern bedeutende Impulse für die weiteren Entwicklungen im Bereich der metallurgischen Reststoffnutzung und bilden auch die Basis für zukünftige Pilot- und Demonstrationsprojekte.

# HIGHLIGHTS

## FORSCHUNG 2024/25

### Nachhaltige Metallproduktion mit Lichtbogen-Plasmen

**COMET-Modul PlasmArc4Green erarbeitet  
Modellierungs- und Messmethoden zur Optimierung  
von zukunftsträchtigen Metallproduktionsprozessen**

Am 1. Juli 2024 begann das COMET-Modul „PlasmArc4Green“, das im Rahmen des COMET-Programms durch öffentliche Mittel gefördert wird. Die Laufzeit beträgt vier Jahre. Der Langtitel des Moduls lautet: „Simulation, Modelling and Monitoring of Arc- and Plasma-based processes for Green Metal Production“. Die öffentliche Förderung erfolgt durch die Bundesministerien BMIMI und BMWET sowie durch die Bundesländer Oberösterreich, Steiermark und Tirol.

Ziel des Moduls ist die Entwicklung numerischer Modellierungs- und experimenteller Überwachungswerzeuge für plasmabasierte Metallproduktionsprozesse. Diese sollen dazu beitragen, Prozesse effizienter, nachhaltiger und langfristig CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten.

Das Konsortium wird von K1-MET koordiniert und umfasst insgesamt 13 beteiligte Industrieunternehmen und Forschungsinstitutionen aus Deutschland, Finnland, Australien und Österreich. Zu den Unternehmen zählen die Montanwerke Brixlegg AG, Primetals Technologies Austria GmbH, RHI Magnesita GmbH, voestalpine Stahl GmbH und voestalpine Stahl Donawitz GmbH. Wissenschaftlich wird PlasmArc4Green von CSIRO (Australien), der Johannes-Kepler-Universität Linz (Abteilung für Particulate Flow Modelling), dem Max-Planck-Institut für nachhaltige Materialien (Deutschland), der Montanuniversität Leoben (Lehrstuhl für Simulation und Modellierung metallurgischer Prozesse sowie Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie), dem Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie (Greifswald, Deutschland), der TU Bergakademie Freiberg (Deutschland) sowie der Universität Oulu (Finnland) unterstützt.



Abb. 32: Projektlogo PlasmArc4Green. Quelle: K1-MET

### Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Die Metallindustrie gilt seit langem als einer der Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen, wobei Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) der Hauptschadstoff ist. Da die weltweite Nachfrage nach Metallen weiter steigt, müssen dringend innovative Lösungen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung von Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit gefunden werden. Um dieses Problem zu bewältigen, ist die Entwicklung nachhaltiger, CO<sub>2</sub>-neutraler Metallproduktionsprozesse unerlässlich.

Lichtbogenplasma-basierte Prozesse haben ein großes Potenzial, brennstoffbasierte Prozesse zu ersetzen, und werden zur vorherrschenden Technologie für die Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Metallproduktion. Viele der zugrunde liegenden Phänomene dieser Prozesse sind nach wie vor nicht vollständig verstanden, und der Bedarf an präzisen Modellen und Messmethoden, die tiefere Einblicke ermöglichen, wächst stetig. Ziel dieses COMET-Moduls ist die Entwicklung fortschrittlicher Simulations-, Modellierungs- und Messtechniken, die eine präzise Vorhersage der Leistungsparameter von



# COMET

## HIGHLIGHT

lichtbogenplasmagestützten Metallproduktionsprozessen ermöglichen. Diese Tools werden verwendet, um Prozessparameter zu optimieren und Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

### Wirkungen und Effekte

Im Rahmen des innovativen COMET-Moduls PlasmArc4Green werden sechs komplementäre Teilprojekte durchgeführt, die gemeinsam auf die Entwicklung eines tiefgreifenden Verständnisses sowie technologischer Lösungen für lichtbogenplasmagestützte Metallproduktionsprozesse abzielen. Den Ausgangspunkt bildet die Erforschung der Plasmaeigenschaften und -dynamik unter extremen Bedingungen. Hier werden grundlegende physikalische Parameter modelliert, die für die Beschreibung des Lichtbogens in industriellen Anwendungen essenziell sind. Aufbauend darauf analysiert ein weiteres Teilprojekt die Wechselwirkungen zwischen Plasma und Festkörper, insbesondere mit Graphitelektroden und Feuerfestmaterialien. Diese Erkenntnisse sind entscheidend für die Modellierung von Energieeinträgen und Materialveränderungen. Ein drittes Teilprojekt widmet sich der Interaktion zwischen Plasma und Flüssigphase, mit Fokus auf Stofftransport, chemische Reaktionen und den Einfluss der Verdampfung der Schmelze

auf die Effizienz von Reduktionsprozessen. Parallel werden in einem weiteren Projekt innovative Messtechnik und Datenanalyse-Methoden zur Echtzeit-Erfassung von relevanten Prozessparametern entwickelt. Diese ermöglichen dann eine Validierung der theoretischen Modelle unter industriellen Bedingungen.

Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Anwendung der Modelle auf reale Prozesse, wobei Optimierungspotenziale identifiziert und die Integration der Erkenntnisse in industrielle Steuerungssysteme vorbereitet wird. Ergänzend dazu wird eine Datenplattform aufgebaut, die eine strukturierte Verwaltung sowie Wiederverwendbarkeit der Forschungsergebnisse nach FAIR-Prinzipien sicherstellt.

Durch die enge Verzahnung dieser Teilprojekte entsteht ein ganzheitlicher Forschungsansatz, der sowohl die physikalischen Grundlagen als auch die technologische Umsetzung sowie die Datenintegration berücksichtigt und damit einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Transformation der metallurgischen Industrie leistet.

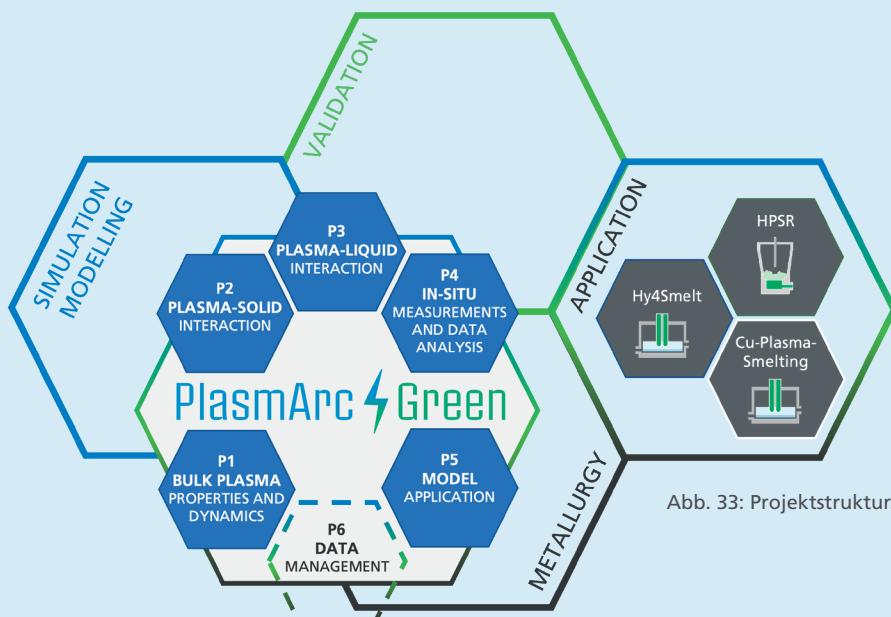
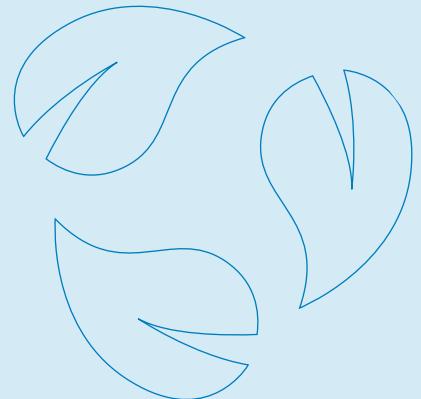


Abb. 33: Projektstruktur. Quelle: K1-MET

# HIGHLIGHTS

## FORSCHUNG 2024/25



### Hybride Modellentwicklung in der Sekundärmetallurgie: Chancen und Potenziale

(Arbeitspaket 2 im Projekt 1.5 „Inclusion Removal and Steel Cleanliness“)

Der Schwerpunkt von Arbeitspaket 2 im Rahmen des Projekts 1.5 des K1-MET COMET-Programms liegt in der Entwicklung eines hybriden Softwarepaketes „i-clean“ zur Simulation von sekundärmetallurgischen Prozessbehandlungen. Ziel ist die Erstellung eines digitalen Zwillings, mit dem die relevanten Prozessschritte und ihre Auswirkungen untersucht werden, um die definierten Produkteigenschaften, wie die chemische Zusammensetzung des Stahls, am Ende der Behandlung sicherzustellen. Mit der systematischen Analyse variierender Ausgangsbedingungen wird ein Beitrag zur Optimierung der Prozesseffizienz sowie zur Gewährleistung einer konstant hohen Produktqualität in der Stahlproduktion angestrebt.

### Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Die Dekarbonisierung bringt für die Stahlindustrie erhebliche technologische Herausforderungen mit sich. Besonders betroffen ist die Sekundärmetallurgie, da sie als letzter Prozessschritt vor dem Stranggießen maßgeblich die Stahlqualität bestimmt. In diesem finalen Prozessabschnitt werden die finale Legierungszusammensetzung, die optimale Gießtemperatur sowie die Reinheit des Stahls festgelegt. Trotz hoher Qualitätsanforderungen ist der Prozess starken Schwankungen im Ausgangsmaterial ausgesetzt. Dazu zählen unter anderem unterschiedliche Abstichtemperaturen sowie varierende Zusammensetzungen von Stahl und Mitlaufschlacke, aber auch neu eingesetzte Legierungsmittel. Mit der Einführung von Prozessrouten auf der Basis

des Elektrolichtbogenofens ist in der Zukunft mit noch ausgeprägteren Schwankungen zu rechnen. Um die umfassende Komplexität in der Sekundärmetallurgie besser beherrschen sowie neue Eingangsmaterialien verlässlich bewerten zu können, wurde die Software „i-clean“ entwickelt. Diese bildet die drei wesentlichen Prozessabschnitte ab: Konverterabstich, Behandlung am Pfannenofen und Ruhrstahl-Heraeus Entgasung. Neben der möglichst genauen Vorhersage der chemischen Zusammensetzung von Stahl und Schlacke liegt ein besonderer Fokus auf der präzisen Temperaturprognose. Einerseits bestimmt sie die Richtung, in die sich das thermodynamische Gleichgewicht im Verlauf der Behandlung entwickelt, andererseits bildet sie eine wesentliche Grundlage für die Stabilität der Gießprozesse im nachfolgenden Produktionsschritt.

