

VIERJÄHRIGES VERBUNDPROJEKT OPTIMIERT SCHMELZPROZESS IM ALUMINIUMOFEN

# Schwenkbarer Brenner spart Energie

Um das Energiesparpotenzial bei Aluminiumschmelzprozessen zu ermitteln, den Abbrand zu minimieren und die Grundlagen für ein Wärmerückgewinnungssystem zu schaffen, entwickelten Forscher in einem Verbundprojekt ein System zur Überwachung und Steuerung des Schmelzprozesses. Mit diesem konnten sie eine Energieeffizienzsteigerung von bis zu 15 Prozent realisieren.

Konsortialführer des Projekts war der Schmelzofenbauer ZPF GmbH, der auch den Anstoss für das Vorhaben gab. Die Untersuchungen im Rahmen des BMWi-geförderten Projekts, das nach einer Laufzeit von vier Jahren 2016 abgeschlossen wurde, ermöglichten eine deutliche Verkürzung der Einschmelzzeit.

«Um nachhaltige Verbesserungen zu erzielen, muss das gesamte Ofensystem optimiert werden. Das war die wesentliche Erkenntnis

aus dem 2011 abgeschlossenen Vorgängerprojekt, das sich hauptsächlich mit neuen Brenneranordnungen und alternativem Feuerfestmaterial befasste», berichtet Sven-Olaf Sauke, der das Projekt planerisch begleitete: «Mit dem Anfang 2012 gestarteten Forschungsvorhaben und Ende 2013 wieder aufgenommenen Projekt EDUSAL II sind wir einen weiteren Schritt in diese Richtung gegangen.» Der Fokus lag dabei einerseits auf der Entwicklung einer Messtechnik zur senso-

rischen Erfassung des Ofenraums. Dadurch sollte die örtliche Lage des Restmaterials auf der Schmelzbrücke nachgewiesen und mengenmässig bestimmt werden. Zum anderen galt es herauszufinden, wie ein dynamisches Brennersystem anhand der Messdaten auf das Schmelzgut ausgerichtet werden kann und ob sich dadurch die Effizienz des Gesamtsystems steigern lässt.

**Optische Erfassung des Ofeninnenraums.** Die Projektpartner forschten jeweils zu einem Teilvorhaben in ihrem Bereich. So wurden am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Leibniz Universität Hannover (IFUM) grundlegende messtechnische Untersuchungen zur Energieeinsparung und Automatisierung bei Al-Schmelzprozessen durchgeführt. Dazu musste zunächst eine entsprechende Sensortechnik entwickelt werden, die den thermischen Bedingungen im Ofenumfeld standhält. Als dafür am besten geeignet erwies sich ein optisches Kameraverfahren. «Die darauf beruhende, eigens für das Projekt umgerüstete Kamera, ermöglichte erstmals eine Überwachung und Bewertung des laufenden Schmelzvorgangs. Allerdings limitiert die Leistungsfähigkeit der technischen Elemente derzeit noch die Anwendbarkeit», erläutert Sven-Olaf Sauke.

Da die Geschwindigkeit bei der Analyse der Messdaten entscheidend, diese jedoch bei der verwendeten Bildverarbeitungssoftware unzureichend war, entwickelten die Forscher einen speziellen Auswertungsalgorithmus. Dieser importiert im ersten Schritt die von der Kamera erstellten Daten und erzeugt daraus eine Tabelle, in der die Informationen aus allen drei während eines Aufnahmezeitpunkts erzeugten Bildaufnahmen festgehalten sind. Alle Koordinaten, die sich ausserhalb der Grenzbereiche des Aluminium-Masselpakets befinden, werden vom Programm automatisch gelöscht und die verbliebene Oberfläche im dritten Schritt in neun definierte Regionen eingeteilt. So lässt sich das Fliessverhalten der Schmelze und die Lage der verbliebenen Aluminiumreste systematisch bestimmen.



