



# Kompetenz in Metallurgie



metallurgical competence center





In der neu gegründeten K1-MET GmbH, dem unternehmensübergreifenden Kompetenzzentrum für metallurgische und umwelttechnische Verfahrensentwicklungen, werden folgende vier Forschungsschwerpunkte behandelt:



**AREA 1**  
Rohstoffe &  
Recycling



**AREA 2**  
Hochtemperatur-  
metallurgie



**AREA 3**  
Prozess- &  
Energie-  
optimierung



**AREA 4**  
Modellierung &  
Simulation

Stahl, Aluminium und Kupfer sind – nicht zuletzt wegen ihrer Verformungs- und Festigkeitseigenschaften, aber auch ihrer Nachhaltigkeit aufgrund ihrer exzellenten Recyclingfähigkeit – die dominierenden metallischen Werkstoffe im 21. Jahrhundert. Die globale Stahlproduktion beträgt zum Beispiel mehr als 1,6 Mrd. Tonnen. Dabei darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass dies auch 7 % der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen bedeutet.

**Der Fokus der K1-MET GmbH liegt daher auf:**

- Ressourcen- und CO<sub>2</sub>-effiziente Produktion
- Prozessanalyse und Modellierung
- Energetische Integration von Wärme- und Produktionsprozessen

Prozesseffizienz ist gerade bei ressourcenintensiven Verfahren – wie sie in der Metallurgie angewendet werden – von großer Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass Nebenprodukte oder Reststoffe nicht mehr als Material für die Deponierung gesehen werden, sondern als Quelle wertvoller Rohstoffe, die durch spezielle Verfahren rückgewonnen werden und natürliche Rohstoffe ersetzen. Das Endziel ist eine (beinahe) abfallfreie Produktion.

Die Methoden, die dabei zum Einsatz kommen, basieren auf einer engen Zusammenarbeit von Industrie und Universitäten mit einer Mischung aus Grundlagenforschung, Computer-Modellierung, Laborexperimenten und anwendungsnahen Tests, die schlussendlich industriell umgesetzt werden.

Derzeit umfasst die K1-MET GmbH zehn Industriepartner und acht wissenschaftliche Partner in Österreich und Deutschland. Die Festlegung der Themengebiete und Forschungsprojekte ist allerdings noch nicht abgeschlossen und wird einem immer währenden Wachstumsprozess unterzogen sein. Die Identifizierung und Integrierung neuer Industrie- und Wissenschaftspartner wird notwendig sein, um die hochgesteckten Ziele erreichen zu können.



Schrottplatz / ©voestalpine



Erzlager / ©voestalpine



Sinteranlage / ©voestalpine

**F**orschungsarea 1 konzentriert sich auf die Entwicklung metallurgischer Produktionsprozesse sowie die Charakterisierung und Behandlung von Roh- bzw. Reststoffen und recyclebaren Stoffströmen. Zusätzliche Schwerpunkte zielen auf die Entwicklung von Technologien zur Reinigung metallurgischer Prozessgase im Eisen- und Stahlproduktionsprozess ab.

# Rohstoffe & Recycling

## AREA 1



### THEMEN-SCHWERPUNKTE:

- **Prozessentwicklungen und Rohstoffcharakterisierung in der Aufbereitungstechnologie**
- **Wertstoffabtrennung und Wiederverwendung von metallurgischen Reststoffen**
- **Entwicklung von Gasreinigungssystemen für die Roheisen- und Stahlproduktion**

Die Emissionsfreisetzung während des energie- und ressourcenintensiven Sinterprozesses soll in Abhängigkeit bestimmter Betriebsbedingungen quantifiziert werden. Die Zusammensetzung sowie die Qualität des Fertigsinters werden mithilfe mikroskopischer Bildanalysen und metallurgischer Parameter bewertet, um z.B. den Einfluss der Sinterabkühlung zu erfassen.