Eine schematische Darstellung des Analysemoduls der entwickelten „i-clean“-Software ist in der Abbildung 34 ersichtlich. Die methodische Basis von „i-clean“ ist ein neuartiger hybrider Ansatz, der mechanistische Modelle mit datengetriebenen statistischen Verfahren kombiniert. Der physikalisch geprägte Teil des Modells beruht auf thermodynamischen und kinetischen Berechnungen. Je nach Prozessschritt werden dabei zwei verschiedene Ansätze eingesetzt. Die Effective Equilibrium Reaction Zone (EERZ)-Methode nutzt dabei die ChemApp<sup>TM</sup>-Python-Schnittstelle in Verbindung mit den FactSage<sup>TM</sup>-

# AREA 1

## HIGHLIGHT

Datenbanken. Alternativ kommen Tank-in-Series-Modelle in Kombination mit dem Ersten Fickschen Gesetz zum Einsatz. Beide Ansätze ermöglichen eine detaillierte Abbildung von sämtlichen chemischen Reaktionen sowie auch vom Stoffaustausch im jeweiligen System. Ergänzend werden umfangreiche Produktionsdaten der beteiligten Industrieunternehmen genutzt, um Modellparameter zu kalibrieren, Randbedingungen zu validieren und eine hohe Übertragbarkeit sicherzustellen. Darüber hinaus berücksichtigt die Software die große Bandbreite von möglichen Prozessvariationen im Verlauf einer sekundärmetallurgischen Behandlung. Dazu gehören variierende Dauer und Abfolge der Prozessschritte, die Einstellung unterschiedlicher Minimalunterdrücke in der Entgasungsanlage sowie verschiedene Heiz- und Spülraten am Pfannenofen. Damit wird eine realitätsnahe und umfassende Abbildung industrieller Prozessbedingungen sichergestellt.

## Wirkungen und Effekte

Die entwickelte Software „i-clean“ stellt einen wichtigen Meilenstein auf dem Weg zum Digitalen Zwilling in der Sekundärmetallurgie dar und eröffnet neue Perspektiven für die Prozessführung in der Stahlproduktion. Als offline-basiertes Simulations- und Analysewerkzeug ermöglicht „i-clean“ die Durchführung von Szenarioanalysen unter variierenden Ausgangsbedingungen. Dabei können Analysewerte, Temperaturverläufe und Prozessauswirkungen präzise vorhergesagt und ausgewertet werden. Durch die realitätsnahe Abbildung von industriellen Prozessschritten lassen sich Legierungs- sowie Energiebedarf gezielt optimieren, wodurch der Ressourceneinsatz effizienter, die Produktionskosten reduziert und die CO<sub>2</sub>-Emissionen signifikant gesenkt werden. Somit leistet diese Software einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen und klimafreundlichen Stahlproduktion im Einklang mit den europäischen Dekarbonisierungszielen.

Aufbauend auf den aktuellen Ergebnissen wird zukünftig ein ganz besonderer Schwerpunkt auf der Bewertung von neuen Ausgangsrohstoffen aus der Elektrolichtbogenofenroute liegen. Zudem richtet sich das Forschungsinteresse auf die Untersuchung von Prozessparametern wie Heiz- und Argonspülsequenzen sowie des Einspülens von CaSi-Draht und deren Einflüsse auf die Entstehung, Modifikation und Abscheidung nichtmetallischer Einschlüsse. Mit dem Simulationswerkzeug lassen sich unterschiedliche Prozessrouten schnell sowie reproduzierbar und unter realistischen Bedingungen simulieren. Auf dieser Grundlage können Zielgehalte unter der Berücksichtigung von

thermodynamischen, kinetischen und logistischen Rahmenbedingungen verlässlich abgeschätzt werden. Das führt zu höherer Prozessstabilität, einer fundierten Entscheidungsbasis und auch zu einer kontinuierlichen Optimierung von metallurgischen Abläufen.

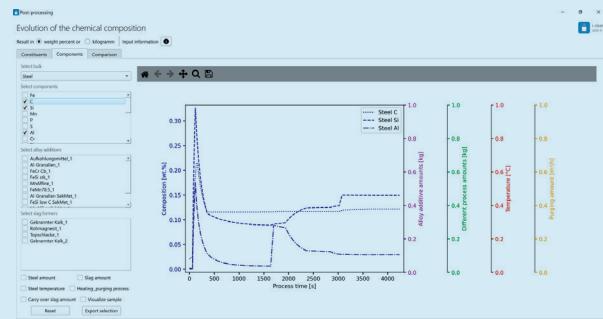


Abb. 34: Analysemodul der entwickelten „i-clean“-Software ermöglicht detaillierte Betrachtung der Simulationsergebnisse. Quelle: K1-MET

Die internationale Anerkennung dieser Forschungsarbeit spiegelt sich in mehreren Auszeichnungen wider, darunter der CALPHAD LI Best Poster Award sowie auch der AISTech 2025 Ladle & Secondary Refining Best Paper Award. Drei Publikationen unterstreichen ergänzend dazu in führenden Fachjournals die wissenschaftliche Exzellenz und Innovationskraft des Projekts.

Das laufende Projekt stärkt die Verbindung zwischen der Forschung und der Industrie, indem es als Plattform für den Wissensaustausch und die gemeinsame Innovationsarbeit dient. Die entwickelte „i-clean“-Software bildet damit den Grundstein für eine langfristige Partnerschaft zwischen der Montanuniversität Leoben, Primetals Technologies Austria GmbH, voestalpine Stahl GmbH, voestalpine Stahl Donawitz GmbH, RHI Magnesita GmbH und K1-MET GmbH. Damit wird ein nachhaltiger Beitrag zur digitalen Transformation und zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Stahlindustrie geleistet.

# HIGHLIGHTS

FORSCHUNG 2024/25

## Mit digitalen Zwillingen zur klimaneutralen Stahlproduktion

(Projekt 2.7 „Flowsheet modelling for CO<sub>2</sub> reduction“)



Die Stahlindustrie steht vor der großen Herausforderung, ihre Prozesse klimafreundlicher zu gestalten. Der klassische Hochofenprozess, welcher auf Kohle basiert, soll schrittweise durch CO<sub>2</sub>-ärmere Technologien ersetzt werden, welche Strom und Wasserstoff nutzen. Dazu gehören die wasserstoffbasierte Direktreduktion (DR) und Elektrolichtbogenöfen (EAF). Diese Umstellung führt zu erheblichen Auswirkungen auf bestehende Energienetzwerke und einem deutlich höheren Energiebedarf. Das Projekt 2.7 setzt hier an und analysiert mithilfe flowsheet-basierter Prozesssimulation verschiedene Dekarbonisierungspfade eines integrierten Hüttenwerks.

### Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Um die Dekarbonisierung der Stahlproduktion umfassend zu untersuchen, wurde mithilfe der Simulationsplattform gPROMS ein Modell des integrierten Hüttenwerks Linz erstellt. Dieser digitale Zwilling basiert auf realen Messdaten und bildet alle Energie- und Gasströme des Hüttenwerks detailliert ab. Als integrierte, gleichungsbasierte Simulationsumgebung ermöglicht gPROMS die Abbildung komplexer Prozessketten. Dank seiner modularen Struktur können auch einzelne Modelle hinzugefügt oder entfernt werden. Dadurch lassen sich auch großskalige Industrieanlagen flexibel nachbilden. Abbildung 35 zeigt die verschiedenen Energieströme der Hütte Linz. Die Simulationssoftware gPROMS wird bereits erfolgreich von Primetals Technologies Austria GmbH, voestalpine AG, K1-MET GmbH und der TU Wien eingesetzt, um metallurgische Produktionsprozesse zu verbessern

und klimafreundlichere Stahlherstellungsverfahren zu bewerten. Dazu wurde eine eigene Modellbibliothek namens m.simtop entwickelt, die validierte Modelle für die Eisen- und Stahlproduktion bereitstellt, darunter stationäre, hochauflösende digitale Zwillinge metallurgischer Aggregate. Diese ermöglichen die Integration vollständiger Massen-, Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen in ein einziges Fließbildmodell.

Basierend auf diesen und weiteren neu entwickelten Modellen wurde der digitale Zwilling der Hütte Linz an verschiedene mögliche Zukunftsszenarien angepasst, wobei die Veränderungen in den Gas- und Energienetzwerken bewertet wurden. Zu den modellierten Dekarbonisierungspfaden zählen Erdgas- und wasserstoffbasierte Direktreduktion, Elektrolichtbogenöfen, elektrische Schmelzöfen sowie Technologien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung, -Nutzung und -Speicherung (CCUS). Jedes Szenario wurde dabei eingehend simuliert, um die Auswirkungen auf den Energiebedarf (Strom, Erdgas und Wasserstoff), das Dampfnetzwerk und die Betriebskosten (OPEX) zu quantifizieren.

### Wirkungen und Effekte

Die Simulationen zeigen einen signifikanten Anstieg des Energiebedarfs bei der Umstellung auf CO<sub>2</sub>-arme Stahlproduktion, insbesondere für Wasserstoff sowie Strom. Dies unterstreicht die Bedeutung einer breiten

# AREA2

## HIGHLIGHT

### Base Case 2019

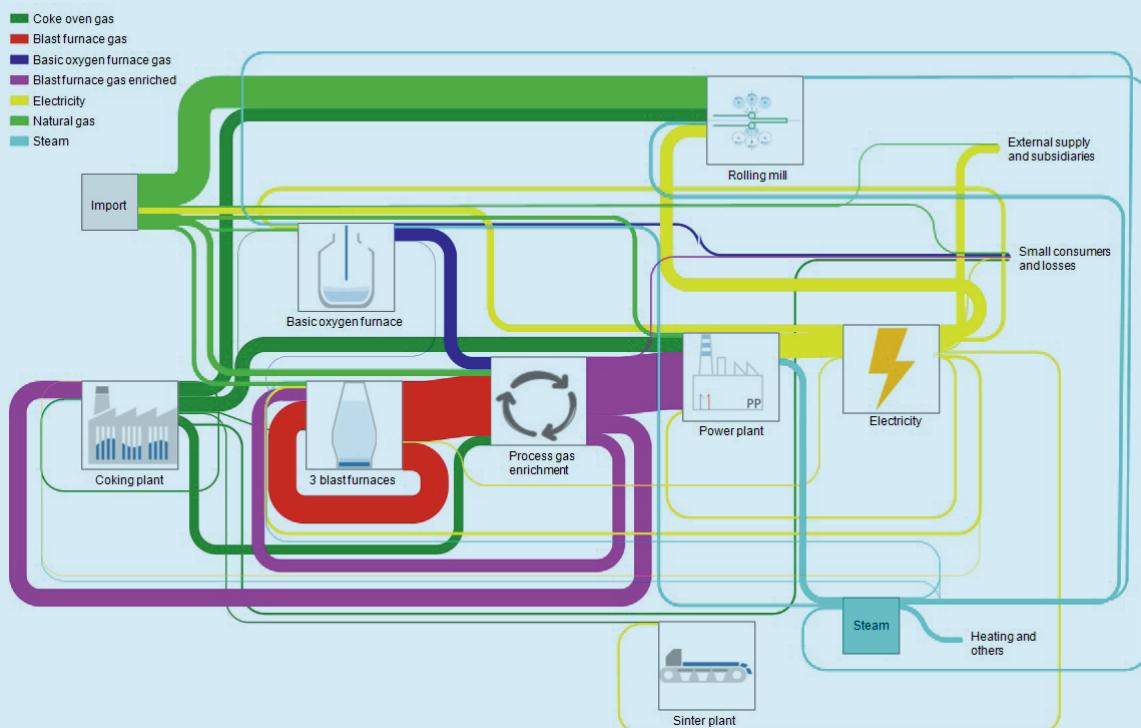


Abb. 35: Überblick über die Demonstrationsanlage zur Wasserstoffplasma-Schmelzreduktion. Quelle: voestalpine Stahl Donawitz, K1-MET

Verfügbarkeit von grünem Strom und Wasserstoff zu einem wettbewerbsfähigen Preis. Da sich die Betriebskosten von fossilen Brennstoffen hin zu Strom und Wasserstoff verschieben, wird die wirtschaftliche Machbarkeit der Dekarbonisierung der Stahlindustrie entscheidend von Energiepreisen und der CO<sub>2</sub>-Politik beeinflusst.

