



Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



Wärmeleitfähigkeitsbestimmung in nicht durchströmten Metallschäumen

Die Arbeit wird in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM Dresden durchgeführt

AK-Thermophysik 24.-25.März 2011
Vortrag: Valeria Skibina



Gliederung:

- Motivation und Ziele
- Literaturüberblick
- Eigene Untersuchungen
 - Materialien
 - Messverfahren
 - Effektive Wärmeleitfähigkeit
 - Vergleich mit Literatur
- Kontaktierungsprobleme
- Zusammenfassung und Ausblick



Motivation für die Charakterisierung der Metallschäumen

- attraktive Eigenschaften:

- niedrige relative Dichte
- höhere Porosität
- große spezifische Oberfläche
- Festigkeit, Beständigkeit
- großen Bereich der Wärmeleitfähigkeit

- breite Anwendung:

- Katalysatoren
- Batterieelektroden
- Schall- und Wärmeisolierung bei hohen Temperaturen
- Wärmeübertrager und Wärmeregeneratoren
- akustische Überwachung
- Dekoration und Kunst



Ziel

- optimale Messmethode
- Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit von einzelnen Einflussparametern

Umsetzung

- Messung der Wärmeleitfähigkeit von Metallschäumen
- Strukturcharakterisierung

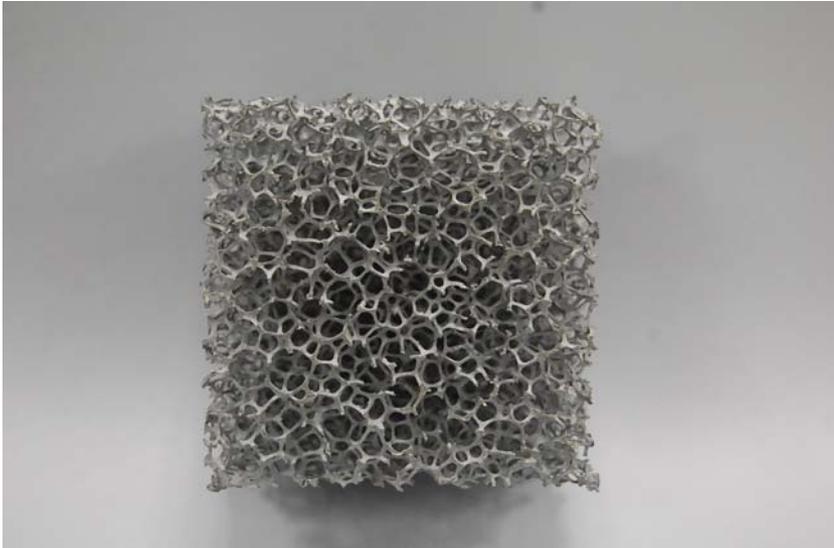
Einflussparameter

- Herstellungsmethode
- Wärmeleitfähigkeit von Feststoff und Gas
- Porosität
- Porengröße
- Art der Porosität (geschlossene, offene)
- Temperatur



