

NETZSCH

Proven Excellence.



Guarded Hot Plate GHP 456 *Titan*[®] und GHP 456 *HT Titan*[®]

Methode, Technik, Applikationen

Analyzing & Testing



GHP 456 Titan[®]

Guarded Hot Plate

Die absolute Methode im Bereich Isolationsprüfung

Isolationswerkstoffe gewinnen bei vielen Anwendungen wie der Gebäudedämmung immer mehr an Bedeutung. Eine verbesserte Isolierung reduziert den Energieverbrauch und somit auch die Heizkosten für jeden einzelnen Haushalt oder Industriebetrieb.

- Wie leistungsfähig ist ein Isolationsmaterial?
- Wie lassen sich Kryotanks optimal isolieren?
- Kann eine kryogene Isolierung den Wärmeaustausch zuverlässig verhindern?
- Was ist die optimale Isolierung für den Betrieb von Öfen unter unterschiedlichen Temperatur-, Gas- oder Druckbedingungen?
- Ist die Wärmeleitfähigkeit niedrig genug, um Kältebrücken zu vermeiden?

Die Beantwortung solcher Fragen setzt einen vielseitigen, zuverlässigen und einfach zu bedienenden Wärmeleitfähigkeitstester voraus.

Die GHP 456 Titan[®] ist das ideale Werkzeug für Forscher und Wissenschaftler im Bereich Isolationsprüfung. Basierend auf der bekannten und standardisierten Plattenmethode („Guarded Hot Plate“, z. B. ISO 8302, ASTM C177 oder DIN EN 12667) bietet das System optimale Performance über einen extrem weiten Temperaturbereich.

Das GHP-Prinzip basiert auf einer absoluten Messmethode und erfordert daher keine Kalibrierstandards. Durch Kombination modernster Technologie und höchster Qualitätsstandards hat NETZSCH ein robustes und anwenderfreundliches Gerät entwickelt, das sich durch hohe Genauigkeit und beispiellose Zuverlässigkeit über einen weiten Temperaturbereich auszeichnet.

Funktionsprinzip

Die heiße Platte und der Schutzring befinden sich zwischen zwei Proben desselben Materials mit ungefähr gleicher Dicke d .

Oberhalb und unterhalb der Proben sind die beiden kalten Platten angebracht. Alle Plattentemperaturen werden so geregelt, dass zwischen der heißen und den kalten Platten über die Probendicke ein definierter, vom Anwender wählbarer Temperaturunterschied ΔT erzeugt wird. Der Schutzring wird exakt auf Temperatur der heißen Platte gehalten, um seitliche Wärmeverluste zu minimieren.

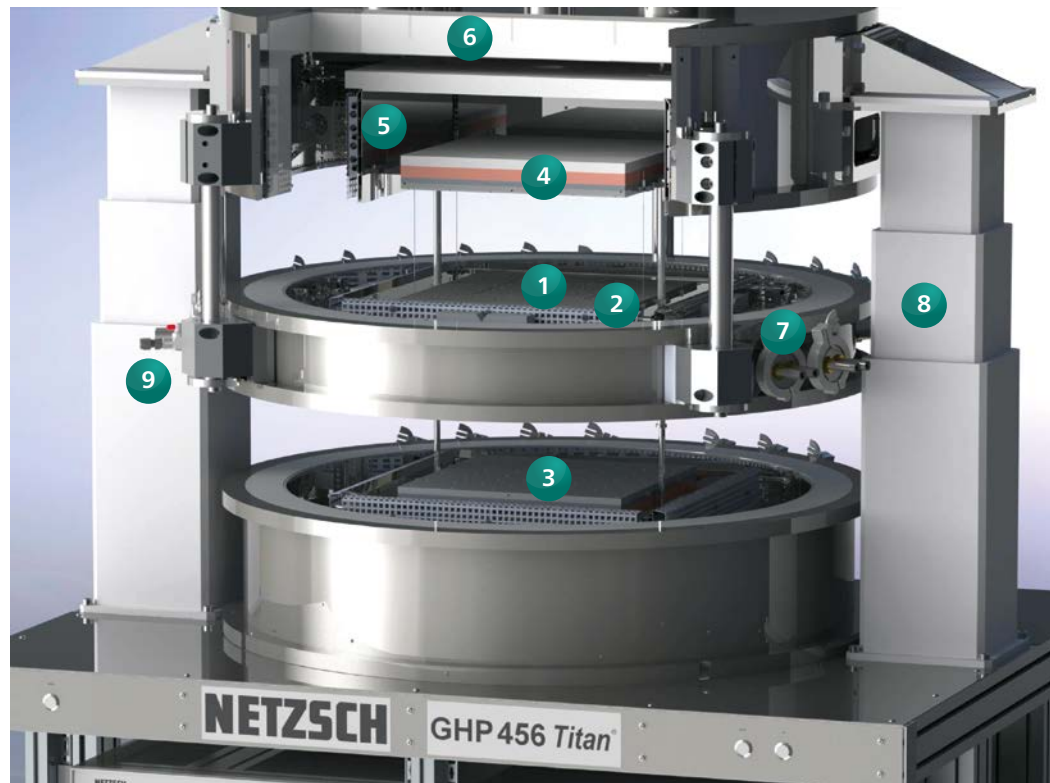
Die absolute Methode

Der große Vorteil der GHP-Methode ist, dass es sich um eine absolute Methode handelt; d.h. es ist keinerlei Kalibrierung oder Korrektur erforderlich. Die Werte der Wärmeleitfähigkeit ergeben sich im stationären Zustand aus:

- genau gemessener Gesamtheizleistung \dot{Q}
- mittlerer Probendicke d
- Messfläche A
- mittlerem Temperaturunterschied ΔT entlang der Probe bzw. gegebenenfalls entlang beider Proben (der Faktor 2 ergibt sich bei zwei Proben):

$$\lambda = \frac{\dot{Q} \cdot d}{2A \cdot \Delta T}$$

Die Plattenmethode
(Guarded Hot Plate) ist eine
absolute Methode.



GHP 456 *Titan*® im geöffneten Zustand. Die Proben werden zwischen der heißen Platte (1) mit Schutzring (2) und der unteren (3) bzw. oberen kalten Platte (4) platziert. Zusätzlich gezeigt sind der dreiteilige Umgebungsofen (5), Isolierung (6), Durchführungen (7), Hubvorrichtung (8) und Gasanschluss (9).

GHP 456 Titan® – Technologie

Durchdacht & Intelligent

Innovative Plattenmaterialien für
höhere Betriebstemperaturen



Für jede Anwendung die richtige Version

Für die Untersuchung von Dämmstoffen, z. B. kryogenen Isolierungen oder solche für Hochtemperatur-Öfen, sind zwei Versionen der GHP 456 *Titan*® erhältlich. Die Apparaturen decken einen sehr breiten Temperaturbereich ab, wobei die tatsächlich erreichbare Betriebstemperatur vom verwendeten Kühlsystem abhängig ist.



Tieftemperatur-Version:
-160 °C bis 250 °C



Hochtemperatur-Version
(GHP 456 *HT Titan*®):
-160 °C bis 600 °C

Geregelte und adaptive Kühlsysteme

Es stehen unterschiedliche Kühloptionen zur Verfügung: mit Druckluft sind Messungen bis zu 50 °C, mit einem Kühlthermostat bis 20 °C und mittels Flüssigstickstoff (LN₂)-System sogar bis -160 °C (jeweils minimale, mittlere Proben temperatur) möglich.

Die Kühlleistung wird für höchste Genauigkeit und beste Reproduzierbarkeit automatisch minimiert. So wird das Gerät zum idealen Werkzeug für Forscher in der Entwicklung und Ingenieure im Bereich Qualitätskontrolle für eine Vielzahl von Hochleistungs-Isoliermaterialien.

