



**Geschäftsbericht**  
2017/18



# Inhalt

GESCHÄFTSBERICHT



2017/18

## Unternehmen

Vorworte der Geschäftsführung .....	4
Key Facts .....	6
Mitarbeiter .....	8
Unternehmensstruktur .....	10

## Internationale Aktivitäten

Outgoing research stays .....	12
Forschungsaufenthalt an der Uni Canterbury (NZL) .....	12
Forschungsaufenthalt bei CSIRO, Melbourne (AUS) .....	14
Forschungsaufenthalt an der Agder Uni Grimstad (NOR) .....	15
Forschungsaufenthalt bei Process Systems Enterprise, (GBR) .....	16
Internationale geförderte Projekte .....	17
LowCarbonFuture .....	17
i³upgrade .....	19

## Highlights 2017/18

Highlights Area 1 .....	20
Highlights Area 2 .....	22
Highlights Area 3 .....	24
Highlights Area 4 .....	26

## Wissensbilanz

Programm- und Auftragsforschung .....	29
Humankapital .....	29
Wissenschaftlichkeit .....	30
F&E-Kommunikation .....	35
Scientific Exchange Day .....	36
Kommentar Dr. Franz Androsch .....	37

## Bilanz 2017/18

Lagebericht .....	38
Bilanz .....	40
Gewinn- und Verlustrechnung .....	42

# Vorworte

## DER GESCHÄFTSFÜHRUNG



**K1-MET wird die Aufgabe des Transfers von Ergebnissen aus der angewandten Forschung in die industrielle Anwendung durch den engen Kontakt mit Wissenschaft und Industrie weiterhin erfolgreich fortführen.**

Thomas Bürgler

Die globale Wirtschaftsentwicklung stellte sich im Geschäftsjahr 2017/18 positiv dar. Die internationale Konjunktur führte zu gesteigerten Konsumausgaben, die Sachgüterindustrie zeigte zunehmende Produktionszahlen und auch die Beschäftigung in der Industrie ist so hoch wie schon lange nicht mehr. Dieser positive Trend gilt auch für die Industriepartner von K1-MET in der metallurgischen Industrie. Dennoch gibt es auch Unsicherheiten wie zum Beispiel ein Voranschreiten der Konsolidierungsprozesse in der europäischen Stahlindustrie und das aus den USA kommende Thema eines globalen Handelskonflikts, das die internationalen Finanzmärkte in Turbulenzen brachte und zu einer Eintrübung des ökonomischen Stimmungsbildes führte. Forschungsaktivitäten mit dem Fokus auf langfristigen Ausbau der Qualitäts- und Technologieführerschaft sind die Antwort auf die europäischen und globalen Herausforderungen.

### **Forschung als Treiber zur Bewahrung der weltweiten Spitzenposition**

Für die Energie- und Rohstoffeffizienz sowie eine kontinuierliche Verringerung der Emissionen in der metallurgischen Industrie spielt die angewandte Forschung sowie die Entwicklung innovativer Prozesse eine essentielle Rolle. Das COMET-Kompetenzzentrum K1-MET für metallurgische und umwelttechnische Verfahrensentwicklung steht vor einer Zwischenevaluierung im Herbst 2018, um bis Mitte 2023 weiterhin einen wesentlichen Beitrag leisten zu können, dass Österreich ein weltweiter Trendsetter in der Metallurgie bleibt. Die Prioritäten des künftigen Arbeitsprogramms sind wiederum auf die Bedürfnisse der Industriepartner zugeschnitten. Der Fokus wird dabei weiterhin auf „Circular Economy“ und „Low Carbon Technologien“ gerichtet sein. Zudem werden wir uns mit den Themen der Digitalisierung und der systematischen Prozessdatenanalyse auseinandersetzen. K1-MET wird die Aufgabe des Transfers von Ergebnissen aus der angewandten Forschung in die industrielle Anwendung durch den engen Kontakt mit Wissenschaft und Industrie weiterhin erfolgreich fortführen.

### **Internationalisierung bietet neue Möglichkeiten**

Neue Kontakte zu internationalen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen konnten im abgelaufenen Geschäftsjahr realisiert werden. Externe Forschungsaufenthalte („outgoing research stays“) unserer MitarbeiterInnen boten die Möglichkeit,

das Netzwerk und den Bekanntheitsgrad von K1-MET zu vergrößern. Daneben waren die outgoing research stays für diesen Personenkreis eine wertvolle Chance zur fachlichen Weiterbildung sowie zum Kennenlernen anderer Kulturen und Lebensgewohnheiten. Daneben starteten zwei EU-Projekte, „LowCarbonFuture“ und „i³upgrade“, mit K1-MET GmbH als wissenschaftlichem Partner. Beide Projekte werden von Mitteln des Research Fund for Coal and Steel (RFCS) gefördert und bearbeiten das Thema der CO<sub>2</sub>-armen Stahlerzeugung. Einige Beispiele der outgoing research stays und die beiden erwähnten EU-Projekte sind in diesem Geschäftsbericht dargestellt.

### Breakthrough-Technologien zur Entkarbonisierung

Die Eisen- und Stahlindustrie ist für rund 7 % der weltweit anthropogen verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich, in Österreich liegt dieser Anteil bei 15 %. Zur Erreichung der Klimaziele und um den globalen Temperaturanstieg auf 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, bedarf es innovativer Lösungen, sogenannter „Breakthrough-Technologien“. Nur durch die Entwicklung neuer Prozesse basierend auf erneuerbaren Energiequellen und sektorübergreifenden Lösungen kann eine weitgehende Vermeidung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gelingen. Der Anstieg der Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate verschärft den Druck auf die Industrie, die ja auch im globalen Wettbewerb steht.

Die Projekte von K1-MET ermöglichen es den Industriepartnern, auf diese Herausforderungen reagieren zu können. Großtechnische Lösungen werden aus heutiger Sicht aber erst nach 2035 bereitstehen. Die direkte Stahlproduktion durch die Schmelzreduktion von Eisenerz mittels Wasserstoffplasma ist eine dieser potentiellen „Breakthrough-Technologien“ der EU-Stahlindustrie. K1-MET wird dazu mit Industrie- und Wissenschaftspartnern eine Pilotanlage betreiben, um die Potentiale dieser Technologie zu demonstrieren. Daher wird das COMET-Kompetenzzentrum auch europaweit im Fokus des Interesses stehen.



„  
**Nur durch die Entwicklung neuer Prozesse basierend auf erneuerbaren Energiequellen und sektorübergreifenden Lösungen kann eine weitgehende Vermeidung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gelingen.**

Johannes Schenk



DI Thomas Bürgler  
CEO



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

# Key Facts

Gemeinsam mit Industrie- und Wissenschaftspartnern stellt sich das Unternehmen den technologischen Herausforderungen in der Metallurgie. Basis dafür sind die Anerkennung sowie Umsetzung zukunftsweisender Innovationen. Zur Halbzeit der ersten Förderperiode kann die K1-MET GmbH folgende Ergebnisse und Erfolge aufzeigen:

## 2 Standorte

Linz  
Leoben



## 20 Partner

12 Industriepartner

8 Universitäten  
Hochschulen  
Forschungseinrichtungen  
verteilt in  

## 156 erfahrene Mitarbeiter

im Forschungsbereich der Metallurgie



14 Dissertanten 21% ♀ 79% ♂

212 Wissenschaftliche Publikationen

12 Dissertationen beendet

27 Masterarbeiten beendet

24 Bakkalaureatsarbeiten beendet

# 4 Areas



**1**  
Rohstoffe & Recycling



**2**  
Hochtemperaturmetallurgie



**3**  
Prozess- & Energieoptimierung



**4**  
Modellierung & Simulation

# 16 Projekte

4 Projekte



Volumen: € 6,11 Mio.

4 Projekte



Volumen: € 4,25 Mio.

3 Projekte



Volumen: € 4,17 Mio.

5 Projekte



Volumen: € 4,22 Mio.



## Projektvolumen gesamt

<b>40%</b>	<input type="checkbox"/> Öffentlich gefördert	€ 7,50 Mio.
	davon Bundesförderung	€ 5,00 Mio.
	davon Landesförderung	€ 2,50 Mio.
<b>55%</b>	<input type="checkbox"/> Investment der Industriepartner	€ 10,31 Mio.
<b>5%</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Inkind-Förderung Universitäten	€ 0,94 Mio.

Projektlaufzeit: 4 Jahre von 2015–2019 (1. Phase)



# Unternehmen

## MITARBEITER

### Geschäftsleitung



**Thomas Bürgler**  
CEO



**Johannes Schenk**  
CSO



**Gerold Huemer**  
Prokurist

### Senior Experts



**Axel Sormann**



**Katharina Rechberger**



**Alexander Rimser**

### Administration



**Anja Lehninger**  
Administration Linz



**Silvia Freudenthaler**  
Administration Linz



**Carmen Grandl**  
Administration Leoben

### AREA 1



**Johannes Rieger**  
Leitung AREA 1

### AREA 2



**Irmela Kofler**  
Leitung AREA 2 & 3

### AREA 3



**Bernhard König**  
Leitung AREA 4

### AREA 4





Birgit Kain-Bückner



Kevin Maurer



Stefan Tjaden



Valentin Mally



Ludwig Birkbauer

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.



Franz Edler



Wolfgang Reiter



Daniel Grobner



Monika Draxler



Julia Messics



Elizaveta Cheremisina



Florian Penz



Stefan Schroft



Christoph Leitold



Martin Stückelschweiger



Selina Riedler



Harald Mayrhofer



Magdalena Jetzinger



Amaia Sasiain Conde



Irmtraud Marschall



Hadi Barati



Christian Hochenleuthner



Thomas Höfler



Lukas Preuler



Werner Pollhammer



Dorothea Ploder



Alexander Penz



Alija Vila



Markus Bösenhofer



Gerhard Holzinger



Maria Thumfart



Andreas Spanlang



Magdalena Schatzl



Sophie Thallner



Paul Freudenthaler



Damir Kahrmanovic



Sanaz Abbasi

# Unternehmen STRUKTUR

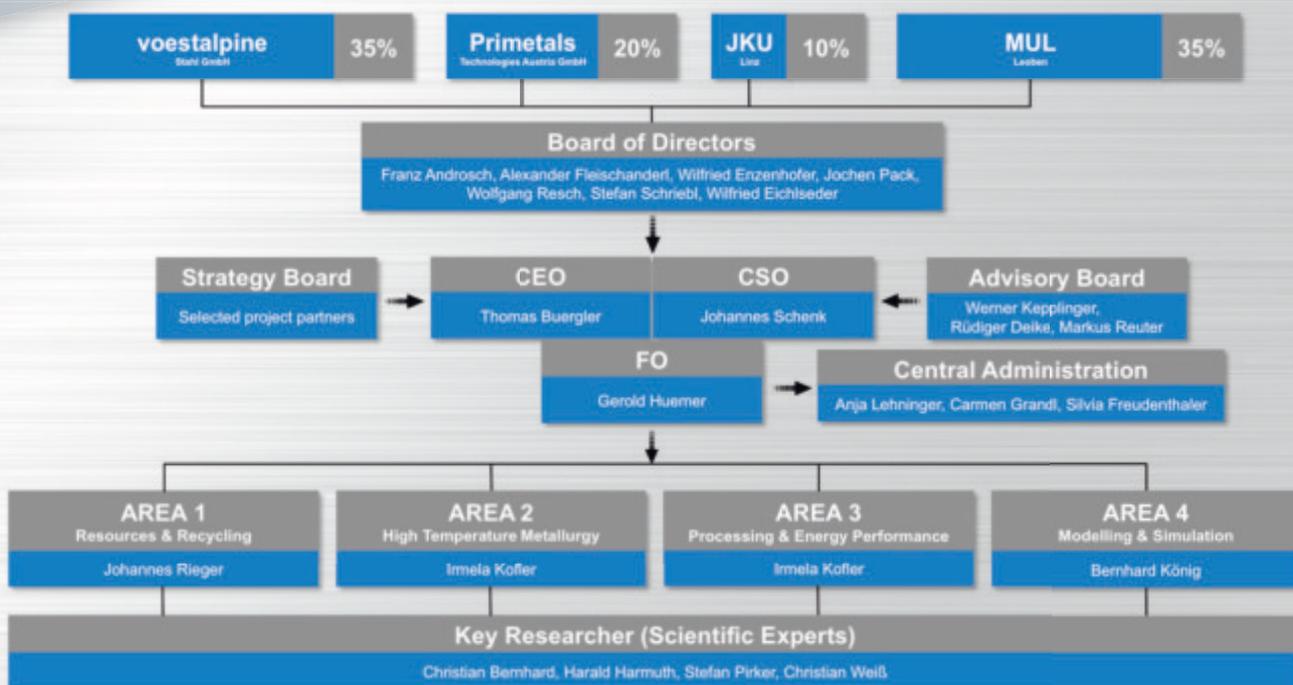


Abb. 1: Organigramm K1-MET GmbH

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

**BMVIT**  
(Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie)

**BMDW**  
(Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort)

**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 Eichseder**  
(Montanuniversität Leoben)

**Dr. Alexander Fleischanderl**  
(Primetals Technologies Austria GmbH)

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

**DI Klaus Oberreiter, MBA**  
(Upper Austrian Research GmbH)  
bis 31.01.2018

DI Dr. **Wilfried Enzenhofer, MBA**  
(Upper Austrian Research GmbH)  
ab 01.02.2018

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

DI **Stefan Schriebl**  
(RHI Magnesita)

### 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)



# Internationale AKTIVITÄTEN



**Im Geschäftsjahr 2017/18 konnte die 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 (2015 bis 2019) 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 des K1-MET Programms sind, durchgeführt wird.

Im Geschäftsjahr 2017/18 konnten insgesamt neun unserer Dissertanten einen outgoing research stay absolvieren. Neben der Möglichkeit, das Netzwerk und den Bekanntheitsgrad der K1-MET GmbH zu vergrößern, waren die Forschungsaufenthalte für die betreffenden Mitarbeiter eine wertvolle Chance zur fachlichen Weiterbildung sowie zum Kennenlernen anderer Kulturen und Lebensgewohnheiten.

### Forschungsaufenthalt an der Universität Canterbury in Christchurch (NZL)

DI Franz Edler, Dissertant im Projekt „Dust Treatment“, absolvierte seinen Forschungsaufenthalt in Christchurch (Neuseeland) an der Universität Canterbury (UC) am Department of Chemical and Process Engineering. Dort arbeitet eine Forschungsgruppe an der numerischen Modellierung chemischer Reaktoren.

### Zielsetzung der Forschungsarbeiten

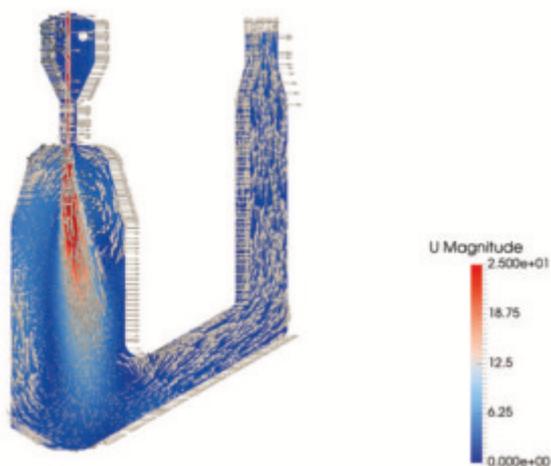
Während des Aufenthalts wurde das CFD Modell (Computational Fluid Dynamics) für Simulationsstudien zur Weiterentwicklung des RecoDust-Prozesses im Projekt überarbeitet. Das RecoDust-Verfahren umfasst eine pyrometallurgische Behandlung von LD-Konverterstaub. Die an der Montanuniversität Leoben betriebene Pilotanlage, der Flash-Reaktor, mit einem Durchsatz von maximal 300 kg/h, wird derzeit im Zuge eines Upscaling auf die nächste Entwicklungsstufe mit einem Durchsatz von 1.000 kg/h gebracht. Dafür müssen das Design des Reaktors und des Brenners überarbeitet werden. Simulationen unterschiedlicher Konzepte helfen bei der Auswahl des geeigneten Designs.

