

Experimentierplattform für dynamische Materialuntersuchung



J. Manara, M. Zipf, T. Stark, M. Arduini, H.-P. Ebert (ZAE)
F. Schmidt, U. Krüger (TechnoTeam)
E. Schreiber (KE Technologie)
K. Knopp, M. Zänglein, J. Hartmann (FHWS)

ZAE: Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung e.V. Bereich
Energieeffizienz
Techno Team Bildverarbeitung GmbH, Ilmenau
KE Technologie Stuttgart
Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg – Schweinfurt

AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

Experimentierplattform für dynamische Materialuntersuchung



Gliederung

Motivation

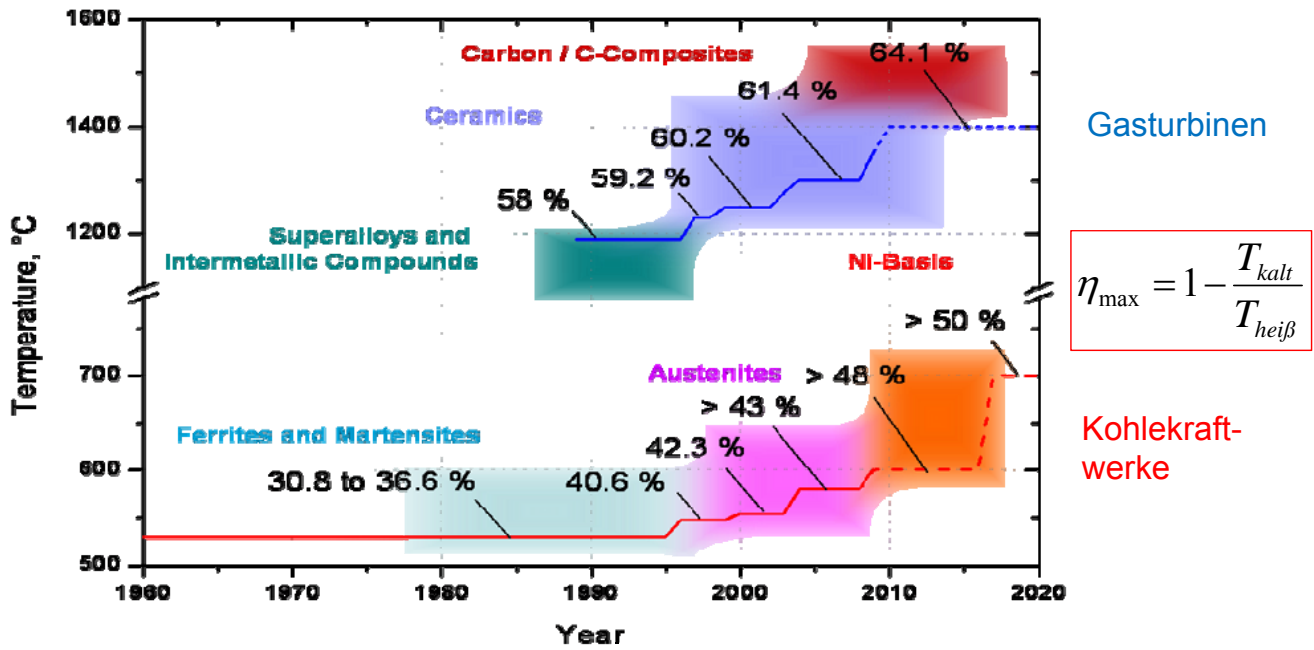
- Erhöhung der Effizienz von Kraftwerken
- EU-Projekt STARGATE
- BMWi Projekt OptiTBCs
- Eigenschaften von additiv gefertigten Bauteilen

Experimenteller Aufbau und erste Vorversuche

- Infrarot-optische Eigenschaften von Thermal barrier coatings
- Strahlungsthermometrie bei langen Wellenlängen
- Wärmeausbreitung in Schichtsystemen
- dynamische thermische Anregung basierend auf Laser Flash Methode

AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

Erhöhung der Effizienz von Kraftwerken



W. Drenckhahn, B. Rukes, K. Riedle, Konventionelle Kraftwerkstechnologien – Eine Frage der Effizienz, BWK 61 (7/8), 72 (2009)

ALSTOM Power Generation AG, „Life Needs Power“, HANNOVER MESSE 2007

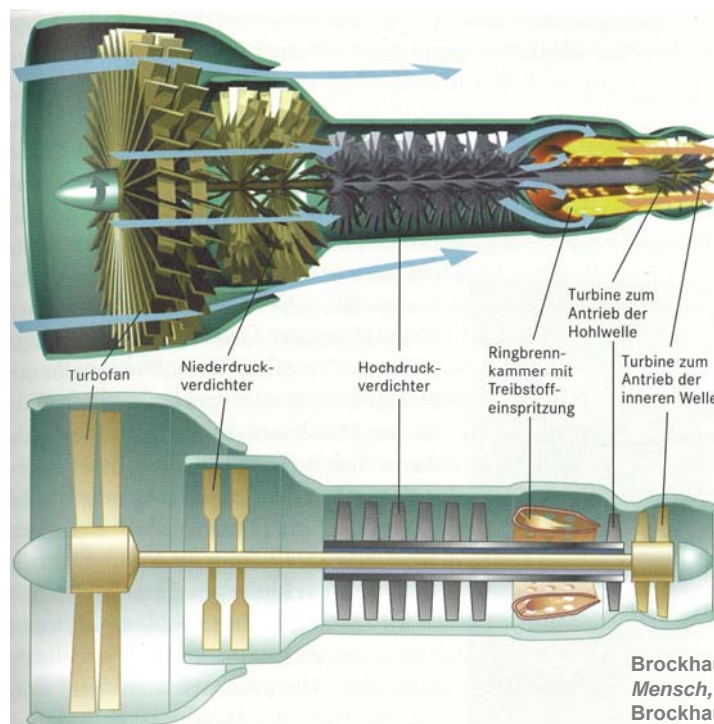
R.B., Heimann, Plasma Spray Coating: Principles and Applications, Wiley-VCH, Weinheim, 2nd edition (2008)

