

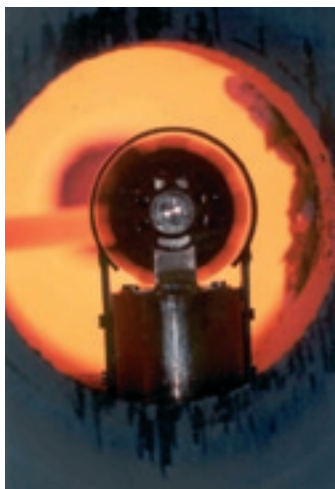


## Energiesysteme und Anlagentechnik

### *Energy Systems and System Technology*

Die globalen Klimaveränderungen werden wesentlich durch CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht, bedingt durch Energieumwandlungs- und Endenergieanwendungsprozesse. Weltweite Bemühungen zielen auf die Effizienzsteigerung in diesen Prozessen, auf den CO<sub>2</sub>-neutralen Energieträgereinsatz sowie auf die Reduzierung des Energiebedarfes an sich. In der Kette der Energieumwandlung von der Primärenergie über die Endenergie zur Nutzenergie, der Energieanwendung bzw. Energiedienstleistung liegen CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale, deren Erschließung die Bündelung von Kompetenzen und innovativen Entwicklungen in sehr unterschiedlichen Fachgebieten voraussetzt. An der TU Graz sind die Voraussetzungen für nutzbare Synergieeffekte durch die Existenz von Arbeitsgruppen, Abteilungen und Instituten in den Fakultäten Elektrotechnik, Maschinenbau, Architektur und Bauingenieurwesen, flankiert von den naturwissenschaftlichen Disziplinen, gegeben.

Der Forschungsschwerpunkt „Energiesysteme und Anlagentechnik“ ist geeignet, in der Energieumwandlungskette vorgelagerte Systeme, Prozesse und Anlagen mit vorrangigen Fachkompetenzen aus unterschiedlichen Disziplinen des Maschinenbaus, der Verfahrenstechnik und der Elektrotechnik zu behandeln sowie Erfordernisse der industriellen Energieanwendung zu berücksichtigen. Auch hier steht die rationellere Energienutzung im Blickpunkt, die



Hochtemperaturanemometer zur Bestimmung von Gasgeschwindigkeiten in staubbeladenen Feuerräumen (Quelle: AMFT TU Graz)

dem Prinzip der Nachhaltigkeit gerecht wird. Eine Abgrenzung zu dem Forschungsschwerpunkt „Verfahrens- und Umwelttechnik“ ergibt sich ausgehend von der vorrangigen Behandlung der Energiesysteme ohne Ausschluss der Nutzung fossiler Energieträger. Eine besondere Bedeutung erlangen für den Forschungsschwerpunkt „Energie: Systeme und Anlagentechnik“ jedoch stärker dezentralisiert eingeordnete Anlagen zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung kleiner Leistung, auch auf Bioenergiebasis.

des Energiemarktes durch die in den letzten Jahren durchgeführte Liberalisierung. Diese stellt die mit der Energiewirtschaft verbundenen Unternehmen vor viele neue Anforderungen und Aufgaben, denen sich auch die Forschung annehmen muss. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen die Aufgaben der Energieversorgung mit den wirtschaftlichen Vorgängen sowie dem Einfluss neuer Technologien gekoppelt werden. Dieser Thematik widmen sich vor allem die energietechnischen Institute der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik.

Für die Großkraftwerkstechnik ist international die Entwicklung von Vergasungsanlagen für fossile Brennstoffe zu erwarten, die

die Möglichkeit der Wirkungsgradsteigerung durch gekoppelte Gas- und Dampfturbinensysteme impliziert. Für die angestrebte Erhöhung der Parameter in Wärmekraftwerken zur Wirkungsgradsteigerung ist der Übergang zu neuen Werkstoffen erforderlich, die sich durch eine bessere Wärmeleitfähigkeit und einen höheren Widerstand gegen Spannungsriss-Korrosion auszeichnen. Sowohl weitere experimentelle als auch computerorientierte Entwicklungsfortschritte bezüglich des Hochtemperatur-Verhaltens und der mikrostrukturellen Stabilität von ferritisch-martensitischen Stählen zur Ablösung von Austeniten werden angestrebt. Der Reduzierung des Eigenbedarfes an Elektroenergie in Kraftwerken ebenso wie in Energiebereitstellungsanlagen von industriellen und kommunalen Einrichtungen ist wachsende Bedeutung beizumessen. Die Optimierung von Pumpen, Fördereinrichtungen und ihren Antrieben stellt eine weitere Option zur Verbesserung der Energieeffizienz dar. Bearbeitet wird in diesem Forschungsschwerpunkt auch die Elektroenergieerzeugung in Wasserkraftanlagen.