Zwei Proben für höchste Genauigkeit

Das System ist vollkommen symmetrisch. Für eine höchstmögliche Genauigkeit wird die Messung in der Regel mit zwei identischen Proben durchgeführt. Es ist jedoch auch möglich, Messungen mit nur einer Probe durchzuführen.

Gemäß den einschlägigen Normen ermöglicht diese Anordnung für die meisten Materialien eine maximal mögliche Genauigkeit von besser als 2 % bei Raumtemperatur.

Innovatives Plattenmaterial für minimale thermisch induzierte Deformation

Um den Temperaturbereich von bis zu 250 °C bzw. 600 °C abzudecken, werden Platten aus Aluminium- bzw. Wolframlegierungen verwendet.

Jede Platte, der Schutzring und der Ofen sind jeweils mit einem separaten Steuersystem und einer stabilisierten Stromversorgung verbunden, um schnellstmöglich die programmierten Plattentemperaturen sowie perfekte Stabilität zu erreichen.

Im Gleichgewicht betragen die Unterschiede zwischen programmierter und tatsächlicher Plattentemperatur $\leq 0,01$ K für die heiße Platte und den Schutzring.

Definierte Temperaturumgebung

Eine definierte Temperaturumgebung umgibt den gesamten Plattenaufbau. Der Umgebungs-ofen (siehe auch Schema auf Seite 3) erzeugt ein Temperaturprofil um den Plattenstapel, ähnlich dem, wie durch den Plattenstapel selbst erzeugt wird. Dadurch können radiale Wärmeverluste nahezu ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus ist die gesamte Verdrahtung zu den Platten mit der definierten Temperaturumgebung verbunden. Somit ist der Wärmeverlust durch die Drähte vernachlässigbar.

Die vakuumdichte GHP 456 Titan® vereint die neuesten Entwicklungen der Materialwissenschaften mit modernstem Design und neuester Technologie.

Normenkonformität

Von ISO bis ASTM

Aufbau und Einsatz einer GHP-Apparatur sind in internationalen Normen wie der ISO 8302 oder ASTM C177 beschrieben. Für den Hochtemperaturbereich existiert die technische Spezifikation DIN CNT/TS 15548-1. Aufbau, Abmessungen und Temperatursensoren der GHP 456 *Titan*® basieren auf diesen Normen.

Weiter Temperaturbereich

Ihr Anwendungsbereich wird abgedeckt

Mit der GHP 456 *Titan*® sind Messungen zwischen -160 °C und 600 °C möglich. Es steht der gesamte Temperaturbereich ohne Umbauten zur Verfügung – auch während eines einzelnen Messlaufs.

Messgenauigkeit

Genauere Ergebnisse

Das System erfüllt die Genauigkeitsanforderungen von ± 2 % bei Raumtemperatur und ± 5 % über den gesamten Temperaturbereich, wie von der Norm ISO 8302 gefordert. Zur Überprüfung der Genauigkeit der GHP sind zertifizierte Standardmaterialien wie IRMM 440 sowie SiCal1100* erhältlich.

Anwenderfreundlichkeit

Alles erfolgt automatisch, vom Öffnen des Gerätes bis hin zur Erstellung des Reports

Passend zum einfachen Messprinzip ist auch die Bedienung der GHP 456 *Titan*® sehr einfach: Die Apparatur wird mittels elektronischer Hubvorrichtung geöffnet und geschlossen. Der Anwender legt die Probe(n) von vorne ein. Die Durchführung der Messung und Erstellung des vollständigen Reports erfolgen über die Software (siehe Seite 12 ff).

Temperaturmessung

Individuell kalibrierte Sensoren

Bei der Tieftemperatur-Version erfolgt die Temperaturmessung in den Platten, dem Schutzring und dem Ofen mittels 31 individuell kalibrierter PT100-Temperatursensoren. Bei der Hochtemperatur-Version werden 31 gemantelte Thermoelemente der gleichen Charge verwendet, wovon eines kalibriert ist.

Robustheit

Hohe Reproduzierbarkeit

Die GHP 456 *Titan*® zeichnet sich durch robuste Mechanik und Temperaturstabilität aus – Voraussetzungen für eine gute Reproduzierbarkeit der Messungen. Der Wartungsaufwand ist vergleichsweise gering.

Einzigartige Sicherheit

Vollautomatisch

Die Bedienung des Systems erfolgt vollständig automatisch. Unerwartete Vorfälle werden von der Software erkannt und gehandhabt, um Schäden am Gerät zu vermeiden. Selbst bei einem kompletten Ausfall der PC-Software stoppt das speziell entwickelte Watchdog-System die Stromversorgung aller Platten und somit auch ein unkontrolliertes Systemverhalten.

* einschließlich NETZSCH-Werkszertifikat

VORTEILE, DIE EINE GUTE GHP AUSMACHEN



Prüfung von Isoliermaterialien bei tiefen und hohen Temperaturen

Flexibel in der Auswahl der Prüfbedingungen – von Vakuum bis hin zu definierten Atmosphären

Poröse Isolierung oder Faserdämmstoffe

Das vakuumdichte Design der GHP 456 *Titan*® ist Voraussetzung für definierte Atmosphären in der Probenumgebung: Normalbedingungen, trockene Luft oder inertes Spülgas können daher verwendet werden.

Zusätzlich erlaubt das Gerät Messungen im Vakuum unter einem Druck bis zu $5 \cdot 10^{-4}$ mbar (0,05 Pa).

Alle diese Möglichkeiten sind vor allem bei porösen und faserigen Isoliermaterialien von Interesse, weil hier die Wärmeleitfähigkeit der Atmosphäre im freien Probenvolumen einen erheblichen Anteil der gesamten effektiven Wärmeleitfähigkeit der Probe ausmacht.

METHODEN
VAKUMMDICHT

WIZARDS

STABILITÄTSKRITERIEN-
MANAGEMENT

IDLE MODE

ABSOLUTE METHODE

ADAPTIVE KÜHLUNG

WEITER TEMPERATUR-
BEREICH

DEFINIERTER ATMOSPHEREN

GROSSE PROBEN

REPORTGENERATOR

ROBUSTHEIT

SMARTMODE

MESSUNGSICHERHEIT (GUM)

HOHE GENAUIGKEIT



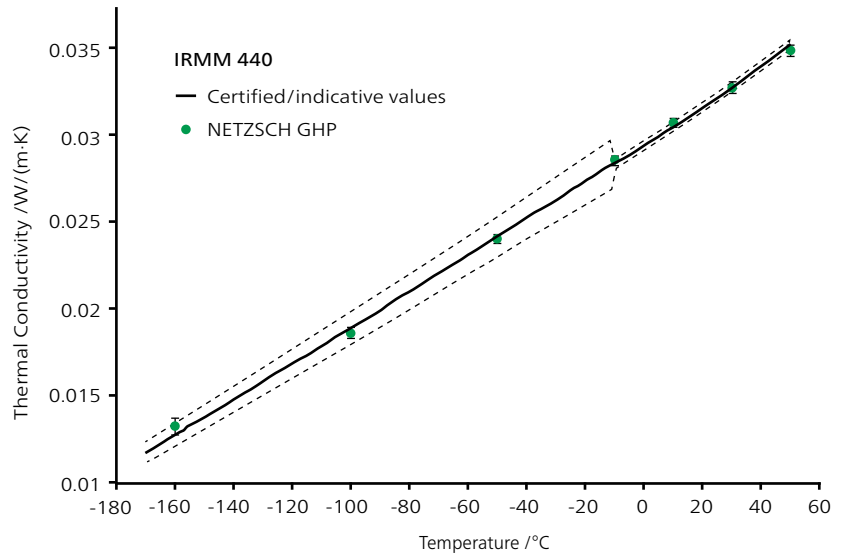
NACHGEWIESENE GENAUIGKEIT

Korrekte Ergebnisse

Liegen die gemessenen Wärmeleitfähigkeitswerte innerhalb der von den Normen geforderten Toleranzen? Diese wichtige Frage lässt sich nur durch Vergleich der gemessenen Werte mit gesicherten Literaturdaten beantworten. Dafür existieren verschiedene Referenzmaterialien, z. B. NIST* SRM 1450D für den Temperaturbereich von 7 °C bis 67 °C und IRMM** 440 für den Temperaturbereich von -170 °C bis 50 °C.

