

Hochtemperatur-Materialuntersuchungen mit der OptiMa-Apparatur

M. Zipf, A. Shandy, J. Manara, F. Hemberger, J. Hartmann



Europäische Union
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

NETZSCH
HEITRONICS
Infrarot Messtechnik

Morgan
Advanced Materials
HALDENWANGER

arianeGROUP

cesa.thws
insys.thws
thws Technische Hochschule
Würzburg-Schweinfurt

PTB

LABORATOIRE
NATIONAL
DE MÉTROLOGIE
ET D'ESSAIS
LNE

TechnoTeam
Bildverarbeitung GmbH

CAE
zero carbon

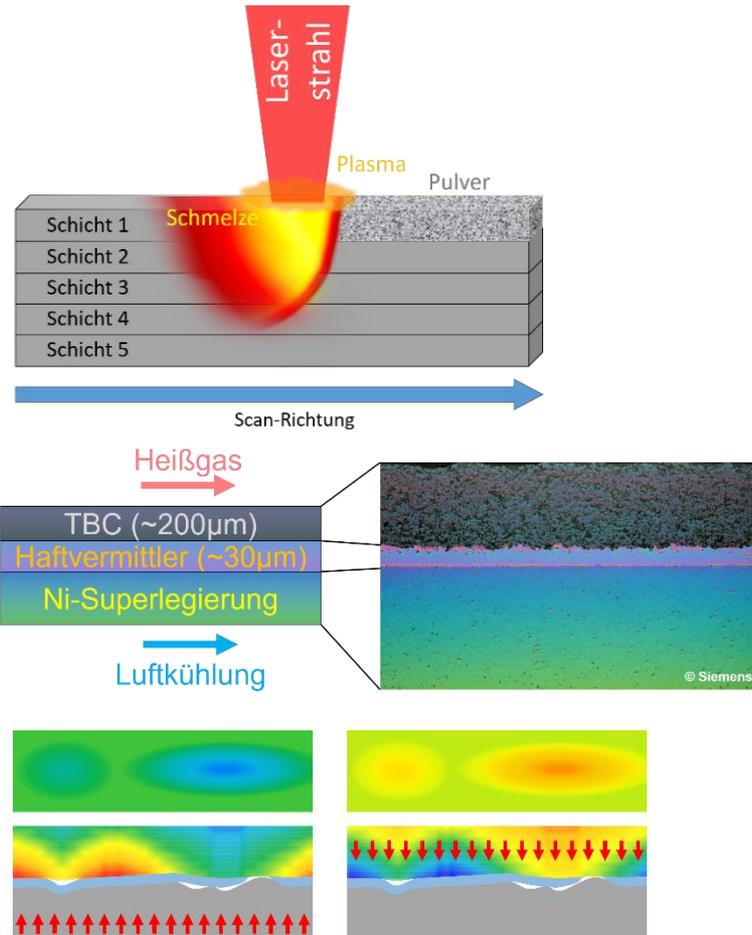
JRC *itu*
Institute for
Transuranium
Elements
EUROPEAN COMMISSION

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

**FORSCHUNG AN
FACHHOCHSCHULEN**
Förderkennzeichen: 13FH070KX0

Motivation

- Weiterentwicklung aktueller Fertigungsverfahren stark abhängig von Materialforschung
- z. B. Bei Luft- und Raumfahrtanwendungen (Turbinen) Einsatz additiver Fertigung
- Kenntnis Materialparameter bei hohen Temperaturen ($> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) erforderlich:
 - Temperaturleitfähigkeit
→ ✓ (Laser Flash)
 - Spez. Wärmekapazität ($< 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$)
→ ✓ (DSC)
 - Spez. Wärmekapazität ($> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$)
→ ✗
- Daher Weiterentwicklung DSC
→ **Projekt OptiMa**



