

---

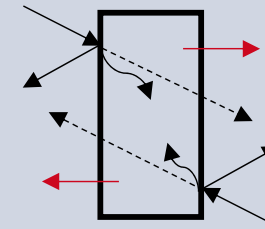
# Wärme- und Stoffübertragung I

## Flächenhelligkeiten

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Kneer  
Dr.-Ing. Dr. rer. pol. Wilko Rohlfs

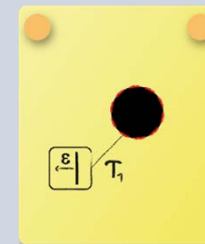
- Flächenhelligkeit

- Verständnis von Flächenhelligkeiten und deren Bedeutung

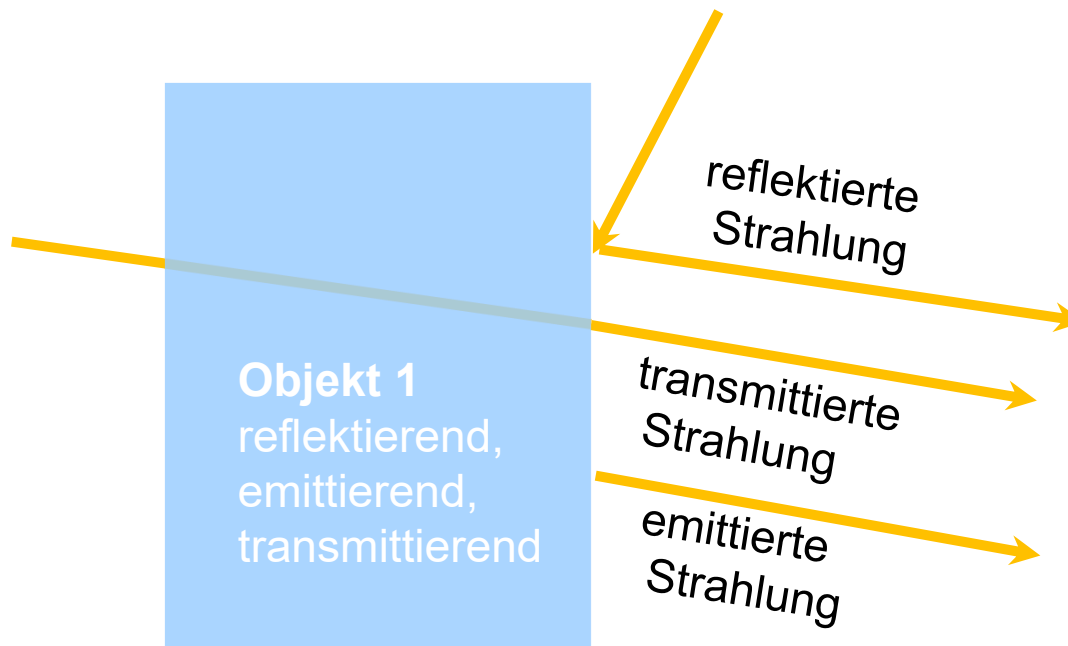


- HeatQuiz

- Erlernen und üben, Flächenhelligkeiten von Körpern und Körpersystemen zu formulieren