### Wissenschaftlicher Inhalt

Dr. Matthew James Watson, M. Sc., Professor an der UC am Institute of Chemical and Process Engineering, arbeitet unter anderem im Bereich der Reduktion von Metalloxiden mittels Hochtemperaturelektrolyse sowie auf dem Gebiet der OxyFuel Verbrennung und unterstützte die Arbeiten während des Forschungsaufenthaltes. Zentrales Thema war die Modellierung eines OxyFuel Brenners mit einer nicht vorgemischten Flamme d. h. Brenngas und Oxidationsmittel strömen in getrennten Leitungen in den Brennraum ein. Zusätzlich wurde eine heterogene disperse Feststoffphase zur Berechnung von

Gas-Partikel-Reaktionen in das Modell integriert. Letztendlich konnte die mathematische und numerische Beschreibung der Partikelverteilung im Reaktor durch die lokal vorherrschende Strömungsturbulenz verfeinert werden. Das Modell wurde dafür verwendet, den pyrometallurgischen Schritt beim RecoDust-Prozess zu simulieren d.h. die Eindüsung und das Aufschmelzen des LD-Konverterstaubs im Flash-Reaktor zu betrachten und unterschiedliche Designkonzepte genauer zu studieren.

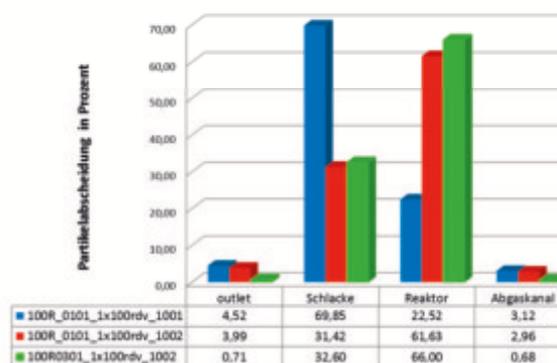
Evaluert wurde das Modell mit experimentellen Versuchsdaten aus früheren Kampagnen, welche mit dem vorhin erwähnten Flash-Reaktor durchgeführt wurden. Folgende Abbildung 2 zeigt exemplarisch das berechnete Geschwindigkeitsfeld für eine bestimmte Reaktor-Brenner-Konfiguration.



**Abb. 2: Simuliertes Geschwindigkeitsfeld in der Flash-Reaktor Pilotanlage bei Verwendung eines Brausebrenner-Systems.**

Ein zentrales Kriterium bei der Bewertung der unterschiedlichen Designkonzepte ist der „Carry over“. Damit ist der Partikelanteil gemeint, der ohne zu reagieren mit dem Abgasstrom aus dem Reaktor transportiert und somit nicht pyrometallurgisch behandelt wird. Demnach muss der Carry over möglichst geringgehalten werden. In Abbildung 3 ist die be-

rechnete Partikelabscheidung für drei unterschiedliche Reaktor-konfigurationen dargestellt.



**Abb. 3: Berechnete Partikelabscheidung für drei verschiedene Geometrien des Flash-Reaktors am Reaktoraustritt (outlet), in der Schlacke, an der Reaktorwand sowie im Abgaskanal.**

Es wurden die Feststoffkonzentrationen am Reaktoraustritt (in Abbildung 3 als outlet bezeichnet), in der Schlacke, im Reaktor und im Abgaskanal betrachtet. Eine hohe Feststoffkonzentration im Reaktor bedeutet einen guten Umsatzgrad d. h. eine hohe Verflüchtigung des Zinks aus dem LD-Konverterstaub.

Neben dem wissenschaftlichen und technologischen Erkenntniszuwachs trug der Forschungsaufenthalt auch zur Dissemination bei. Das in Neuseeland entwickelte Konzept wurde von Franz Edler auf der internationalen Konferenz AIChE 2017 in Minneapolis (USA) vorgestellt. Außerdem wurde die Basis für einen wissenschaftlichen Artikel in der referierten Zeitschrift Chemie Ingenieur Technik gelegt. Ein Beitrag mit dem Titel „Kinetikmodell für Partikelreaktionen in einem direkt befeuerten Staubreaktor“ wurde im Mai 2018 veröffentlicht (Co-Publikation zwischen K1-MET GmbH, Montanuniversität Leoben und voestalpine Stahl GmbH).

# Internationale AKTIVITÄTEN

## Forschungsaufenthalt bei CSIRO in Melbourne (AUS)

DI Dr. Gerhard Holzinger, Post-Doc im Projekt „Schmelzmodelle“, absolvierte einen outgoing research stay in Melbourne (Australien) bei der Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). Das CSIRO ist eine staatliche Organisation, die sich unter anderem der Grundlagen- und angewandten Forschung in den Bereichen Informationstechnologie, Bergbau, produzierende Industrie, Umwelt und erneuerbare Energien widmet. Gerhard Holzinger arbeitete innerhalb der CFD-Simulationsgruppe der Business Unit Mineral Resources. Diese Gruppe beschäftigt sich unter anderem mit der CFD Modellierung des Erzflotations-Prozesses.

## Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Gerhard Holzingers Aufgabe im Projekt liegt darin, das im Zuge seiner Dissertation erstellte Erzflotationsmodell mit der an der Johannes-Kepler-Universität Linz entwickelten Recurrence-CFD Methode (rCFD) zu kombinieren. Für diese Verknüpfung waren Vorarbeiten notwendig, welche im Zuge des Forschungsaufenthaltes erledigt wurden.

## Wissenschaftlicher Inhalt

Während die Prozesszeit der Erzflotation in der Größenordnung von Minuten liegt, beträgt die notwendige Zeitschrittweite für eine hoch aufgelöste Simulation der Strömung in einer Flotationszelle Millisekunden bzw. liegt sogar noch darunter. Daher erscheint es vielversprechend, die rCFD Methode für die Erzflotation anzuwenden, da eine zeitlich aufgelöste Simulation der Strömung über die gesamte Prozesszeit sehr große Rechenzeit in Anspruch nehmen würde. Die rCFD Methode beruht auf der Tatsache, dass bestimmte Strömungen wiederkehrende Zustände durchlaufen (englische Bezeichnung „recurrence“) und diese nicht ständig neu errechnet werden, sondern nur einmal bestimmt und in Form einer Matrix in einer Datenbank abgelegt werden. Exemplarisch zeigt Abbildung 4 die recurrence Matrix einer begasten Rührwerkszelle.

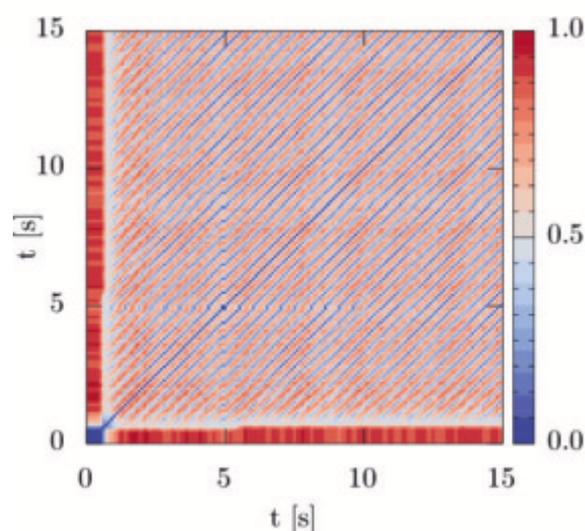


Abb. 4: Berechnete Statistik zur Bestimmung des Auftretens bestimmter Strömungszustände (recurrence statistic).

Der recurrence-Plot ist normiert, das heißt ein Wert 0 bedeutet, dass zwei Zustände zu bestimmten Zeitpunkten komplett ident sind. Je näher der recurrence-Indikator gegen 1 geht, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Strömungszustand nochmals auftritt. Die gespeicherten Informationen werden zu einem späteren Zeitpunkt im Zuge einer Langzeit-Simulation aus der Datenbank entnommen. Das Erzflotationsmodell sowie das rCFD Modell wurden in OpenFOAM®, einer open-source C++ Plattform für numerische Simulationen, implementiert. OpenFOAM® basiert unter anderem auf den Prinzipien der Abstraktion und Datenkapselung. Dadurch kann das Erzflotationsmodell ohne Modifikation sowohl mit einem konventionellen Solver als auch mit einem rCFD basierten Solver verwendet werden. Die im Zuge des outgoing research stay gewonnenen Erkenntnisse zur Implementierung von rCFD in bestehende Simulationsmodelle ermöglichen es, andere Modelle in Zukunft einfacher auf diese Methode zu übertragen.

## Forschungsaufenthalt an der Agder Universität in Grimstad (NOR)

DDI Werner Pollhammer, Dissertant in den Projekten „Energiesysteme“ und „Diskrete Partikelmodelle“, absolvierte seinen Forschungsaufenthalt an der Agder Universität in Grimstad (Norwegen) am Institut für Ingenieurwissenschaften in der Forschungsgruppe „Alternative und Thermische Energietechnik“.

### Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Der Fokus der Arbeit lag in der Durchführung eines Laborversuchs und der begleitenden Entwicklung des Simulationsmodells Volume Fraction Smoothers. Dieser Ansatz ermöglicht durch eine innovative Gasphasenkopplung eine verbesserte Vorhersage der Gasgeschwindigkeit in einer Mehrphasenströmung. Das Modell wird im Rahmen von Werner Pollhammers Dissertation entwickelt. Um einen Vergleich zwischen den Messergebnissen und dem mathematischen Modell zu ermöglichen, wurde eine Versuchsapparatur gebaut. Die Ergebnisse der Laborversuche dienen zur Evaluierung der Simulationen.

### Wissenschaftlicher Inhalt

Das vorhin erwähnte Projekt behandelt die computerunterstützte Entwicklung von Industrieofenanlagen zur Reduktion von Schadstoffemissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz. Dafür wird in Zusammenarbeit mit RHI Feuerfest GmbH ein Schachtofenmodell entwickelt, welches eine noch detailliertere Berechnung und Analyse der Strömungsvorgänge im Schacht ermöglicht als bisherige zur Verfügung stehende Modelle. In diesem Euler-Lagrange-Modell werden die Partikelströmung in einem Schachtofen und die Verbrennung von Methangas in einer Schüttung modelliert. Dabei muss eine unterschiedlich feine Auflösung des Gitternetzes der Schachtofengeometrie realisiert werden. Dies bedeutet, dass die einzelnen Berechnungszellen unterschiedlich groß sein müssen, da für das Lagrange Modell eine gröbere Auflösung (größere Gitterzellen zur Berechnung der Partikelphase) und für das Euler Modell zur Simulation der Gasströmung eine feinere Auflösung nötig sind. Ein innovativer Ansatz zur Kopplung der feinen und groben Netzgitterstrukturen wurde während des Forschungsaufenthalts entwickelt. Das mathematische Modell wurde in der Simulationssoftware OpenFOAM® implementiert. Zur Evaluierung bzw. um die

Anwendbarkeit des Modells beurteilen zu können, wurden Laborversuche durchgeführt. Abbildung 5 zeigt die Versuchsapparatur.

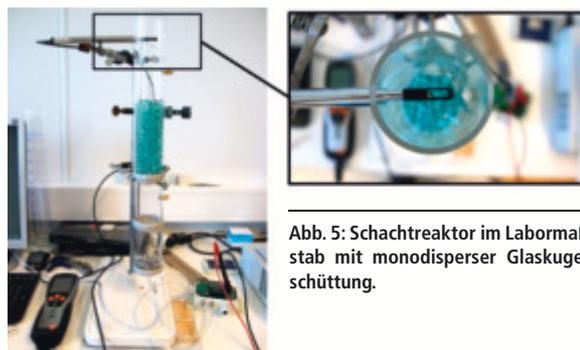


Abb. 5: Schachtreaktor im Labormaßstab mit monodisperser Glaskugelschüttung.

Während des Versuchs wurde ein bestimmter Gasvolumenstrom durch eine monodisperse Schüttung aus Glaskugeln geleitet und der Druckverlust über der Schüttung wurde in Abhängigkeit der Partikelgeometrie und dem Volumenstrom gemessen.

Anschließend wurden exakt diese Reaktorgeometrie und die Versuchsbedingungen mit dem entwickelten Modell nachgerechnet (s. Abbildung 6 rechts).

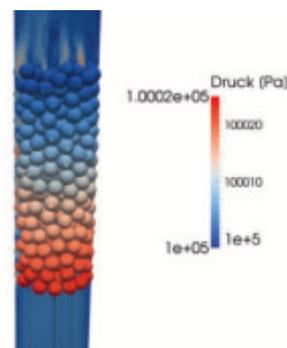


Abb. 6: Berechneter Druckverlust in der Kugelschüttung des Laborversuchsstands.

Die Laborversuche und die Modellrechnungen zeigten eine gute Übereinstimmung des Druckverlusts. Somit konnte die Tauglichkeit des entwickelten CFD-Modells bewiesen werden, den Druckverlust und somit die Strömung in Kugelschüttungen als auch in Schachtofen zu beschreiben.

# Internationale AKTIVITÄTEN

## Forschungsaufenthalt bei Process Systems Enterprise in London (GBR)

DI Andreas Spanlang, Dissertant im Projekt „Prozesssimulation von komplexen metallurgischen Anlagen“, absolvierte einen Forschungsaufenthalt bei Process Systems Enterprise (PSE) in London (Großbritannien). PSE ist ein weltweit führender Anbieter fortschrittlicher Softwarelösungen zur Modellierung und Digitalisierung von Produktionsprozessen.

### Zielsetzung der Forschungsarbeiten

Das Projekt befasst sich mit der Weiterentwicklung einer Modell-Bibliothek zur Simulation von Verfahren zur Eisen- und Stahlherstellung innerhalb der visuellen flow-sheeting Umgebung gPROMS ModelBuilder® mit Primetals Technologies Austria GmbH und voestalpine Stahl GmbH als Projektpartner. Neben der Fähigkeit zur betriebsbegleitenden Prozessanalyse kann gPROMS® für die Optimierung von Prozessketten hinsichtlich Produktqualität, Rohstoffverbrauch und Emissionen eingesetzt werden. Abbildung 7 zeigt exemplarisch die Benutzeroberfläche der Simulation eines integrierten Hüttenwerks.

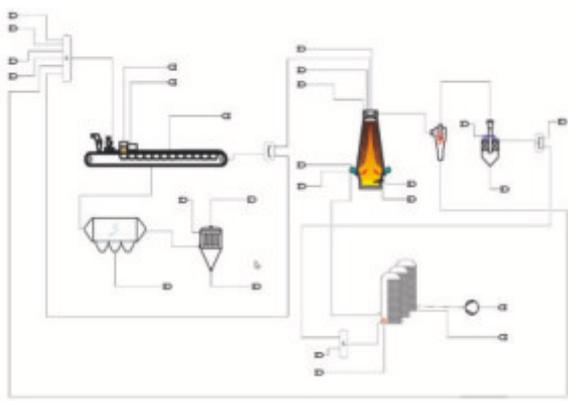


Abb. 7: gPROMS® Simulation eines integrierten Hüttenwerks.