Weiters spielen Technologien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Nutzung eine wichtige Rolle, um unvermeidbare Emissionen zu verringern. Ein Teil dieser Emissionen entsteht zwangsläufig durch den Eintrag von Kohlenstoff in den Stahl, da Kohlenstoff als Legierungselement für die Stahleigenschaften notwendig bleibt. Unter den analysierten Optionen erweist sich die Kombination aus aminbasierter CO<sub>2</sub>-Abscheidung und katalytischer Methanisierung als besonders vielversprechend, da sie nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen entfernt, sondern

zugleich auch die Abhängigkeit von fossilem Erdgas reduziert. Durch die Erzeugung von synthetischem Methan trägt diese Methode zur Schließung des Kohlenstoffkreislaufs bei.

Dieses Projekt zeigt, wie digitale Zwillinge und Prozesssimulationen strategische Entscheidungen im Wandel der Stahlindustrie hin zur Klimaneutralität unterstützen können. Zudem lassen sich mit den entwickelten Methoden auch standortspezifische Unterschiede, etwa bei der Verfügbarkeit von Energiequellen, systematisch analysieren. Die entwickelten Prozessmodelle eignen sich ebenfalls für die Bewertung von Dekarbonisierungsstrategien in anderen Hüttenwerken und in CO<sub>2</sub>-intensiven Industrien.

# HIGHLIGHTS

## FORSCHUNG 2024/25

### Zur Wechselwirkung zwischen Blase und Vortizität

(Projekt 3.1 „Metallurgy-driven multiphase fluid modelling and simulation“)



Die laterale Verteilung und das Strömungsverhalten von Blasen in Blasenschwärmern sind wesentliche physikalische Effekte in verschiedenen industriellen Anwendungen – zum Beispiel beim Konverterprozess oder Stranggießen in der Stahlproduktion. Das Verhalten der Blasen wird durch die Auftriebskraft beeinflusst, die auf die Blasen wirkt. Diese Auftriebskraft wiederum entsteht durch Wirbelstärke, die ein Maß für die Rotation in der Strömung des Fluids ist.

### Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt

Ein detailliertes Verständnis von der Gaseindüsung in metallurgischen Prozessen ist essenziell, um die Stabilität und Kontrollierbarkeit dieser Prozesse garantieren zu können. Im Konverterprozess werden große Gasmengen benötigt, um eine möglichst gute Durchmischung im Prozess zu gewährleisten, gleichzeitig sollen aber instabile Strömungssituationen vermieden werden, um eine Abnutzung oder Schäden an der Anlage zu minimieren. Am Strangguss ist eine stabile stationäre Strömung von Verteiler durch Gießrohr in die Kokille ebenfalls sehr wichtig, da Irregularitäten oder Asymmetrien in der Kokillenströmung negative Auswirkungen auf die optimale Erstarrung des Stahls im Strang und somit direkt auf die Produktqualität haben können.

In diesem Projekt wird untersucht, wie die Blasendeformation und die Kräfte aufgrund der Oberflächenspannung zur Entstehung von Wirbelstärke nahe der Blasenoberfläche beitragen und auf diese Weise die Auftriebskraft erzeugen, welche die seitliche Bewegung aufsteigender Blasen verursacht. Mithilfe von Simulationen einzelner,

frei aufsteigender Blasen unterschiedlicher Größe in verschiedenen Flüssigkeiten – unter dem Einsatz der aufgelösten Volume-of-Fluid-Methode (VOF) – wird ein breites Spektrum an Strömungsbedingungen und Fluideigenschaften analysiert.

Anhand dieser Untersuchungen können Mehrphasenströmungen in den metallurgischen Prozessen in der Flüssigphase der Stahlherstellung besser modelliert werden. Dadurch können wichtige Einsichten in die Stabilität der Prozessführung gewonnen werden.

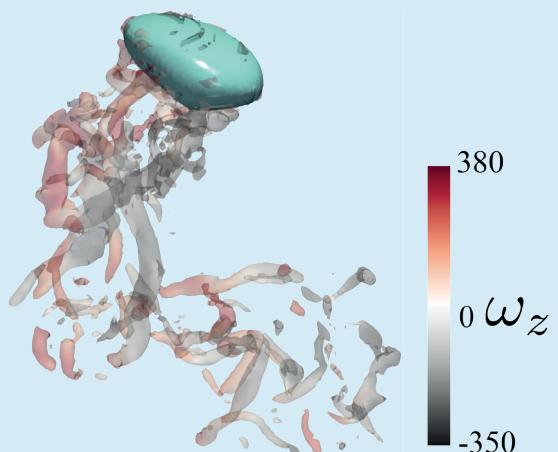


Abb. 36: Abwärts gerichteter Transport der Wirbelstärke, die an der Blasenoberfläche erzeugt wird. Quelle: M.K. Zand et al. 2025



# AREA 3

## HIGHLIGHT

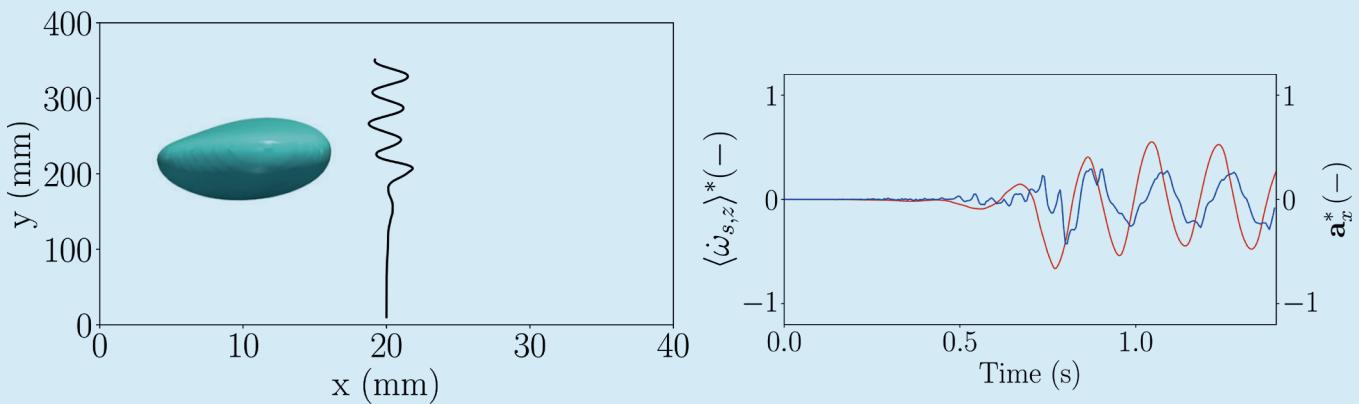


Abb. 37: Links: Einsetzen von lateralen Blasenbewegungen, ausgelöst durch die Deformation der Blase / Darstellung einer Momentaufnahme der Blasenform. Quelle: M.K. Zand et al. 2025; Rechts: Vergleich der lateralen Blasenbeschleunigung (blaue Linie) und der Wirbelstärkeerzeugung (rote Linie). Quelle: M.K. Zand et al. 2025

### Wirkungen und Effekte

Die Ergebnisse zeigen Ähnlichkeiten in den Verläufen der lateralen Blasenbeschleunigung und den Mustern der Wirbelstärkeerzeugung rund um die Blase, welche eine Darstellung der auf die Blase wirkenden lateralen Kräfte – insbesondere der Auftriebskraft – ist. Darüber hinaus ist aus den Diagrammen ersichtlich, dass zunächst Wirbelstärke erzeugt wird, gefolgt von einer lateralen Blasenbeschleunigung, die demselben Verlauf der Wirbelstärke-Erzeugungsrate folgt. Eine fehlende Wirbelstärkeerzeugung durch die Blase führt zu keiner lateralen Beschleunigung, während eine positive (negative) Wirbelstärke-Erzeugungsrate eine positive (negative) Beschleunigungsrate zur Folge hat.

Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit eröffnen eine neue Perspektive zur Untersuchung des Auftriebskraftphänomens, das in diesem Forschungsbereich bislang vernachlässigt wurde. Diese neuartige Betrachtungsweise deutet auf einen grundlegenden Zusammenhang zwischen der durch Blasendeformation verursachten Erzeugung der Wirbelstärke und der Blasenauftriebskraft hin und bietet einen vielversprechenden Ansatz zur Entwicklung eines neuen Auftriebsmodells, das zur genaueren Modellierung der Blasendynamik in komplexen Mehrphasenströmungen, wie zum Beispiel der Gasinjektion in Metall-

schmelzen, eingesetzt werden könnte. Die Ergebnisse wurden unter M. K. Zand et al, International Journal of Multiphase Flow 188(2025) 105219 in einem renommierten Fachjournal veröffentlicht, und bilden die Grundlage für die weitere Untersuchung des Auftriebsphänomens aus einer neuartigen Perspektive, die bisher in der Literatur fehlte. Die Arbeiten werden von Mohammad Karimi Zand im Rahmen seiner Dissertation in der K1-MET GmbH durchgeführt.

Projektbeteiligte sind in der wissenschaftlichen Betreuung die Johannes Kepler Universität Linz und, in anderen Modellierungsthemen, die Montanuniversität Leoben sowie das Forschungszentrum SWERIM AB in Schweden. Von industrieller Seite sind Primetals Technologies Austria GmbH, RHI Magnesita GmbH, voestalpine Stahl GmbH und voestalpine Stahl Donawitz GmbH am Projekt 3.1 „Metallurgy-driven multiphase fluid modelling and simulation“ beteiligt.

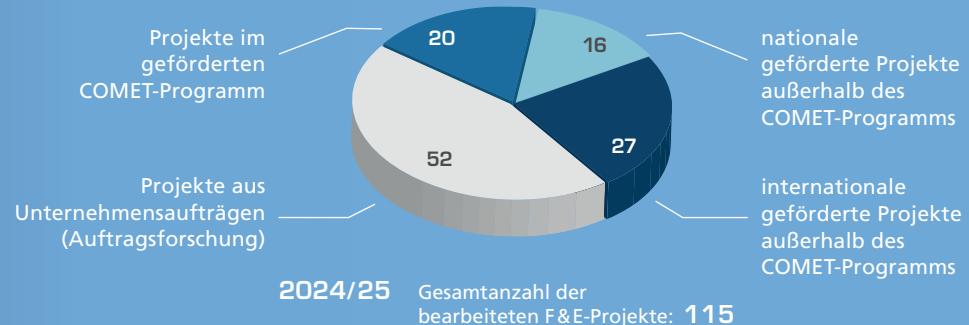


# WISSENS BILANZ 2024/25

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 2024/25 war die K1-MET GmbH in insgesamt 115 F&E-Projekten aktiv – sowohl in Single-Firm- als auch in Multi-Firm-Projekten. Außerhalb des geförderten COMET K1-MET-Programms wurden fünf neue Projekte aus nationalen Förderschienen der FFG umgesetzt (siehe Abschnitt „Highlights 2024/25“). Darüber hinaus konnte die K1-MET GmbH mit der Teilnahme an EU-Projekten wie H2II, ZEROSTEEL, PHOENIX, DiGreeS, HI2 Valley sowie auch Hy4Smelt (siehe Abschnitt „Internationale Aktivitäten“) ihre internationalen Forschungsaktivitäten weiter ausbauen. Insgesamt war die Gesellschaft im Geschäftsjahr 2024/25 an 27 internationalen Projekten beteiligt. Ergänzend wurden 52 Projekte im Rahmen von Unternehmensaufträgen bearbeitet. Damit festigte die K1-MET GmbH ihre Position als anerkannte Forschungseinrichtung im Bereich der Metallurgie – sowohl national als auch international. Das Team der K1-MET GmbH engagiert sich weiterhin mit großem Einsatz, durch die Beteiligung an regionalen, nationalen und europäischen Förderprogrammen (insbesondere Horizon Europe und Research Fund for Coal and Steel) die Sichtbarkeit und den Bekanntheitsgrad des Unternehmens nachhaltig zu stärken.



