

Laserflash-Messungen bei Kryotemperaturen

24. März 2011

Tagung des AK Thermophysik

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Berlin

Annegret Göbel, Frank Hemberger, Hans-Peter Ebert

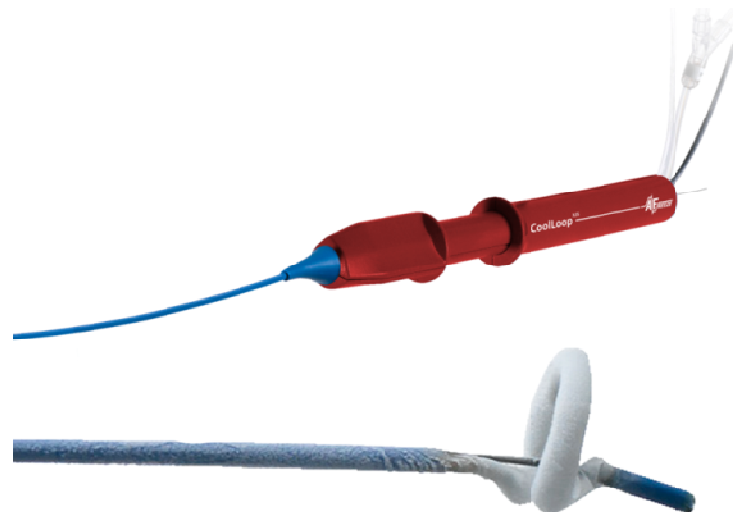
ZAE Bayern

Abt. Funktionsmaterialien der Energietechnik

Wozu Bestimmung thermophysikalischer Kenngrößen bei tiefen Temperaturen?

- Supraleiter
- Weltraumtechnik
- Energiespeicherung
- Medizin
- ...

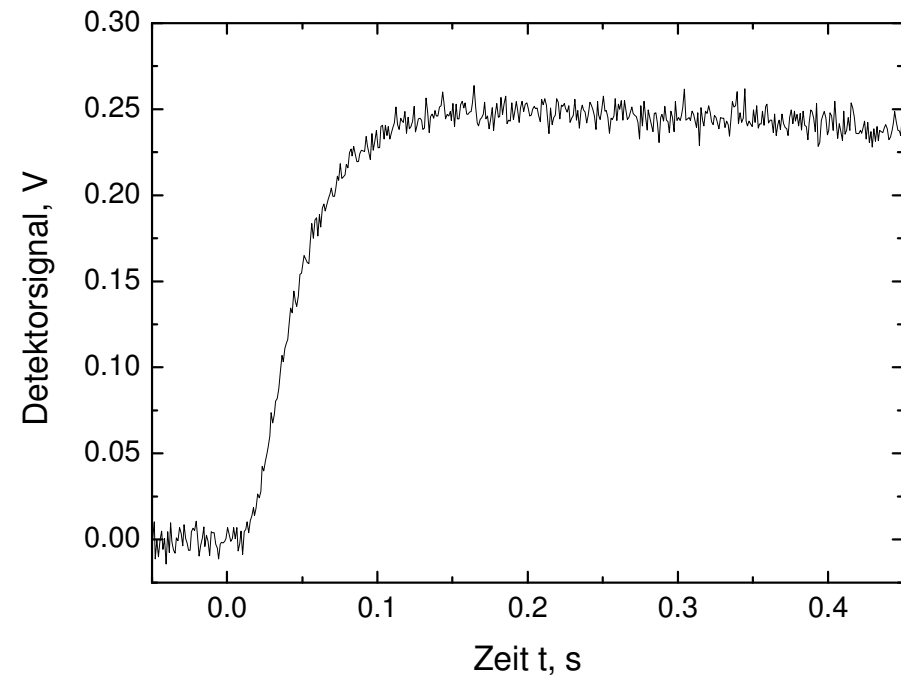
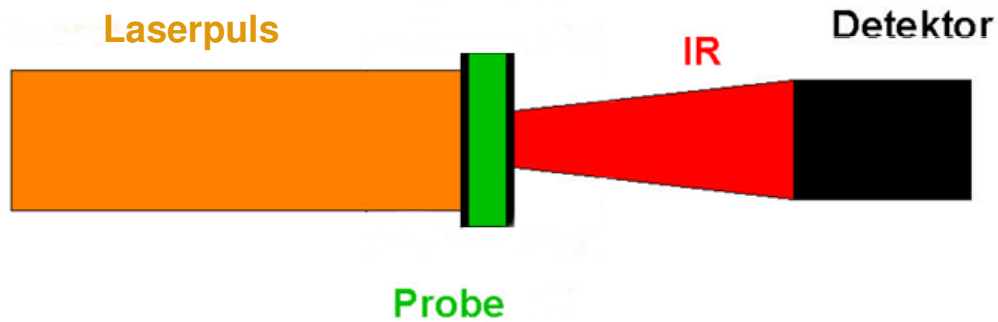
Beispiel: Kryoablationskatheter zur
Behandlung von Herzrhythmusstörungen
(Quelle: AFreeze GmbH)



