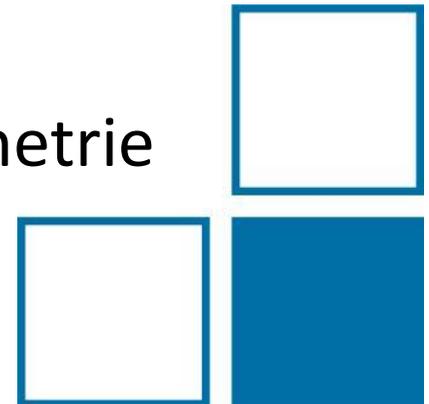


Entwicklung und Aufbau eines Probenhalters für die Emissionsgradmessung an semitransparenten Materialien

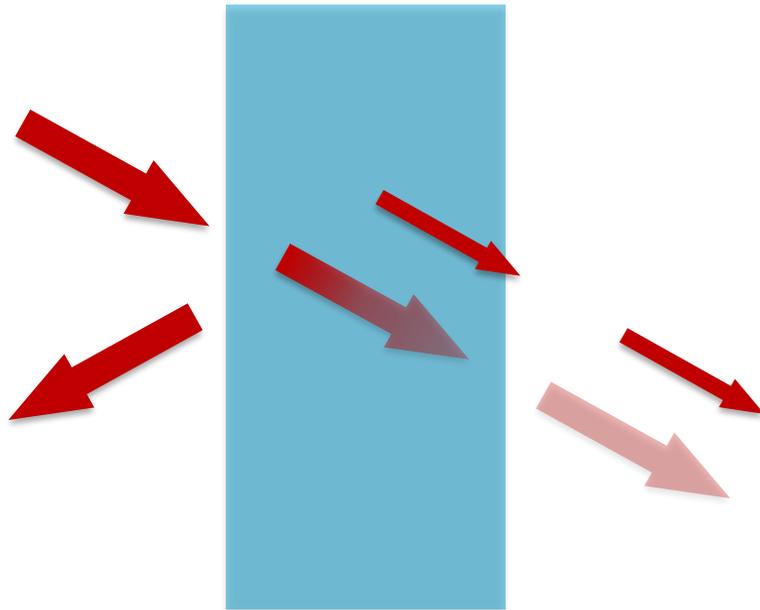
Julian Gieseler

AG 7.32 Infrarot-Strahlungsthermometrie



1. Motivation
2. Messanlage
3. Messprinzip
4. Simulation der Proben temperatur
5. Probenhalter Entwurf
6. Heizung im Detail
7. Strahlungstransport Modell
8. Ausblick

Semitransparentes Material



Reflexion Absorption Transmission
Emission

Semitransparente Kunststoffe

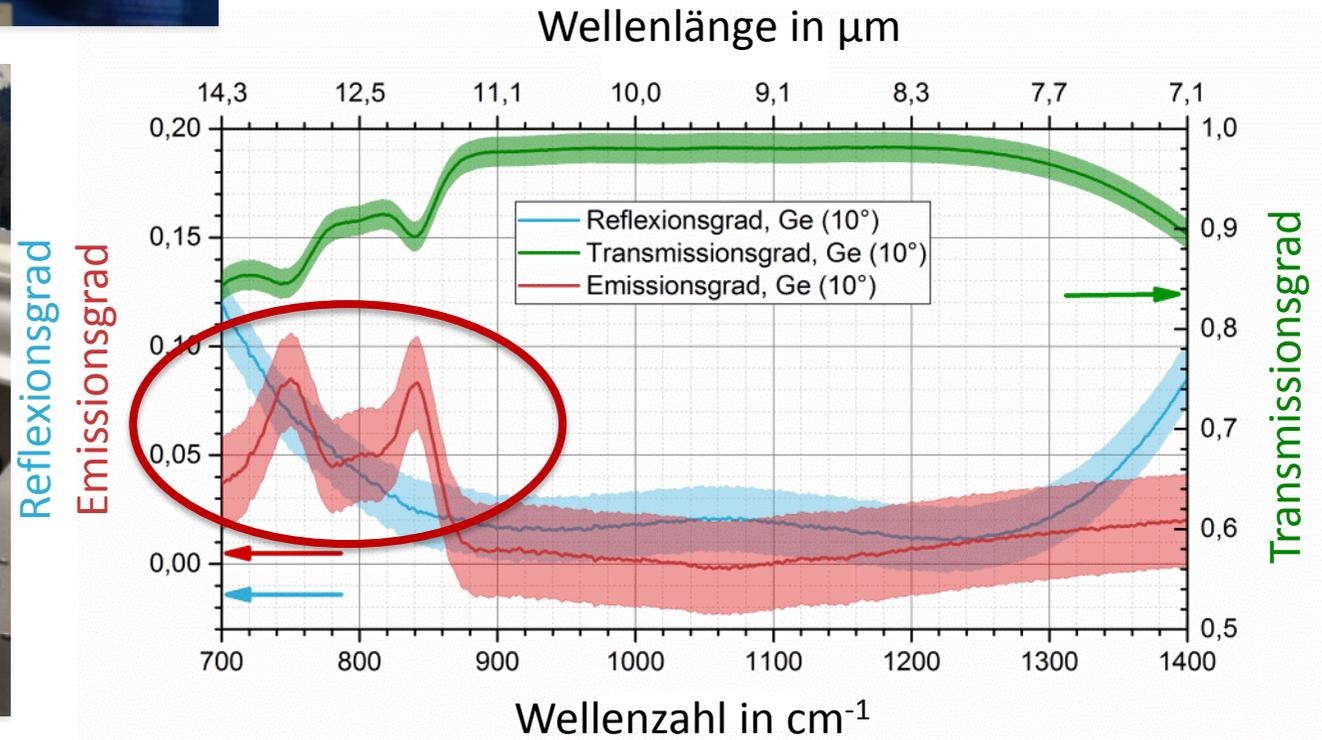
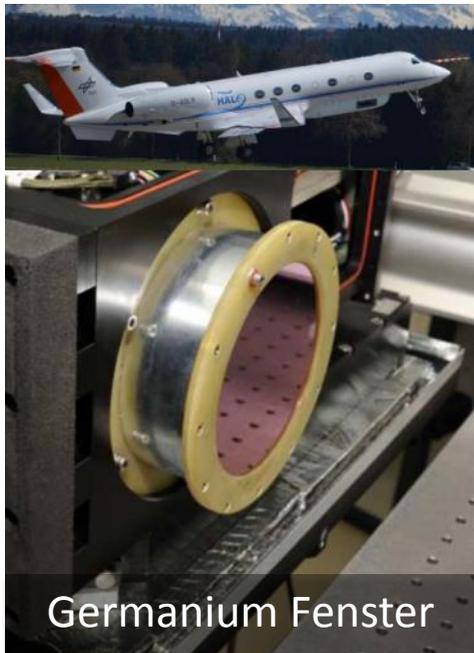
- Polyethylen
- Teflon

