

## Institut für Industriefenbau und Wärmetechnik (IOB) der RWTH Aachen University

Das Institut für Industriefenbau und Wärmetechnik (IOB) unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Herbert Pfeifer ist ein international bekanntes Forschungsinstitut mit der Aufgabe der Prozess- und Anlagenoptimierung auf den Gebieten der Herstellung, Verarbeitung und des Recyclings von Eisen und Stahl, NE-Metallen, Glas und Keramik.

Das IOB gehört zur Fachgruppe für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik an der RWTH Aachen University.

### Struktur

Neben Professor Dr.-Ing. Herbert Pfeifer arbeiten am IOB 20-25 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und Stipendiaten sowie 6-8 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Technik und Verwaltung. Darüber hinaus ist das IOB in der Ausbildung aktiv, so dass in der Regel 2-4 Auszubildende in Werkstatt und Verwaltung beschäftigt werden. Die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter forschen in drei Arbeitsgruppen und werden dabei durch eine Reihe von studentischen Hilfskräften unterstützt. Die Struktur der Arbeitsgruppen am IOB ergibt sich dabei wie folgt:

### Energie- und Stoffbilanzen

Die Erstellung von Energie- und Stoffbilanzen, insbesondere für den Elektrostahlprozess, aber auch für andere energieintensive Hochtemperaturprozesse zur Anlagen- und Prozessoptimierung, ist die Aufgabe dieser Arbeitsgruppe. Die Forschungsgebiete gliedern sich in die Bereiche der Prozess- und Umwelttechnik und der Wärmebehandlung.

### Prozess- und Umwelttechnik

Grundlage der Berechnung der Energie- und Stoffbilanzen sind valide gemessene Ofendaten auf denen dann die Modellierung und Simulation des Prozesses mittels Computational Fluid Dynamics (CFD) oder anderer analytischer Methoden aufbauen. Auf die langjährigen Erfahrungen in Installation und Betrieb von Abgasanalyzesystemen an industriellen Hochtemperaturaggregaten, wie zum Beispiel dem Lichtbogenofen, und in Modellierung und Simulation, kann hier zurückgegriffen werden.

Neben der Prozesstechnik interessiert vermehrt der Aspekt der umwelttechnischen Messungen. Die Durchführung von Abgasmessungen in industriellen Entstaubungsanlagen dient der Ermittlung umweltrelevanter Stoffströme (Stäube, Dioxine,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ ). Nicht nur die Ermittlung eines Ist-Zustandes sondern auch Grundlagen zur Entstehung sowie Prozessstrategien zur Verminderung bzw. Vermeidung umweltrelevanter Emissionen werden entwickelt.

Einen weiteren wichtigen Arbeitsbereich stellt die Forschung zur Substitution von fossilen Kohlenstoffträgern durch Biomasse, z.B. im Elektrostahlverfahren, dar. Auch hier werden Untersuchungen sowohl im Technikumsmaßstab als auch industriell durchgeführt.

Darüber hinaus betreibt die Arbeitsgruppe am Standort Herzogenrath einen 600 kW Lichtbogenofen im Technikumsmaßstab.

### Wärmebehandlung

Dem IOB steht eine Reihe von Wärmebehandlungsöfen zur Verfügung, in denen Versuche zur Wärmebehandlung und Sinterung in einem großen Temperaturbereich (max. 1600 °C) und unter unterschiedlichsten Atmosphären durchgeführt werden können. Die Wärmebehandlung verschiedenster Bauteile und Materialien wird auch als Dienstleistung angeboten.

### Strömungen in metallurgischen Schmelzen

Die Kenntnis der Strömung bei Raffination und kontinuierlichem Gießen von Stahl, Kupfer und Aluminium aus metallurgischen Reaktoren (Konverter, Pfanne, Stranggießverteiler und Kokille) ist entscheidend für die Optimierung der Qualität des Halbzeugs und des Fertigprodukts. Da die Möglichkeit von Strömungsmessungen in metallurgischen Schmelzen aufgrund der hohen Temperaturen sehr eingeschränkt ist, werden die strömungs- und wärmetechnischen Vorgänge anhand von physikalischen und numerischen Modellen untersucht.

### Wassermodelle metallurgischer Reaktoren

Da die kinematischen Viskositäten von Metallschmelzen und Wasser nahezu gleich und damit die Fließeigenschaften ähnlich sind, ist eine Untersuchung der Schmelzen in Wassermodellen möglich. Am IOB sind unterschiedlichste Wassermodell-Versuchsstände von AOD-Konvertern, Pfannen, Verteilern, Kokillen und Bandgieß-



Bild 1: Wassermodell einer Bandgießanlage

anlagen für das endabmessungsnahe Gießen aufgebaut (Bild 1).

Zur Strömungsfeldmessung stehen verschiedene laser-optische Methoden zur Verfügung. Ferner ist am IOB ein System zur Messung von Partikelabscheideraten und Mischungszeiten vorhanden.

#### *Numerische Modellierung*

Parallel dazu erfolgen die numerischen Simulationen mittels CFD. Dabei wird zuerst die Genauigkeit der Rechnungen erhöht, indem die Simulationen zunächst für die Wasserströmung durchgeführt werden und die freien Parameter anhand der sehr genauen laseroptischen Messergebnisse validiert werden. Erst danach erfolgen die Simulationen für die mehrphasigen, nicht-isothermen Metallschmelzen. Insbesondere bei der Überlagerung von Effekten, z.B. magneto-hydrodynamischen und wärmetechnischen Phänomenen beim Elektroschlack-Umschmelzprozess (ESU), wird die CFD-Simulation erfolgreich angewendet.