## Humankapital

Am Ende des Geschäftsjahres 2024/25 (Stichtag 30.06.2025) zählte die Belegschaft der K1-MET GmbH 110 Personen (94,65 Personenjahre). Der Anteil an Forscher:innen beträgt 89,39 % (98 Köpfe mit 84,60 Personenjahren, davon 40 Forscherinnen und 58 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 87,62 %.

	Personenjahre	Köpfe	Anteil [%]
<b>TOTAL</b>	94,65 / 86,81*	110 / 103*	100,00 / 100,00*
davon weiblich	40,34 / 36,29	49 / 44	42,62 / 41,80
davon männlich	54,31 / 50,53	61 / 59	57,38 / 58,20
<b>Administration</b>	10,05 / 10,05	12 / 12	10,61 / 11,57
davon weiblich	7,55 / 7,55	9 / 9	75,11 / 75,11
davon männlich	2,50 / 2,50	3 / 3	24,89 / 24,89
<b>Wissenschaftliche Belegschaft</b>	84,60 / 76,77	98 / 91	89,39 / 88,43
davon weiblich	32,79 / 28,74	40 / 35	38,76 / 37,44
davon männlich	51,81 / 48,03	58 / 56	61,24 / 62,56

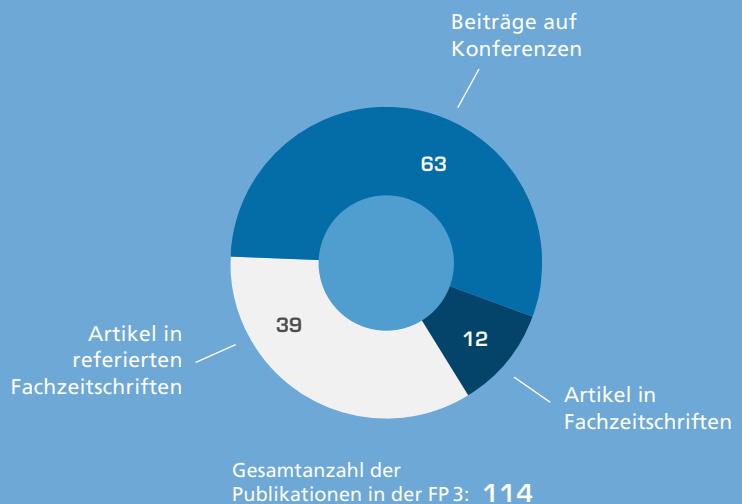
\* Vorjahreszahlen

# WISSENS

## BILANZ 2024/25

### 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 2024/25 unterstrichen 60 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 114 Publikationen. Sämtliche open-access publizierte Journalartikel können von der Website der K1-MET GmbH (im Menüpunkt Publikationen unter den Articles) heruntergeladen werden.



### Artikel in referierten Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Kieush, L., Lesiak, S., Rieger, J., Leitner, M., Schmidt, L., Daghagheleh, D.	Reoxidation behavior of the direct reduced iron and hot briquetted iron during handling and their integration into electric arc furnace steelmaking: a review	Metals	14 (8) / 2024 / Paper Nr. 873
Vierenstein, B., Solyom, L., Kozeschnik, E.	Strain hardening in dilute binary Al-Cu, Al-Zn, and Al-Mn alloys: Experiment and modeling	Metallurgical and Materials Transactions A	55 / 2024 / 3627 – 3639
Bernhard, C., Gaiser, G., Bernhard, M., Winkler, J., Kern, M., Presoly, P., Kang, Y.-B.	On the role of tramp elements for surface defect formation in continuous casting of steel	Steel Research International	96 (5) / 2024 / Paper Nr. 2400494
Sharifi, S. S., Bakhtiari, S., Shahryari, E., Sommitsch, C., Poletti, M. C.	The influence of thermomechanical conditions on the hot ductility of continuously cast microalloyed steels	Materials	17 (18) / 2024 / Paper Nr. 4551
Kovtun, O., Levchenko, M., Höntsche, S., Lohmeier, L., Schreiner, M., Gräbner, M., Volkova, O.	Recycling of iron-rich basic oxygen furnace dust using hydrogen-based direct reduction	Resources, Conservation & Recycling Advances	23 / 2024 / Paper Nr. 200225
Kieush, L., Rieger, J., Atrotto, R., v. d. Stricht, W., di Sante, L., Cirilli, F., Colla, V., Nylund, E., Guzzon, M., Schröder, A., Bellemans, I.	Roadmap for recycling practices and resource utilization in the iron and steelmaking industry: case studies	Matériaux & Techniques	112 / 2024 / Paper Nr. 503

## Artikel in referierten Fachzeitschriften – Fortsetzung

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Moll, S., Eisbacher-Lubensky, J., Weiss, C., Felser, J., Lengauer, G.	EMF-timeseries analysis implemented as predictive tool in BF-tapping control	La Metallurgia Italiana	11 – 12 / 2024 / 22 – 26
Bakhtiari, S., Sharifi, S., Ilie, S., Sommitsch, C.	Investigation of hot ductility behavior of micro-alloyed steel and the effect of strain rate and dynamic phase transformation on the 2 <sup>nd</sup> ductility minimum	Material Science and Engineering Technology	56 (4) / 2025 / 601 – 611
Bernhard, M., Kavic, D., Presoly, P., Wi, T.-G., Park, W.-B., Rössler, R., Jungreithmeier, A., Ilie, S., Bernhard, C., Kang, Y.-B.	A hybrid update of the Fe-Si system by DSC, thermodynamic modeling and statistical learning from ladle refining data of electrical steels	Metallurgical and Materials Transactions B	56 / 2025 / 2249 – 2276
Gatschilhofer, C., Raonic, Z., Marschall, I., Doschek-Held, K., Krammer, A., Raupenstrauch, H.	Investigation of the phosphide formation behaviour for transition metals during carbothermal treatment of industrial and synthetic slags	Circular Economy and Sustainability	2025 / online-Artikel verfügbar
Adami, B., Hoffelner, F., Zarl, M.A., Schenk, J.	Strategic selection of a pre-reduction reactor for increased hydrogen utilization in hydrogen plasma smelting reduction	Processes	13 (2) / 2025 / Paper Nr. 420
Saeedipour, M., Puttinger, S.	New insights into the back-attack phenomenon in submerged massive gas injection: Complementary experimental and numerical investigations	Physics of Fluids	37 / 2025 / Paper Nr. 023396
Karimi Zand, M., Puttinger, S., Saeedipour, M.	A new approach to unravel the lift force phenomenon of a single bubble rising in stagnant and sheared liquids	International Journal of Multiphase Flow	188 / 2025 / Paper Nr. 105219
Guarco, J., Vollmann, S., Burhanuddin, B.	Experimental and numerical study on the dissolution of alumina fine ceramics in CaO-SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -MgO slag	Ceramics International	2025 / online-Artikel verfügbar
Esgandari, B., Schneiderbauer, S.	On grid-independency of CFD-DEM simulations of cluster-induced turbulence	International Journal of Multiphase Flow	188 / 2025 / Paper Nr. 105223
Lumetzberger, H., Pirker, S., Lichtenegger, T.	Propagator-moments approximation for recurrence CFD: application to species transport in turbulent flows	Chemical Engineering Science	311 / 2025 / Paper Nr. 121624

## Artikel in Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Kavic, D., Bernhard, M., Bernhard, C., Rössler, R.	Simulation of secondary metallurgical processes using computational thermodynamics and comprehensive statistical learning methods	Iron & Steel Technology Magazine	Dezember / 2024 / 34 – 46
Nanz, T., Kiss, M., Zarabian, G., Weiß, B., Bösenhofer, M., Gruber, C., Rieger, J., Feilmayr, C., Stocker, H., Harasek, M.	Towards a better understanding of ARA conversion	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	170 (7) / 2025 / 393 – 398
Seidl, M., Kavic, D., Ilie, S., Bernhard, C.	Application of statistical learning methods to a data set of measured heat transfer coefficients for continuous casting	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	170 (7) / 2025 / 399 – 408
Mühlegger, C., Sasiain Conde, A., Maier, O., Kofler, I., Spanlang, A., Rummer, B.	Using process simulation to support decarbonization in the steel industry	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	170 (7) / 2025 / 409 – 414
Halwax, A., Marschall, I., Schlemmer, N., Kek, F., Eisbacher-Lubensky, J., Weiss, C.	Experimental investigation of additive dissolution behavior in slags and analysis of physical and electrochemical properties	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	170 (7) / 2025 / 415 – 421
Kogler, A., Rauch, N., Bönisch, S., Derntl, M., Kofler, I., Haider, A.	Post-combustion CO <sub>2</sub> capture using amine-scrubbing at an integrated steel mill	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	170 (7) / 2025 / 428 – 433
Wachlmayr, J., Staudinger, C., Feilmayr, C., Gruber, C.	Localized parameter influence estimator: an explainable Artificial Intelligence framework for alkali management in blast furnace operations	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	170 (7) / 2025 / 434 – 438
Thumfart, M., Zhang, X., Gruber, C., Wachlmayr, J., Pirker, S., Rössler, R.	Making RH fit for green steel production: a multi-method approach to process monitoring	BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	170 (7) / 2025 / 439 – 443

## Beiträge auf Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Reiter, S., Schinnerl, F., Lehner, M.	CO <sub>2</sub> sequestration of MSWI residues via direct, aqueous carbonation	18. Minisymposium Verfahrenstechnik / Graz / 2024
Bakhtiari, S., Ilie, S., Sommitsch, C.	Microstructural evolution and dynamic phase transformation of micro-alloyed steel during hot deformation and its impact on the 2 <sup>nd</sup> ductility minimum	Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) / Leoben / 2024
Schneider, R., Rabl, A., Gelder, S., Martinez, C., Reiter, G.	Development of an optimized SEM-EDS testing method for non-metallic inclusions and its application to evaluate the cleaning effect of different ESR slags	Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) / Leoben / 2024
Ernst, D.	From concept to reality: exploring the potentials of Hydrogen Plasma Smelting Reduction	Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) / Leoben / 2024
Barati, H., Wu, M.	Interface tracking in modeling of nozzle clogging in steel continuous casting using piecewise linear interface calculation	Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) / Leoben / 2024
Guarco, J., Vollmann, S., Harmuth, H., Burhanuddin, B.	Integrated numerical and experimental analysis of refractory erosion: A case study on alumina with CAS and CASM slags	Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) / Leoben / 2024
Holzinger, G.	Non-metallic inclusion capture at the steel-slag interface in tundish simulations	Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) / Leoben / 2024
Lumetzberger, H.	Fast simulation of a multiphase tundish flow by using recurrence CFD	Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) / Leoben / 2024
Haberbauer, M., Fröhlich, R., Spiess, S.	Phosphorus and metal recovery from sewage sludge ash by biohydrometallurgy	1 <sup>st</sup> International Circular Hydrometallurgy Symposium (ICHS) / Mechelen (Belgien) / 2024
Fröhlich, R., Spiess, S., Weiss, C., Schenk, J., Wohlmuth, D., Müller, J., Haberbauer, M.	Metallurgical dust recycling applying bioleaching and bioelectrochemical technology (Posterbeitrag)	17. Recy & DepoTech / Leoben / 2024
Reiter, S., Schinnerl, F., Lehner, M.	Bewertung alkalischer Reststoffe für die CO <sub>2</sub> -Speicherung durch direkte, wässrige Karbonatisierung: MVA-Rückstände	17. Recy & DepoTech / Leoben / 2024
Guarco, J., Vollmann, S., Harmuth, H., Burhanuddin, B.	Erosion behavior of coarse grain alumina in corrosive melts: experimental and computational studies with CAS and CASM slags	The 63 <sup>rd</sup> Annual Conference of Metallurgists (COM) / Halifax (Kanada) / 2024
Karimi Zand, M., Puttinger, S., Saeedipour, M.	A new approach toward a universal lift force model for freely-rising bubbles (+ sheared flows)	20 <sup>th</sup> Multiphase Flow Conference / Dresden (Deutschland) / 2024
Nanz, T., Bösenhofer, M., Rieger, J., Stocker, H., Feilmayr, C., Harasek, M.	Evaluation of conversion behaviour of alternative reducing agents in a test rig under raceway conditions	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024
Moll, S., Felser, J., Lengauer, G., Eisbacher-Lubensky, J., Weiß, C.	EMF-timeseries analysis implemented as predictive tool in BF-tapping control	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024
Eisbacher-Lubensky, J., Kittinger, F., Pichler, S., Weiß, C., Stocker, H., Wegscheider, S.	Effects of gradual substitution of coke breeze with charcoal on the sinter process	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024
Quick, C., Reichel, E.	High resolution characterization of DC arc parameters in a Hydrogen Plasma Smelting Reduction furnace	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024
Adami, B., Ernst, D., Schenk, J.	Investigation of the behaviour of phosphorus, sulfur and copper during the hydrogen plasma smelting reduction process	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024
Zarl, M. A., Farkas, M., Ernst, D.	Carbon-free electrodes in hydrogen plasma smelting reduction: an innovative approach for low emission steelmaking	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024
Mühlegger, C., Maier, O., Sasiain Code, A., Spanlang, A., Keplinger, T., Werner, C.	Integration of carbon capture and utilization process in a steel mill during the transition phase towards net zero emissions	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024
Wukovits, W., Walk, A.-V., Weiss, B.	Comparative analysis of different sinter strand modeling techniques in flowsheeting: insights for steelmaking optimization	9 <sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC) / Bardolino (Italien) / 2024

