

# Heißes Eisen: Öko-Stahl und

**Forschen, entwickeln, simulieren, umsetzen.** Um die weltweit steigende Stahlproduktion mit den globalen Herausforderungen in Einklang zu bringen, braucht es neueste Technologien, kluge Köpfe, Weitblick und Mut zur Innovation.



**Roheisen- und Stahlproduktion:** Um die Effizienz zu steigern, muss der Rohstoffeinsatz kontinuierlich verringert werden. Die Reduktion des Energieverbrauchs wird durch eine optimierte Rückgewinnung erreicht

Vieles aus der metallurgischen Industrie erinnert zwar an die moderne Alchemie, doch es stecken jahrelange Forschung, innovative Entwicklungen, ein enormes fachliches Know-how sowie viel Hochtechnologie dahinter. Nur so können beispielsweise die riesigen Hochtemperatur-Prozessanlagen der Stahlindustrie nicht nur einwandfrei, sondern

immer noch effizienter und damit umweltfreundlicher funktionieren. Schließlich steht heute die europäische Eisen- und Stahlindustrie mehr denn je im Spannungsfeld des internationalen Wettbewerbs der Industrie, Wirtschafts- und Umweltpolitik. Denn seit 2000 hat sich die Stahlproduktion weltweit verdoppelt, was diese industrielle Produktion mit 2,3 %

der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen vor neue Herausforderungen in Bezug auf die angestrebten Klimaschutzziele stellt. **Ohne Stahl keine Zukunft** Fest steht: Stahl ist der dominierende metallische Konstruktionswerkstoff der Gesellschaft des 21. Jahrhunderts. Prognosen aus den 1990er Jahren, dass Stahl durch andere Werkstoffe

wie z.B. Aluminium ersetzt werde, haben sich nicht erfüllt. Mit einer globalen Produktion von 1,665 Mrd. Tonnen im Jahr 2014 beweist Stahl seine Stärke, nicht zuletzt aufgrund seiner Festigkeits- und Verformungseigenschaften, aber auch seiner Nachhaltigkeit aufgrund seiner exzellenten Recyclingfähigkeit.

Da die Stahlproduktion aber zugleich ein großer CO<sub>2</sub>-Emittent ist, werden innovative und CO<sub>2</sub>-reduzierte Herstellungsverfahren immer essenzieller, um die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Stahlindustrie zu sichern. Hinzu kommen neue Hightech-Stahlsorten für immer dünnere Wandstärken mit höheren Festigkeiten, innovative Produktionsprozesse mit hohem Automatisierungsgrad und exzellent ausgebildete MitarbeiterInnen als entscheidende Faktoren. Auf europäischer Ebene besteht mit dem European Steel Technology Plattform (ESTEP) eine Initiative, welche die Weiterentwicklung der Stahlproduktion in der „Strategischen Forschungsagenda 2030“ anstrebt und eng mit Industrie und Forschung zusammenarbeitet.

**Innovatives K1-MET Netzwerk** In Österreich werden die laut ESTEP globalen langfristigen Entwicklungen in den vier Forschungsschwerpunkten der neu gegründeten K1-MET GmbH (35 % voestalpine, 20 % Primetals Technologies Austria, 35 % Montanuniversität Leoben, 10 % Johannes Kepler Universität Linz), dem unternehmensübergreifenden Kompetenzzentrum für metallurgische und umwelttechnische Verfahrensentwicklungen mit Sitz in Linz und Leoben, behandelt:

- Nachhaltigkeit & Rohstoffeffizienz in der Metallurgie
- Entwicklung von Prozessrouten und deren Aufbau wie feuerfeste Werkstoffe
- Innovative Anlagentechnik und Steigerung der Energieeffizienz
- Modellierung & Simulation metallurgischer Prozesse