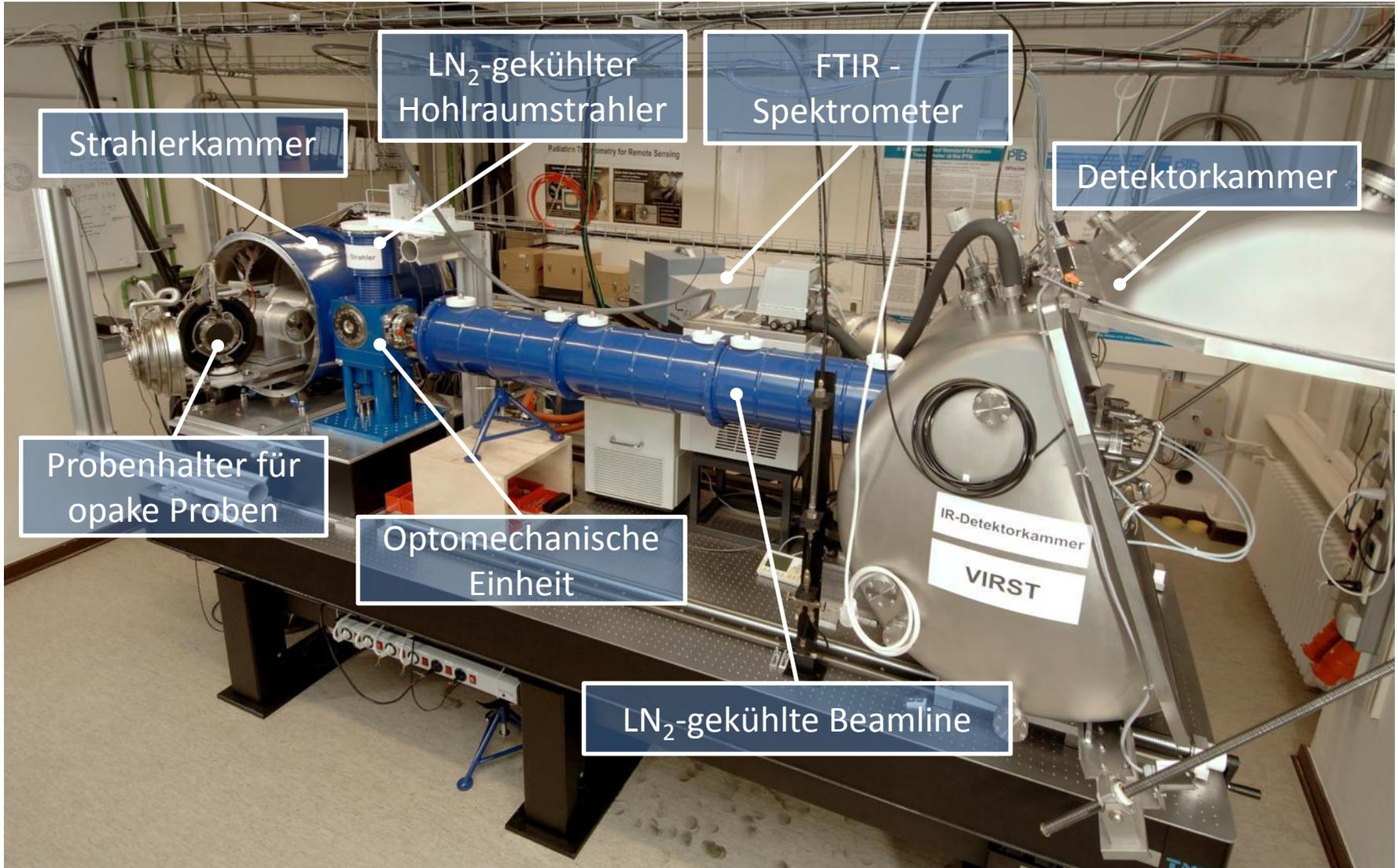
Semitransparente Halbleiter

- Zinkselenid
- Germanium

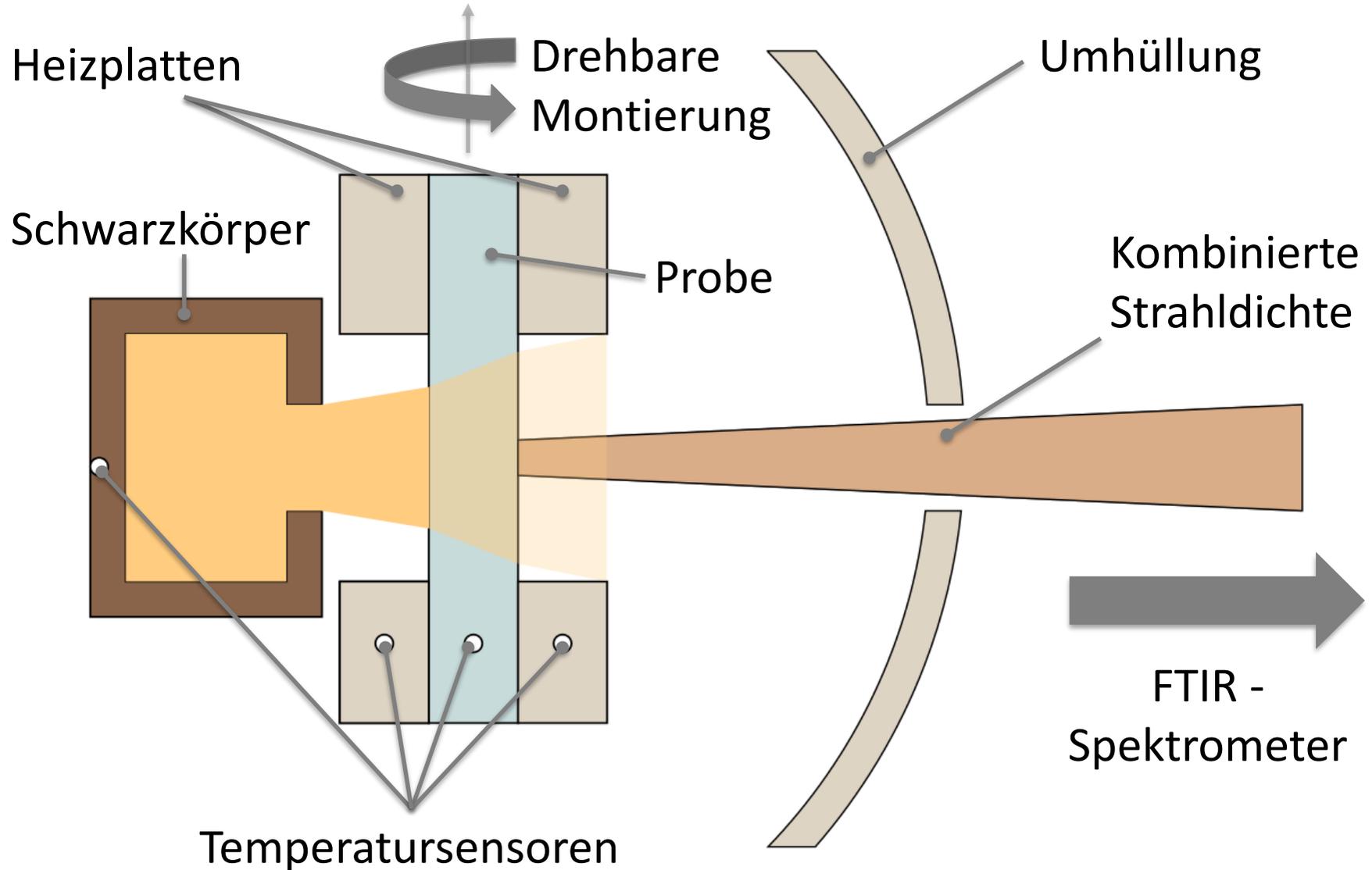


- Halbtransparente Materialien als Fenster im Mittelinfrarotbereich

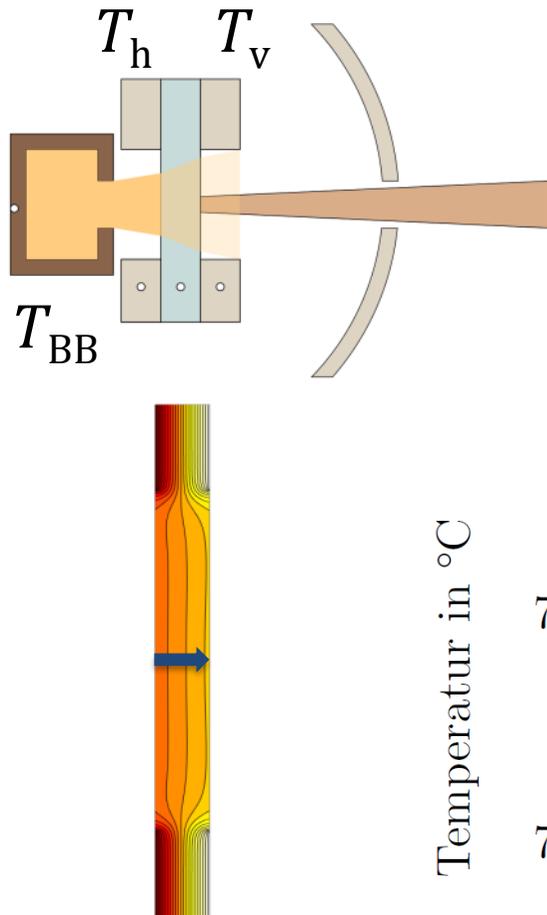




Messprinzip

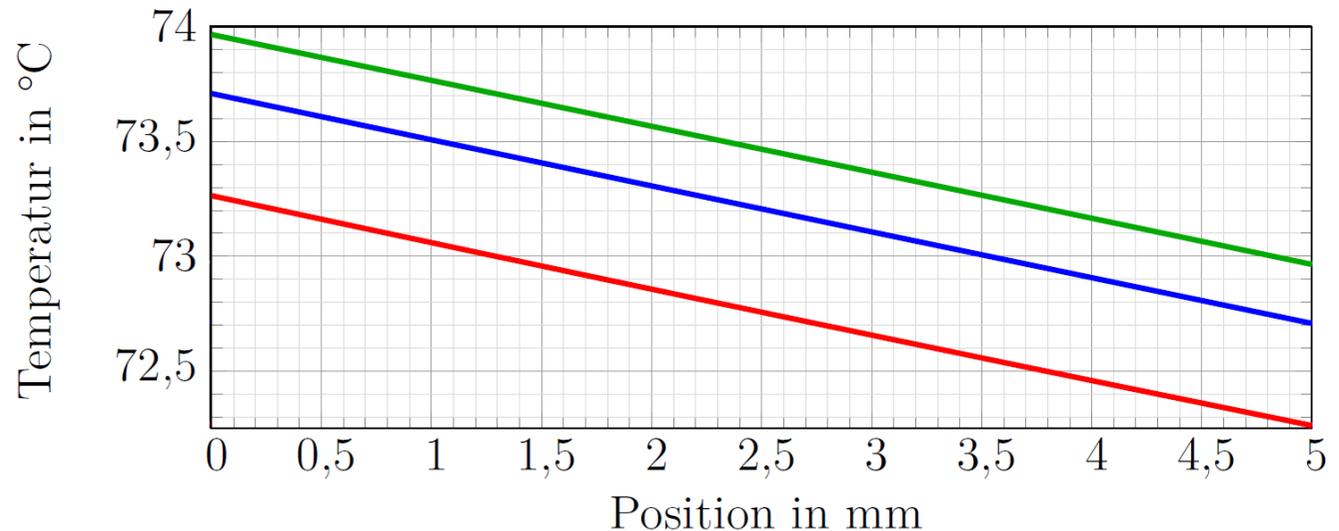


Simulation der Probertemperatur



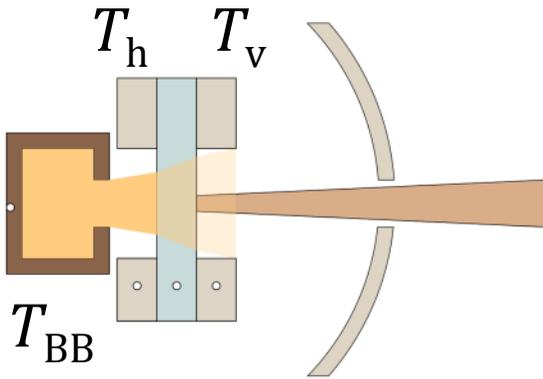