Die Arbeit basiert auf einer detaillierten Modellierung metallurgischer Grundoperationen (= Anlagen) und wird durch reale Betriebsdaten unterstützt. Im Zuge des Forschungsaufenthalts wurde die Anwendbarkeit des Konzeptes der globalen

Sensitivitätsanalyse (Global System Analysis) für ausgewählte metallurgische Prozesse untersucht. Mit Hilfe dieser Methodik ist es möglich, die relative Empfindlichkeit von Prozessen auf Unsicherheiten von Eingangsgrößen und Störfaktoren zu bestimmen.

### Wissenschaftlicher Inhalt

Grundlage für die Untersuchungen bei PSE war eine eingehende Evaluierung ausgewählter Prozesse, um relevante Leistungsindikatoren (Key Performance Indicators) zu identifizieren. Diese Kennzahlen sind notwendig, um die Leistungsfähigkeit und Effizienz der Prozesse sowie die Qualität der erzeugten Produkte abzuschätzen. Basierend darauf wurde versucht, jene Eingangsgrößen und Störfaktoren zu identifizieren, die Einfluss auf die festgelegten Leistungsindikatoren ausüben können. Für die anschließende Abschätzung der (statistischen) Unsicherheit wurde auf eine Reihe von Daten zurückgegriffen, die von den Industriepartnern zur Verfügung gestellt wurden. Dabei handelte es sich unter anderem um Betriebsdaten und Produktionskennzahlen von realen Betriebsintervallen sowie wiederkehrenden Rohstoffanalysen.

Für die Durchführung der globalen Sensitivitätsanalysen wurde auf eine neuartige Softwarelösung von PSE zurückgegriffen. Zur Auswertung wurde auf etablierte Verfahren wie die Monte-Carlo-Methode zurückgegriffen. Abbildung 8 zeigt

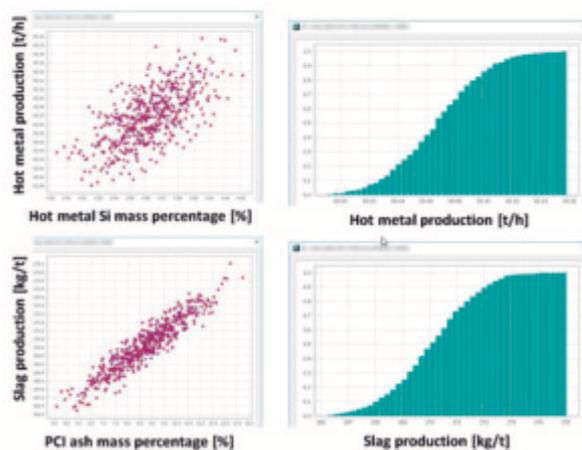


Abb. 8: Sensitivitätsanalyse des Hochofenprozesses (PCI = Pulverized Coal Injection).

das Ergebnis einer Sensitivitätsanalyse des Hochofenprozesses. Gegenübergestellt wurden Betriebsparameter wie Roheisen- und Schlackenproduktion, sowie der Siliziumgehalt im Roheisen und der Aschegehalt der Einblaskohle (in Abbildung 8 als PCI, Pulverized Coal Injection, bezeichnet).

Durch die erfolgreiche Anwendung dieser softwareunterstützten Sensitivitätsanalyse konnten mehrere Optionen für eine mögliche Anwendung des gPROMS ModelBuilder® im industriellen Umfeld identifiziert werden. Die Bestimmung der Relevanz diverser Prozessunsicherheiten könnte zum Beispiel bei der Anlagenplanung eingesetzt werden, um die Auswahl von konstruktiven Sicherheitsfaktoren zu unterstützen. Für Anlagenbetreiber erlaubt die Methodik eine genauere Identifikation von Betriebsparametern, welche entscheidend sind für die Optimierung von Produktivität und Effizienz bestehender Prozesse. Die Dissemination der während des Forschungsaufenthalts gesammelten Ergebnisse erfolgte im April 2018 beim Advanced Process Modelling Forum in London.

## Internationale geförderte Projekte

Im Geschäftsjahr 2017/18 starteten zwei EU-Projekte mit K1-MET GmbH als wissenschaftlichem Partner. Gemeinsam mit dem H2020-Projekt H2Future (Laufzeit 2017 bis 2021), war K1-MET GmbH im GJ 2017/18 somit an drei EU-Projekten beteiligt.

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

Die Produktion von Stahl aus Eisenerz ist derzeit sehr eng mit dem Element Kohlenstoff verknüpft, wodurch prozessbedingt große Mengen an CO<sub>2</sub> anfallen. In Europa beispielsweise werden rund 60 % des erzeugten Rohstahls über die Route Hochofen / LD-Konverter erzeugt. Kohlenstoff ist dabei als Reduktionsmittel und Energieträger notwendig. Die europäische Stahlindustrie verpflichtet sich zu einer Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 % bis zum Jahr 2050 (basierend auf dem Level von 1990). Dies wurde in der Steel Roadmap der europäischen Stahlvereinigung EUROFER festgelegt. Da die Produktionsroute Hochofen / LD-Konverter bereits an ihren thermodynamischen Grenzen angekommen ist, bedarf es neuer innovativer Ansätze, so genannter Breakthrough-Technologien, um die Klimaziele zu erreichen und zugleich wettbewerbsfähig bleiben zu können.

Mit diesem Hintergrund startete am 1. April 2018 das Projekt LowCarbonFuture. Der Langtitel lautet "Exploitation of projects for Low Carbon future steel industry". LowCarbonFuture ist ein RFCS Accompanying Measure-Projekt mit einer Laufzeit von 24 Monaten und einem Gesamtvolumen von 1,13 Mio. €, wobei das gesamte Budget von Fördergeldern des RFCS stammt.

Das Projektkonsortium besteht aus folgenden Partnern (siehe Abbildung 9):

- VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI), Deutschland (Koordinator)
- Centre de Recherches Métallurgiques (CRM), Belgien
- Rina Consulting Centro Sviluppo Materiali S.P.A. (CSM), Italien
- Swedish Research Institute for Mining, Metallurgy and Materials (SWERIM), Schweden
- K1-MET GmbH

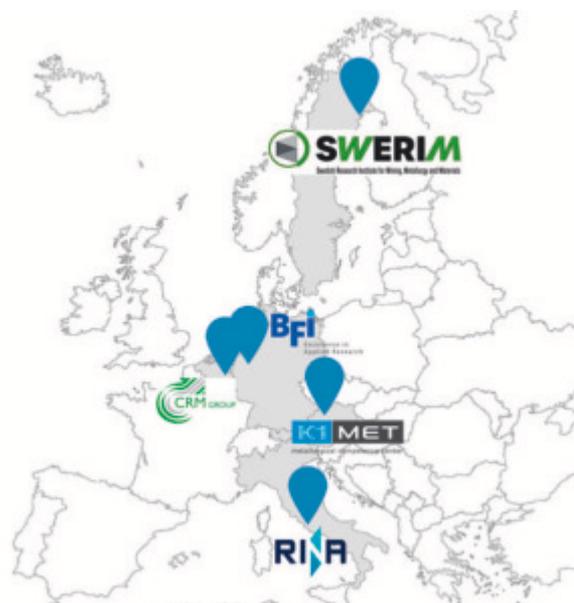


Abb. 9: Partner im Projekt LowCarbonFuture.

# Internationale AKTIVITÄTEN

Im LowCarbon Masterplan der Europäischen Union für die Stahlindustrie gibt es drei Strategien (sogenannte pathways), um eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen voranzutreiben (siehe Abbildung 10):

- Process Integration with reduced use of carbon + CCS (Carbon, Capture and Storage),
- Carbon Capture and Usage (CCU) und
- Carbon Direct Avoidance (CDA).

Circular Economy			
Pathways	Smart Carbon use (SCU)		Carbon Direct Avoidance (CDA)
	Process Integration with reduced use of carbon + CCS	Carbon Capture and Usage (CCU)	
Description	Process integration with reduced use of carbon	Using CO/CO <sub>2</sub> from steel mill as raw material (conversion to hydrocarbons)	Renewable electricity in basic steelmaking, e.g. production of H <sub>2</sub> to replace carbon
Projects/Initiatives	HISARNA TGR-BF-Plasma	Steelanol, Carbon4Pur Carbon2Chem, FReSMe	H2Future, SuSteel, HIBRIT, GrInHy, SALCOS, Siderwin
Members	Tata Steel, ArcelorMittal	ArcelorMittal, TKSE	voestalpine, SSAB, Salzgitter, ArcelorMittal

Abb. 10: Ansätze für eine CO<sub>2</sub>-arme Stahlproduktion und Projekte der europäischen Stahlindustrie (Quelle: EUROFER/voestalpine).

Carbon Direct Avoidance stellt einen Ansatz dar, der auf „grünem“ Wasserstoff oder Strom basiert und eine Stahlherstellung ohne die Erzeugung direkter Kohlenstoffemissionen ermöglichen soll (siehe Abbildung 11).

Der dafür benötigte Wasserstoff kann durch Wasserelektrolyse unter dem Einsatz von erneuerbaren Energiequellen produziert werden. Der bei der Elektrolyse erzeugte Sauerstoff kann direkt im Stahlwerk, z. B. als Oxidationsmittel eingesetzt werden. Neben der Verwendung von Wasserstoff als Reduktionsmittel besteht auch die Möglichkeit der direkten Nutzung von Strom zur Reduktion von Eisenerz (Direct Electrowinning).

Zum Technologiepfad Smart Carbon Usage zählen Prozessadaptierungen, um bestehende und auf fossilen Brennstoffen

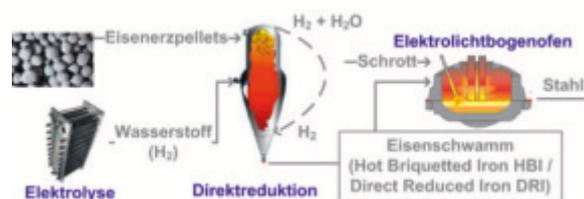


Abb. 11: Schematische Darstellung des Technologiepfads Carbon Direct Avoidance (CDA).

basierende Stahlproduktionsrouten (Hochofen – LD-Konverter / Direktreduktion – Elektrolichtbogenofen) umzugestalten. Dabei unterscheidet man zwischen Process Integration (PI) und einer möglichen Integration von Carbon Capture and Storage-Ansätzen (CCS) sowie der Carbon Capture and Usage (CCU). Process Integration (PI) beschäftigt sich mit dem verminderten Einsatz von Kohlenstoff beispielsweise durch die interne Verwertung von Kuppelgasen oder die teilweise Substitution von Kohle durch Erdgas oder Biomasse. CCU beschäftigt sich mit der Nutzung von CO und CO<sub>2</sub> aus Stahlwerksgasen zur Einbindung in chemische Prozesse.

## Ziel von LowCarbonFuture

Im Fokus des RFCS-Projektes steht die Evaluierung aktuell laufender Forschungsprojekte, die sich mit dem Thema CO<sub>2</sub>-arme Stahlproduktion auseinandersetzen. Die Projekte werden in Hinblick auf das CO<sub>2</sub>-Einsparungspotential oder den Energiebedarf bewertet. Außerdem sollen Lösungsansätze erarbeitet werden, die eine künftige Zusammenarbeit sowie den Wissens- und Technologietransfer zwischen den unterschiedlichen Interessensgruppen und Akteuren ermöglichen bzw. erleichtern. Durch das Gestalten einer Roadmap, die unter anderem den Forschungsbedarf für eine erfolgreiche Umsetzung der Breakthrough-Technologien zusammenfasst, soll eine Orientierungshilfe für die europäische Stahlindustrie geschaffen werden, um die Klimaziele erreichen zu können. Zusätzlich soll das Projekt eine Unterstützung für das Update der von der EUROFER erstellten LowCarbon Roadmap sein. Die gesammelten Informationen sollen auf einer Homepage in einer Datenbank zugänglich gemacht werden. Die geplanten Disseminationsaktivitäten im Rahmen des Projekts LowCarbonFuture umfassen Seminare, Webinare und Workshops auf internationalen Konferenzen.

## i<sup>3</sup>upgrade (RFCS-Projekt)

Die Thematiken einer effizienten Energienutzung bzw. die vorhin erwähnte Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen sind wesentliche Schwerpunkte für die Stahlindustrie. Für die Forschung zu diesen Aspekten wurde am 01. Juni 2018 das Projekt i<sup>3</sup>upgrade gestartet. Gefördert wird dieses Projekt, wie das vorhin erwähnte LowCarbonFuture, vom Research Fund for Coal and Steel (RFCS) mit einer Laufzeit von 3 ½ Jahren und einem Gesamtvolumen von 3,3 Mio. €. Die Förderquote beträgt hier 60 %. Die Abkürzung „i<sup>3</sup>“ im Projekttitel bedeutet Integrated, Intelligent und Industry, der gesamte Projekttitel lautet „Intelligent and Integrated upgrade of carbon sources in steel Industries through hydrogen intensified synthesis processes“. Das Konsortium besteht aus folgenden Industriepartnern und wissenschaftlichen Einrichtungen (siehe Abbildung 12):

- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik und Lehrstuhl für Chemische Reaktionstechnik, Deutschland (Koordinator)
- Centre for Research & Technology Hellas (CERTH), Griechenland
- Główny Instytut Górnictwa, Polen
- AIR LIQUIDE Forschung und Entwicklung GmbH, Deutschland
- Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes
- voestalpine Stahl GmbH
- Scuola Superiore Sant’Anna, Italien
- K1-MET GmbH



Abb. 12: Projektkonsortium und Aufgaben der Projektpartner (Quelle: FAU).

## Ziel von i<sup>3</sup>upgrade

Das Ziel des Projektes liegt in der Entwicklung von Strategien, Kohlenstoffquellen aus den Kuppelgasen der Route Hochofen / LD-Konverter intern im Stahlwerk wiedereinzusetzen. Dazu soll CO<sub>2</sub> mithilfe von „grünem“ Wasserstoff zu Methan bzw. Methanol synthetisiert werden und somit fossiles Erdgas oder andere Grundstoffchemikalien ersetzen. Abbildung 13 zeigt die Idee des Projektes.

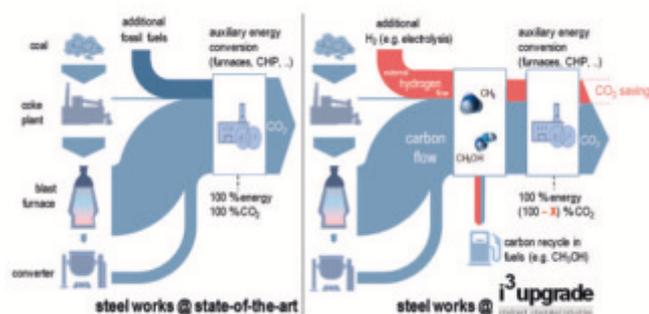


Abb. 13: Gesamtkonzept von i<sup>3</sup>upgrade – Vergleich der Kohlenstoffströme in integrierten Stahlwerken nach dem Stand der Technik (links) und mit einem Upgrade der Kohlenstoffquellen (rechts; Quelle: FAU).