© ZAE Bayern, FHWS

AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

3

Flugzeug-Turbine



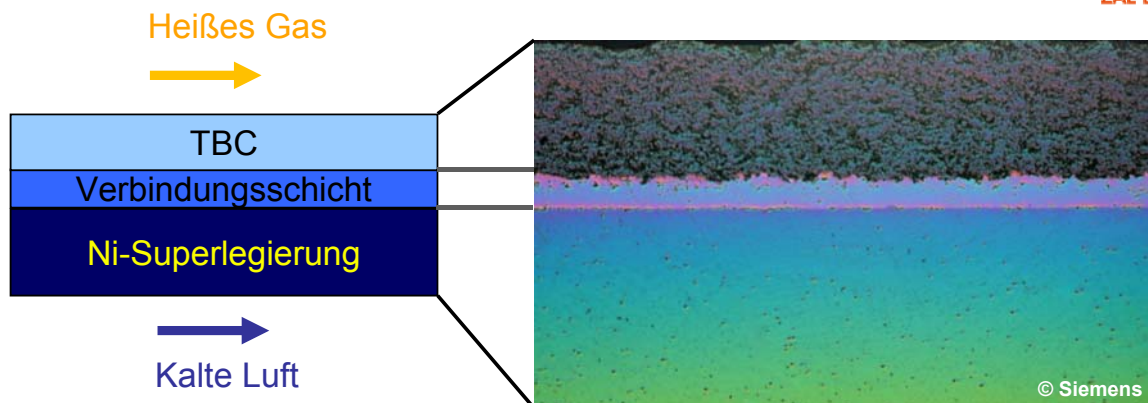
Brockhaus Mensch, Natur, Technik:
Mensch, Maschinen, Mechanismen.
Brockhaus, Leipzig, 2000

AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann



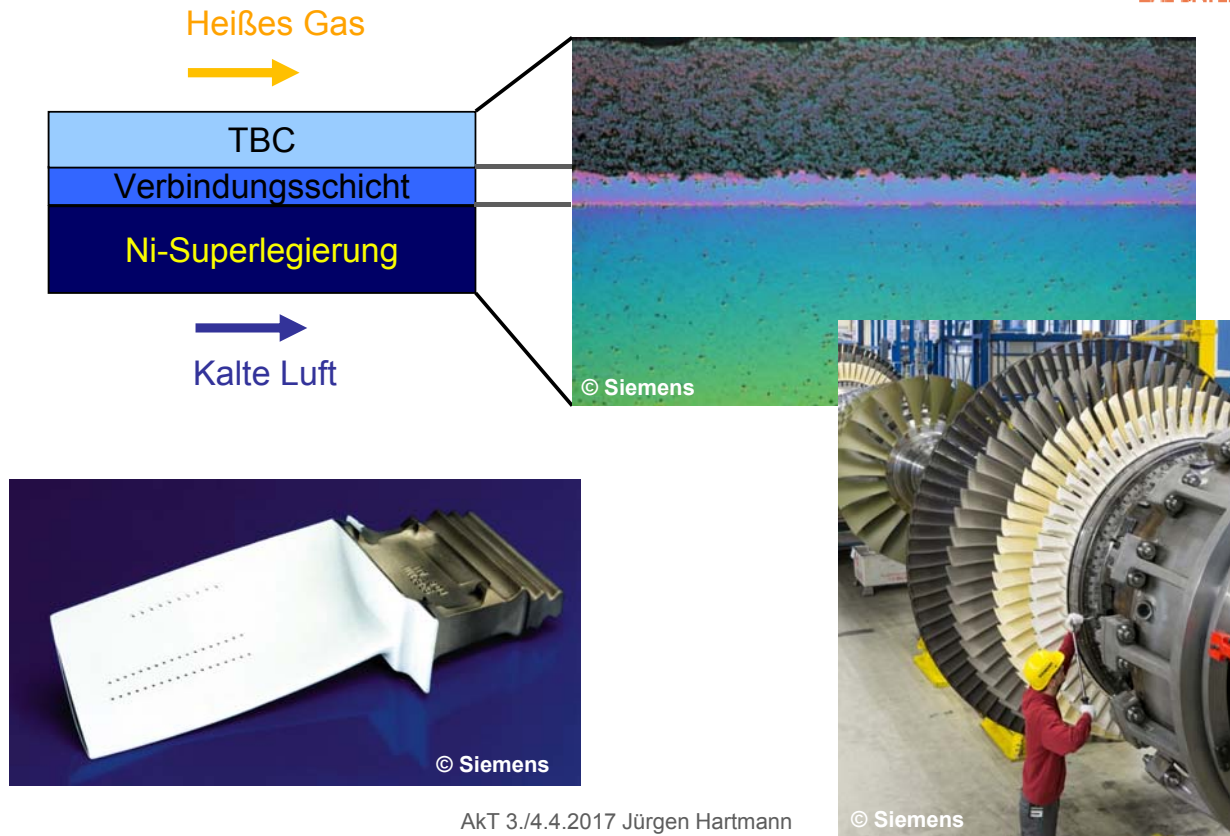
AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

Wärmeschutzschichten (Thermal Barrier Coatings TBC)



AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

Wärmeschutzschichten (Thermal Barrier Coatings TBC)



AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

Vorarbeiten: EU Projekt Stargate

Sensors towards advanced Monitoring and Control of Gas Turbine Engines

Ziel:

Erhöhung der Betriebstemperatur zur Erhöhung der Effizienz ohne Beeinflussung der Betriebssicherheit

Methode:

Entwicklung innovativer Sensoren zur Erhöhung der Energieeffizienz von Gasturbinen

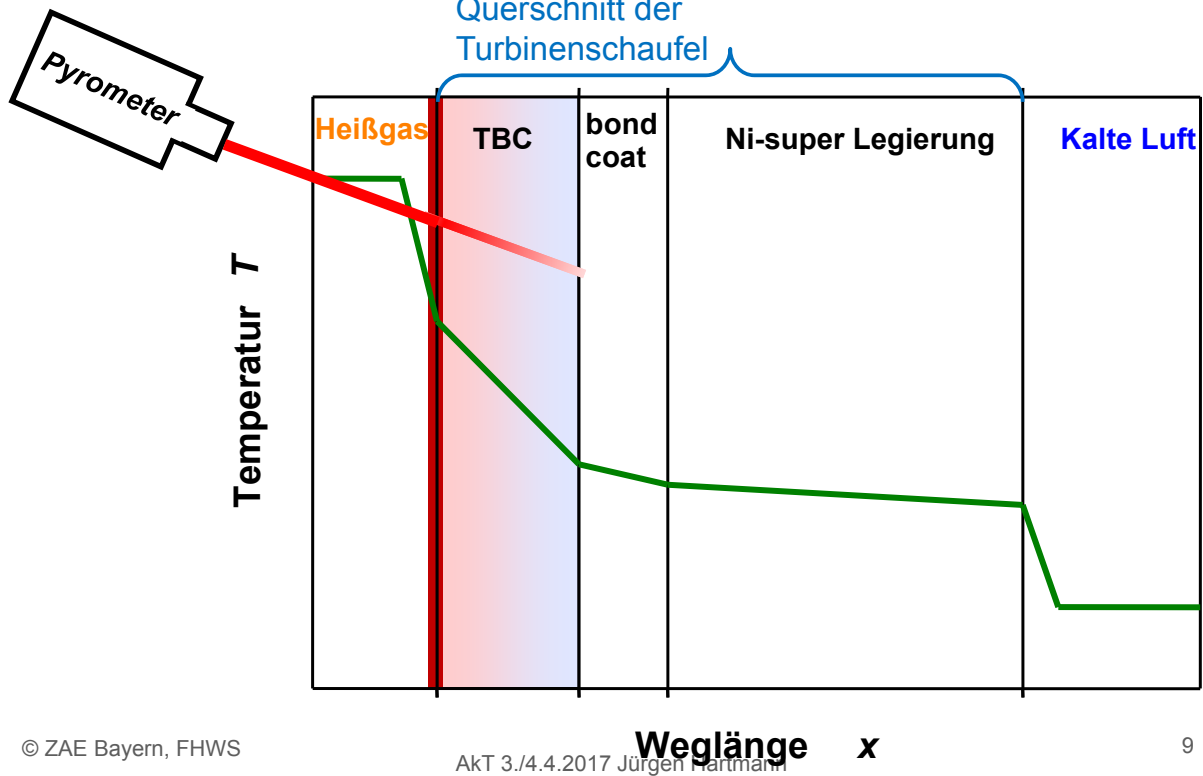
Temperaturmessung:

Berrührungslose Temperaturmessung zur Optimierung der Betriebsparameter



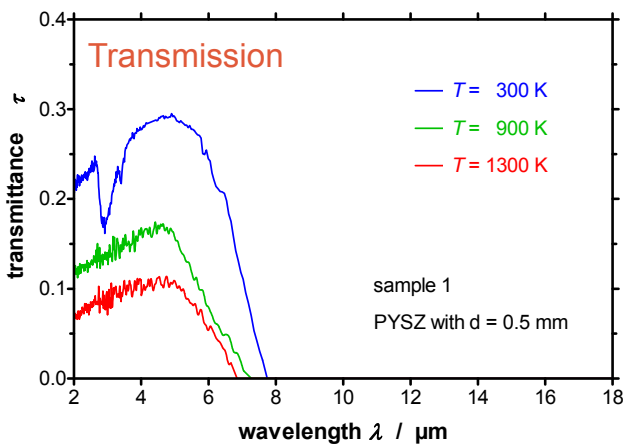
Semi-Transparente TBCs

Thermal barrier coatings (TBCs): Temperatur-Gradient

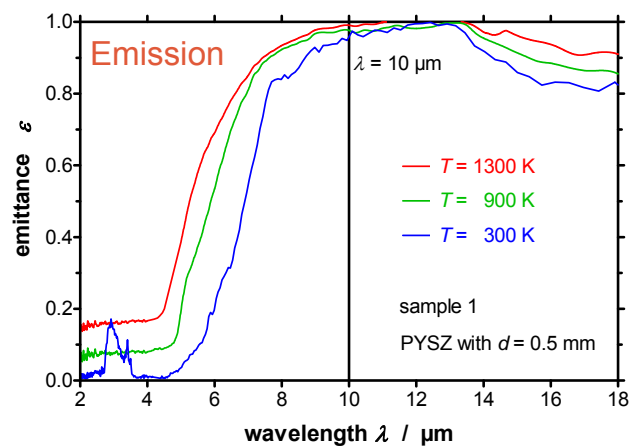


Transmission und Emissionsgrad von PYSZ

Freistehende TBC aus partiell Yttrium stabilisierten Zirconium (PYSZ)