Metallschäume

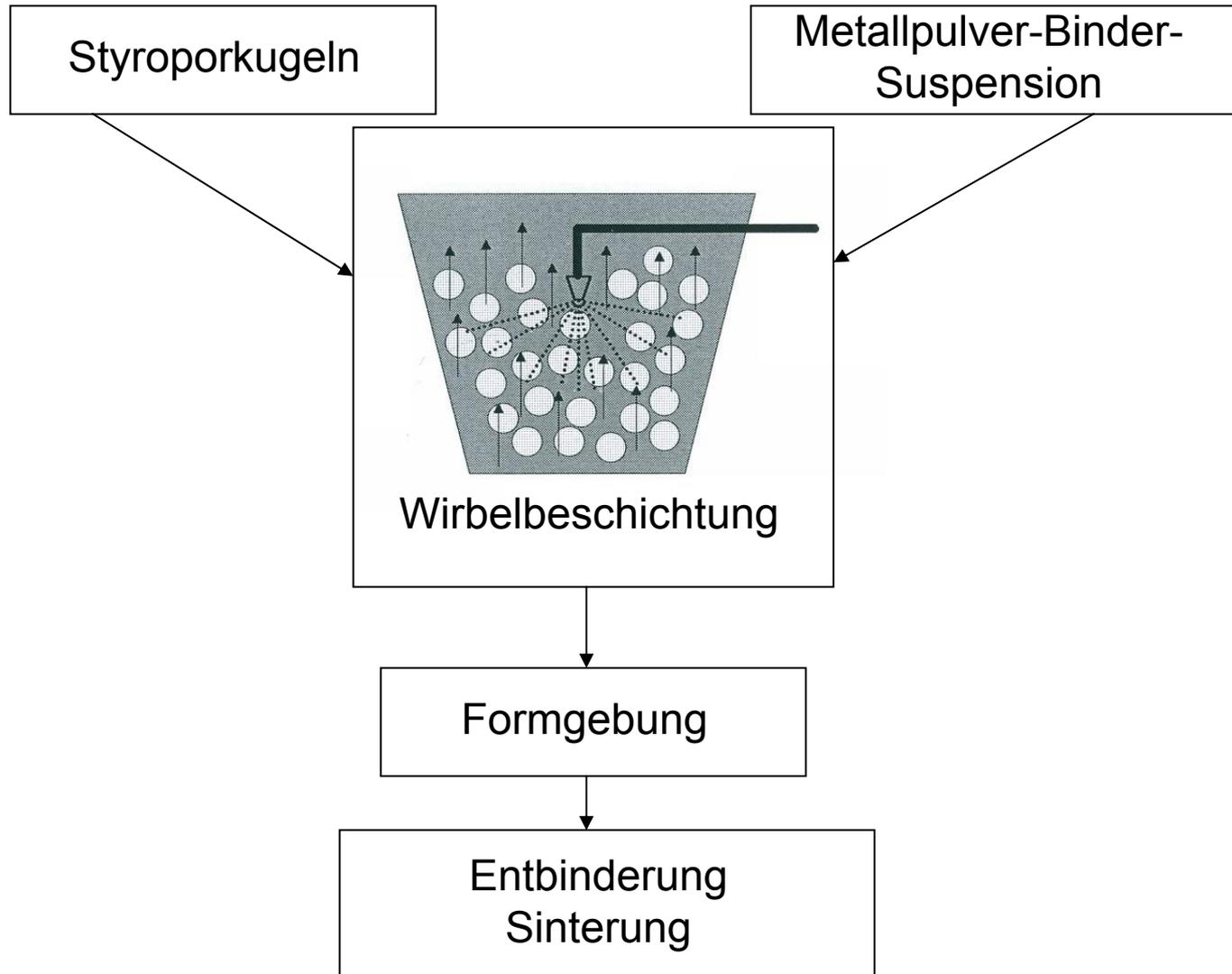
offenzellige



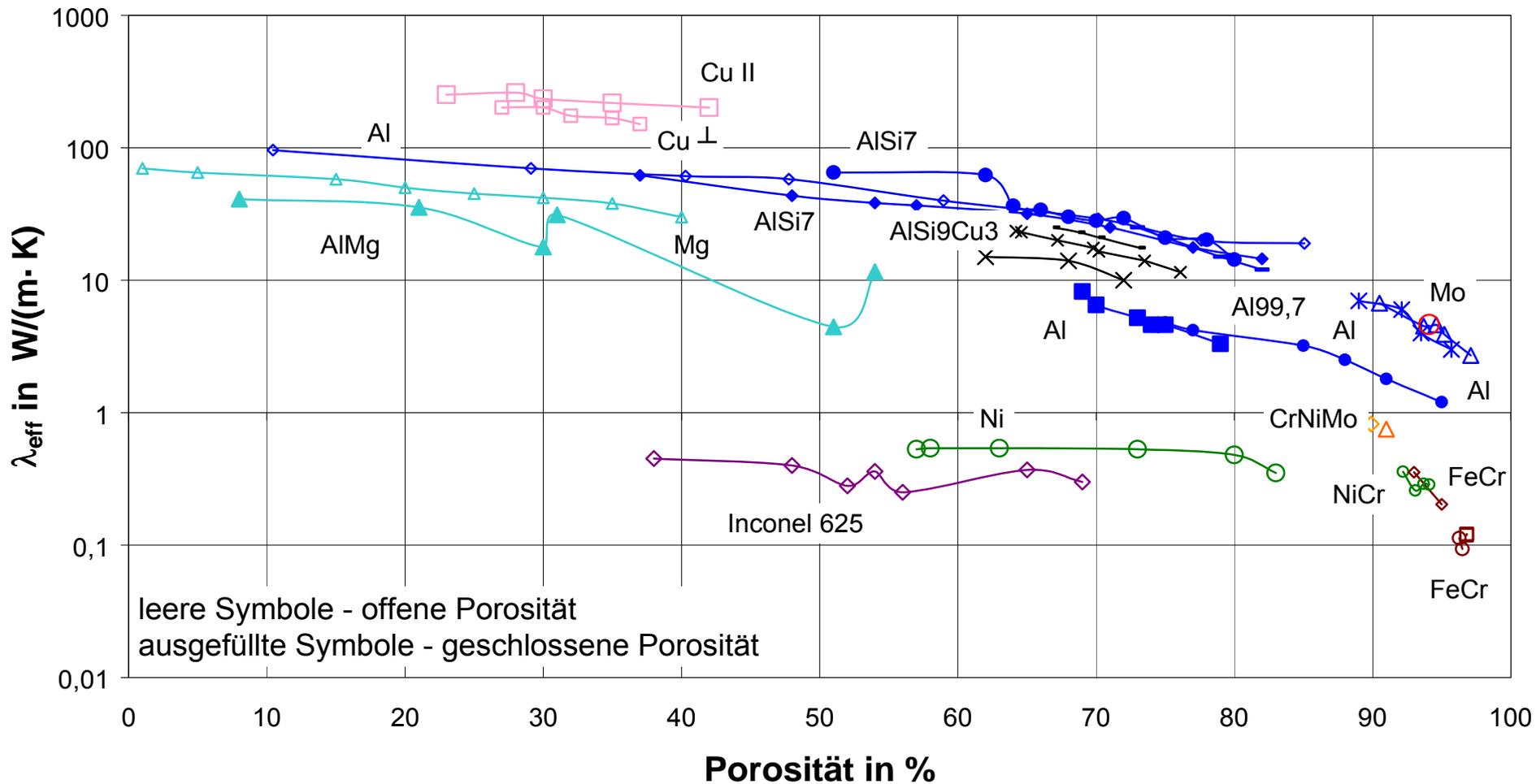
geschlossenzellige
(Hohlkugelstrukturen)