Die Abbildung zeigt eine Messung an IRMM 440 zwischen -160 °C und 50 °C und den Vergleich der Messergebnisse mit zertifizierten Werten des IRMM (unter -10 °C: Richtwerte).

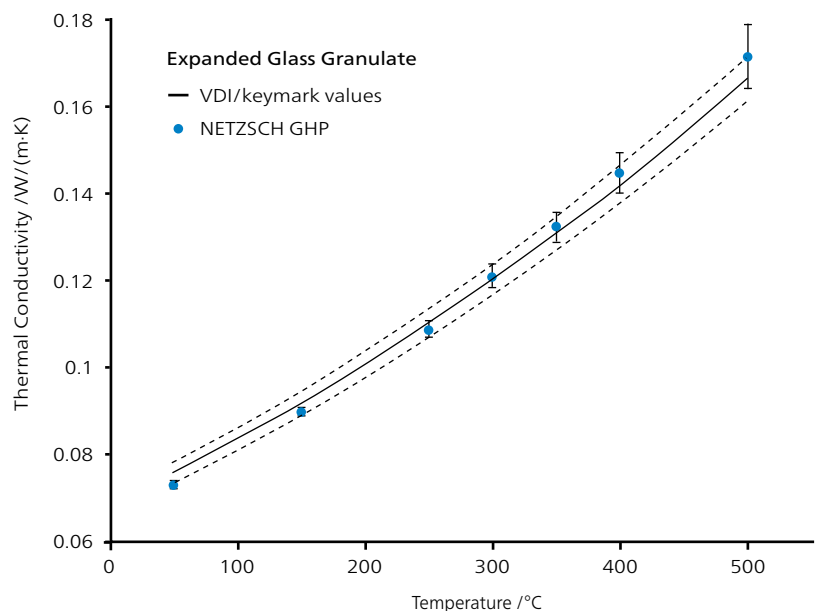
- * NIST, National Institute of Standards, USA
- ** IRMM 440, Institute of Reference Materials and Measurement, Belgium



Wärmeleitfähigkeit von IRMM 440 im Vergleich zu den vom IRMM zertifizierten Werten (durchgezogene Linie; unter -10 °C: Richtwerte). Die gestrichelten Linien zeigen die erweiterte Unsicherheit ($\pm 5\%$ unter -10 °C, $\pm 1\%$ oberhalb -10 °C), während die Fehlerbalken die kombinierten Standardmessunsicherheiten darstellen.

Dämmstoffe mit ausreichend genauen, veröffentlichten Daten

Oberhalb von 67 °C existieren keine geeigneten zertifizierten Materialien. Dieser Plot zeigt einen Vergleich der bekannten VDI/Keymark-Werte für ein Blähglasgranulat (Liaver GmbH & Co. KG) und den mit der GHP 456 Titan® erhaltenen Werten. Die Übereinstimmung ist im Bereich 50 °C bis 500 °C besser als 3 %.

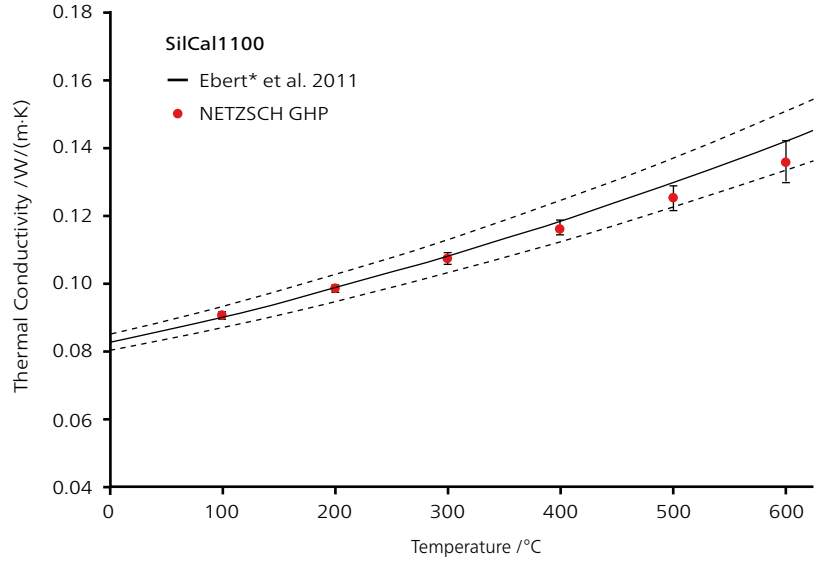


Gemessene Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zur Literatur (durchgezogene Linie); die gestrichelten Linien stellen die Standardmessunsicherheit der VDI/Keymark-Werte ($\pm 3\%$) dar, die Fehlerbalken die kombinierte Standard-Messunsicherheiten..

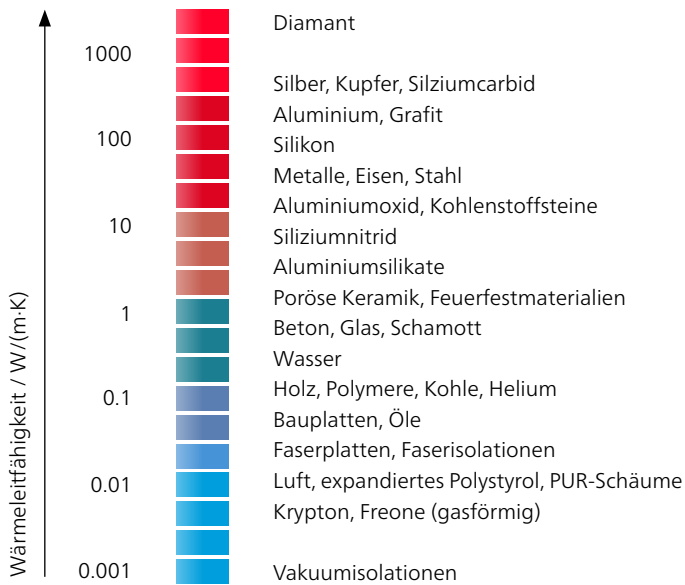
Calciumsilikat – Ergebnisse eines Ringversuchs

Poröses Calciumsilikat SilCal1100 (der CALSITHERM Silikatbaustoffe GmbH) wurde in einem Ringversuch getestet. Die Übereinstimmung mit den Werten dieses Ringversuchs liegt bei 100 °C bei ca. 1 % bis 2 % und bei 600 °C bei ca. 5 %.

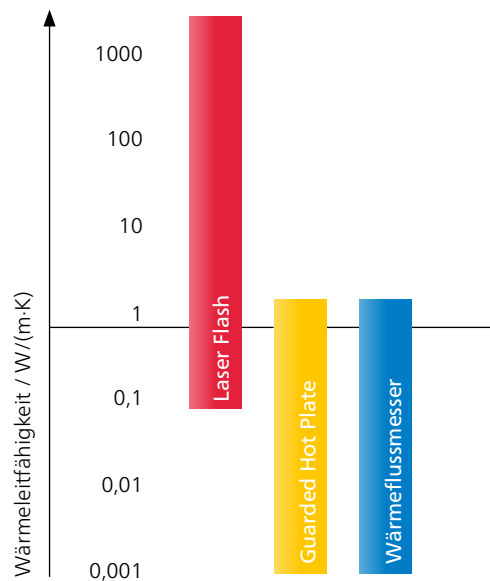
* Hans-Peter Ebert, Frank Hemberger; Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung, International Journal of Thermal Sciences (6/2011)



Wärmeleitfähigkeit von SilCal1100 im Vergleich mit den publizierten Ringversuchswerten (durchgezogene Linie). Die gestrichelte Linie stellt die Standard-Unsicherheit der Ringversuchswerte ($\pm 3\%$ steigend auf $\pm 7\%$) dar, die Fehlerbalken die kombinierte Standard-Messunsicherheiten.