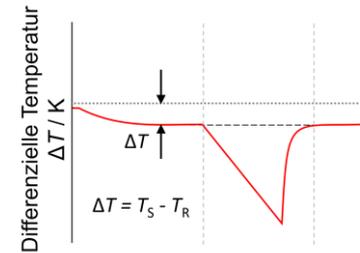
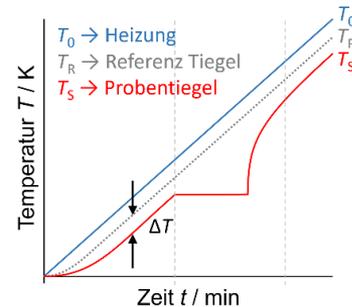
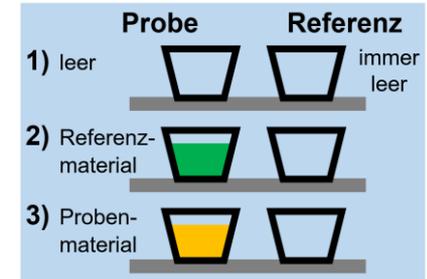
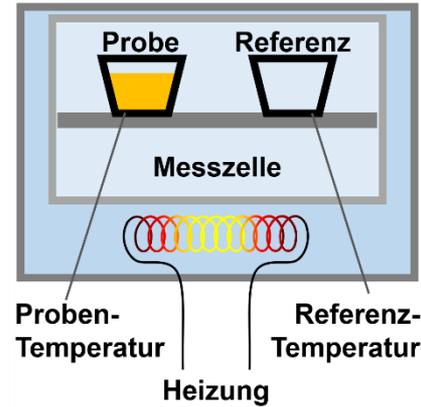
Dynamische Differenzkalorimetrie / Differential Scanning Calorimetry (DSC)

DSC-Verfahren

- Verfahren der thermischen Analyse
- Messung der spezifischen Wärmekapazität

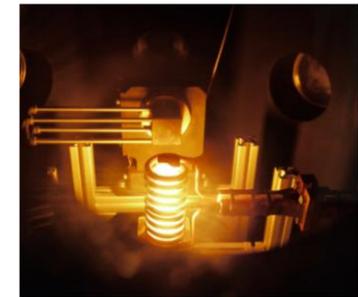
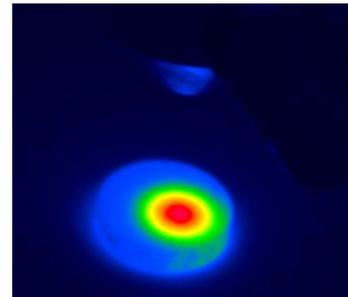
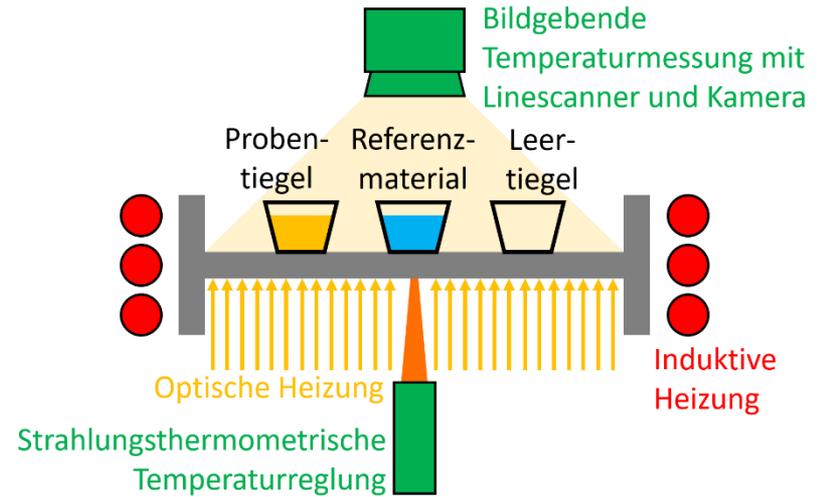
Messesequenz

- Gleichzeitige Erhitzung von Referenz- und Probenbehälter (Tiegel) in thermischem Kontakt
- Messung der Tiegel-Temperatur mittels Thermoelemente
- Vergleich Leer- und Probenmessung
- Ermittlung von Wärmeströmen zwischen Tiegeln
- Berechnung spezifischer Wärmekapazität