semi-transparent im NIR und MIR bis 8 μm



Christiansen Wellenlänge bei 13 μm

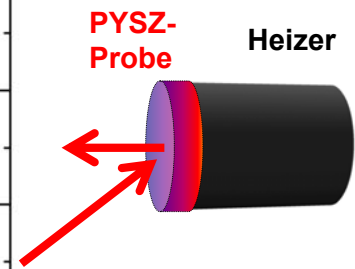
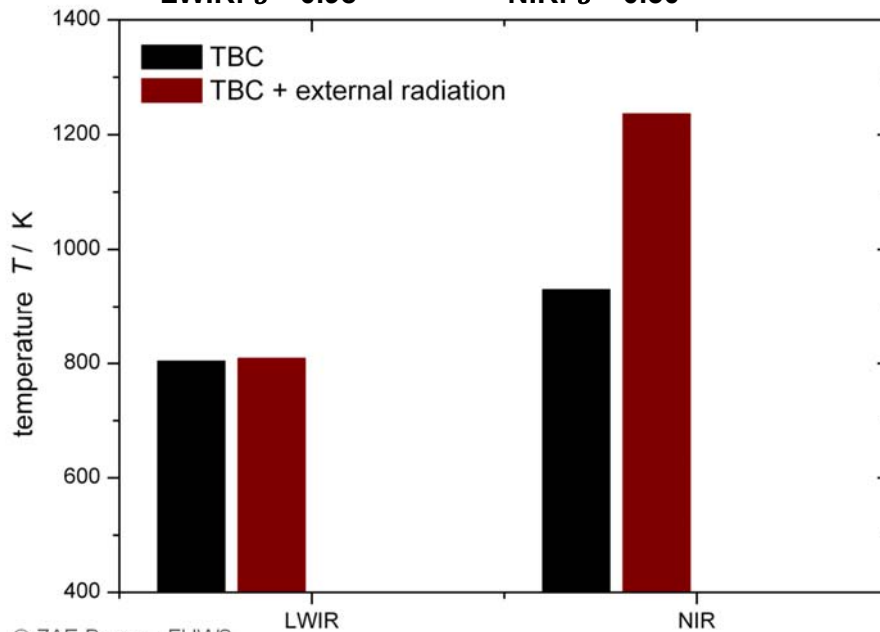
Wellenlänge für berührungslose Temperaturmessung $\sim 10\ \mu\text{m}$

Einfluss der Reflexion bei heißer Umgebung: Vergleich LWIR- und NIR-Pyrometer

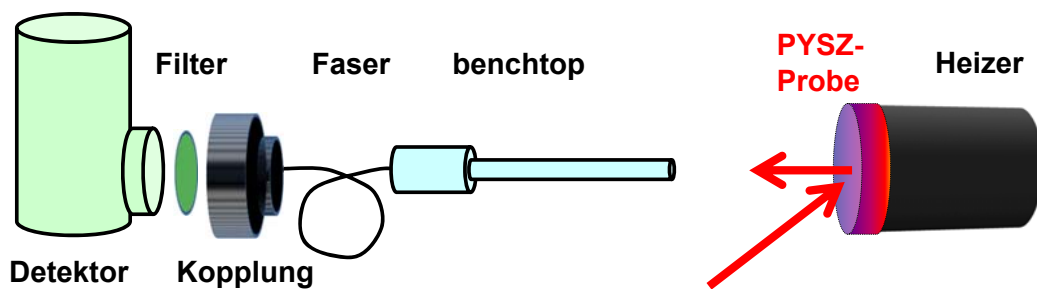
Emissionsgrad der TBC:

LWIR: $\epsilon = 0.98$

NIR: $\epsilon = 0.30$

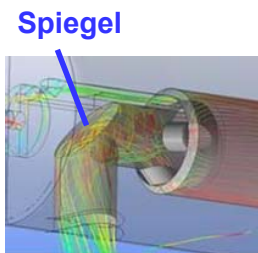
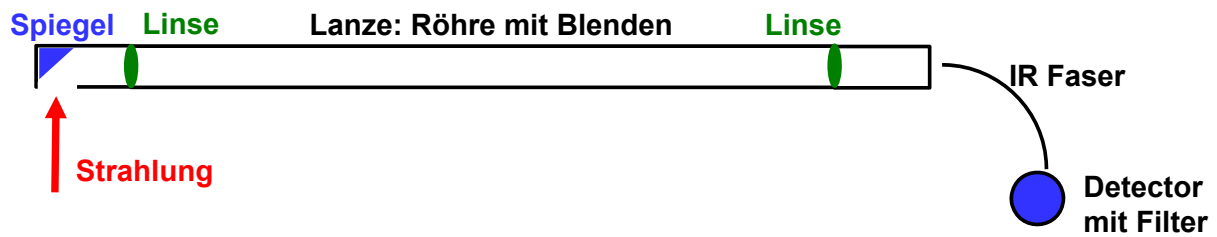