Wärmeleitfähigkeit bei RT



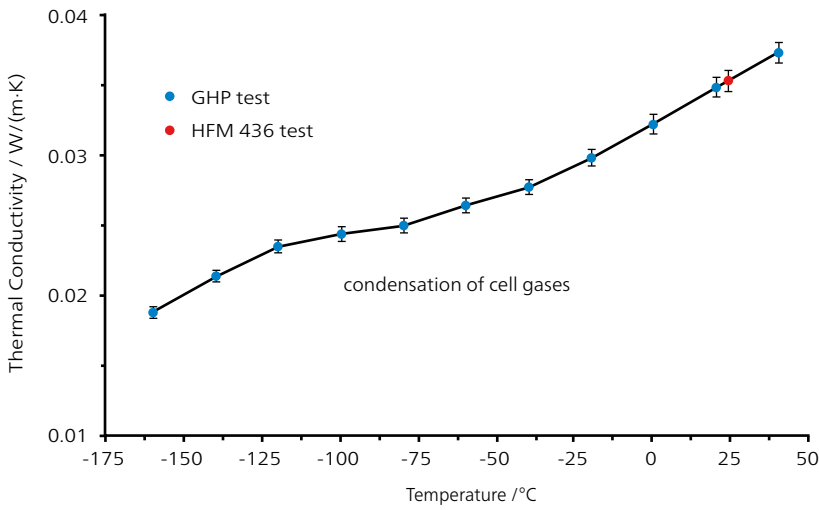


Der effektivste Weg, Eiszapfen zu vermeiden, ist eine ausreichende Isolierung des Dachbodens.

Alterung einer PUR-Schaumstoffdämmung

Die Dämmung von modernen Gebäuden, Kryo-Tanks oder sogar Schiffen setzt Materialien mit niedriger Wärmeleitfähigkeit und hoher mechanischer Stabilität voraus. Polyurethan (PUR)-Schäume zeichnen sich durch diese Eigenschaften aus.

Dieser Plot zeigt den Vergleich eines Tests mit einem Wärmeflussmesser (HFM) bei Raumtemperatur und eines GHP-Tests bis $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die beiden Ergebnisse stimmen sehr gut überein. Zusätzlich zeigt das GHP-Ergebnis den Einfluss von Gaszellenkondensation zwischen $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

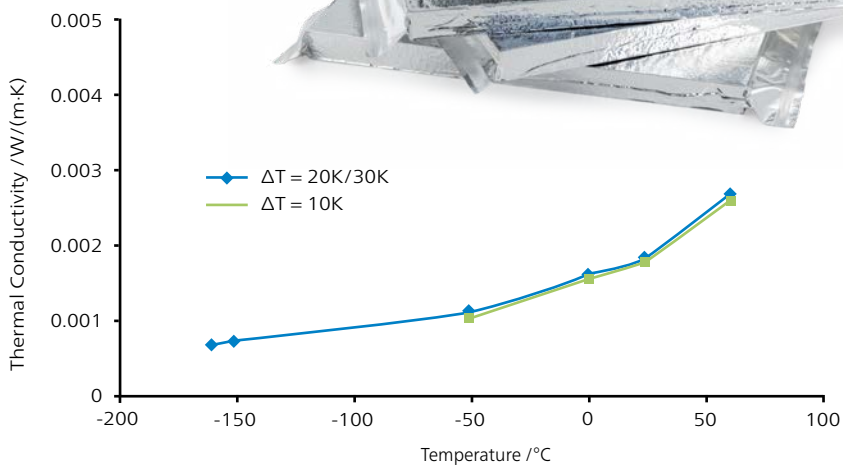


GHP-Messung im Vergleich zu einem Wärmeflussmesser (HFM)-Test (roter Messpunkt) bei $25\text{ }^{\circ}\text{C}$; Probendicke 25 mm



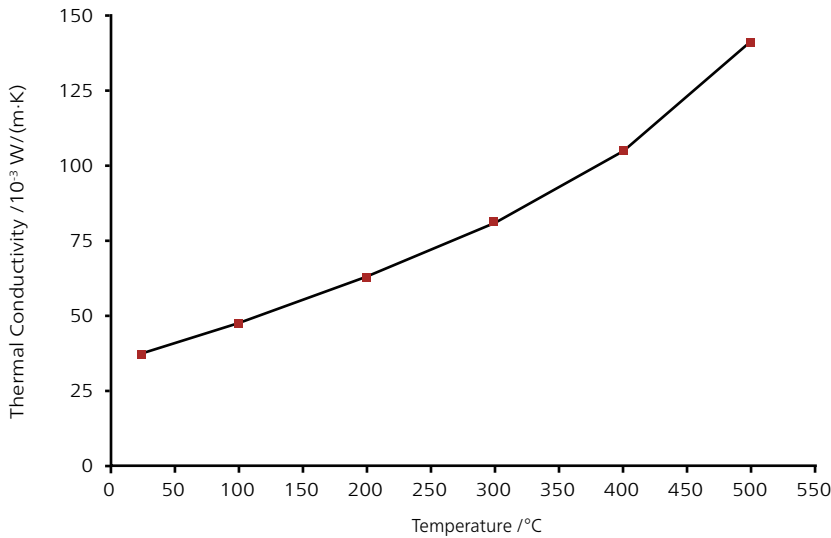
Hochleistungsdämmung ganz dünn – VIP

Diese Messung an einer Vakuumdämmplatte (VIP) zeigt den Anstieg der Wärmeleitfähigkeit mit steigender Temperatur. Bei Raumtemperatur beträgt die Wärmeleitfähigkeit nur $1,85\text{ mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ – bei tiefen Temperaturen sogar nur $< 1\text{ mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Die Ergebnisse bei verschiedenen Temperaturunterschieden ΔT stimmen gut überein. Dies zeigt die hohe Leistungsfähigkeit der GHP 456 Titan® – insbesondere für Untersuchungen an Materialien mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit.



VIP, gemessen bei ΔT 20/30 K und 10 K zwischen $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Hochtemperatur-Glasfaserisolierung



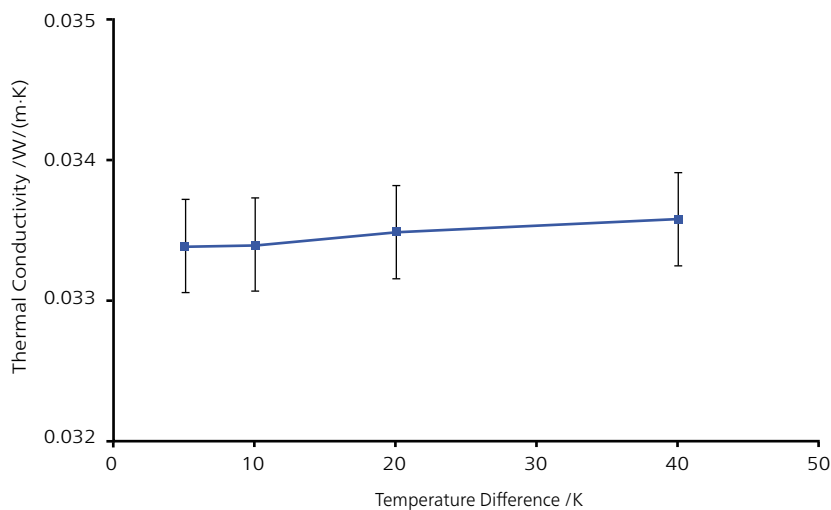
GHP-Messung an einem Glasfaserdämmstoff

Dieser Plot zeigt eine GHP-Messung an der gebräuchlichsten Isolierungsart aus geschmolzenem Glas, gesponnen zu Mikrofasern. Glasfaser wird üblicherweise in unterschiedlichen Arten eingesetzt: In Form von Decken (Fasermatten und -rollen), Schüttdämmstoffen oder in Form von steifen Platten und Rohrisolierungen.

