

## THB - Neuartiges Messverfahren zur Bestimmung von:

- ⇒ **Wärmeleitfähigkeit**
- ⇒ **Temperaturleitfähigkeit**
- ⇒ **spezifischer Wärmekapazität**

Thermophysikalische Eigenschaften von Stoffen gehören zu den grundlegenden Charakteristiken. Wärme- und Temperaturleitfähigkeit sowie die spezifische Wärmekapazität sind von großem Interesse bei der Entwicklung von neuartigen Stoffen, in der Qualitätskontrolle, in der Produktion und zur Überwachung der Herstellungsprozesse. Hierfür sind schnelle und leicht anzuwendende Messverfahren von Vorteil. Die Messung sollte in wenigen Minuten, präzise und ohne großen Präparationsaufwand durch jeden Anwender durchzuführen sein. Das System darf in der Anschaffung sowie im Unterhalt nicht kostenintensiv sein. Diese neuartige Messmethode bietet einen echten Vorteil bei der präzisen Messung und Überwachung der Produkt- und Produktionsqualität.

**Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ )** eines Festkörpers, einer Flüssigkeit oder eines Gases ist sein Vermögen, thermische Energie mittels Wärmeleitung in Form von Wärme zu transportieren. Die Wärmeleitfähigkeit in  $W/(m \cdot K)$  ist eine temperaturabhängige Materialkonstante.

**Temperaturleitfähigkeit ( $a$ )** in  $m^2/s$ , ist eine Materialeigenschaft, die zur Beschreibung der zeitlichen Veränderung der räumlichen Verteilung der Temperatur durch Wärmeleitung als Folge eines Temperaturgefälles dient. Oder anders gesagt: Temperaturleitfähigkeit ist die Geschwindigkeit, mit der sich die Erwärmung durch den Stoff ausbreitet.

**Spezifische Wärmekapazität ( $c$ )** eines Stoffes ist eine physikalische Eigenschaft und bezeichnet die auf die Masse bezogene Wärmekapazität. Die spezifische Wärmekapazität in  $J/(kg \cdot K)$  gibt an, welche Wärmemenge einem Stoff pro Masseneinheit zugeführt werden muss, um seine Temperatur um ein Kelvin zu erhöhen.

## Vorteile dieser Messmethode

- ⇒ **schnelle Messung – typisch nur 1 Minute**
- ⇒ **sehr genaue Messergebnisse**
- ⇒ **sehr geringer Präparationsaufwand**
- ⇒ **einfache und schnelle Bedienung**
- ⇒ **kein Fachpersonal notwendig**
- ⇒ **geführter Messablauf**
- ⇒ **Fehler ausgeschlossen**

## Technische Beschreibung

Die neuartige Messmethode „Transient Hot Bridge“ (THB) bietet im Vergleich mit den bisher bekannten Verfahren sehr viele Vorteile. Sie ist präzise, schnell, leicht in der Anwendung und auch für den Einsatz in Produktionsumgebung geeignet.

Der hierfür eingesetzte THB-Sensor ist elektrisch gesehen eine Brückenschaltung. Er ermöglicht eine sehr genaue und schnelle Messung. Diese Technologie und die daraus entwickelte Messmethode gewährleisten die Messung folgender thermophysikalischen Materialeigenschaften:

- ⇒ **Wärmeleitfähigkeit**
- ⇒ **Temperaturleitfähigkeit**
- ⇒ **Vol. Spez. Wärmekapazität**

Die Brückenschaltung ist eingebettet in einen Heizfoliensensor, der aus einem besonders temperaturstabilen Folienmaterial sowie einer speziellen Leiterbahn ist der Sensor je nach Anwendung zwischen zwei Proben oder im Material in Position gebracht, wird diesem ein definierter Strom zugeführt. Das Aufheizen der Widerstände der Brückenschaltung, die vom Messgut abgeführte Wärme sowie die Zeit werden für die Messung und Auswertung herangezogen. Mittels spezieller Algorithmen werden die thermo-physikalischen Materialeigenschaften WLF und TLF sowie daraus die SWK berechnet und am Bildschirm in Zahlenwerten und als Grafik angezeigt.

### Hauptkomponenten des THB-Messsystems:

- ⇒ Heizfoliensensor mit speziellem Leiterbahn-Design
- ⇒ Messgerät mit Konstant-Stromquelle, Bediener- sowie Auswertesoftware

The screenshot shows the THB software interface with the following details:

- Sensor auswählen:** Pausch 22 - 02
- Materialtyp auswählen:** \* nicht gelistetes Material \*
- Messung Name [ENTER]:** PMMA
- Material:** (empty)
- Aufbau:** (empty)
- Anzahl Messungen:** 50 (gespeichert), 20...100 (empfohlen)
- Messstrom [mA]:** 53 (empfohlen 51)
- Messdauer [s]:** 45 (empfohlen 56)
- Probentemperatur [°C]:** 24.51
- Temperatur bei Messung [°C]:** 27.1
- WLF [W/(m²K)]:** 0.198 ±2.6%
- TLF [mm²/s]:** 0.129 ±5.4%
- SWK [kJ/(dm²K)]:** 1.536 ±6.0%

The graph shows a linear relationship between voltage  $U$  [V] and time  $t$  [s]. A red dot indicates the current measurement point.