Beispiel: Herstellungsmethode für die Hohlkugelstrukturen



Wärmeleitfähigkeit bei Raumtemperatur - Literaturüberblick



Zusammenfassung aus dem Literaturüberblick

1. Schwierigkeiten bei den Messungen (mit unterschiedlichen Verfahren):
 - Porosität und große Porenradien
 - unregelmäßige Struktur
 - elektrische Leitfähigkeit und hohe Festigkeit des Matrixmaterials
 - notwendige spezielle Probenpräparation
2. sehr großer Bereich der gemessenen Werte
3. Beim Vergleich der Messwerte zum Teil gut übereinstimmende Ergebnisse, aber auch widersprüchliche Aussagen.

Systematische Messungen der Wärmeleitfähigkeit bei gezielter Variation der einzelnen Einflussparameter ist notwendig.



Untersuchte Materialien - Hohlkugelstrukturen

Probe	Material	λ_{eff} , W/(m·K) (Feststoff)	Porosität, %	Durchmesser der Poren (dpor), mm
1_G	Fe	80	81	1,6 *)
2_G			93	2,5 *)
3_G	Stahl	15	93	3,8 *)
4_G	1.4841		95	4,6 *)
5_G	Stahl 1.4767	13	90	3,7 *)

*) eigene Messungen - Lichtmikroskopie



Untersuchte Materialien – offenzellige Strukturen

Probe	Material	λ_{eff} , W/(m·K) (Feststoff)	Porosität, %	Durchmesser der Poren (dpor), mm
1_O	FeCrAl	11	88,6	1,9 *)
2_O			90,2	2,8 *)
3_O			91,2	4,5 *)
4_O			95,0	7,2 *)
5_O	AlSi7Mg0,3	170	86,0	2,5 **)
6_O			88,6	2,5 **)
7_O			93,2	0,8 **)
8_O			93,6	1,3 **)
9_O			93,6	2,5 **)

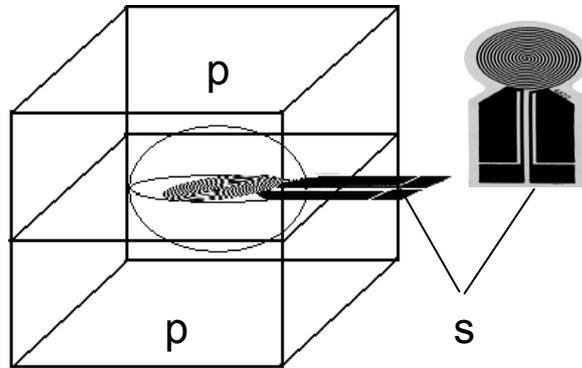
*) Durchmesser des PU-Schaumes

**) Angaben vom Hersteller

Angewandte Messverfahren

instationäre

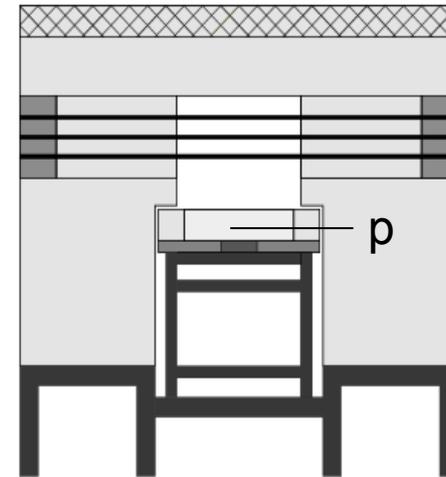
Hot-Disk-Messmethode (Transient plane Source technique, TPS)



p - Probenhälfte
s - Sensor

stationäre

Plattenverfahren (Panel-Test)