Die gezeigte Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur wurde mittels GHP *HT Titan*® zwischen Raumtemperatur und 500 °C bestimmt.



APPLIKATIONS- BEISPIELE



GHP-Messung an 50 mm-dickem Styrodur C in Stickstoffatmosphäre bei RT

Einfluss des Temperaturunterschieds

Bei Temperaturungleichgewicht im System (Inhomogenitäten der Plattentemperaturen, mangelhafte Spaltregelung oder relevante radiale Wärmeverluste) führen unterschiedliche Temperaturunterschiede ΔT zu Abweichungen in den Ergebnissen. Diese Messung zeigt, dass Änderungen der Temperaturunterschiede über den Proben von 5 bis 40 K nur einen geringen Einfluss auf die Messergebnisse in diesem GHP-System haben (typischerweise < 0,5 % bei Raumtemperatur).

Dies belegt das nahezu perfekte GHP-Design.

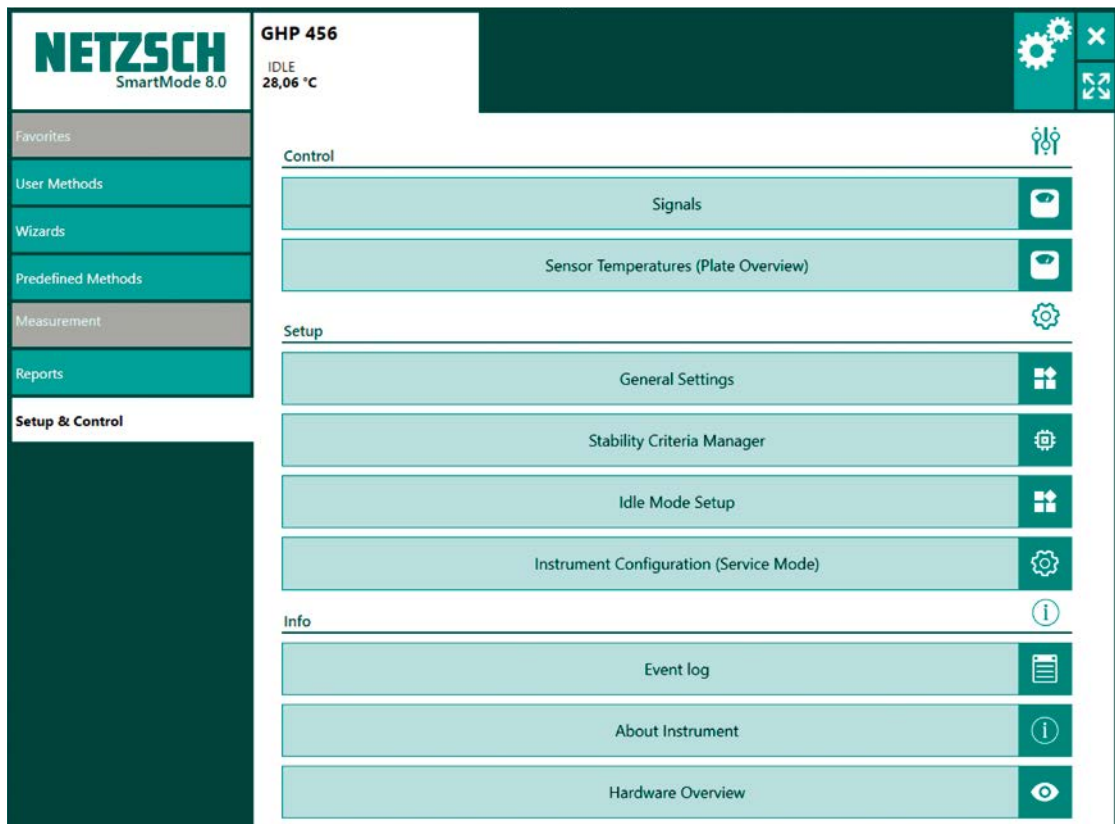
DAS HIGHLIGHT DER *PROTEUS*[®]-SOFTWARE: *SmartMode*

Betriebssysteme – Windows Professional, Ultimate Pro und Enterprise

Die GHP-Software wird mit einem 32-/64-bit Windows-Betriebssystem geliefert und kann mit einem Touchscreen, einer Tastatur und Maus unter Verwendung einer Symbolleiste betrieben werden.

SmartMode – bei Anfängern beliebt und von Profis geschätzt

Der komfortable *SmartMode* erlaubt den schnellen Start einer Messung über den Wizard, über zuvor vom Anwender definierte Methoden (sogenannte Anwendermethoden) oder über vordefinierte Methoden, die für die Standardreferenzmaterialien NIST 1450D, IRMM 440 und SiCal1100 enthalten sind.



NETZSCH SmartMode

GHP 456
2 RUN
100,00 °C

Stability Criteria

Configuration Name: test

Minimum Temperature: -160,00 °C

Maximum Temperature: 600,00 °C

Vacuum

Criteria

Minimum Temperature: -20,00 °C

Maximum Temperature: 100,00 °C

	Low-Medium Vacuum (> 0.1 mbar)	Medium-High Vacuum (< 0.1 mbar)
Std. Deviation of Lambda	0,0020	0,0020 W/(m-K)
Relative Std. Dev. of Mean Lambda	0,1	0,1 %

Heating Plate

End Temperature Deviation	0,02	0,02 K
Temperature Std. Deviation	0,02	0,02 K
Power Std. Deviation	0,035	0,035 W

Guard Ring

Upper Cooling Plate

Lower Cooling Plate

Furnace

Setpoints

	From: [°C]	To: [°C]
1	-160,00	-20,00
2	-20,00	100,00
3	100,00	600,00

Insert

Remove

Save

Integriertes Stabilitätskriterien-Management

Wann sollen die Messpunkte aufgezeichnet werden? Der Stabilitätskriterien-Manager innerhalb von Setup&Control des *SmartMode* erlaubt die Definition von Stabilitätsbedingungen vor Messstart oder sogar während der laufenden Messung.

Die Stabilitätskriterien sorgen für optimale Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse. Selbstverständlich funktionieren die voreingestellten Stabilitätskriterien für die meisten Proben einwandfrei.

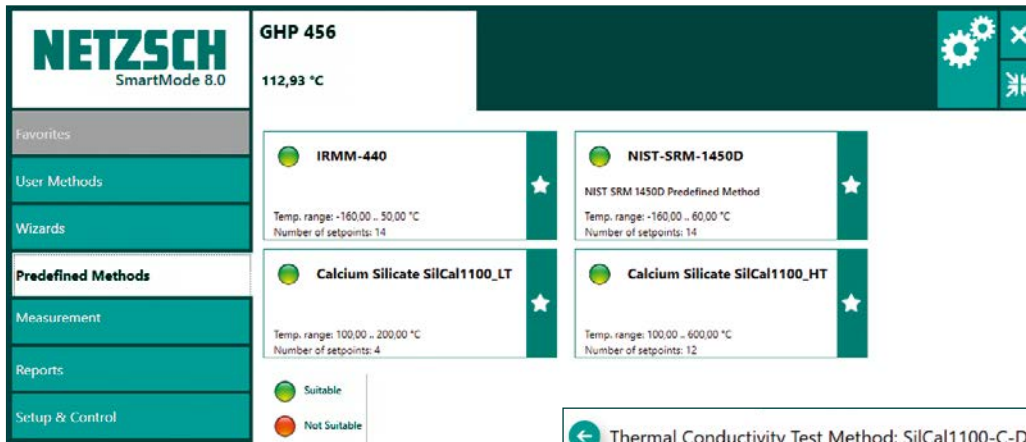
Idle-Modus – Steuern Sie Ihr Gerät, wenn keine Messung läuft

Im Idle-Modus können Sie die Temperatur der Platten und des Kühlthermostaten sowie das Vakuumniveau des Geräts (Zusatzausrüstung erforderlich) regeln.

