UniBw München
FuN/VP (univ.) September 2002

# FORMBLATT
## zur Erfassung von Forschungsleistungen

**Professoren**

**Professor Dr. rer. nat. Michael Pfitzner**
Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, LRT
Zeitraum: seit 01.01.2001

**Professor Dr.-Ing. Christian Mundt**
Aerothermodynamik, LRT
Zeitraum: seit 01.04.2002

Prof. Dr.-Ing. Dieter Straub (Emeritus)
Zeitraum: bis 31.10.1999

Prof. Dr.-Ing. Rudi Waibel (Emeritus)
Zeitraum: bis 30.11.1998

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Peter A. Kramer (Honorarprofessor)

### 1) Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dr.-Ing. Volker Lippig (Wiss. Direktor)
Dr.-Ing. Theo-Klaus Wurst (Akad. Direktor)
Dr.-Ing. Michael Gschwendtner (bis 31.01.2000)
Dr.-Ing. Christian Rebinger (bis 31.07.2000)
Dr.-Ing. Marius Herr (bis 31.01.2000)
Dr.-Ing. Holger Steinfeld (bis 30.6.2000)
Dipl.-Ing. Alexander Brandl (ab 01.03.2002)
Dipl.-Ing. Martin Sprenger (ab 01.07.2002)
Dipl.-Ing. (FH) Hans-Joachim Blank

### 2) Wissenschaftliche Arbeitsschwerpunkte

Das Institut für Thermodynamik befasst sich mit der Untersuchung von aerothermodynamischen Phänomenen, die für die Entwicklung von leisen und schadstoffarmen Fluggasturbinen, Fahrzeugantrieben, effizienten Energieerzeugern und Hyperschallwiedereintrittskonfigurationen von Bedeutung sind. Es werden sowohl grundlagenorientierte Untersuchungen zur Erforschung der Phänomene als auch anwendungsnahe Arbeiten zur Optimierung von Maschinenkomponenten in Zusammenarbeit mit der Industrie durchgeführt. Zur Weiterentwicklung von numerischen Strömungssimulationsverfahren (CFD) werden Berechnungsmodule zur Modellierung turbulenter Verbrennung und des turbulenten Wärmeübergangs entwickelt, die an vorhandene CFD-Codes gekoppelt werden können. Hinzu kommen Untersuchungen an Zustandsflächen, von Strahlungseigenschaften

von Materialien, von Eigenschaften thermodynamischer Prozesse sowie von aeroakustischen Phänomenen.

- **Experimentelle und numerische Untersuchungen an turbulenter Flammen**

In den meisten technischen Anwendungen verläuft die Verbrennung turbulent. Beispiele sind industrielle Brenner in Kraftwerken und Haushalten, Brennkammern in Gasturbinen sowie Fahrzeugmotoren. Die numerische Berechnung turbulenter Flammen bereitet besondere Probleme wegen der starken Wechselwirkung zwischen Turbulenz und chemischen Reaktionen. Es werden Berechnungsmodelle entwickelt und validiert, welche in der numerischen Flammensimulation diese Turbulenz-Chemie-Wechselwirkung beschreiben können. Validierungs-Konfigurationen werden mittels hochgenauer optischer Verfahren vermessen (Geschwindigkeit mit LDA, PIV, chemische Spezies LIF, PLIF, Raman, Temperatur mittels Raman, Rayleigh). Die Berechnungsmodelle für turbulente Verbrennung, Entstehung gasförmiger Schadstoffe, Rußentstehung und –abbrand werden damit validiert und bevorzugt mit kommerziellen CFD-Codes gekoppelt.