Das am IFUM in Hannover ausgewählte Kamerasystem fürs Vermessen der Höhenänderungen im Aluminiumofen wurde im Rahmen von Versuchen an der TU in Freiberg erprobt. Hierzu wurde zunächst die optimale Kameraposition über dem Chargierdeckel des Ofens ermittelt, in der die Kamera anschliessend fest positioniert wurde. Bild: ZPF GmbH + IFUM

**Simulationen zur Fahrweise des dynamischen Brennersystems.** Für die weitere Verarbeitung wurden die zyklisch erhobenen Messdaten mithilfe einer speziellen Software in ein 3-D-Modell umgewandelt. Dieses wurde in ein Koordinatensystem umgewandelt, das zur Ansteuerung des beweglichen Brennersystems benötigt wurde. Der Einfluss der Badfüllung auf die Abgasaustrittstemperatur und die Einschmelzzeit des Blocks stellte sich als gering heraus. Weiterhin wurde untersucht, inwiefern sich das Schwenken des Brenners und die damit verbundene Vergrößerung des Wirkbereichs auf die Temperaturverteilung auf der Schmelzbrücke auswirken. Dabei konnte im Vergleich zu einer statischen Positionierung eine starke Steigerung der Schmelzleistung nachgewiesen werden. «Somit ist deutlich weniger Zeit für das Aufschmelzen der Aluminiumreste erforderlich, was in Summe eine erhebliche Verbesserung der Energieeffizienz bedeutet», resümiert Sven-Olaf Sauke das Ergebnis der Simulationen.

Die Simulationen wurden ausnahmslos am Institut für Wärmetechnik & Thermodynamik (IWTT) der TU Bergakademie Freiberg durchgeführt. Bei den zur Optimierung eingesetzten numerischen Simulationen zur Fahrweise des dynamischen Systems wurden sowohl der Warmhalte- als auch der Schmelzbetrieb berücksichtigt. Darüber hinaus wurden am IWTT Untersuchungen zum eingesetzten Brennersystem durchgeführt sowie Möglichkeiten zur Reduzierung des Gasverbrauchs untersucht. Ergänzend hierzu wurden am Giessereiinstitut (GI) der TU Bergakademie Freiberg Untersuchungen zur Abbrandminimierung und ein Grossteil der Heissversuche unter Laborvoraussetzungen durchgeführt.

**Annahmen unter realen Industriebedingungen bestätigt.** ZPF unterstützte das Verbundprojekt bei Grundlagenfragen, kümmerte sich um die Softwareentwicklung sowie den Aufbau und die Erprobung einzelner Systemkomponenten. Auch die Testphase mit einem Demonstrator und die industrielle Umsetzung und Erprobung übernahm das Unternehmen aus dem deutschen Siegsbach. «Für die Feldversuche wurde ein Demonstrator aufgebaut, >>

# Schneller in die Zukunft: ETHERLINE®

EtherNet/IP®

EtherCAT®

PROFINET®



Kamera R29



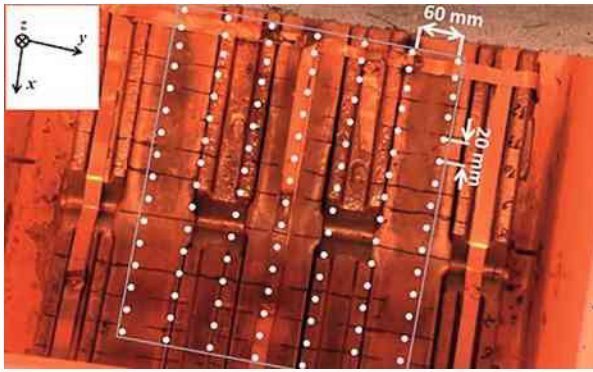
Schiene

Bei den Industrierversuchen war die Umgebungstemperatur deutlich höher als im Labor, weshalb diese mit Druckluft gekühlt werden musste. Bild: IFUM