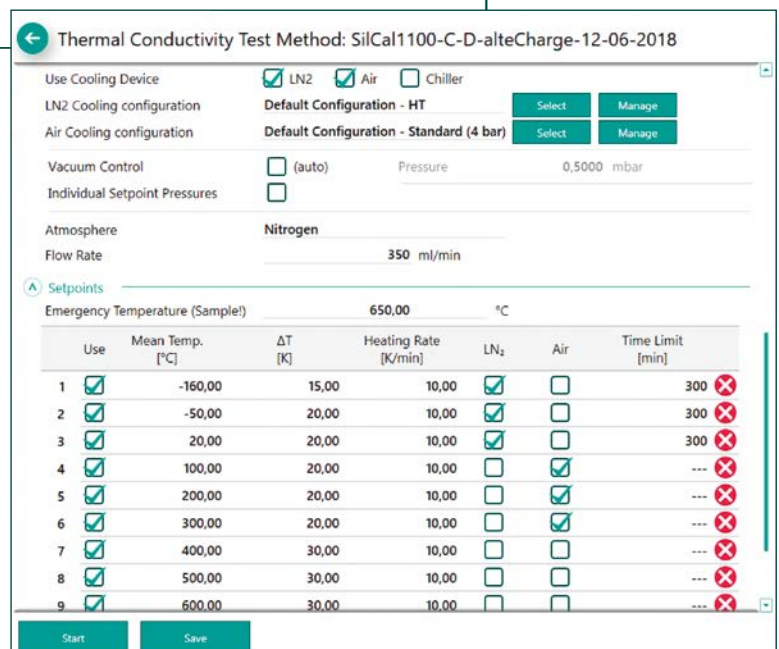
SmartMode – Alles auf einen Blick!

- Favoriten
- Anwendermethoden oder vordefinierte Methoden
- Messung
- Report
- Einstellungen & Steuerung

Smart kann so einfach sein



Schnelles und
einfaches Programmieren
von Messungen



Anwendermethoden und vordefinierte Methoden

Das Gerät wird mit vordefinierten Methoden (Predefined) für die Referenzmaterialien NIST SRM 1450D, IRMM 440 und SilCal1100 geliefert. Für jede Methode sind Temperaturprogramm und alle anderen Messparameter bereits vorgegeben.

Daneben kann der Anwender seine eigenen Methoden, verfügbar unter dem Menü Anwendermethoden (User Methods), definieren.

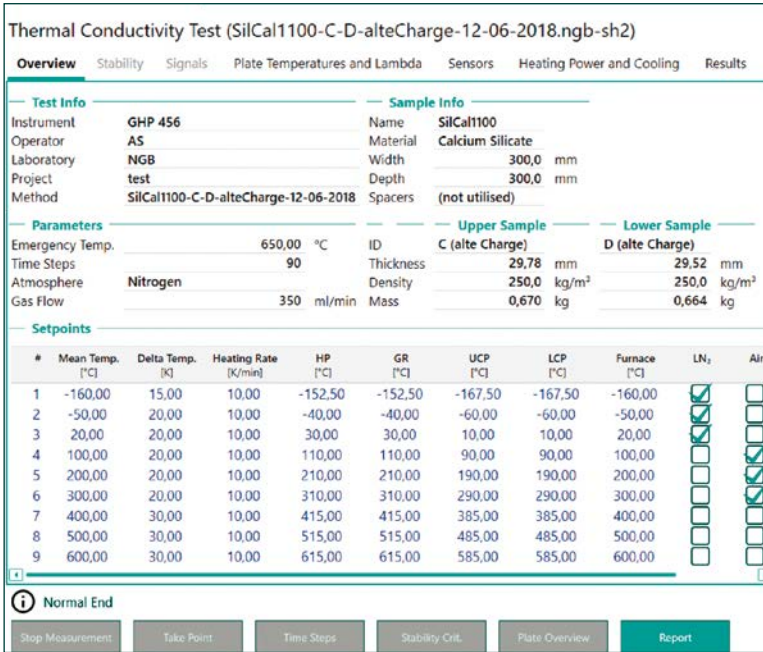
Sprachen

Die Software kann wahlweise in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Russisch*, Chinesisch* oder Japanisch* betrieben werden.

* Russisch, Chinesisch und Japanisch können nur bei Installation der notwendigen Schriften verwendet werden.

Durchdachte Wizards führen durch die Programmierung

Die Wizards liefern Rahmenbedingungen, die jede weitere Messdefinition erheblich vereinfacht. Kühlvorrichtungen, geregeltes Vakuum, Solltemperaturen und Zeitbegrenzungen können gemäß der Messaufgabe programmiert werden.



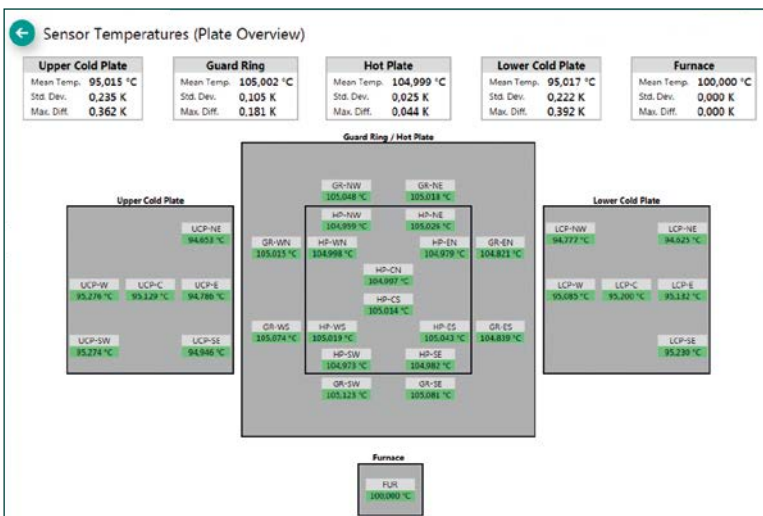
Auf einen Blick – Das Messfenster

Überblick

Die Messübersicht zeigt alle Testparameter einschließlich Probeninformationen, Einstellungen, Temperaturprogramm usw.

Stabilität

Das Messfenster beinhaltet einen Stabilitätscheck und erlaubt eine Änderung der Stabilitätskriterien vor und während einer laufenden Messung.