p - Probe

Hot-Disk-Messmethode

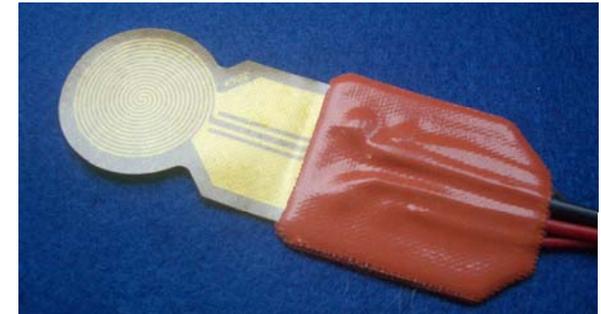
Messaufbau



Halterung

Probenhälfte
Sensor

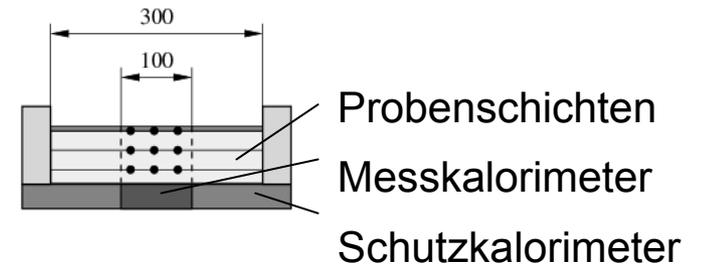
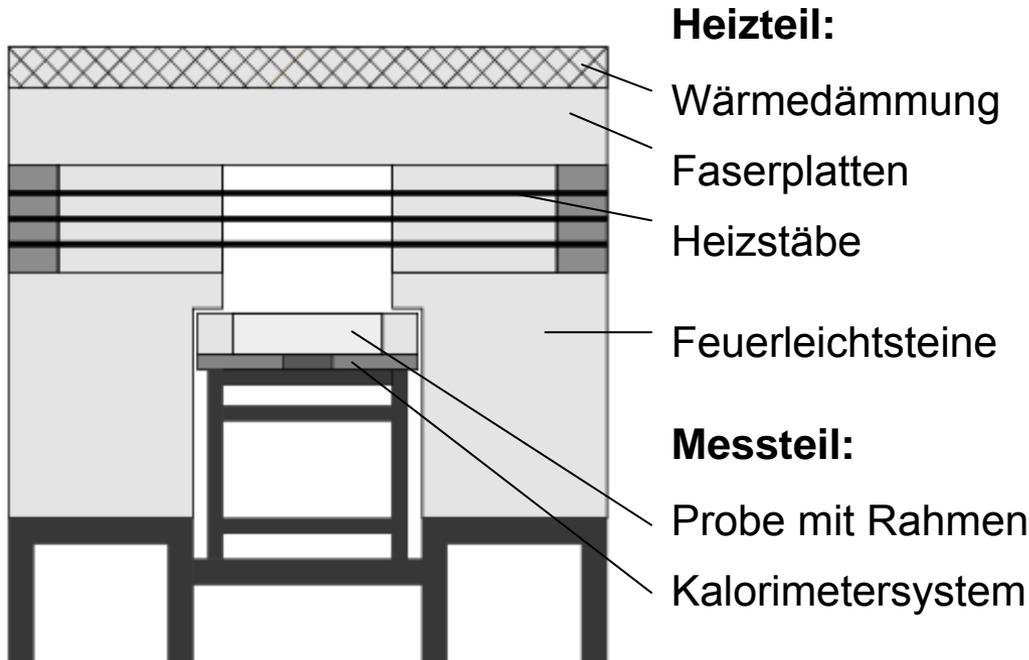
Sensor