Die elektrische Energietechnik versucht daher der wirtschaftlichen Optimierung gepaart mit technischer Zuverlässigkeit und Sicherheit des Elektrizitätsmarktes gerecht zu werden, wobei nach den Regeln des neuen Strommarktes die wirtschaftliche und rechtliche Komponente eine wesentlich größere Rolle spielt. Diese anspruchsvollen Ziele gilt es mit der Anwendung der verschiedenen Bereiche der elektrischen Energietechnik wie elektrische Netze und Systeme, Versorgungszuverlässigkeit und -sicherheit, Neue Materialien und Technologien, Diagnostik und Lebensdauer, Elektrizitätsmärkte und Energiewirtschaft, Elektrische Maschinen und Stromrichtertechnik zu erreichen. Dabei muss natürlich eine enge Verbindung zu Gebieten wie Leistungselektronik, Kommunikations- und Computertechnik, Sensorik und Digitaltechnik, Regelungstechnik, ökologische Systembewertung sowie Bereiche der Materialwissenschaften geknüpft werden, um die angestrebten Erfolge zu erreichen.

#### Vorhandene Kompetenzen:

**AHE** (Institut für Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik)

Das Institut verfügt derzeit über drei Bereiche – Elektrische Anlagen, Hochspannungstechnik sowie Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation – und ist damit kompetent sowohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Aufgabenstellungen im Bereich der elektrischen Energiesysteme und Anlagentechnik sowohl wissenschaftlich als auch technisch praktisch zu lösen. Dazu seien folgende Aspekte genannt: flexible Funktionsstruktur des Netzes, intelligente Netzwerke, Versorgungssicherheit und Spannungsqualität, neue Materialien und Designmethoden, Instandhaltung und Zuverlässigkeit der Komponenten, Lebensdauer- und Risikobetrachtungen, Elektrizitätsmärkte und Regulierung, neue Wirtschaftskomponente, Energieinnovation.

**AMFT** (Institut für Apparatebau, Mechanische Verfahrenstechnik und Feuerungstechnik)

Simulationswerkzeuge zur Modellierung von reaktiven Festbetten; experimentelle Einrichtungen zur Bestimmung von kinetischen Daten (thermogravimetrische Analysenapparaturen, Ultraschall-Levitator zur Einzelpartikeluntersuchung, Gasanalytik), Tuchfilter- und Zyklontestanlage

**EMA (Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik)**

Der Aufgabenbereich des Instituts umfasst die Forschung und Entwicklung der verschiedensten Arten elektrischer Maschinen und Antriebe. Dabei ist ein wesentliches Ziel im Bereich der elektrischen Maschinen deren Verbesserung und effiziente Gestaltung, wie etwa durch den Einsatz neuer Materialien und Technologien. Die moderne Antriebstechnik fordert immer mehr, die elektrischen Antriebe von der Schnittstelle am Versorgungsnetz bis zum Arbeitsgut als Einheit zu sehen. Zudem verlangen Wirtschaft und Industrie zunehmend leistungsfähige und dynamische Antriebssysteme. Außerdem findet die Stromrichtertechnik immer mehr Einsatz bei der Planung der elektrischen Netze.

**HFM (Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen)**

Das Institut deckt mit seiner Arbeit den gesamten Wertschöpfungsprozess der Pumpenindustrie, Hydraulischen Turbinenindustrie, Lüfter- und Gebläseindustrie vom Marktbedarf, Produktentwicklungsprozess, Produktentstehungsprozess bis zum Produktvermarktungsprozess ab. Ausgestattet mit modernster Messtechnik (Laser etc.) und mehreren Prüfständen zählen zur experimentellen Arbeit Untersuchungen von Turbinen, Pumpen, Lüftern, Turboladern, Kavitationsuntersuchungen und Abnahmeversuche nach DIN/ISO. Strömungssimulation mit verschiedenen 3D-Navier-Stokes-/Euler- Solvern und 2D-Solvern, Instationäre Laufrad/Leitrad-Interaktion, Simulation hydraulischer Strömungen und Schaufelentwurf in ruhenden und rotierenden Systemen runden das numerische Standbein ab.

