

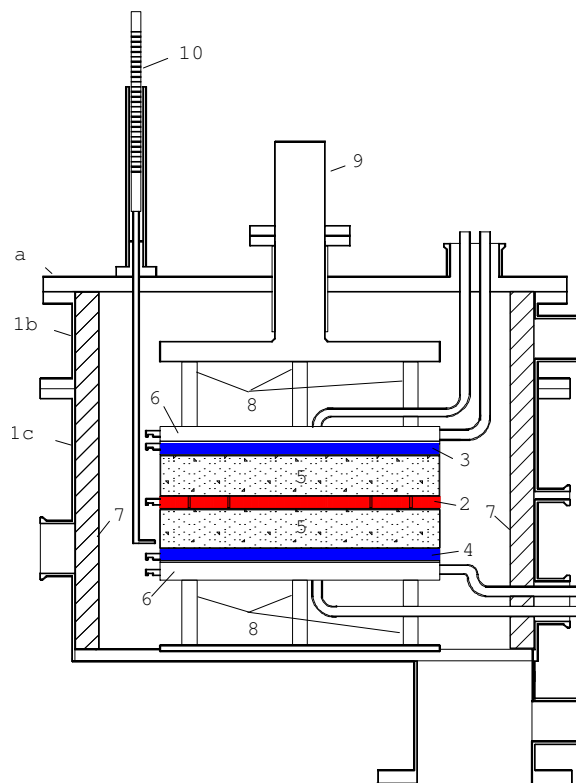
## Evakuierbare Zweiplattenapparaturen zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit zwischen $-200\text{ °C}$ und $800\text{ °C}$

### Einleitung

Zur genauen Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit stehen am ZAE Bayern verschiedene, rechnergesteuerte Zwei-Platten-Apparaturen zur Verfügung. Über einen weiten Parameterbereich der Temperatur, des Gasdrucks, der Gasart und des äußeren Belastungsdrucks wird der Wärmetransport nach einem stationären Verfahren gemessen. Durch gezielte Parametervariationen ist es möglich, die verschiedenen Wärmetransportmechanismen, durch Wärmestrahlung, Wärmeleitung über das Festkörpergerippe und Gaswärmeleitung zu trennen. Deren Analyse und Quantifizierung ist die Voraussetzung einer gezielten Materialentwicklung zur Minimierung des Gesamtwärmetransports. Gegenstand der Untersuchungen sind Fasern, Pulver, Schäume wie auch Foliensysteme.

### Messprinzip

Eine zentrale, kreisförmige Metallplatte wird kontrolliert beheizt. Sie ist zu beiden Seiten von zwei identischen Proben bekannter Dicke umgeben. Die äußeren Seiten der Proben sind an thermisch kontrollierte Wärmesenken angekoppelt. Die Heizleistung wird derart nachgeregelt, dass sich konstante Temperaturen über den Proben einstellen. Die in der Heizplatte eingebrachte elektrische Energie fließt als Wärme symmetrisch durch die beiden Proben ab. Um einen eindimensionalen Wärmefluss zu gewährleisten, ist die zentrale Heizplatte von zwei konzentrischen Schutzringen umgeben, die auf der selben Temperatur gehalten werden wie die zentrale Platte. Ein zusätzliches Korrekturverfahren erlaubt, verbleibende radiale Wärmeströme und Fehler bei der Bestimmung des Temperaturgradienten zu quantifizieren und zu korrigieren. Damit kann über den weiten Einsatzbereich die Gesamtunsicherheit der Messwerte unter 5 % gehalten werden. Da diese Unsicherheit zudem wesentlich in der Bestimmung der Probendicke begründet und damit weitgehend systematischer Natur ist, lassen sich relative Effekte noch präziser bestimmen.



**Abb.1:** Schematischer Aufbau der Zweiplattenapparatur LOLA 4. 1 Vakuummkammer, 2 heiße Platte mit zwei Schutzringen, 3 und 4 kalte Platten, 5 Proben, 6 Wärmesenken, 7 Isolation, 8 Keramikstützen, 9 vakuumdicht geführter Stempel, 10 drei Dickenfühler.