1. Motivation
2. Grundlagen
3. Experimentelles
4. Messergebnisse
5. Zusammenfassung
6. Ausblick

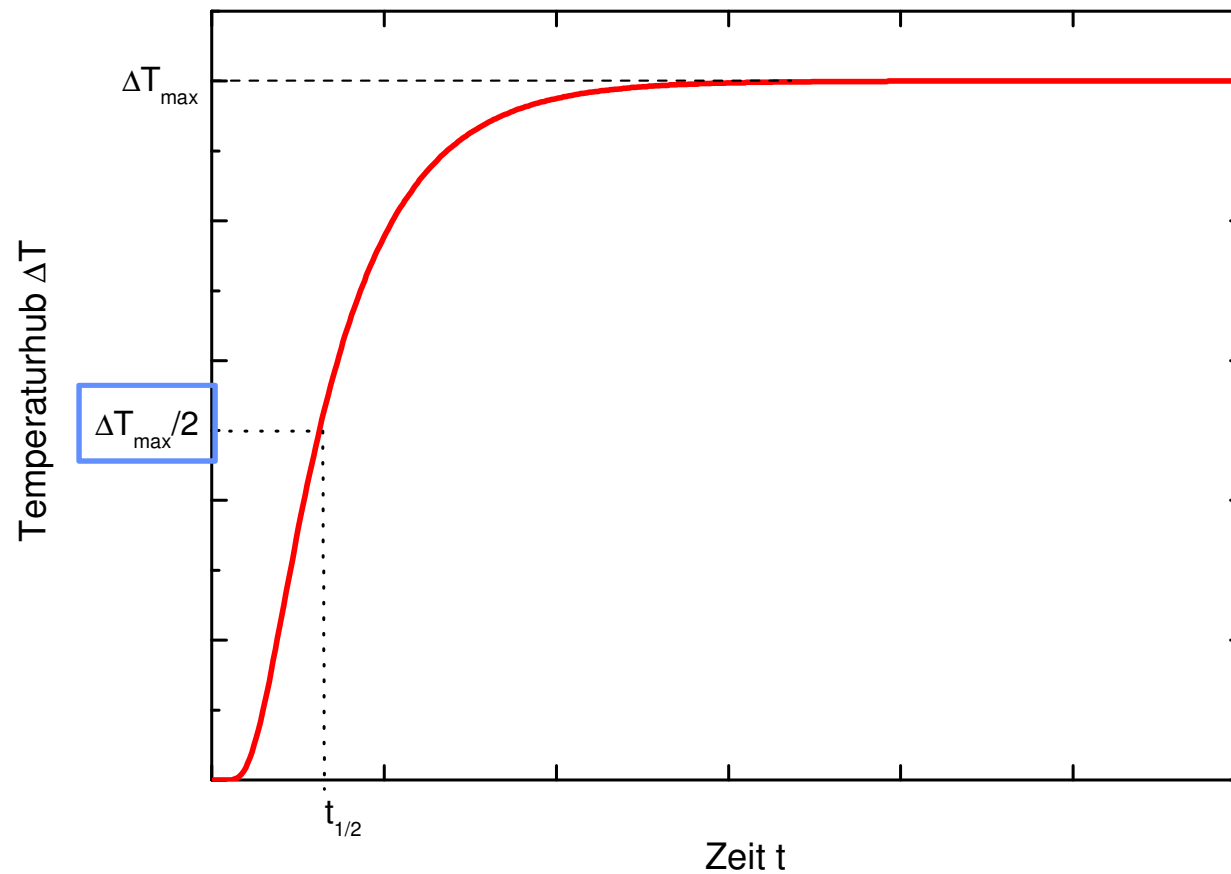
Grundlagen

Prinzip des Laserflash-Experimentes:



Grundlagen

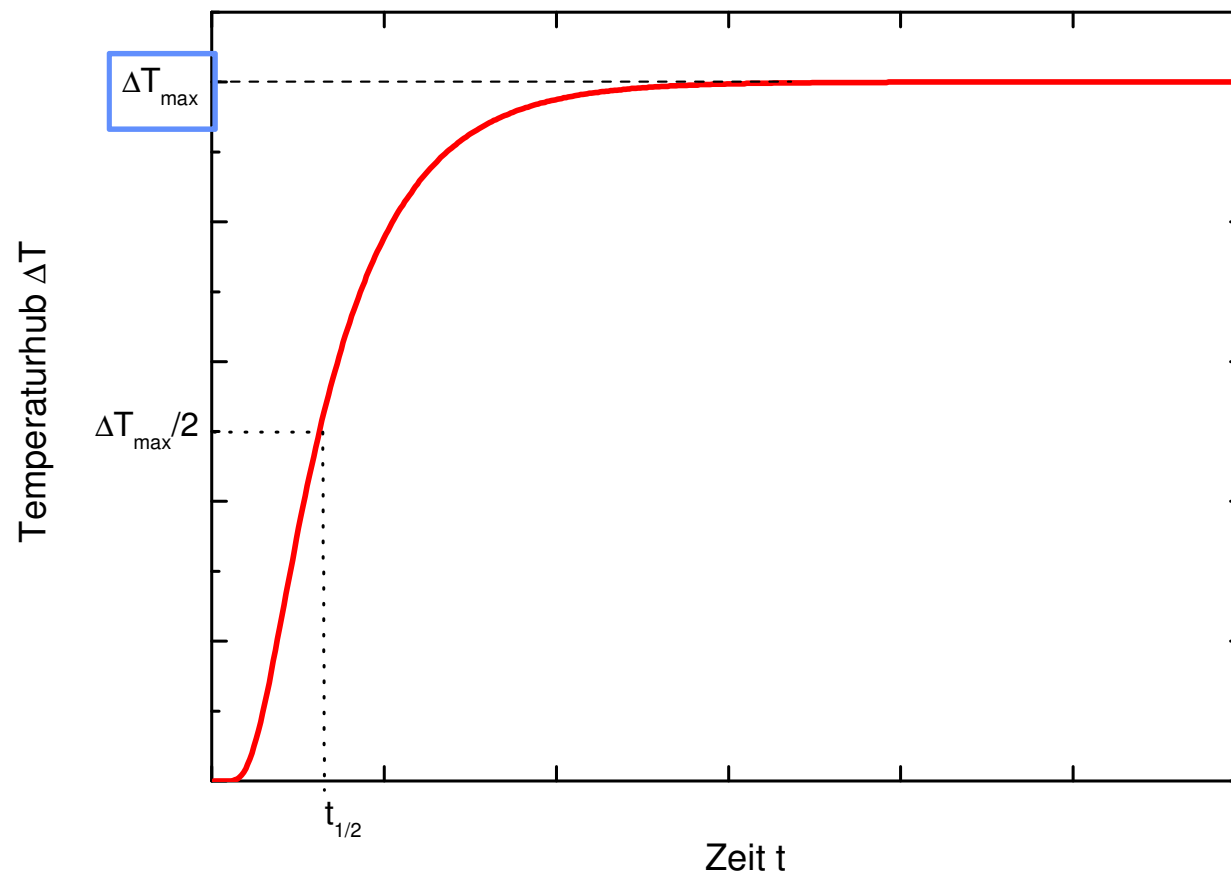
Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit $a(T)$:



$$a = 1.38 \cdot \frac{d^2}{\pi^2 \cdot t_{1/2}}$$

Absoluter Temperaturhub
muss nicht bekannt sein!

Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität $c_p(T)$:



$$\Delta T_{\max} \propto \frac{1}{m \cdot c_p}$$

Vergleichsmessung an Referenzmaterial

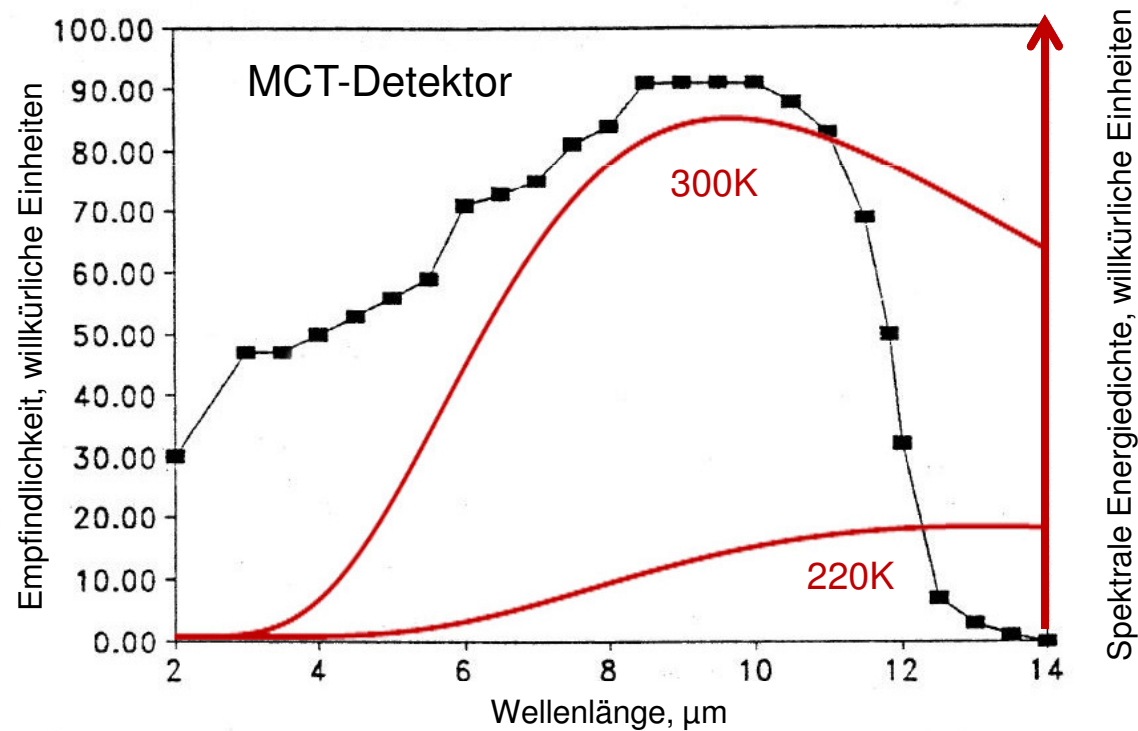
Berechnung der Wärmeleitfähigkeit über

$$\lambda(T) = a(T) \cdot c_p(T) \cdot \rho(T)$$

Experimentelles

Zeitabhängige Detektion des Temperaturhubs bei tiefen Temperaturen?