## Beiträge auf Konferenzen – Fortsetzung

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Kavic, D., Bernhard, C., Bernhard, M., Ilie, S.	A 2D – finite volume solidification software for real-time simulation of continuous slab casting	11 <sup>th</sup> European Continuous Casting Conference (ECCC) / Essen (Deutschland) / 2024
Gaiser, G., Bernhard, C., Winkler, J., Lex, C., Ilie, S., Hahn, S., Burzic, D.	The role of Cu, Sn, and Ni on surface crack formation in continuous casting	11 <sup>th</sup> European Continuous Casting Conference (ECCC) / Essen (Deutschland) / 2024
Fröhholz, R.	Recycling of sewage sludge ash into phosphate-rich plant fertilizer	6 <sup>th</sup> International Scientific Conference Biotechnology and Metals / Stará Lesná (Slowakei) / 2024
Tjaden, S., Walk, A., Weiss, B., Rummel, B., Spanlang, A., Wukovits, W.	Overcoming challenges in decarbonization of iron and steel production using process simulation	Chemietage / Graz / 2024
Eisbacher-Lubensky, J., Pichler, S., Schlemmer, N., Weiss, C., Böberl, M.	The potential of selective adjustments to the suction gas in iron ore sintering to reduce greenhouse gas emissions	10 <sup>th</sup> European Oxygen Steelmaking Conference and the 7 <sup>th</sup> Conference on Clean Technologies (EOSC-CTSI) / Wien / 2025
Kieush, L., Eisbacher-Lubensky, J., Kittinger, F.	Selection of carbon bio-sources based on inherent properties and reactivity for electric smelting furnace applications	10 <sup>th</sup> European Oxygen Steelmaking Conference and the 7 <sup>th</sup> Conference on Clean Technologies (EOSC-CTSI) / Wien / 2025
Gatschhofer, C., Raonic, Z., Marschall, I., Krammer, A., Doschek-Held, K., Raupenstrauch, H.	Phosphide formation behaviour during pyrometallurgical treatment of basic oxygen furnace slag like system	9 <sup>th</sup> International Slag Valorisation Symposium – From Residues to Resources and Resilience / Leuven (Belgien) / 2025
Puttinger, S., Saeedipour, M.	Submerged compressible gas injection into liquid: experimental and numerical investigation of the back-attack phenomenon	12 <sup>th</sup> International Conference on Multiphase Flow / Toulouse (Frankreich) / 2025
Karimi Zand, M., Puttinger, S., Saeedipour, M.	A new approach toward a universal lift force model for bubbles rising freely and in shear flows	12 <sup>th</sup> International Conference on Multiphase Flow / Toulouse (Frankreich) / 2025
Schneiderbauer, S., Esgandari, B.	Length scales, energy transfer and energy decay in turbulent gas-particle flows	12 <sup>th</sup> International Conference on Multiphase Flow / Toulouse (Frankreich) / 2025
Ramesh, R., Manila, R. M., Padding, J., de Jong, W., Felden, A., Hegde, T., Moghaddam, E., Hardy, B., Simonin, O., Ansart, R., Esgandari, B., Schneiderbauer, S.	Experimental & numerical investigation of the hydrodynamics and heat transfer in a conical bubbling fluidized bed	12 <sup>th</sup> International Conference on Multiphase Flow / Toulouse (Frankreich) / 2025
Kavic, D., Bernhard, C., Bernhard, M., Rössler, R.	Advanced kinetic modeling of decarburization in Ruhrtahl-Heraeus degasser – a computational thermodynamics approach	Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Nashville (USA) / 2025
Lohmeier, L., Herdegen, V., Braeuer, A. S.	Anwendung von statistischen Modellen auf die Heißbrikettierung von DRI zu HBI	Jahrestreffen 2025 der DECHHEMA/VDI-Fachgruppe „Agglomerations- und Schüttguttechnik“ / Friedrichshafen (Deutschland) / 2025
Vuolio, T., Visuri, V.-V., Zarl, M., Lappetäinen, I.	Optimization-based experimental design of metal-slag experiments in Hydrogen Plasma Smelting Reduction process	6 <sup>th</sup> European Academic Symposium on EAF Steelmaking / Laibach (Slowenien) / 2025
Pratap, K. S., Kendall, M., Zarl, M.	Development of measuring technologies for carbon-lean Hydrogen Plasma Smelting Reduction process	6 <sup>th</sup> European Academic Symposium on EAF Steelmaking / Laibach (Slowenien) / 2025

## Dissertationen / Masterarbeiten / Bachelorarbeiten

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Klopf, M. (Dissertation)	Multi-Parameter Optimierung feuerfester Zustellungen unter Anwendung der Finite-Elemente Simulation	Montanuniversität Leoben / 2025
Habermeier, C. (Masterarbeit)	Optimization and scale-up of a bioleaching process for metallurgical dusts	BOKU Universität für Bodenkultur / 2024
Bliem, M. (Masterarbeit)	Multichannel electrical conductivity sensor for the classification of flow regimes	Johannes Kepler Universität Linz / 2024
Lodhi, U. (Masterarbeit)	The evaluation of reduction kinetics of iron ore fines in a fluidized bed reactor system using hydrogen as reducing agent	Montanuniversität Leoben / 2025

## Dissertationen / Masterarbeiten / Bachelorarbeiten – Fortsetzung

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Ofner, M. (Masterarbeit)	Vergleich zweier Wirbelschichtprozessrouten für die Reduktion von sideritischen Erzen mit Wasserstoff	Montanuniversität Leoben / 2025
Schank, L. (Masterarbeit)	Zitronensäurelaugung von thermisch konditionierten LD-Schlackenproben	Montanuniversität Leoben / 2025
Zand, A. (Masterarbeit)	Evaluating the dissolution behavior of secondary additives in various slag systems	Montanuniversität Leoben / 2025
Müller, M. (Bachelorarbeit)	CO <sub>2</sub> -Druckbegasung und Magnetscheidung von LD-Schlacke	Montanuniversität Leoben / 2025
Peinhaupt, S. (Bachelorarbeit)	Rückgewinnungsmöglichkeiten für gasförmigen Phosphor aus dem InduMelt-Reaktor	Montanuniversität Leoben / 2025
Schinner, U. (Bachelorarbeit)	Direkte, wässrige Karbonatisierung von Stahlwerksschlacken	Montanuniversität Leoben / 2025
Weber, N. (Bachelorarbeit)	Autoklavversuche zur Karbonatisierung	Montanuniversität Leoben / 2025



Abb. 38: K1-MET bei der H2Convention 2024. Von links nach rechts: Nina Plankensteiner, Nadine Kleinbruckner, Amaia Sasiain Conde, Irmela Kofler. Quelle: Sebastian Philipp

Abb. 39: Presseberichte der K1-MET GmbH. Quelle: JUST/„Der Standard“, business upper austria, steiermark ORF.at, energy innovation austria

# F & E

## KOMMUNIKATION

## K1-MET Kommunikationsaktivitäten

Damit die von der K1-MET GmbH vorangetriebene Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Bereich der metallurgischen Prozesstechnik auf effiziente Weise kommuniziert wird, bedient sich die K1-MET GmbH zahlreicher Möglichkeiten. Dazu zählen Artikel in Printmedien wie z. B. im Standard (Forschung Spezial), Auftritte bei diversen Veranstaltungen und Messen, Social Media sowie die Website ([www.k1-met.com](http://www.k1-met.com)). Somit informiert die K1-MET Zielgruppen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit über den Verlauf der Forschungsprojekte. Zudem konnten Medienberichte veröffentlicht werden und seit Anfang 2021 verfügt die K1-MET über einen LinkedIn-Account, mit dem eine breite technisch-wissenschaftliche Community und Interessierte in diesem Bereich adressiert werden. Hier werden beispielhaft nur einige Teilnahmen an öffentlichen Veranstaltungen aus dem GJ 2024/25 näher vorgestellt.

Öffentliche Auftritte	2024/25	2023/24	2022/23
Social Media-Auftritt auf LinkedIn: Follower:innen-Stand	<b>3.452</b>	2.553	1.252
durchschnittliche Engagement-Rate	<b>8,6 %</b>	6,2 %	5,9 %
Anzahl der Medienberichte	<b>5</b>	23	16
Teilnahme an Fachveranstaltungen (Konferenzen, Messeauftritte)	<b>34</b>	32	54

## LMPC – Liquid Metal Processing & Casting Conference 2024

Vom 21. bis 25. September 2024 fand in Leoben die Liquid Metal Processing & Casting Conference (LMPC) statt. Bei dieser Konferenz handelt es sich um ein einzigartiges Symposium, auf dem die neuesten technologischen und wissenschaftlichen Fortschritte im Zusammenhang mit den industriellen Verfahren zum Gießen großer Barren aus hochlegierten Metallen vorgestellt werden.

Die K1-MET GmbH war bei der LMPC 2024 mit einem Ausstellungsstand und mit einer Reihe wissenschaftlicher Beiträge vertreten. Hadi Barati, Ali Sedaghat, Jeronimo Guarco, Gerhard Holzinger, Xiaomeng Zhang sowie Hannes Lumetzberger präsentierten aktuelle Ergebnisse aus verschiedenen Projekten. Ergänzt wurde dieser wissenschaftliche Beitrag durch Posterpräsentationen von Saeid Bakhtiari und Vanessa Hoffellner.

Mit dieser starken Präsenz konnte K1-MET nicht nur ihre metallurgische Kompetenz hervorheben, sondern auch den fachlichen Austausch fördern und tiefere Einblicke in die aktuellen Trends und Innovationen der Branche gewinnen.



Abb. 40: LMPC 2024. Von links nach rechts: Saeid Bakhtiari, Christine Gruber, Irmtraud Marschall, Jeronimo Guarco, Hadi Barati, Hannes Lumetzberger, Xiaomeng Zhang, Gerhard Holzinger, Susanne Michelic. Quelle: K1-MET

## 9<sup>th</sup> European Coke and Iron-making Congress (ECIC) 2024

K1-MET präsentierte auf dem 9<sup>th</sup> European Coke and Ironmaking Congress (ECIC), der vom 16. bis 18. Oktober 2024 in Bardolino (Italien) stattfand, aktuelle Entwicklungen und neue Fortschritte in der Wasserstoffplasmashmelzreduktion (HPSR). Die ECIC 2024 thematisierte die neuesten Technologien in den Bereichen Koksherstellung, Sintern, Pelletieren, Pyrolyse von Biomasse sowie in der Eisenerzeugung – einschließlich Hochöfen, Direktreduktion und kohlenstoffbasiertes Schmelzen.

