

Das Institut für Thermoprozesstechnik (ITP)

Der Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik der Fachhochschule Aachen und die WSP GmbH haben 2008 auf Initiative von Prof. Dr. Carl Kramer, ehemaliger Professor am Fachbereich für Luft- und Raumfahrttechnik der Fachhochschule Aachen und heutiger Vorstand des Wissenschaftlichen Beirats der WSP GmbH, gemeinsam das „ITP Institut für Thermoprozesstechnik“ als An-Institut der Fachhochschule Aachen gegründet. Unterstützt wird das ITP durch den Wissenschaftlichen Beirat, in dem die Fachhochschule durch einen Professor vertreten ist.

Die Thermoprozesstechnik gilt als Schlüsseltechnologie moderner Industrienationen, die sich durch außerordentliche Energieintensivität auszeichnet. Ein typisches Beispiel für den hohen Energieeinsatz ist die industrielle Metallweiterverarbeitung, in der Metalle wärmebehandelt werden, um gezielte Materialeigenschaften wie Festigkeit, Verformbarkeit oder elektrische Leitfähigkeit zu erzielen. Bei steigenden Energie- und Rohstoffpreisen und der Diskussion um den CO₂-Ausstoß ist es notwendig, die Fertigungsanlagen der Industrie durch neue Technologien energieeffizienter zu machen.

Dazu betreibt das ITP intensive Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten in kooperativen Projekten mit der Fachhochschule Aachen aber auch im direkten Auftrag der Industrie. Dies kann sowohl im Rahmen exklusiver Projekte mit garantierter Vertraulichkeit stattfinden als auch in Projekten, die mit öffentlichen Mitteln gefördert werden, bei denen sich die Projektteilnehmer durch den intensiven Wissensaustausch während der Projektlaufzeit einen deutlichen KnowHow-Vorsprung sichern.

Das An-Institut

Durch die Kooperation mit der Hochschule wird Studierenden die Möglichkeit geboten, sich bei der Durchführung von Bachelor- und Masterarbeiten mit den interessanten Fragestellungen der Thermoprozesstechnik auseinanderzusetzen und hier kreative Ideen zu entwickeln und zu verfolgen. Bei der Umsetzung kommt eine Vielfalt ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse vor allem in der Strömungsmechanik, der Wärmeübertragung, der Thermodynamik, der Verbrennungslehre sowie der

Strukturmechanik zur praktischen Anwendung. Die Aufgabenstellungen können sowohl experimentelle als auch theoretische Schwerpunkte haben.

Leistungen für Industriekunden

Das ITP greift auf eine breite Erfahrungs- und Wissensbasis in der Thermoprozesstechnik zurück, die auf der jahrzehntelangen Tätigkeit der WSP GmbH im Bau innovativer Wärmebehandlungsanlagen aufbaut.

Die besonderen Forschungsschwerpunkte des ITP:

- Konzeption und Engineering von energieeffizienten Wärmebehandlungsanlagen

Der erste Schritt zur Auslegung einer Wärmebehandlungsanlage ist die Erstellung des zutreffenden Wärmeübertragungsmodells. Sofern dies mit den in der Fachliteratur dokumentierten Ähnlichkeitsgesetzen nicht möglich ist, wird das spezielle Wärmeübertragungsmodell am ITP entwickelt und experimentell verifiziert. Das ITP verfügt hier bereits über eine breite Datenbasis für eine Vielzahl von Gutgeometrien angefangen von Platten und Bändern über Rohre, Bolzen und Stückgut. Im nächsten Schritt werden die erforderlichen Ofenkomponenten ausgelegt. Eine Spezialität des ITP sind dabei die in Hochkonvektionsöfen erforderlichen kompakten Strömungssysteme, bestehend aus Heißgasventilatoren, Strömungskanälen und Beblasungsdüsen.

Anschließend wird das Gesamtanlagenkonzept hinsichtlich der Energieeffizienz und unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte optimiert. Neben der Auswahl des Beheizungssystems und der Gestaltung des Isolierwandaufbaus bietet die Nutzung der Energie aus der Gutabkühlung zur Vorerwärmung des Guts in kontinuierlich aber auch in diskontinuierlich arbeitenden Anlagen ein großes Potential, mit dem Energieeinsparungen von bis zu 40% möglich sind. Die erforderlichen komplexen Prozessmodelle für diese Form der Abwärmenutzung sind am ITP bereits für einige Standardverfahren wie der kontinuierlichen Wärmebehandlung von Band oder für Haubenglühanlagen erstellt worden. Eine Herausforderung stellt hier die Ausführung der Steuerungs- und Regelungstechnik dar, um eine für den Betreiber weiterhin gut bedienbare Anlage mit hoher Verfügbarkeit zu erzielen.

