

# Hitzdraht-Methode

## Einleitung

Die zur Messung der Wärmeleitfähigkeit angewendeten stationären Messverfahren führen oft zu langen Messzeiten. Der Vorteil der Hitzdraht-Methode liegt bei den üblichen Messbedingungen in der kurzen Messzeit und dem großen Anwendungsbereich. Mit dem Hitzdraht-Verfahren können Pulver, Festkörper, Flüssigkeiten und Gase unter den unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen vermessen werden. Benötigt werden dabei relativ nur geringe Probenmengen.

## Messprinzip

Beim dynamischen Hitzdraht-Verfahren wird in die zu untersuchende Probe ein dünner Draht eingebettet, der gleichzeitig als Heizelement und Temperatursensor dient. Während des Experiments beheizt eine elektrische Konstant-Leistungsquelle den Draht. Die zeitliche Entwicklung des sich am Ort des Hitzdrahtes ergebenden Temperaturanstiegs lässt sich anhand dessen Widerstands erfassen. Der Temperaturhub hängt dabei im wesentlichen von der Wärmeleitfähigkeit der Probe ab. Die Anpassung einer analytischen Lösung unter Berücksichtigung eines thermischen Kontaktwiderstandes zwischen Probe und Draht sowie axialer Wärmeverluste an die zeitliche Temperaturentwicklung liefert die gesuchte Wärmeleitfähigkeit.

## Anwendungen

Für unterschiedliche Anforderungen stehen drei Hitzdraht-Apparaturen zur Verfügung, die sich im wesentlichen durch ihren Temperatureinsatzbereich unterscheiden. Dieser reicht von -40 °C bis zu 1600 °C, z.T. auch unter Schutzgasatmosphäre. In gewissem Umfang ist außerdem der Gasdruck, sowie der externe Belastungsdruck variierbar.

Bisherige Untersuchungen dienten u.a. der Optimierung von Hochtemperatur-Dämmstoffen, die beispielsweise in der Raumfahrt zum Einsatz kommen. Besonders geeignet erwies sich das Hitzdraht-Verfahren auch zur thermischen Charakterisierung von Pulvern, die zum Beispiel in Vakuumisolationspanneelen Einsatz finden.

## Spezifikation

Messgröße:	Wärmeleitfähigkeit im Bereich von $10^{-4} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ bis $2 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
Temperaturbereich:	-40 °C bis 1600 °C
Atmosphäre:	$10^{-6}$ hPa bis 1000 hPa, verschiedene Gase (Stickstoff, Argon, Helium, Luft)
Externer Belastungsdruck:	0 MPa bis 0,1 MPa
Relative Feuchte:	10 % bis 98 % im Temperaturbereich von 10 °C bis 95 °C
Proben:	Pulver, Flüssigkeiten, Gase, Festkörper der Länge ca. 100 mm, Durchmesser ca. 40 mm (oder äquivalente rechteckige Querschnitte)

### 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

# Hot-Wire Method

## Introduction

Steady-state methods of measuring thermal conductivity often result in long measuring times. The advantages of the hot-wire method are the short measuring times and wide range of applications under the usual measuring conditions. Powders, solids, liquids and gases can be measured under the most diverse ambient conditions using the hot-wire method. Only relatively small samples are required.

## Measurement principle

A thin wire is embedded into the sample to be investigated, simultaneously serving as a heating element and a temperature sensor. During the experiment, the wire is heated with a constant electrical power source. The temporal development of the increase in temperature at the hot wire is calculated from the resistance of the wire. This temperature increase is primarily dependent on the thermal conductivity of the sample.

The thermal conductivity is determined by taking the thermal contact resistance between sample and wire as well as axial heat losses to the temporal temperature development into consideration.

## Application

ZAE Bayern has three hot-wire apparatuses designed for varying demands, which in essence differ in their range of operating temperatures. The total temperature range of all three apparatuses is -40 °C to 1600 °C, partially under a protective gas atmosphere. The gas pressure and external load can also be varied to a certain degree. Investigations to date have served, for instance, to optimize high-temperature insulation materials for use in space. The hot-wire procedure has also proved particularly suitable to thermally characterize powders used, for example, in vacuum insulation panels.

## Specifications

Measurable variable: thermal conductivity in the range between  $10^{-4} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  and  $2 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

Temperature range: -40 °C to 1600 °C

Atmosphere:  $10^{-6}$  hPa to 1000 hPa, different gases (nitrogen, argon, helium, air)

External load: 0 MPa to 0.1 MPa

Relative humidity: 10 % to 98 % within the temperature range between 10 °C and 95 °C

Samples: powders, liquids, gases, solids (approx. 100 mm long, diameter approx. 40 mm, or equivalent rectangular cross-sections)

### 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