LWIR-Pyrometer Laboraufbau



LWIR Strahlungsthermometer

LWIR-Pyrometer für Gasturbinenmessungen

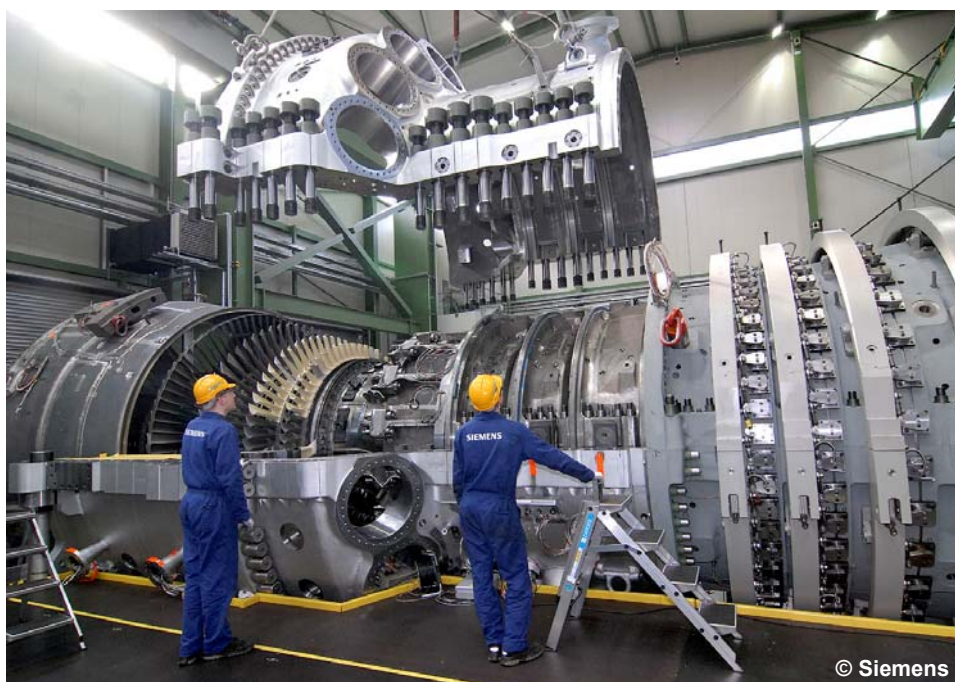


N₂ Spülung



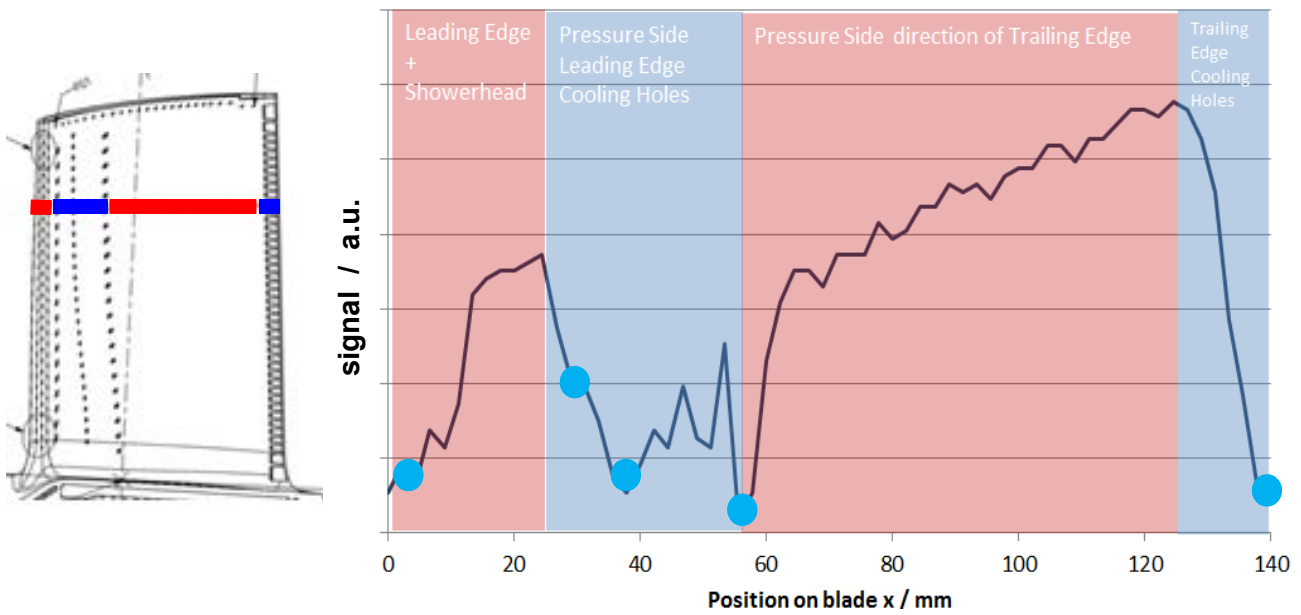
Test des LWIR-Pyrometer Aufbaus

Siemens Berlin Teststand (BTF)