Ein Konzept, basierend auf Methoden zur Charakterisierung feinkörniger Kohle, soll entwickelt werden. Diese Kohlesorten werden als Ersatzreduktionsmittel im Hochofen eingesetzt (Pulverized Coal Injection, kurz PCI). Eine onlinebasierte PCI-Charakterisierung kann dazu beitragen, einen effizienteren Reduktionsmittelverbrauch bei der Roheisenproduktion zu erreichen.

Metallurgische Reststoffe wie Schlacken, Stäube und Schlämme besitzen aufgrund deren Gehalte an Wertstoffen (Eisen- und Nichteisenmetalle wie z.B. Zink) ein großes Recyclingpotential. Für eine Wertstoffabtrennung sowie eine hüttenwerksinterne Rückführung (Schließung von Stoffkreisläufen) erfolgt eine Aufbereitung der Reststoffe. Daneben sollen zusätzlich neue verkaufsfähige Produkte geschaffen werden.

Trocken-basierte Gasreinigungstechnologien sollen für metallurgische Prozesse implementiert werden. Ein großer Vorteil dabei liegt im Wegfall der Prozesswasseraufbereitung nach der Gaswäsche. Versuchskampagnen zur Gasentstaubung im Pilotmaßstab und an großindustriellen Anlagen sind geplant. Dabei geht es im Speziellen um grundlegende Kenntnisse hinsichtlich des Filterdesigns und der Gaskonditionierung.



Hochofenschlacke / ©voestalpine



Hochofen / ©Primetals



LD-Konverter / ©Primetals



Hochofenbetrieb / ©Primetals

**D**er Schwerpunkt der Forschungsprojekte in Area 2 liegt auf pyrometallurgischen Prozessen, charakterisiert durch ihre hohen Betriebstemperaturen sowie den flüssigen Zustand der Produkte und Nebenprodukte, die in den Prozessen entstehen. Dieser Bereich deckt den Prozess der Roheisenerzeugung, Stahlherstellung, Produktion von Spezialstählen und den Einfluss der entstehenden flüssigen Produkte und Nebenprodukte auf die Feuerfestmaterialien ab.

# Hochtemperaturmetallurgie

## AREA 2



### THEMEN-SCHWERPUNKTE:

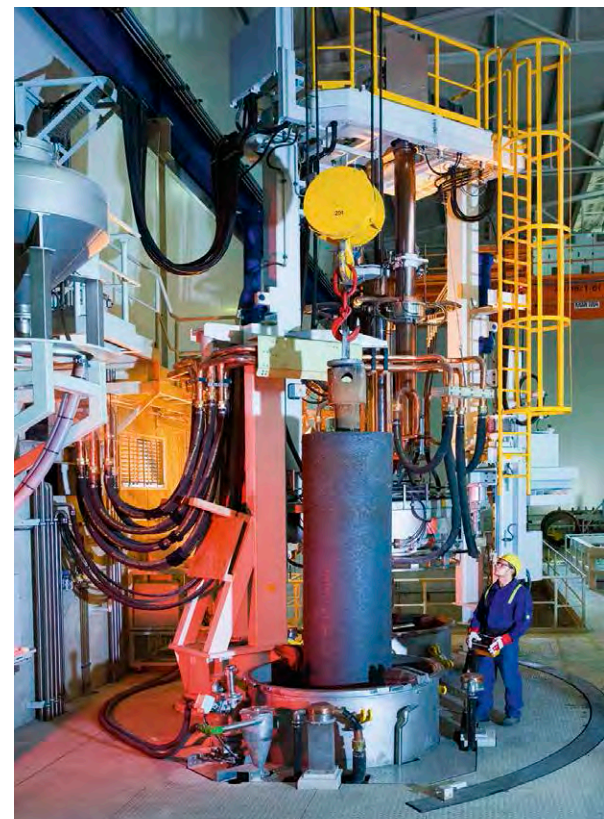
- Reduktionstechnologie in der Eisen- und Nichteisenmetallurgie
- Thermodynamische und kinetische Modellierung des LD-Prozesses
- Stahlveredelungsprozesse für Spezialstähle
- Verhalten und Charakterisierung von Feuerfestmaterialien im Hochtemperaturbereich

Der Einsatz von alternativen Reduktionsmitteln und die daraus entstehenden neuen metallischen Nebenprodukte stehen im Vordergrund. Eine Messmethode als Nachweis dieser soll entwickelt und angewendet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse werden als Validierung bereits bestehender CFD-Modelle herangezogen. Zusätzlich kann eine Online-Überprüfung des Prozesses optimiert werden.