Problem: Empfindlichkeit von IR-Detektoren nimmt zu tiefen Temperaturen hin ab

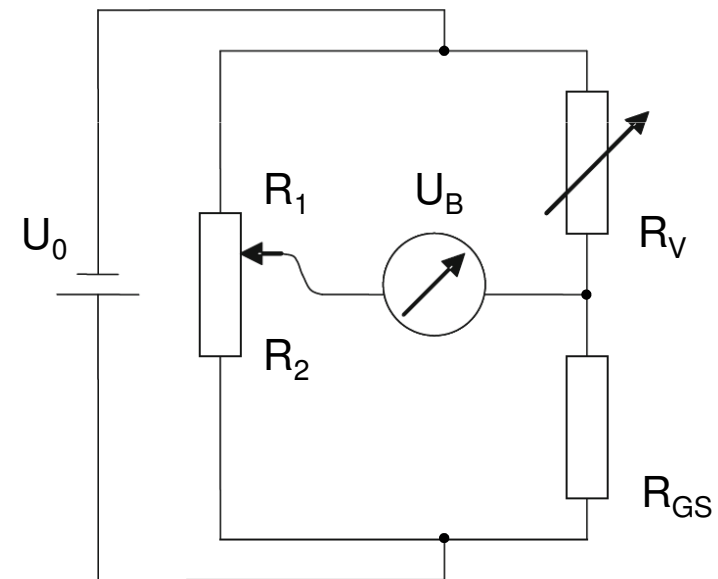
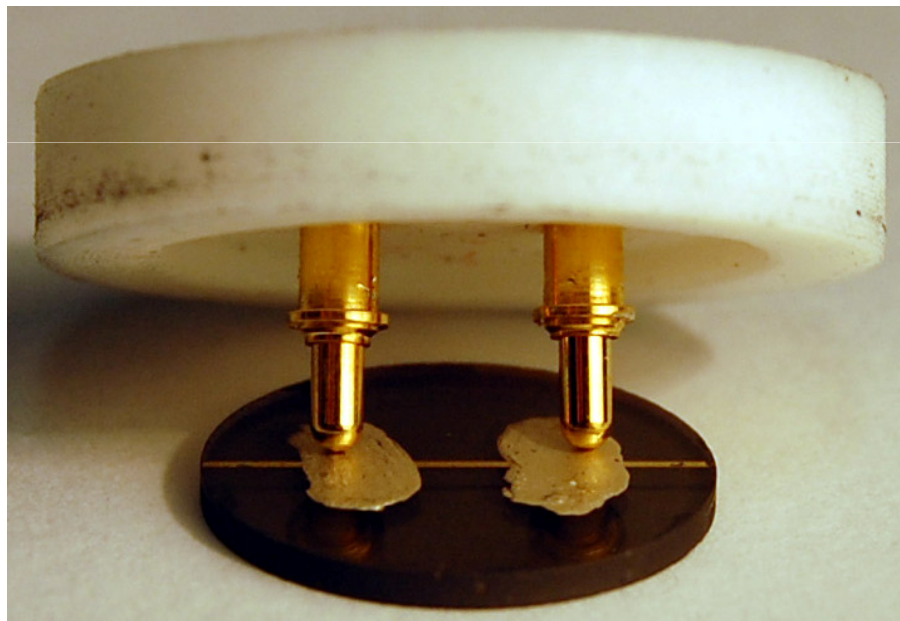


Alternatives Detektionsverfahren nötig!

