



Geschäftsbericht

2019/20

GESCHÄFTSBERICHT



2019/20



Inhalt

GESCHÄFTSBERICHT



2019/20

Unternehmen

Vorworte der Geschäftsführung	4
Key Facts	6
Mitarbeiter	8
Unternehmensstruktur	12

Internationale Aktivitäten

Outgoing research stays	14
Forschungsaufenthalt an der Universität Tohoku (JPN)	14
Internationale geförderte Projekte	16
MinSiDeg	16
INEVITABLE	18
GREENSTEEL	20

Highlights 2019/20

Highlights Area 1	22
Highlights Area 2	24
Highlights Area 3	26
Highlights Area 4	28

Wissensbilanz

Programm- und Auftragsforschung	31
Humankapital	31
Wissenschaftlichkeit	32
F&E-Kommunikation	35
Kommentar Werner Kepplinger	37

Bilanz 2019/20

Lagebericht	38
Bilanz	40
Gewinn- und Verlustrechnung	42

Vorworte

DER GESCHÄFTSFÜHRUNG



„

Themen wie die verstärkte Etablierung der erneuerbaren Energiesysteme oder die Dekarbonisierung müssen auch während der COVID-19-Pandemie weiterhin im Fokus bleiben, um die CO₂-Emissionen zu senken und die Klimaziele zu erreichen.

Thomas Bürgler

Der Rückblick auf das Geschäftsjahr 2019/20 fällt zweigeteilt aus. Einerseits konnte die 2. Förderperiode des COMET-Programms erfolgreich gestartet werden. Andererseits steht die COVID-19-Pandemie im Mittelpunkt, welche das wirtschaftliche und gesellschaftliche Leben nach einem leichten Aufschwung Ende 2019 seit März 2020 massiv beeinflusst hat. Home-Office, Kurzarbeit, Firmenschließungen und Kündigungen waren und sind die Folge der Pandemie. Laut OECD-Prognosen wird die Weltwirtschaft im Jahr 2020 um 6 Prozent sinken. Home-Office und Kurzarbeit waren und sind auch beim Kompetenzzentrum K1-MET sowie unseren Industrie- und Wissenschaftspartnern ein wesentliches Thema im Jahr 2020. Durch die Kurzarbeit war es K1-MET möglich, Kündigungen zu vermeiden und die Forschungsaktivitäten voranzutreiben.

Exzellente Forschung in herausfordernden Zeiten

Forschung mit dem Fokus auf langfristigen Ausbau der Qualitäts- und Technologieführerschaft sind auch weiterhin die Antwort auf die europäischen und globalen Herausforderungen. Themen wie die verstärkte Etablierung erneuerbarer Energiesysteme oder die Dekarbonisierung müssen auch während der COVID-19-Pandemie weiterhin im Fokus bleiben, um die CO₂-Emissionen zu senken und die Klimaziele zu erreichen. K1-MET leistete auch im Geschäftsjahr 2019/20 einen wesentlichen Beitrag dazu, dass Österreich ein weltweiter Trendsetter in der Metallurgie bleibt. Das Zusammenspiel von industriellen und wissenschaftlichen Partnern trägt bei K1-MET dazu bei, dass Ergebnisse aus der angewandten Forschung in die industrielle Anwendung überführt werden können. Durch die planmäßig gestarteten Projekte in den vier Forschungsareas des geförderten COMET-Programms arbeiten K1-MET und seine Partner an Prozesslösungen, um die Modernisierung der europäischen metallurgischen Industrie voranzutreiben. Nur durch kooperative Forschung in allen technischen Bereichen können Ressourceneffizienz und Produktqualität gesteigert werden, damit Europa langfristig wettbewerbsfähig bleibt.

K1-MET im internationalen Forschungsspitzenfeld

Ein wesentliches Ziel des COMET-Programms und somit auch von K1-MET ist es, die Forschungs- und Innovationskraft international zu vernetzen und sichtbar zu machen. Dies gelang beispielsweise durch die Teilnahme am Projekt „GREENSTEEL“, in dem es um die Erstellung einer Roadmap mit techno-ökonomischen mittel- und langfristigen Pfaden zur Dekarbonisierung der Stahlindustrie geht. Dieses Projekt wird aus Mitteln des Research Fund for Coal and

Steel (RFCS) gefördert. Daneben konnten wir auch im Bereich der Digitalisierung internationale Projektteilnahmen mit dem RFCS-Projekt „MinSiDeg“ und dem sektorübergreifenden SPIRE-Projekt „INEVITABLE“ initiieren, in dem die Stahl- und die Nichteisenmetallindustrie kooperieren. Beide Projekte untersuchen den Einsatz von digitalen Tools und Sensoren, um Prozess- und Produktoptimierung voranzutreiben. K1-MET bringt seine Kompetenz im Bereich der Datenvisualisierung und Datenanalytik in diese Projekte ein. Weiterführende Informationen dazu sowie der Bericht eines outgoing research stay sind in diesem Geschäftsbericht dargestellt.

Europäische Forschungslandschaft nach Horizon 2020

Ende 2020 läuft auch das aktuelle Forschungsrahmenprogramm der EU, Horizon 2020, aus. Am Nachfolger (Horizon Europe) wird bereits seit Längerem gearbeitet und K1-MET ist bei der Erstellung von Roadmaps und der daraus entstehenden Themen für Projektausschreibungen involviert. Für das up-scaling innovativer Lösungen zur kohlenstoffarmen Stahlproduktion bis hin zu einem Technology Readiness Level (TRL) von 8-9 unterstützt K1-MET die Europäische Stahltechnologieplattform ESTEP sowie EUROFER. Clean Steel Partnership nennt sich diese Private Public Partnership und erarbeitet Ideen künftiger kooperativer Forschungsprojekte, welche im Rahmen des Horizon Europe und des RFCS bearbeitet werden sollen. In einem zukünftigen erneuerbaren Energiesystem stellt das Zusammenspiel zwischen Industrie und Energieversorgung, die Sektorkopplung, einen Schwerpunkt zur Erreichung der Klimaziele dar. Gemeinsam müssen dafür sektorübergreifende Technologiepfade entwickelt werden. Mit diesem Hintergrund unterstützte K1-MET die Entwicklung einer Roadmap für „Processes4Planet“, als künftigen Teil von Horizon Europe. Erste Calls sind im Frühjahr 2021 zu erwarten und K1-MET ist durch die Mitarbeit an möglichen Forschungsthemen bestens gerüstet, um technologisch und wirtschaftlich relevante Fragestellungen zu bearbeiten.



DI Thomas Bürgler
CEO



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



**Durch die plangemäß
gestarteten Forschungsprojekte
in den vier Areas des geförderten
COMET-Programms arbeiten
K1-MET und seine Partner
an Prozesslösungen, um die
Modernisierung der europäischen
metallurgischen Industrie
voranzutreiben.**

Johannes Schenk

Key Facts

Gemeinsam mit Industrie- und Wissenschaftspartnern stellt sich das Unternehmen den technologischen Herausforderungen in der Metallurgie. Die Basis dafür sind die Festlegung und Umsetzung von zukunftsweisenden Innovationen. Nach dem ersten Jahr der zweiten Förderperiode kann die K1-MET GmbH folgende Ergebnisse und Erfolge aufzeigen:

2 Standorte



24 Partner

16 Industriepartner

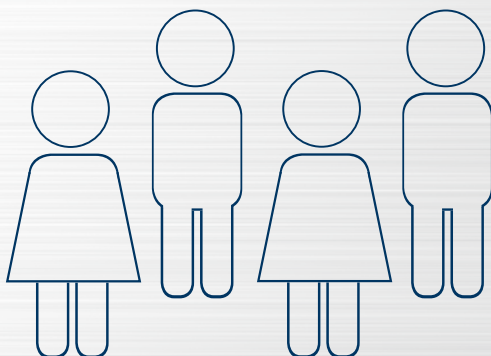
verteilt in 

8 Universitäten Hochschulen Forschungseinrichtungen

verteilt in 

160 erfahrene Mitarbeiter

im Forschungsbereich der Metallurgie



21 Dissertanten 24% ♀ 76% ♂

48 Wissenschaftliche Publikationen

11 Dissertationen beendet

7 Masterarbeiten beendet

4 Bakkalaureatsarbeiten beendet

4 Areas



**Raw Materials
and Recycling**



**Metallurgical
Processes**



**LowCarbon
Energy Systems**



**Simulation
and Analyses**

19 Projekte

3 Projekte



Volumen: € 3,94 Mio.

6 Projekte



Volumen: € 6,32 Mio.

6 Projekte

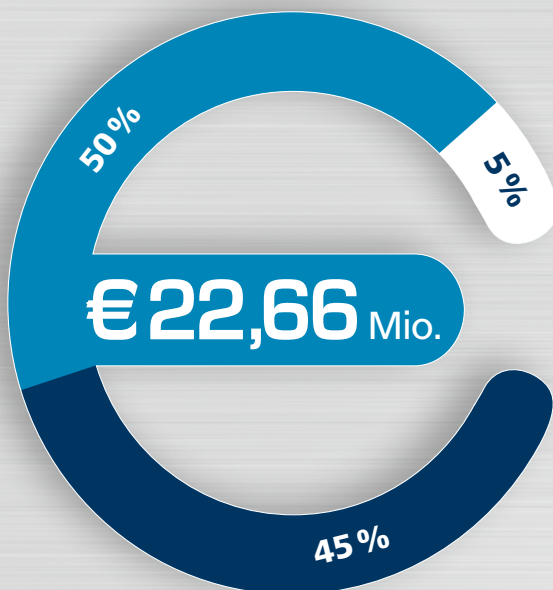


Volumen: € 7,24 Mio.

4 Projekte



Volumen: € 5,16 Mio.



Projektvolumen gesamt

45%	Öffentlich gefördert	€ 10,20 Mio.
	davon Bundesförderung	€ 6,80 Mio.
	davon Landesförderung	€ 3,40 Mio.
50%	Investment der Industriepartner	€ 11,33 Mio.
5%	Inkind-Förderung Universitäten	€ 1,13 Mio.

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

Unternehmen

MITARBEITER



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

Geschäftsleitung



Thomas Bürgler
CEO



Johannes Schenk
CSO



Gerold Huemer
Prokurist

Administration



Anja Lehninger



Silvia Freudenthaler



Carmen Grandl

Forschungs areas

AREA 1



Johannes Rieger
Leitung AREA 1



Elizaveta Cheremisina



Monika Draxler



Franz Edler



Stefan Grobner



Anna Haider



Alexander Halwax



Magdalena Jetzinger



Birgit Kain-Bückner



Kevin Maurer



Harald Mayrhofer



Hamed Mazaheri



Julia Messics



Thomas Nanz



Razieh Parooei



Wolfgang Reiter



Gabriel Santos



Mathias Schenk



Lukas Schmidt



Stefanie Scheiber

Unternehmen

MITARBEITER

AREA 2



Johannes Rieger
Leitung AREA 2



Stefan Eder



Paul Estermann



Marina Gontijo



Maximilian Klopff



Bernhard Mitas



Daniel Ogris



Florian Penz



Selina Riedler



**Martin
Stückelschweiger**

AREA 3



Irmela Kofler
Leitung AREA 3



Michael Derntl



**Christian
Hochenleuthner**



Thomas Höfler



Michael Lammer



Irmtraud Marschall



Wolfgang Maurer



Dorothea Ploder



Werner Pollhammer



Lukas Preuler



Amaia Sasiain Conde



Samira Soleimani



Sabine Spieß



**Senthilathiban
Swaminathan**



Sophie Thallner



Thomas Wolfinger

AREA 4



Magdalena Schatzl
Leitung AREA 4



Hadi Barati



Markus Bösenhofer



Wolfgang Gaderbauer



Christine Gruber



Jerónimo Guarco



David Haider



Gerhard Holzinger



Damir Kahrimanovic



Matthias Julian Kiss



Bernhard König



Tobias Kronlachner



Markus Maunz



Roland Mezibricky



Bahareh Najafian Ashrafi



Andreas Spanlang



Maria Thumfart



Alija Vila



Christian Weichbold



Xiaomeng Zhang

Senior Experts



Marianne Haberbauer



Katharina Rechberger



Alexander Rimser



Axel Sormann

Unternehmen STRUKTUR

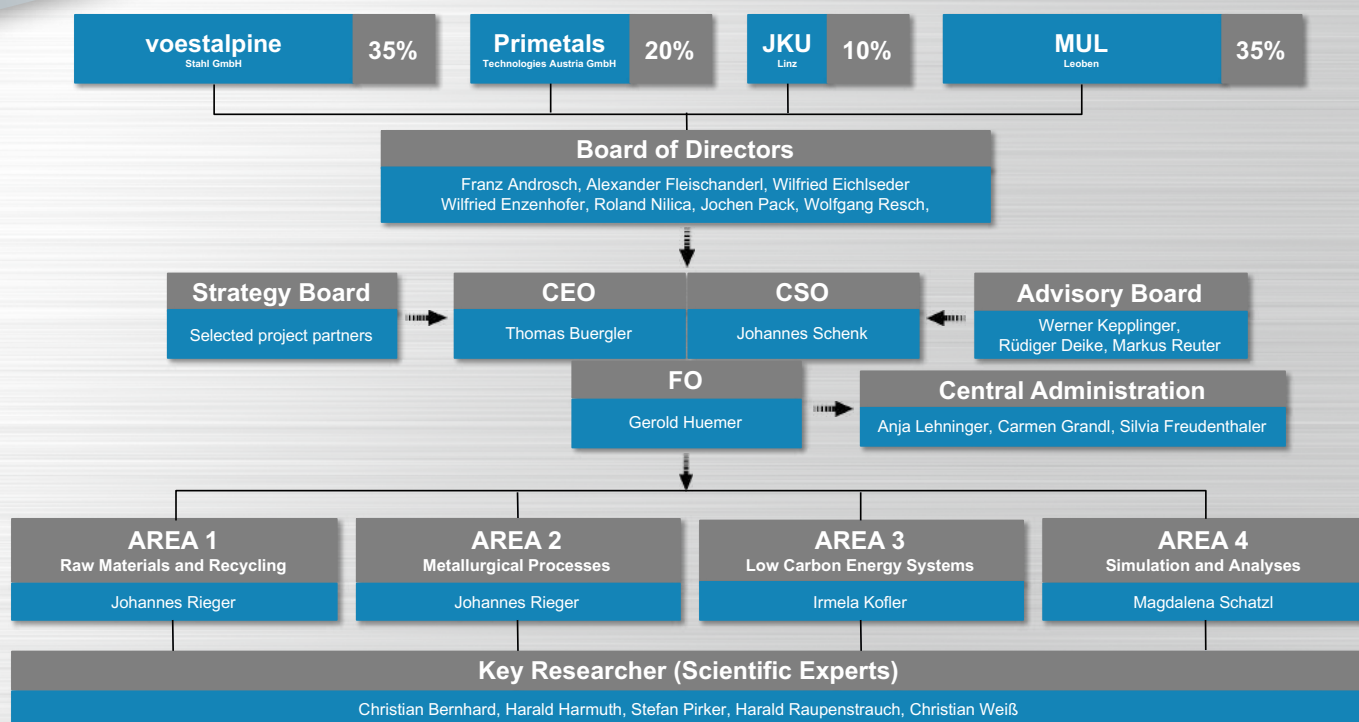


Abb. 1: Organigramm K1-MET GmbH

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

Geschäftsführung

DI Thomas Bürgler
Technischer Geschäftsführer
CEO

Univ.-Prof. DI Dr. techn.
Johannes Schenk
Wissenschaftlicher
Geschäftsführer
CSO

Gesellschafter

voestalpine Stahl GmbH
(Vertreter: DI Dr. Franz Michael Androsch)

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

Primetals Technologies Austria GmbH
(Vertreter: Dr. Alexander Fleischanderl)

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

Ein herzliches Dankeschön an unsere Fördergeber, Gesellschafter und Partner für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung!