- **Strömung und Wärmeübergang in rotierenden Komponenten**

Vor allem in Gasturbinen müssen aufgrund der hohen thermischen Belastung die Triebwerkskomponenten im Heißteil der Maschinen gekühlt werden. Bei der für die Lebensdauerberechnung wichtigen Vorhersage der Bauteiltemperaturen ist es erforderlich, die Strömungsform und die lokalen Wärmeübergangskoeffizienten genau zu kennen. Aufgrund der z.T. außerordentlich komplexen Strömungsformen in rotierenden Kammern ist hier noch viel Grundlagenarbeit zu leisten. Experimentelle Untersuchungen der Strömungsfelder und des Wärmeübergangs an rotierenden Wellen und Scheiben unterstützen die Validierung existierender CFD-Verfahren sowie die Weiterentwicklung von verbesserten Submodellen für Wärmeübergang und Turbulenz in diesen Konfigurationen.

- **Strahlungs-, Emissions- und Absorptionseigenschaften von Festkörpern und Gasen**

Die genaue Vorhersage der thermischen Belastung von Brennkammer- und Turbinenbauteilen durch Strahlung erfordert die Kenntnis des detaillierten Emissions- und Absorptionsverhaltens der verwendeten Materialien in Abhängigkeit von der Standzeit im Triebwerk. Mit der am Institut entwickelten Apparatur können Strahlungseigenschaften von Festkörpern und Gasen in einem weiten Wellenlängenbereich von 0,5 - 15 m bestimmt werden. Sie erlaubt im o.a. Wellenlängenbereich die quantitative Messung des thermischen Energie-Strahlungsspektrums von Flammen, die Bestimmung des spektralen Emissionskoeffizienten von Festkörpern für einen weiten Temperaturbereich von 1000 K – 1900 K und die Messung des spektralen Extinktionskoeffizienten von Gasen. Die Kenntnisse aus den ersten beiden Punkten sind wichtig für die Entwicklung von Hochleistungstriebwerken, der letzte Punkt ist für die Beurteilung von Industrieabgasen bezüglich des Einflusses auf den globalen Treibhauseffekt der Erde von Bedeutung.

- **Thermische Zustandsgrößen von Gasen und Fluiden**

Für die industrielle Auslegung werden hochgenaue Daten der Zustandsfläche benötigt. Es wird eine Versuchsanlage entwickelt, die über einen großen Druck- und Temperaturbereich Messungen hoher Genauigkeit von einfachen Stoffen und Stoffgemischen ermöglicht. Die Anlage erlaubt die simultane Variation aller Zustandsgrößen Druck (p), reziproke Dichte (v) und Temperatur (T) bei konstanter Zusammensetzung (x) von Gemischen. Alle Meßgrößen können durch den Einsatz von Präzisions-Meßgeräten mit einer Genauigkeit von besser als 1/100 % bestimmt werden. Die hohe Präzision der Anlage erlaubt auch die Untersuchung von Oberflächeneffekten. Beispiele für Anwendungen sind organische Stoffe, wie z.B. die fluorierten Kohlenwasserstoffe (ORC) und Substitutionsstoffe für die chlorierten Kohlenwasserstoffe als Arbeitsmedien für Kreisprozesse in Energierückgewinnungsanlagen. Eine andere Anwendung ist die systematische Untersuchung des Temperaturverlaufs der Virialkoeffizienten binärer Gasgemische.

- **Untersuchung des exergetischen Wirkungsgrads von Kälte- und Wärmepumpen**

Für die thermodynamisch korrekte Bewertung von Kälte- und Wärmepumpen eignet sich die Exergiebetrachtung besonders. Es wurde eine Anlage entwickelt, bei der alle Einzelkomponenten, wie Verdampfer, Kondensator, Expansionsteil und Kompressor getrennt messtechnisch bezüglich Temperaturen, Drücken sowie Massen- bzw. Wärmeströmen erfasst werden. Mit Hilfe dieser Messdaten können sowohl die Einzelkomponenten als auch die Gesamtanlage exergetisch bilanziert werden. Die bereits vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass konventionelle Anlagen noch ein sehr großes Entwicklungspotential bezüglich der erreichbaren (exergetischen) Wirkungsgrade besitzen. Außerdem werden Informationen gewonnen, für welche der Teilkomponenten eine solche Optimierung besonders aussichtsreich ist.