Der linke Teil der Abbildung 13 stellt den state-of-the-art dar d. h. CO<sub>2</sub> stammt aus fossilen Energieträgern und Reduktionsmitteln und wird in die Atmosphäre ausgestoßen. Der rechte Teil in Abbildung 13 zeigt den innovativen Ansatz. Wasserstoff wird z. B. mittels Elektrolyse produziert und in den Stahlherstellungsprozess integriert. Das während der Stahlherzeugung anfallende CO und CO<sub>2</sub> wird in die Wertstoffe Methan bzw. Methanol umgewandelt. Der Schwerpunkt im Projekt i<sup>3</sup>upgrade liegt auf der Untersuchung eines neuartigen Reaktorkonzeptes, das sich für einen dynamischen Betrieb der Methan- bzw. Methanolsynthese eignet. K1-MET bringt Know-How über die Stahlherstellung in das Projekt ein und führt die Beurteilung möglicher Szenarien zur Integration des Prozesses in die Stahlproduktionskette durch.

# Highlights

## FORSCHUNG

2017/18



## Phosphorentfernung und Metallrückgewinnung aus Stahlwerksschlacken

(Arbeitspaket im Projekt „Stahlwerksschlacke und Produktentwicklung“)

Roheisen aus dem Hochofenprozess enthält zahlreiche metallische Begleitelemente wie z. B. Silizium, Mangan und Phosphor. Diese müssen im Stahlwerk entfernt werden, um eine bestimmte Produktqualität des Stahls zu erreichen. Im LD-Konverter werden die Begleitelemente weitestgehend oxidiert und in eine Schlackenphase überführt. Die Stahlwerksschlacke enthält somit nicht nur mineralische Anteile, sondern auch Wertmetalle wie Eisen, Chrom und Mangan. Die Verwertung von Stahlwerksschlacken ist derzeit eingeschränkt. Mit dem im Rahmen des K1-MET Projektes „Stahlwerksschlacke und Produktentwicklung“ laufenden InduRed-Verfahren sollen diese Metalle wiedergewonnen werden, um das Potential der Schlacke als wertvoller Sekundärrohstoff weiter zu steigern und Stoffkreisläufe zu schließen.

### Stand der Technik und Herausforderungen

Verfahrensbedingt werden wertvolle metallische Begleitelemente des Roheisens im LD-Konverter oxidiert, das heißt sie reagieren mit Sauerstoff. Diese liegen oxidisch gebunden vor, ähnlich wie in den Erzen. Eine Möglichkeit zur Rückgewinnung der Wertmetalle liegt in einer reduzierenden Behandlung der beim LD-Verfahren entstehenden Stahlwerksschlacke. Bei der Reduktion von Eisen-, Chrom- und

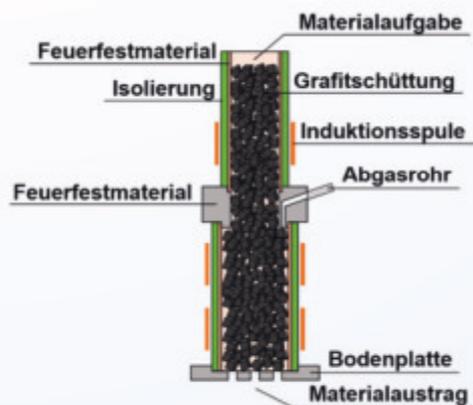


Abb. 14: InduRed-Reaktor

Manganoxiden aus der Schlacke z. B. in einem Elektrolichtbogenofen kommt es allerdings auch zur Reduktion von Phosphorverbindungen.

Phosphor liegt dann elementar und gasförmig vor und reagiert mit der Metallphase. Das Metallprodukt wäre mit Phosphor angereichert was eine Wiederverwendung im Stahlwerk erschwert, da ein Phosphorkreislauf entstehen würde. Ein neuartiges Verfahren namens InduRed soll Abhilfe schaffen und die Rückgewinnung von wertvollen Metallen bei gleichzeitiger Phosphorentfernung ermöglichen.

# AREA 1

## HIGHLIGHT



### InduRed-Verfahren

Die InduRed-Anlage am Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik der Montanuniversität Leoben verfolgt ein neuartiges Konzept zur Behandlung von Stahlwerksschlacken. In einem Reaktor (siehe Abbildung 14 links), werden Bruchstücke aus elektrisch leitendem Graphit mittels außen an der Reaktorwand angebrachten Induktionsspulen auf ca. 1.650 °C erwärmt. Während des Reduktionsprozesses entsteht ein dünner Schmelzfilm aus Schlacke. Der daraus entstehende kurze Transportweg begünstigt den Transfer des Phosphors aus der Schlackenphase in die Gasphase. Der elementar vorliegende Phosphor wird kontinuierlich aus dem Reaktorraum über den Abgasstrom abgezogen. Dieser hat somit nur wenig Kontakt zur Metallphase und wird nach dem Austrag reoxidiert (Nachverbrennung) und in einem Wäscher abgetrennt. Dadurch entsteht als Nebenprodukt Phosphorsäure. Die Hauptprodukte des InduRed-Verfahrens sind eine Metallphase aus Eisen, Mangan und Chrom sowie eine Schlacke, welche beinahe frei ist von Metallen bzw. Metalloxiden.

In Vorversuchen wurde ein optimaler Betriebspunkt für die Stahlwerksschlackenbehandlung in der InduRed-Anlage ausgelotet. Abbildung 15 zeigt die Prozessschritte und die dabei entstehenden Produktfraktionen.

Bei etwa 1.650 °C und einem bestimmten Verhältnis von Kalziumoxid zu Siliziumdioxid (Basizität B2) konnte eine Schlacke erzeugt werden, welche frei von Phosphor, Eisen und Chrom ist. 80 % des reduzierten Phosphors konnten in die Gasphase überführt werden. Die Basizität muss dabei in einem optimalen Bereich liegen, daher wird die Schlacke vor der Reduktion durch Zuschläge wie Quarzsand oder Hochschlacke modifiziert.

### Wirkungen und Effekte

Die Ergebnisse zeigten eine grundsätzliche Machbarkeit des InduRed-Verfahrens. Derzeit laufen weitere Optimierungen der Anlagenkonfiguration und der Prozessparameter. Eine



Abb. 15: Schematische Darstellung des InduRed-Verfahrens

großindustrielle reduzierende Behandlung von Stahlwerksschlacken in einem induktiv beheizten Grafitbettreaktor würde mehrere Benefits generieren. Das Metallprodukt kann nutzbar gemacht und im Stahlherstellungsprozess eingesetzt werden. Das Mineralprodukt hat durchaus das Potential, in der Baustoffindustrie Absatz zu finden. Die Nutzbarmachung führt zu einer Steigerung der Wertschöpfung und spart Primärrohstoffe. Außerdem wird die Deponierung der Stahlwerksschlacke großteils hinfällig. Dadurch können Kosten für die Deponierung sowie Deponievolumen eingespart werden. Auch der abgetrennte Phosphor wird in der Europäischen Union ein zunehmend wichtigeres Thema, da sowohl Phosphaterz als auch Phosphor selbst kritische Rohstoffe darstellen, die derzeit zu beinahe 100 % importiert werden müssen.

# Highlights

## FORSCHUNG

2017/18

### Entwicklung eines Versuchsaufbaus für Kriechuntersuchungen

(Arbeitspaket im Projekt „Analyse der Verschleißigenschaften von feuerfesten Materialien zur Erhöhung der Lebensdauer“)

**M**agnesia-Carbon (MgO-C) Steine werden als feuerfeste Ausmauerung zum Beispiel im LD-Konverter sowie in Gieß- und Behandlungspfannen und Elektrolichtbogenöfen verwendet. Während des Einsatzes werden Temperaturen über 1.500 °C erreicht. Infolge thermomechanischer Spannungen kann es während des Einsatzes zum Kriechen des Feuerfestmaterials kommen. Kriechen ist definiert als zeit- und temperaturabhängige irreversible Verformung bei konstanter Last. Um diese auftretenden Kriechverformungen im Anwendungsfall besser verstehen zu können, werden Druck- und Zugkriechuntersuchungen im Labor durchgeführt. Aufgrund der Kohlenstoffbindung des MgO-C Steins und der hohen Affinität zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff kann eine Kriechuntersuchung bei Standardbedingung, also im Kontakt mit Luftsauerstoff, nicht durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des K1-MET Projektes „Analyse der Verschleißigenschaften von feuerfesten Materialien zur Erhöhung der Lebensdauer“ ein Versuchsaufbau entwickelt, um die Proben während des Versuches vor Luftsauerstoff zu schützen.

### Stand der Technik bei der Druck- und Zugkriechuntersuchung

Bei der Druckkriechuntersuchung wird eine zylindrische Probe mit einem Durchmesser von 35 mm und einer Höhe von 70 mm in eine Universalprüfmaschine eingebracht. Die Probe wird mit 5 K/min bis zur definierten Zieltemperatur erhitzt. Die Haltezeit beträgt 1 Stunde, um einen thermisch stabilen Zustand zu erreichen. Danach bringt ein Druckstempel (Bewegung von 0,3 mm/min) eine bestimmte Last auf die Probe. Gleichzeitig wird an der Vorder- und Rückseite die Verschiebung mittels Extensometer gemessen. Das Versuchsende ist mit dem Bruch der Probe erreicht. Die Probendurchmesser für das Zugkriechen beträgt 30 mm und die Länge der Probe ist mit 230 mm definiert. Der Versuchsablauf ist äquivalent zum Druckkriechversuch, nur wird die Probe hier in die Länge gezogen.

# AREA 2

HIGHLIGHT

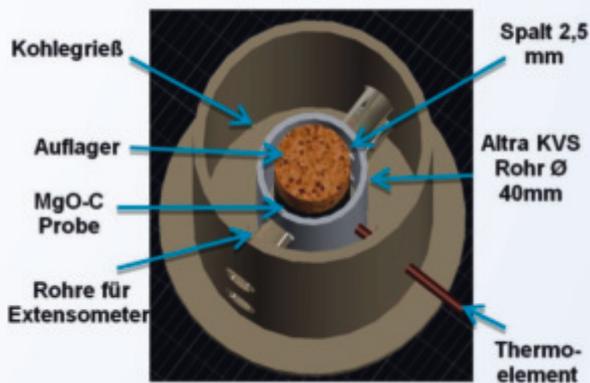


Abb. 16: Versuchsaufbau für die Druckkriechuntersuchung.

## Entwickelte Versuchsaufbauten Druck- und Zugkriechuntersuchung

Um kohlenstoffhaltige feuerfeste Materialien im Hochtemperaturbereich testen zu können, müssen im Probenraum reduzierende Bedingungen vorherrschen. Dies wird durch den Einsatz von Kohlegrieß gewährleistet. Abbildung 16 zeigt den Aufbau für die Druckkriechuntersuchung. Das Setup für die Zugkriechuntersuchung ist in Abbildung 17 zu sehen.

Das Grundprinzip besteht darin, dass Umgebungssauerstoff den Kohlegrieß oxidiert und so nicht mit der Probe in Kontakt kommt. Dafür wird der äußere Ring mit Kohlegrieß aufgefüllt. Um eine mechanische Beeinflussung der Probe zu verhindern, wird der direkte Kontakt zwischen Kohlegrieß und Probe durch ein hochporöses Rohr verhindert. Durch zusätzliche Korund-

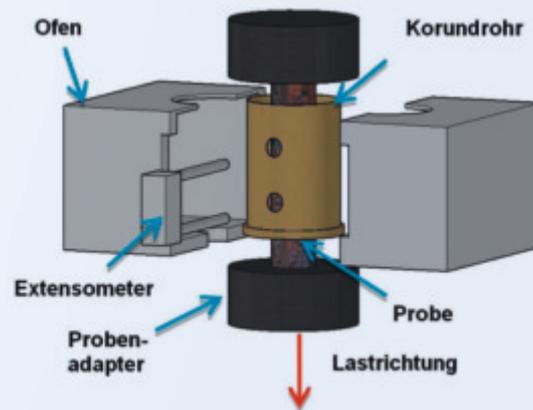


Abb. 17: Versuchsaufbau für die Zugkriechuntersuchung.

rohre wird der Kontakt der Extensometerfinger mit dem Kohlegrieß vermieden. Diese Konfiguration ermöglicht eine Verschiebungsmessung mittels Extensometer.

## Wirkungen und Effekte

Mithilfe der neu entwickelten Versuchsaufbauten können kohlenstoffhaltige feuerfeste Baustoffe hinsichtlich des Kriechens bei hohen Temperaturen charakterisiert werden. Auf Basis der erhaltenen Daten aus den Laborversuchen können Kriechparameter berechnet und in Finite Elemente Simulationen implementiert werden. Dies ermöglicht zum Beispiel die Simulation thermomechanischer Spannungen in der Feuerfestmauerung während des Betriebs.

# Highlights

## FORSCHUNG

2017/18

### Untersuchung des Kristallisationsverhaltens von Gießschlacken unter betriebsnahen Bedingungen

(Arbeitspaket im Projekt „Schlacken, Feuerfestmaterialien und Einschlüsse im Stranggussprozess“)

Die Double Hot Thermocouple Technique (DHTT, siehe Abbildung 18) wurde für die Untersuchung des Kristallisationsverhaltens von Gießschlacken für den Strangguss von Stahl unter betriebsnahen Bedingungen entwickelt.

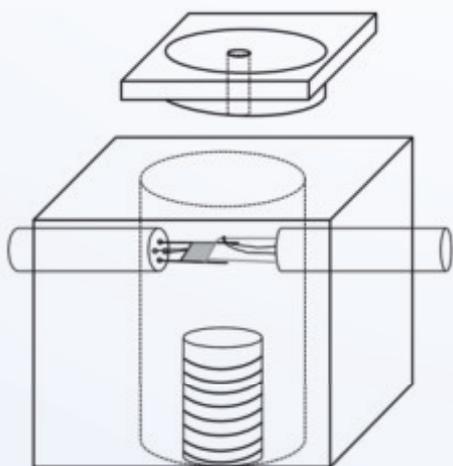


Abb. 18: Schematischer Aufbau der DHTT-Einrichtung.

### Problemstellung und Herangehensweise

Allerdings weist die DHTT einige Schwachstellen auf. Zum einen haben Simulationen des Temperaturverlaufs gezeigt, dass das Temperaturminimum in der Mitte des Schlackenfilms liegt und nicht wie gewünscht auf der Kaltseite. Die Verwendung U-förmiger Thermoelemente zum Aufspannen der Schlacke führt zur Bildung einer tropfenförmigen Kontur. Dies ermöglicht nur die Untersuchung transparenter Schmelzen. Außerdem werden die Ergebnisse nur in Form von Bildern dargestellt, was einen quantitativen Vergleich unterschiedlicher Schlacken nicht zulässt. Daher wurde die Untersuchungsmethode modifiziert sowie eine geeignete Darstellungsform entwickelt. Diese Arbeiten sind Inhalt eines Arbeitspakets im Projekt „Schlacken, Feuerfestmaterialien und Einschlüsse im Stranggussprozess“.