Fördergeber

Federal Ministry
for Transport, Innovation
and Technology

Federal Ministry
for Digital and
Economic Affairs

Land Oberösterreich

Land Steiermark

Land Tirol

Förderstellen

FFG
(Österreichische
Forschungsförderungsgesellschaft)

UAR
(Upper Austrian Research GmbH)

SFG
(Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH)

Standortagentur Tirol

Aufsichtsrat

DI Dr. Franz Michael Androsch
(voestalpine Stahl GmbH)

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

Dr. Alexander Fleischanderl
(Primetals Technologies Austria GmbH)

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

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

Jochen Pack, BA
(pantarhei advisors Graz Unternehmensberatung GmbH in Vertretung der Steirischen Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH)

DI Dr. mont. Roland Nilica
(RHI Magnesita GmbH)

Wissenschaftlicher Beirat

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

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

Prof. Dr. Dr. h.c. Markus Reuter
(Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf)

Mitgliedschaften

SPIRE
(Sustainable Process Industry
through Resource and Energy Efficiency)

ASMET
(Austrian Society for Metallurgy and Materials)

ESTEP
(European Steel Technology Platform)



Internationale AKTIVITÄTEN



Im Geschäftsjahr 2019/20 konnte K1-MET GmbH zahlreiche Aktivitäten auf internationaler Ebene vorweisen, um die Vernetzung auch über die Grenzen Österreichs hinaus zu stärken.

Outgoing research stays

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

Im Geschäftsjahr 2019/20 konnte eine post-doc Forscherin der K1-MET GmbH einen outgoing research stay absolvieren. Neben der Möglichkeit, das Netzwerk und den Bekanntheitsgrad der K1-MET GmbH zu vergrößern, sind die Forschungsaufenthalte für die betreffenden Mitarbeiter eine wertvolle Chance zur fachlichen Weiterbildung sowie zum Kennenlernen anderer Kulturen und Lebensgewohnheiten.

Forschungsaufenthalt an der Universität Tohoku (JPN)

Dr. Elizaveta Cheremisina, post-doc in den K1-MET Areas 1 (Raw Materials and Recycling) und 2 (Metallurgical Processes), absolvierte im Rahmen des Projektes 1.1 „Liquid slag properties“ einen Forschungsaufenthalt an der Universität Tohoku in Sendai (Japan) am Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials.

Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten in Tohoku lag auf der Ermittlung der Aktivität von Manganoxid (MnO) in Schlackensystemen durch eine Behandlung der Schlacke unter reduzierenden Bedingungen (carbothermische Reduktion). Während des Aufenthalts wurde durch Unterstützung des Teams des Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials ein Laborversuchssofen adaptiert und für die experimentellen Tests verwendet.

Wissenschaftlicher Inhalt

Mangan wird beim Stahlherstellungsprozess der Schmelze als Legierungselement dazugegeben. Ein Teil davon verbleibt nach dem Prozess in der Stahlwerksschlacke. Eine Rückgewinnung dieses Metalls aus der Schlacke ist aus Gründen der Ressourceneffizienz sinnvoll. Zur Abtrennung von Mangan muss die Schlacke unter reduzierenden Bedingungen pyrometallurgisch bei Temperaturen zwischen 1.400 °C und 1.600 °C unter Zugabe eines Reduktionsmittels, wie z.B. Kohlenstoff (carbothermische Reduktion) behandelt werden. Die Universität Tohoku arbeitet mit einer Methode, um MnO selektiv aus der Schlackenmatrix mittels carbothermischer Reduktion abzutrennen. Dies stellte den Startpunkt für die Arbeiten von Dr. Cheremisina zur Ermittlung der MnO-Aktivität in Schlacken dar. Die Aktivität eines Stoffes ist eine dimen-

sionslose thermodynamische Größe, die in der physikalischen Chemie verwendet wird und eine effektive Konzentration darstellt, welche die Effekte der Nichtidealität der betreffenden Phase beinhaltet. Die Kenntnis der Aktivitäten von Elementen ist essenziell bei der Abschätzung der Ionenbeweglichkeit. Für die Abtrennung von Phasen aus einem flüssigen Material, wie es eben eine Schlacke darstellt, sind Aktivitätskoeffizienten hilfreiche Parameter bei der theoretischen Abschätzung des Behandlungsaufwands.

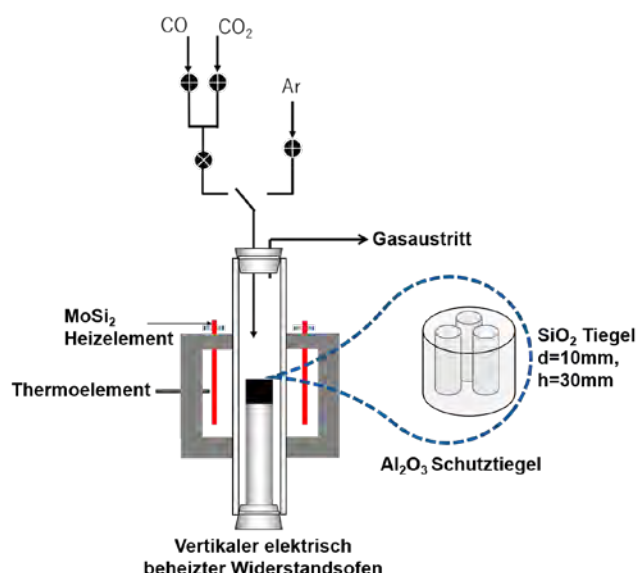


Abb. 2: Schematische Darstellung des Widerstandsofens für die experimentellen Versuche (Quelle: K1-MET GmbH).

Für die experimentellen Untersuchungen wurde ein vertikaler elektrisch beheizter Widerstandsofen verwendet (siehe Abb. 2). Zur Bestimmung der MnO-Aktivität wurde eine Gleichgewichtsmethode (equilibration method) mit flüssigem Silber verwendet (Versuchsaufbau siehe Abb. 3). Dazu wurde feste granuliert Schmelze mit Silberpartikeln in einen SiO₂-Tiegel gegeben und im Ofen platziert. Synthetische quarzangereicherte Schlacken (ähnlich einer Wollastonit-Schlacke) wurden für die Versuche verwendet. Im Ofen wurde ein niedriger Sauerstoffpartialdruck (10⁻¹² atm) durch eine CO/CO₂-Gasatmosphäre eingestellt.

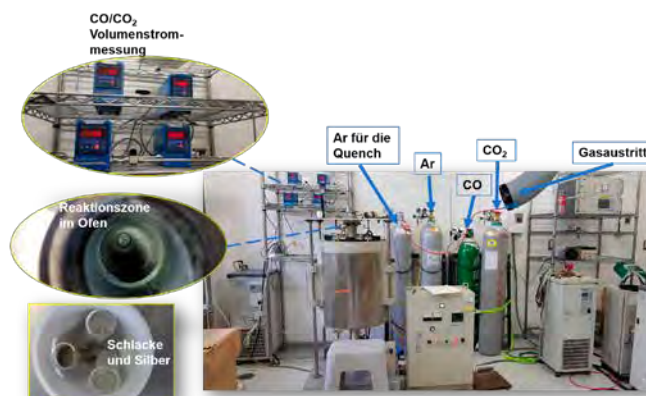


Abb. 3: Experimenteller Versuchsaufbau (Quelle: Universität Tohoku).

Ein Versuch dauerte mehr als 2 Tage (Aufheiz- und Abkühlvorgang mit 48-stündigem Halten auf Temperaturen zwischen 1.350 °C und 1.450 °C). Während des Versuchs löst sich das Mangan in Silber. Nach Versuchsende erfolgen eine Probenabkühlung (Quench) im Ofen durch eine Argon-Gaspülung. Der Probentiegel wurde daraufhin entnommen und es erfolgte eine Reinigung der Silberpartikel mittels Salpetersäure. Während dieses Vorgangs löst sich das Mangan wieder vom Silber und die abgetrennte Manganmasse kann ermittelt werden (mehrere hunderte ppm). Die MnO-Aktivität (Aktivitätskoeffizient) lässt sich durch eine empirische Beziehung berechnen. Zusätzlich wurden die Restschlacke sowie die Silberpartikel nach den Versuchen analysiert. Die Restschlacke wurde mineralogisch mittels Elektronenstrahlmikroanalyse (EPMA, englisch für Electron Probe Micro Analyzer) und das Silber wurde mittels induktiv gekoppelter Plasma-Atomemissionsspektroskopie (ICP-AES) untersucht. Mit der EPMA Analyse konnten Phasenumwandlungen in der Schlackenmatrix bewertet werden. Beispielhaft zeigt folgende Abb. 4 die EPMA Analyse einer Schlacke nach dem Equilibriums-Versuch bei 1.350 °C mit der ursprünglichen Ausgangszusammensetzung 26MnO-15Al₂O₃-59SiO₂ (Zahlen entsprechen Gew.-%).

Internationale AKTIVITÄTEN

Nach dem Versuch lag der MnO-Gehalt bei 25 Gew.-%. Abb. 5 zeigt die errechneten MnO-Aktivitätskoeffizienten γ für unterschiedliche Schlackenzusammensetzungen in Abhängigkeit der Versuchstemperatur. Mit steigender Temperatur nimmt der Aktivitätskoeffizient von MnO ab.

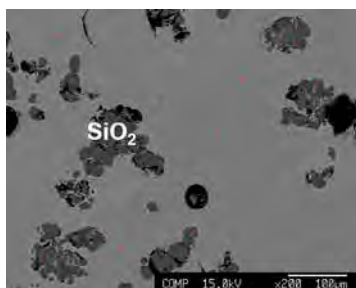


Abb. 4: Schlackenanalyse nach dem Equilibriums-Versuch bei 1350 °C (Quelle: Universität Tohoku).

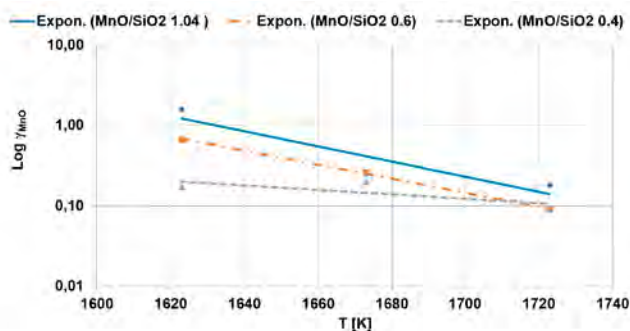


Abb. 5: Berechnete Aktivitätskoeffizienten (Quelle: K1-MET GmbH).

Die Ergebnisse des outgoing research stay an der Universität Tohoku ermöglichten ein fundierteres Wissen zur Bestimmung der Aktivität von Metalloxiden in Schlackensystemen. Informationen wie der benötigte Sauerstoffpartialdruck oder geeignete Tiegelmateriale für die Durchführung stabiler und reproduzierbarer Versuche können für das aktuell lau-

fende COMET Projekt 1.1 genutzt werden, da es in einem Arbeitspaket um die Entwicklung von Methoden zur Bestimmung von Aktivitätskoeffizienten geht. Eine Co-Publikation zwischen der Universität Tohoku und der K1-MET GmbH ist aktuell in Arbeit.

Internationale geförderte Projekte

Im Geschäftsjahr 2019/20 starteten drei EU-Projekte mit K1-MET GmbH als wissenschaftlichem Partner. Gemeinsam mit dem H2020-Projekt H2Future (Laufzeit 2017 bis 2021), den durch den Research Fund for Coal and Steel (RFCS) geförderten Projekten LowCarbonFuture (Laufzeit 2018 bis 2020), i3upgrade (Laufzeit 2018 bis 2021), SLAGREUS (Laufzeit 2019 bis 2022), dem SPIRE-Projekt DESTINY (Laufzeit 2018 bis 2022) sowie dem INTERREG Projekt (Programm AT-CZ) IRAS, war K1-MET GmbH im GJ 2019/20 somit an neun EU-Projekten beteiligt.

MinSiDeg – ein Projekt im Rahmen des Research Fund for Coal and Steel (RFCS)

Am 1. Juli 2019 startete das Projekt MinSiDeg. Die Abkürzung steht für Minimise sinter degradation between sinter plant and blast furnace exploiting embedded real-time analytics. Das Projekt MinSiDeg wird im Rahmen des RFCS gefördert. Diese Förderschiene der Europäischen Kommission konzentriert sich auf Forschungsarbeiten zur Verbesserung von Prozessen in der Kohle- und Stahlindustrie in Bezug auf Ressourcen- und Energieeffizienz.

Hintergrund des Projektes MinSiDeg ist der Sinterprozess eines integrierten Hüttenwerkes. Eisenhaltige Rohstoffe und Recyclingmaterialien werden durch den Sinterprozess für die Verwendung im Hochofen agglomeriert (siehe Abb. 6).

