

**K1 MET**

**Competence Center for Excellent Technologies in Advanced Metallurgical and Environmental Process Development**

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Zentrum (K1)

Projekttyp: P3.3 „Energetic optimization“, 01.072019-30.06.2023, multi-firm



## LOWNO<sub>x</sub>

### EINE NUMERISCH EFFEKTIVE METHODE ZUR VORHERSAGE VON STICKOXIDEMISSIONEN IN INDUSTRIEÖFEN

Aufgrund der ständig steigenden Umweltanforderungen sind Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) in Industrieöfen ein permanentes Thema von Interesse. Abgasnachbehandlungen zur Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen erhöhen die Investitions- und Betriebskosten des Ofens. Sinnvoller ist es, die NO<sub>x</sub>-Emission an der Quelle, dem Brenner, zu minimieren. Für dies ist ein detailliertes Verständnis der Flamme des eingesetzten Brenners erforderlich. Eine kostengünstigste Methode, um das Verständnis zu erlangen, ist die Verwendung von Computational Fluid Dynamics (CFD). In der Regel ist ein komplexer Reaktionsmechanismus erforderlich, um die Bildung von Stickoxiden in einer Flamme ausreichend genau zu modellieren. Detaillierte chemische Mechanismen in Kombination mit Verbrennungsmodelle wie dem Eddy Dissipation Concept (EDC) oder dem Partially Steered Reactor (PaRS) sind für praktische industrielle Anwendungen zu rechenzeitzeitaufwändig. Das

Laminar Flamelet Modell verwendet eine tabellarische Chemie in Kombination mit Wahrscheinlichkeitsfunktionen, die eine schnelle Vorhersage der Flamme ermöglicht, jedoch keine langsameren Reaktionen, wie die Bildung von Stickoxiden, berechnen kann. Um dieses Problem zu lösen, wurde ein Stickoxid-Postprocessor für das Laminar Flamelet-Modell entwickelt. Der Postprocessor verwendet die fixierten Strömungs-, Turbulenz- und Temperaturfelder aus Ergebnissen des Laminar Flamelet Modells und löst die NO<sub>x</sub>-Bildungsreaktionen in einem nachfolgenden Schritt auf Basis eines detaillierten Reaktionsmechanismus. Um die Rechengeschwindigkeit zu erhöhen, wurde ein Filteralgorithmus entwickelt, der nur die Reaktionen in den notwendigen Bereichen löst. Dieser Ansatz reduziert die Berechnungszeit um 85%. Somit ist dieses Konzept auf industrielle Ofenanlagen anwendbar. Der Ansatz erhielt den Namen 2.0. Für

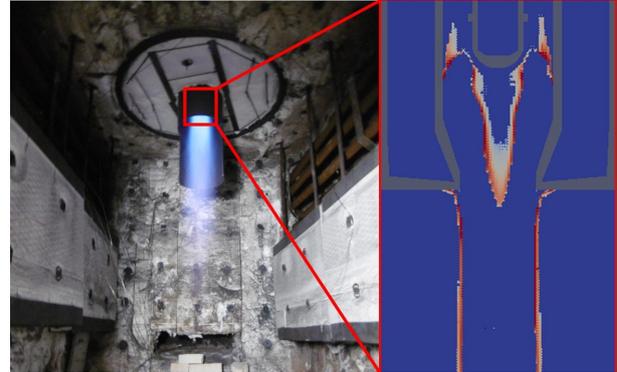
## SUCCESS STORY

eine vollständige Optimierung eines Brenners ist jedoch ein iterativer Prozess mit mehreren Simulationen erforderlich. Um dies in einem angemessenen Zeitrahmen durchzuführen, musste die Geschwindigkeit des anfänglichen Postprozessors weiter erhöht werden, somit wurde der NO<sub>x</sub> Postprocessor 2.0+ entwickelt. Dieser beinhaltet drei zusätzlichen Methoden zur Beschleunigung der Berechnung. Die erste Methode reduziert die Gleitkommaoperation. Dies wird erreicht durch eine interne Umstrukturierung, was zu einer 35%-igen Geschwindigkeitssteigerung führt, wobei die Speichernutzung um ein Drittel steigt. Die zweite Methode generiert Startwerte für mehrere chemische Spezies basierend auf einem einfacheren Reaktionsmechanismus, wodurch die Rechenzeit um weitere 32% verringert wird. Die dritte Methode generiert automatisch ein neues Berechnungsgitter, das für den Stickoxid-Postprozessor optimiert sind. Hierbei kann die Rechenzeit wieder um ein Drittel verkürzt werden.

### Wirkungen und Effekte

Mit dem Stickoxid-Postprozessor 2.0 wurde in der letzten Förderperiode ein Brennerdesign verbessert. Der so entwickelte Brenner konnte die NO<sub>x</sub>-Emission

von 46 ppm auf 30 ppm zu reduzieren. Des Weiteren wurde ein Schachtofen betrachtet.



Stickstoffmonoxid Bildungszonen in einem industriellen Brenner

Dies führte zu einem besseren Verständnis der Einflussparameter für die Bildung von Stickoxiden in einem Schachtofen. Derzeit befinden sich zwei Brenner im Optimierungsprozess mit dem Postprocessor 2.0+. Der Vorteil eines optimierten Brenners liegt in geringeren Stickoxidemissionen, ohne die Betriebskosten zu erhöhen oder die Energieeffizienz zu beeinträchtigen.

### Projektkoordination (Story)

DI Dr. Christoph Spijker  
Project Manager  
Montanuniversität Leoben  
  
T +43 (0) 3842 402 5818  
christoph.spijker@unileoben.ac.at

**K1-MET GmbH**  
Stahlstraße 14  
4020 Linz  
T +43 732 6989 75607  
office@k1-met.com  
www.k1-met.com

### Projektpartner

- voestalpine Stahl GmbH, Austria
- RHI Magnesita GmbH, Austria
- Ebner Industrieofenbau, Austria

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 und den Ländern Oberösterreich, Steiermark und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: [www.ffg.at/comet](http://www.ffg.at/comet)