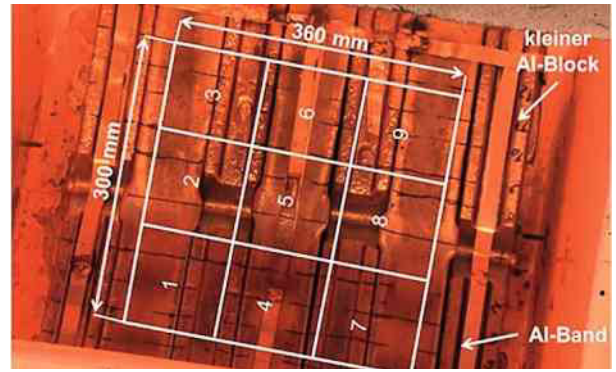
Voll im Trend:  
Kabeltechnik mit System.

**VOLLAND**

Volland AG, Ifangstrasse 103  
8153 Rümlang, Tel. 044 817 97 97  
Fax 044 817 97 00, www.volland.ch



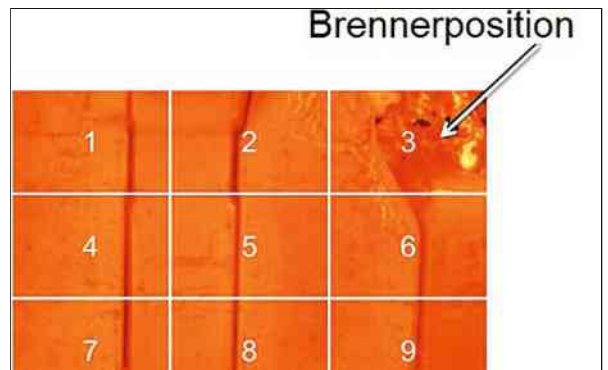
Zur Volumenanalyse des Aluminium-Masselpakets wurden 49 Gitterpunkte und neun Regionen definiert. Bild: IFUM



der stark an eine Serienanlage angelehnt war. Der Schmelzofen vom Typ SG 1,5T5 mit einer Schmelzleistung von 1,5 t/h und einem Warmhaltebadinhalt von 5 t wurde aber projektypisch mit einer grossen Anzahl an Sonderbauteilen ausgestattet, etwa den benötigten Messmitteln», so Sven-Olaf Sauke. Über zwei Stellmotoren konnte das System anhand der Koordinaten, die vom Messsystem an die Brennersteuerung übermittelt wurden, in die gewünschte Lage geschwenkt werden. Die Schmelzzeiten konnten dadurch, ohne Beeinträchtigung der Qualität, bei niedrigerem Gasverbrauch verkürzt werden. 10- bis 15-prozentigen Energieeinsparung haben sich erfüllt, wobei die Messdaten des beweglichen Brenners den Schluss zulassen, dass diese Effizienzsteigerung auf einer Verkürzung der Einschmelzzeit beruht», freut sich Sven-Olaf Sauke über den Erfolg des Projekts. Mit der