- Heizung simuliert mit COMSOL
- Vordere Heizplatten Temperatur $T_v = 70\text{ °C}$
- Schwarzkörpertemperatur $T_{BB} = 100\text{ °C}$
- Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 1\text{ W/(m K)}$
- Emissionsgrad $\varepsilon = 0,5$

- Hintere Heizplatten Temperatur $T_h = 75\text{ °C}$
- Hintere Heizplatten Temperatur $T_h = 76,9\text{ °C}$
- Hintere Heizplatten Temperatur $T_h = 78\text{ °C}$



- Gradient entlang der Sichtlinie nicht minimierbar

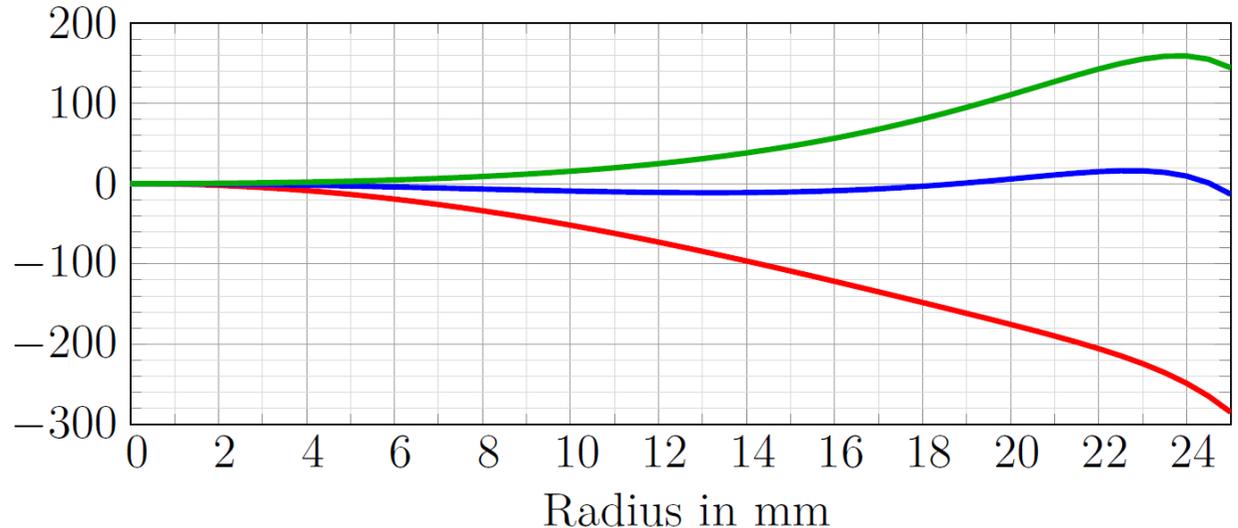
Simulation der Probertemperatur



- Heizung simuliert mit COMSOL
- Vordere Heizplatten Temperatur $T_v = 70\text{ °C}$
- Schwarzkörpertemperatur $T_{BB} = 100\text{ °C}$
- Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 1\text{ W/(m K)}$
- Emissionsgrad $\varepsilon = 0,5$

