

Überblick über das EMRP-Projekt

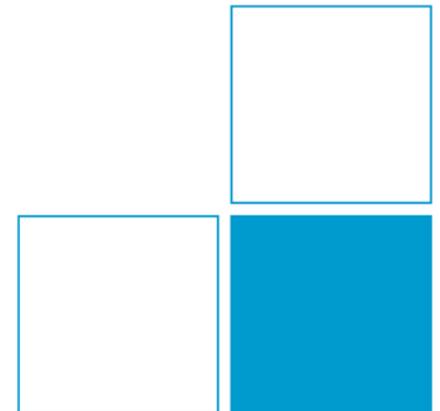
SIB 52 Thermo

# Metrology for thermal protection materials

Partner: NPL, UK  
CMI, CZ  
LNE, F  
MKEH, H  
PTB, D

Juni 2013 – Mai 2016

Eva Katharina Rafeld  
AK Thermophysik, ZAE, Würzburg  
17. März 2014



# Übersicht

- Hintergrund
- Ziele des Projekts
- Aufgaben
- Zusammenfassung

# Hintergrund 1

- "Energie sparen"
  - Industrie (z.B. Metallverarbeitung)
  - Luft- und Raumfahrt (Dämmung)
  - Brandschutz
- Entwicklung neuer Wärmedämmstoffe für hohe Temperaturen
  - poröse Materialien
  - Aerogele
  - Faserverbundwerkstoffe
- vielfach besser als konventionelle Dämmstoffe
  - dünner, leichter, stabiler, effizienter

# Hintergrund 2

- Messtechnik fehlt zur verlässlichen Bestimmung von Wärmeleitfähigkeiten **bei hohen Temperaturen**
- industrielle Messtechniken:
  - in Vergleichsmessungen teilweise über 100 % Abweichungen für neue Materialien
- EU-Regelungen und -Normen
  - Ziel: verfügbare und verlässliche thermische Daten für industrielle Nutzer mit max. Messunsicherheit von 5 %
- Problem: Abweichungen zwischen Messergebnissen verschiedener nationaler Referenzlaboratorien bis zu 15 %
- Verbesserung der Messmethoden thermischer Transportgrößen erforderlich

# Ziele des Projekts

- Entwicklung neuer Messtechniken für Referenzmessinstrumente
- Qualifizierung und Zertifizierung neuer Referenzmaterialien
  - Wärmeleitfähigkeit 0,02 – 1 W/mK
  - Temperaturen bis zu 800 °C
- systematische Analyse der Grenzen und Messunsicherheiten industrieller Messtechniken (stationär und transient)
- Untersuchungen zum Einfluss der Wärmestrahlung auf Messungen thermischer Transportgrößen
- Veröffentlichung der Ergebnisse, Weitergabe der Referenzmaterialien, Erstellen von Leitfäden
  - Referenzlaboratorien, industrielle Nutzer, Normenorganisationen, technische Entwickler

# Aufgabe 1: Entwicklung der Messtechnik

- Grenzen existierender Hoch-Temperatur-Plattengeräte, High-Temperature Guarded Hot Plate (HTGHP)
- neue fortschrittliche Materialien für Heizplatten
  - hohe mechanische Stabilität
  - Beschichtungen mit hohem Emissionsgrad
- Untersuchung neuer Temperatursensoren (Langzeitstabilität)
- Vergleich verschiedener Guarding-Systeme
- Untersuchung zum Einfluss des Kontaktwiderstands
- Design-Empfehlungen für neue HTGHP
- Empfehlungen zur Messunsicherheitsbetrachtung

# Aufgabe 2: Referenzmaterialien

- Identifizierung von potentiellen Referenzmaterialien
  - 0,02 – 1 W/mK
  - Temperaturen bis zu 800 °C
  - homogen
  - stabil:
    - thermische Transporteigenschaften
    - chemisch
    - Verhalten unter thermischer Wechselbeanspruchung
    - Strahlungseigenschaften
- Charakterisierung der potentiellen Referenzmaterialien
- Vergleichstest der Guarded Hot Plate Instrumente der nationalen Metrologieinstitute

# Aufgabe 3: Industrielle Messtechniken

- Überblick über Messtechniken
  - Guarded Hot Plate
  - Heat Flow Meter
  - Transient Hot Wire
  - Transient Hot Bridge
  - Transient Plane Source
  - Laser Flash
- Vergleich der nationalen Referenzmessinstrumente mit kommerziellen Messinstrumenten
- Analyse der Messunsicherheiten der industriellen Geräte
- Erstellung von Leitfäden (good practice guides) zu Anwendungsbereichen industrieller Messtechniken

# Aufgabe 4: Einfluss der Wärmestrahlung

- Modellierung des Strahlungstransports
  - analytisch
  - numerisch (FEM)
- Quantifizierung des Effekts der Wärmestrahlung auf Wärmeleitfähigkeitsmessungen
  - poröse Dämmstoffe
  - Temperaturen bis zu 800 °C
- Vergleich der analytischen und numerischen Daten
- Messung optischer Materialeigenschaften typischer Wärmedämmstoffe
- Experimentelle Überprüfung der theoretischen Modelle

# Zusammenfassung

- Verbesserung der Messinstrumente zur Wärmeleitfähigkeitsmessung
  - rückführbare Ergebnisse
  - für neuartige Wärmedämmstoffe
  - 0,02 – 1 W/mK
  - Temperaturen bis zu 800 °C
- geringe Messunsicherheiten (< 5 %)
- geeignete Referenzmaterialien
- Entwicklung EU-Normen für die Messung thermischer Transportgrößen bei hohen Temperaturen

The EMRP is jointly funded by the EMRP participating countries within EURAMET and the European Union.





**Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Braunschweig und Berlin**

Bundesallee 100  
38116 Braunschweig



Eva Katharina Rafeld  
1.01 Fachgebiet Wärmeleitung

Telefon: 0531 592-3213

E-Mail: [eva.k.rafeld@ptb.de](mailto:eva.k.rafeld@ptb.de)



[www.ptb.de](http://www.ptb.de)