**IRT (Institut für Regelungstechnik)**

Als dritter wesentlicher Bereich in diesem Forschungsschwerpunkt ist von elektrotechnischer Seite das Institut für Regelungstechnik miteinzubeziehen, das alle wesentlichen Aufgaben im Bereich der Modellbildung sowie der Analyse und Simulation dynamischer Systeme durchführt.

**ISW (Institut für Strömungslehre und Wärmeübertragung)**

Die Kernkompetenzen des ISW liegen im Bereich der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Wärme- und Stoffübertragung, auch mit Phasenwechsel der fluiden Medien, der Bildung von dispersen Zuständen von Fluiden oder Feststoffen sowie dem damit verbundenen Stabilitätsverhalten von ein- und mehrphasigen Strömungen, der Aerodynamik mit Anwendung u.a. auf dem Gebiet des Transports disperser Substanzen, sowie im Bereich der numerischen Strömungssimulation mit und ohne chemische Reaktionen, wie u.a. Verbrennungsberechnungen mit Large-Eddy-Simulation. Die Ausrüstung des Instituts umfasst Windkanalanlagen, laseroptische Messtechniken wie LDA, PDA, und PIV, sowie Messtechniken zur Untersuchung von Wärme- und Stoffübergängen

**IWS (Institut für Werkstoffkunde, Schweißtechnik und Spanlose Formgebungsverfahren)**

Know-How im Bereich der Charakterisierung der Mikrostruktur von 9-12% Cr-Stählen: Untersuchungsmethoden zur Quantifizierung kleinster Teilchen (wenige Nanometer) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Elektronenmikroskopie (TEM, EFTEM, ...). Ergänzende Untersuchungsmöglichkeiten mittels spezieller Präparationsmethode im REM am IWS; neue Untersuchungsmethoden (EBSD, ...) für zukünftige einfachere und genauere Quantifizierung von zusätzlichen Mikrostrukturelement werden adaptiert. Parallel zu diesen experimentellen Quantifizierungsmethoden laufen Aktivitäten im Bereich der Modellierung der Teilchenkinetik am IWS.



Optimierung der Kühlung moderner Turbinenschaufeln im Überschallwindkanal (Quelle: TTM TU Graz)

**IWT (Institut für Wärmetechnik)**

Kompetenzen bei der Modellierung und Optimierung von thermischen Anlagen mit dem Schwerpunkt der Kraft-Wärme-Kopplung. Simulations- und Laboreinrichtungen für die Entwicklung sowie den Betrieb von wärmetechnischen Anlagen und Komponenten. Bereits verfügbar sind z.B. eine Gleichstrom-Hochstromanlage mit 2,7 MW als Wärmequelle, eine Schornsteinanlage für Kesselleistungen bis 1,2 MW, eine Rückkühlanlage großer Leistung, eine Versuchsanlage zur Biomassevergasung mit Gasreinigung, Gasmotor mit Wärmeauskopplung und Stromerzeugung, vielfältige Wärmequellen- und -senkenanlagen, ein Versuchsstand zur Erdgasreformierung für Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke sowie umfangreiche wärmetechnische sowie Emissionsmess- und -analysetechnische Einrichtungen



Laborversuchsanlage zur Reformierung von Erd- bzw. Biogas für Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke (Quelle: IWT TU Graz)

**TTM (Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik)**

Das Institut verfügt über eine sehr umfangreiche experimentelle Ausstattung. Die Prüfstände umfassen eine transsonische Versuchsturbine von 2,7MW Leistung sowie einen transsonischen Windkanal. Das Rückgrat dieser Versuchsanlagen ist die institutseigene 3 MW-Verdichteranlage, die größte maschinen-technische Anlage der TU Graz. Hochmoderne laser-optische Messsysteme stehen zur Verfügung, mit denen Strömungs- und Schwingungsuntersuchungen durchgeführt werden. Die Versuchsanlagen werden in den nächsten Jahren um eine Einrichtung zur Untersuchung von Brennkammern erweitert. Numerische Untersuchungen der 3dimensionalen instationären Strömung in thermischen Anlagen werden mit eigenen und kommerziellen Navier-Stokes-Codes durchgeführt.

**VKM (Institut für Verbrennungsmaschinen und Thermodynamik)**

Das Institut beschäftigt sich mit der thermodynamischen Analyse von Maschinen und Anlagen. Projekte werden im Bereich der Optimierung von Kolbenkompressoren, Tunnellüftung und im Thermischen Management von Fahrzeugen durchgeführt. (Diese Projekte bestehen neben den Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet

der Verbrennungskraftmaschinen und der Fahrzeugtechnik, wo es umfangreiche Messeinrichtungen gibt.)