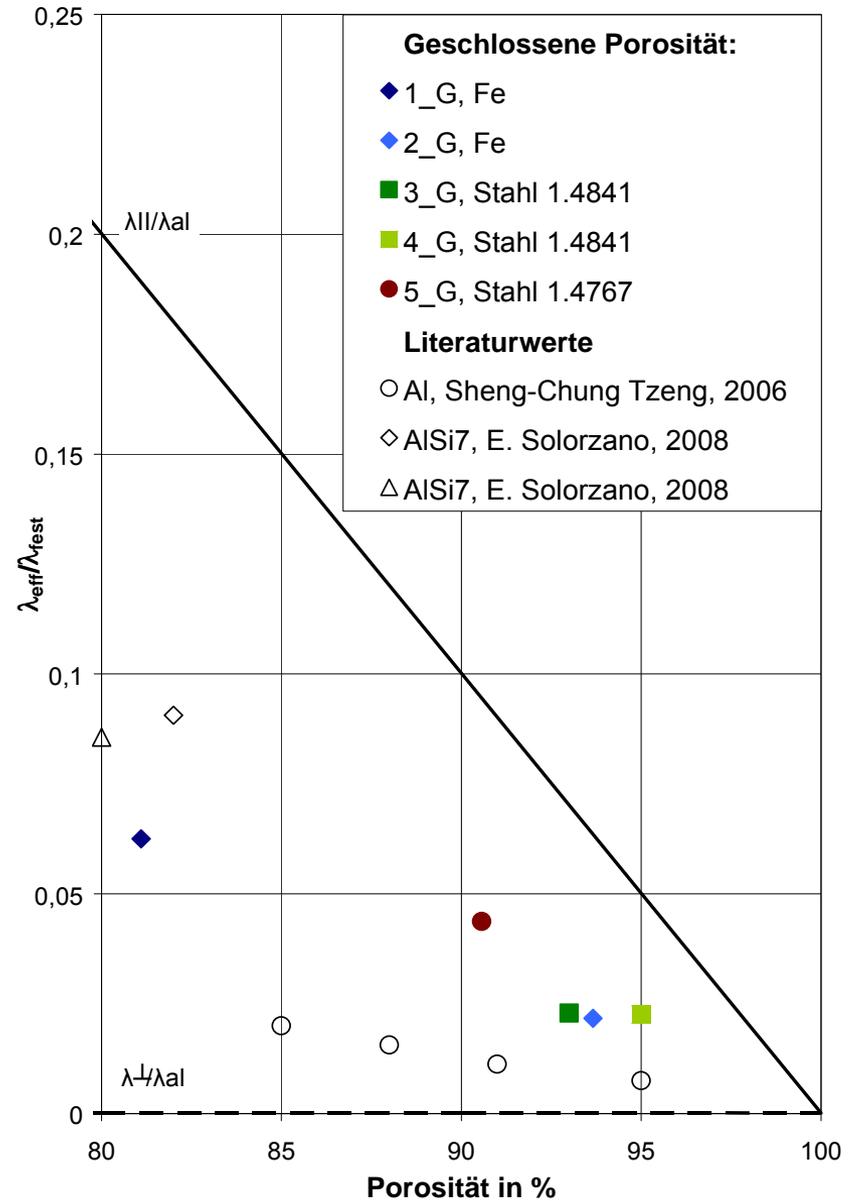
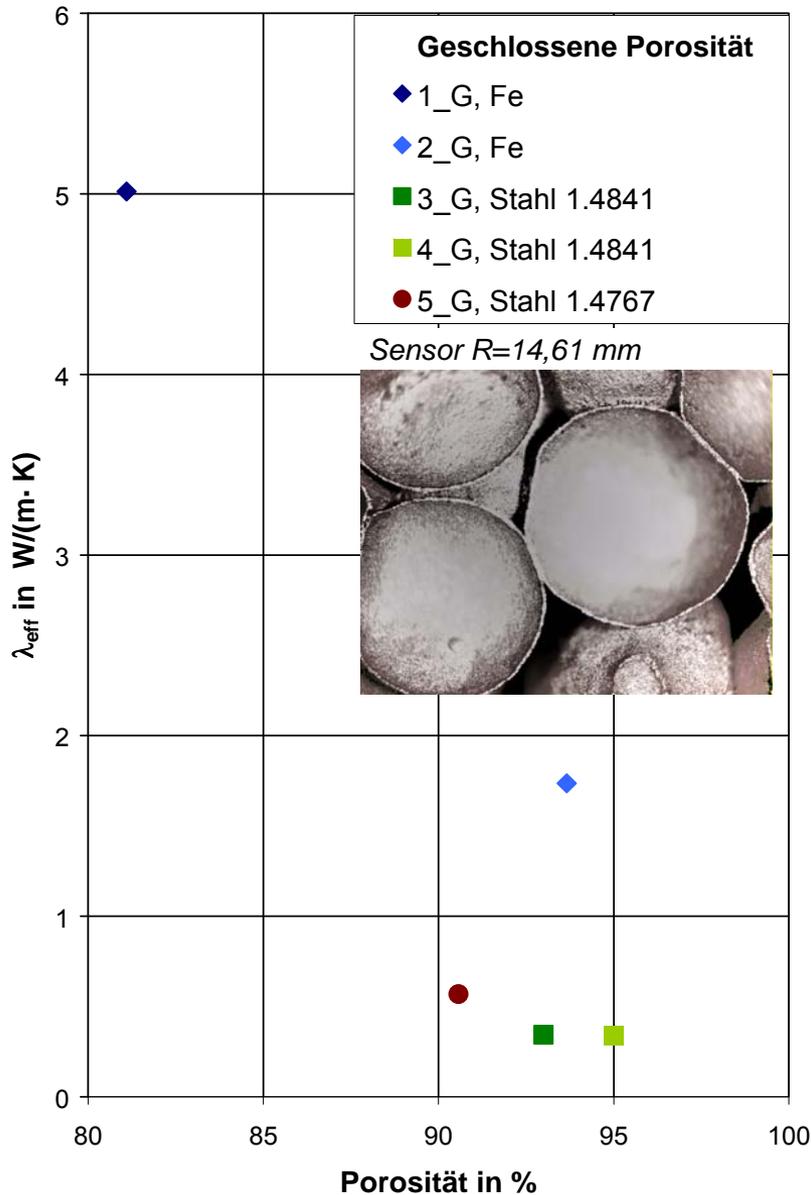
*Radius des Sensors:
0,4 mm - 29,4 mm*