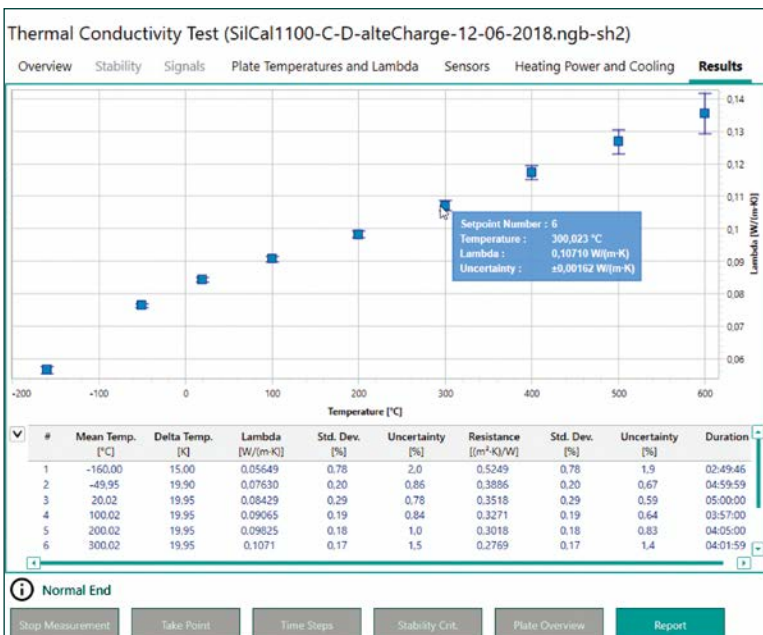


Plattentemperaturen und Lambda

Zusätzlich zu den transienten Lambda-Kurven kann der Anwender aus den Diagrammen auch die Ofentemperatur und die aktuellen Plattentemperaturen beobachten.

Sensoren

Der *SmartMode* zeigt den kompletten Verlauf einer Messung – inkl. des Status einzelner Sensortemperaturen in Abhängigkeit von der Zeit oder als Plattenübersicht.



Heizleistung und Kühlung

Während einer Messung wird die geregelte Aufheizung und Abkühlung aufgezeichnet. Der gesamte Temperaturbereich der GHP 456 Titan® kann durch den Einsatz von Flüssigstickstoff und Druckluftkühlung genutzt werden – auch während einer einzigen Messung und ohne Umbau.

Ergebnisse

Die Ergebnisse werden in Form einer Grafik und als Tabelle dargestellt. Die Tabelle zeigt die Ergebnisse umfassend und beinhaltet die Genauigkeit und kombinierte Messunsicherheit für jeden Lambda- (λ) und Widerstandswert (R).

SmartMode – an Alles gedacht!

Report-Erstellung

Der *SmartMode* bietet eine komfortable und einfache Report-Erstellung gemäß der bekannten GHP-Normen. Er ermöglicht dem Anwender die Wahl zwischen einem schnellen Überblick der Messergebnisse, einschließlich kombinierter Messunsicherheiten (GUM), oder einem vollständigen Report mit umfassenden Diagnoseinformationen über Apparatur und Messparameter.

Selbstverständlich lassen sich die Reporte auch an die Corporate Identity (CI) Ihrer Firma anpassen.



Basic Information			
Instrument	GHP 456	Start	12.06.2018 16:53:56
Serial Number		End	14.06.2018 05:21:50
Laboratory	NGB		
Project	test		
Operator	AS		

Test Sample Information			
Sample Name	SilCa1100		
Material	Calcium Silicate		
Width x Depth	300,0 mm x 300,0 mm		
Upper Id	C (alte Charge)	Lower Id	D (alte Charge)
Upper Thickness	29,78 mm	Lower Thickness	29,52 mm
Upper Density	250,0 kg/m ³	Lower Density	250,0 kg/m ³
Upper Mass	0,6701 kg	Lower Mass	0,6642 kg

Run Parameters	
Use LN2 Cooling	Yes
Cold Plate LN2 cooling configuration	Default Configuration - HT
Use Air Cooling	Yes
Air cooling configuration	Default Configuration - Standard (4 bar)
Use Chiller	No
Use Vacuum	No
Atmosphere	Nitrogen
Gas Flow Rate	350 ml/min
Emergency temperature	650,00 °C

Setpoints										
	Mean Temperature °C	Delta Temperature K	Heating Rate K/min	Time Limit min	Use Cooling	Heating Plate °C	Guard Ring °C	Upper Cold Plate °C	Lower Cold Plate °C	Furnace °C
1	-160,00	15,00	10,00	500	LN2	-152,50	-152,50	-167,50	-167,50	-160,00
2	50,00	20,00	10,00	300	LN2	40,00	40,00	60,00	60,00	50,00
3	20,00	20,00	10,00	500	LN2	50,00	50,00	10,00	10,00	20,00
4	100,00	20,00	10,00	0	Air	110,00	110,00	90,00	90,00	100,00
5	200,00	20,00	10,00	0	Air	210,00	210,00	190,00	190,00	200,00
6	300,00	20,00	10,00	0	Air	310,00	310,00	290,00	290,00	300,00
7	400,00	30,00	10,00	0		415,00	415,00	385,00	385,00	400,00
8	500,00	30,00	10,00	0		515,00	515,00	485,00	485,00	500,00
9	600,00	30,00	10,00	0		615,00	615,00	585,00	585,00	600,00

Stability Parameters	
Stability Configuration Name	Default Configuration - SHT
Time Steps	90
Individual Setpoint Time Limits	Yes

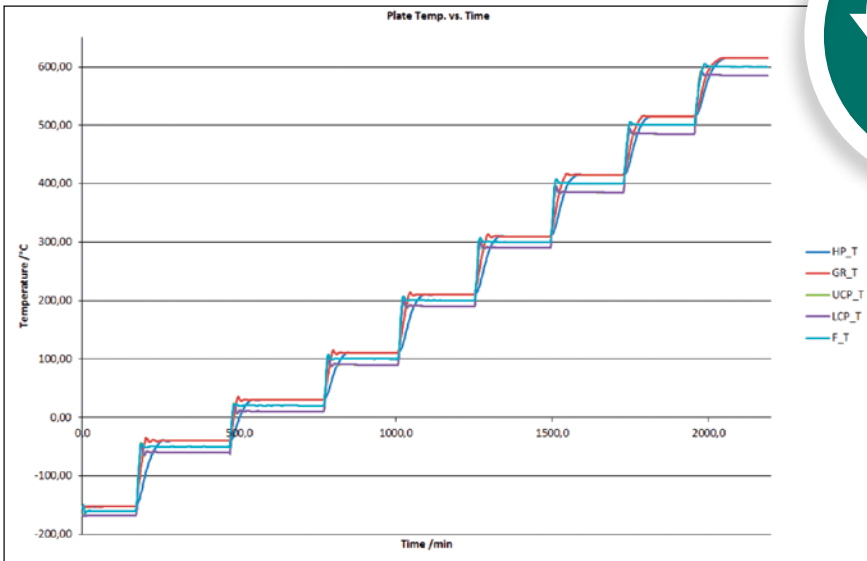
Advanced Parameters	
Individual Furnace Offsets	No
Furnace Offset	0,00 °C
Use Custom Offsets	No
Custom Configuration Name	Default Configuration - SHT

Measurement Results									
	Mean Temperature °C	Delta Temperature K	Thermal conductivity W/(m·K)	Standard deviation %	Comb. Std. Uncertainty %	Thermal resistance (m ² ·K)/W	Standard deviation %	Comb. Std. Uncertainty %	Duration
1	-160,00	15,005	0,09049	0,78	2,0	0,5249	0,78	1,9	02:49:47
2	-49,98	19,995	0,07690	0,20	0,88	0,3886	0,20	0,67	01:50:50
3	20,02	19,995	0,08429	0,29	0,78	0,3518	0,29	0,59	02:00:02
4	100,02	19,995	0,09065	0,19	0,81	0,3271	0,19	0,61	03:57:00
5	200,02	19,990	0,09825	0,18	1,0	0,3018	0,18	0,83	04:05:00
6	300,02	19,992	0,1071	0,17	1,5	0,2769	0,17	1,4	04:02:00
7	400,02	29,949	0,1172	0,21	1,8	0,2529	0,21	1,7	03:52:59
8	500,02	29,951	0,1267	0,22	2,9	0,2340	0,22	2,8	03:47:00
9	600,02	29,962	0,1355	0,20	4,6	0,2191	0,20	4,5	03:54:00

Lambda vs. Temperature Chart

Mean Temperature / °C	Mean Lambda (W/m·K)
-160,00	0,055
-49,98	0,077
20,02	0,084
100,02	0,091
200,02	0,098
300,02	0,107
400,02	0,117
500,02	0,127
600,02	0,136

Ein Reportgenerator, der Allem gerecht wird.



