



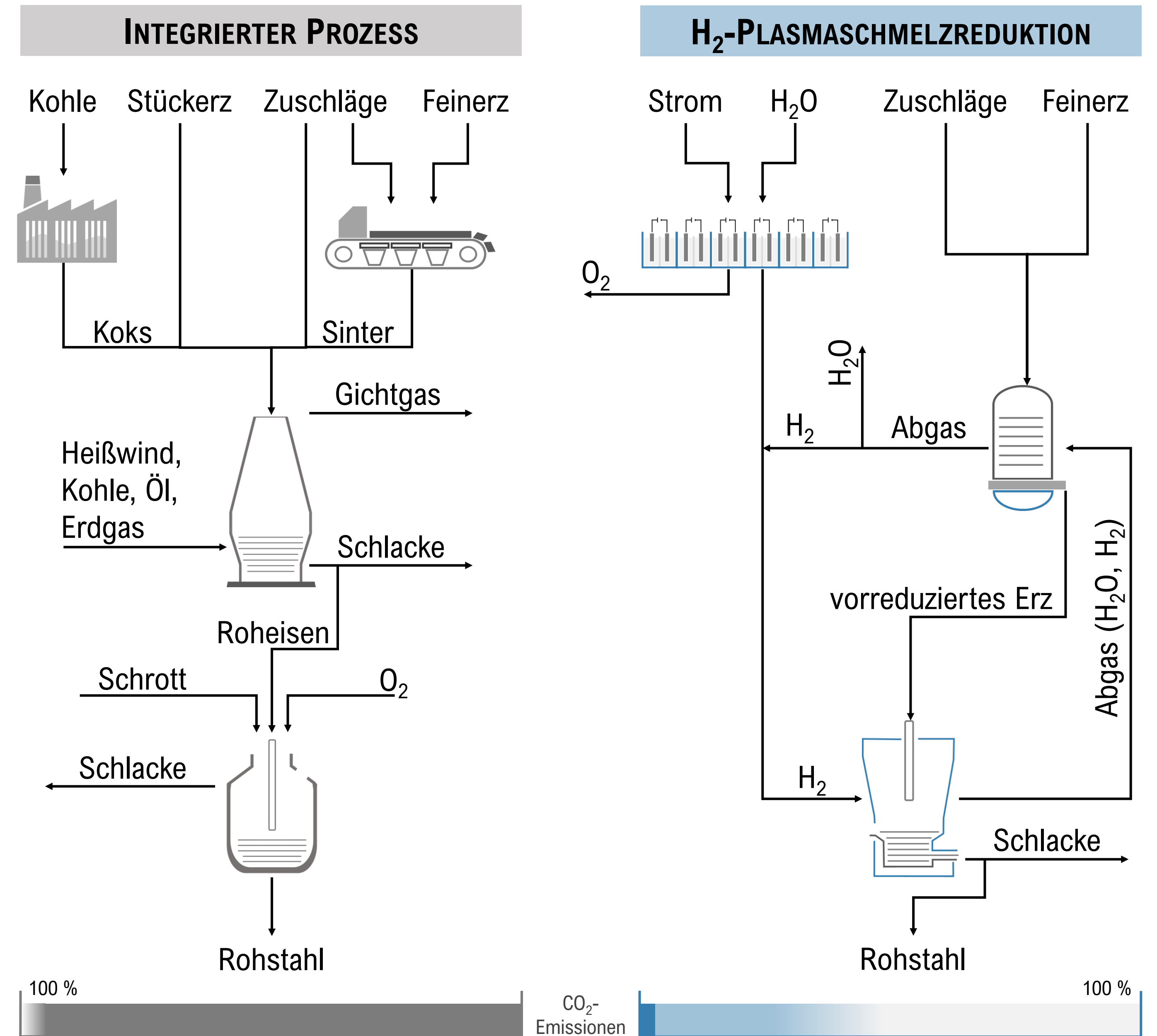
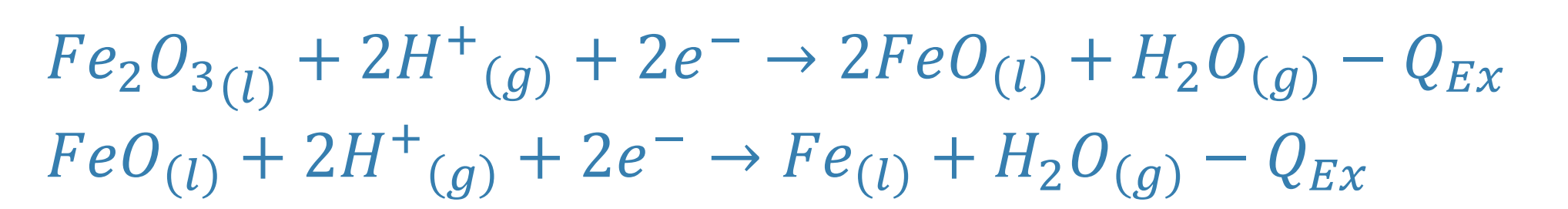
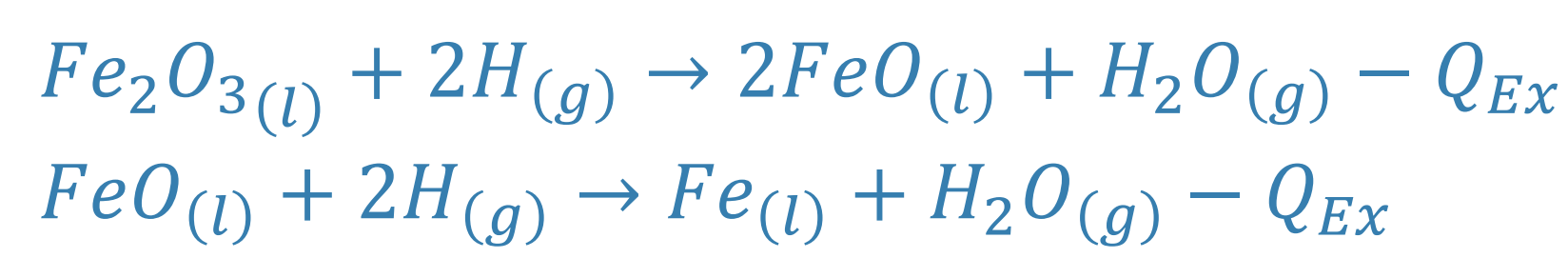
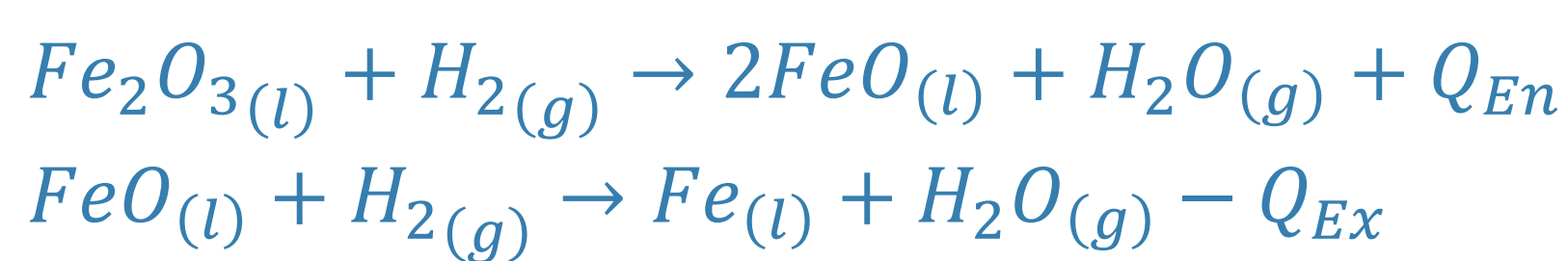
Perspektiven der Anwendung eines Multielektrodenlichtbogenofens zur H₂-Plasmaschmelzreduktion von Eisenerz