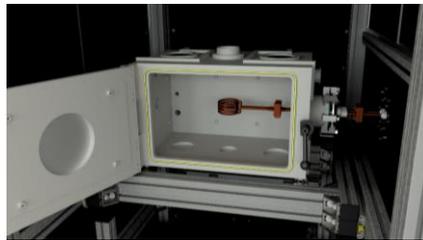
Zielsetzung OptiMa

- Entwicklung DSC-Anlage für Hochtemperaturmessung ($>1500^{\circ}\text{C}$)
- Optische Temperaturmessung mittels Thermografiekameras und Strahlungsthermometer
- Untersuchung verschiedener Heizverfahren:
 - Induktion
 - Laser
 - elektrisch
- Integration in kommerzielle Messanlagen
- Anwendung in additiver Fertigung



Messaufbau

- Stabiles Traggerüst mit vielfältigen Befestigungsmöglichkeiten
- Opake Einhausung zur Lasersicherheit
- Evakuierbare Messkammer mit Oberflächen-Temperaturregelung und zahlreichen Zugängen
- Einstellbare Traversen oben und unten
- Ausziehbare Plattform für Messkammer
- Induktionsanlage zur Probenheizung



Thermographie System

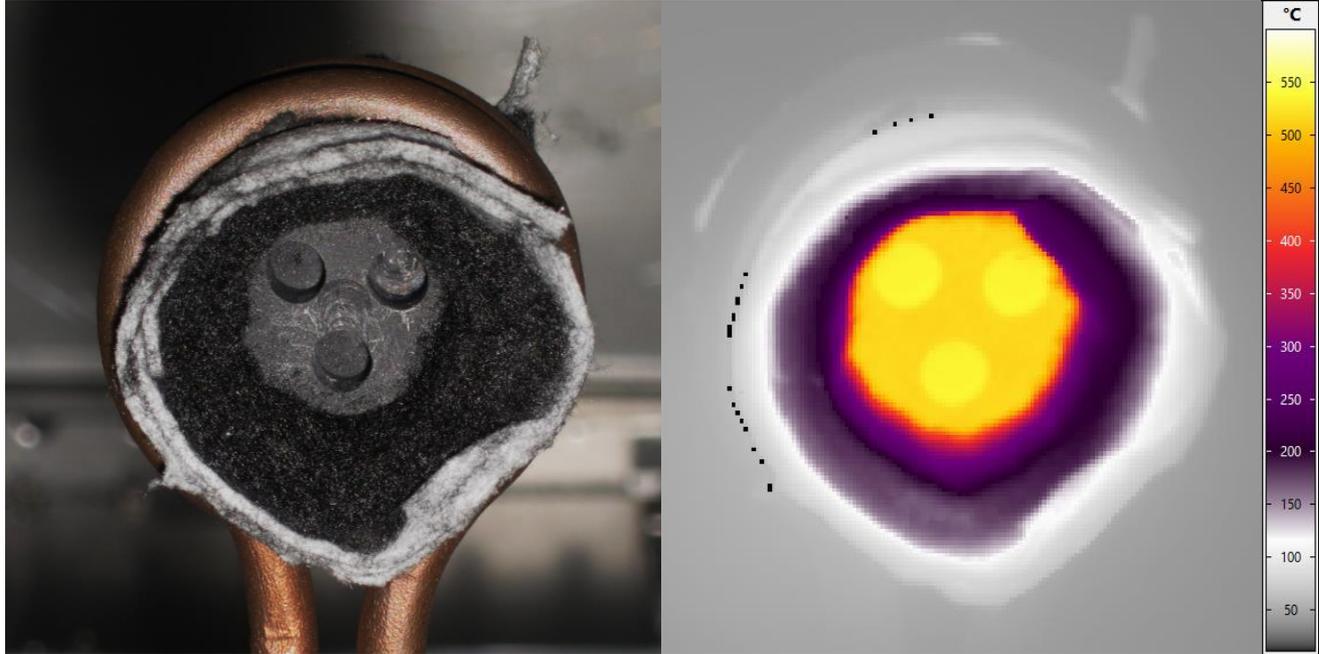
- Hersteller: InfraTec
- Model: ImageIR® 8300 hp mit Motor-Focus
- Detektor-Format: 640 x 512 IR-Pixel
- Temperatur-Auflösung: 20 mK
- Bildrate: 355 Hz (Vollbild)
- Spektralbereich: 2.5 μm – 5.5 μm
- Focusierabstand: 0.3 m - ∞