Im Rahmen des MinSiDeg-Projektes arbeiten sechs Projektpartner aus Deutschland und Österreich daran, den Zerfall des Sinters auf dem Weg von der Sinteranlage zum Hochofen besser zu beurteilen und zu vermindern. Innovative Online-Verfahren werden getestet, um den Sinterprozess in

Zukunft in Echtzeit zu beobachten und darauf aufbauende Regelmechanismen zu implementieren. Ziel ist es, den Sinterzerfall am Transportweg zu minimieren und die Qualität des am Hochofen ankommenden Sinters zu verbessern. Folgende Partner sind Teil des Projektkonsortiums:

- VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI), Deutschland (Koordinator)
- ThyssenKrupp Steel Europe AG, Deutschland
- DK Recycling und Roheisen GmbH, Deutschland
- voestalpine Stahl Donawitz GmbH
- Montanuniversität Leoben
- K1-MET GmbH

Das Projekt hat eine Laufzeit von 42 Monaten (2019 bis 2022) und ein Gesamtbudget von ca. 2,6 Mio. €. Die gesamte EU-Förderung beträgt ca. 1,6 Mio. € (60 % Förderrate).

Ziele und Arbeitspakete von MinSiDeg

Das Kernziel des Projektes MinSiDeg ist es, alle Potentiale für die Verbesserung der Sinterqualität entlang des Produktionsprozesses und der Förderstrecke bestmöglich zu nutzen. Um das Ziel dieses Projektes zu erreichen, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Beobachtung der Veränderung der Sinterqualität entlang der Förderstrecke (Förderbänder und Bunker)
- Bestimmung der Schwankungsbreite und der relevanten Zeitskalen der vorkommenden Qualitätsschwankungen
- Quantifizierung des Sinterzerfalls entlang der Förderstrecken und in den Bunkern

Die genannten Ziele werden in fünf Arbeitspakete gegliedert (siehe Abb. 7). Im Arbeitspaket 1 geht es um eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des produzierten Sinters. Mithilfe einer standardisierten Prüfstrecke wird die mechanische Belastbarkeit von Sinter erhoben. Die Entstehung des Feinanteiles wird im Labormaßstab genauer untersucht. Diese Daten dienen als Grundlage für weitere Analysen.

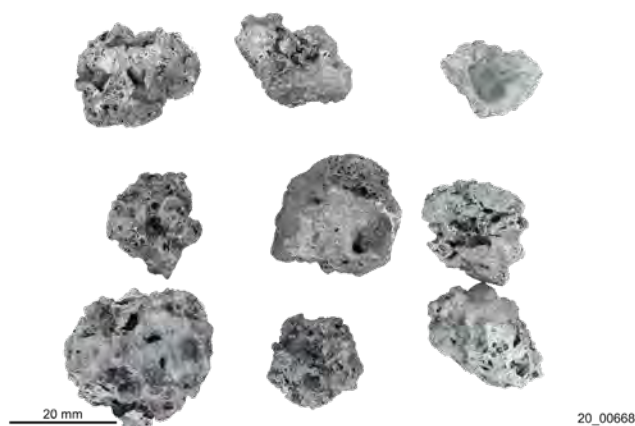


Abb. 6: Fertigsinterbrocken (Quelle: K1-MET GmbH).

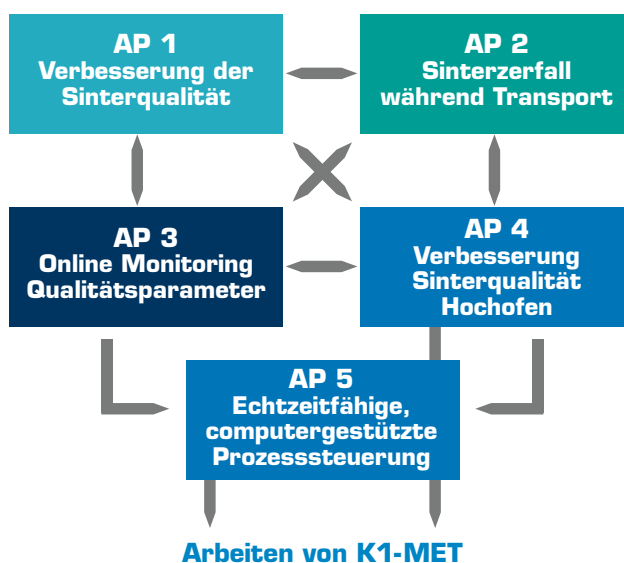


Abb. 7: Arbeitspakete (AP) des Projektes MinSiDeg (Quelle: K1-MET GmbH).

Internationale AKTIVITÄTEN

Arbeitspaket 2 befasst sich mit der Reduktion des Sinterzerfalls entlang der Förderstrecke. Hier werden die Belastungen auf den Sinter an kritischen Stellen wie Bandübergaben oder in Lagerbunkern bewertet. Zusätzlich wird untersucht, an welchen Stellen sich Feianteile sammeln können. Aus diesen Informationen werden Verbesserungsvorschläge für den Sintertransport und die Lagerung abgeleitet, die im industriellen Umfeld getestet werden. Die Entwicklung echtzeitfähiger Qualitätsparameter ist das Ziel im Arbeitspaket 3. Der erste Punkt im Prozess, an dem die Sinterqualität beurteilt werden kann, ist die Abbruchkante am Ende des Sinterbandes. Erfahrene Anlagenbetreiber können teilweise bereits aus dem Abbruchgeräusch und am optischen Erscheinungsbild der Bruchfläche erste Rückschlüsse auf die Sinterqualität ziehen. Mittels Kameraaufnahmen und akustischer Messungen soll dieses subjektive Know-how standardisiert und in die Prozesssteuerung integriert werden.

Die in den vorangegangenen Arbeitspaketen erzielten Ergebnisse sollen in das Arbeitspaket 4 zur Verbesserung der Qualität des Sinters, der in den Hochofen chargiert wird, einfließen. Ziel der Sinterproduktion ist die Versorgung des Hochofens mit einem hochwertigen und ausreichend stabilen Sinter. Um dies sicherzustellen, ist es notwendig, die Beprobung des Sinters auf deren statistische Aussagekraft und Reproduzierbarkeit zu überprüfen und die Relevanz unterschiedlicher Qualitätsparameter auf den Hochofen zu überprüfen. Das letzte Arbeitspaket bringt den Schwerpunkt der Digitalisierung in das Projekt MinSiDeg. Die Entwicklung einer echtzeitfähigen, computergestützten Prozesssteuerung ist auf Basis der neuen Erkenntnisse geplant und diese Steuerung soll vor Abschluss des Projektes in die IT-Infrastruktur der Anlagenbetreiber integriert werden. Die K1-MET GmbH ist vor allem in den Arbeitspaketen 4 und 5 tätig und kümmert sich um die statistische Analyse der Sinterbeprobung und um eine Methodenentwicklung zur Verbesserung der Analysenreproduzierbarkeit. Das Projekt MinSiDeg wird zu 60 % aus Mitteln des RFCS unter dem Fördervertrag mit der Nummer 84.725 finanziert.

INEVITABLE – ein Projekt im Rahmen des H2020 SPIRE-Programms (Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency)

INEVITABLE steht für Optimization and performance improving in metal industry by digital technologies und läuft seit 1. Oktober 2019. Mit zwölf Projektpartnern aus sechs Ländern der EU werden verschiedene Digitalisierungsstrategien für die energie- und ressourcenintensive Stahl- und Nichteisenmetallindustrie erarbeitet. Neben Projektpartnern aus der Stahlindustrie ist auch ein Vertreter der Aluminiumindustrie involviert. Wissenschaftspartner mit Expertise im metallurgischen Bereich sowie auf dem Gebiet der Prozesssteuerung und Automatisierung sind ebenfalls eingebunden. Insgesamt setzt sich das Konsortium des Projektes INEVITABLE aus folgenden Partnern zusammen (siehe Abb. 8):

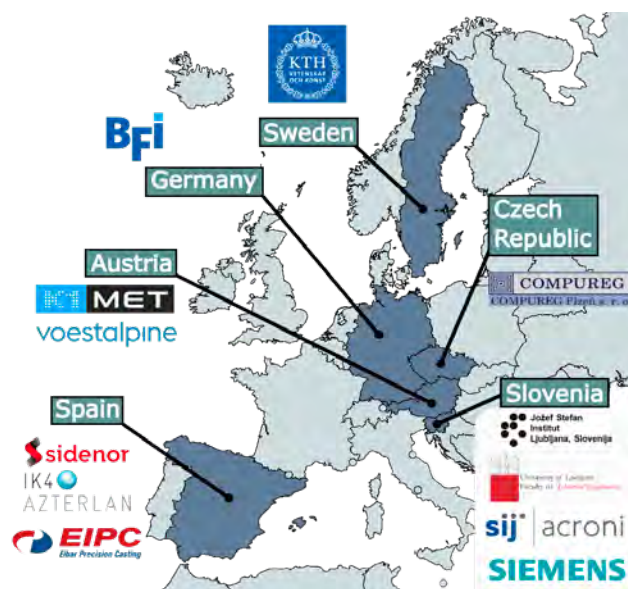


Abb. 8: Konsortium des Projektes INEVITABLE (Quelle: <http://inevitable-project.eu>).

- Jozef-Stefan-Institut, Department of Systems and Control, Slowenien (Koordinator)
- voestalpine Stahl GmbH
- Sidenor Aceros Especiales S.L., Spanien
- SIJ Acroni D.O.O., Slowenien
- EPIC Eibar Precision Casting S.L., Spanien
- VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI), Deutschland
- Institut Fundacion Azterlan, Spanien
- Universität Ljubljana, Fakultät für Electrical Engineering, Slowenien
- Königliche Technische Hochschule, Schweden
- Siemens D.O.O., Slowenien
- COMPUREG Plzen S.R.O., Tschechische Republik
- K1-MET GmbH

Die Laufzeit beträgt 36 Monate mit einem Gesamtbudget von rund 6,2 Mio. €. Die Europäische Union unterstützt dieses Projekt zu 100% für Wissenschaftspartner und zu 70% für Industriepartner. Die Vorteile einer umfassenden Digitalisierung in der metallverarbeitenden Industrie sind verbesserte Ressourcen- und Energieeffizienz durch Prozessoptimierung, die Gewinnung von Wissen zu Prozessabläufen und deren Wiederholbarkeit und neue Erkenntnisse durch detaillierte Prozessmodelle, die durch eine extensive Datenerfassung mit digitalen Sensoren weiterentwickelt werden können. Das Projekt umfasst verschiedene ausgewählte Prozessschritte in der Metallindustrie für die Verarbeitung von Stahl und Aluminium:

- Elektrolichtbogenofen zur Herstellung von Rohstahl
- Sekundärmetallurgie beim Pfannenofen und RH-Vakuumanlage (RH steht für Ruhrstahl-Heraeus) zur Stahlveredelung
- Kaltwalzprozess von Stählen
- Herstellung von Nichteisen-Legierungen aus Aluminium durch Gießen

Ziele von INEVITABLE

Das Projekt INEVITABLE dient dazu, in den verschiedenen Anwendungsfällen der Industriepartner voll digitalisierte Monitoring-Technologien zum Einsatz zu bringen und somit die jeweiligen Prozessschritte hinsichtlich Energie- und Ressour-

ceneffizienz zu optimieren. Die Entwicklung von kognitiven Kontrollsystemen soll eine automatisierte Steuerung und maschinelle, datenbasierte Entscheidungshilfen für den Betrieb der Anlagen, basierend auf Leistungskennzahlen, die in Bezug auf Ressourceneinsatz und Produktqualität definiert werden, ermöglichen (siehe Abb. 9).

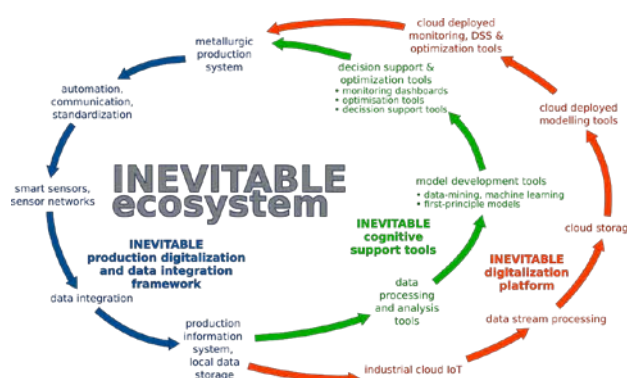


Abb. 9: Konzept der geplanten Digitalisierungsstrategien im Projekt INEVITABLE und deren Auswirkungen auf Prognosemodelle, Datenverarbeitung und Prozesssteuerung
(Quelle: <http://inevitable-project.eu>).

Das Ziel ist eine digitale Transformation der Industrieanlagen. Von Datenerfassung, Speicherung und Verarbeitung über die automatisierte Kommunikation zwischen Datenauswertungen und Prozesssteuerung bis hin zu standardisierten Datenschnittstellen sollen alle Aspekte der Digitalisierung erfasst werden. Bestehende Strukturen an den Anlagen sollen durch passende Datentechnologien aufgerüstet werden, um eine maßgeschneiderte digitale Überwachung und Steuerung für die Anwendungsbeispiele des Projekts zu ermöglichen. Durch die Ähnlichkeit von metallverarbeitenden Prozessschritten in verschiedenen Unternehmen wird eine hohe Übertragbarkeit der entwickelten Digitalisierungslösungen erwartet. In Kombination mit smarten Sensor- und Netzwerk-Technologien werden weiters auch Prognosemodelle und Simulationen entwickelt, um eine Korrelation zwischen Prozessparametern und Qualitätsindikatoren der Produkte herzustellen.

Internationale AKTIVITÄTEN

Nach einer Phase der Entwicklung und Offline-Tests der Modelle an historischen Daten ist die Durchführung extensiver Versuchskampagnen an den Anlagen der Industriepartner geplant, um die Modelle mit Echtzeitdaten abzustimmen und zu perfektionieren.

Das Projekt und das SPIRE-Förderprogramm der Europäischen Union ist einer aktiven Dissemination und Verbreitung gewonnener wissenschaftlicher Erkenntnisse verpflichtet. Durch die exzellenten Kompetenzen der Wissenschaftspartner des Projektes INEVITABLE ist ein hervorragender Wissenstransfer in andere SPIRE-Sektoren gewährleistet, der zur weiteren Vernetzung und zum Vorantreiben der Digitalisierung in anderen Sparten beitragen wird.

INEVITABLE leistet einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung zuverlässiger Lösungen zur Echtzeit-Prozesssteuerung und damit zur Gewährleistung von Produktqualität und der Effizienz von Industrieanlagen. Bessere und flexiblere Produktionsleistungen tragen durch eine Reduktion von Einsatzstoffen sowie CO₂-Emissionen zu einer wettbewerbsfähigeren und nachhaltigen Metallindustrie in Europa bei. Das Projekt INEVITABLE wird aus Mitteln des H2020 SPIRE Programms unter dem Fördervertrag mit der Nummer 869.815 mitfinanziert.