F. Hoffelner, M. Zarl, J. Schenk

Die Stahlproduktion verursacht einen erheblichen Teil der industriellen CO₂-Emissionen. Dabei ist der Hochofenprozess als primäres Reduktionsaggregat auf die Verwendung von Koks als festes Reduktionsmittel angewiesen. Der spezifische Kohlenstoffverbrauch im Hochofen liegt bei rund 550–600 kg/t Roheisen und bietet kaum noch Einsparungspotenzial.

Als Alternative könnte die H₂-basierte Reduktion diese Emissionen massiv reduzieren, wenn nicht sogar ganz vermeiden. Ähnlich dem Hochofenprozess erzeugt die H₂-Plasmaschmelzreduktion flüssiges Metall aus Eisenoxid. Zusätzlich hat das Verfahren den Vorteil, dass kein weiterer Prozessschritt zur Erzeugung von Rohstahl notwendig ist, da keine Anreicherung an Kohlenstoff geschieht. Schmelzflüssiges Eisenerz wird dabei unter hohen Temperaturen im Plasma eines Lichtbogens mittels H₂ reduziert. Die Reaktion zwischen H₂ und Fe₂O₃ bzw. FeO geschieht vermutlich an der Grenzschicht zwischen Gas und Schmelze. Es kommen neutrale, geladene und angeregte Spezies von H und H₂ als Reaktionspartner in Frage. Das metallische Produkt sammelt sich anschließend am Boden des Reaktors. Das Verfahren wurde bereits bis zur Größe von 100 kg Schmelzmasse im Demonstrationsmaßstab (Standort Donawitz) realisiert.