Test-Messung

- Probenhalter in einfachem 3-Tiegel-Design
- Alle 3 Tiegel leer
- Erhöhte Temperatur

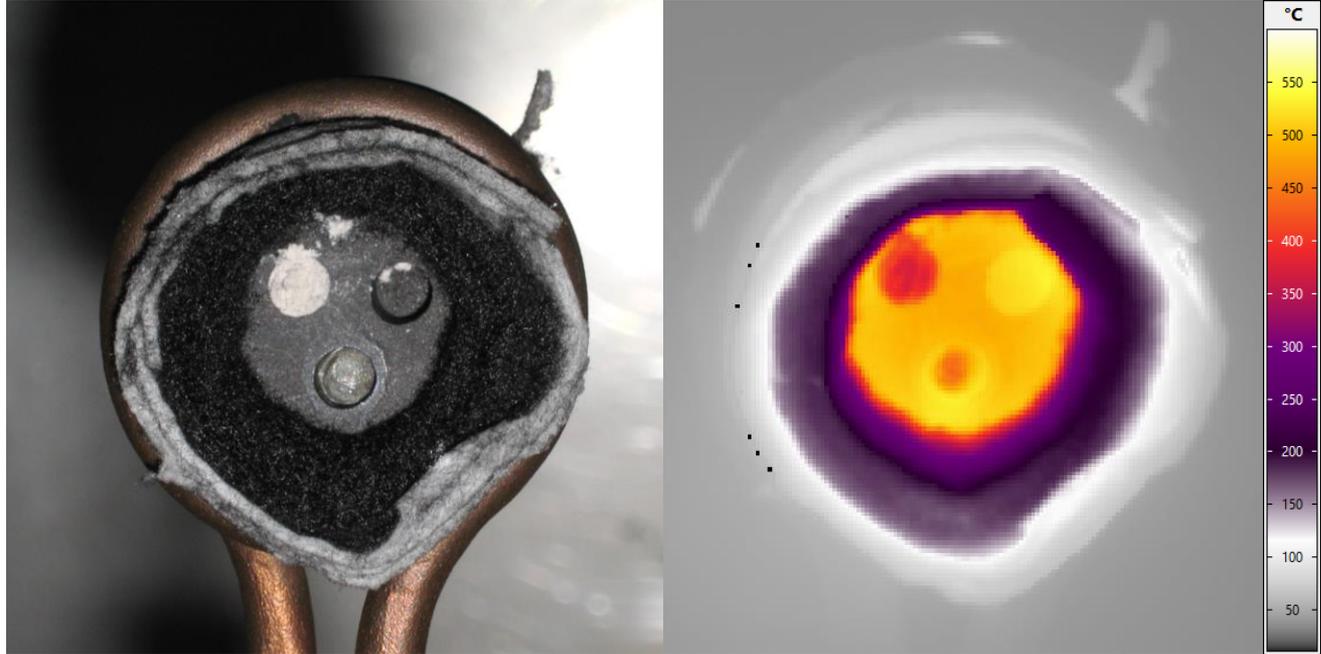
→ Keine Unterschiede zwischen Tiegeln sichtbar