# Flächenhelligkeit



## Flächenhelligkeit

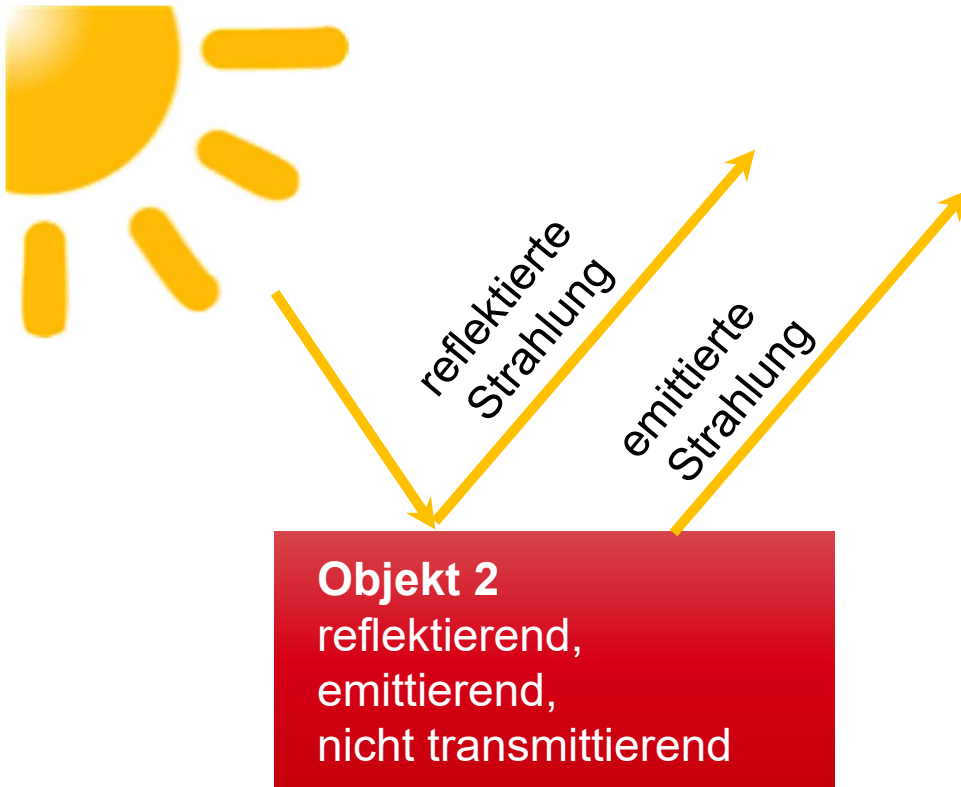
Gesamtstrahlungsfluss einer Fläche:  
Summe aus Reflektion, Transmission und Emission

(Beispiel: Fensterscheibe)

## Flächenhelligkeit **Objekt 1, rechts**

$$\dot{Q}_{1,\text{rechts}} = \text{Emission} + \text{Reflektion} + \text{Transmission}$$

# Flächenhelligkeit



## Flächenhelligkeit

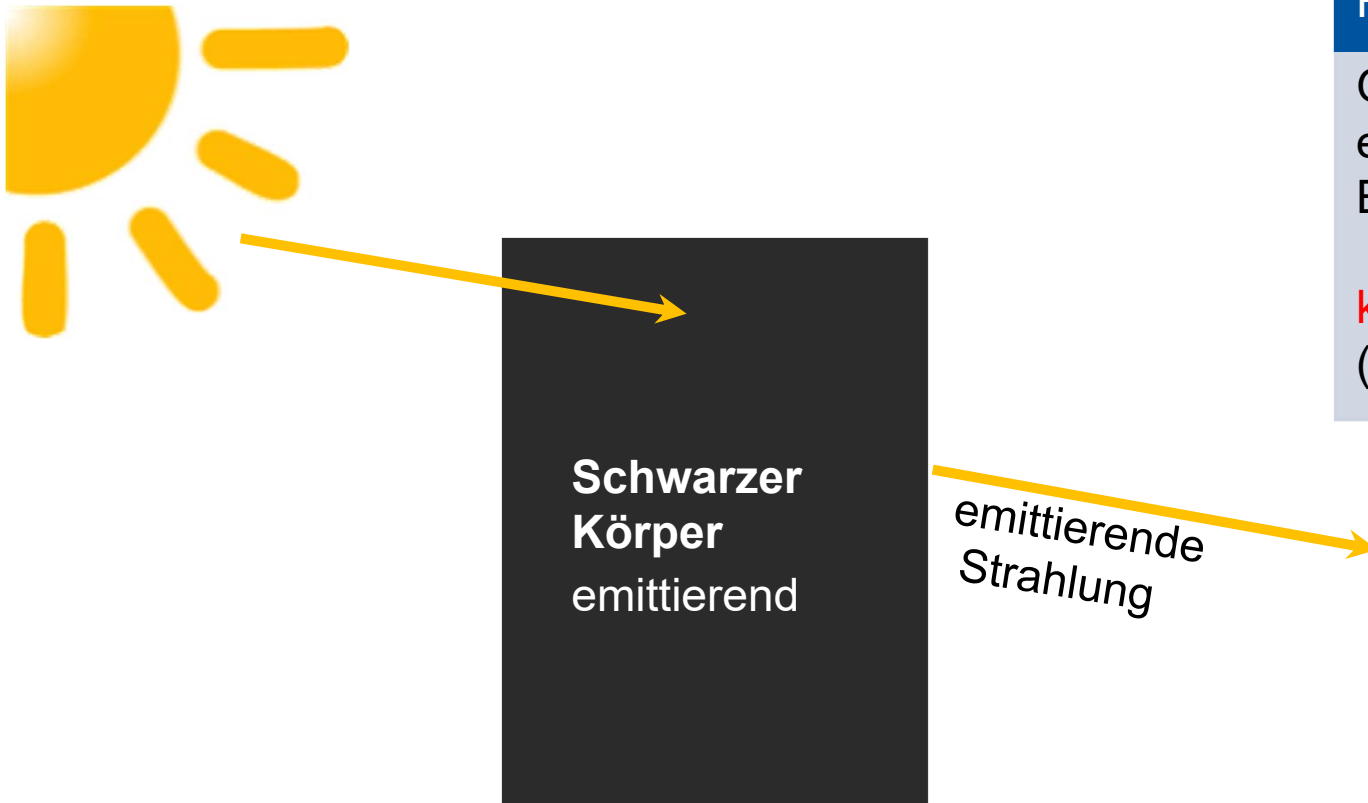
Gesamtstrahlungsfluss  
einer Fläche:  
Hier: Summe aus  
Reflektion und Emission