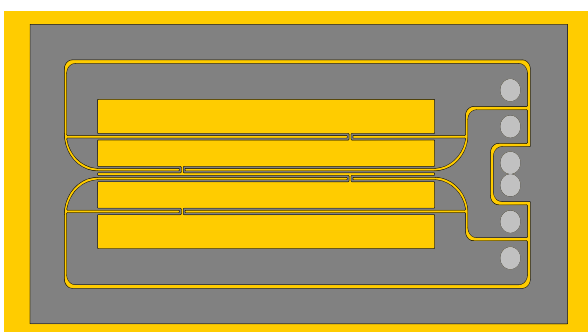
**Ergebnis** window:

- WLF = 0,198** W/(m²K) ±2.6 %
- TLF = 0,129** mm²/s ±5.4 %
- SWK = 1,536** kJ/(dm²K) ±6.0 %
- bei  $T_{probe} = 27,1$  °C

Table of data sets:

Name	Messzeit	WLF	TLF	SWK
Test	08.03.2011 10:33:04	0,225	0,153	1,476
Test groß	08.03.2011 11:59:08	0,203	0,289	0,703
Test groß	08.03.2011 12:10:01	0,218	0,267	0,818
PMMA	09.03.2011 12:02:23	0,197	0,151	1,303
	16.03.2011 10:20:39	0,203	0,109	1,868
	23.03.2011 10:37:20	0,198	0,120	1,644
	23.03.2011 10:42:08	0,197	0,133	1,484
	23.03.2011 10:54:07	0,199	0,121	1,644

Bediener- und Auswertesoftware THB-10, Datenexport in Excel



Heizfoliensensor mit Brückenschaltung



Systemkomponenten: Auswerteeinheit, Konstantstromquelle mit Messfunktion, Heizfoliensensor

## Wirtschaftliche Bedeutung

Umweltschutz ist in der heutigen Zeit eine besondere Herausforderung. Mit optimierten Materialien in vielen Einsatzgebieten können ressourcenschonende Lösungen wie auch energieeffiziente Produkte hergestellt werden.

Um diese Ziele zu erreichen ist ein Messverfahren notwendig, das die Bestimmung der thermischen Transporteigenschaften von Stoffen mit hoher Messgenauigkeit ermöglicht. Der Vorteil der THB-Methode liegt darin, dass sie einfach zu handhaben ist, schnelle Messergebnisse liefert und dabei genauer ist als bisherige vergleichbare Systeme. Sie ist robust in der Anwendung und kann auch in der Produktionsumgebung eingesetzt werden.

Bisher bekannte Messverfahren am Markt benötigen besonders geschultes Fachpersonal zur Bedienung der Systeme, Auswertung und Interpretation der Messergebnisse. Außerdem erfordern diese Verfahren eine Messzeit im Stundenbereich, mitunter bis zu 8 Stunden für eine Messung.

### Vorteile der THB-Messmethode:

- ⇒ sehr schnelle Messungen
- ⇒ Messergebnis-Ausgabe mit der optimal benötigten Messstromstärke und Messdauer für genaue Ergebnisse
- ⇒ Angabe und Dokumentation der Messunsicherheit für jede Messung
- ⇒ automatische Erkennung von Fehlbedienung mit Warnung und Hinweis
- ⇒ Erfassung von Temperaturdrift vor und nach der Messung
- ⇒ geführte Menüsteuerung Schritt für Schritt - Ausschluss von Fehlmessungen
- ⇒ Anwendungsspektrum für feste und flüssige Materialien
- ⇒ anwendbar für Produkte aus den Bereichen: Baustoffe, Kunststoffe, Pharma, Metalle und Legierungen, Mikrotechnologie, Keramik, Boden-, Forst- und Landwirtschaft, Mineralogie u. v. a.

## Technische Daten

<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	0,05 bis 50 W/(m·K)
Messunsicherheit	bis zu 5%*
Reproduzierbarkeit	besser 0,5%
<b>Temperaturleitfähigkeit</b>	0,05 bis 5 mm <sup>2</sup> /s
Messunsicherheit	bis zu 6%*
Reproduzierbarkeit	besser 1,5%
<b>Vol. spez. Wärmekap.</b> (berechnet aus WLF & TLF)	besser als 1,5% in J/(kg·K)
<b>Temperaturbereich</b>	-40 bis 180 °C
<b>Messzeit</b>	30 Sekunden (typisch 1 Minute)*
<b>Schnittstellen</b>	USB 2, Ethernet, RS232, IEEE 488
<b>Messgerät entspricht:</b>	
<b>bei Sicherheit</b>	Conforms to European Union Directive 73/23/EEC, EN 61010-1, and UL 61010-1.
<b>bei EMC</b>	Conforms to European Union Directive 89/336/EEC, EN 61326-1.

\* von Sensoren und Proben abhängig,  
berechnet nach ISO-GUM mit k=2

### Kontaktieren Sie uns:

#### Pausch Messtechnik GmbH

Nordstraße 53  
D-42781 Haan

☎ +49 (2129) 9396-0  
☎ +49 (2129) 9396-10  
✉ info@pausch.com

[www.pausch.com](http://www.pausch.com)