Ein feuerfest zugestellter Ofenraum wird im Bereich der Probe auf das Temperaturniveau der kalten Seite der Schlackeprobe aufgeheizt. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Schlacke zu viel Wärme an die Umgebung verliert. Mineralogische Untersuchungen in Kombination mit thermochemischen Berechnungen zeigten, dass sich ein konstanter Temperaturgradient innerhalb des Schlackenfilms ausbildet. Durch die

# AREA 3

## HIGHLIGHT



Verwendung eines H-förmigen Heizdrahtes, der die Schlacke auf Maximaltemperatur (abhängig von deren Schmelztemperatur) aufheizt, und einer U-förmigen Aufziehvorrichtung, welche die Schmelze innerhalb der Schenkeln des Heizdrahtes aufspannt, wird die Bildung eines dünnen, rechteckigen Schlackenfilms gewährleistet.

Um unterschiedliche Schlacken miteinander vergleichen zu können, werden die während des Versuches aufgenommenen Bilder, die den Kristallisationsfortschritt in Abhängigkeit der Zeit repräsentieren, ausgewertet. Dabei wird der Bereich ermittelt, in dem Kristallisation stattfinden kann. Daraus kann in weiterer Folge die Kristallwachstumsgeschwindigkeit berechnet werden. Außerdem wird der 3 mm lange Schlackenfilm in Segmente von 0,1 mm unterteilt, von denen wiederum der kristalline Anteil in Abhängigkeit der Versuchszeit ermittelt wird. Daraus kann ein Diagramm erstellt werden, in dem die Zeit bis zum Erreichen eines definierten kristallinen Anteils in Abhängigkeit des Abstandes vom kalten Ende ersichtlich ist. Auch die Darstellung der maximal erreichten Kristallisation in Abhängigkeit der Position innerhalb des Schlackenfilms ist dadurch möglich.

### Ergebnisse

Für die ersten Untersuchungen wurden Schlacken mit unterschiedlichem Kristallisationsverhalten ausgewählt (siehe Abbildung 19). Das unterschiedliche Kristallisationsverhalten kann mithilfe von Diagrammen dargestellt werden. Während eine kongruent kristallisierende Schmelze eine signifikante Abnahme des absoluten kristallinen Anteils an der Position des Schlackenfilmes, die dem Schmelzpunkt entspricht, zeigt, ist bei Proben, bei denen die chemische Diffusion eine wesentliche Rolle spielt, ein flacherer Kurvenverlauf erkennbar. Außerdem weisen diese Schlacken zu Kristallisationsbeginn eine höhere Kristallwachstumsgeschwindigkeit auf.

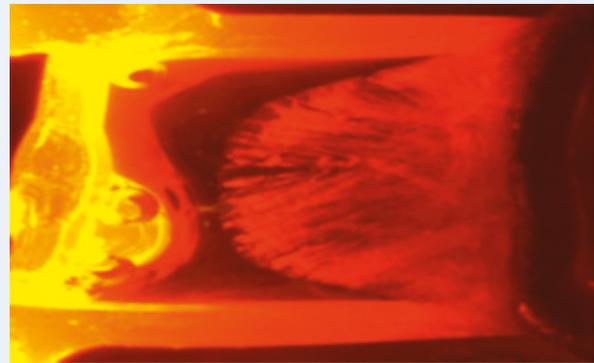


Abb. 19: Aufnahme eines DHTT-Versuchs bei einem Temperaturgradienten von 1.150 °C / 700 °C.

Ob Kristalle an der Oberfläche des Heizdrahtes oder innerhalb des Schlackenfilms gebildet werden, ist ebenso in den unterschiedlichen Kurvenverläufen ersichtlich.

### Wirkungen und Effekte

Durch die Modifikation und Weiterentwicklung der DHTT wird eine wesentliche Verbesserung der Anwendung und der Aussagekraft dieser Untersuchungsmethode erzielt. Aufgrund der entwickelten Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse in Form von Diagrammen können unterschiedliche Schlacken hinsichtlich ihres Kristallisationsverhalten gegenübergestellt werden. Dies findet vor allem Anwendung in der Entwicklung neuer Schlackensysteme für den Strangguss sowie bei der Auswahl geeigneter Schlacken für bestimmte Stahlsorten.

# Highlights

## FORSCHUNG

2017/18

### Untersuchungen der Strömungsstruktur in einem Strangguss-Verteiler mit Spüleiste

(Arbeitspaket im Projekt „Schmelzmodelle“)

Die Qualitätsanforderungen an Stahlprodukte steigen kontinuierlich. Ein wichtiger Einflussfaktor ist der Anteil an nichtmetallischen Partikeln im vergossenen Stahl. Eine der letzten Möglichkeiten in der Stahlproduktionskette, nichtmetallische Partikel aus der Schmelze zu entfernen, ist das Verteilergefäß beim Stranggussprozess.

#### Motivation

In einem Arbeitspaket des Projektes „Schmelzmodelle“ wird die Strömung im Verteiler der Stranggussanlage untersucht. Hier geht es um eine Verbesserung der Abscheideeigenschaften des Verteilers, d. h. nichtmetallische Partikel, die sich noch im Stahl befinden, sollen aus der Schmelze entfernt werden. Eine Möglichkeit, diese Abscheidung zu verbessern, ist das Einbringen von Argon-Blasen, an denen die Partikel haften bleiben und in weiterer Folge im Verteiler aufsteigen und in der Schlacke gesammelt werden.

Die Gasblasen beeinflussen aber auch das gesamte Geschwindigkeitsfeld im Verteiler. Erste CFD-Simulationen zeigen, dass diese Tatsache unter Umständen bei der Platzierung von Einbauten im Verteiler berücksichtigt werden muß.

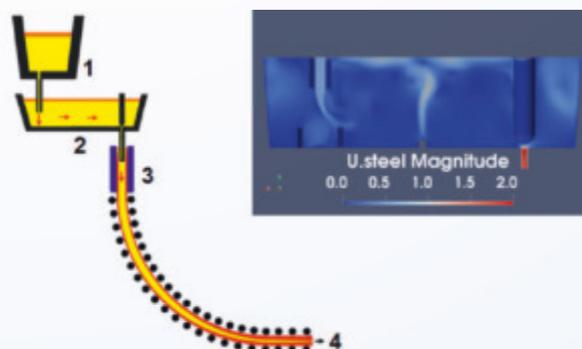


Abb. 20: Schematische Darstellung einer Stranggussanlage (links; Quelle: Wikipedia); (1) Pfanne; (2) Verteiler; (3) Kokille; (4) erstarrter Strang; Geschwindigkeitsfeld aus einer CFD-Simulation (rechts; Quelle: K1-MET).

Abbildung 20 zeigt eine schematische Darstellung des Stranggussprozesses. Außerdem zeigt Abbildung 20 eine Strömungssimulation, aus der hervorgeht, dass durch den Blasenvorhang in der Mitte des Verteilers der Freistrah aus der Pfanne den dafür vorgesehenen Pralltopf nicht mehr trifft.

# AREA 4

HIGHLIGHT



## Experimentelle Untersuchungen

Um die Simulationsergebnisse zu untermauern, wurden an der RWTH Aachen Referenzversuche an einem 1:3-Wassermodell des Verteilers mit Blasenvorhang eingeplant. Für die Experimente in Aachen konnte das am Institut für Industrieofenbau (IOB) bestehende Verteilermodell verwendet werden. In die Mitte des Verteilers wurde eine Spüleiste eingesetzt und mit Druckluft beaufschlagt. Die Geschwindigkeitsverteilung in der Ebene normal zur Spüleiste wurde mit Hilfe der laseroptischen Methode PIV (Particle Image Velocimetry) gemessen.

Während der Experimente wurden die Wasserdurchsätze und Spülraten mehrmals wiederholt. Dadurch ergab sich eine umfangreiche Datenbasis an Geschwindigkeitsfeldern. Aus den Geschwindigkeitsfeldern wurde die Ablenkung des einströmenden Wasserstrahls detektiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Ablenkung linear vom Luftvolumenstrom und quadratisch vom Wasservolumenstrom abhängt. Abbildung 21 zeigt die Ablenkung des Wasserstrahls in Abhängigkeit des Verhältnisses Luftvolumenstrom zum Quadrat des Wasservolumenstroms.

## Wirkungen und Effekte

Die erzielten Messergebnisse zeigten, dass der Einfluss von Gasblasen auf die Strömung im Verteilerdesign berücksichtigt werden muss. Im Rahmen der Versuchsauswertung konnten die Haupteinflussgrößen auf das Strömungsbild isoliert werden und experimentelle Ergebnisse von Versuchen an der groß-

technischen Anlage konnten so in Relation gesetzt werden. In weiterer Folge wurden verschiedene Ansätze für die Modellierung der Turbulenz und der freien Flüssigkeitsoberfläche mit den experimentellen Daten evaluiert. Daraus resultierte die Empfehlung für die Modellwahl und das Simulationssetup (Modelleinstellungen).

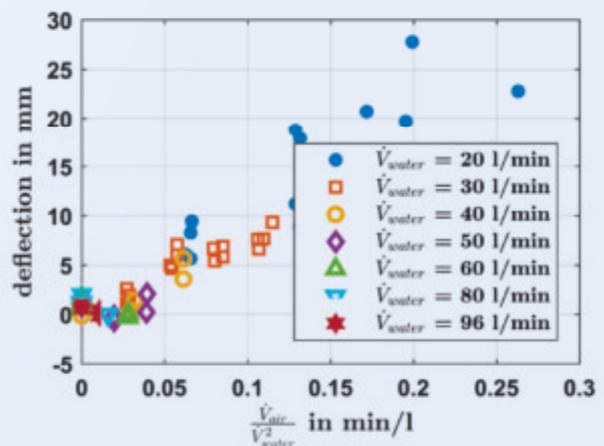
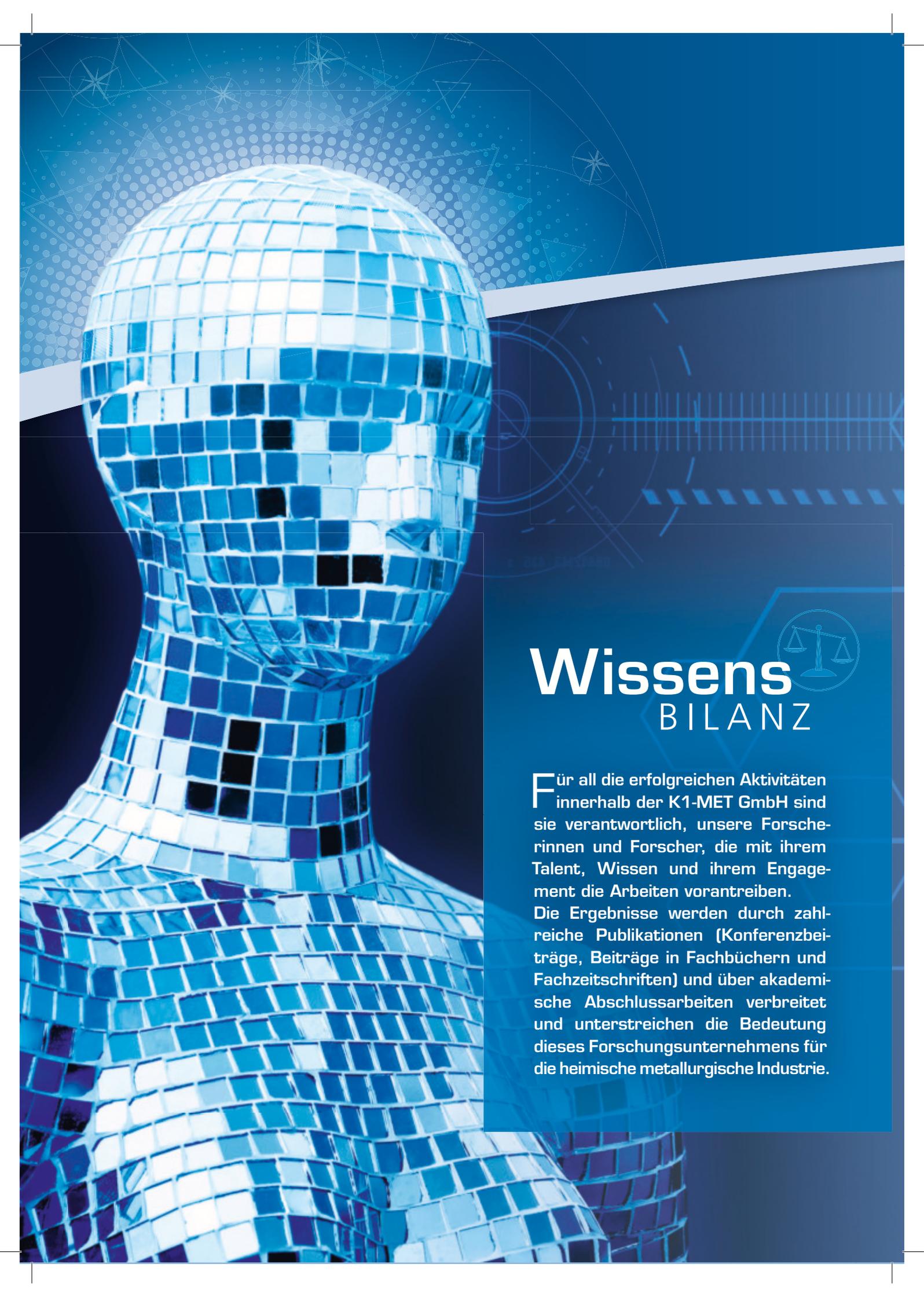


Abb. 21: Gemessene Strahlablenkung im 1:3-Wassermodell des Verteilers an der RWTH Aachen.

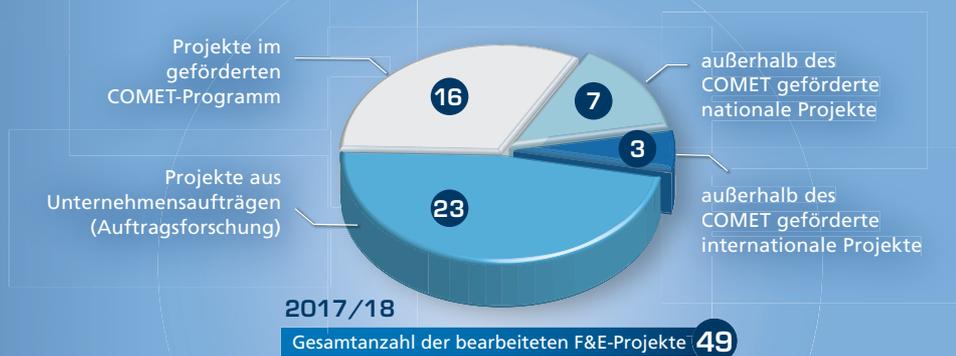


# Wissens BILANZ

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 dieses Forschungsunternehmens für die heimische metallurgische Industrie.