Um diesen Prozess für den industriellen Einsatz zu optimieren ist eine genaue Kenntnis über alle beteiligten Reaktionen erforderlich. Dazu sind weitere Untersuchungen zu den Reduktionsprozessen bei der H₂-Plasmaschmelzreduktion und deren Kinetik notwendig. Zusätzlich müssen auch die zur Aufrechterhaltung eines stabilen Lichtbogens erforderlichen Bedingungen, weiter untersucht werden. Daher soll ein neues Ofenkonzept in Form eines Multielektrodenofens im Labormaßstab getestet werden. Insbesondere soll sich damit der Einfluss von Interaktionsfläche und -volumen des Lichtbogens auf die Reaktionskinetik untersuchen lassen.



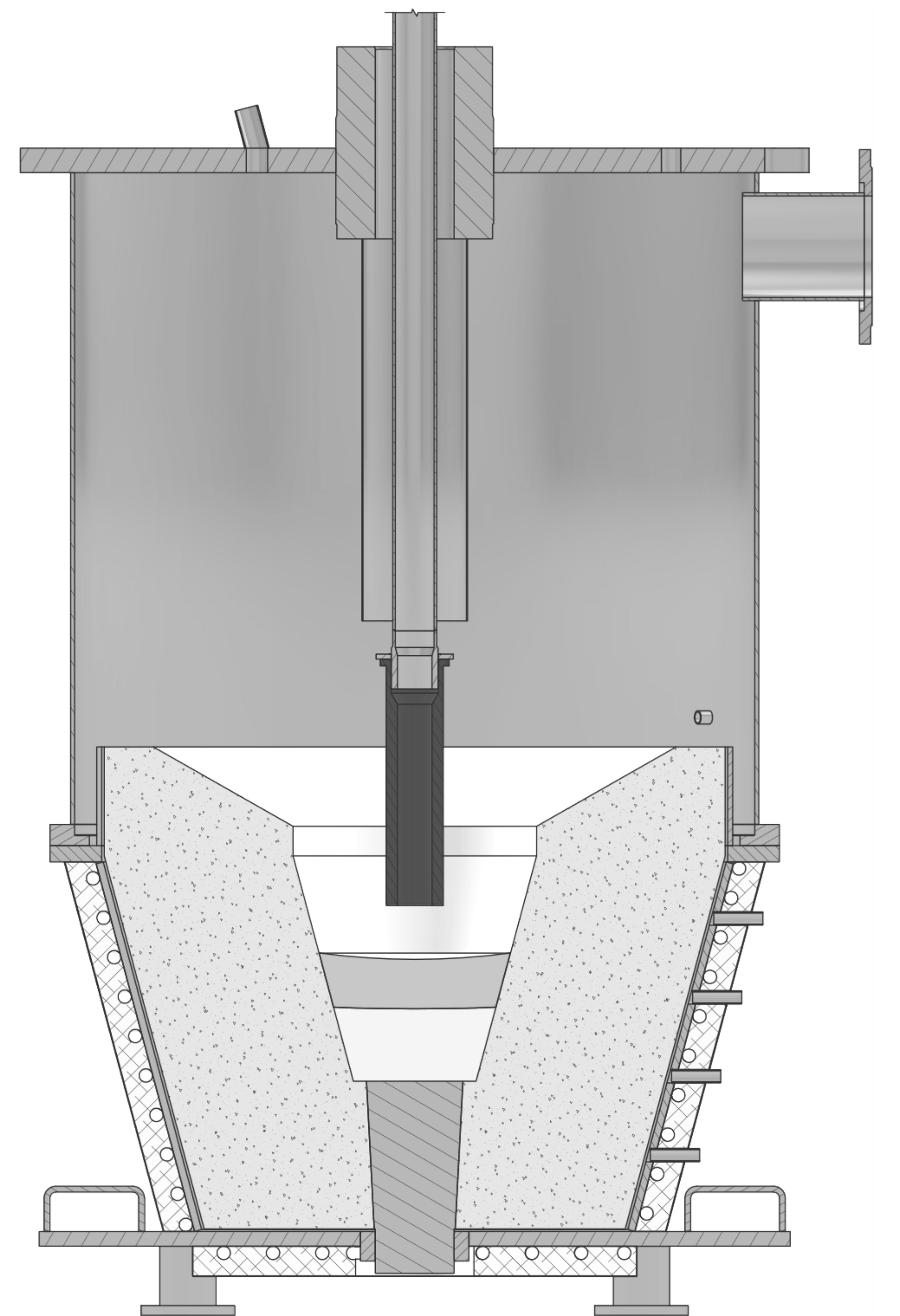
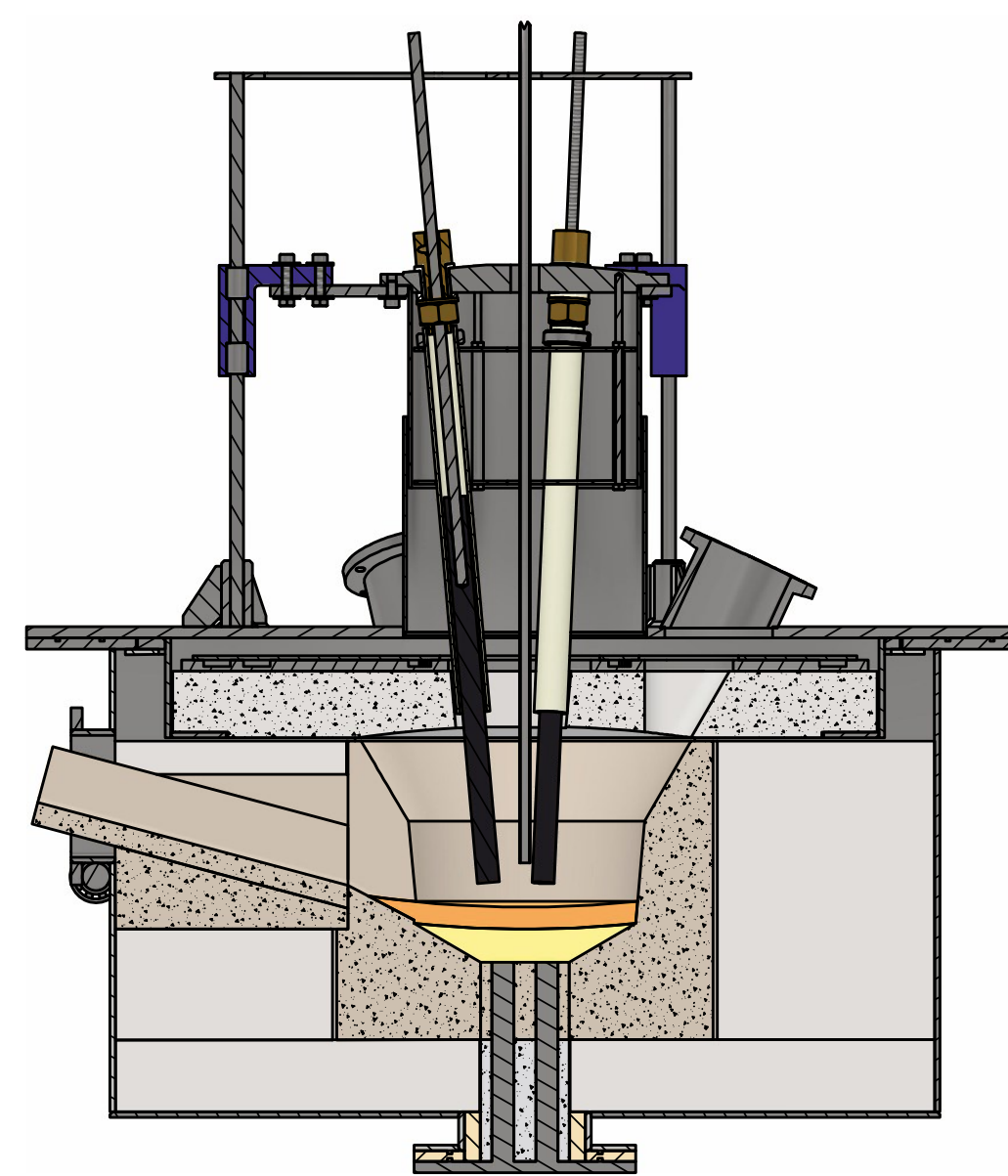
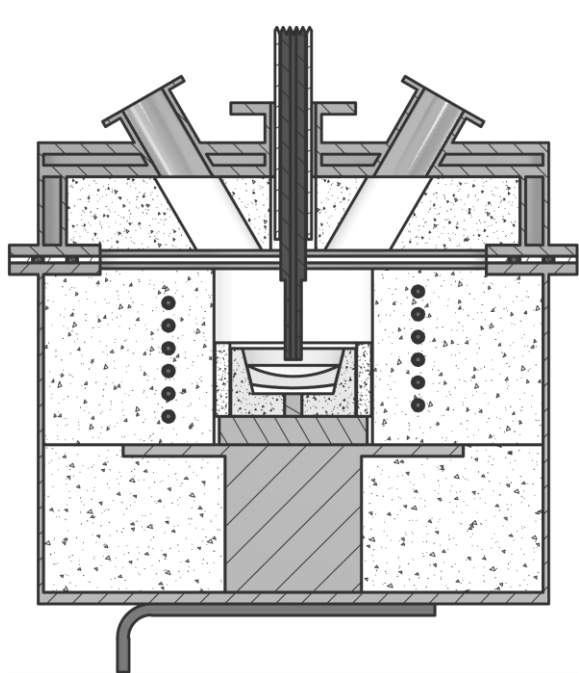
Das Konzept der neuen Versuchsanlage basiert auf einer bestehenden Laboranlage am Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie an der Montanuniversität Leoben. Im bestehenden Aufbau gibt es jedoch Limitierungen hinsichtlich der realisierbaren Parameterbereiche. Insbesondere sind die Abmessungen des Tiegels, die starke Kühlung des Tiegels, sowie das erratische Verhalten des Lichtbogens limitierend und führen zu Problemen hinsichtlich der Prozessstabilität. Besonderes Augenmerk liegt daher auf der Vermeidung dieser Probleme.