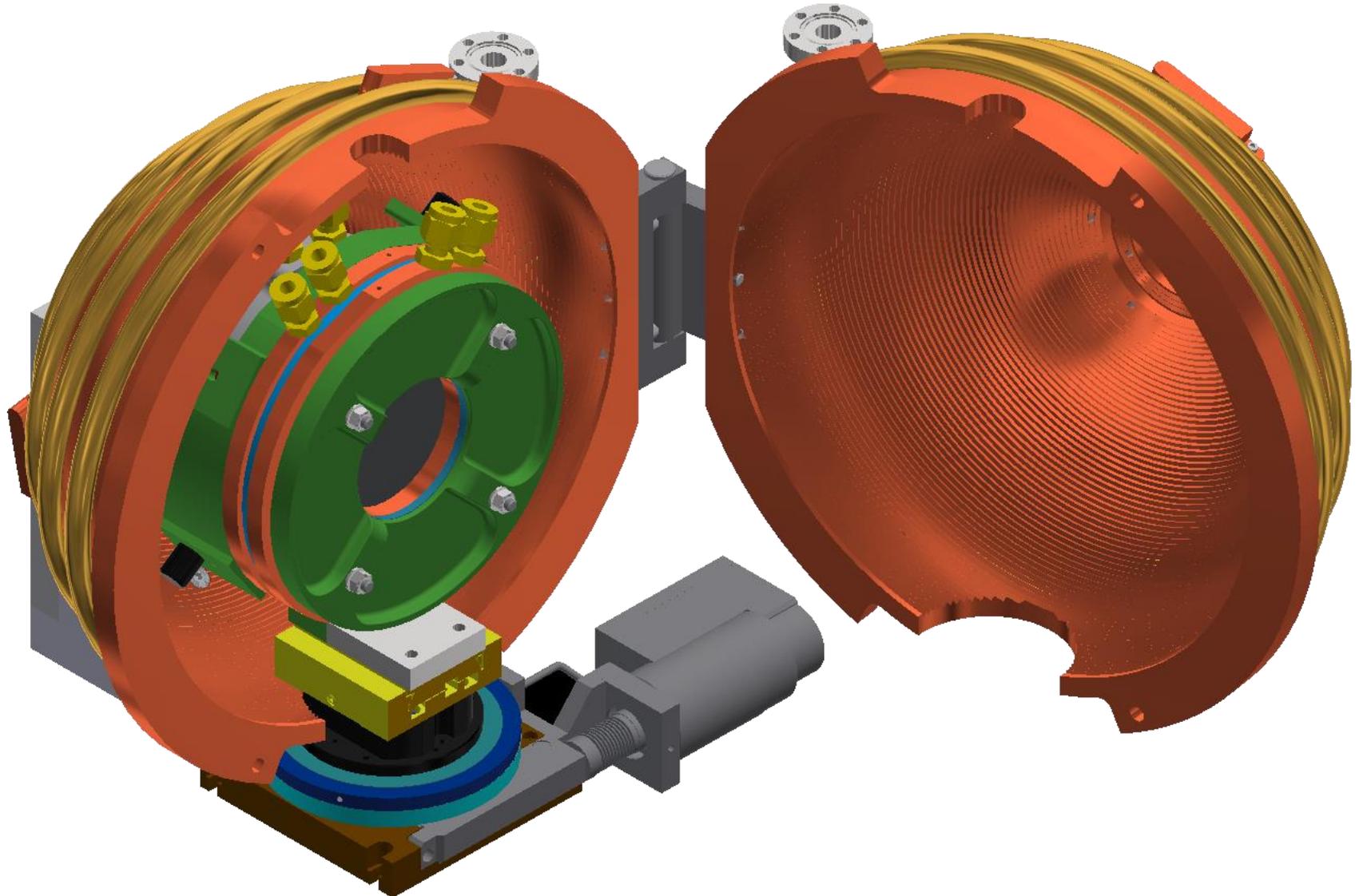
- Hintere Heizplatten Temperatur $T_h = 75\text{ °C}$
- Hintere Heizplatten Temperatur $T_h = 76,9\text{ °C}$
- Hintere Heizplatten Temperatur $T_h = 78\text{ °C}$