- **Experimentelle Untersuchungen von Hochgeschwindigkeits- und Hochenthalpieströmungen am Plasmabrennerprüfstand**

Beim Wiedereintritt von Raumflugkörpern auf Planeten mit Atmosphären sind die Strömungsgeschwindigkeiten so hoch, dass deren Totalenthalpie die Energie für komplexe und hochgradig gekoppelte chemische Reaktionsmechanismen von endotherm reagierenden und ggf. thermodynamisch relaxierenden Gasen liefert. Als eine kontinuierlich arbeitende Anlage ist der am Institut vorhandene Plasmabrenner im Zusammenspiel mit moderner Lasermesstechnik gut dazu geeignet, Messungen an heißen Oberflächen und deren Einfluss auf die Strömungsphänomene und insbesondere auf die chemische Zusammensetzung (Katalyse) der Gase zu machen. Durch eine evakuierbare Versuchsstrecke soll das Geschwindigkeitsniveau des Strahles deutlich angehoben werden. Zusätzlich ist ein kolbengetriebener Stoßwellenkanal in Planung, der es erlaubt, Strömungen bei gleichzeitig hoher Enthalpie und hoher Dichte zu untersuchen.

- **Aeroakustische Untersuchungen von Triebwerkskomponenten**

Untersucht werden sollen instationäre aerodynamische und aerothermodynamische Effekte, speziell in Rohrströmungen. Ein Beispiel sind aeroakustische Probleme an Gasaustritten von Innenströmungen (z.B. Schubdüsen) wegen des nach wie vor problematischen und dominierenden Lärmverhaltens. Es sollen verbesserte Modellierungen gefunden und implementiert werden, um in der Vorhersage als auch in der Nachrechnung Ergebnisse mit einem höheren Genauigkeitsgrad zu erhalten. Bedeutend ist auch die gegenseitige Validierung von Versuch und Rechnung und das damit einhergehende tiefergehende Verständnis der physikalischen und thermochemischen Phänomene. Vereinfachte Verfahren sind für praktische Auslegungsprozesse im Ingenieuralltag wichtig und können, entsprechend dem gestiegenen Angebot an Rechenleistung, mit einem erhöhten physikalischem Modellierungsgrad entwickelt und betrieben werden.

- **Fortentwicklung der Gibbs-Falk Dynamik**

Etwa ab 1970 ist die Gibbs-Falk Dynamik verfügbar. Sie erlaubt, eine exakte wie auch konsistente Rahmentheorie zu formulieren. Sie ist die Grundlage für eine einheitliche Darstellung der Energieänderung eines physikalischen Systems in Abhängigkeit aller relevanten allgemein-physikalischen Größen unabhängig von der betreffenden Fachdisziplin. Der nachfolgende Übergang vom Gibbsschen Phasenraum in den raumzeitlichen Konfigurationsraum führt zu einer Feldtheorie für die gewählten Größen. Darüber hinaus resultieren Zwangsbedingungen für die zugeordneten lokalen Strom- und Produktionsdichten. Bemerkenswerterweise gelingt es, völlig neue mathematische Relationen für die Transportkoeffizienten abzuleiten. Im Rahmen der neuen Theorie lassen sich im übrigen die teilweise gravierenden Defekte der klassischen Theorien im Detail identifizieren und beweisen. Dieser Befund trifft ebenso die NS-Gleichungen wie die Maxwellsche Elektrodynamik. Beide leiden an gravierenden strukturellen Mängeln; sie sind inkonsistent und physikalisch oft paradox. Im übrigen lässt sich eine gegenseitige Verschränkung der mathematischen Beschreibung

eines physikalischen Systems auf Makro- und Mikroebene nachweisen. Zudem gilt die Gibbs-Falk Dynamik prinzipiell auch für die Quantentheorie. Selbst für die Elementarteilchenphysik liefert sie wertvolle Hinweise und teilweise überraschende Ergebnisse.

