

**K1-MET
Competence Center for
Advanced Metallurgical and
Environmental Process
Development**

Programm: COMET – Competence
Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Zentrum (K1)

Projekttyp: Projekt 4.4 “Fast
simultaneous”, 01.07.2019 -
30.06.2023, strat., multi-firm



RECURRENCE CFD

EIN SCHRITT NÄHER ZUR SIMULATIONSBASIERTER PROZESSÜBERWACHUNG

Motivation

Aufgrund der hochkomplexen Berechnungs- und Interpolationsalgorithmen ist das herkömmliche CFD nur in der Lage, relativ kurze Zeiträume zu simulieren. In industriellen Anwendungen sind diese Zeiträume aufgrund der großen und/oder komplexen Geometrien und der ständig steigenden Anforderungen an die Gitterfeinheit noch kürzer.

Aus diesem Grund wurde ein neuartiger Ansatz vorgeschlagen [1], der Rechenzeit für Variablen spart, die auf kleineren Zeitskalen wiederkehrende Muster aufweisen (z.B. Geschwindigkeit, Druck, turbulente Größen). Es werden nur Variablen berechnet, die sich auf größeren Zeitskalen ändern, wobei der Zeitschritt auch erhöht werden kann.

In der Metallurgie gibt es viele Prozesse mit wiederholt auftretenden Strömungsmustern. Für solche Strömungen besteht die Möglichkeit, diese wiederkehrenden Muster durch eine zeitliche Folge von Momentaufnahmen des Strömungsfeldes zu

beschreiben. Die Datenbank der Momentaufnahmen wird in einer herkömmlichen rechnergestützten Strömungssimulation erstellt.

Untersuchung

Die Entphosphorung ist ein solcher Prozess, siehe Abbildung 1. Die Entfernung von Phosphor aus flüssigem Metall in einem BOF-Konverter ist seit mehreren Jahrzehnten eine wichtige Aufgabe der Stahlerzeugung. Die Abnahme der Phosphorkonzentration verbessert die Stahlqualität.

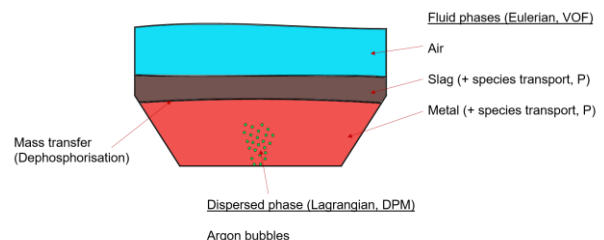


Abbildung 1: Prinzipskizze des Entphosphorungsvorgangs. (Quelle K1-MET)

SUCCESS STORY

Die Simulationsfälle wurden auf den in [2] beschriebenen Experimenten aufgebaut. Dort wurde der Phosphorübergang an der Schnittstelle zwischen Metall und Schlacke in einem kleinen Schmelztiiegel gemessen.

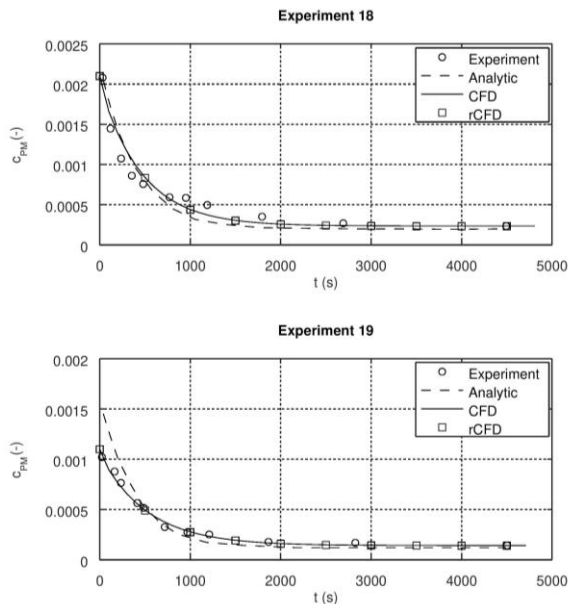


Abbildung 2: Phosphorkonzentration im flüssigen Metall. Experimentelle und analytische Ergebnisse aus [2]. (Quelle K1-MET)

Wirkungen und Effekte

Die „Recurrent“-Simulation (rCFD) eines Entphosphorungsprozesses wurde anhand von Messungen validiert, siehe Abbildung 2. Im Vergleich zur herkömmlichen CFD-Simulation erreicht rCFD bis zu einer Größenordnung kleinere Simulationszeiten, wodurch die Rechenkosten gesenkt und numerische Simulationen langanhaltender Prozesse möglich werden. Die Verringerung der Rechenzeit sollte für größere Geometrien und Netze noch höher sein.

Es besteht auch eine gute Übereinstimmung mit quantitativen experimentellen Ergebnissen, was diese Methode zu einem vielversprechenden Kandidaten für numerische Simulationen vieler ähnlichen metallurgischen Prozesse macht.

[1] Lichtenegger, T.; Pirker, S.: *Recurrence CFD - A novel approach to simulate multiphase flows with strongly separated time scales*, Chemical Engineering Science, 153 (2016), pp 394-410.

[2] Manning, C.P.; Fruehan, R.J.: *The rate of the phosphorous reaction between liquid iron and slag*, Metallurgical and Materials Transactions B, 44B (2013), pp 37-44.

Projektkoordination (Story)

Damir Kahrmanovic
Forscher
K1-MET GmbH

damir.kahrmanovic@k1-met.com

K1-MET / Projekt 4.4 "Fast Simulations"

K1-MET GmbH
Stahlstraße 14
4020 Linz, Austria
T +43 (0) 732 6989 75607
office@k1-met.com
www.k1-met.com

Projektpartner

- voestalpine Stahl GmbH, Österreich
- voestalpine Stahl Donawitz GmbH, Österreich
- Primetals Technologies Austria GmbH, Österreich
- RHI Magnesita GmbH, Österreich
- Johannes-Kepler-Universität Linz, Österreich

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung auf der FFG Website freigegeben. Das COMET-Zentrum K1-MET wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMK, BMDW, Oberösterreich, Steiermark und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: www.ffg.at/comet