Temperaturdifferenz in mK

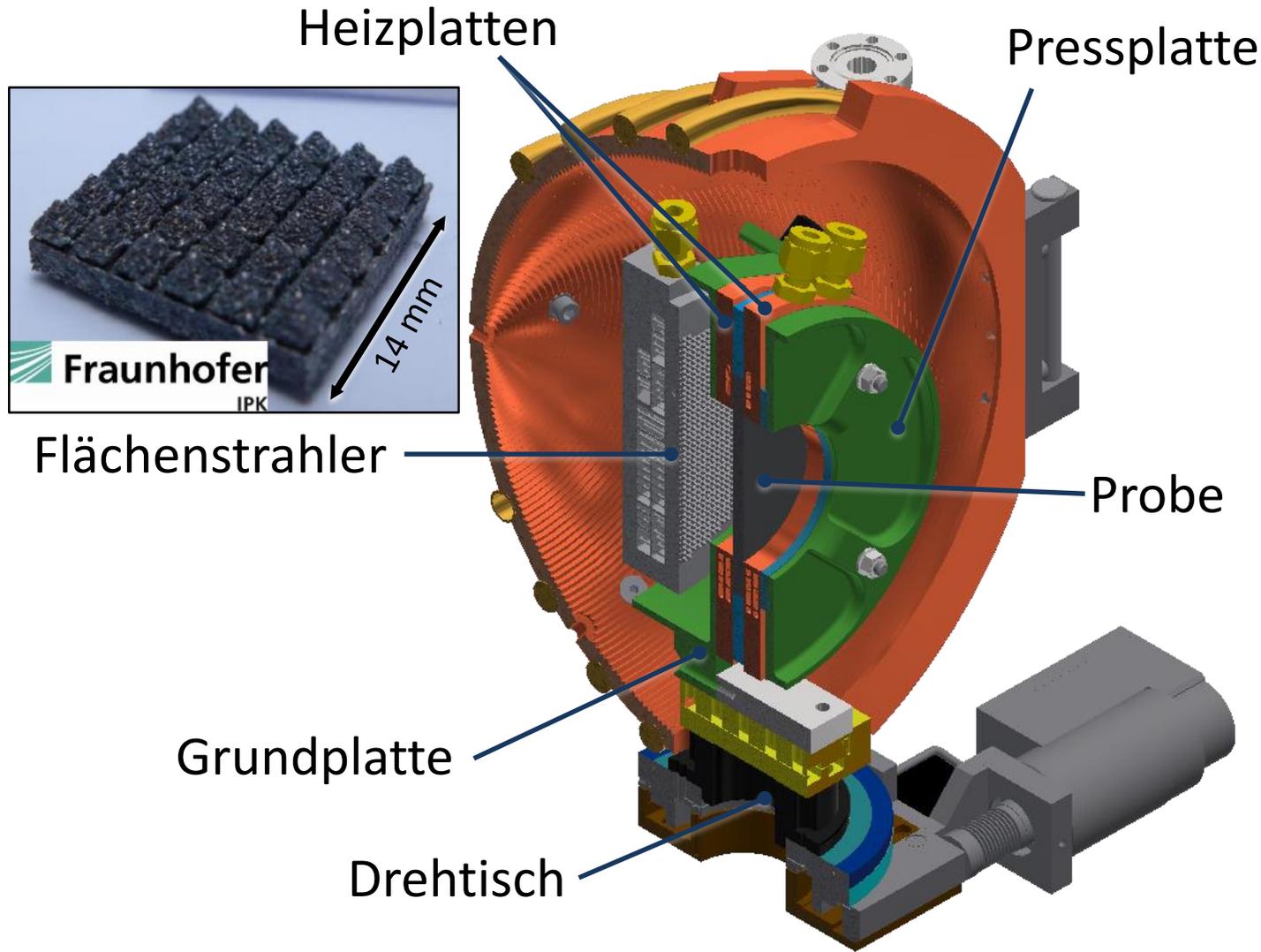


- Radialer Gradient minimierbar

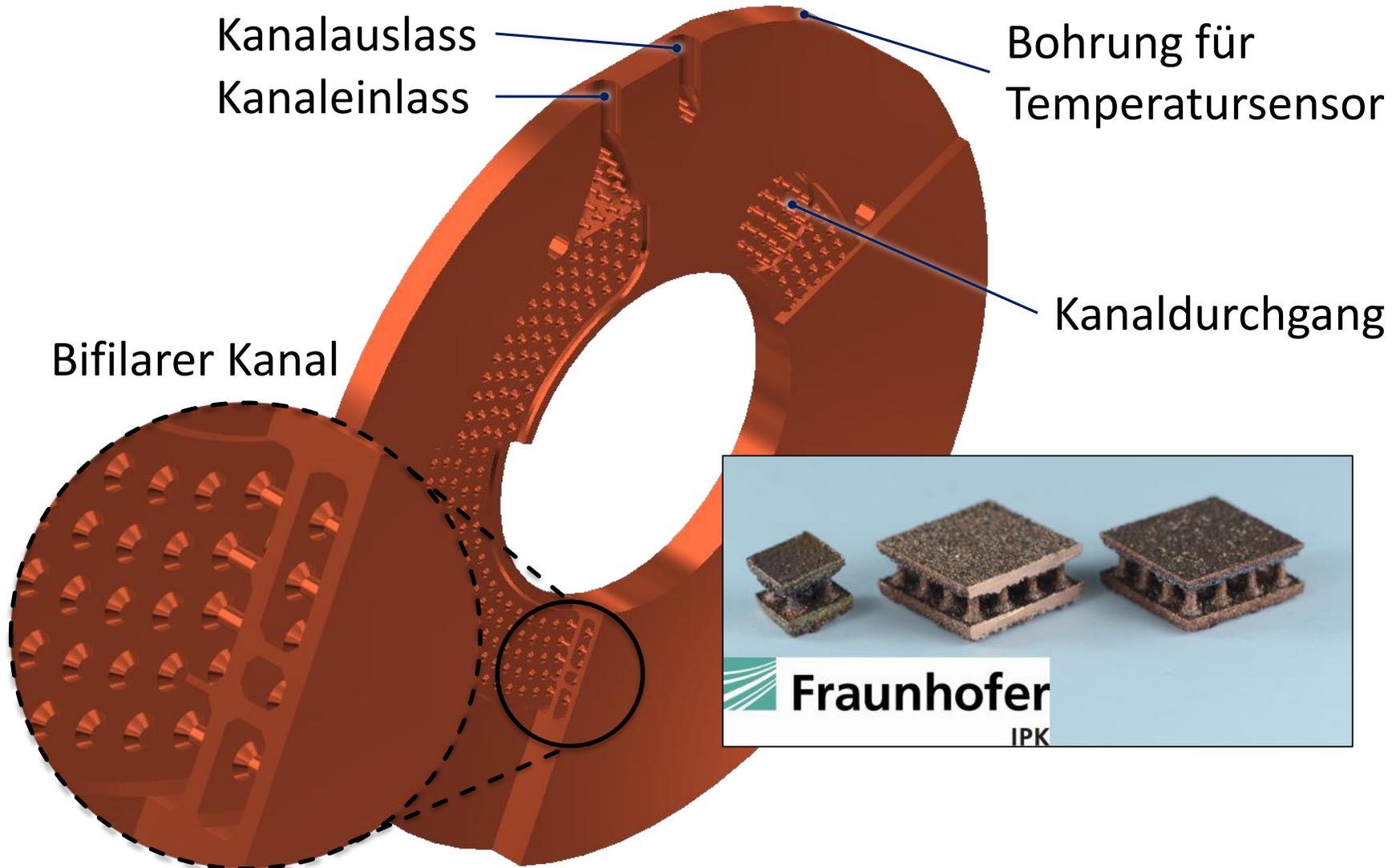
CAD Modell des Probenhalters



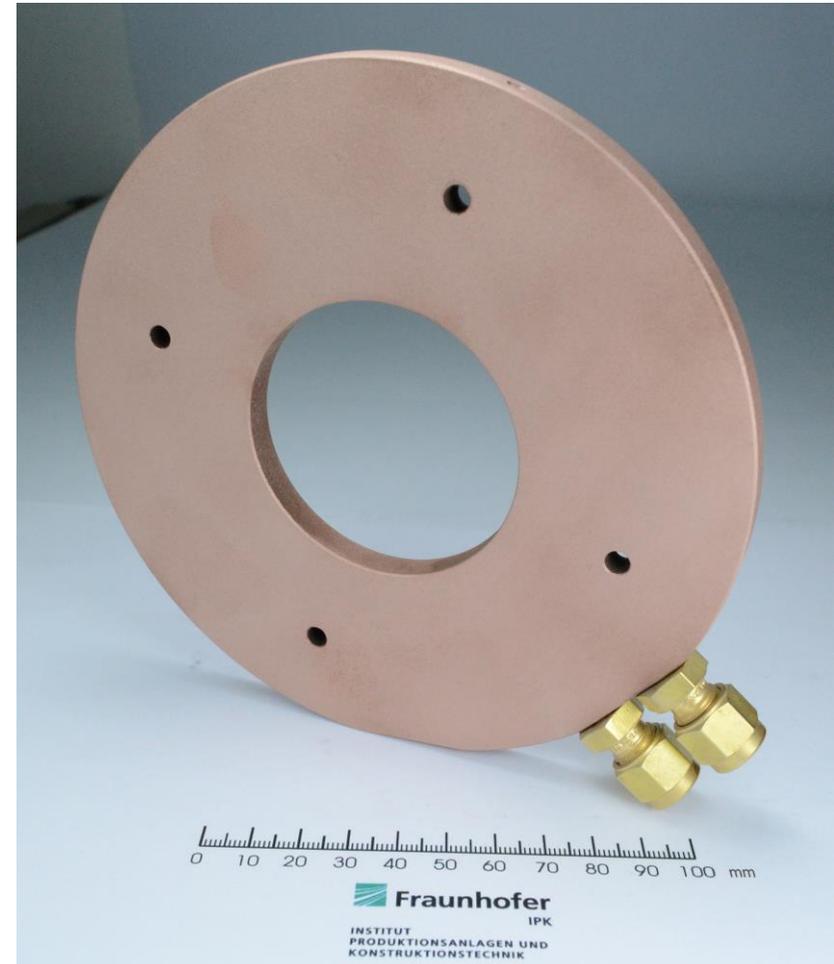
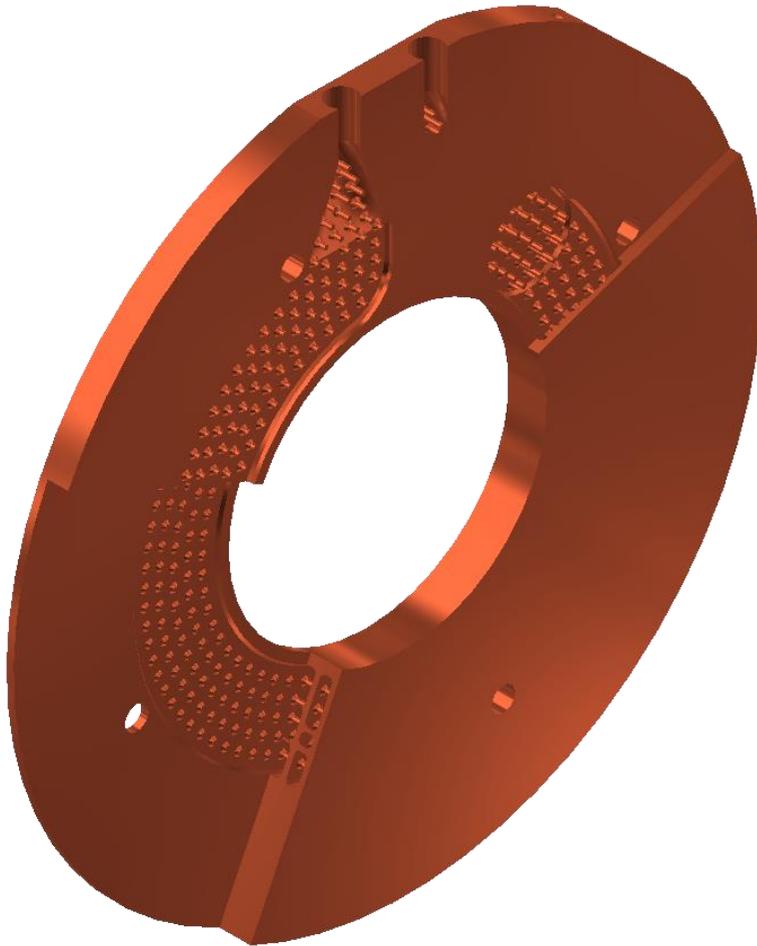
CAD Modell des Probenhalters



Heizplatte im Detail



Heizplatte im Detail



- Erster Ansatz: 1D Strahlungstransport, keine Streuung, einfache Reflexion, bekannte Temperatur:

$$\frac{\partial L}{\partial s} = n^2 \kappa L_p - \kappa L, \quad L_0(\lambda) = (1 - \rho(\lambda)) L_i(\lambda)$$