**keine Transmission**  
(Beispiel: Festkörper aus  
Stahl, Beton etc.)

## Flächenhelligkeit **Objekt 2**

$$\dot{Q}_2 = \text{Emission} + \text{Reflektion}$$

# Flächenhelligkeit



## Flächenhelligkeit:

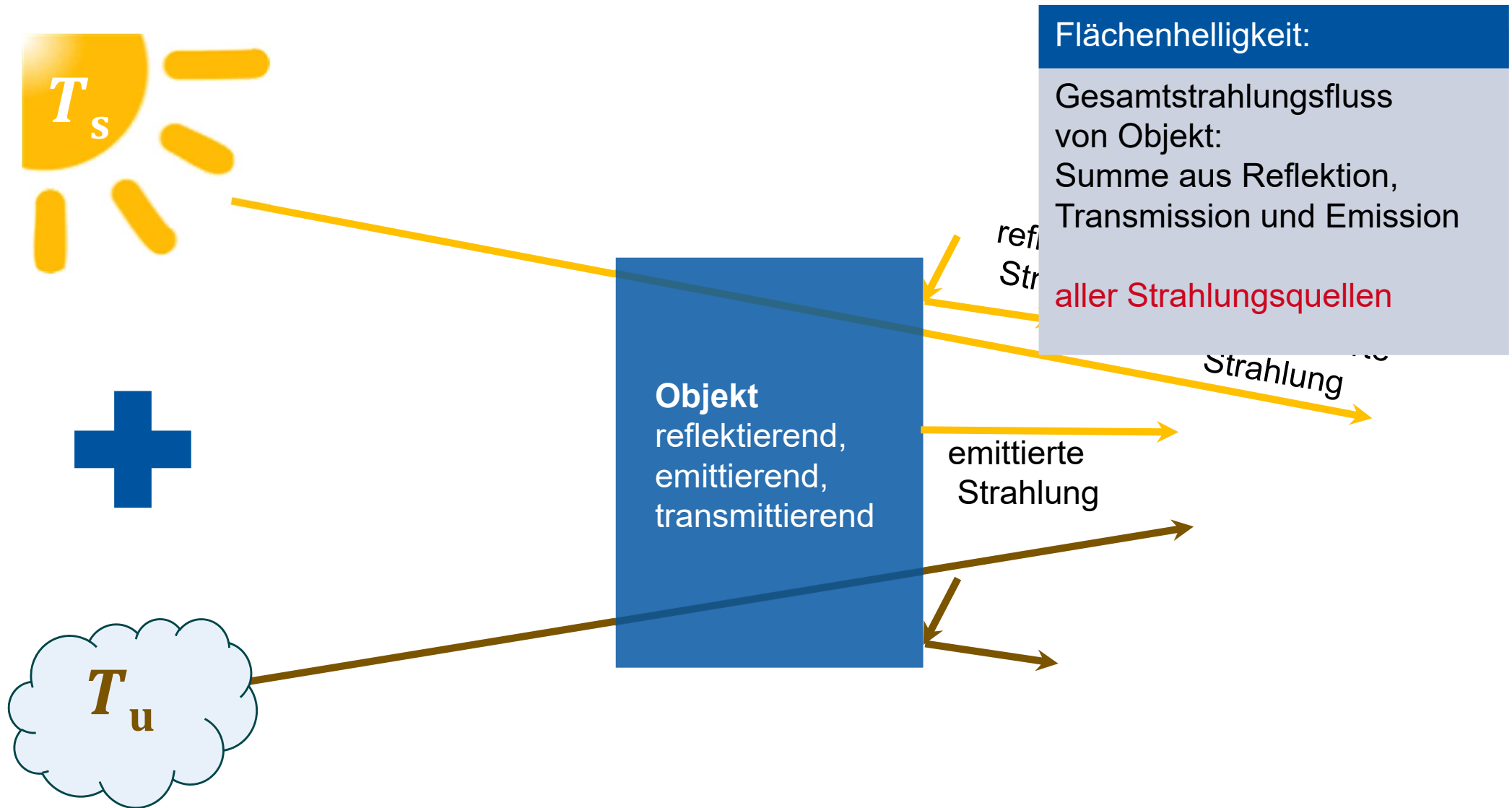
Gesamtstrahlungsfluss  
eines schwarzen Körpers:  
Emission