Um den LD-Prozess zu optimieren, werden bestehende Thermodynamik- und Kinetikmodelle adaptiert. Hauptsächlich geht es darum, die Anzahl der notwendigen Einflussparameter bestmöglich zu minimieren. Zu den Hauptparametern zählen die Bodenspülung/Badbewegung, das Verhalten des Sauerstoffstrahles nach dem Austritt aus der Blaselanze, der daraus resultierende Fe-Gehalt der Schlacke und die Kalkauflösung. Weiters untersucht werden Zusatzstoffe für die Konverterschlacke, das Recyclieren der Schlacke sowie das Wiedereinsetzen von Schlacke aus der Sekundärmetallurgie. Somit wird die interne Recyclingrate im Stahlwerk verbessert und die zu deponierenden Abfallprodukte verringert.

Es werden spezifische neue ESU-Schlacken für bestimmte Anwendungen entwickelt, um eine Produktion dieser Hochleistungswerkstoffe im industriellen Maßstab zu ermöglichen. Weiters soll dabei ein Modell zur Beschreibung der wichtigsten Zusammenhänge erstellt werden, welches die künftige Anpassung an neue Werkstoffe wesentlich erleichtert und beschleunigt.

Im Bereich Feuerfestmaterialien werden mit CFD- und thermochemischen Simulationen Einflussgrößen, die zu Verschleiß führen, definiert und Optimierungspotentiale ermittelt. Da im Temperaturbereich von  $>1500^{\circ}\text{C}$  viele Materialkennwerte und Prozessbedingungen schwer oder nicht messbar sind, kommen inverse Methoden zur indirekten Bestimmung über die Simulation zum Einsatz.



Herstellung von Spezialstählen / ©Böhler Edelstahl



ESU-Verfahren zur Herstellung von Spezialstählen / ©Böhler Edelstahl



Untersuchungen an Feuerfestmaterialien / ©Montanuniversität Leoben



Kraftwerk / ©voestalpine



Stopper Rod

Ladle

Tundish

Submerged Entry nozzle

Water cooled copper mould

Support roles

Spray nozzles

Tundish lining, tundish metallurgy and clean steel

Investigation and testing of alternative slag band materials

Further fundamentals of alternative mold powders

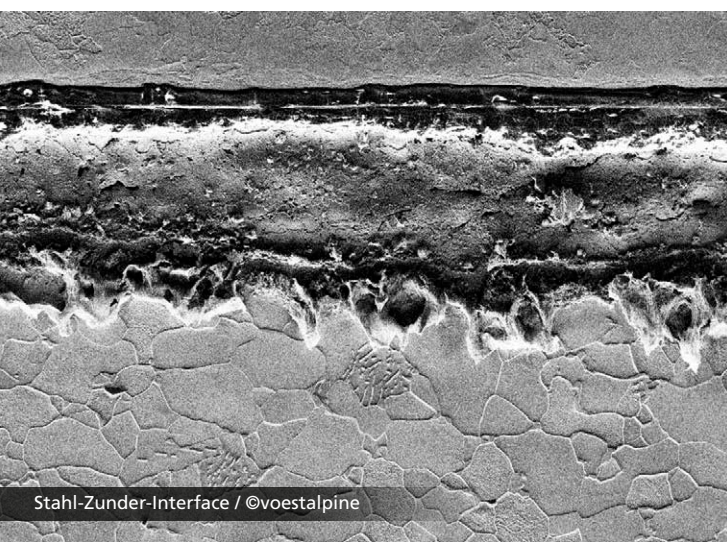
Investigation of the initial causes of clogging by sophisticated experimental and analytical methods and plant trials