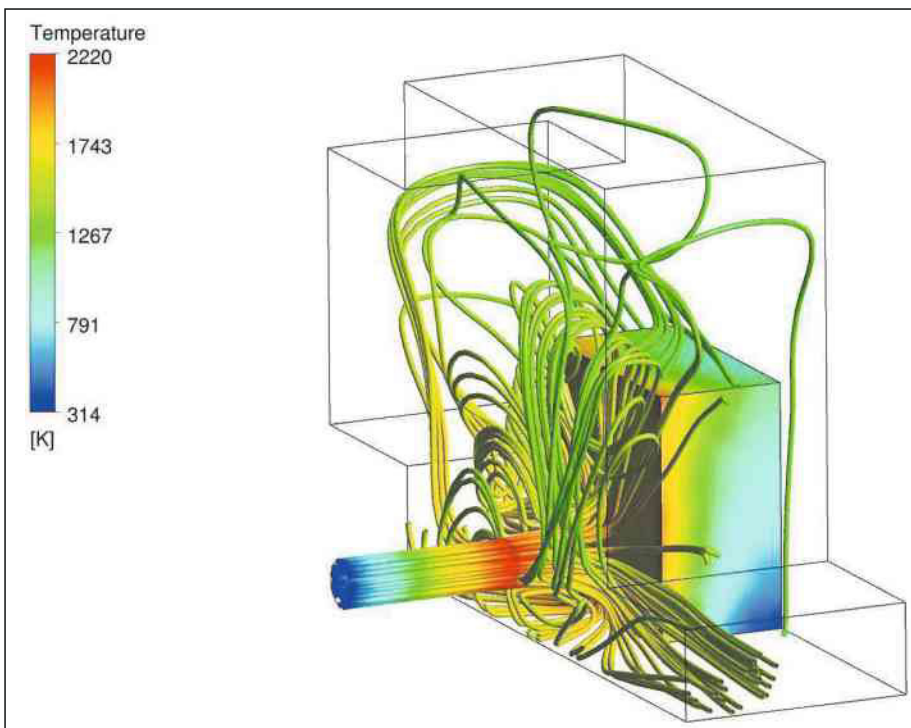
Bestätigung der Annahmen unter realen Industriebedingungen ist der Grundstein für eine neue Verfahrensweise gelegt. Um weitere Schlussfolgerungen zu einer optimierten Fahrweise ziehen zu können, gilt es jedoch noch einiges zu verbessern und weitere Langzeitversuche zu unternehmen.

«In einem weiteren F+E-Projekt wird das Hauptaugenmerk auf den variablen Brennerpositionen und der Identifizierung von Verbesserungsmöglichkeiten bei der Messsensorik liegen», gibt Sven-Olaf Sauke einen Ausblick auf die Zukunft. So soll unter anderem eine Onlineüberwachung einge-



Ist der nicht drehbare Brenner in der Nähe von Region 3 installiert, beginnt das Abschmelzen in diesem Bereich. Die durchschnittlich höchste Aluminiummenge sammelt sich in diesem Falle im Kantenbereich, das heisst in den Regionen 7 und 8. Bild: IFUM

setzt werden, um die System-sicherheit zu erhöhen. Das mittel- bis langfristige Ziel ist, dass die Erkenntnisse in die Entwicklung von Ofenanlagen einfließen sollen. «Wenn die Technik serienreif ist, können alle Betreiber von Aluminiumschmelzöfen davon profitieren. Auch ein Einsatz in anderen Industriezweigen, in denen eine Prozessüberwachung für den Heissbereich benötigt wird, ist denkbar», so Sven-Olaf Sauke abschliessend. ■



Stand der Technik bei Aluminiumschmelzöfen sind derzeit statische Brennersysteme, bei denen der Brenner ortsfest eingebaut ist. Für das Forschungsprojekt EDUSAL II wurden am IWTT der TU in Freiberg das Abschmelzverhalten und die Brennerposition mithilfe von Simulation berechnet. Bild: ZPF GmbH

**INFOS**

Gottfried Wilhelm Leibniz, Universität Hannover  
 Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen  
 DE-30823 Garbsen  
 Tel. +49 511 762-2164, www.ifum.uni-hannover.de

TU Bergakademie Freiberg  
 Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik  
 DE-09599 Freiberg  
 Tel. +49 3731 3939-40, www.tu-freiberg.de

Giesserei-Institut  
 DE-09599 Freiberg  
 Tel. +49 3731 3924-41, www.tu-freiberg.de

ZPF GmbH  
 DE-74936 Siegelbach  
 Tel. +49 7264 959 70  
 info@zpf-gmbh.de, www.zpf-gmbh.de