**keine** Reflexion & Transmission  
(Beispiel: Hohlraum)

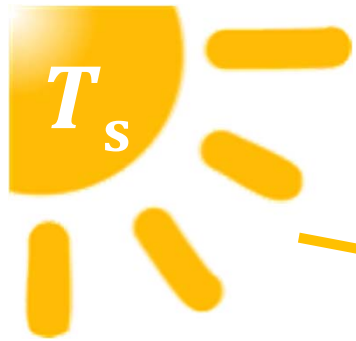
## Flächenhelligkeit **Schwarzer Körper**

$$\dot{Q}_S = \text{Emission}$$

# Flächenhelligkeit mit mehreren Strahlungsquellen



# Flächenhelligkeit mit spektralen Objekteigenschaften

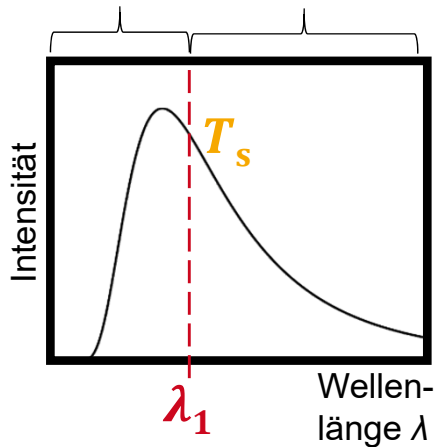


## spektrale Betrachtung

aufteilen der auftreffenden Strahlung in zwei Bereiche

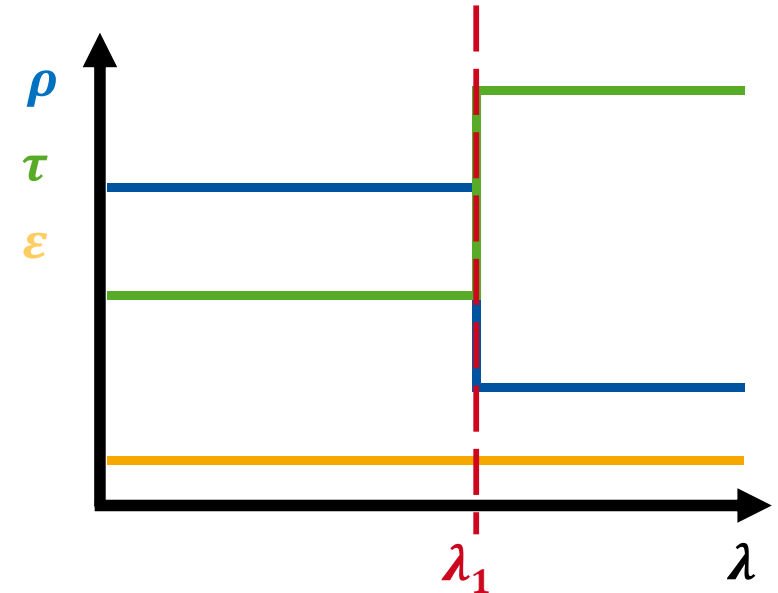
- |    |             |   |             |
|----|-------------|---|-------------|
| I  | 0           | → | $\lambda_1$ |
| II | $\lambda_1$ | → | $\infty$    |

auftreffende Strahlung  
"kurzwellig" "langwellig"