#### Einbettung in nationales und internationales Umfeld

- EU-Forschungsprojekte im Rahmen der diversen Ausschreibungen der Europäischen Union im 5. Rahmenprogramm bzw. Einreichungen für das 6. Rahmenprogramm in den Bereichen Energieumwandlung und -transport, wie etwa „Technische Möglichkeiten einer elektrischen Leitungsverbindung durch den Brenner Basis Tunnel“
- Zahlreiche Projekte mit dem Verband der Österreichischen Elektrizitätswerke, z.B. „Technische und wirtschaftliche Bewertung von elektrischen Netzen im liberalisierten Markt“, „Gesamtwirtschaftliche Optimierung der Elektrizitätsversorgung im liberalisierten Markt“, „Der Einfluss dezentraler Erzeugung auf die Verteilernetze“ usw.
- Kooperationen und Projekte mit Energieunternehmen wie Verbund, Energie AG, ESTAG, WIENSTROM, Kelag, mit Energieanlagenherstellern sowie anderen strukturelevanten Industrieunternehmen
- FWF Forschungsprojekt S68, „Wirkungsgradsteigerung und Emissionswirkung von Wärmekraftwerken“ – geförderte Projektsumme: 60 Mio. ATS – unter Teilnahme folgender TUG-Institute: AMVT, IWS, IWT, TTM(Koordination)[Dieser FSP lief 2001 aus. Zeigt aber, dass es bereits fundierte Kooperationen auf diesem Gebiet an der TU Graz gab]
- VGB Forschungsprojekt Nr. 177 „Vergleich von Software zur

	Mitarbeiter im Bereich des Forschungsschwerpunktes
AHE	3 TUG Mitarbeiter, 3 Studienassistenten
AMFT	4 Mitarbeiter
EMA	1 TUG Mitarbeiter, 1 Studienassistent
HFM	7 TUG – Mitarbeiter, 2 Drittmittelbeschäftigte
IRT	1 TUG Mitarbeiter
ISW	dzt. noch kein Mitarbeiter
IWS	1 TUG Mitarbeiter, 3 Drittmittelbeschäftigte
IWT	3 TUG Mitarbeiter, 3 Drittmittelbeschäftigte
TTM	2 TUG Mitarbeiter, 3 Drittmittelbeschäftigte
VKM	1 TUG Mitarbeiter, 2 Stipendiaten
<b>10 Institute</b>	<b>37 Mitarbeiter</b>

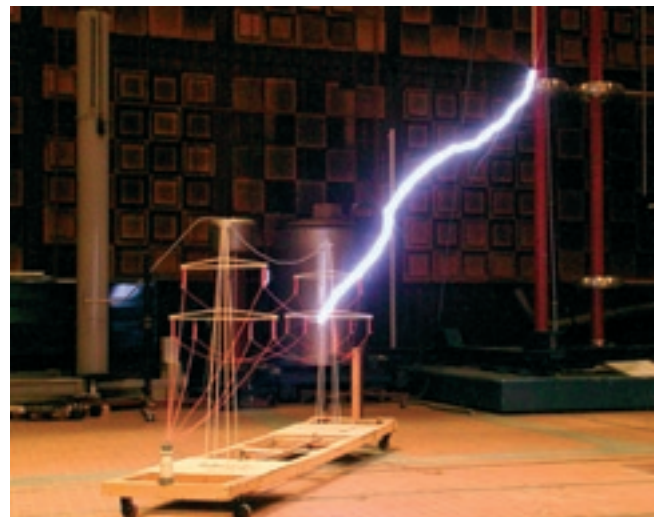
Gegenwärtigen Aktivitäten auf dem Gebiet „Energie - Systeme und - Anlagentechnik“

- thermodynamischen Prozessberechnung“
- Start-Programm Y57-TEC des BMBWK „Berührungsfreie optische Diagnose turbulenter Strömungen in Turbomaschinen“
- Kooperationen mit internationalen Forschungseinrichtungen
- Zahlreiche Projekte, finanziert durch Bund und Länder
- Europäische Forschungsprojekte zu Werkstoffen für fortschrittliche Komponenten in Hochwirkungsgrad-Niedrigemissionsenergieerzeugungssystemen
- Gefeilte Schaufeln von Axialpumpenhydrauliken und Kaplan-turbinen; Wirkungsgradsteigerung und Kavitationssicherheit von Großkraftwerken; Turbinennumerik
- Untersuchungen zur Pumpenauslegung und -berechnung; Schwingungsuntersuchung an Axialpumpenschaufeln

