

# Laserflash-Verfahren

## Einleitung

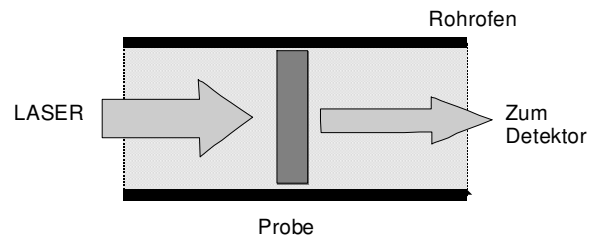
Der instationäre Wärmetransport in Festkörpern wird maßgeblich durch dessen Temperaturleitfähigkeit  $a$  bestimmt. Diese Größe wird direkt durch die Laserflash-Methode erschlossen. Die beim stationären Wärmetransport wichtige Kenngröße der Wärmeleitfähigkeit kann ebenfalls mittels des Laserflash-Verfahrens bestimmt werden. Bei bekannter Wärmekapazität  $c_p$  und Dichte  $\rho$  des Materials lässt sich die Wärmeleitfähigkeit nach  $\lambda = a \rho c_p$  ermitteln.

Die Temperaturleitfähigkeit kann mit dem Laserflash-Verfahren in kurzen Messzeiten und auch bei hohen Temperaturen genau bestimmt werden. Ein weiterer Vorteil liegt in der berührungsfreien Ankopplung sowohl der Heizquelle als auch der Temperatursensoren, wodurch eine aufwendige Präparation der Probe entfällt.

Eine weitere wichtige Anwendung des Laserflash-Verfahrens ist die Bestimmung thermischer Kontaktwiderstände an den Grenzschichten von Verbundmaterialien, z.B. bei Metall-Metall-Verbindungen.

## Messprinzip

Beim Laserflash-Verfahren (Abb. 1) dient die Strahlung eines Lasers als Heizquelle. Die Vorderseite der zu untersuchenden, scheibenförmigen Probe wird mit einem kurzen Laserpuls erwärmt. Die so eingebrachte Wärme verteilt sich nach einiger Zeit über die gesamte Probe und führt zu einer Erwärmung der Probenrückseite, wobei der zeitliche Verlauf durch die Temperaturleitfähigkeit  $a$  bestimmt ist. Diese Erwärmung wird mit einem Infrarot-Detektor gemessen und aufgezeichnet. Die mathematische Analyse des gemessenen zeitlichen Temperaturverlaufs mittels numerischer Modelle liefert anschließend die Temperaturleitfähigkeit  $a$ . Kombiniert mit Messungen der spezifischen Wärmekapazität mittels DDK (Dynamischer Differenz Kalorimetrie) und der Messung der Probendichte ist die Bestimmung der temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeit möglich.



**Abbildung 1:** Prinzipieller Aufbau des Laserflash-Messverfahrens.

## Anwendungen

Die bestehende Apparatur beinhaltet zwei Öfen, welche Messungen zwischen Raumtemperatur und 1500 °C ermöglichen. Messungen sind in Luft, Schutzgas oder Vakuum möglich. Beispiele für bisher untersuchte Materialien sind Siliziumcarbid-Einkristalle, Aluminiumnitrid, keramische Beschichtungen, Gläser, Stähle und Kunststoffe.

## Spezifikation

- Messgröße: Temperaturleitfähigkeit ( $0,5 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$  bis  $200 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ ), thermischer Kontaktwiderstand.
- Temperatur:  $-10 \text{ °C}$  bis  $1500 \text{ °C}$ .
- Atmosphären: 0.01 bis 1000 mbar, mit unterschiedlichen Gasarten.
- Proben: Festkörper, Scheibenförmig, Dicke ca. 1 - 3 mm, Durchmesser: 5 mm und 12,5 mm (für Hochtemperaturmessungen) bzw. 5 - 24 mm im Bereich Raumtemperatur bis  $250 \text{ °C}$ .

### Ansprechpartner:

F. Hemberger  
Tel.: ++49-931/70564-26  
Fax: ++49-931/70564-60  
e-mail: [hemberger@zae.uni-wuerzburg.de](mailto:hemberger@zae.uni-wuerzburg.de)  
<http://www.zae-bayern.de>

### Anschrift:

ZAE Bayern  
Am Hubland  
97074 Würzburg

# Laser-Flash Method

## Introduction

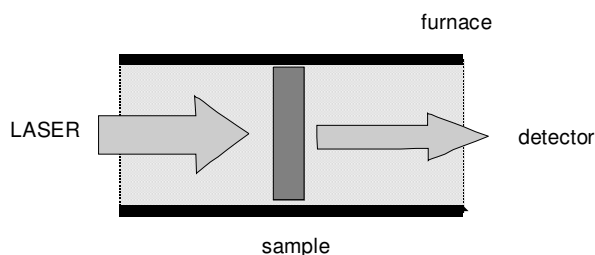
Transient heat transfer in solids is primarily determined by thermal diffusivity  $a$ , which can be directly derived using the laser-flash method. Thermal conductivity, the most important parameter in steady-state heat transfer, can also be determined using the laser-flash method. The thermal conductivity of a material can be calculated according to  $\lambda = a \rho c_p$  if the heat capacity  $c_p$  and density  $\rho$  are known.

Using the laser-flash method, thermal diffusivity can be precisely determined in a short time and even at high temperatures. A further advantage is that samples do not have to be specially prepared due to the non-contact connection of both the heating source and the temperature sensors.

A further significant application of the laser-flash method is determining thermal contact resistance on the boundary layers of composite materials, such as metal-to-metal bonds.

## Principle

With the laser-flash method, a laser beam serves as the heating source (cf. Fig. 1). The front of the disc-shaped sample under investigation is heated with a short laser pulse. The heat introduced in this way spreads over the whole sample also heating the back, whereby the time needed for this process is determined by the thermal diffusivity  $a$ . The heating process is recorded by an infrared detector. The time-temperature curve is mathematically analysed using numeric models to ascertain the thermal diffusivity  $a$ . It is possible to determine the temperature-dependent thermal conductivity by combining specific heat capacity measurements (using differential scanning calorimetry) and measuring the density of the sample.



**Figure 2:** Diagram of the laser-flash method

## Applications

The apparatus has two furnaces which enable measurements between room temperature and 1500 °C. Measurements can be carried out in air, inert gas or a vacuum. Examples of materials investigated to date include silicon carbide mono-crystals, aluminium nitride, ceramic coatings, glass, steel and plastic.

## Specifications

Measurable variables: Thermal diffusivity ( $0.5 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$  to  $200 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ ), thermal contact resistance

Temperature: -10 °C to 1500 °C

Atmosphere: 0.01 to 1000 mbar, with different types of gas

Samples: Disc-shaped solids, thickness approx. 1 - 3 mm, diameter: 5 mm and 12.5 mm (for high-temperature measurements) or 5 - 24 mm in the range between room temperature and 250 °C.

### Contact:

F. Hemberger  
Tel.: ++49-931/70564-26  
Fax: ++49-931/70564-60  
e-mail: [hemberger@zae.uni-wuerzburg.de](mailto:hemberger@zae.uni-wuerzburg.de)  
<http://www.zae-bayern.de>

### Address:

ZAE Bayern  
Am Hubland  
97074 Würzburg  
Germany