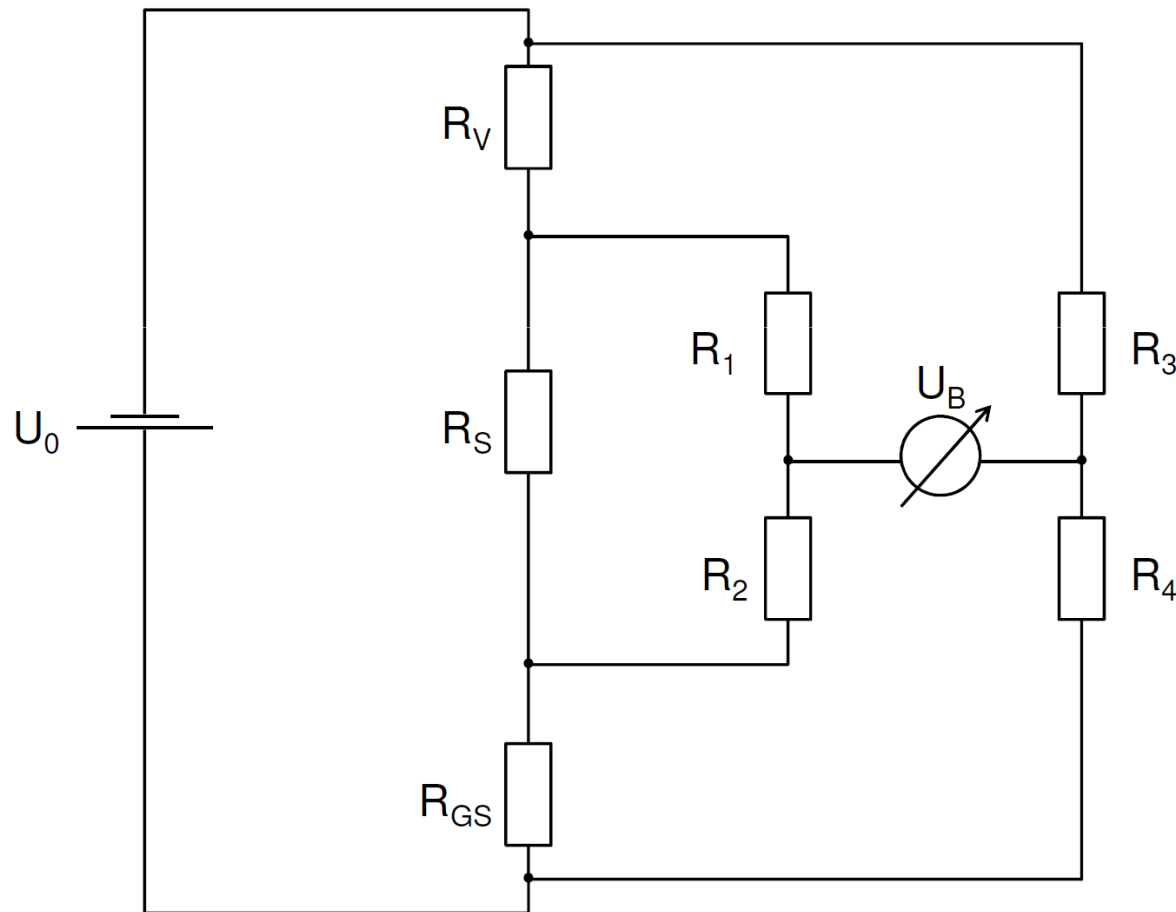
Experimentelles

Alternative: dünner Goldstreifen auf Probenrückseite

Messung der Widerstandsänderung mittels Brückenschaltung



Alternative Messbrücke: Thomson-Brücke

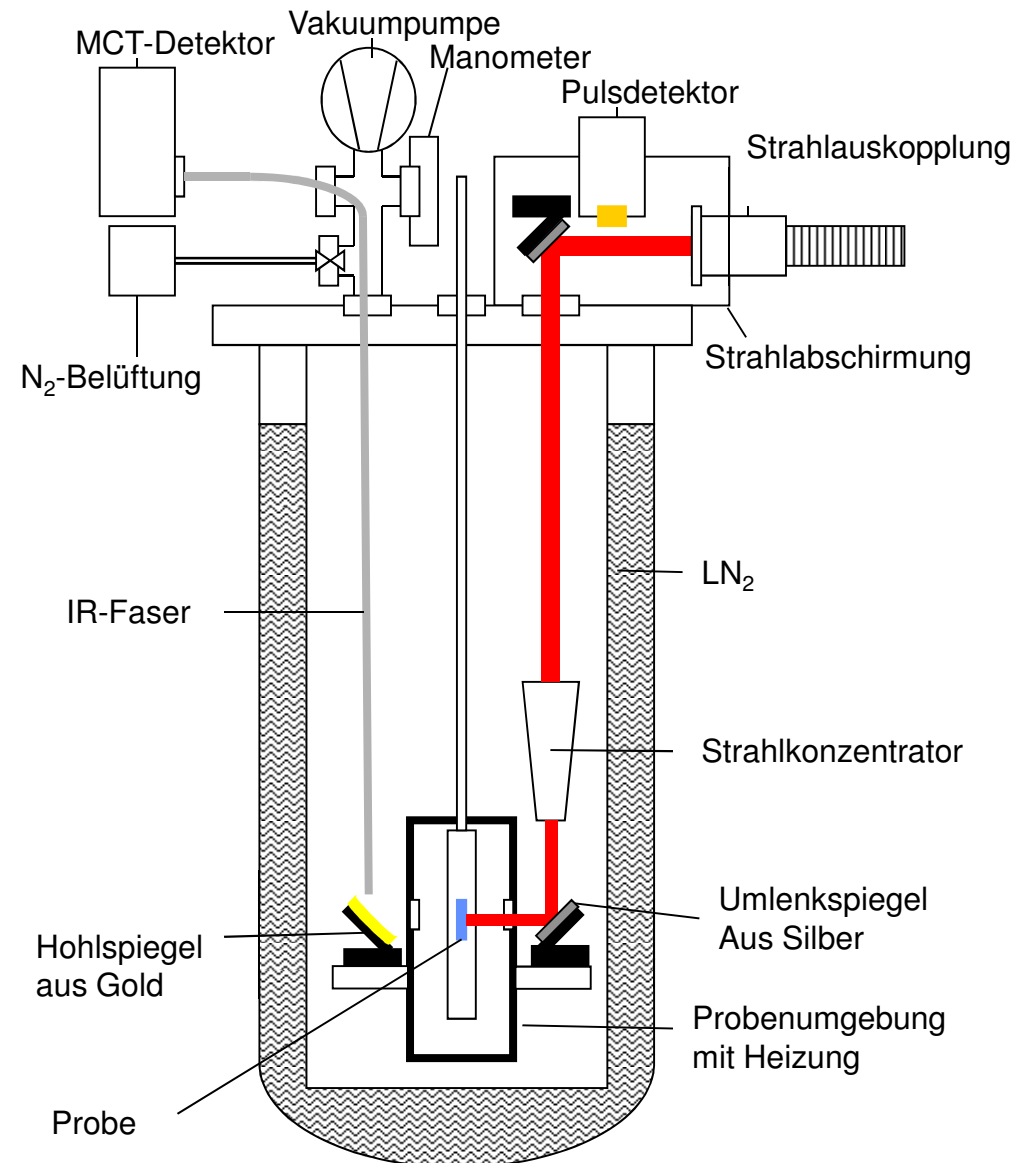


Trennung von Strom- und Spannungspfaden