Eckdaten des Ofenkonzept:

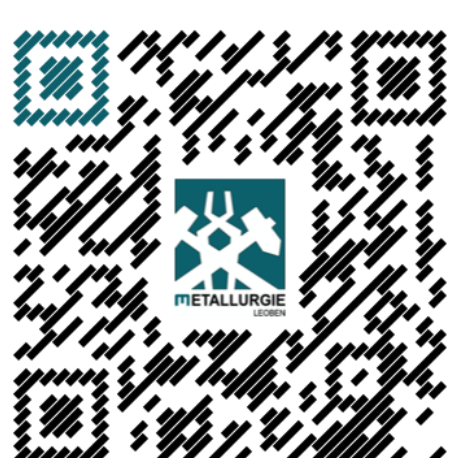
- Fassungsvermögen von 7 kg Oxidschmelze
- Optimierte feuerfeste Zustellung des Ofengefäßes bezüglich Geometrie und Materialwahl, um eine stabilen Prozess zu garantieren
- 3 Elektroden in Parallelschaltung
- Einbringen von H₂ durch Hohlelektroden sowie alternativ durch eine zusätzliche Lanze direkt in den Brennfleck
- Kontinuierliches Chargieren durch pneumatisches Fördern von Feinerz durch eine Lanze direkt in den Brennfleck oder diskontinuierlich mittels Feinerz oder Stückgut
- Abguss der Fe-Schmelze durch kippen den Ofengefäßes
- Modularer Deckel zur einfachen Anpassung des Versuchsaufbaus

Zu untersuchende Forschungsfragen:

- Einflusses der Lichtbogeninteraktion auf die Reaktionskinetik bei der H₂-Plasmaschmelzreduktion
- Stabilität des H₂-Plasmas unter Verwendung mehrerer übertragener Lichtbögen
- Skalierbarkeit der H₂-Plasmaschmelzreduktion



Maßstäbliche Gegenüberstellung der bestehenden Laboranlage (links), des aktuellen Konzepts für den Multielektrodenofens (mitte) sowie der Demonstrationsanlage am Standort Donawitz (rechts).



Das Forschungsprogramm des Competence Center for Excellent Technologies in "Advanced Metallurgical and Environmental Process Development" (K1-MET) wird im Rahmen des österreichischen Kompetenzzentren-Programms COMET (Competence Center for Excellent Technologies) mit Mitteln des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, des Bundesministeriums für Arbeit und Wirtschaft, der Länder Oberösterreich, Steiermark und Tirol sowie der steirischen Wirtschaftsförderungsgesellschaft m.b.H. und der Standortagentur Tirol gefördert. Außerdem danken wir der Upper Austrian Research GmbH für die Unterstützung. Neben der Finanzierung durch das COMET Programm kommen die weiteren finanziellen Mittel vom wissenschaftlichen Partner Montanuniversität Leoben und den Industriepartnern RHI Magnesita GmbH, voestalpine Stahl GmbH und voestalpine Stahl Donawitz GmbH.