## 3) Forschungsvorhaben aus Mitteln Dritter

- „Energetische und exergetische Analyse von Kreisprozessen moderner Kältemittel". Die Arbeiten erfolgen in Zusammenarbeit mit dem Laboratorium für Kälte- und Klimatechnik der Nationalen Technischen Universität von Athen
  (DLR, GRI-085-97 und GRI-113-99, Laufzeit: von 01.09.1997 bis 30.08.2001, Mitarbeit: Dr.-Ing. Rebinger, Dr.-Ing. Wurst, Dr.-Ing. Lippig)

- „Untersuchung und Optimierung von Modellen für die Simulation der turbulenten Verbrennung von konventionellen Kraftstoffen und Wasserstoff in Kfz-Motoren"
  (BMW, BA 909, Laufzeit: von 01.07.2002 bis 31.12.2002, Mitarbeit: Prof. Dr. Pfitzner, Dipl.-Ing. Brandl, MEng. Mooney)

## 4) Promotionen

- Dr.-Ing. Michael Gschwendtner: Das Eckert-Zahl-Phänomen – Experimentelle Untersuchungen zum Wärmeübergang an einer bewegten Wand am Modellfall eines rotierenden Zylinders
  Referenten: Prof. Dr.-Ing. Waibel, Prof. Dr.-Ing. Straub
  Promotion am 14.02.2000

  **Übersicht:** Gegenstand der Untersuchung ist der Wärmeübergang an einem querangeströmten, beheizten und rotierenden Zylinder. Maßgebliche Parameter sind die Rotationsgeschwindigkeit des Zylinders im Verhältnis zur Anströmgeschwindigkeit und die Oberflächentemperatur im Verhältnis zur Umgebungstemperatur. Die Experimente wurden in einem geschlossenen Windkanal durchgeführt bei Anströmgeschwindigkeiten bis 70 m/s und Zylinderdrehzahlen bis 30,000 /min. Die Geschwindigkeitsfelder im Umfeld des Zylinders wurden mit Laser-Doppler-Anemometer vermessen. Eine neu entwickelte optische Meßmethode, die auf der Theorie der Lichtstrahlablenkung in einem Temperaturfeld basiert, diente zur qualitativen Darstellung der lokalen Temperaturgradienten. Anhand der Geschwindigkeitsmessungen konnte der Einfluß der Rotation und der Temperatur des Zylinders auf die Strömungsform nachgewiesen werden. Zusätzliche Messungen des globalen Wärmeübergangskoeffizienten bestätigen eine Erhöhung der Nusseltzahl durch Dissipationseffekte in der Grenzschicht.

- Dr.-Ing. Marius Herr: Einfluß thermofluid-dynamischer Parameter auf den Betrieb von Gravitationswärmerohren – Experimentelle und theoretische Untersuchungen unter Verwendung umweltfreundlicher Kältemittel
  Referenten: Prof. Dr.-Ing. Waibel, Prof. Dr.-Ing. Straub
  Promotion am 16.02.2000

  **Übersicht:** Im experimentellen Teil der Arbeit wird das Wärmeübertragungsverhalten von Gravitationswärmerohren untersucht. Durch die Entwicklung eines neuen Versuchsaufbaus können gegenüber früheren Untersuchungen mehr Parameter variiert und gleichzeitig die Messgenauigkeit und Aussagekraft der Ergebnisse deutlich gesteigert werden. Die folgenden voneinander unabhängig einstellbaren Parameter werden variiert: die Temperatur $T_V$ der Verdampfungszone, die Temperaturdifferenz zwischen Verdampfungs- und Kondensationszone, zwei verschiedene

Oberflächengeometrien der Rohrinnenseite, der Neigungswinkel des jeweiligen Rohrs, die Füllmenge $m_{Fluid}$ des Arbeitsfluids sowie durch den Einsatz von sechs verschiedenen Kältemitteln das Arbeitsfluid selbst. Die Messergebnisse von mehr als 1500 eingeregelten stationären Messpunkten werden in Korrelationsgleichungen zur Beschreibung des Wärmeübergangs bei Verdampfung und bei Kondensation zusammengefasst. Der theoretische Teil der Arbeit enthält ein Simulationsprogramm, das unter Verwendung der selbst entwickelten Korrelationsgleichungen und solcher aus der Literatur sowohl den Einregelvorgang und als auch den stationären Betriebszustand in sehr guter Übereinstimmung mit den experimentellen Daten wiedergibt.