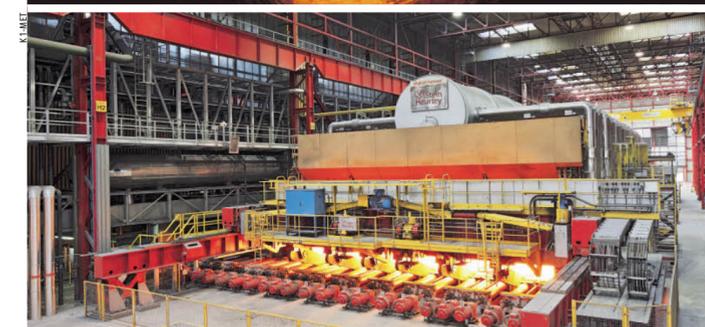
Die beiden Geschäftsführer der K1-MET GmbH, DI Thomas Bürgler und Univ.-Prof. DI Dr. Johannes Schenk nennen als wichtigstes Ziel das Entstehen eines Forschungszentrums, das die bisherige Gliederung in bilaterale Partnerschaften aufhebt, dessen wissenschaftliches Personal sich auf die Lösungsverfahrenstechnischer Fragen konzentriert und dem prozessübergreifenden Fokus aufgrund der Komplexität der anstehender Aufgaben gerecht wird.

Die Verbesserung der Prozesseffizienz besteht aus den Hauptparametern Verringerung des Rohstoffeinsatzes bzw. Erhöhung des Ausbringens und der Reduktion des Energieverbrauchs bzw. Erhöhung der Rückgewinnung. DI Bürgler, auch Forschungsleiter in der voestalpine Stahl GmbH: „In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass Nebenprodukte oder Abfälle nicht mehr als Material für die Deponierung gesehen werden, sondern als Quelle wertvoller Rohstoffe, die durch spezielle Verfahren rückgewonnen werden und „natürliche“ Rohstoffe ersetzen. Der Begriff „natürlich“ kann aber schnell zu Verwirrungen führen, denn z.B. die bei der Stahlerstellung entstehende Schlacke hat ihren Ursprung auch in „natürlichen“ Rohstoffen wie Eisenerz und Kalkstein.“

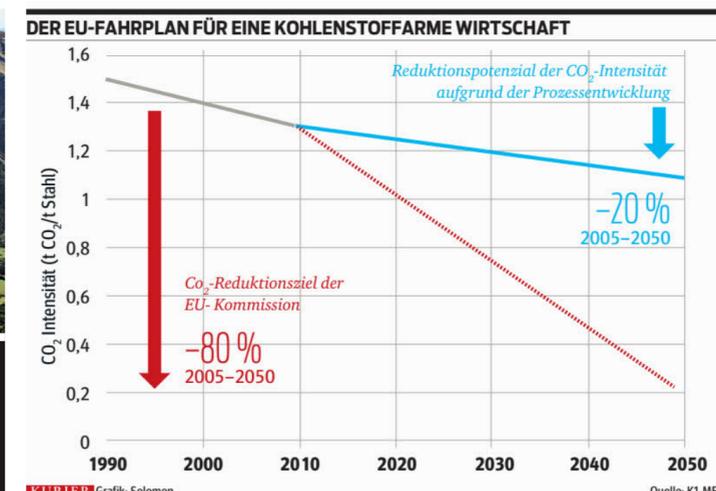
All diese Maßnahmen haben den Fokus, die Emissionen und den Ressourcenverbrauch weiter zu senken.

# Hightech-Simulationen

Wie metallurgische Prozesse mithilfe neuer Netzwerke und spektakulärer Methoden optimiert werden, um die Vision eines Stahls ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen zu entwickeln. Und welchen Beitrag Österreich dazu leistet.