GREENSTEEL – ein Projekt des RFCS

Um die Treibhausgasemissionen der Eisen- und Stahlindustrie in Europa bis zum Jahr 2050 um 80% bis 95% gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren und somit in weiterer Folge die europäischen Klima- und Energieziele zu erreichen, ist es von großer Bedeutung, geeignete und innovative Strategien für eine kohlenstoffarme Produktion (weiter) zu entwickeln und umzusetzen. Die aktuellen Forschungsfelder beschäftigen sich dabei in erster Linie mit den Themen Kreislaufwirtschaft (Circular Economy), Smart Carbon Usage (SCU) und Carbon Direct Avoidance (CDA). SCU setzt sich mit der Optimierung (z.B. Einsatz kohlenstoffarmer Energieträger, Energierückgewinnung und -verwertung) und der Nutzung von prozessbedingt anfallendem CO bzw. CO₂ auseinander (z.B. Umwandlungsprozesse, Carbon Capture and Storage). Im Gegensatz dazu liegt der Fokus bei Carbon Direct Avoidance

auf der Entwicklung neuer Verfahren mit möglichst kohlenstofffreien Reduktionsmitteln. Die parallel verfolgte Strategie der Kreislaufwirtschaft ergänzt als übergreifender Ansatz die bereits genannten Bestrebungen und zielt darauf ab, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und anfallende Reststoffe sinnvoll wiedereinzusetzen.



Abb. 10: Konsortium des EU-Projektes GREENSTEEL (Quelle: Projektantrag GREENSTEEL).

Auf diese Entwicklung aufbauend startete am 01.01.2020 das Projekt „GREENSTEEL („Green Steel for Europe“) mit einer Laufzeit von 18 Monaten und einem Gesamtbudget von 1,25 Mio. €. Das Projekt läuft im Rahmen des RFCS und wird zu 100 % von der EU gefördert. Mit insgesamt 10 Partnern deckt das Projektkonsortium einen großen Teil der EU-Mitgliedstaaten ab (siehe Abb. 10). Zu diesem Konsortium gehören ein Think Tank, sieben Forschungszentren und zwei Interessensgruppen und es setzt sich wie folgt zusammen:

- Centre for European policy studies (CEPS), Belgien (Koordinator)
- VDEh Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI), Deutschland

- Centre de Recherches Métallurgiques (CRM), Belgien
- Rina Consulting – Centro Sviluppo Materiali SPA (CSM), Italien
- Swerim AB, Schweden
- Fundacion Idonial, Spanien
- Instytut Metalurgii Zelaza im. Stanislawas Staszica (IMZ), Polen
- EUROFER, Belgien
- ESTEP, Belgien
- K1-MET GmbH

GREENSTEEL soll die Europäische Union in der Erreichung der im Rahmen der EU-weiten Klima- und Energiepolitik festgelegten Zielvorgaben unterstützen. Dies umfasst die Analyse und Ermittlung von Technologieverbesserungen bzw. -entwicklungen sowohl hinsichtlich der Erfüllung der Ziele bis 2030 als auch jener, die für die langfristige Strategie (2050) notwendig sind. Drei wichtige Faktoren, die zu diesem Entwicklungsprozess maßgeblich beitragen, sind Politik, Technologie und Industrie (siehe Abb. 11).

Für eine erfolgreiche Umsetzung ist es daher notwendig, sowohl eine Technologie mit angemessenem Reifegrad (Technology Readiness Level TRL) und den erforderlichen Randbedingungen (z.B. Investitionen) als auch ein angemessenes Geschäftsumfeld (Wirtschafts- und Regulierungspolitik) in der Planung zu berücksichtigen. Eine kombinierte und multidisziplinäre Analyse dieser Komponenten kann eine nachhaltige Dekarbonisierung der europäischen Stahlindustrie vorantreiben und entsprechende Entwicklungsprozesse in anderen Industriezweigen anregen.

Ziele von Greensteel

Im Rahmen des Projektes GREENSTEEL werden technologische Ansätze zur Dekarbonisierung der Eisen- und Stahlindustrie ermittelt und hinsichtlich ihrer industriellen Anwendbarkeit in Bezug auf wirtschaftliche und politische Aspekte analysiert. Dabei werden sowohl finanzielle als auch nicht-finanzielle Barrieren identifiziert und politische Empfehlungen ausgearbeitet. Um ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten, werden Vertreter der Stahlindustrie konsultiert und diverse Interessensgruppen in dieses Projekt miteingebunden. Abschließend werden Strategien für eine erfolgreiche

Dekarbonisierung entwickelt und die durch GREENSTEEL erworbenen Erkenntnisse in einer Roadmap zusammengefasst. Die Zielsetzungen des Projektes GREENSTEEL können somit wie folgt zusammengefasst werden:

- Ermittlung und Evaluierung der vielversprechendsten Technologien zur Dekarbonisierung der Stahlindustrie sowie der dafür notwendigen Rahmenbedingungen
- Analyse des finanziellen Investitionsbedarfs sowie Erarbeitung von Lösungsansätzen für eine Finanzierung sowohl durch private als auch durch öffentliche Förderungen
- Ausarbeitung politischer Optionen zur Unterstützung der Dekarbonisierung der Stahlindustrie
- Einbindung von Interessenvertretern auf Ebene der EU und nationaler Ebene sowie Dissemination der gewonnenen Projektergebnisse

Das Projekt GREENSTEEL wird zu 100 % aus Mitteln des RFCS unter dem Fördervertrag mit der Nummer 882.151 finanziert.

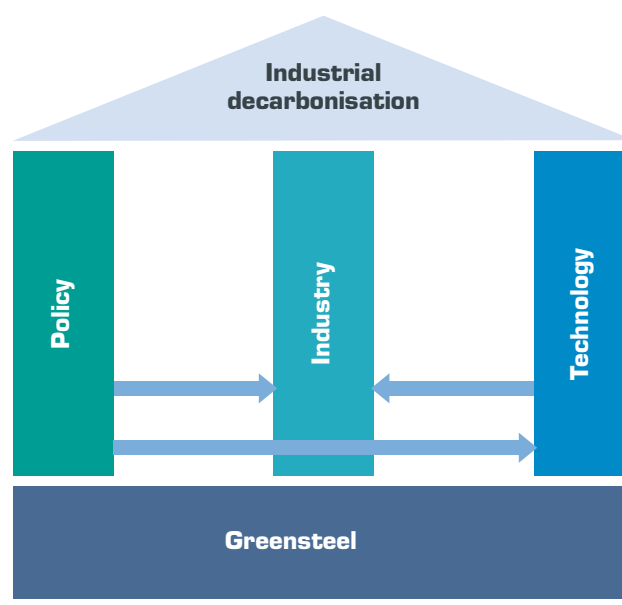


Abb. 11: Konzept des EU-Projektes GREENSTEEL
(Quelle: Projektantrag GREENSTEEL).

Highlights

FORSCHUNG

2019/20



Wertschöpfung für Stahlwerks- und Kupfer- raffinationsschlacken

(Arbeitspaket im Projekt 1.2 „Utilization of metallurgical slags“)



Projekt 1.2 befasst sich mit der Behandlung von metallurgischen Schlacken zur Rückgewinnung von metallischen und mineralischen Wertstoffen sowie zur Definition neuer Verwertungsmöglichkeiten.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt im Projekt 1.2

Die Metallindustrie gehört zu den energieintensiven Branchen und damit auch zu den großen CO₂-Emittenten. Deshalb gibt es zahlreiche Bestrebungen, neue Verfahren zu entwickeln, um die Ressourceneffizienz zu erhöhen. Schlacken sollen derart behandelt werden, um die daraus generierten Sekundärprodukte wiedereinzusetzen und so durch die Substitution von Primärrohstoffen Ressourcen einzusparen und CO₂-Emissionen zu verringern.

Die Behandlungsmethoden sehen im Fall von Stahlwerksschlacke vor, diese so zu verändern, dass das daraus erzeugte mineralische Produkt zementtechnologische Eigenschaften erhält und ähnlich wie mit Primärstoffen erzeugter Zement einen Festigkeitsbeitrag liefert. Da in der Zementindustrie mehr als die Hälfte der anfallenden CO₂-Emissionen rohstoffbedingt sind, können diese selbst mit optimalen Verfahren nicht beliebig gesenkt werden. Durch den Einsatz eines

Mineralprodukts aus Stahlwerksschlacke wird dies jedoch möglich. Gleichzeitig kann Metall aus der Schlacke zurückgewonnen werden, welches im idealen Fall wieder dem Stahlwerksprozess zugeführt werden kann. Damit können eine zusätzliche signifikante Wertschöpfung und Ressourceneinsparung erreicht werden.

Für die reduzierende Schlackenbehandlung werden Reduktionsmittel benötigt, um oxidisches Eisen und andere Metalle aus der Schlacke zu reduzieren und abzutrennen. Gleichzeitig wird die schmelzflüssige Schlacke chemisch so verändert, damit sie passende Eigenschaften für eine weitere baustofftechnische Verwertung aufweist. Durch Abschrecken der ca. 1.650 °C heißen Schlacke (siehe Abb. 12) wird diese zu einem sandartigen Mineralprodukt umgewandelt, wodurch die Energie quasi eingefroren wird. Diese Energie wird bei Wasserkontakt langsam frei und führt zu einer Festigkeitsbildung.

Im Projekt 1.2 werden daneben auch Schlacken aus der Kupferherstellung untersucht. Neben Untersuchungen zur Prozessverbesserung und zur Verringerung der Materialverluste werden neue Anwendungsfelder dieser Schlacken gesucht und die Eignung, dass Kupferraffinationsschlacke als Sekundärprodukte verwertet werden können, bewertet.

AREA 1

HIGHLIGHT



Wirkungen und Effekte

In Laborversuchen konnten bei der Untersuchung des aus der reduzierenden Behandlung von Stahlwerksschlacke erzeugten Mineralprodukts bereits brauchbare zementtechnologische Eigenschaften erreicht werden. Ziel der laufenden Arbeiten ist es, die Produktqualitäten in Zusammenarbeit mit den beteiligten Industriepartnern bei gleichzeitiger Betrachtung ökonomischer und ökologischer Rahmenbedingungen weiter zu verbessern. Dies beinhaltet u.a. die notwendige Menge des Reduktionsmittels und der Konditionierstoffe sowie eine möglichst niedrige Behandlungstemperatur.

Die Prozessentwicklung zur Behandlung von Reststoffen aus dem Stahlherstellungsprozess, wie es im Falle des Projektes 1.2 für die Stahlwerksschlacke versucht wird, stellt einen wesentlichen Beitrag der Stahlindustrie zur Schließung von Stoffkreisläufen und somit zur Etablierung einer ressourceneffizienten und nachhaltigen Produktion dar. Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) ist eine der Säulen zur Erreichung der Klimaziele und bedeutet eine direkte Rückführung von Reststoffen in den Prozess oder eine Reststoffbehandlung zur Rückgewinnung metallischer und mineralischer Wertstoffe. Diese Wertstoffe können als Sekundärrohstoffe entweder intern im Stahlwerksprozess oder extern in anderen Industriesektoren eingesetzt werden. Somit trägt die Forschungsarea 1 der K1-MET GmbH dazu bei, Möglichkeiten der Sektorkopplung aufzuzeigen (auch bekannt unter dem Fachbegriff industrial symbiosis), um die Ressourceneffizienz in der europäischen produzierenden Industrie voranzutreiben und zu etablieren.



Abb.12: Abkühlung und Granulation von reduzierter Stahlwerksschlacke
(Quelle: FEhS Institut für Baustoffforschung e.V.).

Highlights

FORSCHUNG

2019/20

Thermomechanische Berechnung und künstliche Intelligenz in der Gesteinshüttenkunde

(Projekt 2.4 „A procedure for the design of refractory linings“ und Arbeitspaket im Projekt 2.5 „New mold slag types and viscosity of metallurgical slags“)

Modellierung und Simulation werden in den Projekten 2.4 und 2.5 zur Erstellung von Richtlinien zur Auslegung von Feuerfestzustellungen sowie für die Viskositätsmodellierung von Gießschlacken verwendet.

Herausforderungen und wissenschaftliche Inhalte in den Projekten 2.4 und 2.5

Ein künstliches neuronales Netzwerk (KNN) ist ein Rechenmodell, das auf der Struktur der Neuronen des menschlichen Gehirns basiert und anhand von Daten trainiert wird. KNN wurden bereits im großen Umfang zur Lösung realer, nichtlinearer Probleme in der Stahlindustrie eingesetzt. In Area 2 wird KNN für die Vorhersage von Temperaturen und Spannungen in der feuerfesten Zustellung von Stahlpfannen und für die Berechnung von Schlackenviskositäten herangezogen (siehe Abb.13).

Die Lebensdauer einer Stahlpfanne wird maßgeblich von den Temperaturen und den Spannungen in der feuerfesten Auskleidung beeinflusst. Direkte Messungen dieser Parameter während des Einsatzes sind jedoch schwierig. Daher sind zur Überwachung Vorhersagemodelle notwendig. Für die konkrete Fallstudie wurde im Projekt 2.4 eine Stahlpfanne ausgewählt. Ein repräsentativer Datensatz, bestehend aus 160

Zustellungskonfigurationen, wurde durch mehrere orthogonale Arrays- und Finite-Elemente-Simulationen (FE) generiert. Dadurch konnten mit optimierten KNN-Modellen die Temperaturen und Spannungen von zwei optimierten Auskleidungskonzepten vorhergesagt werden.

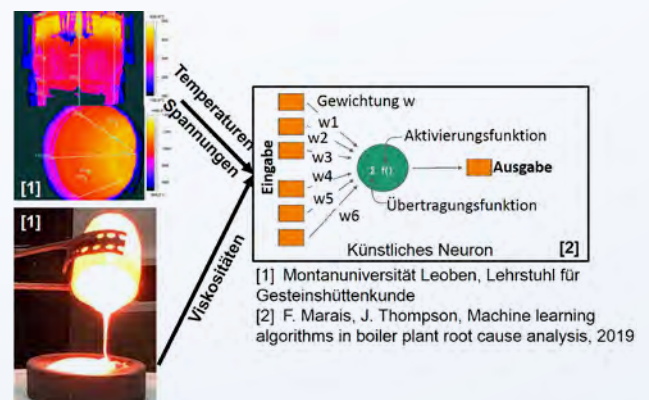


Abb. 13: Neuronale Netze für die Untersuchung von Feuerfestausmauerungen und die Viskosität von Gießschlacken (Quelle: Montanuniversität Leoben / K1-MET GmbH).