Test-Messung

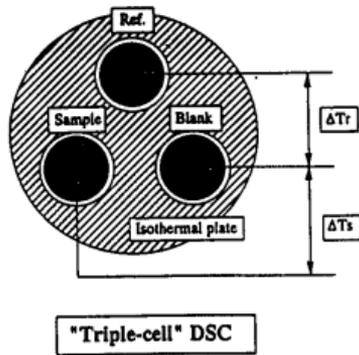
- Probenhalter in einfachem 3-Tiegel-Design
- Ein Tiegel leer, zwei Tiegel mit verschiedenen Materialien gefüllt
- Erhöhte Temperatur

→ Unterschiede zwischen Tiegeln deutlich sichtbar

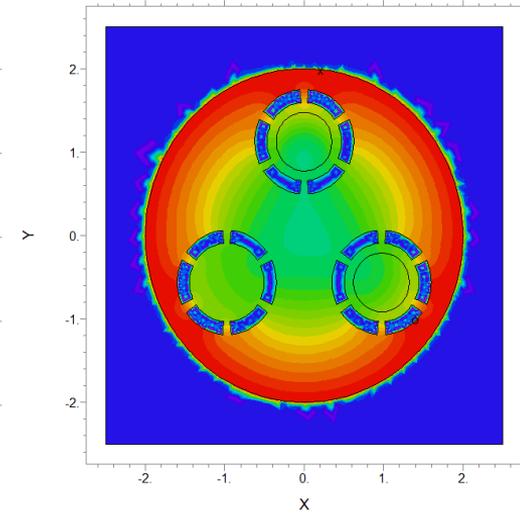
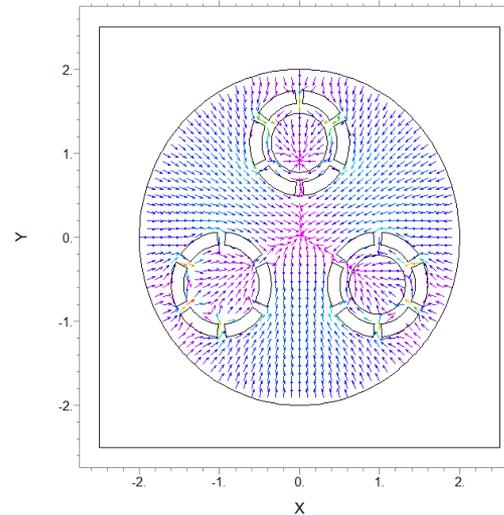


Planung Probenhalter

- Simulationen zur Planung und Optimierung der Probenhalter weiterhin im Gang
- Insbesondere Optimierung von Anordnung und Stärke der Stege
- Ziel: Hohe Messsignalstärke und gute Qualität der DSC-Messung
- Derzeit verfolgter Ansatz:
Triple-cell-DSC