L – Spektrale Strahldichte

s – Koordinate entlang des Sichtstrahls

κ – Absorptionskoeffizient

n – Brechungsindex

ρ – spektral gerichtete Reflexionsgrad

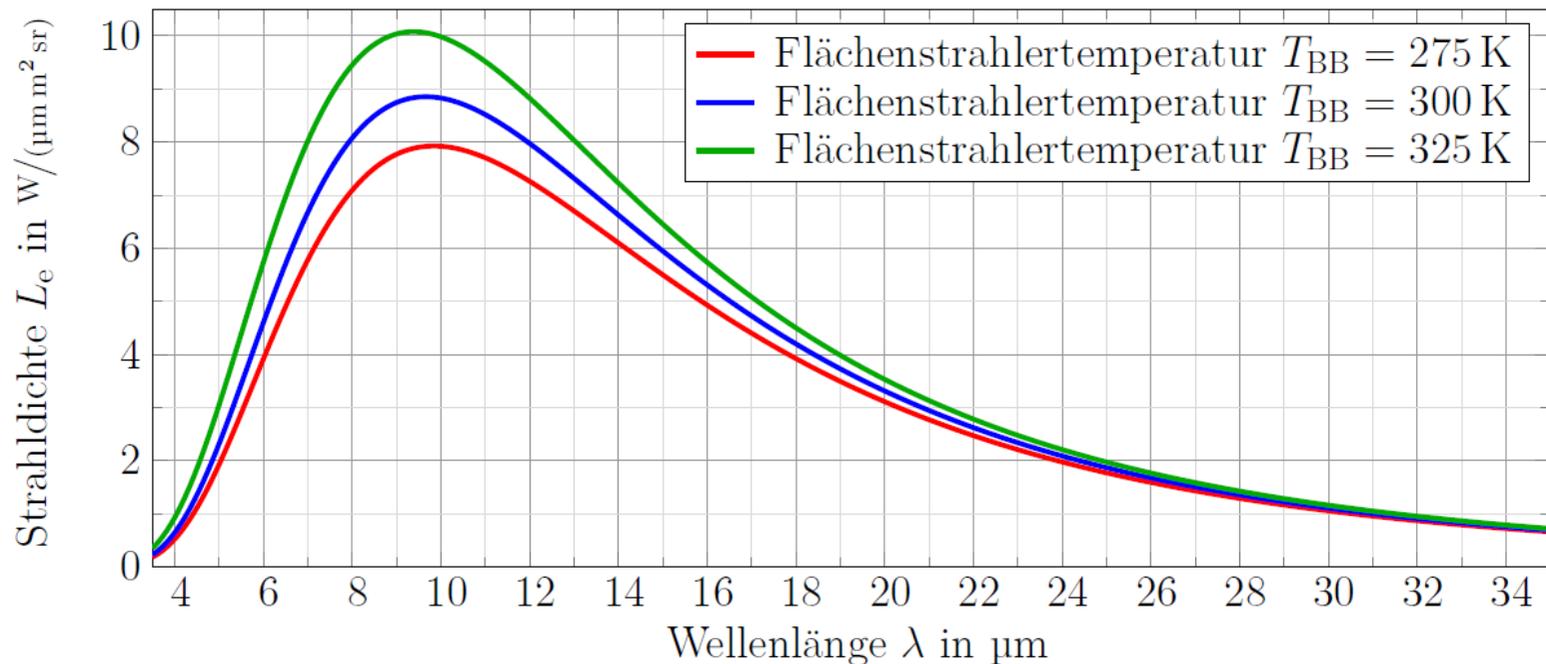
L_i – Einfallende Strahldichte

L_p – PLANCKSche Strahldichte

- Lösung zum Beispiel durch Variation der Konstanten:

$$L(s) = \int_0^s \kappa n^2 L_p(x) e^{\kappa(x-s)} dx + L_0 e^{-\kappa s}, \quad L_e = (1 - \rho)L(d)$$

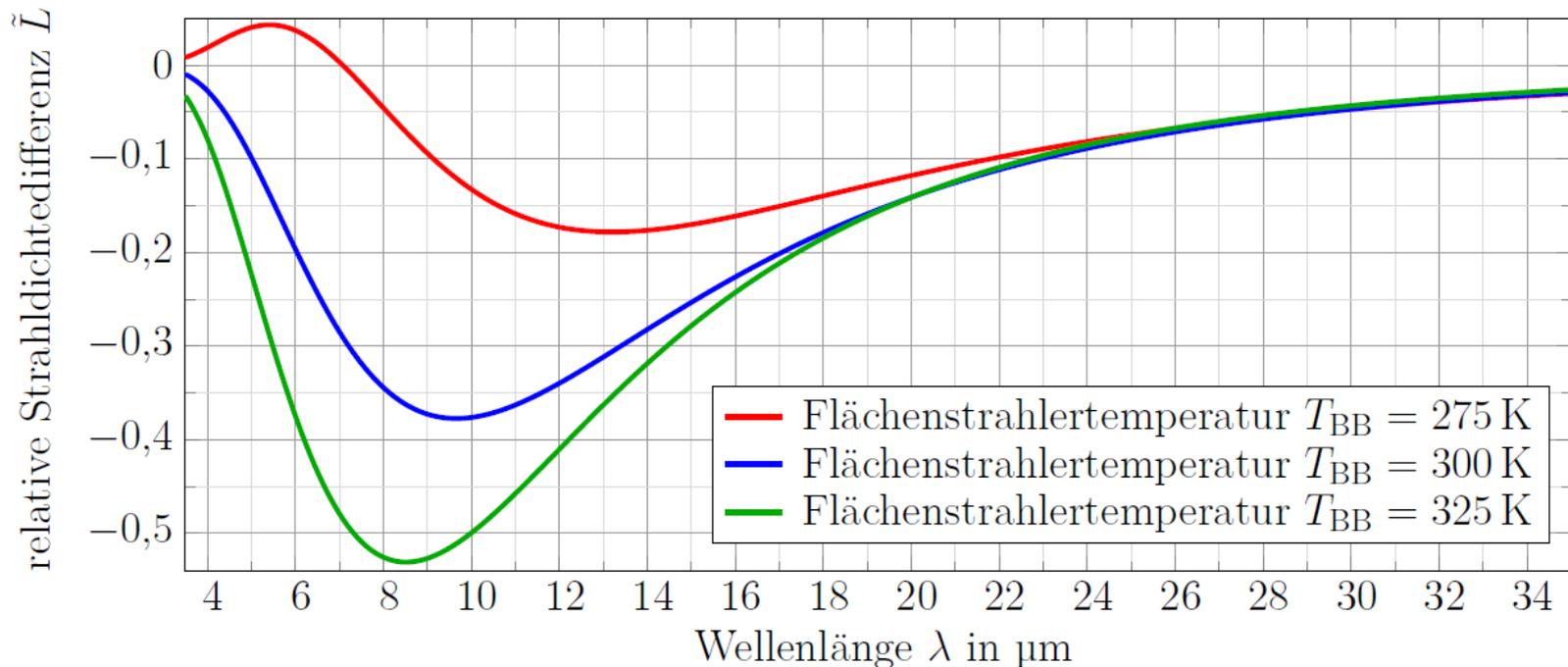
- Beispiel: $\rho = 0,3$, $\kappa d = 1$, Probentemperatur 300 K



- Relative Strahldichtedifferenz des ab- und eingestrahlten Spektrums:

$$\tilde{L} := \frac{L_e - L_0}{\max(L_0)}$$

- Beispiel: $\rho = 0,3$, $\kappa d = 1$, Probertemperatur 300 K



- Erweiterung des Strahlungsmodells: Mehrfachreflexion, Streuung, variabler Einfallswinkel
- Formulierung Algorithmus zur Auswertung
- Fertigstellung des Probenhalters
- Erste Testmessungen im Herbst
- Testmaterial: Teflon



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin**

Abbestrasse 2-12

10587 Berlin

Julian Gieseler

Arbeitsgruppe 7.32 Infrarot-Strahlungsthermometrie

Telefon: +49 30 3481-7735

E-Mail: julian.gieseler@ptb.de

www.ptb.de



