

Messmöglichkeiten im Labor Infrarot-Strahlungsoptik

Infrarot-Strahlung

Die Wärmestrahlung spielt in vielen technischen Bereichen, wie der Bauphysik, bei Verbrennungsprozessen oder bei der thermischen Isolation in der Luft- und Raumfahrt, eine wichtige Rolle.

Am **ZAE Bayern** stehen dafür mehrere Messmöglichkeiten zur Bestimmung der Wärmeabstrahlung von Oberflächen und des Wärmetransports durch Materialien zur Verfügung.

Apparaturen

Mit einer Ulbrichtkugel wird der Reflexions- und Transmissionsgrad einer Probe gemessen (Abb. 1). Der Emissionsgrad bei höheren Temperaturen wird durch die Wärmeabstrahlung einer Probe im Vergleich zu einem schwarzen Strahler ermittelt.

Verwendung findet in beiden Fällen ein Fourier-Transformations-Infrarot-(FTIR)-Spektrometer. Im sichtbaren Spektralbereich wird ein Gitterspektrometer eingesetzt.

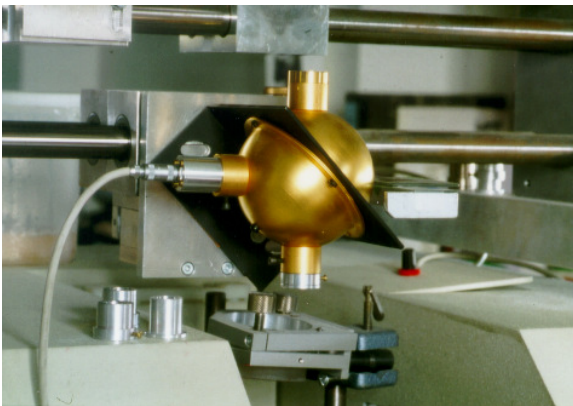


Abb. 1: Ulbrichtkugel mit FTIR-Spektrometer.

Messmöglichkeiten

Es können folgende makroskopische Größen gemessen werden:

- gerichtet-hemisphärischer Transmissionsgrad T_{gh} ,
- gerichtet-gerichteter Transmissionsgrad T_{gg} ,
- gerichtet-hemisphärischer Reflexionsgrad R_{gh} ,
- gerichtet-gerichteter Reflexionsgrad R_{gg} ,
- Emissionsgrad ϵ .

Diese Werte werden spektroskopisch wie folgt erfasst:

Spektrale Größen bei Raumtemperatur		
Messgröße	Wellenlänge	Proben-temperatur
T_{gh} , R_{gh} , ϵ T_{gg} , R_{gg}	0,25 ... 500 μm	20 $^{\circ}\text{C}$

Spektrale Größen in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Abstrahlwinkel		
Messgröße	Wellenlänge	Proben-temperatur
ϵ	2 ... 18 μm	200 ... 800 $^{\circ}\text{C}$

Aus den spektralen Größen werden durch Integration über alle Wellenlängen die integralen Größen berechnet. Auch wenn die spektralen Größen temperaturabhängig sind, können die integralen Größen von der Temperatur abhängen.

Die am **ZAE Bayern** erfassbaren Wellenlängen erstreckt sich vom ultravioletten über den sichtbaren bis hin zum infraroten Spektralbereich. In welchem Wellenlängenbereich tatsächlich gemessen werden sollte, hängt vom späteren Anwendungszweck und der Einsatztemperatur ab.

Auswertung

Aus den oben genannten makroskopischen Größen T_{gh} und R_{gh} können mit Hilfe einer speziellen Lösung der Strahlungstransportgleichung die mikroskopischen Größen, wie Absorption und Streuung, bestimmt werden. Diese sind charakteristisch für das jeweils untersuchte Material.

Weiterhin ermöglicht die Kenntnis der daraus berechenbaren massenspezifischen effektiven Extinktion e^* die Bestimmung der Strahlungs-Wärmeleitfähigkeit und somit die Darstellung des Strahlungs-Wärmetransports durch Materialien. Auch die massenspezifische Absorption a und Streuung s^* lassen sich ermitteln.

Ansprechpartner:

Dr. J. Manara
Tel.: ++49-931/70564-46
e-mail: manara@zae.uni-wuerzburg.de
Dott.-Ing. M. Arduini-Schuster
Tel.: ++49-931/70564-17
e-mail: carla@zae.uni-wuerzburg.de
Fax: ++49-931/70564-60
<http://www.zae-bayern.de>

Measurement Facilities in the Infrared-Optics Laboratory

Infrared Radiation

Radiative transfer is important in many technical applications such as building physics, thermal insulation in the aerospace industry and combustion processes. ZAE Bayern has different measuring devices for determining the energy emitted by a surface and the heat transfer through a material.

Devices

Reflectance and transmittance are measured with an integrating sphere (Fig.1).

The emittance at high temperatures is determined by comparing the energy emitted by the sample and by a black body at the same temperature.

Two Fourier-Transformation-Infrared (FTIR) spectrometers and a diffraction spectrometer cover the spectral range between 0.25 μm and 40 μm , which includes the ultraviolet, visible and infrared regions.

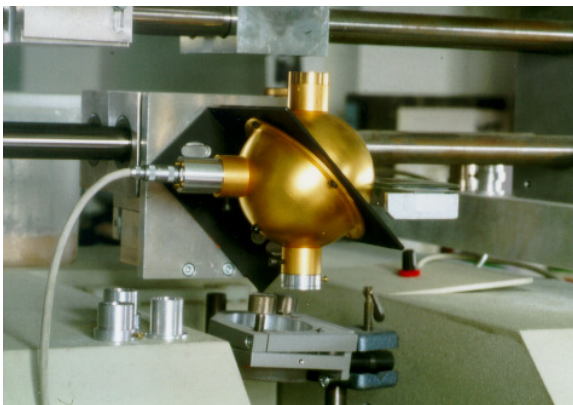


Fig. 1: FTIR spectrometer with integrating sphere.

Measurement Facilities

The devices at ZAE Bayern can measure:

- directional-hemispherical transmittance T_{dh} ,
- directional-directional transmittance T_{dd} ,
- directional-hemispherical reflectance R_{dh} ,
- directional-directional reflectance R_{dd} ,
- emittance ϵ .

The following wavelength ranges and temperatures are covered:

spectral values at room temperature		
value	wavelength	sample temperature
T_{dh}, R_{dh}, ϵ T_{dd}, R_{dd}	0.25 ... 500 μm	20 $^{\circ}\text{C}$

spectral values in dependence on temperature and emission angle		
value	wavelength	sample temperature
ϵ	2 ... 18 μm	200 ... 800 $^{\circ}\text{C}$

The actual spectral region in which measurements are carried out depends on the intended application and operation temperature.

Evaluation

Microscopic values, such as absorption and scattering, can be determined from the above-mentioned macroscopic values T_{dh} and R_{dh} with the aid of a special solution derived from the equation of radiative transfer. Absorption and scattering are characteristic for each material examined.

Furthermore, being able to calculate the mass-specific effective extinction e^* from the above enables the radiative thermal conductivity to be determined, which, in turn, enables the presentation of the radiative thermal transfer through materials. Mass-specific absorption a and scattering s^* can also be determined.

Contact:

Dr. J. Manara
Tel.: ++49-931/70564-46
e-mail: manara@zae.uni-wuerzburg.de
Dott.-Ing. M. Arduini-Schuster
Tel.: ++49-931/70564-17
e-mail: carla@zae.uni-wuerzburg.de
Fax: ++49-931/70564-60
<http://www.zae-bayern.de>