- Dr.-Ing. Holger Steinfeld: Experimentelle Untersuchungen der Wasserstoffverbrennung in einem Hochenthalpiefreistrahl und einer Modelltriebwerkskammer
  Referenten: Prof. Dr.-Ing. Waibel, Prof. Dr.-Ing. Straub
  Promotion am 08.09.2000

  **Übersicht:** Für die Optimierung von Wasserstoff-Brennkammern im Hinblick auf maximale Schadstoffreduktion wird zunächst das Vermischungs- und Verbrennungsverhalten von Wasserstoff in einer schnellen Hochenthalpieströmung experimentell untersucht. Mit Hilfe der sog. Plasmabrenneranlage wird dazu ein bis zu 500 m/s schneller Hochenthalpiefreistrahl erzeugt. In diesem stationären Freistrahl können zeitlich sehr rasch ablaufende Mischungs- und Reaktions-Prozesse räumlich gedehnt und damit stationär in einem Zeitraster von 0,6 µs mit Hilfe optischer Messverfahren berührungslos vermessen werden. Die gewonnenen Ergebnisse können für die Optimierung eines nach dem sog. Mikro-Misch-Prinzip arbeitenden Einsspritz-Moduls für zukünftige Wasserstoff-Brennkammern erfolgreich angewendet werden. Für die Diagnose werden optische Messverfahren wie Laser-Doppler-Anemometrie (LDA), ein selbstentwickeltes Puls-Raman-Verfahren und Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF) eingesetzt.

- Dr.-Ing. Christian Rebinger: Evaluation of Modern Refrigerants for Applications in Thermodynamic Cycles – Experimental Examinations for Compressor Refrigerating Systems and Heat Pumps
  Referenten: Prof. Dr.-Ing. Waibel, Prof. Dr.-Ing. Straub
  Promotion am 17.11.2000

  **Übersicht:** Auf der Grundlage einer breit angelegten Parametrisierung der wesentlichen Einflussgrößen eines konventionellen Kaltdampfprozesses wird zunächst das energetische Verhalten einer Modell-Kälteanlage bei Verwendung konventioneller CFC-Kältemittel und deren Gemische untersucht. Alternativ dazu wird der Einsatz der entsprechenden umweltfreundlichen, chlorfreien Substitute, wie z.B. der HFC-Kältemittel, bewertet. Die gewonnenen Ergebnisse aus den stationären Betriebszuständen werden schließlich unter dem Aspekt der Exergie und im Hinblick auf die Umweltrelevanz der eingesetzten Kältemittel gegenübergestellt.

**5) Habilitationen**

- keine

## Autorenschaft

**6) Fachbücher (Monographien, keine Lehrbücher)**

- keine

**7) Wissenschaftliche Veröffentlichungen, kritisch referiert**

**a) Beiträge zu Fachbüchern**

- keine

**b) Beiträge in Wiss. Journalen und auf Tagungen**

- Sprenger M., Münch F.-X., Pfitzner M.: Turbulente Wärmeströme in Grenzschichten an drehenden Zylinderwellen, DGLR-2001-246, DGLR-Tagung, 23.–26. September 2002, Stuttgart

- Karl A., Hansen R., Pfitzner M.: Computer based optimisation and automation of analysis and design processes in aero engine development, ASME-Paper GT-2002-30498, ASME Turbo Expo 2002, 03.–06. Juni 2002, Amsterdam/Holland