#### **Industrieofentechnik**

Der Schwerpunkt dieser Arbeitsgruppe liegt bei den Erwärmungs- und Wärmebehandlungsöfen der metall erzeugenden und -verarbeitenden Industrie. Im Vordergrund stehen die Erhöhung der Lebensdauer von Ofenkomponenten, die Prozessstabilität, die Verbesserung der Produktqualität, Energie- und Ressourceneffizienz sowie die Verringerung von Schadstoffemissionen. Dabei wird eine große Bandbreite an Ofentypen abgedeckt.

#### *Mechanik*

Die Untergruppe Mechanik beschäftigt sich hauptsächlich mit der strukturmechanischen, strömungs- und wärmetechnischen Optimierung von Wärmebehandlungsöfen mit erzwungener Konvektion. Einerseits wird Umwälzung und Strömungsführung von Ofenraumatmosferaen durch Hochtemperaturventilatoren, Leitsysteme, Diffusoren, Düsensysteme und Innengehäuse untersucht. Des Weiteren wird die Überwachung durch eine, speziell für den Einsatz in Hochtemperaturanlagen entwickelte, kontinuierliche Volumenstrom-Messeinrichtungen und Soft-Sensoren/Ofenmodelle vorangetrieben. Andererseits stehen die Auswirkungen erzwungener Konvektion auf das zu behandelnde Gut und die strömungsführenden Einrichtungen in Hochkonvektionsanlagen im Fokus. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der kontinuierlichen Bandbehandlung in Durchlaufglühöfen, Schwebebandöfen, Kühlstrecken und Verzinnungslinien.

#### *Strahlheizrohrtechnologie*

Gasbeheizte Strahlheizrohre aus Stahl oder Keramik ermöglichen die indirekte Befuerung eines Ofens, um unerwünschte Reaktionen der Gutoberfläche mit dem Abgas zu vermeiden. Aufgrund ihrer breitbandigen Bedeutung in Öfen von Feuerverzinkungsanlagen, Schwebebandöfen zum Rekristallisationsglühen von Kupferbändern oder in Kammeröfen zur Wärmebehandlung von Aluminium beschäftigt sich eine Unterarbeitsgruppe mit der Optimierung von Strahlheizrohren. Dies geschieht sowohl durch

experimentelle Untersuchungen am Prüfstand (Bild 2) als auch mit Hilfe numerischer Simulationen der Thermofluid-dynamik sowie Strukturmechanik. Ein Forschungsziel ist dabei die Erhöhung der Lebensdauer durch die Reduzierung von Thermospannungen, was vor allem durch eine homogene Oberflächentemperatur und eine optimierte Strömungsführung im Innern des Strahlheizrohres erreicht werden kann. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt in der Erweiterung der Einsatzgrenzen von Strahlheizrohren hin zu kleinen Durchmessern zur Reduzierung des Platzbedarfs entsprechend ausgerüsteter Anlagen.

#### *Verbrennung*

In dieser Unterarbeitsgruppe werden Verbrennungsvorgänge in Industrieöfen erforscht. Dazu werden numerische Simulationen sowie experimentelle Messtechniken eingesetzt. Diese beinhalten berührungslose Verfahren, wie z.B. die OH\*-Visualisierung, sowie Temperaturmessung und

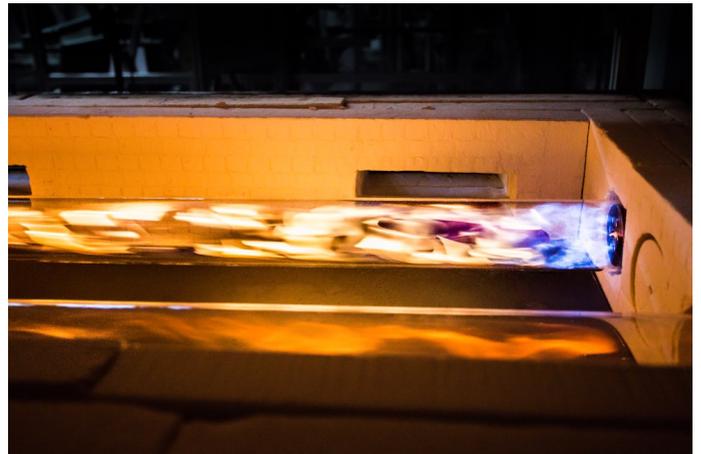


Bild 2: Verbrennung in einem Strahlheizrohr

die Messung der lokalen Gaszusammensetzung. Aufgrund von Zunderbildung kommt es bei Erwärmungsvorgängen zu signifikanten Materialverlusten. Ein Forschungsziel ist die zunderarme Erwärmung von Metallhalbzeugen (z.B. Kupfer) bei gleichzeitig geringer NO<sub>x</sub>-Emission. Um den Wärmeübergang zu steigern wird an einem Verfahren zur Erwärmung mittels direkter Flammenbeaufschlagung des Einsatzgutes geforscht. Die flammlose Oxidation wird bereits in zahlreichen Industrieöfen eingesetzt. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die Erweiterung der Einsatzgrenzen der flammlosen Oxidation für kleine Leistungen und Biogase.

#### **Expertise und Finanzierung**

Das IOB blickt auf zahlreiche erfolgreich abgeschlossene Industrieprojekte sowie öffentlich geförderte Forschungsprojekte mit nationalen und internationalen Industriepartnern, Universitäten und Forschungsinstituten jeder Größe zurück. Die Beteiligung an öffentlich geförderten Projekten (deutschland- und europaweit) unterschiedlichster Förderprogramme von der Antragstellung bis zur Berichterstattung und deren Projektleitung gehören zur Expertise des IOB.

*Nehmen Sie gerne Kontakt mit uns auf, wenn unsere Expertise Ihr Interesse geweckt hat!*