Heat transfer in the secondary cooling zone - influence of scale formation

Physical and numerical simulation of continuous casting and linked casting - rolling processes

Inside of SEN

Aktivitäten in Area 3 / ©Montanuniversität Leoben



Stahl-Zunder-Interface / ©voestalpine

**A**rea 3 übernimmt eine Doppelfunktion. Zum einen behandelt sie Themen der Weiterverarbeitung von Stahl und umfasst drei Projekte im Bereich Strangguss. Zum anderen steht die Thematik Energieoptimierung, eine der wichtigsten Themen der Zukunft in der Stahlherzeugung, im Fokus. Behandelt werden dabei Themen wie z.B. der effiziente Einsatz von Brennstoffen und Reduktionsmitteln sowie der dadurch erzeugte Ausstoß von Abgasen und deren Minimierung und andererseits die Energierückgewinnung im Hochtemperaturbereich.



# Prozess- & Energieoptimierung

## AREA 3



### THEMEN-SCHWERPUNKTE:

- **Erstarrungsvorgänge und Werkstoffeigenschaften im Strangguss**
- **Experimentelle und numerische Simulation der Bildung von Oberflächeneinschlüssen beim Stranggussprozess**
- **Energetische Integration von Wärme- und Produktionsprozessen**

Area 3 beschäftigt sich mit der Wechselwirkung zwischen Stahl, Schlacke, nichtmetallischen Einschlüssen und Feuerfestmaterialien. Eine ausgezeichnete Produktqualität steht im direkten Zusammenhang mit der Größe und Anzahl an nichtmetallischen Einschlüssen. Zur Verbesserung des Reinheitsgrades von Stahl werden optimale Kombinationen von Stahl und Feuerfestmaterial weiter entwickelt. Auch das Cloggingverhalten und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf den Gießprozess sowie auf den Reinheitsgrad des Gussproduktes stehen im Fokus dieser Area. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung alternativer, optimal auf die jeweilige Stahlsorte abgestimmter Gießpulver.

Wichtig sind auch Untersuchungen zum besseren Verständnis der Entstehung von oberflächennahen Einschlüssen im Stranggussprozess, um diese mit geeigneten Maßnahmen minimieren zu können. In diesem Zusammenhang ist auch die Entstehung bzw. Entfernung von Zunder sowie der Gieß-/Walzverbund ein Thema.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf Energiethemen im Bereich der Eisen- und Stahlerzeugung. Energetische Integration von Industrieöfen sowie Produktionsprozesse sind Beispiele dafür. Auch Gasbehandlungsmethoden zur Reduktion diverser Schadstoffe und Wärmerückgewinnungskonzepte werden eingehend untersucht.

Alle Projekte in der Area 3 zielen auf eine Prozessverbesserung, Minimierung der Energieverbräuche sowie Anwendung neuer Technologien zur Erzeugung neuer Produkte bzw. Verbesserung bestehender Produkte ab.



Simulation Brennereinheit / ©Montanuniversität Leoben



Stranggusstechnologie / ©Primetals



Bramme / ©Primetals



Pellets / ©Primetals



Warmwzlvorgang / ©Primetals



Schmelzbad / ©Primetals

**D**ie Modellierung und Simulation metallurgischer Prozesse stellt bereichsübergreifende Aufgabengebiete dar. Area 4 umfasst eine breite Palette von räumlichen und zeitlichen Skalierungen, beginnend von Partikel-Partikel-Wechselwirkungen bis hin zur Simulation einer gesamten Prozesskette. Konkrete Anwendungsbeispiele betreffen die Modellierung von Strömung und Reaktionskinetik im Hochofen, in Einschmelzvergasern und die Eisenreduktion in Wirbelschichtreaktoren.