AREA 2

HIGHLIGHT



Schlacken bestehen aus geschmolzenen Oxiden und kommen in zahlreichen metallurgischen Prozessen vor. Einer ihrer Schlüsseigenschaften im flüssigen Zustand ist die Viskosität, die wesentlich von der chemischen Zusammensetzung der Schlacke abhängt. Da Hochtemperaturviskositätsmessungen schwierig, zeit- und kostenaufwändig sind, besteht die Notwendigkeit, zuverlässige mathematische Modelle für die Viskositätsvorhersage zu entwickeln. Daher wurde im Rahmen des Projektes 2.5 die Anwendbarkeit von KNN für die Prognose der Schlackenviskosität unter Verwendung experimenteller Daten aus der Literatur und gemessener Daten überprüft (siehe dazu Abb. 14).

Der Vergleich mit gemessenen Daten zeigte, dass der mittlere Fehler bei der KNN-Modellierung unter anderen Modellen liegt. Schließlich wurde ein benutzerfreundliches Werkzeug zur Vorhersage der Viskosität generiert, das in den nächsten Projektjahren erweitert werden soll.

Wirkungen und Effekte

KNN Modelle können verwendet werden, um das Verschleißverhalten neuer feuerfester Auskleidungskonzepte vor der industriellen Anwendung vorherzusagen. Dies spart Zeit, Material und Kosten, da weniger industrielle Versuche notwendig sind. Das entwickelte KNN stellt einen Grundbestandteil des neu entwickelten, digitalen Werkzeugs für die Stahlindustrie zur Überwachung, Wartung und Optimierung feuerfester Auskleidungen dar. Mit Adaptierungen kann es für die Vorhersage des Verhaltens feuerfester Ausmauerungen anderer metallur-

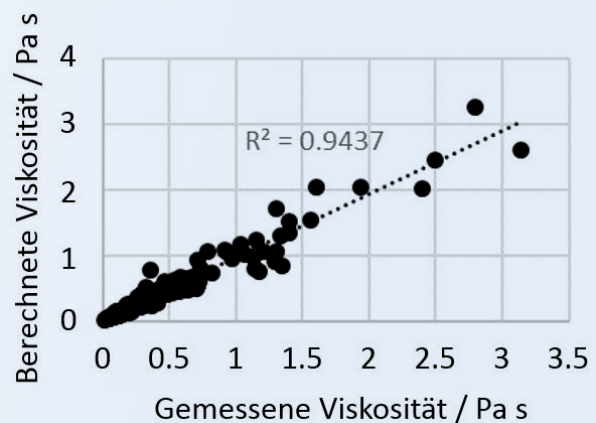


Abb. 14: Vergleich berechneter Schlackenviskositätswerte (Verwendung von KNN) mit gemessenen Daten (Quelle: Montanuniversität Leoben / K1-MET GmbH).

gischer Aggregate, sowie für die Prozess- und Rezepturoptimierung herangezogen werden. Mit zunehmender Rechenleistung von Computern steigt das Potenzial der Prozessmodellierung, wofür die Kenntnis der Viskosität von Bedeutung ist. Dazu notwendige Viskositätswerte können mittels des neuen Viskositätsvorhersagewerkzeuges einfach generiert werden.

Highlights

FORSCHUNG

2019/20



LowNO_x – Eine numerisch effektive Methode zur Vorhersage von Stickoxidemissionen in Industrieöfen

(Arbeitspaket im Projekt 3.3 „Energetic optimization“)

Projekt 3.3 beschäftigt sich mit Strömungs- und numerischer Modellierung zur energetischen und Emissionsoptimierung energieintensiver Aggregate.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt im Projekt 3.3

Aufgrund der ständig steigenden Umweltauflagen sind Stickoxidemissionen (NO_x) in Industrieöfen ein permanentes Thema von Interesse. Abgasnachbehandlungen zur Reduktion der NO_x-Emissionen erhöhen die Investitions- und Betriebskosten des Ofens. Sinnvoller ist es, die NO_x-Emission an der Quelle, dem Brenner, zu minimieren. Für dies ist ein detailliertes Verständnis der Flamme des eingesetzten Brenners erforderlich.

Eine kostengünstige Methode, um das Verständnis zu erlangen, ist die Verwendung von Computational Fluid Dynamics (CFD). In der Regel ist ein komplexer Reaktionsmechanismus erforderlich, um die Bildung von NO_x in einer Flamme ausreichend genau zu modellieren. Detaillierte chemische Mechanismen in Kombination mit Verbrennungsmodellen wie dem Eddy Dissipation Concept (EDC) oder dem Partially

Stirred Reactor (PaSR) sind für praktische industrielle Anwendungen zu zeitaufwändig. Das Laminar Flamelet Modell verwendet eine tabellarische Chemie in Kombination mit Wahrscheinlichkeitsfunktionen, die eine schnelle Vorhersage der Flamme ermöglicht, jedoch keine langsameren Reaktionen, wie die Bildung von NO_x, berechnen kann. Um dieses Problem zu lösen, wurde ein NO_x-Postprocessor für das Laminar Flamelet Modell entwickelt. Der Postprocessor verwendet die fixierten Strömungs-, Turbulenz- und Temperaturfelder aus Ergebnissen des Laminar Flamelet Modells und löst die NO_x-Bildungsreaktionen in einem nachfolgenden Schritt auf Basis eines detaillierten Reaktionsmechanismus. Um die Rechengeschwindigkeit zu erhöhen, wurde ein Filteralgorithmus entwickelt, der nur die Reaktionen in den notwendigen Bereichen löst. Dieser Ansatz reduziert die Berechnungszeit um 85 %. Somit ist dieses Konzept auf industrielle Ofenanlagen anwendbar. Der Ansatz erhielt den Namen 2.0.

Für eine vollständige Optimierung eines Brenners ist jedoch ein iterativer Prozess mit mehreren Simulationen erforderlich. Um dies in einem angemessenen Zeitrahmen durchzuführen, musste die Geschwindigkeit des anfänglichen Postprozessors weiter erhöht werden, somit wurde der NO_x-Postprocessor

AREA 3

HIGHLIGHT



2.0+ entwickelt. Dieser beinhaltet drei zusätzliche Methoden zur Beschleunigung der Berechnung. Die erste Methode reduziert die Gleitkommaoperation. Dies wird erreicht durch eine interne Umstrukturierung, was zu einer 35%igen Geschwindigkeitssteigerung führt, wobei die Speichernutzung um ein Drittel steigt. Die zweite Methode generiert Startwerte für mehrere chemische Spezies basierend auf einem einfacheren Reaktionsmechanismus, wodurch die Rechenzeit um weitere 32 % verringert wird. Die dritte Methode generiert automatisch ein neues Berechnungsgitter, das für den NO_x-Postprozessor optimiert ist. Hierbei kann die Rechenzeit wieder um ein Drittel verkürzt werden.

Wirkungen und Effekte

Mit dem Stickoxid-Postprozessor 2.0 wurde in der letzten Förderperiode ein Brennerdesign verbessert. Der so entwickelte Brenner konnte die NO_x-Emission von 46 ppm auf 30 ppm reduzieren. Des Weiteren wurde ein Schachtofen betrachtet und die Bildung von Stickstoffmonoxid simuliert (siehe Abb. 15). Dies führte zu einem besseren Verständnis der Einflussparameter für die Bildung von NO_x im Schachtofen.

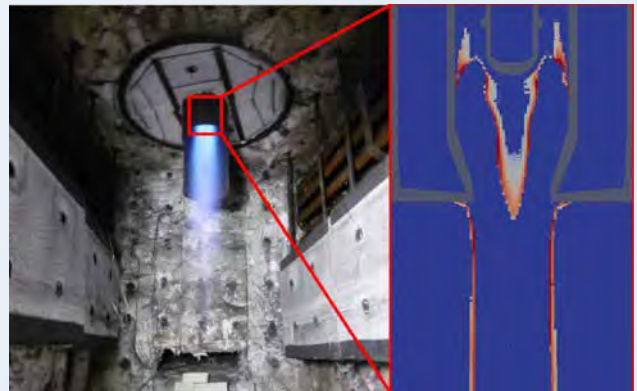


Abb. 15: Bildungszonen von Stickstoffmonoxid in einem industriellen Brenner (Quelle: Montanuniversität Leoben / K1-MET GmbH).

Derzeit befinden sich zwei Brenner im Optimierungsprozess mit dem NO_x-Postprozessor 2.0+. Der Vorteil eines optimierten Brenners liegt in geringeren Stickoxidemissionen, ohne die Betriebskosten zu erhöhen oder die Energieeffizienz zu beeinträchtigen.

Highlights

FORSCHUNG

2019/20



Modellierung der Reaktivität alternativer Reduktionsmittel unter Hochofenbedingungen

(Arbeitspaket im Projekt 4.3 „Interacting granular flows“)

Projekt 4.3 beinhaltet die numerische Abbildung und die Modellentwicklung im Bereich der Primärmetallurgie von Eisen und Stahl und der Refraktärmetallurgie mit speziellem Fokus auf der Interaktion und der chemischen Reaktion von Partikeln.

Herausforderungen und wissenschaftlicher Inhalt im Projekt 4.3

Alternative Reduktionsmittel (ARAs) werden zur Reduktion des Koksverbrauchs im Hochofen verwendet. Die Reaktivität ist eine wesentliche Eigenschaft geeigneter ARAs. Die Bestimmung von Reaktivitäten beruht auf folgender Annahme: Im Reaktor herrschen homogene Bedingungen, da räumlich aufgelöste Informationen fehlen. Die räumlichen Variationen der Umgebungsbedingungen können jedoch zu einer Über- oder Unterschätzung der ARA-Reaktivität führen. Aus diesem Grund bietet CFD eine Möglichkeit, zusätzliche Informationen über die Vorgänge in Laboranlagen zu erlangen und dabei zu helfen, diese räumlichen Schwankungen zu bestimmen. Computergestützte Ansätze können die Genau-

igkeit der extrahierten Reaktivitäten maßgeblich verbessern und außerdem zusätzliche Informationen zu den Umsatzbedingungen liefern.

Während eines Forschungsaufenthaltes bei den Sandia National Laboratories (USA) wurde ein digitaler Zwilling des Sandia Pressurized Entrained Flow Reactors (PEFR) erstellt. Der digitale Zwilling wurde mit experimentellen Temperaturen und Umsatzdaten validiert. Mit Hilfe des digitalen Zwillings wurden räumliche Schwankungen der Temperaturen, Spezieskonzentrationen und Geschwindigkeiten in der reaktiven Zone identifiziert. Lagrange-Tracerpartikel wurden zur Bestimmung realistischer Umsatzbedingungen verwendet. Die folgenden Abb. 16 und 17 zeigen starke Variationen der Umsatzbedingungen (Temperatur, Geschwindigkeit) entlang von Partikelbahnen (Trajektorien).

Diese Schwankungen verfälschen die Auswertung von Experimenten sowie die darin bestimmten Reaktivitäten. Erste Ergebnisse zeigen einen Unterschied von rund 15 % zwischen dem computergestützten und dem üblichen Ansatz.

AREA 4

HIGHLIGHT

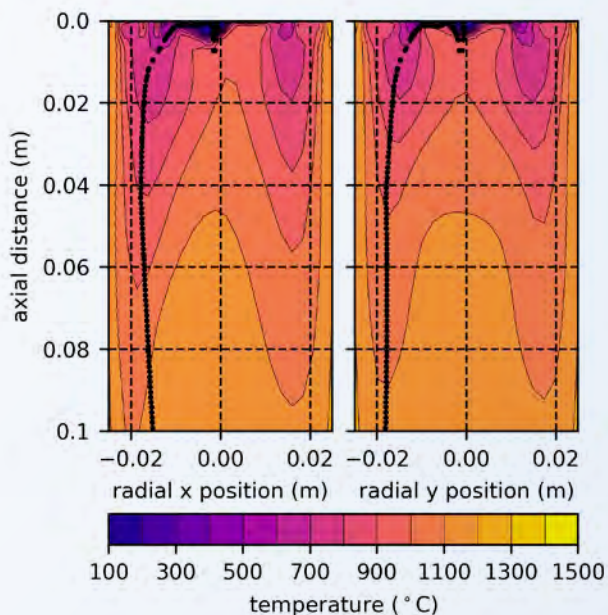


Abb. 16: Temperatur am Kohleinjektionspunkt; die schwarze punktierte Linie zeigt die Partikelbahn (Quelle: TU Wien / K1-MET GmbH).