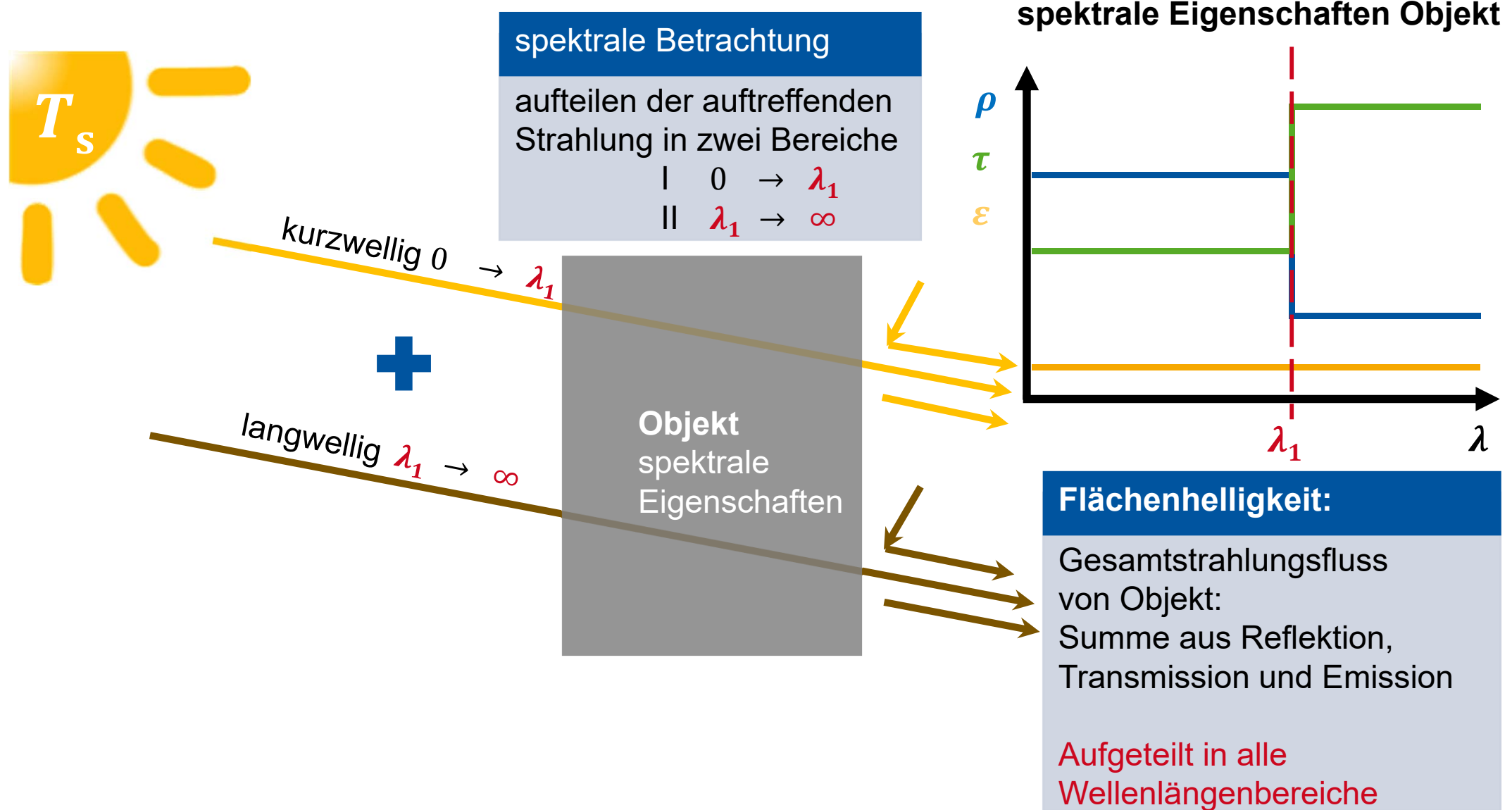


Objekt  
spektrale  
Eigenschaften

## spektrale Eigenschaften Objekt

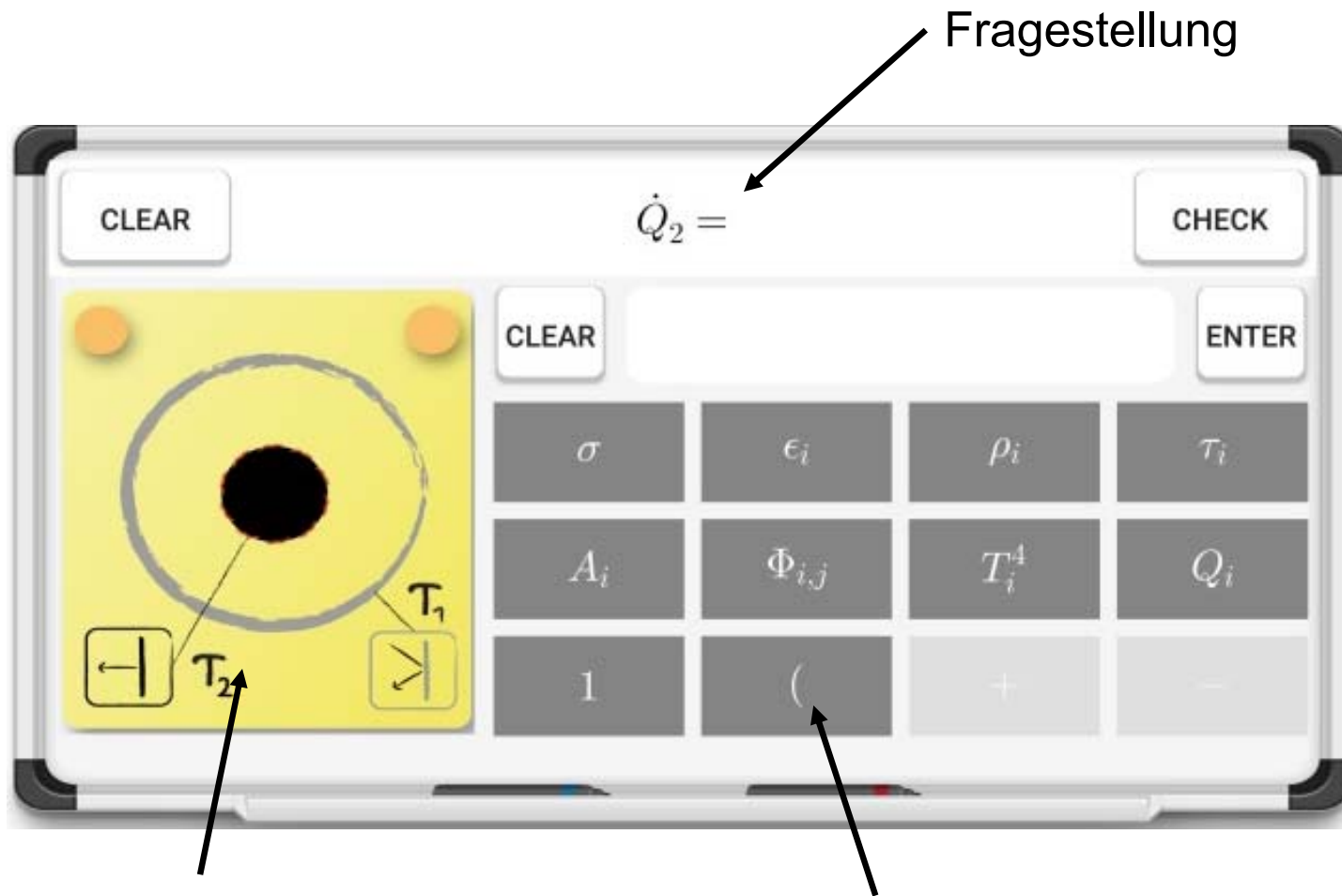


# Flächenhelligkeit mit spektralen Objekteigenschaften





# HeatQuiz: Flächenhelligkeiten

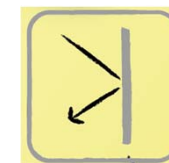


Grafische  
Aufgabenstellung

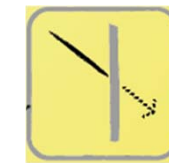
Eingabetastatur



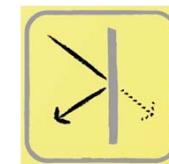
Schwarzer Körper  
(nur Emission)