## Programm- und Auftragsforschung

Im Geschäftsjahr 2017/18 wurde in insgesamt 49 F&E-Projekten (single-firm und multi-firm Projekten) geforscht. Außerhalb des geförderten COMET-Programms wurden im dritten Geschäftsjahr insgesamt sieben Projekte aus anderen Förderschienen der FFG realisiert. Daneben konnte K1-MET GmbH mit der Teilnahme an den Projekten LowCarbonFuture sowie iupgrade zwei internationale F&E-Tätigkeit starten, insgesamt ist K1-MET GmbH somit an drei internationalen Projekten beteiligt. Zusätzlich wurden aus Unternehmensaufträgen 23 Projekte bearbeitet. Somit konnte sich K1-MET durch Projektforschung im Bereich der Metallurgie im nationalen und auch nun auch vermehrt im 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

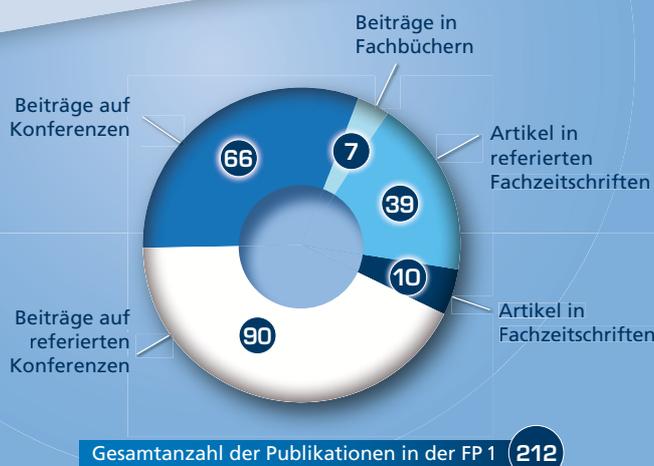
Am Ende des Geschäftsjahres 2017/2018 (Stichtag 30.06.2018) zählte die Belegschaft der K1-MET GmbH 53 Personen (41,75 Personenjahre). Der Forschungsanteil beträgt 85,11 % (44 Köpfe mit 35,54 Personenjahren, davon 15 weibliche und 29 männliche Forscher) und umfasst folgende akademische Bereiche: Metallurgie, Verfahrenstechnik, Chemie, Physik, Informatik (Computational Engineering mit Schwerpunkten Netzwerktechnik und Simulation) und Mechatronik. Der Akademikeranteil beträgt 76,26 %.

	Personenjahre	Köpfe	Anteil [%]
<b>TOTAL</b>	41,75 / 38,78*	53 / 49*	100,00 / 100,00*
■ davon weiblich	14,16 / 12,54	19 / 16	33,91 / 32,34
■ davon männlich	27,59 / 26,24	34 / 33	66,09 / 67,66
<b>Administration</b>	6,21 / 6,73	9 / 9	14,89 / 17,35
■ davon weiblich	2,38 / 2,83	4 / 4	38,24 / 42,05
■ davon männlich	3,83 / 3,90	5 / 5	61,76 / 57,95
<b>Wissenschaftliche Belegschaft</b>	35,54 / 32,05	44 / 40	85,11 / 82,65
■ davon weiblich	11,78 / 9,71	15 / 12	33,15 / 30,30
■ davon männlich	23,76 / 22,34	29 / 28	66,85 / 69,70

\* 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 2017/18 unterstrichen 85 Publikationen (Journalartikel, Konferenzen, Buchbeiträge) sowie eine Reihe akademischer Arbeiten die wissenschaftliche Exzellenz der K1-MET GmbH.



Wissenschaftlichkeit	2017/18	2016/17	2015/16
Anzahl der erteilten Patente	1	3	1
Abgeschlossene Dissertationen	1	6	5
Abgeschlossene Masterarbeiten	15	8	4
Abgeschlossene Bakkalaureatsarbeiten	9	10	5

### Artikel in referierten Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Edler, F., Geier, B., Reiter, W., Rieger, J., Spijker, C., Raupenstrauch, H.	Development of an atmosphere particle kinetic model for particle reactions in a combustion Flash-Reactor using CFD-methods	Energy Procedia	120 / 2017 / 540-547
Neumayer, M., Bretterklieber, T., Flatscher, M., Puttinger, S.	PCA based state reduction for inverse problems using prior information	COMPEL – The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering	36 (5) / 2017 / 1430-1441
Schneiderbauer, S., Pirker, S., Puttinger, S., Aguayo, P., Touloupidis, V., Martinez, A.	A Lagrangian-Eulerian hybrid model for the simulation of poly-disperse fluidized beds: Application to industrial-scale olefin polymerization	Powder Technology	316 / 2017 / 697-710
Schneiderbauer, S.	A spatially-averaged two-fluid model for dense large-scale gas-solid flows	AIChE Journal	63 (8) / 2017 / 3544-3562
Lichtenegger, T., Peters, E. A. J. F., Kuipers, J. A. M., Pirker, S.	A recurrence CFD study of heat transfer in a fluidized bed	Chemical Engineering Science	172 / 2017 / 310-322
Saeedipour, M., Schneiderbauer, S., Plohl, G., Brenn, G., Pirker, S.	Multiscale simulations and experiments on water jet atomization	International Journal of Multiphase Flow	95 / 2017 / 71-83
Dieguez-Salgado, U., Dorrer, P., Michellic, S. K., Bernhard, C.	Experimental investigation of the system non-metallic inclusion-molten steel-refractory at high temperatures	Journal of Materials Engineering & Performance	online-Artikel / 2017
Edler, F., Reiter, W., Geier, B., Spijker, C., Rieger, J., Raupenstrauch, H.	Das Atmosphärenpartikelkinetikmodell für Partikelreaktionen in einem direkt befeuerten Staubreaktor für den RecoDust-Prozess	Chemie Ingenieur Technik	90 (5) / 2018 / 679-684
Lanzerstorfer, C., Angerbauer, A., Gaßlbauer, M.	Feasibility of air classification in dust recycling in the iron and steel industry	Steel Research International	89 (7) / 2018
Lanzerstorfer, C.	Electric arc furnace filter dust: Influence of organic material on the bulk density and flowability	Particulate Science and Technology	online-Artikel / 2018
Kölbl, N., Harmuth, H., Marschall, I.	Modified DHTT equipment for crystallization studies of mold slags	Metallurgical and Materials Transactions B	online-Artikel / 2018
Barati, H., Wu, M., Kharicha, A., Ludwig, A.	A transient model for nozzle clogging	Powder Technology	329 / 2018 / 181-198
Dieguez-Salgado, U., Weiß, C., Michellic, S. K., Bernhard, C.	Fluid force induced detachment criteria for non-metallic inclusions adhered to a refractory/molten steel interface	Metallurgical and Materials Transactions A	online-Artikel / 2018
Keplinger, T., Haider, M., Steinparzer, T., Trunner, P., Patrejko, A., Haselgrübler, M.	Modelling, simulation and validation with measurements of a heat recovery hot gas cooling line for electric arc furnaces	Steel Research International	89 (6) / 2018

## Artikel in referierten Fachzeitschriften – Fortsetzung

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Keplinger, T., Haider, M., Steinparzer, T., Patrejko, A., Trunner, P., Haselgrübler, M.	Dynamic simulation of an electric arc furnace waste heat recovery system for steam production	Applied Thermal Engineering	135 / 2018 / 188-196
Leitz, K., O'Sullivan, M., Plankensteiner, A., Lichtenegger, T., Pirker, S., Kestler, H., Sigl, L.	CFDEM modelling of particle heating and acceleration in cold spraying	International Journal of Refractory Metals & Hard Materials	173 / 2018 / 193-198
Schneiderbauer, S.	Validation study on spatially averaged two-fluid model for gas-solid flows: I: A-priori analysis of wall bounded flows	AIChE Journal	64 (5) / 2018 / 1591-1605
Schneiderbauer, S.	Validation study on spatially averaged two-fluid model for gas-solid flows. II: Application to risers and bubbling fluidized beds	AIChE Journal	64 (5) / 2018 / 1606-1617
Schneiderbauer, S., Saeedipour, M.	Approximate deconvolution model for the simulation of turbulent gas-solid flows: An a-priori analysis	Physics of Fluids	30 (2) / 2018
Lichtenegger, T., Pirker, S.	CFD-DEM modeling of strongly polydisperse particulate systems	Powder Technology	325 / 2018 / 698-711
Quetschiner, D., Lichtenegger, T., Schneiderbauer, S., Pirker, S.	Coupled resolved and coarse grain DEM models	Particulate Science and Technology	36 (4) / 2018 / 517-522
Vangö, M., Pirker, S., Lichtenegger, T.	Unresolved CFD-DEM modeling of multiphase flow in densely packed particle beds	Applied Mathematical Modelling	56 / 2018 / 501-516
Soltanbeigi, B., Podlozhnyuk, A., Papanicolopolos, S., Kloss, C., Pirker, S., Ooi, J.	DEM study of mechanical characteristics of multi-spherical and superquadric particles at micro and macro scales	Powder Technology	329 / 2018 / 288-303
Lichtenegger, T.	Local and global recurrences in dynamic gas-solid flows	International Journal of Multiphase Flow	106 / 2018 / 125-137

## Artikel in Fachzeitschriften

Autoren	Titel	Zeitschrift	Ausgabe / Jahr / Seiten
Lohmeier, L. Schröder, H.-W., Pilz, K.	Analyzing the briquetting of hard coal for use in coking plants	World of Mining - Surface & Underground	70 (3) / 2018
Marschall, I., Xia, G., Kölbl, N.	Slag rim formation of two mould powders used for casting of construction steel	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	163 (1) / 2018 / 23-28
Preuler, L., Bernhard, C., Ilie, S., Six, J.	Experimental investigations on spray characteristics of water-air nozzles	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	163 (1) / 2018 / 29-36
Friesenecker, P., Kahrmanovic, D., Wierink, G., Bürgler, T., Adam, K.	Experimentelle und numerische Untersuchung der Partikelströmung in Absaugsystemen	Berg- und Hüttenmännische Monatshefte	163 (5) / 2018 / 174-180

## Beiträge auf referierten Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Kain-Bückner, B., Mali, H., Schadler, S., Schuster, E.	VisuMet-analysis of iron carriers with Image Processing	Iron Ore "Building Resilience" / Perth (Australien) / 2017
Edler, F., Spijker, C., Raupenstrauch, H., Rieger, J., Geier, B., Reiter, W.	Development of a Computational Fluid Dynamic modelling concept for the RecoDust-process	American Institute of Chemical Engineers (AIChE) Annual Meeting / Minneapolis (USA) / 2017
Pollhammer, W., Spijker, C., Koller, M., Raupenstrauch, H.	Numerical modelling of industrial burners for reduction of NO <sub>x</sub> emissions using flamelet methods in combination with a newly developed postprocessor for fast and accurate emission prediction	American Institute of Chemical Engineers (AIChE) Annual Meeting / Minneapolis (USA) / 2017
Lanzerstorfer, C., Grill, S., Steinwandter, A.	Top-gas cleaning at blast furnaces: comparison of wet and dry systems	49 <sup>th</sup> International Conference October Conference on Mining and Metallurgy (IOC) / Bor Lake (Serbien) / 2017
Puttinger, S., Stocker, H., Pirker, S.	Visual raceway blockage detection in a blast furnace – Finding feasible image processing strategies for online monitoring and process control	11 <sup>th</sup> Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing (PSFVIP) / Kumamoto (Japan) / 2017
Puttinger, S., Saeedipour, M., Pirker, S.	Evaluating the damping effect of a slag layer on the mold flow in continuous casting of steel	11 <sup>th</sup> Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing (PSFVIP) / Kumamoto (Japan) / 2017
Penz, F., Schenk, J., Bundschuh, P., Panhofer, H., Pastucha, K., Maunz, B.	Scrap melting in BOF: Influence of particle surface and size during dynamic converter modelling	3 <sup>rd</sup> ABM week (Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração) / São Paulo (Brasilien) / 2017
Cheremesina, E., Schenk, J., Nocke, L., Wimmer, G., Paul, A.	Pure CaO and lime dissolution rate in steelmaking slags	3 <sup>rd</sup> ABM week (Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração) / São Paulo (Brasilien) / 2017
Pollhammer, W., Spijker, C., Koller, M., Raupenstrauch, H.	Mathematische Brennermodellierung zur Reduktion der Stickoxidemissionen mittels Flamelet - NO <sub>x</sub> Postprozessor in OpenFOAM	VDI-Tagung 28. Deutscher Flammetag „Verbrennung und Feuerung“ / Darmstadt (Deutschland) / 2017
Vila, A., Lichtenegger, T., Puttinger, S., Pirker, S.	Investigation of block-like movement in cohesive and non-cohesive spouted bed operations	5 <sup>th</sup> International Conference on Particle-Based Methods – Fundamentals and Applications (PARTICLES) / Hannover (Germany) / 2017



## Beiträge auf referierten Konferenzen – Fortsetzung

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Kinaci, M. E., Lichtenegger, T., Schneiderbauer, S.	Modelling of chemical reactions in metallurgical processes	5 <sup>th</sup> International Conference on Particle-Based Methods – Fundamentals and Applications (PARTICLES) / Hannover (Germany) / 2017
Seil, P., Pirker, S., Lichtenegger, T.	Pattern formation in laminar flow of suspensions through square channels	5 <sup>th</sup> International Conference on Particle-Based Methods – Fundamentals and Applications (PARTICLES) / Hannover (Germany) / 2017
Pirker, S.	Time extrapolation of multiphase flow simulations by recurrence CFD	5 <sup>th</sup> International Conference on Particle-Based Methods – Fundamentals and Applications (PARTICLES) / Hannover (Germany) / 2017
Farzad, R., Schneiderbauer, S., Pirker, S.	Hybrid TFM-DPM application in CFD simulation of liquid-liquid emulsions drop size distribution in stirred tank reactors	13 <sup>th</sup> International Conference on Gas-Liquid and Gas-Liquid-Solid Reactor Engineering (GLS-13) / Brüssel (Belgien) / 2017
Farzad, R., Schneiderbauer, S., Pirker, S.	A Eulerian-Lagrangian Hybrid model for the simulation of the drop size distribution of liquid-liquid emulsions in stirred tank reactors	10 <sup>th</sup> World Congress of Chemical Engineering (WCCE) / Barcelona (Spanien) / 2017
Bhattacharya, A., Schenk, J., Weiss, C., Höftberger, A., Schaffer, C., Schuster, E.	Modelling the dependence of sinter bed permeability on sinter porosity and structure	Advances in Metallurgical Processes and Materials (ADMET) / Lwiv (Ukraine) / 2018
Bösenhofer, M., Jordan, C., Harasek, M., Feilmayr, C., Hauzenberger, F., Walk, A.-V., Tjaden, S.	Pulverized Coal Injection (PCI) test facilities and methods – Overview and recommendations	Association for Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Philadelphia (USA) / 2018
Cheremesina, E., Schenk, Vierter, A., Nilica, R., Rössler, R.	Dissolution rate of various MgO materials in steel and secondary metallurgy slags	Association for Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) 2018, Philadelphia (USA)
Kölbl, N., Marschall, I., Harmuth, H.	An improved double hot thermocouple technique for mold slag investigation	Association for Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Philadelphia (USA) / 2018
Bösenhofer, M., Wartha, E.-M., Jordan, C., Harasek, M., Feilmayr, C., Hauzenberger, F.	Characterization of gas phase reaction regime in the raceway zone	Association for Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech) / Philadelphia (USA) / 2018
Algermissen, D.	Praxisnahe Entwicklung neuer Produkte aus LD-Schlacke	Berliner Konferenz Mineralische Nebenprodukte und Abfälle / Berlin (Deutschland) / 2018
Kamali-Moaveni, A., Böhm, A.	Dephosphorization of LD-slag by physical separation methods	1 <sup>st</sup> European Mineral Processing and Recycling Congress (EMPRC) / Essen (Deutschland) / 2018
Doschek, K., Ponak, C., Raupenstrauch, H.	Thermoprozesstechnik - Beiträge zur Abfallvermeidung, Wertstoffrückgewinnung und Energieeffizienzsteigerung	Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppe Hochtemperaturtechnik / Bremen (Deutschland) / 2018
Lanzerstorfer, C.	Properties of steelmaking dusts from dry dust separators	27 <sup>th</sup> International Conference on Metallurgy and Materials (METAL) / Brünn (Tschechische Republik) / 2018
Neumayer, M., Flatscher, M., Bretterkleeber, T., Puttering, S.	Prior based state reduction in backprojection type imaging algorithms for electrical tomography	IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference / Houston (USA) / 2018
Wöckinger, D., Bramerdorfer, G., Amrhein, W., Schuster, S., Gstoettenbauer, N., Reisinger, J.	A novel modeling approach of the effective permeability for magnetic composites	8 <sup>th</sup> International Conference Magnetism and Metallurgy (WMM) / Dresden (Deutschland) / 2018
Puttinger, S., Stocker, H.	Flow visualization of blast furnace raceways to improve the understanding of tuyere blockages for reliable shutdown of pulverized coal injection	18 <sup>th</sup> International Symposium on Flow Visualization / Zürich (Schweiz) / 2018
Puttinger, S., Saeedipour, M., Pirker, S.	Validating large eddy simulations of two fluid flows via time resolved PIV	18 <sup>th</sup> International Symposium on Flow Visualization / Zürich (Schweiz) / 2018
Penz, F., Schenk, J., Pastucha, K., Maunz, B., Ammer, R.	Dissolution behaviour of ULC steel in carbon saturated hot metal	7 <sup>th</sup> International Congress on Science and Technology of Steelmaking (ICS) / Venedig (Italien) / 2018
Barati, H., Wu, M., Kharicha, A., Ludwig, A.	Investigation on mesh sensitivity of a transient model for nozzle clogging	20 <sup>th</sup> International Conference on Metallurgical and Materials Engineering (ICMME) / London (England) / 2018
Barati, H., Wu, M., Holzmann, T., Kharicha, A., Ludwig, A.	Simulation of non-metallic inclusion deposition and nozzle clogging	TMS2018 - CFD Modeling nad Simulation in Materials Processing / Phoenix (USA) / 2018
Kahrimanovic, D., Wimmer, E., Pirker S., König, B.	Modelling the dephosphorization process in a swaying oxygen converter	The International Symposium on Computer Modelling and Simulations for Engineering Applications (ISCoMS) / Jahorina (Bosnien-Herzegowina) / 2018
Wartha, E.-M., Bösenhofer, M., Harasek, M.,	A study on computational improvements for the Eddy Dissipation Concept by operator splitting and tabulation	28 <sup>th</sup> European Symposium on Computer Aided Process Engineering (escape) / Graz (Österreich) / 2018
Kinaci, M. E., Lichtenegger, T., Schneiderbauer, S.	Direct reduction of iron ore in fluidized beds	28 <sup>th</sup> European Symposium on Computer Aided Process Engineering (escape) / Graz (Österreich) / 2018