→ Vernachlässigung von Leitungswiderständen

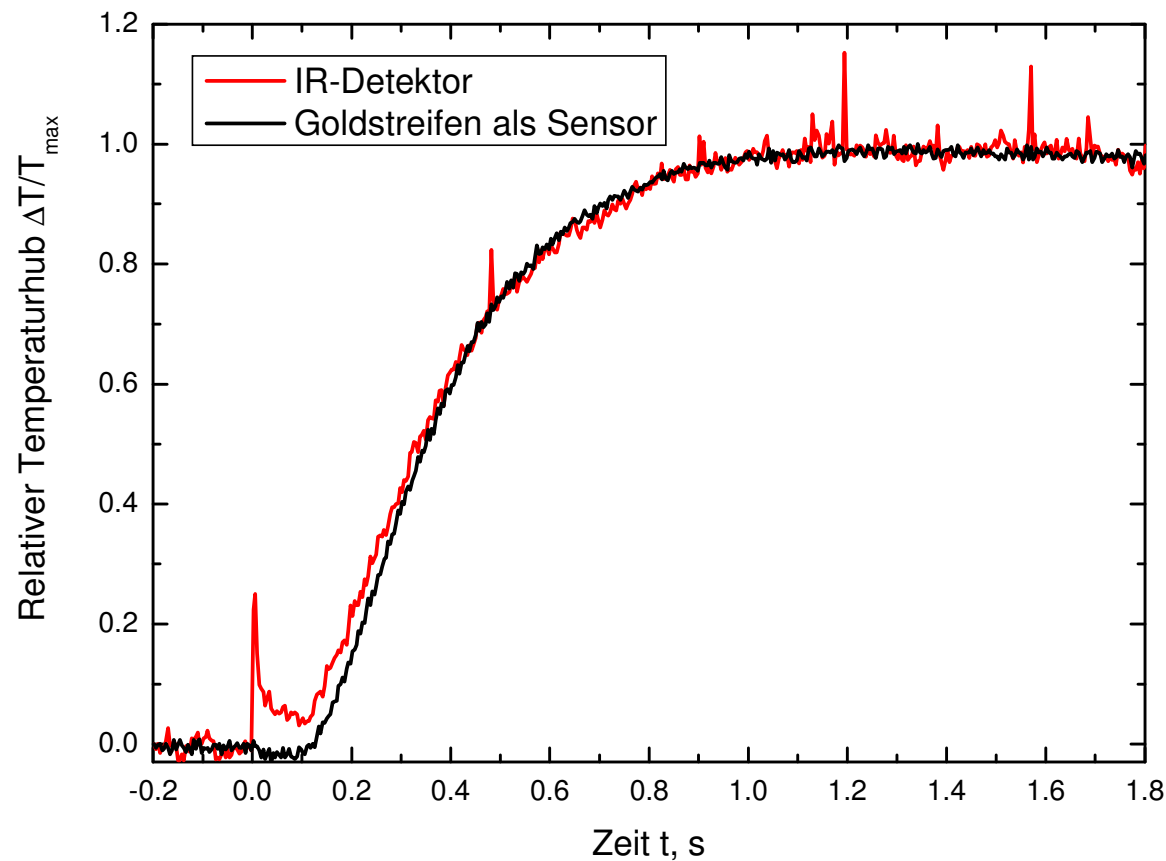
→ Bestimmung des absoluten Temperaturhubs

Experimentelles



Messergebnisse

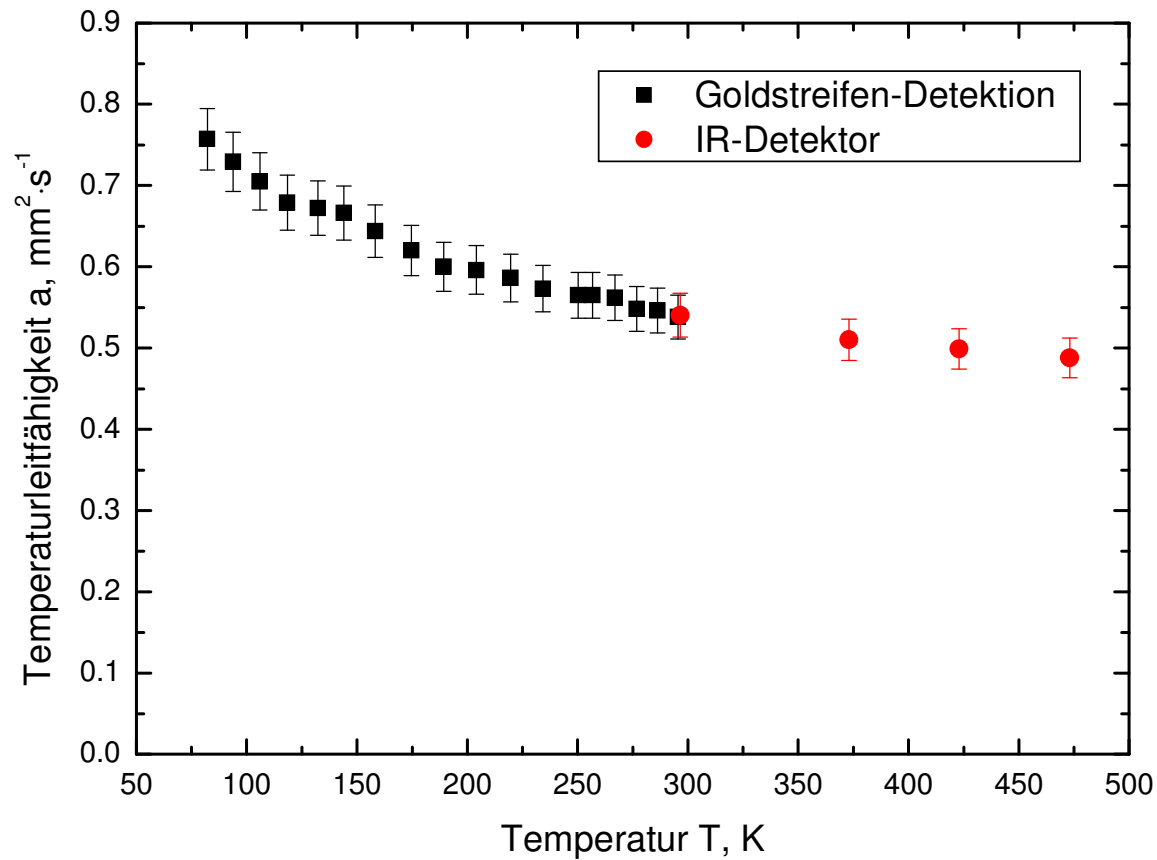
Vergleichsmessung der Detektionsmethoden an BK7 Glas bei Raumtemperatur