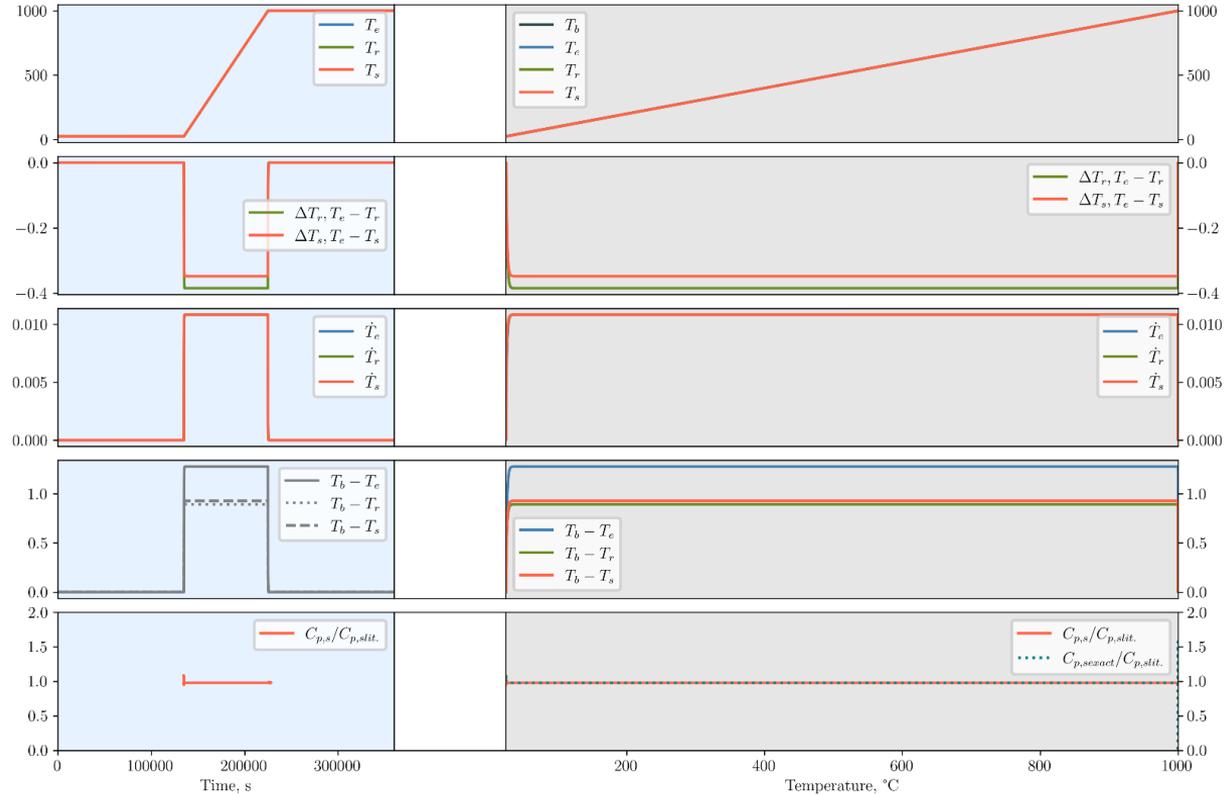
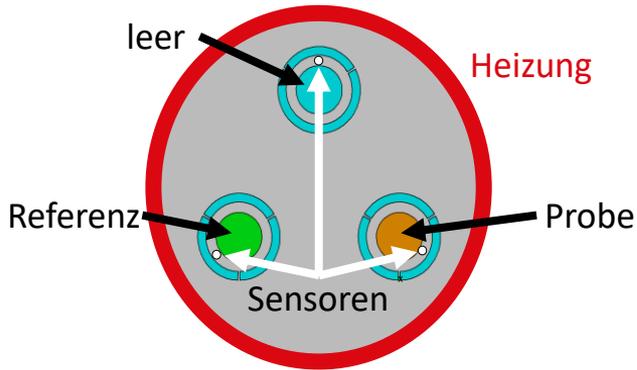
Takahashi, Pure & Appl. Chem 69 (1997) 2263-2269



Planung Probenhalter

Simulation:
Reference: Saphir
Probe: Platin

Simulierte Messung innerhalb 2,2 %
Abweichung vom Literaturwert



Zusammenfassung / Fazit

- Kenntnis von Materialparametern bei hohen Temperaturen notwendig für modern Produktionsmethoden.
- Entwicklung eines Hochtemperatur-DSC-Aufbaus mit optischer Temperaturmessung.
- Im neu erstellten Messaufbau werden mehrere Techniken zur Probenheizung untersucht.
- Probenhalter-Design wird für die untersuchten Heizmethoden optimiert.
- Integration in kommerzielle DSC-Anlagen geplant.

Danke!



Europäische Union
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

NETZSCH
HEITRONICS
Infrarot Messtechnik

 **Morgan**
Advanced Materials
HALDENWANGER


arianeGROUP

 **cesa.thws**
 **izec.thws**
 **thws** Technische Hochschule
Würzburg-Schweinfurt

 **PTB**

LABORATOIRE
NATIONAL
DE MÉTROLOGIE
ET D'ESSAIS 

 **TechnoTeam**
Bildverarbeitung GmbH


zero carbon

 **JRC** *itu*
Institute for
Transuranium
Elements
EUROPEAN COMMISSION

 GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung


**FORSCHUNG AN
FACHHOCHSCHULEN**
Förderkennzeichen: 13FH070KX0