- Tschirner Th., Pfitzner M., Merz R.: Aerodynamic optimisation of an aeroengine bypass duct OGV-pylon configuration, ASME-Paper GT-2002-30493,ASME Turbo Expo 2002, 03.–06. Juni 2002, Amsterdam/Holland

- Balthasar M., Mauss F., Pfitzner M., Mack A.: Implementation and Validation of a New Soot Model and Application to Aeroengine Combustors, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 124, No. 1, Januar 2002, S. 66–74

- Negulescu D., Pfitzner M.: Secondary Air Systems in Aeroengines Employing Vortex Reducers, ASME Turbo Expo 2001, 04.–07. Juni 2001, New Orleans/USA

- Mundt Ch., Lieser J.: Performance improvement of propulsion systems by optimization of the mixing efficiency and pressure loss of forced mixers, 8. CEAS European Propulsion Forum, Nottingham, 2001

- Pfitzner M., Waschka W.: Development of an aeroengine secondary air system employing vortex reducers, 22nd ICAS Congress, 28. August–01. September 2000,Harogate/U.K.

- Balthasar M., Mauss F., Pfitzner M., Mack A.: Implementation and Validation of a New Soot Model and Application to Industrial Aeroengine Combustors, ASME Turbo Expo 2000, 08.–11. Mai 2000, München

- Lieser J., Wilhelm R., Mundt Ch.: Aerodynamischer Entwurf und Integration von Triebwerksgondeln bei Rolls-Royce Deutschland, DGLR-Jahrestagung Leipzig, Beitrag DGLR-JT2000-183, 2000

- Zhu H., Zhang B., Wang M., Ding H., Farrugia N., Pfitzner M.: Fuel Spray Characterisation Using Phase Doppler Anemometry, 5th CAE-NAL Workshop on Advanced Gas Turbine Technologies (Combustion and Heat Transfer), 1999, Chengdu City/China

- Pfitzner M., Ebel M., Brehm N.: Berechnung und Optimierung des Kühlfilms an der Brennkammerwand mit modernen CFD-Methoden, DGLR-Tagung, 1999, Berlin

- Pfitzner M., Leonard A. D., Mack A., Romaschov I., Brehm N.: Implemenation and Validation of a PDF Transport Algorithm with an Adaptive Number of Particles in Industrially

Relevant Flows, ASME – 2nd International Symposium on Computational Technologies for Fluid/Thermal/Chemical Systems with Industrial Applications, 1999, Boston/USA

- Mundt Ch., Wegner M.: Improvement of forced mixing in turbofan engines with respect to both noise and performance, 7. CEAS European Propulsion Forum, Pau, 1999

- Wegner M., Lieser J., Mundt Ch.: Lärm- und leistungsoptimierter Strahlmischer, DGLR-Jahrestagung Berlin, Beitrag DGLR-JT99-82, 1999

- Barths, H., Peters N., Brehm N., Mack A., Pfitzner M., Smiljanovski V.: Simulation of Pollutant Formation in a Gas Turbine Combustor using Unsteady Flamelets, 28th Combustion Symposium, 1998, Boulder/USA

- Oesterle M., Lauster M., Waibel R., Lippig V., Straub D.: Topological Structures near a Heated Rotating Cylinder in Cross Flow. Experiments in Fluids 24, 1998, S. 308–322

- Neumaier M., Lauster M., Lippig V., Waibel R., Straub D.: The Duhem-Hadamard Hypothesis in Thermofluiddynamics. Int. J. Non-linear Mechanics 33, 1998, S. 993–1012

- Wang Ch., Lauster M., Lippig V., Wurst Th.K., Waibel R., Straub D.: Experimental Data of Interface Coefficients for Two-phase Flows of Refrigerants. In: Proc. of 2nd Japanese-German Symposium on Multi-phase Flow, Eds.: T. Saito, U. Müller, 25.–27. September 1997, University of Tokyo/Japan, S. 157–168