Gemeinsam mit der Montanuniversität Leoben gaben Forscher:innen der K1-MET Einblicke in laufende Arbeiten und neue Erkenntnisse für die Stahlindustrie. Im Fokus standen zentrale Aspekte der HPSR-Technologie, bei der K1-MET eine Vorreiterrolle einnimmt. Dazu zählten hochauflösende In-situ-Messungen, das Verhalten von ausgewählten Elementen in der Prozessschlacke und ein neuartiger Beschickungsansatz, der von Elektroschmelzöfen inspiriert ist.

Die K1-MET GmbH war auf der ECIC mit folgenden Vorträgen und Beteiligungen vertreten:

- Beteiligung der K1-MET GmbH (A. Walk): „Comparative analysis of different sinter strand modeling techniques in flowsheeting: insights for steelmaking optimization“
- Vortrag der K1-MET GmbH (C. Mühlegger): „Integration of carbon capture and utilization process in a steel mill during the transition phase towards net zero emissions“ (Co-Autor:innen: O. Maier, A. Sasiain Conde)
- Vortrag der K1-MET GmbH (C. R. Quick): „High resolution characterization of DC arc parameters in a Hydrogen Plasma Smelting Reduction furnace“ (Co-Autor: E. Reichel)
- Beteiligung der K1-MET GmbH (M. Farkas, M. Zarl): „Exploring the effects of lateral hydrogen injection in the hydrogen plasma smelting reduction process“
- Vortrag der K1-MET GmbH (B. Adami): „Investigation of the behaviour of phosphorus, sulfur and copper during the hydrogen plasma smelting reduction process“

- Vortrag der K1-MET GmbH (M. Zarl): „Carbon-free electrodes in hydrogen plasma smelting reduction: an innovative approach for low emission steelmaking“ (Co-Autor: M. Farkas)
- Vortrag der K1-MET GmbH (T. Nanz): „Evaluation of the conversion behavior of Alternative Reducing Agents in a test rig under raceway conditions“ (Co-Autor: J. Rieger)
- Beteiligung der K1-MET GmbH (Co-Autorin: M. Schatzl): „Transparent AI – key element for successful ironmaking process optimization“

Die Veranstaltung bot den Teilnehmer:innen die Möglichkeit, sich mit der internationalen Fachcommunity auszutauschen und wissenschaftliche Diskussionen zu führen sowie auch potenzielle Kooperationen zu initiieren. Die Teilnahme der K1-MET GmbH unterstrich ihre Rolle als Innovationsführer im Bereich der kohlenstoffarmen Eisenerzeugung und bot eine wertvolle Plattform für den fachlichen Austausch auf europäischer Ebene.



Abb. 41: ECIC 2024. Von links nach rechts: Jeronimo Guarco, Christa Mühlegger, Michael Zarl, Sarah Haneschläger, Arleen Walk, Thomas Nanz, Bernhard Adami. Quelle: K1-MET



Abb. 42: Recy & DepoTech 2024. Von links nach rechts: Johannes Rieger (K1-MET), Josephine Müller (voestalpine), Lukas Schmidt (K1-MET), Nicos Tsoutsios (voestalpine), Bettina Rutrecht (K1-MET), Rebeka Fröhholz (K1-MET), Wolfgang Reiter (K1-MET). Quelle: K1-MET

## Recy & DepoTech 2024

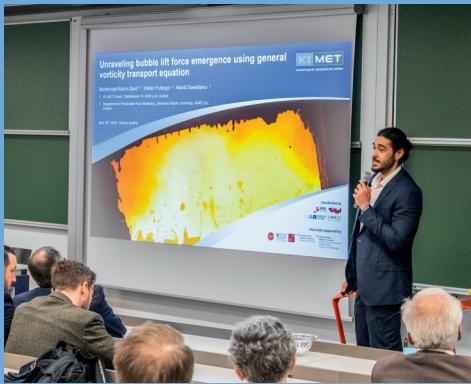
Die K1-MET GmbH stellte auf der Recy & DepoTech 2024, der führenden österreichischen Konferenz für Abfallwirtschaft und Recycling, innovative Ansätze zur Rückgewinnung kritischer Rohstoffe und nachhaltigen Nutzung von Materialien vor. Die Veranstaltung fand vom 13. bis 15. November 2024 in Leoben statt und stellte aktuelle Entwicklungen in den Bereichen Kreislaufwirtschaft, Ressourcenschonung und nachhaltige Materialnutzung in den Mittelpunkt.

Die K1-MET war gemeinsam mit der voestalpine High Performance Metals GmbH an einem Gemeinschaftsstand vertreten. Im Fokus stand das FuLIBatteR-Modul, das sich mit der Rückgewinnung kritischer Rohstoffe und wertvoller Metalle aus Lithium-Ionen-Batterien befasst. Ziel dieses Forschungsansatzes ist es, effiziente und nachhaltige Verfahren zu entwickeln, um Materialien aus Altbatterien wieder in den Rohstoffkreislauf zurückzuführen und damit einen Beitrag zur Schonung natürlicher Ressourcen zu leisten.

Die K1-MET GmbH war mit den folgenden wissenschaftlichen Beiträgen vertreten:

- Vortrag von Bettina Rütrecht: „Grenzen der Recyclingeffizienzberechnung von Lithium-Ionen-Batterien im Sinne der neuen europäischen Batterieverordnung – Einflüsse und Berechnungsspielraum“
- Vortrag von Wolfgang Reiter: „ReMFra – Recovery of metal and mineral fractions from metallurgical by-products“
- Posterpräsentation von Rebeka Fröhholz: „Recycling of metallurgical dusts using bioleaching and bioelectrochemical technology“

Die Teilnahme an der Recy & DepoTech 2024 bot K1-MET eine wichtige Plattform, um aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich des Batterierecyclings und der metallurgischen Nebenprodukte zu präsentieren sowie den fachlichen Austausch mit Expert:innen aus Wissenschaft und Industrie zu vertiefen.



14. Scientific Exchange Day 2025

# Ein Tag im Zeichen von Forschung und Networking

Der 14. Scientific Exchange Day (SED) der K1-MET GmbH fand am 24. April 2025 in der Technischen Universität Wien (TU Wien) statt. Bereits am Vorabend, dem 23. April, eröffnete Prof. Ruediger Deike (Universität Duisburg – Essen, Mitglied des Scientific Advisory Boards) die Veranstaltung mit einer Keynote zum Thema „How has the steel industry developed over the last 50 years, and can we learn anything from it in the future?“. Ein anschließendes Get Together bot den Teilnehmer:innen der Keynote die Möglichkeit, sich in entspannter Atmosphäre auszutauschen und erste Kontakte zu knüpfen.

Ziel des alljährlichen Scientific Exchange Day ist die Schaffung einer einzigartigen Plattform, welche den Austausch von Wissen, Ideen und Innovationen zwischen der K1-MET GmbH und dem Netzwerk aus Industrieunternehmen, Forschungsinstitutionen und Universitäten intensiviert.

Am 24. April kamen rund 150 Teilnehmer:innen zusammen, um an der Veranstaltung teilzunehmen, die in den Räumlichkeiten der TU Wien stattfand. Die Veranstaltung hat sich zu einem zentralen Ereignis entwickelt, bei dem aktuelle Forschungsaktivitäten und -ergebnisse vorgestellt werden.

Abb. 43: Links oben: Keynote von Ruediger Deike. Obere Mitte links: Vortrag von Daniel Kavic aus Area 1. Untere Mitte links: Vortrag von Christa Mühlegger aus Area 2. Links unten: Vortrag von Mohammad Karimi Zand aus Area 3. Rechts oben: Closing words von Susanne Michelic und Thomas Bürgler. Quelle: K1-MET



Abb. 44: Von links nach rechts: Thomas Bürgler (K1-MET), Susanne Michelic (K1-MET), Peter Karner (voestalpine Stahl Donawitz GmbH), Markus Lehner (Montanuniversität Leoben), Stephan Bauer (RAG Austria AG), Nina Kieberger (voestalpine Stahl GmbH), Angels Orduña (SPIRE Association), Walter Martinelli (SCHOLZ Austria GmbH), Gernot Hackl (RHI Magnesita GmbH), Elisabeth Eidenberger (Moderation).  
Quelle: K1-MET

Nach den Eröffnungsworten folgten eine Podiumsdiskussion zum Thema „Future project landscape of K1-MET“ sowie eine interaktive Diskussion unter dem Titel „Ideas for future COMET funding period“, moderiert von MMag. Elisabeth Eidenberger. DI Dr. Johannes Rieger, DI Dr. Irmela Kofler und DI Dr. Christine Gruber vertraten hierbei ihre jeweiligen Forschungsareas.

Anschließend wurden die Success Stories der drei Areas vorgestellt, die jeweils durch eine herausragende Erfolgsgeschichte repräsentiert wurden. Vorgestellt wurden folgende Beiträge:

- DI Daniel Kavic, MSc (K1-MET GmbH): „Potential of a hybrid through-process approach for adaptive quality control in ladle treatment of steel“ (Beitrag Area 1)
- DI Christa Mühlegger, BSc (K1-MET GmbH): „Assessing decarbonization pathways for the steel industry using process simulation“ (Beitrag Area 2)
- Mohammad Karimi Zand, MSc (K1-MET GmbH): „Unravelling bubble lift force emergence using general vorticity transport equation“ (Beitrag Area 3)

Die Beiträge zeigten sowohl die Tiefe als auch die Bandbreite der behandelten Forschungsthemen eindrucksvoll auf. Somit fungiert der Scientific Exchange Day des K1-MET Programms



Abb. 45: Von links nach rechts: Susanne Michelic, Rüdiger Deike, Angels Orduña, Thomas Bürgler. Quelle: K1-MET

als Plattform für den Wissensaustausch zwischen der Industrie sowie Wissenschaft und entwickelt sich zu einem Motor für Innovation und Synergien. Die lebendige Atmosphäre, kombiniert mit den hochkarätigen Vorträgen und interaktiven Diskussionen, macht den SED zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Forschungsgemeinschaft und trägt maßgeblich zur Förderung von Spitzenleistungen in der metallurgischen Forschung bei. Im Rahmen der Veranstaltung verabschiedete sich Prof. Rüdiger Deike nach langjährigem sowie tatkräftigem Engagement aus dem Scientific Advisory Board. K1-MET freut sich, mit Angels Orduña ein neues Mitglied mit exzellenter Expertise und großem Netzwerk im Board begrüßen zu dürfen.



Abb. 46: Von links nach rechts: Lukas Gupfinger und Nadine Kleinbrunner mit thermoelektrischem Prototyp. Quelle: K1-MET

Das Zukunftsforum 2025 widmete sich daher dem Thema Resilienz: Im Fokus standen Unternehmen sowie auch Menschen, die mit Innovationskraft und Gestaltungswillen die Zukunft des Standorts Oberösterreich aktiv mitprägen.

Die K1-MET GmbH war gemeinsam mit anderen Forschungszentren des UAR Innovation Networks am Gemeinschaftsstand beim Zukunftsforum 2025 vertreten, das am 8. April 2025 im Oberbank Donauforum in Linz stattfand. Diese Veranstaltung stand unter dem Motto „Fit for 2030: Transforming the Industrial Landscape“ und bot eine Plattform für den Austausch von Innovationen und technologischen Entwicklungen zur Transformation des Industriestandortes im Bundesland Oberösterreich.