Quelle: IFAM Dresden

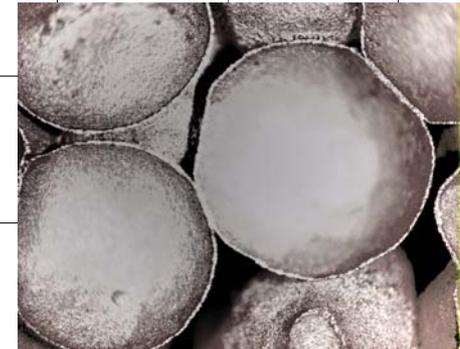
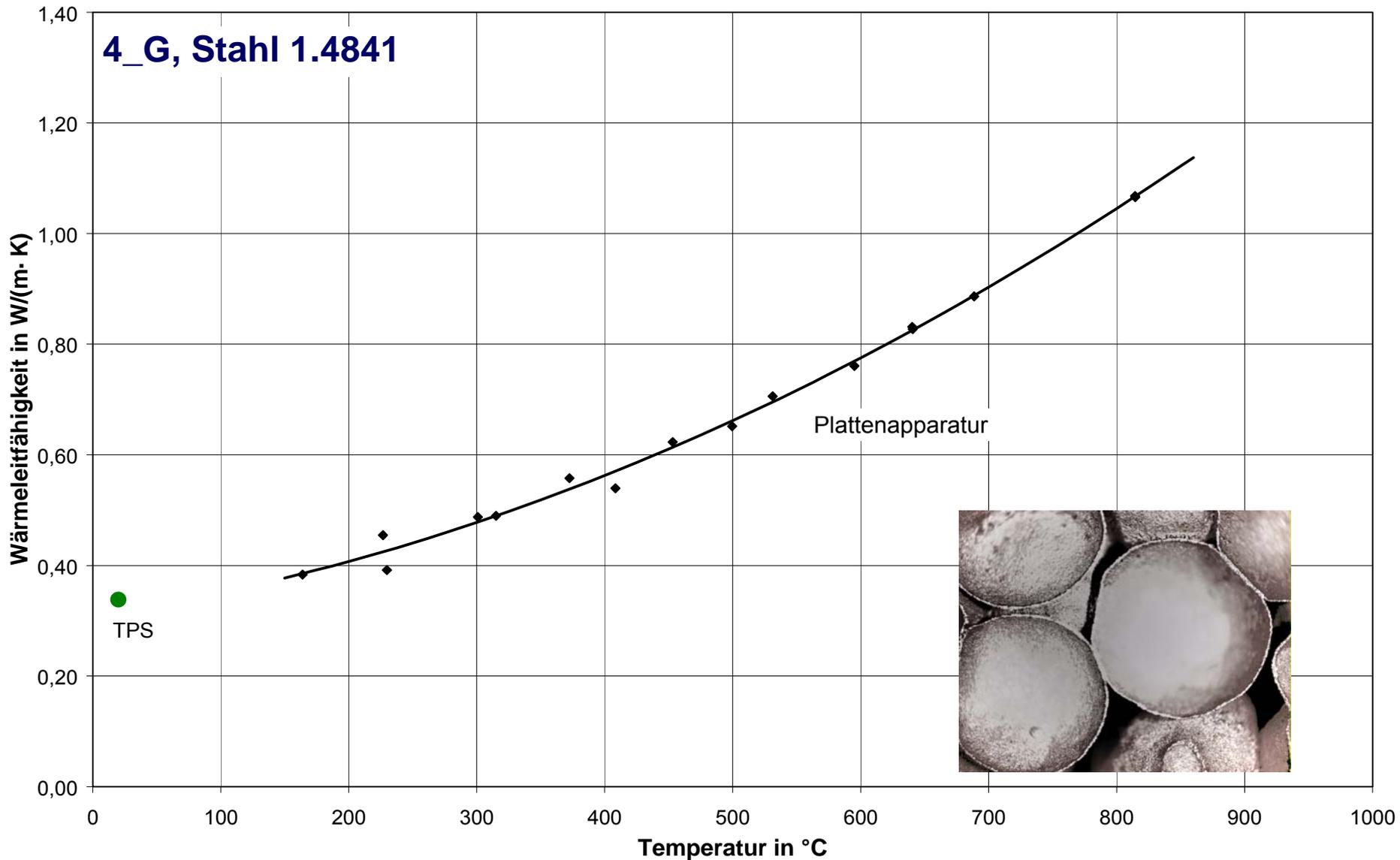
Plattenverfahren



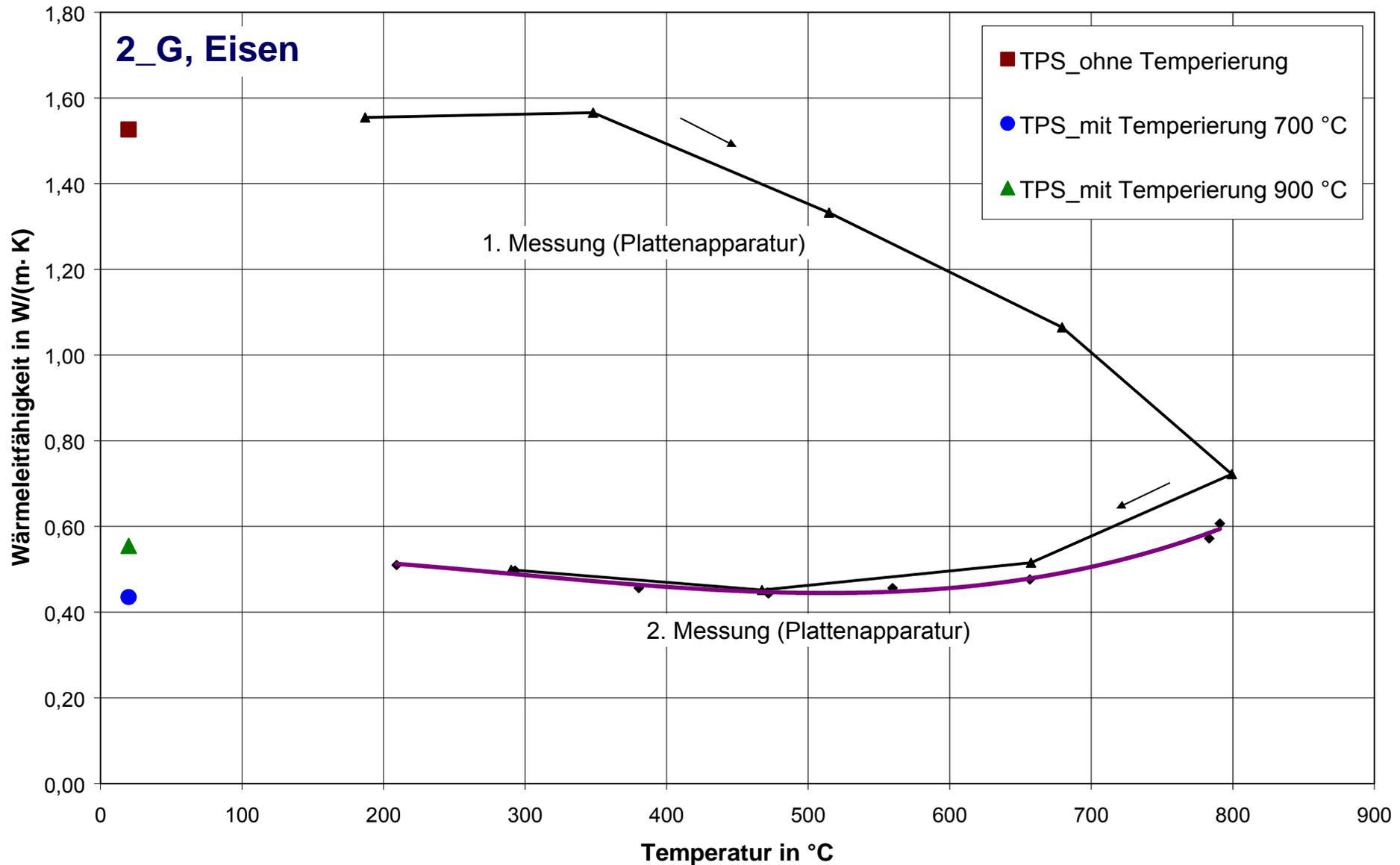
Wärmeleitfähigkeit bei Raumtemperatur - TPS Messungen