- Entwicklung neuer Ofenkonzepte

Die Weiterentwicklung der Werkstoffe und die daraus oftmals resultierenden gestiegenen Anforderungen an die Wärmebehandlung sind nicht immer mit den bekannten Ofenkonzepten zu erzielen. Werden z.B. bei der Durchlaufwärmebehandlung von Bändern hohe Glühtemperaturen bei gleichzeitig hoher Aufheiz- oder Abkühlrate gefordert und ist zusätzlich eine definierte Prozessatmosphäre einzuhalten, um z.B. die Bandoberfläche zu reduzieren, so ist dies mit einem Kombinationsofen bestehend aus einem Bandschwebeofen mit Schwebekühlstrecke und einer zwischen den Schwebesektionen angeordneten Hochtemperatur-Durchhangsektion zu lösen (deutsches Patent 109 03 228). Glühtemperaturen über 1000°C sind machbar.

- Optimierung von bestehenden Thermoprozessanlagen

Das ITP bietet als Service die Analyse bestehender Thermoprozessanlagen an und erstellt ein individuelles Optimierungskonzept nach Kundenwunsch mit Fokus z.B. auf Erhöhung der Produktionssicherheit und Verfügbarkeit oder auf die Energieeffizienzsteigerung. Gegenüber einer Anlagenerneuerung ist dies oft eine wirtschaftlich überaus reizvolle Alternative.

Die Umsetzung solcher Optimierungsmaßnahmen bieten wir in Zusammenarbeit mit dem Anlagenbauer WSP GmbH an.

- Wasserstofftechnologie

Eine weitere Möglichkeit zur signifikanten Verbesserung der Energieeffizienz von Hochkonvektionsanlagen bietet die wärmeübertragungssteigernde Verwendung von Prozessgas mit hohem Wasserstoffanteil. Diese Technik erweitert zusätzlich das technologische Potential solcher Anlagen mit Blick z.B. auf die erzielbaren sehr hohen Kühlraten. Verglichen mit der konvektiven Kühlung unter Stickstoff oder Luft lässt sich mit dieser Technologie mit nur einem Bruchteil der elektrischen Antriebsenergie für Ventilatoren sogar Durchsatzsteigerungen erzielen.

- Entwicklung und Optimierung von Komponenten.

Einen Schwerpunkt stellen Heißgasventilatoren, Bild 1, als Kernaggregat in Hochkonvektionsöfen dar. Hier ist die Gestaltung der Laufradgeometrie aufgrund

des unvermeidbaren Hochtemperaturkriechens metallischer Werkstoffe sehr eingeschränkt. Eine akzeptable Lebensdauer der fliehkraftbeanspruchten Laufräder kann nur durch Minimierung der Spannungen im Bauteil erreicht werden. Neben Grundlagenwissen im Ventilatorenbau kommen hier strukturmechanische Berechnungen mittels der FEM-Methode und Prüfstandversuche zur Kennlinienbestimmung zum Einsatz.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Weiterentwicklung der Schwebetechnik zur berührungsfreien Bandführung in Thermoprozessanlagen, Bild 2.

- Optimierung der Feuerungsanlagen bei indirekter und direkter Beheizung.

Neben der Umsetzung der Luftvorwärmung mittels der Abgaswärme, z.B. durch brennerbezogene Rekuperatoren, ist hier die Erzielung eines möglichst geringen Luftüberschusses unter Einhaltung der Abgasgrenzwerte über den gesamten Betriebsbereich der Schlüssel zum Erfolg. Bei der direkten Beheizung ist ein zusätzliches Ziel die Restsauerstoffreduzierung im Abgas, um die Oxidation der metallischen Produktoberflächen zu verringern.

Das Tätigkeitsfeld des ITP erstreckt sich hier von der Analyse bestehender Feuerungsanlagen über die Brennereinstellung sowie die Auswahl der Brenner und der zugehörigen Gasarmaturen bis zur gezielten Modifikation von Brennern.

- Entwicklung und Optimierung von konvektiven Wärmeübertragungssystemen

Das Einhalten von Temperatur-Zeit-Verläufen beim Aufheizen und Abkühlen spielt insbesondere bei komplexen Legierungen, die zusätzlich häufig hohe Aufheiz- oder Abkühlraten fordern, eine zentrale Rolle. Bei der Optimierung solcher Systeme kommen das fundierte strömungsmechanische Wissen und die experimentellen Verifikation bei der Entwicklung neuer Beblasungs-Systeme zum Einsatz.

- Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung in Thermoprozessanlagen

Die in fossilen Brennstoffen gespeicherte Energie kann nur zu ca. 35-40% (Claudius-Rankine-Prozess) in „hochwertige elektrische Energie“ umgewandelt werden, die restliche Energie wird als Abwärme freigesetzt. Wird also Prozesswärme bei niedriger Temperatur $< 80^{\circ}\text{C}$, z.B. in der Bandvor- oder Nachbehandlung benötigt, ist zu prüfen, ob der Einsatz der Kraft-Wärme-

Kopplung sinnvoll ist. Aber auch bei Prozessen, die Temperaturen bis 500°C benötigen, z.B. bei der Wärmebehandlung von Aluminium, können Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen mit Gasturbine und Abgastemperaturen bis zu 650°C sinnvoll einsetzbar sein.



Bild 1: Testrotor eines Heißgasventilatorlaufrades auf dem Prüfstand



Bild 2: Versuchsstand eines Schwebedüsenfeldes