- Mitarbeit in den Kompetenzzentren „Bioenergie“ und „Virtuelles Fahrzeug“

#### Forschungsthemen

- Rauchgasreinigung und Entstaubung
- Reaktionskinetik und reaktive Schüttschichten
- Simulation von Kraftwerken und dezentralen Energieanlagen
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungssysteme
- Nah- und Fernwärmesysteme
- Festbettvergasung von Biomasse zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung
- Nieder- und Hochtemperatur-Brennstoffzellensysteme in Blockheizkraftwerken
- Integration von Mikrogasturbinen
- Transsonisch durchströmte Turbinenstufen bei hohen Drücken und Temperaturen
- Optimierung der Brennkammerströmung in Turbomaschinen
- Kolbenkompressoren
- Strömungsmessung in Pumpen und Turbinen
- Neuartige Turbinen- und Pumpenbeschaufelungen
- Numerische Simulation in Strömungsmaschinen
- Instationäre Strömungen in Maschinen und Anlagen
- Netzmanagement
- Netzentwicklung
- Power Quality
- Instandhaltung und Diagnostik
- Lebensdauer und Risikomanagement
- Neue Materialien, Technologien und Design
- Elektrizitätsmärkte und Regulierung
- Wirtschaftliche Neuorientierung
- Energieinnovation
- Maschineneffizienz
- Modellbildung und Simulation
- Systemverhalten
- Entwicklung und Charakterisierung von modernen 9-12% Cr-Stählen für ultraeffiziente Dampfkraftwerke mit niedrigem Emissionsgrad unter besonderer Berücksichtigung von neuen mikrostrukturellen Modellierungsansätzen
- Schweißseignung neuartiger 9-12% Cr Stähle (COST 522, SPP)
- Wärmeübergang mit Phasenänderungen



Modelluntersuchung der Blitzgefährdung von Freileitungen (Quelle: AHE TU Graz)



Technische und wirtschaftliche Bewertung einer Freileitung (Quelle: AHE TU Graz)

#### Links zu Nachbarschwerpunkten

- *Integrierte Gebäudetechnik* (da sich dieser Schwerpunkt mit der effizienten Energienutzung beschäftigt, und somit die direkte energetische Schnittstelle bildet)
- *Verfahrens- und Umwelttechnik* (da sich dieser Schwerpunkt mit Erneuerbaren Energieträgern beschäftigt, die in Zukunft einen wichtigen Teil der Energieressourcen darstellen)
- *Algorithmen und Mathematische Modellierung* (da die Gesamtsimulation von Kraftwerkssystemen aber auch dezentralen Energieumwandlungssystemen immer stärker in den Vordergrund tritt (thermisches Verhalten, Teillastverhalten der Hauptkomponenten, aber auch der Hilfsaggregate; etc.), ist hier eine gute Verknüpfung erforderlich)
- *Informations- und Kommunikationstechnik* (da die in diesem Schwerpunkt bearbeiteten Aufgaben die Basis für zukünftige energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Betriebsweisen von Energiesystemen darstellen)
- *Advanced Materials Sciences* (da dieser Schwerpunkt auch Materialien untersucht, die besonders in zukünftigen Energieumwandlungssystemen wie Brennstoffzellen ihre Anwendung finden)

#### *Energy Systems and System Technology*

*The global climatic changes are mainly caused by CO<sub>2</sub>-emissions stemming from energy conversion and energy use. Worldwide efforts focus on the CO<sub>2</sub> reduction potential which resides in the efficiency of energy conversion processes, the use of CO<sub>2</sub>-neutral energy sources and reduced energy demand in the first place.*

*Tapping the full potential requires joint interdisciplinary efforts to achieve innovative development. At Graz University of Technology synergies can be developed through collaboration of e.g. existing research teams and departments within the faculties of electrical engineering, mechanical engineering, architecture and civil engineering supported by natural sciences.*

*Our research focus on a field called "Energy Systems and System Technology" will be suited to deal with systems, processes and plants used for energy conversion and take into account the requirements of industrial energy use by joining interdisciplinary efforts of the faculties of mechanical engineering, process engineering and electrical engineering. This field of research is centred around the sustainable use of energy. It will primarily deal with energy systems without excluding the use of fossil energy sources, as opposed to the research field "Process engineering and environmental engineering". Moreover, we will place a greater focus on decentral, small-scale plants for combined heat and power production, also based on bioenergy.*