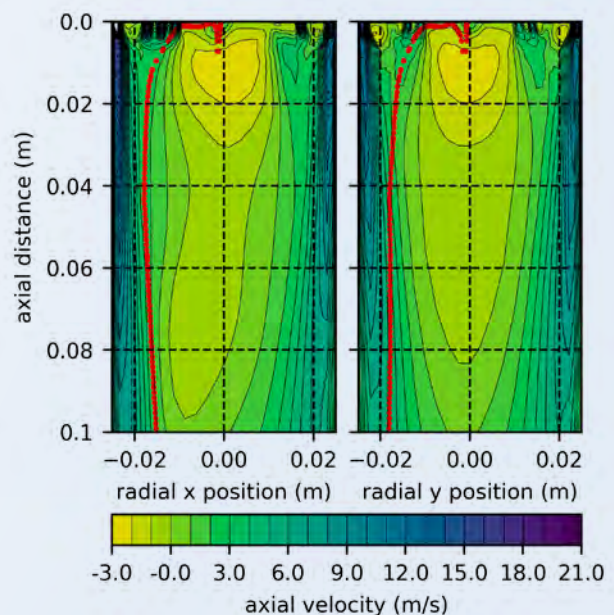
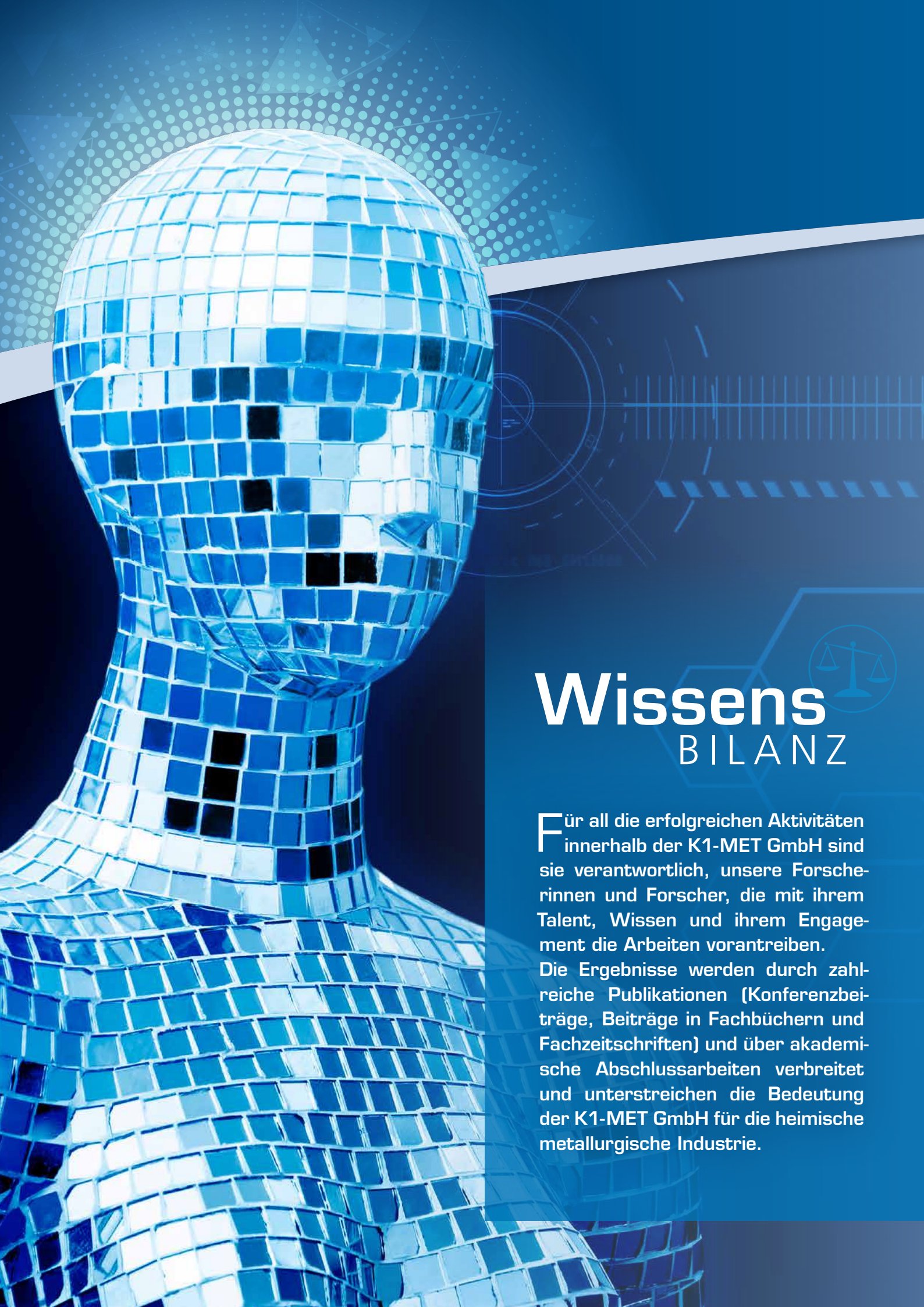


Abb. 17: Geschwindigkeit am Kohleinjektionspunkt; die rote punktierte Linie zeigt die Partikelbahn (Quelle: TU Wien / K1-MET GmbH).

Wirkungen und Effekte

Das Konzept des digitalen Zwillings kann zur Untersuchung von experimentellen Aufbauten genutzt werden. Zusätzlich können damit die Ergebnisse bereits durchgeführter Experimente verbessert werden. Der computergestützte Ansatz für die Bestimmung von ARA-Reaktivitäten wird in dieser

Förderperiode zur Auswertung von ARA-Experimenten verwendet. Die Identifikation von nachhaltigen ARAs ist ein Schlüsselthema, um die Umweltauswirkungen des Hochofenprozesses zu reduzieren.

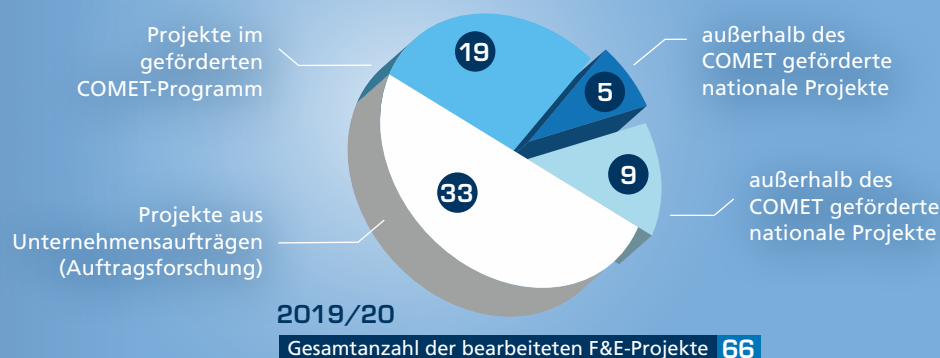


Wissens BILANZ

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

Programm- und Auftragsforschung

Im Geschäftsjahr 2019/20 wurde in insgesamt 66 F&E-Projekten (single-firm und multi-firm Projekten) geforscht. Außerhalb des geförderten COMET-Programms wurden im fünften Geschäftsjahr insgesamt fünf Projekte aus anderen Förderschienen der FFG realisiert. Daneben konnte die K1-MET GmbH mit der Teilnahme an den Projekten MinSiDeg, INEVITABLE und GREENSTEEL drei internationale F&E-Tätigkeiten starten, insgesamt war die K1-MET GmbH somit an neun internationalen Projekten beteiligt. Zusätzlich wurden aus Unternehmensaufträgen 33 Projekte bearbeitet. Somit konnte sich K1-MET durch Projektforschung im Bereich der Metallurgie im nationalen und internationalen Bereich etablieren. Das Team des K1-MET arbeitet mit großem Einsatz daran, durch weitere Teilnahmen an EU-geförderten Projekten den Bekanntheitsgrad von K1-MET zu steigern.



Humankapital

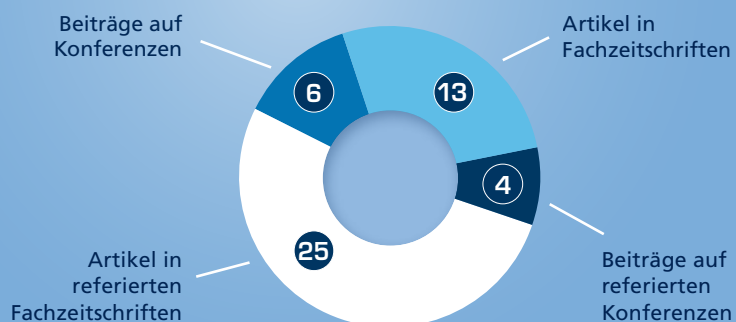
Am Ende des Geschäftsjahres 2019/20 (Stichtag 30.06.2020) zählte die Belegschaft der K1-MET GmbH 73 Personen (62,03 Personenjahre). Der Forschungsanteil beträgt 88,50 % (64 Köpfe mit 54,89 Personenjahren, davon 24 weibliche und 40 männliche Forscher) und umfasst folgende akademische Bereiche: Metallurgie, Verfahrenstechnik, Chemie, Physik, Informatik (Computational Engineering mit den Schwerpunkten Netzwerktechnik und Simulation) und Mechatronik. Der Akademikeranteil beträgt 86,60 %.

	Personenjahre	Köpfe	Anteil [%]
TOTAL	62,03 / 44,51*	73 / 60*	100,00 / 100,00*
■ davon weiblich	24,35 / 17,90	29 / 25	39,25 / 40,20
■ davon männlich	37,68 / 26,61	44 / 35	60,75 / 59,80
Administration	7,14 / 7,14	9 / 9	11,50 / 16,03
■ davon weiblich	4,30 / 3,30	5 / 4	60,24 / 46,22
■ davon männlich	2,84 / 3,84	4 / 5	39,76 / 53,78
Wissenschaftliche Belegschaft	54,89 / 37,38	64 / 51	88,50 / 83,97
■ davon weiblich	20,05 / 14,60	24 / 21	36,53 / 39,05
■ davon männlich	35,84 / 22,78	40 / 30	63,47 / 60,95

* Vorjahreszahlen

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 Forscherinnen und Forscher und spiegelt sich in deren Publikationen mit internationaler Sichtbarkeit und hoher wissenschaftlicher Qualität wider. Im Geschäftsjahr 2019/20 unterstrichen 48 Publikationen (Journalartikel, Konferenzen) sowie eine Reihe akademischer Arbeiten die wissenschaftliche Exzellenz von K1-MET.



Gesamtanzahl der Publikationen in der FP 2 **48**

Wissenschaftlichkeit	2019/20	2018/19	2017/18
Anzahl der erteilten Patente	2	2	1
Abgeschlossene Dissertationen	11	5	1
Abgeschlossene Masterarbeiten	7	16	15
Abgeschlossene Bakkalaureatsarbeiten	4	13	9

Artikel in referierten Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Penz, F. M., Parreiras Tavares, R., Weiß, C., Schenk, J., Ammer, R., Pastucha, K., Klösch, G.	Analytical and numerical determination of the heat transfer coefficient between scrap and hot metal based on small-scale experiments	International Journal of Heat and Mass Transfer	138 / 2019 / 640-646
Höfler, T., Danninger, H., Linder, B.	Examination of oxide scales formed during hot rolling of steels	Praktische Metallographie	56 (7) / 2019 / 449-456
Hou, A., Jin, S., Gruber, D., Harmuth, H.	Influence of variation / response space complexity and variable completeness on BP-ANN model establishment: case study of steel ladle lining	Applied Sciences	9 (14) / 2019 / paper no. 2835
Stückelschweiger, M., Gruber, D., Jin, S., Harmuth, H.	Wedge-splitting test on carbon-containing refractories at high temperatures	Applied Sciences	9 (16) / 2019 / paper no. 3249
Dorrer, P., Michelic, S., Bernhard, C., Penz, A., Rössler, R.	Study on the influence of FeTi-addition on the inclusion population in Ti-stabilized ULC steels and its consequences for SEN-clogging	Steel Research International	90 (7) / 2019 / paper no. 1800653
Kölbl, N., Harmuth, H.	Automated break temperature determination of mold slag for the continuous casting of steel based on temperature-dependent viscosity data	Ironmaking and Steelmaking	Artikel online publiziert / 2019
Tsioutsios, N., Weiß, C., Rieger, J., Schuster, E., Geier, B.	Flame front progress in gas assisted iron ore sintering	Applied Thermal Engineering	165 / 2019 / paper no. 114554
Saeedipour, M., Schneiderbauer, S.	A new approach to include surface tension in the subgrid eddy viscosity for the two-phase LES	International Journal of Multiphase Flow	123 / 2019 / paper no. 123128
Naseri Seftejani, M., Schenk, J., Spreitzer, D., Zarl, M. A.	Slag formation during reduction of iron oxide using hydrogen plasma smelting reduction	Materials	13 (4) / 2020 / paper no. 935
Seelajaroen, H., Spiess, S., Haberbauer, M., Maki Hassel, M., Aljabour, A., Thallner, S., Guebitz, G. M., Sariciftci, N. S.	Enhanced methane producing microbial electrolysis cells for wastewater treatment using poly (neutral red) and chitosan modified electrodes	Sustainable Energy and Fuels	Artikel online publiziert / 2020
Kremser, K., Thallner, S., Schoen, H., Weiss, S., Hemmelmaier, C., Schnitzhofer, W., Aldrian, A., Guebitz, G. M.	Stirred tank and heap-bioleaching of shredder-light-fractions (SLF) by acidophilic bacteria	Hydrometallurgy	193 / 2020 / paper no. 105315
Ponak, C., Windisch, S., Mally, V., Holzer, A., Raupenstrauch, H.	Phosphorus gasification during the reduction of basic oxygen furnace slags in a novel reactor concept	Advanced Materials Letters	11 (7) / 2020 / paper no. 20071535

Artikel in referierten Fachzeitschriften – Fortsetzung

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Rechberger, K., Spanlang, A., Sasiain Conde, A., Wolfmeir, H., Harris, C.,	Green hydrogen-based direct reduction for low carbon steelmaking	Steel Research International	Artikel online publiziert / 2020
Pirker, S., Puttinger, S., Rössler, R., Lichtenegger, T.	Steel alloy homogenization during RH vacuum treatment conventional CFD, recurrence CFD and plant observations	Steel Research International	Artikel online publiziert / 2020
Dabbagh, F., Pirker, S., Schneiderbauer, S.	On the fast modeling of species transport in fluidized beds using recurrence CFD	AIChE Journal	66 (5) / 2020 / paper no. E16931
Lichtenegger, T.	Fast Eulerian-Lagrangian simulations of moving particle beds under pseudo-steady-state conditions	Powder Technology	362 / 2020 / 474-485
Schneiderbauer, S.	Verification and validation of spatially-averaged models for fluidized gas-particle suspensions	Chemical Engineering and Technology	43 (5) / 2020 / 848-858
Rachenzauner, S., Schneiderbauer, S.	A dynamic anisotropic spatially-averaged two-fluid model for moderately dense gas-particle flow	International Journal of Multiphase Flow	126 / 2020 / paper no. 103237
Wartha, E.-M., Bösenhofer, M., Harasek, M.	Characteristic chemical time scales for reactive flow modeling	Combustion Science and Technology	Artikel online publiziert / 2020
Lichtenegger, T., Pirker, S.	Towards data-assisted particle-fluid simulations of heat transfer in blast furnaces	Steel Research International	Artikel online publiziert / 2020
Puttinger, S., Stocker, H.	Towards a better understanding of blast furnace raceway blockages	Steel Research International	Artikel online publiziert / 2020
Kinaci, M. E., Lichtenegger, T., Schneiderbauer, S.	A CFD-DEM model for the simulation of direct reduction of iron-ore in fluidized beds	Chemical Engineering Science	Artikel online publiziert / 2020
Rachenzauner, S., Schneiderbauer, S.	A dynamic spatially averaged two-fluid model for heat transport in moderately dense gas-particle flows	Physics of Fluids	32 / 2020 / paper no. 063307
Schneiderbauer, S., Kinaci, M. E., Hauzenberger, F.	Computational Fluid Dynamics simulation of iron ore reduction in industrial-scale fluidized beds	Steel Research International	Artikel online publiziert / 2020
Abbasi, S., Pirker, S., Lichtenegger, T.	Application of recurrence CFD (rCFD) to species transport in turbulent vortex shredding	Computers and Fluids	196 / 2020 / paper no. 104348