### Spezifikationen

**Messgröße Wärmeleitfähigkeit:** 0.0001 bis 0.1 W/(m·K)  
**Temperaturbereich:**  $-200\text{ °C}$  bis  $800\text{ °C}$   
**interner Gasdruck:**  $10^{-5}$  mbar bis 1000 mbar (unterschiedliche Gase)  
**externer Belastungsdruck:** 0 bis 3 bar bzw. 1.5 bar  
**Emissivität der Oberflächen:** 0.8 bis 0.04  
**Proben (zwei möglichst identische):**  
 Dicke: 1 bis 28 mm  
 Durchmesser: 200 mm bzw. 280 mm

### Ansprechpartner:

S. Vidi  
 Tel.: ++49-931/70564-50  
 Fax: ++49-931/70564-60  
 e-mail: vidi@zae.uni-wuerzburg.de  
<http://www.zae-bayern.de>

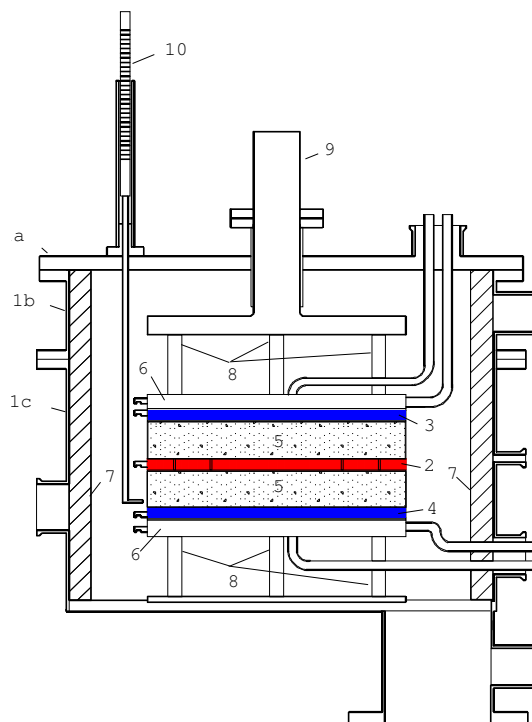
## Two-Plate Vacuum-Capable Apparatuses for Determining Thermal Conductivity between $-200\text{ °C}$ and $800\text{ °C}$

### Introduction

At ZAE Bayern there are various computer-controlled two-plate apparatuses for determining thermal conductivity. Heat transport can be measured in a steady-state procedure over a wide range of parameters - temperature, gas pressure, gas type and external load pressure. By specifically varying the parameters it is possible to separate the different heat transport mechanisms via heat radiation, thermal conduction over the solid skeleton and the gas within possible pores. Analyzing and quantifying these values is the prerequisite for specific material development to minimize total heat transport. Fibers, powders, foams as well as foil systems can be examined using this method.

### Measuring Principle

A circular central metal plate is gradually heated. The plate is enclosed on either side with two identical samples (thickness of samples is known). The outer sides of the samples are coupled to thermally controlled heat sinks. The heating power is regulated in such a way that the temperature difference over the samples is constant. The electrical energy in the hotplate flows symmetrically as heat through the two samples. To ensure a one-dimensional heat flow, the central hotplate is enclosed by two concentric guard rings that are kept at the same temperature as the central plate. An additional correction procedure enables residual radial heat flow and errors made in determining the temperature gradients to be quantified and corrected. This means that the total uncertainty of the values measured can be kept under 5 % over the wide range of applications. Since the uncertainty mostly comes from determining the thickness of the sample and is therefore of a systematic nature, relative effects can be determined even more precisely.



**Fig. 1:** Diagram of the two-plate apparatus LOLA 4. 1 vacuum chamber, 2 hotplate with two guard rings, 3 and 4 cold plates, 5 samples, 6 heat sinks, 7 insulation, 8 ceramic supports, 9 vacuum-tight guided stamp, 10 three thickness sensors.

### Specifications

Measurable variable thermal conductivity:  $0.0001$  to  $0.1\text{ W/(m·K)}$

temperature range:	$-200\text{ °C}$ to $800\text{ °C}$
internal gas pressure:	$10^{-5}$ mbar to 1000 mbar (different gases)
external load pressure:	0 to 3 bar (1.5 bar)
emittance of the surfaces:	0.8 to 0.04
sample sizes (two identical):	
thickness:	1 to 28 mm
diameter:	200 mm or 280 mm

#### Contact:

S. Vidi  
Tel.: ++49-931/70564-50  
Fax: ++49-931/70564-60  
e-mail: vidi@zae.uni-wuerzburg.de  
<http://www.zae-bayern.de>