Grauer Körper  
(Emission & Reflektion)



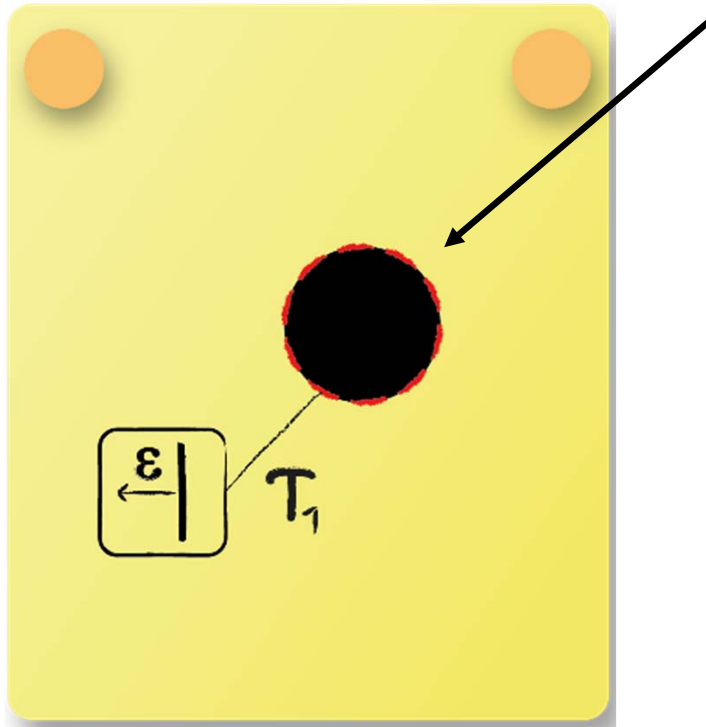
Grauer Körper  
(Emission & Transmission)



Grauer Körper  
(Emission, Reflexion  
& Transmission)

**Jeder Körper mit  $T > 0 \text{ K}$   
emittiert Strahlung!!**

# HeatQuiz: Flächenhelligkeit eines schwarze Körpers



Schwarzer Körper

→ Nur Eigenemission berücksichtigen

$$\dot{Q}_1 = \text{Emission} + \text{Reflektion} + \text{Transmission}$$

Lösung:  $\dot{Q}_1 = A_1 \epsilon_1 \sigma T_1^4$

Oder alternativ, da  $\epsilon_1 = 1$ :

$$\dot{Q}_1 = A_1 \sigma T_1^4$$

# HeatQuiz: Flächenhelligkeit sich umschließender Körper

Grauer Körper

→ Eigenemission und Reflexion sind zu berücksichtigen

$$\dot{Q}_1 = \text{Emission} + \text{Reflexion} + \text{Transmission}$$

Lösung:

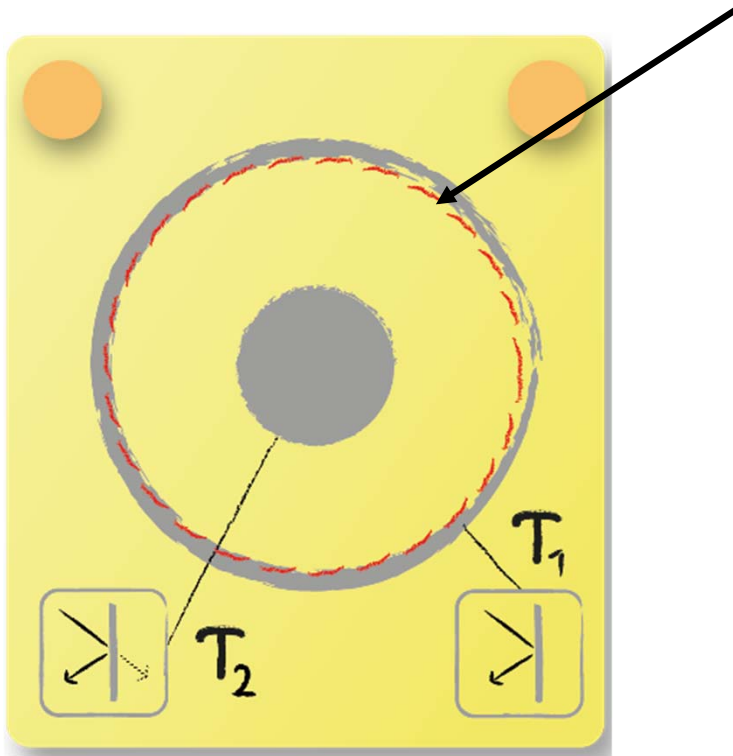
$$\dot{Q}_1 = A_1 \varepsilon_1 \sigma T_1^4 + (\rho_1)(\phi_{11} \dot{Q}_1 + \phi_{21} \dot{Q}_2)$$