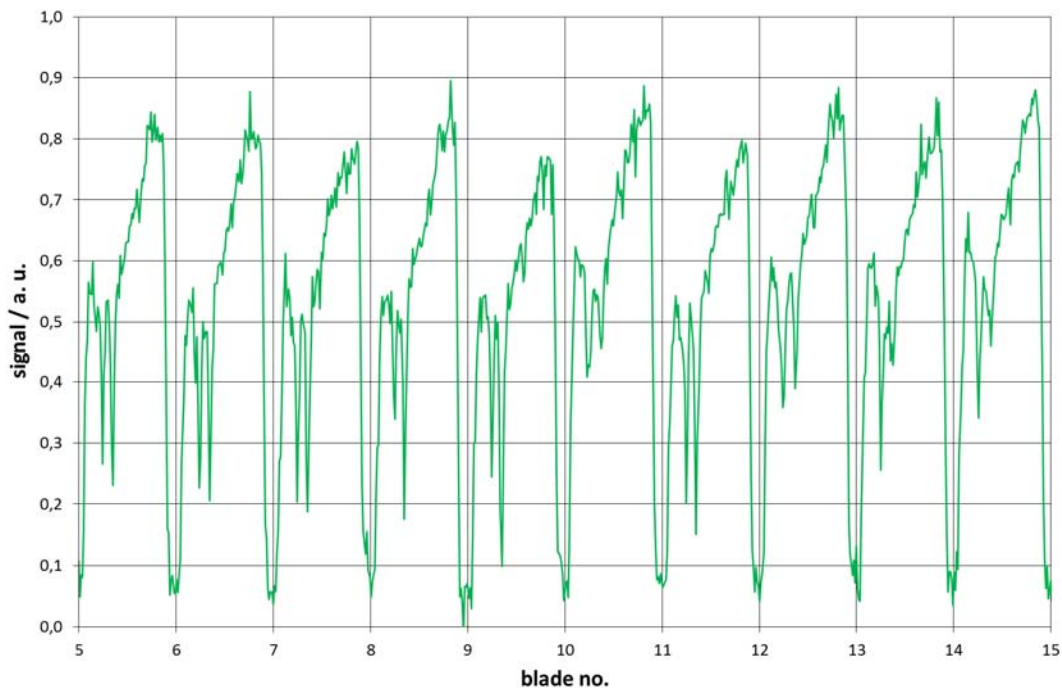
Messung an der Siemens BTF

Gemessenes und analysiertes Temperatursignal in willkürlichen Einheiten



Messungen an der Siemens BTF

Gemessenes und analysiertes Temperatursignal in willkürlichen Einheiten



Wärmedämmschichten mit optimierten Haftungseigenschaften für energieeffiziente Kraftwerksturbinen

Ziel

- Erhöhung der Energieeffizienz in Turbinen und Kraftwerken
- durch Erhöhung der Prozesstemperaturen

Probleme

- Delamination der Wärmedämmschicht
- Fehlende zerstörungsfreie Analyseverfahren

Bedarf

- Bildgebende Verfahren zur Untersuchung der Haftung von Schutzschichten bei hohen Temperaturen:
- qualitative Erkennung von Schwachstellen
- Quantisierung der Haftung bzw. Lösung von Schichten



Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

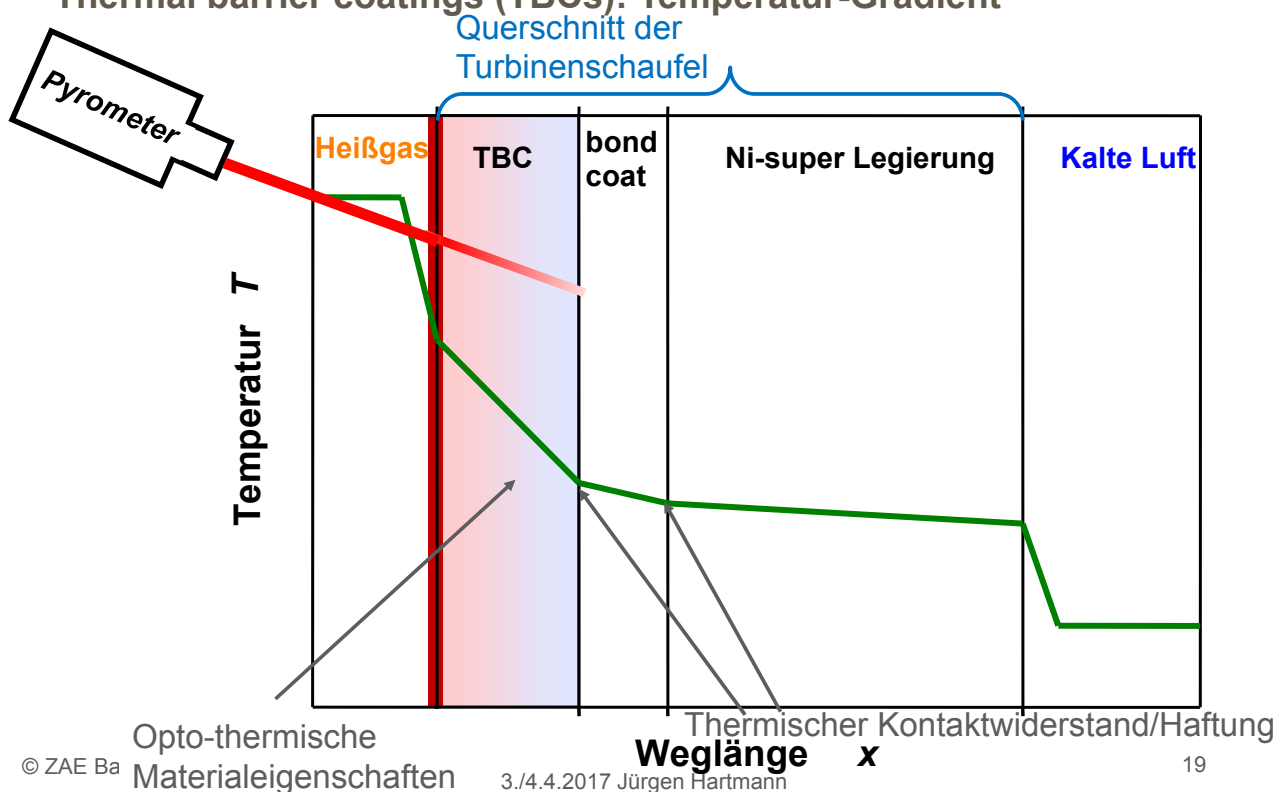
© Siemens

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

Wärmetransport durch eine Wärmedämmschicht

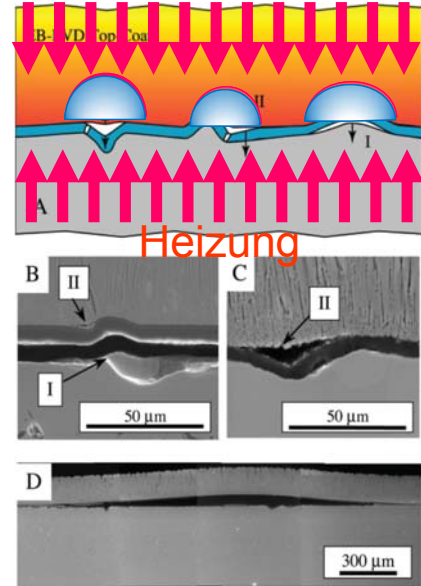
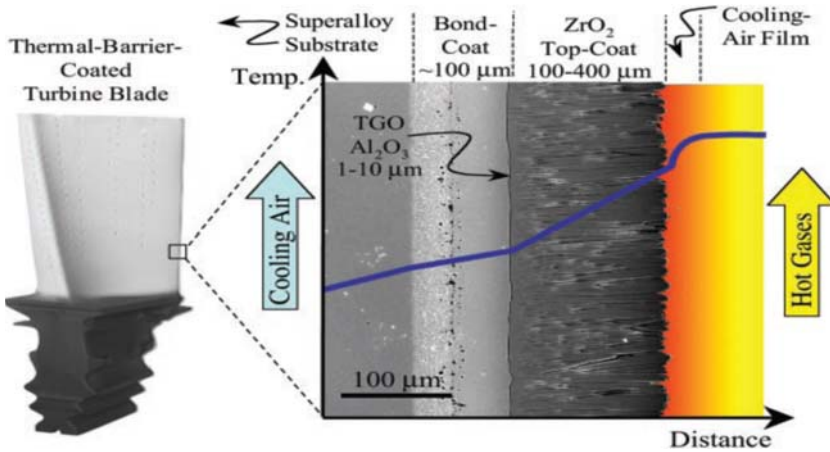
Thermal barrier coatings (TBCs): Temperatur-Gradient



Wärmedämmschichten (Thermal Barrier Coating:TBC)



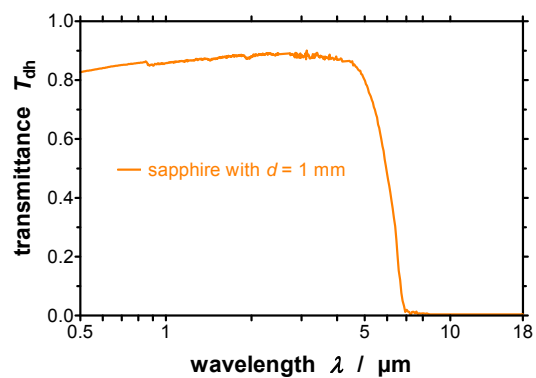
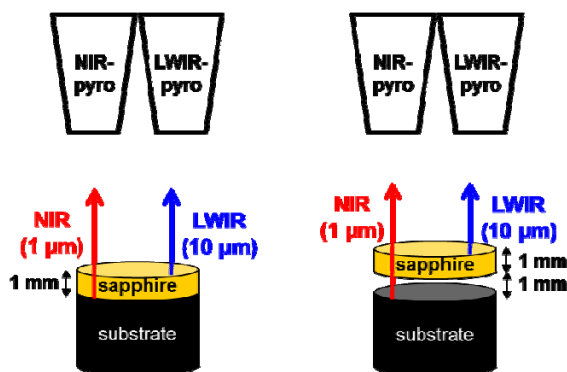
Nitin P. Padture, Maurice Gell und Eric H. Jordan: Thermal Barrier Coatings for Gas-Turbine Engine Applications, Science 296 280-284 (2002)



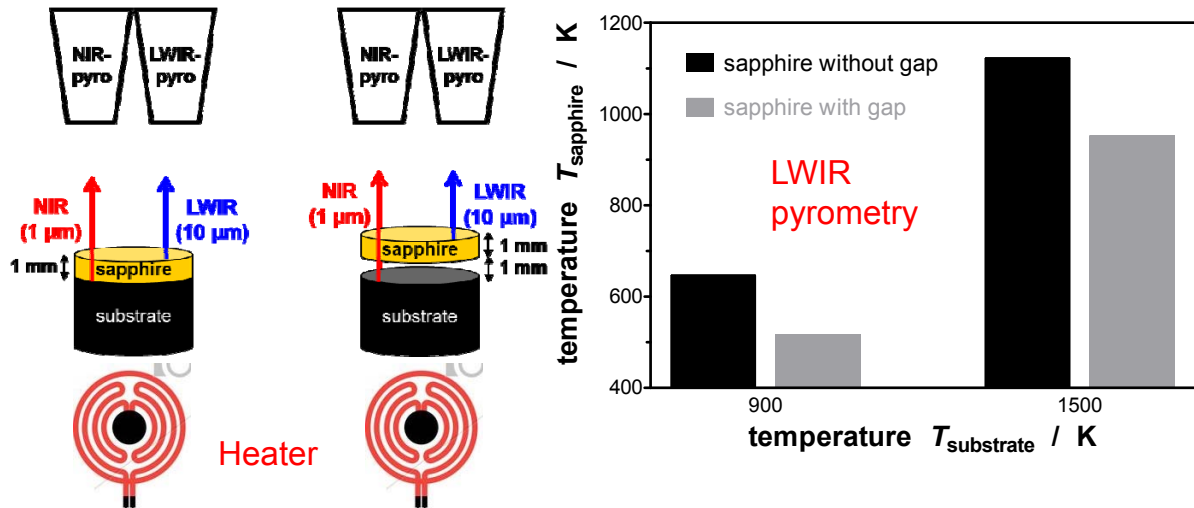
AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