- Lippig V., Li S., Lauster M., Waibel R., Straub D.: Ein Puls-RAMAN-Verfahren zur Messung der NO-Konzentration im Abgas von H2-Brennkammern. Proc. of 28th Internat. Annual Conference of ICT on Combustion and Detonation, June 24-27, 1997, Karlsruhe: Fraunhofer-Gesellschaft 1997

- Oesterle, M., Lauster, M., Waibel, R., Lippig, V., Straub, D.: Topological Structures Near a Heated Rotating Cylinder in Cross Flow, Experiments in Fluids, 24 Nr. 4 (1998) 308-322

- Herr, M., Wang, C., Lauster, M. Wurst, Th.-K., Lippig, V., Straub, D., Waibel, R.: Heat and Momentum Transfer Experiments for Falling Film Flows of Refrigerants, Proceedings of the 1998 International Mech. Eng. Congress and Exposition, Nov. 15-20th, Arnheim, Ca.; pp. 479-488

- Lauster, M., Straub, D.: Statistical Fundamentals of a Quantitative System Theory for Multi-Particle Systems; in: Moreno-Diaz, R.: Extended Abstracts of the Las Palmas International Conference on Wiener's Cybernetics, Las Palmas 1999; pp. 174-183

- Lauster M., Straub D.: On the Modeling of Field Equations for Real Flows Derived from a New Non-equilibrium Theory. ASME Proceedings of the 2nd International Symposium on Computational Technologies for Fluid/Thermal/Chemical Systems with Industrial Applications, Boston 1999; pp. 1814-1823

- Straub D., Balogh V.: Rest masses of elementary particles as basic information of Gibbs-Falkian thermodynamics. International Journal Thermal Science 39 (2000) 931-948

**8) Weitere Veröffentlichungen**

- Krülle G., Pfitzner M.: Strömungsmodellierung in Gasturbinen- und Raketenbrennkammern, DGLR-Zeitschrift „Luft- und Raumfahrt“, 3/2002, S. 25–30

- Krülle G., Pfitzner M.: Anforderungen an die Brennkammermodellierung in Raketen- und Gasturbinenbrennkammern, DGLR-02-BKM-01, DGLR-Fachsymposium „Berechnungsverfahren für Brennkammerströmungen in Raketen- und Gasturbinenbrennkammern“, 29.–30. Januar 2002, Stuttgart

- Lieser J., Mundt, Ch.: Aeroakustische Untersuchungen von Strahlmischern, STAB Workshop, DLR Göttingen, 1999

**9) Eingeladene Hauptvorträge ((Keynote speeches auf großen Fachtagungen))**
- keine

**10) Vorträge**
- siehe Tagungsbeiträge
- Mundt Ch.: Realgaseffekte, Vortrag GAMM 2000, Sektion 24, Göttingen, 2000

**11) Patente**
- keine

**<u>Mitwirkung im Wissenschaftsprozeß</u>**

**12) Herausgeber von Schriftenreihen, Büchern**
- keine

**13) Mitwirkung in Editorial Boards, Programmkomitees**
- Sitzungsleitung, Organisation von Sitzungen sowie Review von Papers für: ASME Turbo Expo 2000, München, ASME Turbo Expo 2001, New Orleans, ASME Turbo Expo 2002, Amsterdam, DGLR-Tagungen 2000 Leizig, 2001 Hamburg, 2002 Stuttgart

**14) Organisation von Tagungen, Symposien, Workshops**
- DGLR-Fachsymposium „Berechnungsverfahren für Brennkammerströmungen in Raketen- und Gasturbinenbrennkammern“, 29./ 30. Januar 2002, DLR Stuttgart, Pfaffenwaldring 38-40

**15) Beratung in übergeordneten Gremien (national – international)**
- keine

**16) Gutachtertätigkeit**
- 2 Promotionen
- 5. Rahmenprogramm der europäischen Union, Begutachtung von Forschungsanträgen

**17) Technologie- und Wissenstransfer in Industrie und öffentliche Bereiche**
- keine

**18) Repräsentation des Arbeitsgebietes auf Messen und anderen Veranstaltungen**
- keine