$$\dot{Q}_2 = A_2 \varepsilon_2 \sigma T_2^4 + (\rho_2)\phi_{12} \dot{Q}_1 + (\tau_2)\phi_{12} \dot{Q}_1$$

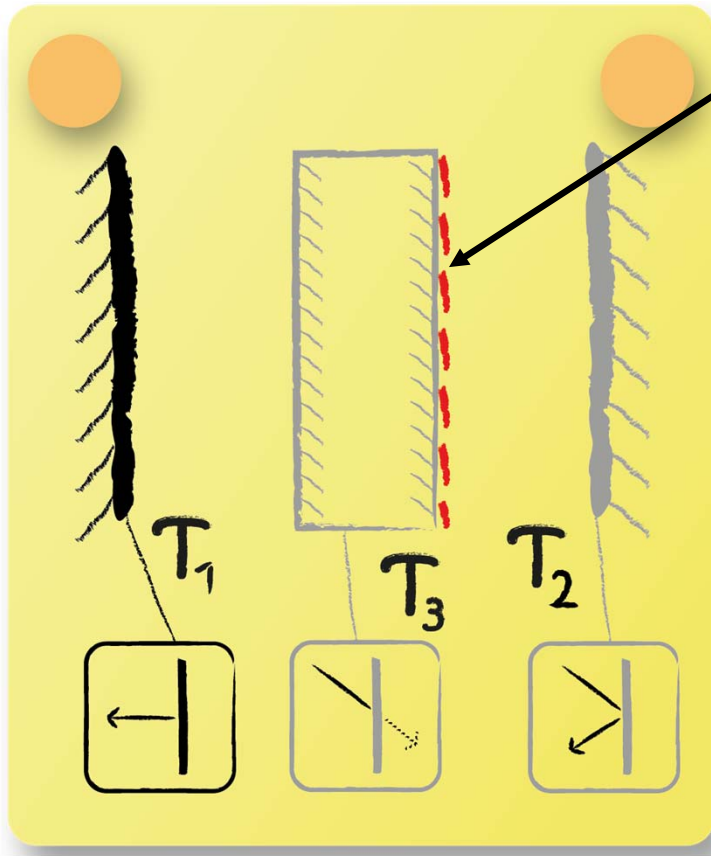
Systematisches aufstellen der Flächenhelligkeit:

Verwenden von Sichtfaktoren:  $\phi_{11}$  (nicht direkt einsetzen)

Implizetes Aufstellen mittels der Flächenhelligkeiten ( $\dot{Q}_1$ ,  $\dot{Q}_2$ )



# HeatQuiz: Flächenhelligkeit eines transparenten Körpers



Grauer Körper

- Eigenemission und Transmission sind zu berücksichtigen
- Hier soll die Flächenhelligkeit der **rechten Körperseite** bestimmt werden

$$\dot{Q}_{3,r} = \text{Emission} + \cancel{\text{Reflektion}} + \text{Transmission}$$

$$\dot{Q}_{3,r} = A_{3,r} \varepsilon_3 \sigma T_3^4 + \cancel{\rho_3 (\phi_{23} \dot{Q}_2)} + \tau_3 (\phi_{13} \dot{Q}_1)$$

$$\rho_3 = 0$$

$$\dot{Q}_1 = A_1 \varepsilon_1 \sigma T_1^4$$

$$\dot{Q}_2 = A_2 \varepsilon_2 \sigma T_2^4 + \rho_2 (\phi_{32} \dot{Q}_{3,r})$$

# Verständnisfragen

---

**Wie kann man Flächenhelligkeiten physikalisch deuten?**

**Welche Prinzipien sollten beim Aufstellen von Flächenhelligkeiten beachtet werden?**