Im Rahmen des Projekts TGH2 stellte K1-MET einen thermoelektrischen Prototypen für ein Abwärmerückgewinnungssystem vor, der Strahlungswärme direkt in elektrische Energie umwandelt. Das Projekt wird aus dem Europäischen Just Transition Fund (JTF) sowie durch die Wirtschafts- und Forschungsstrategie des Landes Oberösterreich kofinanziert. Die Präsentation dieses Prototyps verdeutlichte das Potenzial von thermoelektrischen Systemen zur Steigerung der Energieeffizienz und Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in energieintensiven Industrien.

Das Zukunftsforum OÖ bot K1-MET die Gelegenheit, aktuelle Forschungsergebnisse einem breiten Fachpublikum vorzustellen sowie den Dialog mit Beteiligungen aus Industrie und Wissenschaft zu intensivieren.

## OÖ Zukunftsforum 2025

### „Fit for 2030: Transforming the Industrial Landscape“

Das Zukunftsforum Oberösterreich wird jährlich von der oberösterreichischen Standortagentur Business Upper Austria veranstaltet. Auch im Jahr 2025 waren die Wirtschaftskammer OÖ, die Arbeiterkammer OÖ und die Industriellenvereinigung OÖ an der Organisation beteiligt.

Vertreter:innen aus Wirtschaft, Forschung und Politik setzten sich in Fachvorträgen und interaktiven Formaten mit zentralen Zukunftsthemen auseinander. Das Zukunftsforum eröffnete auch einen Veranstaltungsreigen: In den darauffolgenden zwölf Monaten finden das erste Mal die Themenschwerpunkte Zukunft.Mobilität, Zukunft.HR, Zukunft.Digitalisierung, Zukunft.Ressourcen und Zukunft.Production statt.

Krisen widerstehen, sich anpassen, an Herausforderungen wachsen – diese Fähigkeiten sind heute und künftig entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Oberösterreich.



Abb. 47: Thermoelektrischer Prototyp. Quelle: K1-MET

Ein thermoelektrischer Generator nutzt die Abwärme aus energieintensiven Prozessen und wandelt diese in elektrische Energie um. Das System arbeitet dabei anhand einer Temperaturdifferenz zwischen einer Heiß- und einer Kaltseite. Zwischen diesen Temperaturbereichen befindet sich ein thermoelektrisches Modul, welches aus Halbleiterbausteinen besteht und mithilfe des Seebeck-Effekts die thermische Energie direkt in elektrische Energie umwandelt. Der vorgestellte Prototyp umfasst ein optimiertes System, welches für den Einsatz in Hochtemperatur-Industrieprozessen zur Nutzung der Strahlungswärme konzipiert wurde. Der Generator erzielt eine Ausgangsleistung von 5 W. Dies würde bei einem hochskalierten System einer Leistungsdichte von 2 kW/m<sup>2</sup> entsprechen. Diese Technologie hat großes Potenzial im Hinblick auf den zunehmenden Bedarf elektrischer Energie und ermöglicht eine effektive Nutzung bisher ungenutzter Abwärme.

## AISTech 2025

Die K1-MET GmbH nahm an der AISTech 2025 teil, der führenden Jahresveranstaltung der nordamerikanischen Stahlindustrie, die vom 5. bis 8. Mai 2025 in Nashville (Tennessee) stattfand. Die Veranstaltung brachte tausende Expert:innen aus Forschung, Industrie und Anlagenbetrieb zusammen, um neueste Entwicklungen und Trends in der Eisen- und Stahlherstellung zu diskutieren. Die K1-MET wurde vor Ort durch Univ.-Prof. DI Dr.mont. Susanne Michelic (CSO) und die Dissertanten DI Daniel Kavic, MSc, und DI Bernhard Adami vertreten, die aktiv zum wissenschaftlich-technischen Programm beitrugen.

Daniel Kavic präsentierte auf der AISTech seine Forschungsarbeit „Advanced Kinetic Modeling of Decarburization in Ruhrtahl-Heraeus Degasser Using Classical Thermodynamics and Tank-in-Series Approach“ im Rahmen des AIST Graduate Student Poster Contests sowie zusätzlich in der Session „Ladle & Secondary Refining: Process Technology Innovation“.

Bernhard Adami stellte in seinem Vortrag „Reactor Selection for Prerduction in a Novel Hybrid Hydrogen Plasma Smelting Reduction Process“ neueste Erkenntnisse im Bereich der nachhaltigen Stahlherstellung vor und zeigte Potenziale für zukünftige Prozessoptimierungen auf.

Ein besonderer Höhepunkt war die Auszeichnung von Daniel Kavic (K1-MET GmbH) mit dem renommierten „2025 Ladle & Secondary Refining Best Paper Award“ der Association for Iron & Steel Technology (AIST). Gemeinsam mit Michael Bernhard, Christian Bernhard (beide Montanuniversität Leoben) sowie Roman Rössler (voestalpine Stahl GmbH) wurde er für die Fachpublikation „Simulation of Secondary Metallurgical Processes Using Computational Thermodynamics and Comprehensive Statistical Learning Methods“ geehrt. Die Arbeit wurde vom AIST Ladle & Secondary Refining Technology Committee als beste technische Publikation auf diesem Gebiet ausgewählt. Diese Auszeichnung unterstreicht die hohe wissenschaftliche Qualität und internationale Sichtbarkeit der Forschungsarbeit von K1-MET im Bereich der Sekundärmetallurgie.

Die Teilnahme an der AISTech unterstreicht die internationale Forschungspräsenz der K1-MET GmbH und stärkt den wissenschaftlichen Austausch mit der globalen Fachgemeinschaft im Bereich der metallurgischen Prozesse.



Abb. 48: Von links nach rechts: Bernhard Adami, Susanne Michelic, Daniel Kavic. Quelle: K1-MET



Abb. 49: Verleihung der Auszeichnung „2025 Ladle & Secondary Refining Best Paper Award“ auf der AISTech 2025, wo Abhishek Bhansali (Nucor Steel Berkeley) sie an Daniel Kavic (rechts im Bild) überreichte. Quelle: AIST

# KOMMENTAR

UNIV.-PROF. DI DR. MONT.  
HELMUT ANTREKOWITSCH

„

**Das Kompetenzzentrum K1-MET leistet mit breit gefächerten Forschungsaktivitäten einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung einer nachhaltigen Metallurgie in Österreich. Hierbei stehen die Substitution fossiler Energieträger durch Wasserstoff, die Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Entwicklung von Verfahren zur Rückgewinnung und Wiederverwertung wertvoller Reststoffe im Mittelpunkt der Aktivitäten. Durch die enge Zusammenarbeit von Industrieunternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen entsteht ein starkes Innovationsnetzwerk, das nationale wie europäische Initiativen im Bereich der klimaneutralen Metallproduktion maßgeblich prägt. Die erfolgreiche Umsetzung von zahlreichen Projekten und wissenschaftliche Exzellenz der Forschungsergebnisse unterstreichen die Bedeutung von K1-MET als führendes Kompetenzzentrum im Bereich der metallurgischen Prozessentwicklung.**

„

**Die zukünftigen Herausforderungen liegen in der konsequenten Umsetzung der Energietransformation, der Integration von Recyclingströmen und der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels. Hierbei wird K1-MET weiterhin eine zentrale Rolle als Forschungs- und Netzwerkplattform für die österreichische und die europäische metallurgische Industrie einnehmen. Die intensive Kooperation mit den Universitäten und die Durchführung von Projekten auch im Rahmen von Dissertationen fördern gezielt die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und sichern die nachhaltige Weiterentwicklung des metallurgischen Know-hows in Österreich.**



# Helmut Antrekowitsch

(LEITUNG LEHRSTUHL FÜR  
NICHEISENMETALLURGIE DER  
MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN UND  
AUFSICHTSRAT DER K1-MET GMBH)

# BILANZ

## LAGEBERICHT

Der Jahresabschluss von 2024/25 wurde durch die Abschlussprüfung uneingeschränkt bestätigt. Die Offenlegung erfolgt im Firmenbuch des Landesgerichtes Linz unter FN 436281 s.



### Finanz- und Ergebnißsituation

#### Geschäftsergebnis

Das Unternehmen erzielte ein negatives Betriebsergebnis in der Höhe von EUR -275.385,81 (VJ: TEUR 824) und einen Finanzerfolg in der Höhe von EUR 130.673,06 (VJ: TEUR 140). Nach Berücksichtigung des Steuerertrags (EUR 1.926,50) (VJ: Steueraufwand TEUR 12) und unter Berücksichtigung des Gewinnvortrags aus dem Vorjahr (EUR 3.946.089,57) ergibt sich ein Bilanzgewinn in der Höhe von EUR 3.803.303,32 (VJ: TEUR 3.946). Das negative Betriebsergebnis resultiert aus der Zuführung zur Drohverlustrückstellung aufgrund drohender Verluste in Zusammenhang mit nicht vollständig geförderten Projekten.

#### Vermögenslage

Zum 30.06.2025 belaufen sich die Anschaffungs- und Herstellungskosten des Anlagevermögens auf EUR 7.212.886,47 (VJ: TEUR 6.521), davon betragen Immaterielle Vermögensgegenstände EUR 432.867,25 und Sachanlagen EUR 6.780.019,22. Noch nicht abrechenbare Leistungen (vor Absalidierung erhaltener Anzahlungen) betragen EUR 1.852.818,00 (VJ: TEUR 921). Die sonstigen Forderungen belaufen sich insgesamt auf EUR 3.072.322,58 (VJ: TEUR 2.374). Die Guthaben bei Kreditinstituten betragen EUR 4.637.383,03 (VJ: TEUR 5.580).

#### Finanzlage

Die Bilanzsumme zum 30.06.2025 beträgt EUR 10.011.108,56 (VJ: TEUR 10.315). Das Eigenkapital liegt bei EUR 3.803.303,32 (VJ: TEUR 3.981), die Eigenmittelquote beträgt 38,40% (VJ: 38,59%). Die Rückstellungen belaufen sich auf EUR 2.172.617,75 (VJ: TEUR 1.444), Verbindlichkeiten auf EUR 2.541.895,96 (VJ: TEUR 2.113).

#### Ertragslage

Die Betriebsleistung 2024/25 betrug EUR 14.317.219,67 (VJ: TEUR 12.255), zusammengesetzt aus Umsatzerlösen (EUR 5.263.005,40), Bestandsveränderungen (EUR 931.690,00) und sonstigen Erträgen (EUR 8.122.524,27). Darin enthalten sind Zuschüsse (EUR 7.061.471,27), die Forschungsprämie (EUR 749.689,50), Erträge aus der Auflösung der Investitionsprämie (EUR 9.821,97) und übrige Erträge (Summe EUR 328,00). Die Aufwendungen beliefen sich auf EUR 14.592.605,48 (VJ: TEUR 11.431).

#### Ergebnisentwicklung

Der Jahresfehlbetrag 2024/25 beträgt EUR -142.786,25 (VJ: Jahresgewinn TEUR 953), was zu einem kumulierten Bilanzgewinn von EUR 3.803.303,32 führt, welcher in das Geschäftsjahr 2025/26 vorgetragen wird.

#### Cashflow

Im Berichtsjahr 2024/25 wurde ein Cash Flow aus der laufenden Geschäftstätigkeit von TEUR -289 (VJ: TEUR 284) 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 -654 (VJ: TEUR -558) und der Cash Flow aus Finanzierungstätigkeit TEUR +/-0 (VJ: TEUR +/-0).

#### Personalentwicklung

Die durchschnittliche Zahl der Mitarbeiter:innen (VZÄ) lag 2024/25 bei 83 Personenjahren (VJ: 70 PJ).