## Beiträge auf Konferenzen

Autoren	Titel	Konferenztitel / Ort / Jahr
Edler, F., Geier, B., Reiter, W., Rieger, J., Spijker, C., Raupenstrauch, H.	Einbindung der Simulation in die Entwicklung eines staub-beladenen Verbrennungsreaktors hinsichtlich Brenner und Reaktordesign	VDI-Tagung 28. Deutscher Flammentag „Verbrennung und Feuerung“ / Darmstadt (Deutschland) / 2017
Schneider, R., Molnar, M., Schüller, C., Gelder, S., Reiter, G., Martinez, C.	Effect of the slag composition and a protective atmosphere on chemical reactions and non-metallic inclusions during electro slag remelting of a hot-work tool steel	20 <sup>th</sup> International Forgemasters Meeting (IMF) / Graz (Österreich) / 2017
Jin, S., Harmuth, H., Gruber, D.	Towards industrial vessel refractories lining design: a case study	International Colloquium on Refractories / Aachen (Deutschland) / 2017
Bösenhofer, M., Jordan, C., Harasek, M.	Multi-phase reacting flows in OpenFOAM®	PFAU 14 – the Austrian User Group (PFAU XIV) / Graz (Österreich) / 2017
Preuler, L., Bernhard, C., Ilie, S., Six, J.	Experimental investigations on spray characteristics of water/air nozzles	9 <sup>th</sup> European Continuous Casting Conference (ECCC) / Wien (Österreich) / 2017
Lanzerstorfer, C., Neuhold, R.	Windsichten als potentieller Prozessschritt beim Recycling von Hüttenwerksstäuben	Jahrestagung Aufbereitung und Recycling / Freiberg (Deutschland) / 2017
Pollhammer, W., Spijker, C., Koller, M., Raupenstrauch, H.	Development of a two-step simulation concept for fast and accurate prediction of NO <sub>x</sub> using flamelet model and detailed chemistry in OpenFOAM	PFAU 15 - the Austrian User Group (PFAU XV) / Leoben (Österreich) / 2017
Dieguez-Salgado, U., Dorrer, P., Michelic, S., Bernhard, C.	Experimental investigation of the system non-metallic inclusion-molten steel-refractory at high temperatures.	European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) / Thessaloniki (Griechenland) / 2017
Schneiderbauer, S.	Spatially-averaged models for dense gas-solid flows	American Institute of Chemical Engineers (AIChE) Annual Meeting / Minneapolis (USA) / 2017
Schneiderbauer, S., Kinaci, M.E., Hauzenberger, F., Pirker, S.	Eulerian-Eulerian-Lagrangian hybrid simulations of iron ore reduction in fluidized beds	American Institute of Chemical Engineers (AIChE) Annual Meeting / Minneapolis (USA) / 2017
Kölbl, N., Marschall, I., Kircher, V., Harmuth, H.	Application of a modified double hot thermocouple technique for mold slags	7 <sup>th</sup> International Congress on Science and Technology of Steelmaking (ICS) / Venedig (Italien) / 2018
Hoflehner, C., Ramskogler, C., Sommitsch, C., Six, J., Ilie, S.	Influence of thermal history on the hot ductility of Ti-Nb microalloyed steels	7 <sup>th</sup> International Congress on Science and Technology of Steelmaking (ICS) / Venedig (Italien) / 2018
Tsioutsios, N.	Integration of material recycling with emission control in the iron ore sintering process	14. Minisymposium der Verfahrenstechnik / Linz (Österreich) / 2018
Pollhammer, W., Spijker, C., Koller, M., Raupenstrauch, H.	Development of a two-step simulation concept for fast and accurate prediction of NO <sub>x</sub> using flamelet model and detailed chemistry in OpenFOAM	14. Minisymposium der Verfahrenstechnik / Linz (Österreich) / 2018
Bösenhofer, M., Jordan, C., Harasek, M.	Radiative heating of a single coal particle under blast furnace conditions	14. Minisymposium der Verfahrenstechnik / Linz (Österreich) / 2018
Kinaci, M. E., Lichtenegger, T., Schneiderbauer, S.	Reduction modeling of iron oxides with carbon monoxide and hydrogen using CFD-DEM	14. Minisymposium der Verfahrenstechnik / Linz (Österreich) / 2018
Queteschner, D., Lichtenegger, T., Schneiderbauer, S., Pirker, S.	Concurrent DEM simulations at multiple levels of detail	14. Minisymposium der Verfahrenstechnik / Linz (Österreich) / 2018
Algermissen, D.	BOF slag, a raw material for the cement industry?	13 <sup>th</sup> Global Slag Conference / Prague (Tschechische Republik) / 2018
Lohmeier, L., Schröder, H.-W., Pilz, K.	Beitrag zur Untersuchung des Verdichtungsverhaltens einer Steinkohlenmischung	ProcessNet Jahrestreffen Fachgruppe Agglomerations- und Schüttguttechnik / Neuss (Deutschland) / 2018
Wukovits, W., Spanlang, A., Weiss, B.	Flowsheet simulation of metallurgical plants	1 <sup>st</sup> Annual K1-MET Simulation Conference / Wien (Österreich) / 2018
Spanlang, A., Weiss, B., Wukovits, W.	Quantifying uncertainty in metallurgical process operation and design	Advanced Process Modelling Forum / London (England) / 2018

## Beiträge in Fachbüchern

Autoren	Titel	Buch
Algermissen, D.	Praxisnahe Entwicklung neuer Produkte aus LD-Schlacke	Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 5, Verlag Thomé-Kozmiensky / 2018
Rechberger, K.	The hydrogen and electrical technological paths	European Steel – The Wind of Change – Energy in Future Steelmaking, Steel in the Energy Market Applications, Greening European Steel, Europäische Kommission / 2018



## Patente

### Geschäftsjahr 2017/18

1 Patent von voestalpine Stahl GmbH im Geschäftsjahr 2017/2018 angemeldet

## Dissertationen / Masterarbeiten / Bakkalaureatsarbeiten

Verfasser	Titel	Institution / Abschlussjahr
Dieguez Salgado, U. (Dissertation)	Investigation of particle attraction by steel/ceramic and steel/slag interfaces and the associated relevance for clogging in casting processes	Montanuniversität Leoben / 2018
Molnar, M. (Masterarbeit)	Einfluss von $La_2O_3$ -Sonderschlacken auf das Elektroschlack-Umschmelzen des Wälzlagerstahls 100Cr6	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2017
Schauller, A. (Masterarbeit)	Instationäre Vorgänge im Verteiler beim Stranggießen von Stahl	Johannes-Kepler-Universität Linz / 2018
Draxler, M. (Masterarbeit)	Analyse von Sinterbandabgas im Bereich des Durchbrennpunktes	Montanuniversität Leoben / 2017
Krammer, A. (Masterarbeit)	Katalytische CO-Oxidation schwefeldioxidhaltiger Stahlwerksabgase	Montanuniversität Leoben / 2017
Mairhofer, S. (Masterarbeit)	Einstellung des Phosphorgehaltes durch gezielte Nachbehandlung am Konverter	Montanuniversität Leoben / 2017
Penz, A. (Masterarbeit)	Einfluss der Schlackenführung in der Sekundärmetallurgie auf den Reinheitsgrad und das Clogging-Verhalten von ULC-Stählen	Montanuniversität Leoben / 2017
Schützeneder, A. (Masterarbeit)	Charakterisierung des Kristallisationsverhaltens einer fluorfreien Gießschlacke für den Strangguss von Stahl	Montanuniversität Leoben / 2017
Wrienz, M. H. (Masterarbeit)	Charakterisierung von Einsatzstoffen der Kupferhütte Brixlegg	Montanuniversität Leoben / 2017
Mayer, P.-M. (Masterarbeit)	Optimierung von Schweißzusätzen für das Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode	Montanuniversität Leoben / 2017
Eglauer, C. (Masterarbeit)	Konstruktion eines Labor - Hochgradient Magnetscheiders und Sortierung im Magnetfeld feindisperser Eisenerzminerale	Montanuniversität Leoben / 2018
Windisch, S. (Masterarbeit)	Melting and reduction behaviour of steelmaking slags	Montanuniversität Leoben / 2018
Theis, L. (Masterarbeit)	Optimierte Einbindung einer Sorption Enhanced Reforming-Anlage in ein integriertes Hüttenwerk	Technische Universität Wien / 2017
Wartha, E.-M. (Masterarbeit)	A study on new developments and chemical time scale definitions of the Eddy Dissipation Concept	Technische Universität Wien / 2017
Pichler, M. (Masterarbeit)	Effect of particle contact point treatment on the heat transfer in packed beds	Technische Universität Wien / 2018
Haiböck, F. (Masterarbeit)	Simulation and Balancing of trace elements in the sinter / blast furnace process	Technische Universität Wien / 2018
Eimsteiner, M. (Bakkalaureatsarbeit)	Katalysatorkonzepte für die Sinteranlagenabgasreinigung	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2017
Huber, T. (Bakkalaureatsarbeit)	Measurements on mechanical strength of single briquette	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2017
Grobner, S. (Bakkalaureatsarbeit)	Auswertung von Sinterkopfversuchen mit CO Rückführung	Fachhochschule Oberösterreich, Campus Wels / 2018
Stattegger, M. E. (Bakkalaureatsarbeit)	Charakterisierung oxidierender Stäube	Montanuniversität Leoben / 2018
Lindthaler, M. (Bakkalaureatsarbeit)	Permeabilität und Festbettdurchströmung von mineralischen Schüttungen II	Montanuniversität Leoben / 2018
Oberlacher, E. (Bakkalaureatsarbeit)	Induktives Erwärmen von Suszeptoren in hochfrequenten Magnetfeldern	Montanuniversität Leoben / 2018
Voller, N. (Bakkalaureatsarbeit)	Permeabilität und Festbettdurchströmung von mineralischen Schüttungen I	Montanuniversität Leoben / 2018
Zlabinger, T. (Bakkalaureatsarbeit)	Prozessdatenauswertung bei der Abreinigung von Filterschläuchen mittels Druckluftpuls (Pulse-Jet)	Montanuniversität Leoben / 2018
Fritsche, S. (Bakkalaureatsarbeit)	Implementierung einer verfahrenbaren Induktionsspule bei einer Heizprüfmaschine	Technische Universität Wien / 2018

## 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 zahlreiche Artikel in Printmedien, Auftritte bei diversen Veranstaltungen und Messen sowie unsere Homepage (<http://k1-met.com/news>). Somit informiert K1-MET diverse Zielgruppen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit über den Verlauf der Forschungsprojekte.

Öffentliche Auftritte	2017/18	2016/17	2015/16
Anzahl der Medienberichte	21	27	33
Teilnahme an Fachveranstaltungen (u. a. Konferenzen, Messeauftritte)	20	24	5



Abb. 22: K1-MET GmbH auf der Iron Ore 2017 (24.– 26. 7. 2017 in Perth, Australia).



Abb. 23: K1-MET GmbH auf der 3. ABM Week (2.– 6. 10. 2017 in Sao Paulo, Brasilien), organisiert durch die Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABM).



Abb. 24: K1-MET GmbH auf der Hannover Messe Industrie 2018 (kurz HMI, 23.– 27. 04. 2018) am Gemeinschaftsstand der OÖ Forschungsgesellschaft.



## Ein Tag im Zeichen von Forschung und Networking

Der 9. Scientific Exchange Day des K1-MET Programmes wurde am 7. Februar 2018 an der Technischen Universität Wien abgehalten. Unterstützt wurde K1-MET GmbH vom Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften. Der Scientific Exchange Day (SED) ist ein jährliches Treffen, wo Forscher und Industriepartner des K1-MET Programms zusammenkommen und netzwerken. Mit rund 100 Teilnehmern war auch der 9. SED 2018 eine sehr gut besuchte Veranstaltung.

Das Programm des SED beinhaltet eine Zusammenfassung der aktuellsten Forschungshighlights unserer vier Forschungsareas (je 1 Erfolgsgeschichte pro Area) mit folgenden Fachvorträgen:

- **C. Ponak:** „Phosphorus removal and metal recovery from BOF-slugs by carbo-thermal reduction“, Montanuniversität Leoben, Beitrag der Forschungsarea 1.
- **M. Stückelschweiger:** „Creep of carbon containing refractories - Measurement and Simulation“, K1-MET GmbH, Beitrag der Forschungsarea 2.

- **N. Kölbl:** „Investigation of mold slag crystallization under near service conditions“, Montanuniversität Leoben, Beitrag der Forschungsarea 3.
- **M. Thumfart:** „Flowstructure investigation on a tundish with a line sparger – A numerical study supported by experiments and analytical considerations“, K1-MET GmbH / Johannes-Kepler-Universität Linz, Beitrag der Forschungsarea 4.