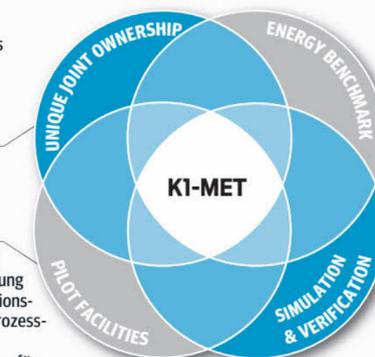


**Vom Eisenerz bis zur Stahlbramme:** neue Technologien für die Metallurgie



**USP DES K1-MET:** Das macht das Kompetenzzentrum für Metallurgie einzigartig!

Führende Partner aus den Bereichen Wissenschaft, Technik und Produktion



Höchster Entwicklungsstand metallurgischer Prozesse

- Staubrecycling und Energierückgewinnung
- Multi Scale Simulationseinheiten für alle Prozessstufen
- Anwendungszentrum für feuerfeste Materialien

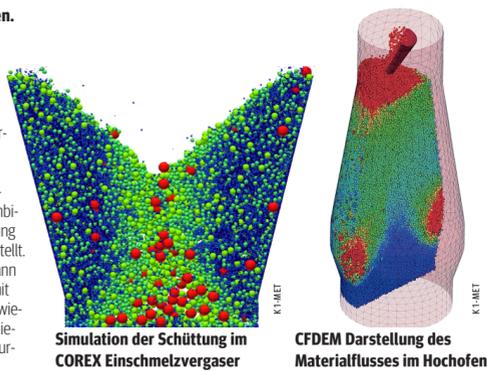
Direkte Übertragung der Ergebnisse von der Wissenschaft zur Industrie

Quelle: K1-MET

## Was genau geht in einem Reaktor bei Schüttungen vor sich?

### Faszinierende Simulationen.

Die Struktur von Schüttungen bestimmt deren Gasdurchströmung sowie das Vermischungsverhalten und beeinflusst so auch die chemischen Reaktionen. Um die Wechselwirkungen besser untersuchen zu können, werden z.B. mit Hilfe von CFD-EM (Software, die Gas- und granulare Strömungen kombiniert) Simulationen der Schüttung und der Durchströmung dargestellt. Das simulierte Ergebnis wird dann in Modellen beschrieben und mit Messungen verglichen. Darauf wiederum bauen die Prozessoptimierung und der verringerte Ressourceneinsatz auf.



**„Der Bedarf an Stahl steigt kontinuierlich an. Die CO<sub>2</sub>-Reduktion ist eine große Herausforderung.“**

DI Thomas Bürgler  
Geschäftsführer K1-MET GmbH

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, Computermodellierung, Laborexperimenten und anwendungsnahen Tests, die schlussendlich industriell umgesetzt werden. Die K1-MET Simulationsplattform der Area Modellierung und Simulation soll bei der Zusammenführung von Modellentwicklung und Versuchsergebnissen eine zentrale Rolle

spielen, um akademischen und industriellen Partnern zeitnah entsprechende Werkzeuge zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus kommen die bereits erfolgreichen Open-Source-Projekte in die nächste Phase, etwa die CFDEM Software, die Gasströmungen und granulare Strömungen kombiniert. Diese Zusammenführung ist laut Metallurgie-Experten extrem wichtig zur Beschreibung von Gegenstromreaktoren oder Vorgängen in Wirbelschichten.

**Low Carbon Roadmap** Der Übergang unserer schnell wachsenden Gesellschaft von einer kohlenstoffbasierten auf eine kohlenstoffarme Energie- und Industrieproduktion ist nicht nur globaler Megatrend, sondern unumgänglich. In der metallurgischen Industrie wurde in den letzten 50 Jahren der Energiebedarf um 50 % reduziert, wobei die thermodynamischen Grenzen fast erreicht sind. Dennoch werden auf Basis aktueller Werte weitere CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele angestrebt – von ambitionierten minus 20 % bis zu visionären minus 80 %.

Der Stahlindustrie stehen heute verschiedene Technologien zur Verfügung, um die CO<sub>2</sub> Intensität in vernünftigen Ausmaß weiter zu reduzieren, wobei auf hohe Investitionsvolumen und somit Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit Bedacht genommen werden muss. Die beiden vorrangigen Methoden der EU-Rohstahlproduktion sind die Hochofen/LD-Route und der Elektrolichtbogenofen. Während beim Hochofen/LD- Prozess (60 % Anteil) Eisenerze und Kohlenstoff die primären Ressourcen sind, entsteht beim Elektrolichtbogenofen (40 %) der Stahl aus Schrott. Da aber die Stahlproduktion laufend steigt und die Verfügbarkeit von hochwertigem Schrott entscheidend ist, kann nicht beliebig von einer Verfahrensroute auf die andere gewechselt werden. Eine Alternative zu beiden Routen ist der Einsatz von direkt mit Erdgas reduzierten Eisenerzen (DRI/HBI) im Elektrolichtbogenofen.