Abweichung der ermittelten
Temperaturleitfähigkeiten
um circa 1 %

Messergebnisse

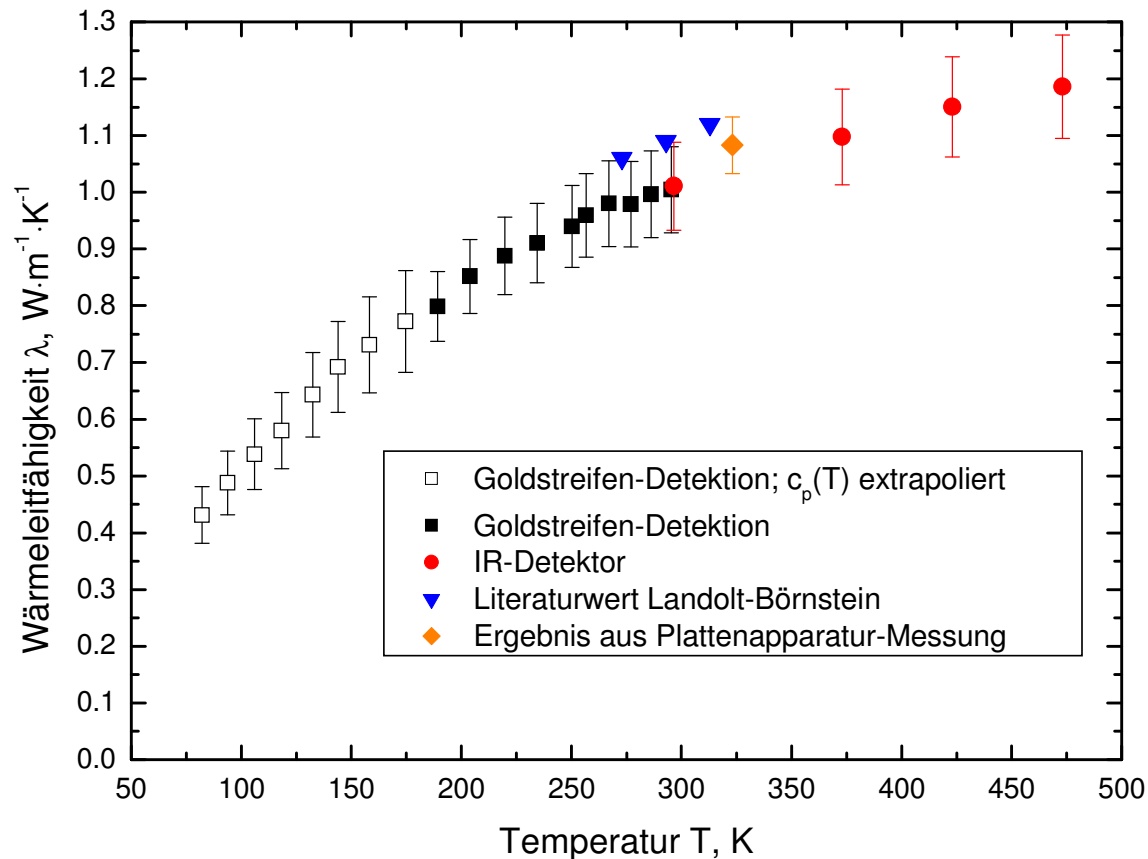
Laserflash-Messungen an BK7 Glas zur Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit



Messergebnisse

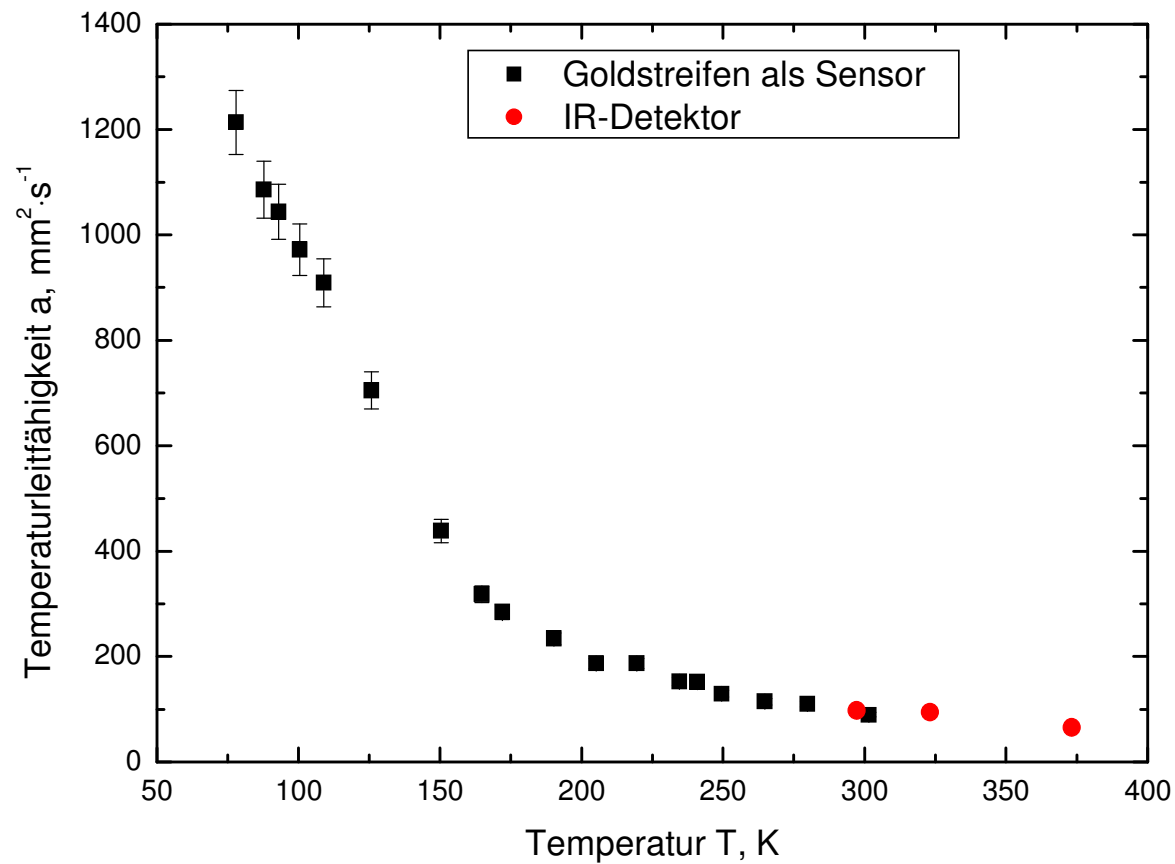
Berechnung der Wärmeleitfähigkeit über $\lambda(T) = a(T) \cdot c_p(T) \cdot \rho(T)$