### Ausblick 2. Förderperiode der K1-MET GmbH

In der Nachmittagsession des 9. SED präsentierten Dr. Johannes Rieger (Leiter der Area 1) und Dr. Bernhard König (Leiter der Area 4) das geplante Programm für die zweite Förderperiode des COMET Programms (Zeitraum 01.07.2019 bis 30.06.2023). Dabei wurde detaillierter darauf eingegangen, welche Areas im Programm enthalten sein werden. Exemplarisch wurden die Inhalte und geplanten Arbeiten der strategischen Projekte vorgestellt.



Abb. 25: v. l. n. r.: DI Christoph Ponak (Montanuniversität Leoben), DI Martin Stückelschweiger (K1-MET GmbH), DI Dr. Nathalie Kölbl (Montanuniversität Leoben), DI Maria Thumfart (K1-MET GmbH / Johannes-Kepler-Universität Linz)

# Kommentar

DR. FRANZ ANDROSCH



**Dr. Franz  
Androsch**  
(AR VORSITZENDER)



Voestalpine hat sich mittlerweile zu einem weltweit agierenden Technologiekonzern entwickelt.

Technologie- und Qualitätsführerschaft in anspruchsvollen Segmenten erfordert eine entsprechend intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Moderne High-Tech-Stahlprodukte, wie sie die voestalpine erzeugt, basieren auf intensiver anwendungsorientierter Grundlagenforschung und auf der Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft. Die K1-MET GmbH ist dabei das Kompetenzzentrum für unsere verfahrenstechnischen Fragestellungen. Mit einer Mischung aus Grundlagenforschung, Computermodellierung, Laborexperimenten und anwendungsnahen Tests in Pilotanlagen und direkt am Prozess ist ein Expertise-Aufbau möglich, der befähigt, technologische Lösungen rasch gemeinsam zu erarbeiten und direkt in Umsetzung zu bringen.



Stahl ist nach wie vor der dominierende metallische Werkstoff unserer Gesellschaft. Aufgrund seiner hervorragenden Festigkeits- und Verformungseigenschaften, aber auch seiner Nachhaltigkeit durch die exzellente Recyclingfähigkeit ist Stahl bevorzugter Konstruktionswerkstoff. Die Aufgabe von K1-MET ist es, die metallurgischen Prozesse der Stahlherstellung weiter zu entwickeln und zu optimieren. Schwerpunkte sind die Reduktion von Emissionen, Energie- und Ressourcenverbrauch, die Rückgewinnung von Rohstoffen aus Nebenprodukten, sowie die Steigerung der Prozesseffizienz insgesamt. Dies bildet auch die Basis, um die Qualität unserer Produkte, moderne High-Tech-Stähle, weiter zu steigern.



# Bilanz

## LAGEBERICHT

### Finanz- und Ergebnissituation, Arbeitsschwerpunkte

#### Offenlegung

Der Abschlussprüfer bestätigt den Jahresabschluss 2017/18 uneingeschränkt. Die Offenlegung erfolgt im Firmenbuch des Landesgerichtes Linz unter FN 436281 s.

#### Geschäftsergebnis

Das Unternehmen erzielte ein positives Betriebsergebnis in Höhe von EUR 206.444,97 (VJ: TEUR 389) und ein Finanzergebnis in Höhe von EUR 0,00 (VJ: TEUR 0). Nach Berücksichtigung des Steueraufwandes in Höhe von EUR 500,00 (VJ: TEUR 20) und der Hinzurechnung des Gewinnvortrags aus dem Vorjahr in Höhe von EUR 618.075,29 (VJ: TEUR 249) ergibt sich ein positiver Bilanzgewinn in Höhe von EUR 824.020,26 (VJ: TEUR 618).

#### Vermögenslage

Zum 30.06.2018 liegen die Anschaffungs- und Herstellungskosten des Anlagevermögens bei EUR 1.349.154,48 (VJ: TEUR 1.057). Die Investitionen ins Anlagevermögen betragen im Geschäftsjahr 2017/18 EUR 299.980,44 (VJ: TEUR 997). Davon betragen die Investitionen in immaterielle Vermögensgegenstände EUR 0,00 (VJ: TEUR 0); in das Sachanlagevermögen EUR 57.488,62 (VJ: TEUR 945) und geleistete Anzahlungen bzw. Anlagen in Bau EUR 242.491,82 (VJ: TEUR 52). Die geringwertigen Wirtschaftsgüter werden in Summe mit EUR 7.051,67 (VJ: TEUR 8) beziffert. Die noch nicht abrechenbaren Leistungen werden mit EUR 25.791,00 (VJ: TEUR 152) ausgewiesen und umfassen alle Lieferungen und Leistungen, die zum Bilanzstichtag noch nicht abgerechnet waren. Zu diesen noch nicht abrechenbaren Leistungen sind zum Bilanzstichtag Anzahlungen im

Ausmaß von EUR 1.162,61 (VJ: TEUR 94) eingegangen, welche offen aktivseitig von den noch nicht abrechenbaren Leistungen abgesetzt werden. Die Forderungen und die sonstigen Vermögensgegenstände belaufen sich zum Bilanzstichtag auf EUR 283.854,52 (VJ: TEUR 331). Die Gesellschaft weist zum 30.06.2018 ein Guthaben bei Kreditinstituten in Höhe von EUR 1.232.108,36 (VJ: TEUR 1.647) aus.

#### Finanzlage

Die Bilanzsumme der Gesellschaft beträgt per 30.06.2018 EUR 2.920.874,57 (VJ: 3.302). Das Eigenkapital beträgt EUR 859.020,26 (VJ: TEUR 653). Die Eigenmittelquote im Sinne des Unternehmensreorganisationsgesetzes (URG) beläuft sich auf 29,41% (VJ: 19,78%). Die Rückstellungen belaufen sich im Geschäftsjahr 2017/18 auf EUR 205.053,84 (VJ: TEUR 162). Die Verbindlichkeiten betragen EUR 1.003.730,47 (VJ: TEUR 1.259).

#### Ertragslage

Die Betriebsleistung im Geschäftsjahr 2017/18 in Höhe von EUR 7.292.925,82 (VJ: TEUR 6.841) setzt sich aus den Umsatzerlösen in Höhe von EUR 4.578.156,44 (VJ: TEUR 4.565), den Zuschüssen aus öffentlicher Hand in Höhe von EUR 2.573.602,66 (VJ: TEUR 1.843), der Bestandsveränderung in Höhe von EUR -126.155,00 (VJ: TEUR 122) und den sonstigen betrieblichen Erträgen in Höhe von EUR 267.321,72 (VJ: TEUR 310) zusammen.

Die sonstigen betrieblichen Erträge enthalten Sachbezüge von EUR 268,34 (VJ: TEUR 0), Rückerstattungen von Fremdwährungen in Höhe von EUR 317,21 (VJ: TEUR 0) sowie die Forschungsprämie von EUR 266.736,17 (VJ: TEUR 310).

Die Aufwendungen in Höhe von EUR 7.086.480,85 (VJ: TEUR 6.452) setzen sich aus Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Leistungen in Höhe von EUR 3.649.015,35 (VJ: TEUR 3.765), Personalaufwand in Höhe von EUR 2.402.554,70 (VJ: TEUR 1.911), Abschreibungen in Höhe von EUR 398.769,31 (VJ: TEUR 203), sowie den sonstigen betrieblichen Aufwendungen in Höhe von EUR 636.141,49 (VJ: TEUR 574) zusammen.

## Ergebnisentwicklung

Die Gesellschaft erwirtschaftete im Berichtsjahr einen Jahresgewinn in Höhe von EUR 205.944,97 (VJ: TEUR 369), wodurch sich ein kumulierter Bilanzgewinn in Höhe von EUR 824.020,26 ergibt. Dieser Gewinn wird in das Geschäftsjahr 2018/19 vorgetragen.

## Cash-Flow

Im Geschäftsjahr 2017/18 wurde ein Netto-Geldfluss aus der laufenden Geschäftstätigkeit von TEUR -116 (VJ: TEUR 1.167) erzielt.

## Personalentwicklung

Im Geschäftsjahr 2017/18 liegt die durchschnittliche Zahl der Mitarbeiter nach Köpfen bei 48 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 CFD-DEM 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, wenn gleich 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 2018/19

Das Projektprogramm im Rahmen von COMET soll weiter gemäß Projektplänen realisiert werden. Vor allem das Thema der Vorbereitung zur Zwischenevaluierung (Erarbeitung des Projektprogrammes gemeinsam mit den Key-Researchern, dem Advisory Board und den Unternehmens- sowie Wissenschaftspartner) wird im ersten Quartal des kommenden Geschäftsjahres eine wesentliche Aufgabenstellung für die Geschäftsführung der K1-MET GmbH sein.

Die Akquise von Personal in der K1-MET GmbH ist weitestgehend abgeschlossen. Es ist allerdings nötig, die derzeitigen Disserntanten (später Post-Docs) im Unternehmen als Forschungsmitarbeiter für fortfolgende Projektaktivitäten zu halten.

Weiters soll Fokus auf die Akquise und Durchführung der im COMET K1 Bereich geförderten „Internationalen Projekte“ bzw. „Projekte mit internationalen Fördermitteln“ gelegt werden. Hier wird K1-MET GmbH vor allem die für die Akquise von EU Projekten erforderlichen Gremien entsprechend kontaktieren bzw. Mitgliedschaft beantragen.

Die Öffentlichkeitsarbeiten in Form von Vorträgen an Konferenzen, Teilnahme an internationalen Messen (z. B. HMI) sowie Auslegung des „Scientific Exchange Day“ wird fortgesetzt.

*Linz, am 22. Oktober 2018*

# Bilanz

PER 30.06.2018

## Aktiva

	2017/18		2016/17	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
<b>A. ANLAGEVERMÖGEN</b>				
<b>I. Immaterielle Vermögensgegenstände</b>				
1. gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Vorteile		1.000		2
<b>II. Sachanlagen</b>				
1. andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	517.518		800	
2. geleistete Anzahlungen und Anlagen in Bau	236.000	753.518	52	852
<b>B. UMLAUFVERMÖGEN</b>				
<b>I. Vorräte</b>				
1. noch nicht abrechenbare Leistungen davon erhaltene Anzahlungen -1.162,61 / Vj. -93.586,66		24.628		58
<b>II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände</b>				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	86.379		177	
2. Forderungen gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	503.856		200	
3. sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	283.855	874.090	331	708
<b>III. Kassenbestand</b>				
Guthaben bei Kreditinstituten		1.232.108		1.647
<b>C. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN</b>				
1. Transitorische Posten		35.530		34
<b>SUMME AKTIVA</b>		<b>2.920.875</b>		<b>3.302</b>

# Passiva

	2017/18		2016/17	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
<b>A. EIGENKAPITAL</b>				
<b>I. Eingefordertes, eingezahltes und übernommenes Stammkapital</b>				
1. Stammkapital		35.000		35
<b>II. Bilanzgewinn</b>		824.020		618
davon Gewinnvortrag/Verlustvortrag 618.075,29 / Vj. 249.087,75				
<b>Summe Eigenkapital</b>		859.020		653
<b>B. RÜCKSTELLUNGEN</b>				
1. Steuerrückstellungen	19.288		46	
2. sonstige Rückstellungen	185.766	205.054	116	162
<b>C. VERBINDLICHKEITEN</b>				
1. erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	0		0	
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 180.658,04 / Vj. 530.493,57 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	180.658		530	
3. Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 514.863,90 / Vj. 432.842,67 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	514.864		433	
4. sonstige Verbindlichkeiten davon gegenüber Abgabenbehörden 188.627,05 / Vj. 177.592,54 davon im Rahmen der sozialen Sicherheit 101.889,73 / Vj. 90.748,85 davon mit einer Restlaufzeit bis zu einem Jahr 308.208,53 / Vj. 295.276,83 davon mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr 0,00 / Vj. 0,00	308.208		295	
		1.003.730		1.259
<b>D. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN</b>				
		853.070		1.228
<b>SUMME PASSIVA</b>		2.920.875		3.302

# GuV Rechnung

	2017/18		2016/17	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
<b>1. Einnahmen</b>				
a. Umsatzerlöse	4.578.156		4.565	
b. Zuschüsse aus öffentlicher Hand	2.573.602	7.151.759	1.843	6.408
<b>2. Veränderung des Bestandes an fertigen und unfertigen Erzeugnissen sowie an noch nicht abrechenbaren Leistungen</b>		-126.155		122
<b>3. Sonstige betriebliche Erträge</b>				
a. Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen	11.101		0	
b. übrige	267.322	278.423	310	310
<b>4. Betriebsleistung</b>		<b>7.304.027</b>		<b>6.840</b>
<b>5. Aufwendungen für Material und sonstige bezogene Herstellungsleistungen</b>				
a. Materialaufwand	41.976		83	
b. Aufwendungen für bezogene Leistungen	3.607.040	3.649.015	3.682	3.765
<b>6. Personalaufwand</b>				
a. Löhne		4.536		2
b. Gehälter		1.863.031		1.468
c. soziale Aufwendungen				
cab. Aufwendungen f. Abfertigungen u. Leist. an betr. Mitarbeitervorsorgekassen	27.283		22	
cb. Aufwendungen für gesetzlich vorgeschriebene Sozialabgaben sowie vom Entgelt abhängige Abgaben und Pflichtbeiträge	503.019		405	
cc. sonstige Sozialaufwendungen	15.787	546.090	13	440
Übertrag		1.241.355		1.165

	2017/18		2016/17	
	in EUR	in EUR	in TSD EUR	in TSD EUR
Übertrag		1.241.355		1.165
<b>7. Abschreibungen</b>				
a. Planmäßige Abschreibungen		398.769		203
<b>8. Sonstige betriebliche Aufwendungen</b>				
a. Steuern, soweit sie nicht unter Z 11 fallen	5.248		9	
b. übrige	630.894	636.141	565	574
<b>9. Betriebsergebnis</b>		<b>206.445</b>		<b>389</b>
<b>10. Ergebnis vor Steuern</b>		<b>206.445</b>		<b>389</b>
<b>11. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag</b>		<b>500</b>		<b>20</b>
<b>12. Ergebnis nach Steuern</b>		<b>205.945</b>		<b>369</b>
<b>13. Jahresüberschuss</b>		<b>205.945</b>		<b>369</b>
<b>14. Jahresgewinn</b>		<b>205.945</b>		<b>369</b>
<b>15. Gewinnvortrag aus dem Vorjahr</b>		<b>618.075</b>		<b>249</b>
<b>16. Bilanzgewinn</b>		<b>824.020</b>		<b>618</b>

# 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)

## **Bildnachweise:**

Böhler Edelstahl GmbH & CO KG, FH OÖ Campus Wels,  
Montanuniversität Leoben, Primetals Technologies Austria GmbH,  
Upper Austrian Research GmbH, voestalpine Stahl GmbH;

## **Cover-Grafik:**

Beginn der Tropfenbildung mittels ADM-VoF Simulation  
(Mahdi Saeedipour)

## **Folgende Fotos von [www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com):**

S. 2: Sergey Nivens; S. 8–11 (Hintergrund): siro46; S. 12:  
Malosee Dolo; S. 20 (22, 24, 26): naihei; S. 28: Chatchai-Rombix,  
sumkinn; S. 38: bleakstar; S. 38–43 (Hintergrund): Aepsilon;

**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, 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  
Digital and  
Economic Affairs

Federal Ministry  
Republic of Austria  
Transport, Innovation  
and Technology



UJAR INNOVATION  
NETWORK



Partner



EBNER