#### Forschung und Entwicklung

Die K1-MET GmbH ist in folgenden Tätigkeitsfeldern im Geschäftsjahr 2024/25 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 internationale Netzwerken wie SPIRE und ESTEP)
- Finden und Fördern engagierter Forscher:innen

Die Projekte in den jeweiligen Areas sind auf die folgenden zentralen 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. Die Projektdefinitionen wurden für die Forschungsgebiete erstellt und neue Projekte werden kontinuierlich entwickelt. Ein weiteres wichtiges Ziel des Forschungsprogramms ist es, Forschung sowie 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
- 8700 Leoben, Vordernberger Straße 12

## 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 2025/26

Für das Geschäftsjahr 2025/26 rechnet die K1-MET GmbH mit einer weiteren Stärkung ihrer Position als führendes Kompetenzzentrum für nachhaltige Metallurgie auf nationaler und europäischer Ebene. Neben der erfolgreichen Initiierung von zehn EU-Projekten – darunter H2II, Symbio-Steel, Safe H-DRI, METACAST, ZEROSTEEL, PHOENIX, DiGrees, HI2 Valley, Hy4Smelt und SUPER (fünf im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel und fünf unter Horizon Europe, einschließlich der Clean Steel Partnership) – konnten auch auf nationaler Ebene bedeutende Fördererfolge erzielt werden.

Beispielhaft sind die Projekte TGH2 (FFG-Programm „H2 for Transition Land OÖ“) zur Entwicklung eines Demonstrators aus Batteriespeicher und PEM-Elektrolyseur, koordiniert von der K1-MET GmbH, sowie auch NatMatSave30! (FFG-Programm „Kreislaufwirtschaft und Produktionstechnologien“) zur Nutzung metallurgischer Schlacken als mineralische Füllstoffe in Kunststoffanwendungen. Durch die Projekte Hy4Smelt und HI2 Valley ist K1-MET zudem aktiv an der Entwicklung einer neuartigen, CO<sub>2</sub>-armen Roheisenerzeugung beteiligt, welche erneuerbare Energien und grünen Wasserstoff nutzt – ein zentraler Schritt in Richtung nachhaltiger Rohstoffkreisläufe.

Mit diesen Initiativen wird K1-MET ihre Kompetenzen in den Bereichen Klimaneutralität, Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz und datenbasierte Digitalisierung metallurgischer Prozesse gezielt weiter ausbauen. Weitere nationale sowie europäische Projektanträge – teils mit K1-MET als Konsortialführer – befinden sich in Evaluierung; entsprechende Förderentscheidungen werden im Herbst und Winter 2025/26 erwartet.

Für das folgende Geschäftsjahr wird mit einem positiven Jahresergebnis gerechnet.

Linz, am 06. November 2025



DI Thomas Bürgler  
CEO

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

# BILANZ

PER 30.06.2025

## Aktiva

	2024/25		2023/24	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
<b>A. ANLAGEVERMÖGEN</b>				
I. Immaterielle Vermögensgegenstände				
1. Gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Vorteile		8.451		22
II. Sachanlagen				
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten, einschließlich der Bauten auf fremdem Grund	22.217		26	
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	1.036.471		976	
3. Geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau	215.470	1.274.158	0	1.002
<b>B. UMLAUFVERMÖGEN</b>				
I. Vorräte				
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	0		0	
2. Noch nicht abrechenbare Leistungen davon erhält. Anzahlungen -1.749.252 / Vj. -765.836	103.566	103.566	155	155
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	153.372		45	
2. Forderungen gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	616.647		989	
3. Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	3.072.323	3.842.342	2.374	3.408
III. Kassenbestand				
Guthaben bei Kreditinstituten		4.637.383		5.580
<b>C. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN</b>				
1. Transitorische Posten		100.354		105
<b>D. AKTIVE LATENTE STEUERN</b>				
Aktive latente Steuern		44.854		42
<b>SUMME AKTIVA</b>		<b>10.011.109</b>		<b>10.315</b>

## Passiva

	2024/25		2023/24	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
<b>A. EIGENKAPITAL</b>				
I. Eingefordertes, eingezahltes und übernommenes Stammkapital				
1. Stammkapital		35.000		35
II. Bilanzgewinn				
davon Gewinnvortrag / Verlustvortrag		3.803.303		3.946
EUR 3.946.090 / Vj. EUR 2.993.917				
Summe Eigenkapital		3.838.303		3.981
<b>B. UNVERSTEUERTE RÜCKLAGEN</b>				
1. Subventionen und Zuschüsse		14.735		25
<b>C. RÜCKSTELLUNGEN</b>				
1. Steuerrückstellungen	611		1	
2. Sonstige Rückstellungen	2.172.007	2.172.618	1.444	1.444
<b>D. VERBINDLICHKEITEN</b>				
1. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen				
davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr				
535.681 / Vj. 347.652	535.681		348	
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen				
davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr				
542.582 / Vj. 571.906	542.582		572	
3. Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht				
davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr				
1.016.703 / Vj. 862.896	1.016.703		863	
4. Sonstige Verbindlichkeiten				
davon gegenüber Abgabenbehörden				
171.464 / Vj. 190.758				
davon im Rahmen der sozialen Sicherheit				
14 / Vj. 229				
davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr				
446.930 / Vj. 330.624	446.930	2.541.896	331	2.113
<b>E. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN</b>				
		1.443.557		2.752
<b>SUMME PASSIVA</b>		<b>10.011.109</b>		<b>10.315</b>

# GUV

## RECHNUNG

### Gewinn und Verlust

	2024/25		2023/24	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
<b>1. Einnahmen</b>				
a. Umsatzerlöse		5.263.005		4.968
<b>2. Veränderung des Bestandes an fertigen und unfertigen Erzeugnissen sowie an noch nicht abrechenbaren Leistungen</b>		931.690		709
<b>3. Sonstige betriebliche Erträge</b>				
a. Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen	255.780		560	
b. Zuschüsse aus öffentlicher Hand	7.061.471		5.262	
c. Übrige	805.273	8.122.524	756	6.578
<b>4. BETRIEBSLEISTUNG</b>		14.317.220		12.255
<b>5. Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen</b>				
a. Materialaufwand	182.363		161	
b. Aufwendungen für bezogene Leistungen	3.910.094	4.092.457	3.549	3.710
<b>6. Personalaufwand</b>				
a. Löhne		0		0
b. Gehälter		5.901.283		4.765
c. Soziale Aufwendungen				
ca. Aufwendungen für Abfertigungen u. Leistungen an betriebliche Mitarbeitervorsorgekassen	88.553		69	
cb. Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben sowie vom Entgelt abhängige Abgaben und Pflichtbeiträge	1.538.446		1.198	
cc. Sonstige Sozialaufwendungen	71.640	1.698.639	57	1.323
Übertrag		2.624.841		2.457

	2024/25		2023/24	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
Übertrag		2.624.841		2.457
<b>7. Abschreibungen</b>				
a. Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen				
aa. Planmäßige Abschreibungen		526.144		484
<b>8. Sonstige betriebliche Aufwendungen</b>				
a. Steuern, soweit sie nicht unter Z 13 fallen	22.143		14	
b. Übrige	2.351.941	2.374.083	1.134	1.148
<b>9. BETRIEBSERGEWINIS</b>	-275.386			824
<b>10. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge</b>	130.673			140
<b>11. Zinsen und ähnliche Aufwendungen</b>	0			0
<b>12. Ergebnis vor Steuern</b>	-144.713			964
<b>13. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag</b>	-1.927			12
<b>14. Ergebnis nach Steuern</b>	-142.786			952
<b>15. JAHRESFEHLBETRAG</b>	-142.786			952
<b>16. Jahresverlust</b>	-142.786			952
<b>17. Gewinnvortrag aus dem Vorjahr</b>	3.946.090			2.994
<b>18. BILANZGEWINN</b>	3.803.303			3.946

# IMPRESSUM

## GESCHÄFTSBERICHT 2024/25

**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 Ahrer-Hold, Aschach/Steyr)

**Bildnachweise:**

Cover-Foto  
Aminwäscher (© K1-MET GmbH)

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

**Internationale Aktivitäten**  
S.18: Association for Iron & Steel Technology  
(AIST); S.20 links: Tohoku Universität; S.21 links  
und oben: H2II-Konsortium; S.21 unten: TGH2-  
Konsortium; S. 22: TGH2-Konsortium; S. 23:  
METACAST-Konsortium; S. 24: Symbio-Steel-

Konsortium; S.25: PHOENIX-Konsortium; S.26  
links: PHOENIX-Konsortium; S. 26 rechts: Safe  
H-DRI-Konsortium; S.27: Safe H-DRI-Konsortium;  
S.28 links: ZEROSTEEL-Konsortium; S.28 rechts:  
DiGreeS-Konsortium; S.29: DiGreeS-Konsortium;  
S.30: H2 Valley-Konsortium; S.31 oben: Primetals  
Technologies Austria GmbH; S.31 unten: Hy4Smelt-  
Konsortium; S.32: Primetals Technologies Austria  
GmbH; S.33: SUPER-Konsortium.

**Highlights Forschung 2024/25**  
S.34 – 35: LIGHTBOW-Konsortium; S.37: Al4Lab2-  
Plant-Konsortium; S.39: Wikipedia; S.41: CreeS-  
Konsortium; S.47: voestalpine Stahl Donawitz  
GmbH/K1-MET GmbH; S.48 – 49: M. K. Zand  
et al. 2025.

**F&E-Kommunikation**  
S.56 oben: Sebastian Philipp; S.56 – 57: JUST/  
„Der Standard“, business upper austria, steier-  
mark ORF.at, energy innovation austria; S.63  
unten: Association for Iron & Steel Technology  
(AIST).

**Foto Helmut Antrekowitsch (S. 65):**  
© Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für  
Nichteisenmetallurgie

**Folgende Fotos von**  
[www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com):  
S. 50 – 51: Chatchai-Rombix, sumkinn.

**Area-Icons** von Freepik, Yannik und Google  
über [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com) sind lizenziert unter  
CC BY 3.0.

**Druck:**  
druck.at Druck- und Handelsgesellschaft mbH  
[www.druck.at](http://www.druck.at), Leobersdorf





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

**Hauptsitz**  
Stahlstraße 14  
A-4020 Linz

**Standort**  
Stahlstraße 2 – 4  
A-4020 Linz

**Standort**  
Vordernberger Straße 12  
A-8700 Leoben

**Standort**  
Franz-Josef-Str. 18  
A-8700 Leoben

Förderinstitutionen

■ Bundesministerium  
Innovation, Mobilität  
und Infrastruktur

■ Bundesministerium  
Wirtschaft, Energie  
und Tourismus



Projektkonsortium

**voestalpine**  
ONE STEP AHEAD.



**PRIMETALS TECHNOLOGIES**

**BÖHLER**



**calderys**

**JKU**  
JOHANNES KEPLER  
UNIVERSITÄT LINZ



**Alpacem**  
by Wietersdorfer

**ANDRITZ**

**ERMAFA ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES**

**LEM LINZ CENTER OF MECHATRONICS**



**HyCentA**  
HYDROGEN CENTER AUSTRIA

**JOANNEUM RESEARCH**

**CEMTEC**  
Cement & Mining Technology

**ceram**  
austria

**CGI**

**EBNER**

**RWTH AACHEN UNIVERSITY**

**SCHOLZ**

**LTB LASERTECHNIK BERLIN**

**MONTANWERKE BRIXLEGG**

**NCE**  
MATERIAL MORPHING TECHNOLOGY

**OMV**  
OMV

**PAUL WURTH**  
SMS group

**prozess optimal**  
Enginierbautechnik

**TU BERGAKADEMIE  
FREIBERG**

**TU Graz**

**K1 MET**

metallurgical competence center

**SWERIM**

**TU WIEN**

**TATA STEEL**

**Ternium**

**UNIVERSITY  
OF OULU**

**vaerzberg**

**WACKER**