Vorarbeiten BMWi Projekt OptiTBCs

Methode



Erste Messung



© ZAE Bayern, FHWS

AkT 3./4.4.2017 Jürgen Hartmann

22

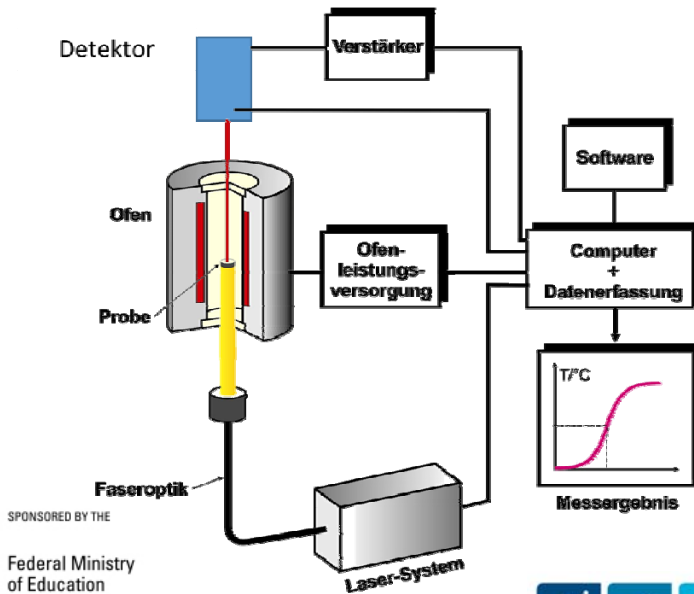
Experimentierplattform für dynamische Materialuntersuchung

- Gefördert vom BMBF FKZ: 03FH007IN6
- Partner: FHWS, KE Technologie, ZAE, TechnoTeam
- **Ziel:** Optimierung von Hochtemperaturprozessen und Herstellungsverfahren für Industrie 4.0 fähige Prozesse durch **in-situ Messungen von optischen und thermophysikalischen Materialeigenschaften**
- **Methode:** Messung der Wärmeausbreitung zur Bestimmung der opto-thermischen Schichtdaten, des Kontaktwiderstands und der Haftung mit **variabler dynamischer** Anregung (gepulst, moduliert, stufig) und **bildgebender** Detektion an Vorder- und Rückseite

SPONSORED BY THE

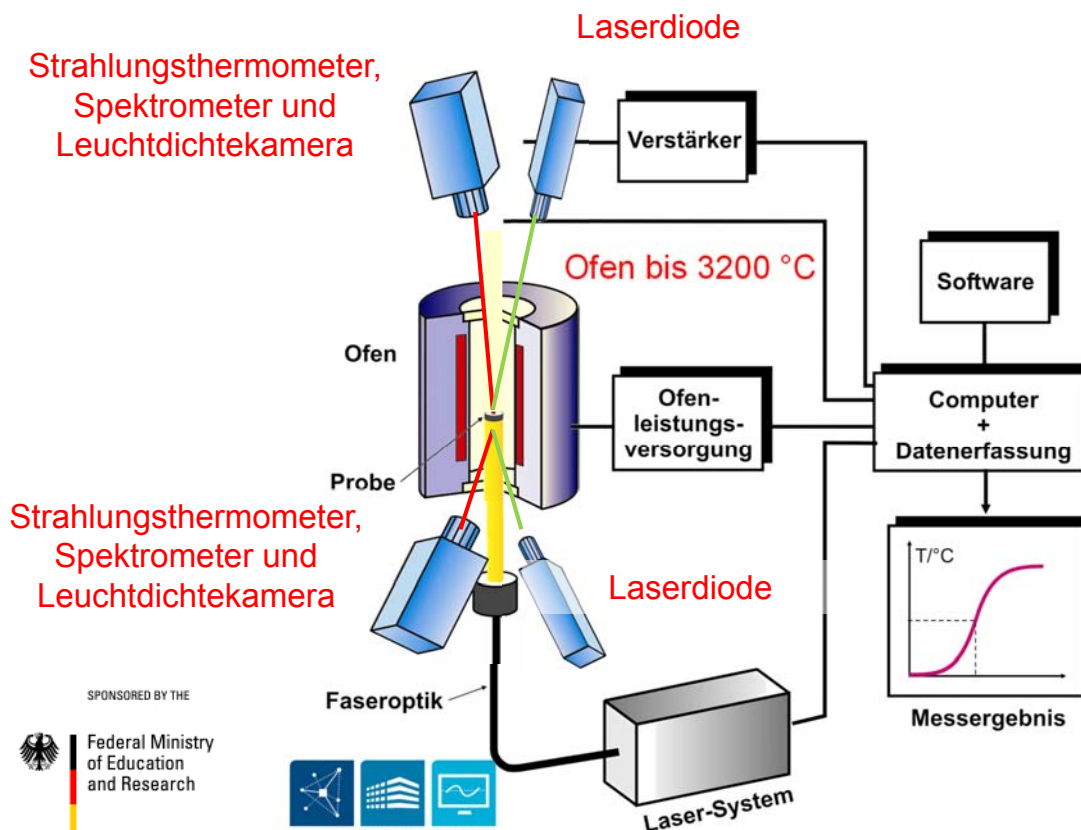
Ausgangspunkt Laser Flash Methode

- Laser-Flasch-Apparatur LFA 427



©Netzsch

Experimentierplattform für dynamische Materialuntersuchung





Kompetenzen:

- **FHWS:** Hochtemperturmesstechnik, bildgebende Temperaturmessung, thermische Messtechnik
- **ZAE:** Thermophysikalischen Messmethoden, IR Messtechnik
- **TechnoTeam (KMU):** Strahldichtekameras, 2D Temperaturmesstechnik im sichtbaren und nahen IR
- **Rauschert-Pressing GmbH (KMU):** Beschichtungstechniken, Probenherstellung
- **ExdyMA: KE Technologie GmbH:** Strahlungsthermometer, Thermophysikalische Messmethoden
- **ExdyMa: Netzsch Gerätebau GmbH:** Messgeräte für Thermophysikalische Materialuntersuchung

Zeitplan:	OptiTBCs	1.11.2016 bis 31.10.2019
	ExdyMa	15.7.2016 bis 14.7.2017

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Federal Ministry of Education and Research



AkT 3./4.4.2017 Jürgen H

FORSCHUNG AN FACHHOCHSCHULEN



Danke!



FH·W-S