Wie wichtig solche technologischen Fortschritte sind, belegen aktuelle Zahlen: Der Benchmark der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Hochofenroute liegt bei 1475 kg



**„Man könnte Stahl direkt aus Eisenerzen mittels Wasserstoffplasma statt Kohlenstoff herstellen.“**

Prof. DI Dr. Johannes Schenk  
Geschäftsführer K1-MET GmbH

pro Tonne Roheisen. Mit der Direktreduktion und dem Einsatz von DRI und HBI im Hochofenprozess oder Elektrolichtbogenofen lassen sich 10 bis 35 % Emissionsreduktion erreichen. DI Bürgler: „Dabei zeigt sich, dass die Stahlindustrie zwar bestmöglich zum Erreichen der Klimaziele beitragen kann, aber das visionäre Ziel von minus 80 % bis 2050 ohne eine radikale Energiewende hin zu einer kohlenstoffarmen und globalen wettbewerbsfähigen Industrie nicht erreicht werden kann. Da die CO<sub>2</sub>-Reduktion angesichts des steigenden Stahler-

bedarfs jedoch entscheidend ist, bedarf es in den nächsten Jahren einer weiter verstärkten Forschung mit Fokus auf kohlenstoffarme Technologien mit langfristigem Emissionsreduktions-Potential“.

### Stahl mit Öko-Wasserstoff

Eine Vision, aus Eisenerzen ohne Kohlenstoff Stahl herzustellen, ist die Wasserstoff-Plasma-Schmelzreduktion, die in den letzten drei Jahrzehnten als Grundlagenforschungsprojekt am Lehrstuhl für Metallurgie an der Montanuniversität Leoben im Rahmen von fünf Dissertationen untersucht wurde. Das Potenzial, CO<sub>2</sub>-Emissionen mithilfe der Substitution fossiler Ressourcen durch die kohlenstofffreie Quelle H<sub>2</sub>-Plasma zu vermeiden, ist groß. Das Ziel lautet: Stahl aus Ökowerstoff – mit Wasserdampf statt Kohlendioxid in der Luft. Die Stahlproduktion trägt aktuell 50 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen der österreichischen Industrie. Univ.-Prof. DI Dr. Johannes Schenk, der neben seiner leitenden Funktion bei der K1-MET GmbH auch den Lehrstuhl für Metallurgie an der Montanuniversität Leoben

leitet, erklärt das Prinzip dahinter: Statt im Hochofenprozess den Sauerstoff der Eisenerze mit Kohlenstoff zu entfernen und anschließend im LD-Prozess aus dem Roheisen Stahl zu machen, könnte Stahl direkt aus Eisenerzen mittels Wasserstoff in einem Plasmareaktor erschmolzen werden. Wenn der Wasserstoff zu 100 % durch Elektrolyse mit erneuerbarer elektrischer Energie hergestellt würde, fielen keine Treibhausgase mehr an. Allerdings funktioniert dieses Verfahren zur Zeit nur im Labormaßstab von 100 g. Ziel der K1-MET GmbH ist es, dieses Verfahren um den Faktor 100 zu vergrößern. Damit wäre man zwar auch erst im Bereich von 10 kg, aber in diesem Schritt könnten verschiedene Technologien zur Herstellung des Wasserstoffplasmas miteinander hinsichtlich ihrer Effizienz verglichen werden.

Metallurgie-Experte DI Bürgler: „Jetzt werden die Vorarbeiten für eine neue Generation von MetallurgInnen geleistet, die dann 2050 Stahl entsprechend der Low-Carbon-Roadmap erzeugen.“