# Modellierung & Simulation

## AREA 4

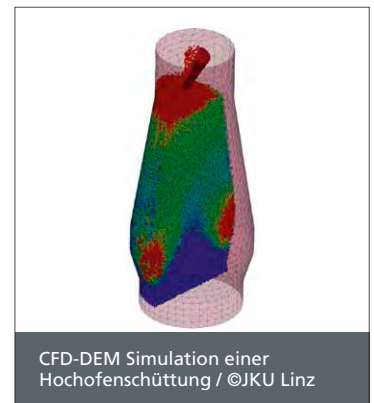


### THEMEN-SCHWERPUNKTE:

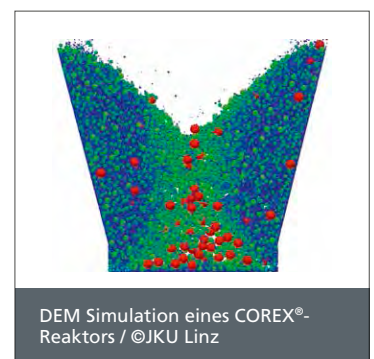
- Strömungsmodelle für Mehrphasenprozesse
- CFD, DEM und gekoppelte CFD-DEM Codes
- Konsistente und konsolidierte Modelle auf der Simulationsplattform

Softwareprogramme am neuesten Stand der Technik werden für die Weiterentwicklung sowie für die Konsolidierung der vorhandenen Modelle verwendet. Die Entwicklungsergebnisse werden in einer Simulationsplattform gesammelt, getestet und unseren Partnern zur Verfügung gestellt. Sowohl unsere wissenschaftlichen als auch industriellen Partner können die neu entwickelten Modellierungen für deren Prozesssimulationen direkt aus der Plattform beziehen. Genau diese direkte Verbindung zwischen den Partnern und der K1-MET GmbH ist essentiell für die Zusammenarbeit: Area 4 ermöglicht es, einerseits Entwicklungszyklen bei Modellierungen zu verkürzen und andererseits, qualitativ höherwertigere Resultate zu liefern. Zusätzlich wird ein direkter Austausch der Industrie- und Wissenschaftspartner ermöglicht. Die „K1-MET Simulationsplattform“ stärkt alle beteiligten Partner und garantiert die gewünschte Qualität. Ferner dient Area 4 als Vertriebsinstrument für Simulationswerkzeuge der K1-MET GmbH.

Neben der Simulationsplattform beinhaltet die Area 4 auch fünf weitere Projekte, welche sich mit der Mehrphasenströmung sowie der Modellierung metallurgischer Prozessabläufe beschäftigen. Beispiele betreffen die Modellierung der Mehrphasenströmung und reaktionskinetische Vorgänge in Hochöfen, die Partikeldynamik in Einschmelzvergasern (COREX®- und FINEX®-Prozess), die Eisenreduktion in Wirbelschichtreaktoren sowie die Modellierung der Vorgänge in Stahlgasungsanlagen (RH) und Pfannenöfen. Verschiedene Rechenwerkzeuge, Open-Source sowie Proprietary Codes werden eingesetzt und weiterentwickelt, um eine Modellierung der beteiligten reaktiven Phasen zu ermöglichen (Feststoffpartikel und fluide Flüssigkeits- und Gasphasen). In Area 4 werden CFD (OpenFOAM®, Fluent®, Palabos®), DEM (LIGGGHTS®), sowie gekoppelte Codes (CFDEMcoupling®) und Flowsheet-Modellierung (gPROMS®) verwendet und weiter entwickelt.



CFD-DEM Simulation einer Hochofenschüttung / ©JKU Linz



DEM Simulation eines COREX®-Reaktors / ©JKU Linz

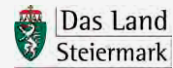


LES Simulation der Strömung in und um das Tauchrohr einer Stranggussanlage / ©JKU Linz

Unterstützer



FFG



Partner



EINEN SCHRITT VORWAUS.



IMPRESSUM:

Herausgeber: K1-MET GmbH, Linz  
 Grafik/Layout: ah!graphics, Mag.art. Christina Ahrer-Hold,  
 Druck: druck.at, Leobersdorf  
 Bildnachweis: Titelfoto:©Böhler Edelstahl  
 Icons von Freepik, Yannik und Google über www.flaticon.com  
 sind lizenziert unter CC BY 3.0.