Artikel in Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Ponak, C., Windisch, S., Breuer, F., Holzer, A., Mally, V., Lasser, M., Raupenstrauch, H.	Vermeidung von Calciumsilikatzerfall und Förderung der Glasbildung bei vollständiger Reduktion von Konverterschlacken	Stahl und Eisen	139 (11) / 2019 / 18-23
Krobath, R., Bernhard, C., Ilie, S., Six, J., Hahn, S., Pennerstorfer, P.	The role of grain boundary oxidation on surface crack formation under continuous casting conditions	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	164 (11) / 2019 / 461-465
Bernhard, C., Dorner, P., Michelic, S., Rössler, R.	The role of FeTi addition to micro-inclusions in the production of ULC steel grades via the RH process route	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	164 (11) / 2019 / 475-478
Wimmer, E., Kahrimanovic, D., Pastucha, K., Voraberger, B., Wimmer, G.	Computational Fluid Dynamics simulations for understanding and optimizing the AOD converter	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (1) / 2020 / 3-10
Draxler, M., Schenk, J., Bürgler, T., Sormann, A.	The steel industry in EU on the crossroad to carbon lean production – status, initiatives and challenges	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (5) / 2020 / 221-226
Rieger, J., Schenk, J.	State-of-the-art processing solutions of steelmaking residuals	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (5) / 2020 / 227-231
Sasiain, A., Rechberger, K., Spanlang, A., Kofler, I., Wolfmeir, H., Harris, C., Bürgler, T.	Green hydrogen as decarbonization element for the steel industry	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (5) / 2020 / 232-236
Preuler, L., Louhenkilpi, S., Bernhard, C., Ilie, S., Taferner, M.	Utilization of experimental data as boundary conditions for the solidification model Tempsimu-3D	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (5) / 2020 / 237-242
Spanlang, A., Wukovits, W., Weiss, B.	Development of a blast furnace model with thermodynamic process depiction by means of the rist operating diagram	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (5) / 2020 / 243-247
Kahrimanovic, D., Holzinger, G.	Recurrence CFD – one step closer to simulation based process monitoring	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (5) / 2020 / 248-251
Reiter, W., Lasser, M., Rieger, J., Raupenstrauch, H.	Der RecoDust-Prozess – Behandlung von zinkhaltigen Stahlwerksstäuben und weiteren Nebenprodukten aus integrierten Hüttenwerken	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (7) / 2020 / 297-301
Holzer, A., Mally, V., Ponak, C., Windisch, S., Raupenstrauch, H.	Technologien zur Nutzung von Wertstoff- und Energiepotentialen in LD-Konverterschlacken	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM)	165 (7) / 2020 / 302-307
Sormann, A., Schenk, J.	Aktueller Stand und Perspektiven für eine CO ₂ -freie Stahlerzeugung	Stahl + Technik	2 (1-2) / 2020 / 32-35



Beiträge auf referierten Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Schneider, R., Molnar, M., Klösch, G., Schüller, C.	Effect of the Al ₂ O ₃ -content in the slag on the chemical reactions and non-metallic inclusions during Electro-Slag Remelting	Liquid Metal Processing and Casting Conference (LMPC) / Birmingham (England) / 2019
Spanlang, A., Rummer, B., Schuster, E., Weiss, B., Wurm, J., Wukovits, W.	Modelling of trace material flow distributions in iron making processes based on thermodynamic multiphase calculations	10 th International Conference on Environmental Engineering and Management (ICEEM) / Iasi (Rumänien) / 2019
Javurek, M., Barna, M., Wimmer, P.	Simulation of electromagnetic stirring in continuous casting of stainless steel	11 th European Stainless Steel Conference (ESSC) & 8 th European Duplex Stainless Steel Conference & Exhibition (DUPLEX) / Wien / 2019
Dabbagh, F., Pirker, S., Schneiderbauer, S.	On the fast fluidized bed simulations using recurrence CFD	AIChE Annual Meeting / Orlando (USA) / 2019

Beiträge auf Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Hou, A., Jin, S., Gruber, D., Harmuth, H.	Modelling of a steel ladle and prediction of its thermo-mechanical behaviour by finite element simulation together with artificial neural network approaches	Congress on Numerical Methods in Engineering (NNM) / Guimarães (Portugal) / 2019
Jin, S., Hou, A., Gruber, D., Harmuth, H.	Approaches towards a digital tool for optimising lining design – case studies of channel induction furnace and steel ladle	Unified International Technical Conference of Refractories (UNIT-TECR) / Yokohama (Japan) / 2019
Javurek, M.	CFD benchmark for a single strand tundish including particle separation	Inclusion Cleanliness / Nancy (Frankreich) / 2019
Leitold, C., Vollmann, S., Harmuth, H.	Towards the prediction of refractory erosion by liquid slags and metal	62 nd International Colloquium on Refractories (ICR) / Aachen (Deutschland) / 2019
Wimmer, E., Kahrmanovic, D., Pastucha, K., Voraberger, B., Wimmer, G.	Understanding and optimizing AOD process with CFD simulations	11 th European Stainless Steel Conference (ESSC) & 8 th European Duplex Stainless Steel Conference & Exhibition (DUPLEX) / Wien / 2019
Holzinger, G.,	Implementation of the recurrence CFD method in OpenFOAM	OpenFOAM Workshop / Duisburg (Deutschland) / 2019

Patente

Geschäftsjahr 2019/20

1 Patent von K1-MET GmbH und Montanuniversität Leoben im Geschäftsjahr 2019/2020 angemeldet

1 Patent von Primetals Technologies Austria GmbH im Geschäftsjahr 2019/2020 angemeldet

Dissertationen / Masterarbeiten / Bakkalaureatsarbeiten

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Doletschek, M. (Dissertation)	Simulation der Stoffübertragung in der Stahlpfanne	Montanuniversität Leoben / 2019
Hou, A. (Dissertation)	Application of some digital techniques to optimize the thermomechanical behavior of refractory linings	Montanuniversität Leoben / 2019
Kamali Moaveni, A. (Dissertation)	Physical processing of BOF slags	Montanuniversität Leoben / 2019
Krobath, R. (Dissertation)	Untersuchungen zu Oberflächenrissbildungen beim Stranggießen von Stahl	Montanuniversität Leoben / 2019
Penz, F. M. (Dissertation)	Experimental research and mathematical modelling of the melting and dissolution behaviour of scrap in liquid hot metal	Montanuniversität Leoben / 2019
Ponak, C. (Dissertation)	Carbo-thermal reduction of basic oxygen furnace slags with simultaneous removal of phosphorus via the gas phase	Montanuniversität Leoben / 2019
Preuler, L. (Dissertation)	Wärmeübergang zwischen Wasser-/Luftgemischen und heißen Stahloberflächen unter den Bedingungen des Stranggießens	Montanuniversität Leoben / 2019

Dissertationen / Masterarbeiten / Bakkalaureatsarbeiten – Fortsetzung

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Höfler, T. (Dissertation)	Stahl-Zunder-Interfaceschichten bei der Produktion von Warmbreitband	Technische Universität Wien / 2019
Jordan, C. (Dissertation)	Numerische Untersuchung von reaktiven Strömungen bei erhöhten Temperaturen	Technische Universität Wien / 2019
Tsioutsios, N. (Dissertation)	Laborsinteranlage zum abgasschadstoffreduzierten Sintern von Eisenerz mittels Kokssgrussubstitution durch Brenngas	Montanuniversität Leoben / 2020
Vila, A. (Dissertation)	Numerical modeling of gas-solid flows with cohesive powders	Johannes-Kepler-Universität Linz / 2020
Repolusk, M. (Masterarbeit)	Energetische Simulation des Power Cooler und Validierung auf Basis von Versuchsergebnissen	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2019
Schroft, S. (Masterarbeit)	Elektro-Schlacke-Umschmelzen eines schwefellegierten Vergütungsstahles	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2019
Klopf, M. (Masterarbeit)	Chemische und mineralogische Charakterisierung sekundär-metallurgischer Schlacken	Montanuniversität Leoben / 2019
Bauer, T. (Masterarbeit)	Mechanische Charakterisierung eines kohlenstoffgebundenen feuerfesten MgO-C Werkstoffes im Hochtemperaturbereich	Montanuniversität Leoben / 2020
Halwax, A. (Masterarbeit)	Auflösungsverhalten von Schrott in Roheisen unter Schutzgas-athmosphäre	Montanuniversität Leoben / 2020
Öczelik, K. (Masterarbeit)	Optimierung von Schweißzusätzen für das Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode	Montanuniversität Leoben / 2020
Heidegger, C. (Masterarbeit)	Gasphasen-Reaktionsmechanismen für hochofenähnliche Bedingungen	Technische Universität Wien / 2020
Gennari, A. (Bakkalaureatsarbeit)	Chemische Charakterisierung von Stäuben aus Hüttenwerken	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2019
Rainer, M. (Bakkalaureatsarbeit)	Chemische Fraktionierung von Zink in Hüttenwerksstäuben	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2019
Lemmerer, D. (Masterarbeit)	Einfluss der Abgasfeuchte auf die katalytische CO-Oxidation an dem perowskitischen Material LaCoO ₃	Montanuniversität Leoben / 2019
Farkas, M. (Bakkalaureatsarbeit)	Vergleich und Evaluierung der Lichtbogenstabilitätsfelder im Bereich der Reduktion von Feinerzen mit Wasserstoff-Argon Plasmen	Montanuniversität Leoben / 2020

F&E-Kommunikation

Damit die von K1-MET vorangetriebene Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Bereich der metallurgischen Prozesstechnik effizient kommuniziert wird, bedient sich K1-MET zahlreicher Möglichkeiten. Dazu zählen Artikel in Printmedien, Auftritte bei diversen Veranstaltungen und Messen sowie unsere Website (<https://www.k1-met.com/news/>). Somit informiert K1-MET diverse Zielgruppen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit über den Verlauf der Forschungsprojekte. Aufgrund der COVID-19 bedingten Absage von Konferenzen und Messen im Frühjahr 2020 nahm die K1-MET GmbH an weniger Fachveranstaltungen teil. Dafür konnten aber die Medienberichte im Vergleich zum Geschäftsjahr 2018/19 gesteigert werden.

Öffentliche Auftritte	2019/20	2018/19	2017/18
Anzahl der Medienberichte	13	8	21
Teilnahme an Fachveranstaltungen (Konferenzen, Messeauftritte)	11	28	20



Abb. 18: Erster Hüttentag am 07.11.2019 in Essen (Deutschland)
(Quelle: Home of Steel – B2B Plattform der DVS Media GmbH).

Abb. 19 und 20: Vortrag von K1-MET GmbH (im Bild Dr. Axel Sormann) beim Ersten Hütten- tag in Essen (Quelle: Home of Steel – B2B Plattform der DVS Media GmbH).



Abb. 21: Podiumsdiskussion mit Dr. Axel Sormann beim Ersten Hütten- tag in Essen (Quelle: Home of Steel – B2B Plattform der DVS Media GmbH).

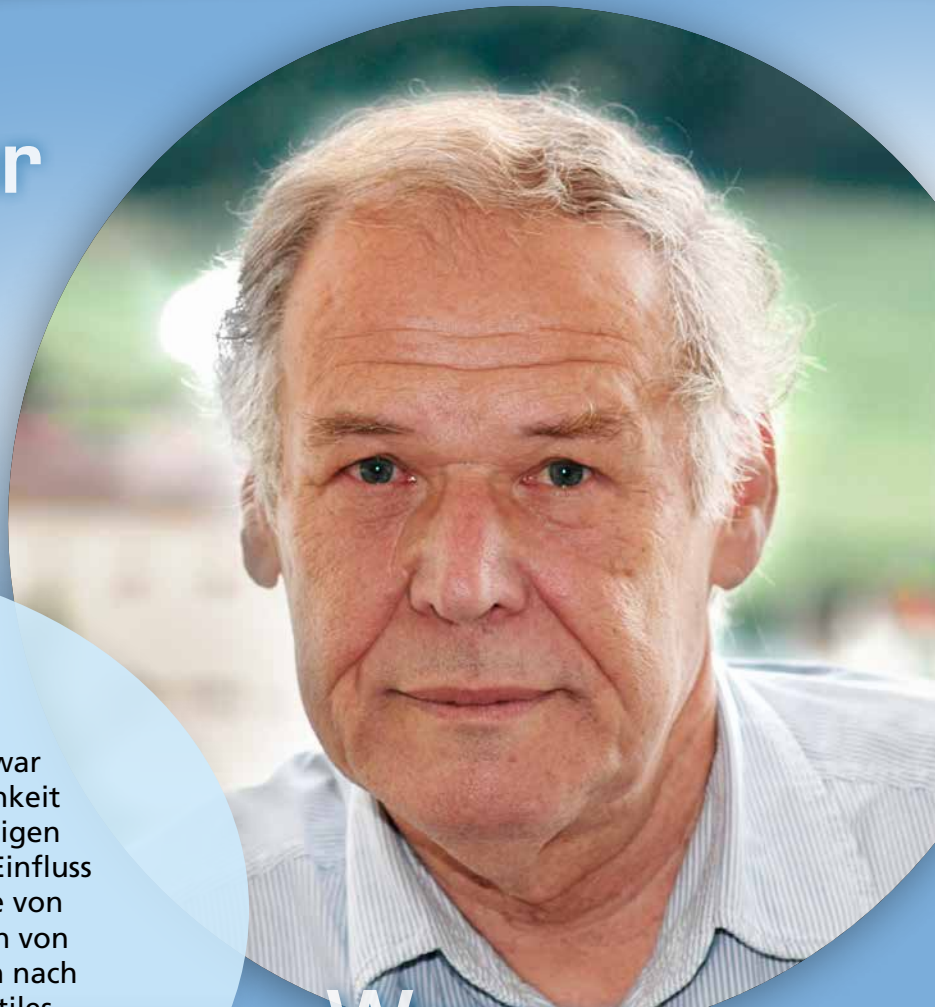
Abb. 22: K1-MET GmbH bei einem Workshop der Euro- päischen Stahltechnologie- plattform ESTEP am 13.11.2019 in Bergamo (Italien) (Quelle: European Steel Technology Platform ESTEP).



Abb. 23: Symposium zur wasserstoffbasierten Stahl- herstellung im Rahmen des FFG-Projektes „SuSteel“ am 05.02.2020 in Leoben (Quelle: K1-MET GmbH)

Kommentar

em. o. Univ.-Prof. DI Dr. mont.
WERNER KEPPLINGER



Werner
Kepplinger

(ADVISORY BOARD)



Das abgelaufene Geschäftsjahr war sehr stark von der in der Öffentlichkeit diskutierten Thematik der zukünftigen Entwicklung des Klimas und dessen Einfluss auf unser Leben geprägt. Es wurde von mehreren Organisationen und auch von Stimmen aus der Politik der Wunsch nach Einschränkungen unseres Lebensstiles wie der Verzicht auf Flugreisen, die Verringerung der Autofahrten, fleischarme Ernährung, etc. ausgedrückt.