Ermittlung von $c_p(T)$ über DSC-Messungen bzw. Extrapolation anhand Literaturdaten



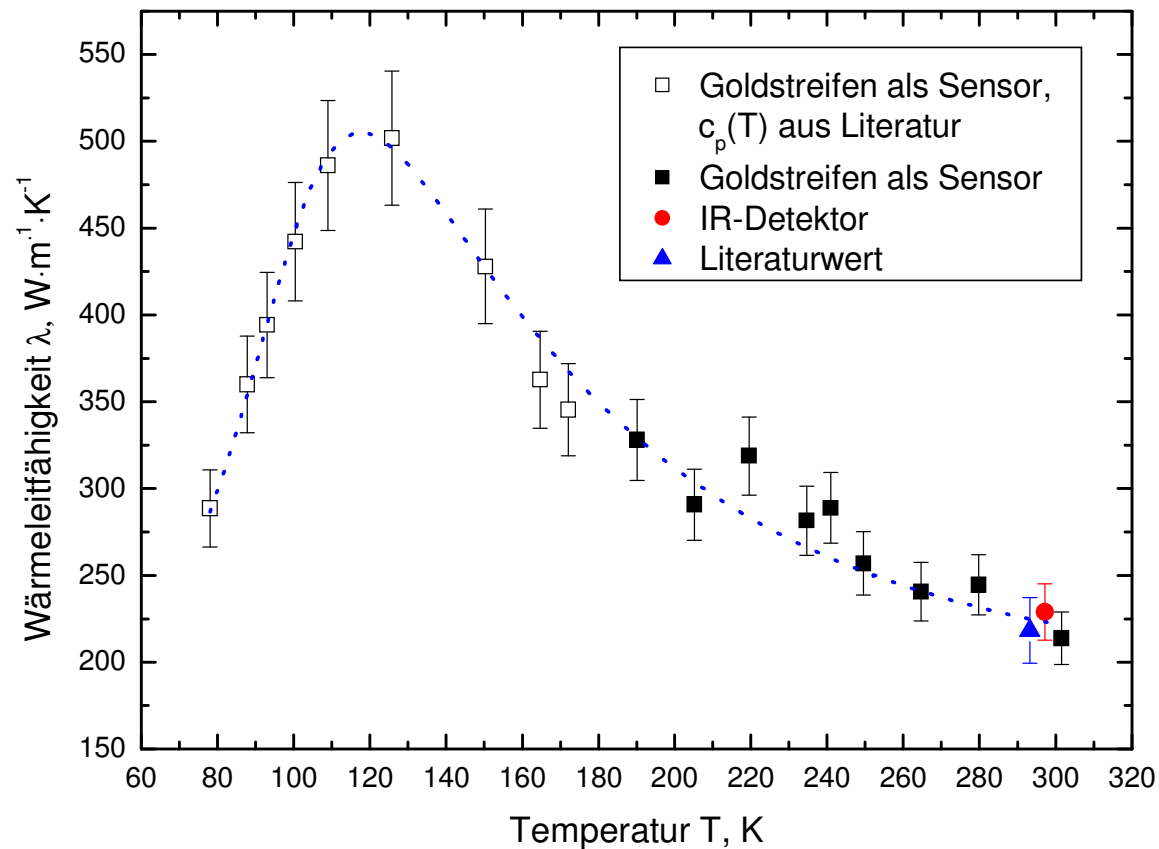
Messergebnisse

Laserflash-Messungen an polykristallinem Aluminiumnitrid



Messergebnisse

Berechnete Wärmeleitfähigkeit von polykristallinem Aluminiumnitrid



- Aufbau eines Tieftemperatur-Laserflash-Messplatzes zur Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit bis hinunter zu 77 K
- Goldstreifen-Detektion als alternative Detektionsmethode
- Messung an Standardmaterialien zur Evaluierung der Anlage

Publikation der vorgestellten Ergebnisse:

F. Hemberger, A. Göbel, H.-P. Ebert, *Determination of the Thermal Diffusivity of Electrically Non-Conductive Solids in the Temperature Range from 80 K to 300 K by Laser-Flash Measurement*, Int. J. Thermophys. **31**, p. 2187-2200, 2010

Ausbau der Anlage

- Erweiterung auf den Temperaturbereich bis hinunter zu 30 K mittels eines Kaltkopfes
- Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität bei tiefen Temperaturen über Laserflash-Kalorimetrie
- Messungen an elektrisch leitfähigen Proben

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!