Wärmeleitfähigkeit- Vergleich TPS Messungen mit Plattenmethode



Wärmeleitfähigkeit - Vergleich TPS Messungen mit Plattenmethode



Kontaktierungsprobleme

Kontaktfläche mit dem Hot-Disk Sensor

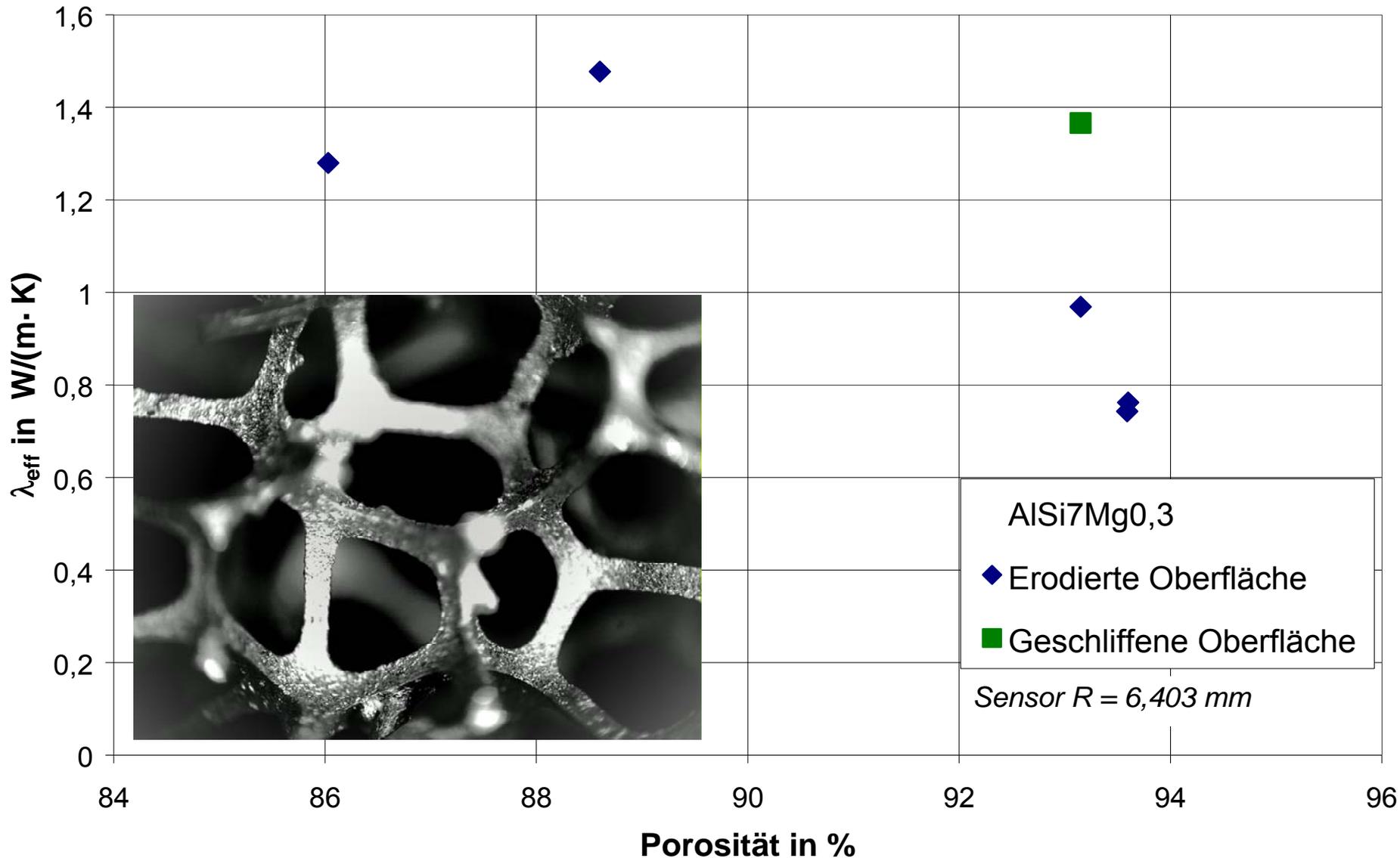


Kontakt mit dem Thermoelement

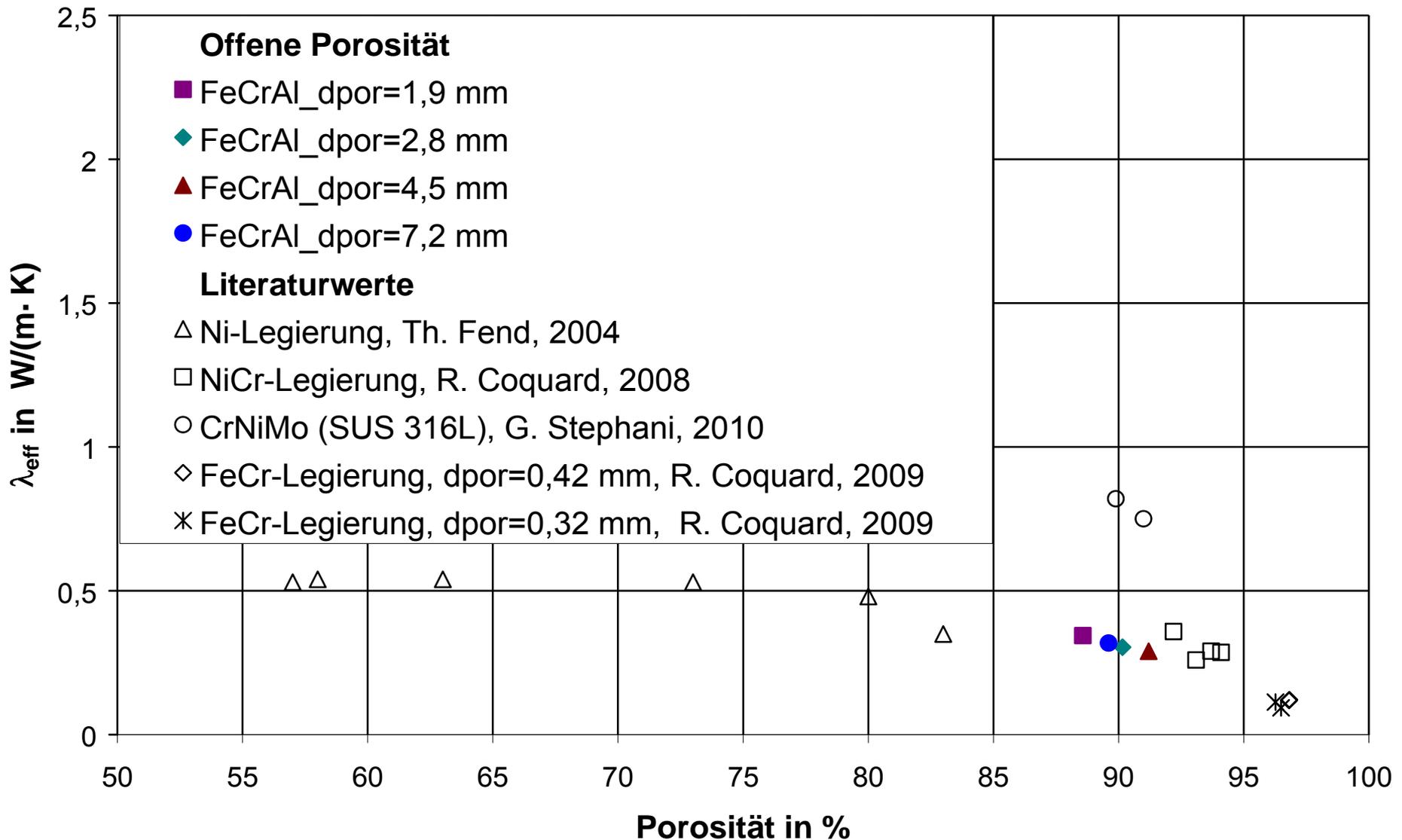


Quelle: IFAM Dresden

Erste Messergebnisse - offenzellige Metallschäume



Messergebnisse - Vergleich mit Literatur



Zusammenfassung

1. Für die Bestimmung der effektiven Wärmeleitfähigkeit wurden zwei unterschiedliche Messmethoden verwendet (TPS, Panel-Test).
2. Die ersten Messergebnisse von Hohlkugelstrukturen zeigen gute Übereinstimmung zwischen TPS und Panel-Test Messverfahren.
3. Für die optimale Durchführung der Messungen spielt die Probenpräparation eine wichtige Rolle.
4. Die Eigenschaften vom Grundmaterial bestimmen die Größenordnung der Werte der effektiven Wärmeleitfähigkeit.
5. Die Struktureigenschaften der Metallschäume spielen eine wichtige Rolle.



Ausblick

1. Erweiterte Strukturcharakterisierung
2. Weiterführung der Messungen an offenzelligen Strukturen
3. Messung in Abhängigkeit von der Temperatur
4. Analyse der Phasenveränderungen abhängig von der Temperatur
5. Vergleich der Messergebnisse mit mathematischen Modelle für die effektive Wärmeleitfähigkeit abhängig von den Struktureigenschaften



**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**