Was hat das mit K1-MET zu tun?
Die meisten Gebiete im K1-MET bauen darauf, ohne Herabsetzung des wirtschaftlichen Standards mit weniger Verlusten und besserer Effizienz die gleichen Produkte herstellen zu können. Bei der Entwicklung CO₂-sparender oder CO₂-freier Verfahren wird auch kein negativer Effekt auf das Klima ausgeübt. Dieser Beitrag ist sicher wirkungsvoller als das Tragen von tausenden Plakaten auf der Straße. Ich möchte daher den Mitarbeitern aller Forschungsareas weiter viel Erfolg wünschen.

Bilanz

LAGEBERICHT

Finanz- und Ergebnissituation, Arbeitsschwerpunkte

Offenlegung

Der Abschlussprüfer bestätigt den Jahresabschluss 2019/20 uneingeschränkt. Die Offenlegung erfolgt im Firmenbuch des Landesgerichtes Linz unter FN 436281 s.

Geschäftsergebnis

Das Unternehmen erzielte ein positives Betriebsergebnis in Höhe von EUR 50.131,84 (VJ: TEUR 789) und ein Finanzerfolg in Höhe von EUR 166,27 (VJ: TEUR 0). Nach Berücksichtigung des Steueraufwandes in Höhe von EUR 750,03 (VJ: TEUR 81) und der Hinzurechnung des Gewinnvortrags aus dem Vorjahr in Höhe von EUR 1.531.813,15 (VJ: TEUR 824) ergibt sich ein positiver Bilanzgewinn in Höhe von EUR 1.581.361,23 (VJ: TEUR 1.532).

Vermögenslage

Zum 30.06.2020 liegen die Anschaffungs- und Herstellungskosten des Anlagevermögens bei EUR 4.004.281,79 (VJ: TEUR 3.657) und unterteilt sich in die immateriellen Vermögensgegenstände in Höhe von EUR 405.504,00 (VJ: TEUR 316) und in Sachanlagen (Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten, einschließlich der Bauten auf fremden Grund in Höhe von EUR 10.256,00 (VJ: TEUR 6); andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung in Höhe von EUR 3.534.689,97 (VJ: TEUR 3.291) und geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau in Höhe von EUR 53.831,82 (VJ: TEUR 43)). Die geringwertigen Wirtschaftsgüter werden in Summe mit EUR 5.239,18 (VJ: TEUR 6) beziffert. Die noch nicht abrechenbaren Leistungen werden mit EUR 505.152,00 (VJ: TEUR 54) ausgewiesen. Zu diesen noch nicht abrechenbaren Leistungen sind zum Bilanzstichtag Anzahlungen im Ausmaß von EUR 450.858,80 (VJ: TEUR 35) eingegangen, welche offen aktivseitig von den noch nicht abrechenbaren Leistungen abgesetzt werden. Die sonstigen Forderungen und die sonstigen Vermögensgegenstände belaufen

sich zum Bilanzstichtag auf EUR 922.262,53 (VJ: TEUR 1.497). Die Gesellschaft weist zum 30.06.2020 ein Guthaben bei Kreditinstituten in Höhe von EUR 3.912.714,23 (VJ: TEUR 2.203) aus.

Finanzlage

Die Bilanzsumme der Gesellschaft beträgt per 30.06.2020 EUR 7.729.420,33 (VJ: 6.896). Das Eigenkapital beträgt EUR 1.616.361,23 (VJ: TEUR 1.567). Die Eigenmittelquote im Sinne des Unternehmensreorganisationsgesetzes (URG) beläuft sich auf 20,91% (VJ: 22,72%) und entspricht dem Verhältnis des Eigenkapitals in % zur Bilanzsumme der Gesellschaft. Die Rückstellungen belaufen sich im Berichtsjahr 2019/20 auf EUR 490.080,32 (VJ: TEUR 425). Die Verbindlichkeiten betragen EUR 1.958.257,85 (VJ: TEUR 2.198).

Ertragslage

Die Betriebsleistung im Berichtsjahr 2019/20 in Höhe von EUR 8.257.538,11 (VJ: TEUR 8.549) setzt sich aus den Umsatzerlösen in Höhe von EUR 4.630.789,39 (VJ: TEUR 5.102), der Bestandsveränderung in Höhe von EUR 450.747,00 (VJ: TEUR 29) und den sonstigen betrieblichen Erträgen in Höhe von EUR 3.176.001,72 (VJ: TEUR 3.419) zusammen.

Die sonstigen betrieblichen Erträge enthalten Auflösungen von Rückstellungen aus Personalaufwendungen von EUR 19.155,88 (VJ: TEUR 20), Zuschüsse aus öffentlicher Hand von 2.729.360,42 (VJ: TEUR 3.002), Sachbezüge von EUR 24,22 (VJ: TEUR 0), sowie die Forschungsprämie von EUR 402.320,05 (VJ: TEUR 558). Es werden EUR 25.141,15 (VJ 0) von der Rückstellung Subventionsanteile der Forschungsprämie aufgelöst. Die Aufwendungen in Höhe von EUR 8.207.406,27 (VJ: TEUR 7.760) setzen sich aus Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Leistungen in Höhe von EUR 3.168.598,78 (VJ: TEUR 3.494), Personalaufwand in Höhe von EUR 3.682.961,28 (VJ: TEUR 2.851), Abschreibungen in Höhe von EUR 706.937,46 (VJ: TEUR 750), sowie den sonstigen betrieblichen Aufwendungen in Höhe von EUR 648.908,75 (VJ: TEUR 666) zusammen.

Ergebnisentwicklung

Die Gesellschaft erwirtschaftete im Berichtsjahr einen Jahresgewinn in Höhe von EUR 49.548,08 (VJ: TEUR 708), wodurch sich ein kumulierter Bilanzgewinn in Höhe von EUR 1.581.361,23 ergibt. Dieser Gewinn wird in das Geschäftsjahr 2020/21 vorgetragen.

Cash-Flow

Im Berichtsjahr 2019/20 wurde ein Netto-Geldfluss aus der laufenden Geschäftstätigkeit von TEUR 2.056 (VJ: TEUR 3.284).

Personalentwicklung

Im Berichtsjahr 2019/20 liegt die durchschnittliche Zahl der Mitarbeiter nach Köpfen bei 66 Personen.

Vorgänge von besonderer Bedeutung, die nach dem Schluss des Geschäftsjahres eingetreten sind

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

Forschung und Entwicklung

Die K1-MET GmbH ist in folgenden Schwerpunkten tätig:

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

Zweigniederlassungen

Eine Zweigniederlassung der Gesellschaft befindet sich an der Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Str. 18, 8700 Leoben.

Risikomanagement

Da die Gesellschaft keine Fremdfinanzierung benötigt, keine spekulativen Anlagenformen verwendet und über eine ausreichende Liquidität verfügt, sind finanzielle Risiken kaum vorhanden.

Die beteiligten Unternehmenspartner haben Interesse an einer stabilen Kooperation mit K1-MET GmbH, weshalb aus jetziger Sicht davon ausgegangen werden kann, dass von dieser Seite keine grundsätzlichen Ausfälle zu erwarten sind, wenngleich Einzelfälle nie ausgeschlossen werden können.

Die öffentlichen Fördergeber bekennen sich mit ihren Programmen wie dem COMET-Programm und kooperativen Ausschreibungen (FFG) zur Forschungsförderung. Die Gesellschaft ist aus diesem Blickwinkel keinem höheren Risiko als die übrige außeruniversitäre Forschung ausgesetzt.

Aufgrund eines aktiven Debitorenmanagements ist das Risiko von Zahlungsausfällen gering.

Perspektive 2020/21

Die dynamische Entwicklung der COVID-19-Pandemie und die aktuellen Maßnahmen rund um COVID-19 im ersten Quartal 2020/21 beeinträchtigen die lokale, regionale und globale wirtschaftliche Entwicklung.

Aufgrund der fortschreitenden Ausbreitung von COVID-19 und der nicht absehbaren Dauer der Pandemie sind insbesondere die finanziellen Auswirkungen auf das Geschäftsjahr 2020/21 nicht verlässlich quantifizierbar. Nahezu alle großen Industriepartner kündigten an, ihre Produktion im laufenden sowie im fortfolgenden Kalenderjahr zu reduzieren. Der weitere Verlauf des Geschäftsjahres wird dennoch wesentlich davon abhängen, wie lange die Wirtschaftskrise andauern wird, mit welcher Geschwindigkeit im Anschluss unsere Industriepartner wieder auf das erwartete Niveau hochfahren können und ob unsere Partner das ursprünglich geplante Forschungsbudget ausgeben können. Derzeit sind noch keine Kürzungen erfolgt, es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass im Geschäftsjahr 2020/21 Budgetkürzungen bei den Industriepartnern stattfinden werden. Sofern Reduktionen erfolgen, wird durch eine Anpassung der Kostenstruktur bei K1-MET GmbH die finanzielle Stabilität des Unternehmens gesichert. Die Geschäftsführung wird die aktuelle Lage fortlaufend neu bewerten.

Linz, am 22. Oktober 2020

Bilanz

PER 30.06.2020

Aktiva

	2019/20		2018/19	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
A. ANLAGEVERMÖGEN				
I. Immaterielle Vermögensgegenstände				
1. gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Vorteile		180.454		210
II. Sachanlagen				
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten, einschließlich der Bauten auf fremdem Grund	7.694		5	
2. andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	1.716.696		2.059	
3. geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau	53.832	1.778.223	43	2.107
B. UMLAUFVERMÖGEN				
I. Vorräte				
1. noch nicht abrechenbare Leistungen davon Erhalt. Anzahlungen -450.858,80 / Vj. -35.143,10		54.293		19
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	126.600		226	
2. Forderungen gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	710.940		593	
3. sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	922.263	1.759.803	1.497	2.316
III. Kassenbestand				
Guthaben bei Kreditinstituten		3.912.714		2.204
C. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
1. Transitorische Posten		43.934		40
SUMME AKTIVA		7.729.420		6.896

Passiva

	2019/20		2018/19	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
A. EIGENKAPITAL				
I. Eingefordertes, eingezahltes und übernommenes Stammkapital				
1. Stammkapital		35.000		35
II. Bilanzgewinn				
davon Gewinnvortrag / Verlustvortrag 1.531.813,15 / Vj. 824.020,26		1.581.361		1.532
Summe Eigenkapital		1.616.361		1.567
B. RÜCKSTELLUNGEN				
1. Steuerrückstellungen	59.578		70	
2. sonstige Rückstellungen	430.502	490.080	355	425
C. VERBINDLICHKEITEN				
1. erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 81.436,74 / Vj. 98.891,15 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	81.437		99	
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 620.682,34 / Vj. 1.499.664,15 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	620.682		1.500	
3. Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 764.807,65 / Vj. 447.627,59 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	764.808		448	
4. Sonstige Verbindlichkeiten davon gegenüber Abgabenbehörden 307.189,94 / Vj. 143.704,67 davon im Rahmen der sozialen Sicherheit 168.239,35 / Vj. 0,00 davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 491.331,12 / Vj. 151.365,70 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	491.331		151	
		1.958.258		2.198
D. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN				
		3.664.721		2.707
SUMME PASSIVA		7.729.420		6.896

GuV Rechnung

		2019/20		2018/19	
		in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
1.	Einnahmen				
a.	Umsatzerlöse	4.630.789		5.102	
b.	Zuschüsse aus öffentlicher Hand	2.729.360	7.360.149	3.002	8.104
2.	Veränderung des Bestandes an fertigen und unfertigen Erzeugnissen sowie an noch nicht abrechenbaren Leistungen		450.747		29
3.	Sonstige betriebliche Erträge				
a.	Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen	19.156		20	
b.	übrige	427.585	446.641	396	416
4.	Betriebsleistung		8.257.537		8.549
5.	Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen				
a.	Materialaufwand	136.060		60	
b.	Aufwendungen für bezogene Leistungen	3.032.539	3.168.599	3.434	3.494
6.	Personalaufwand				
a.	Löhne		3.775		9
b.	Gehälter		2.838.159		2.188
c.	soziale Aufwendungen				
ca.	Aufwendungen f. Abfertigungen u. Leist. an betr. Mitarbeitervorsorgekassen	41.440		33	
cb.	Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben sowie vom Entgelt abhängige Abgaben und Pflichtbeiträge	777.698		601	
cc.	sonstige Sozialaufwendungen	21.889	841.027	20	654
	Übertrag		1.405.977		2.204

	2019/20		2018/19	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
Übertrag		1.405.977		2.204
7. Abschreibungen				
a. Planmäßige Abschreibungen		706.937		750
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen				
a. Steuern, soweit sie nicht unter Z 11 fallen	6.866		5	
b. übrige	642.043	648.909	660	666
9. Betriebsergebnis		50.132		789
10. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		176		0
11. Zinsen und ähnliche Aufwendungen		-10		
12. Ergebnis vor Steuern		50.298		789
13. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag		750		81
14. Ergebnis nach Steuern		49.548		708
15. Jahresüberschuss		49.548		708
16. Jahresgewinn		49.548		708
17. Gewinnvortrag aus dem Vorjahr		1.531.813		824
18. Bilanzgewinn		1.581.361		1.532

Impressum

Medieninhaber, Herausgeber, Verleger:

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

Rechtsform:

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

Für den Inhalt verantwortlich:

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

Grafik/Layout:

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

Bildnachweise:

FEhS Institut für Baustoffforschung e.V., Universität Tohoku,
Montanuniversität Leoben, TU Wien, DVS Media GmbH,
European Steel Technology Platform, <http://inevitable-project.eu>;

Cover-Foto:

Bramme zwischen den Rollen in der Kühlzone der
Stranggießanlage (Quelle: voestalpine Stahl GmbH)

Folgende Fotos von www.shutterstock.com:

S. 2: Sergey Nivens; S. 14: Malosee Dolo;
S. 22/24/26/28 (Hintergrund): vs148;
S. 30: Chatchai-Rombix, sumkinn; S. 38: bleakstar;
S. 38–43 (Hintergrund): Aepsilon;

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

Foto Werner Kepplinger (S. 37): privat

Druck:

druck.at, Leobersdorf

Hinweis:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde bei Personen
nicht durchgängig die männliche und die weibliche Form angeführt.
Gemeint sind selbstverständlich immer beide Geschlechter.



Unterstützer

**Federal Ministry
Republic of Austria**
Transport, Innovation
and Technology

**Federal Ministry
Republic of Austria**
Digital and
Economic Affairs



Partner