Plattentemperaturen gegen die Zeit

Basic Info

Instrument: GHP 416
 Serial Number: _____
 Instrument Design: Horizontal, rectangular plates
 Plate material: Tungsten alloy
 Guard ring and sectional furnace to minimize lateral heat loss.
 Measuring area: 225,00 cm²
 Measurement mode: Two samples

Laboratory: NAB
 Project: test
 Operator: KS
 Remarks: test-12-06-2018

Measurement Info

File name: SiCall100-C-D-alleCharge-12-06-20
 Folder: C:\Users\Alexander.Schindler\Desktop
 Method: SiCall100-C-D-alleCharge-12-06-20
 Method remark: test-12-06-2018
 Start: 12.06.2018 10:53:56
 End: 14.06.2018 05:21:50

Test Sample Information

Sample Name: SiCall100
 Material: Calcium Silicate
 Spacers: (not utilized)
 Width: 200,0 mm
 Depth: 200,0 mm

Upper Sample

Identity: C (alle Charge)
 Thickness: 29,78 mm
 Density: 2500 kg/m³
 Mass: 0,6701 kg

Lower Sample

Identity: D (alle Charge)
 Thickness: 29,52 mm
 Density: 2500 kg/m³
 Mass: 0,6642 kg

Run Parameters

Cooling: Use LN2 Cooling: Yes
 Cold Plate LN2 cooling configuration: Default Configuration - HT
 Use Air Cooling: Yes
 Air cooling configuration: Default Configuration - Standard (4)
 Use Chiller: Yes

Vacuum: Use Vacuum: No

Atmosphere: Atmosphere: Nitrogen
 Gas Flow Rate: 350 ml/min

Setpoints

Emergency Temperature: 850,000 °C

	Mean Temperature °C	Delta Temperature K	Heating Rate K/min	Use Cooling	Time Limit min
1	-160,00	15,00	10,00	LN2	300
2	-50,00	20,00	10,00	LN2	300
3	20,00	20,00	10,00	LN2	200
4	300,00	20,00	10,00	Air	0
5	200,00	20,00	10,00	Air	0
6	200,00	20,00	10,00	Air	0
7	400,00	30,00	10,00	0	0
8	500,00	30,00	10,00	0	0
9	600,00	30,00	10,00	0	0

Results

	Mean Temperature °C	Delta Temperature K	Thermal Conductivity W/m.K	Standard deviation %	Comb. Std. Uncertainty %	Thermal Diffusivity m ² /K.s	Standard deviation %	Comb. Std. Uncertainty %	Duration	End Criteria
1	-160,00	15,00	0,05849	0,78	2,0	0,5249	0,78	1,9	02:48:47	Normal Stability
2	-50,00	15,00	0,07520	0,20	0,88	0,2056	0,20	0,67	04:53:59	Time Limit
3	20,00	15,00	0,08420	0,25	0,76	0,2500	0,25	0,59	05:00:01	Normal Stability
4	300,00	15,50	0,05865	0,18	0,84	0,5271	0,18	0,84	03:57:00	Normal Stability
5	200,00	15,50	0,05925	0,18	1,0	0,3018	0,18	0,83	04:05:00	Normal Stability
6	200,00	15,50	0,0571	0,17	1,5	0,2769	0,17	1,4	04:02:00	Normal Stability
7	400,00	29,81	0,1772	0,21	1,9	0,2529	0,21	1,7	02:52:59	Normal Stability
8	500,00	29,81	0,1567	0,22	2,9	0,2340	0,22	2,8	02:47:00	Normal Stability
9	600,00	29,94	0,1350	0,40	4,5	0,2101	0,40	4,5	03:54:00	Normal Stability

Reporte lassen sich in unterschiedlichen Dateiformaten erstellen: Excel, Word, cvs, txt

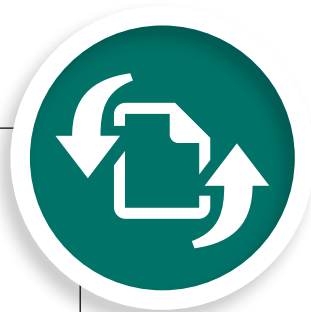


Diagramm-
beispiele, die der
Report-Generator
gemäß Ihren
Anforderungen
erstellen kann.

Technische Daten

GHP 456 Titan®	
Technik/Design	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Absolute Methode (keine Kalibrierung oder Referenzmaterialien erforderlich) ▪ Symmetrische Anordnung ▪ Vollautomatischer Betrieb
Normen	Basierend auf Normen, wie z. B. ISO 8302, ASTM C177, DIN/EN 12667, DIN/EN 12939
Mittlerer Proben-Temperaturbereich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tieftemperatur-Version: -160 °C bis 250 °C ▪ Hochtemperatur-Version: -160 °C bis 600 °C Voraussetzung <RT: Flüssigstickstoffkühlung
Kühlsysteme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flüssigstickstoff (LN₂): -160 °C bis 250 °C ▪ Druckluft: 50 °C bis 300 °C ▪ Kühlthermostate: 20 °C bis 85 °C → Keine aktive Kühlung von 300 °C bis 600 °C
Plattendimensionen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 300 mm x 300 mm ▪ Motorisierte Plattenhubvorrichtung
Plattenmaterial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tieftemperatur-Version: Aluminiumlegierung ▪ Hochtemperatur-Version: Wolframlegierung
Plattentemperaturbereich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Standard-Version: -180 °C bis 270 °C ▪ Hochtemperatur-Version: -180 °C bis 620 °C
Vakuumdichtigkeit	5 x 10 ⁻⁴ mbar (0,05Pa)
Druckniveau	Regelbar zwischen 0,1 mbar und 100 mbar
Probendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 100 mm (typischerweise 10 ... 50 mm) ▪ Max. Dickenunterschied zwei zu messender Proben: 2 %
Atmosphäre/ Druckniveau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxidierend bis 300 °C ▪ Inert ▪ Vakuum ▪ Definierte Druckniveaus
Wärmeleitfähigkeit	0.003 bis 2 W/(m·K)*
Minimal messbarer thermischer Widerstand	0,02 m ² ·K/W*
Genauigkeit	Typischerweise 2 %*
Reproduzierbarkeit	Typischerweise < 1 %*
Software-Besonderheiten	<i>SmartMode</i> , einschließlich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Methodenbasiert, einfache Anwendung (z. B. anwender- und vordefiniert) ▪ Unterstützung der geregelten, adaptiven Kühlung ▪ Report-Generator ▪ Ergebnisse einschl. kombinierter Standardmessunsicherheiten gemäß GUM**

* Abhängig von den Messbedingungen und Probeneigenschaften

** GUM = Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement



Der Name NETZSCH steht weltweit für umfassende Betreuung und kompetenten, zuverlässigen Service – vor und nach dem Gerätekauf. Unser qualifizierten Mitarbeiter aus den Bereichen Technischer Service und Applikation stehen Ihnen jederzeit gerne für eine Beratung zur Verfügung. In speziellen, auf Sie und Ihre Mitarbeiter zugeschnittenen Trainingsprogrammen lernen Sie, die Möglichkeiten Ihres Geräts voll auszuschöpfen.

Zur Erhaltung Ihrer Investition begleitet Sie unser kompetentes Serviceteam zur Sicherstellung gleichbleibend hoher Performance über Jahrzehnte hinweg.

Kompetenz in SERVICE

TECHNISCHER SERVICE



Wartung
und Reparatur



Software-
Updates



Austausch-
Service



IQ/OQ-
Dokumente



Kalibrier-
Service



Ersatzteil-
Service



Umzugs-
Service

SCHULUNG



Schulung

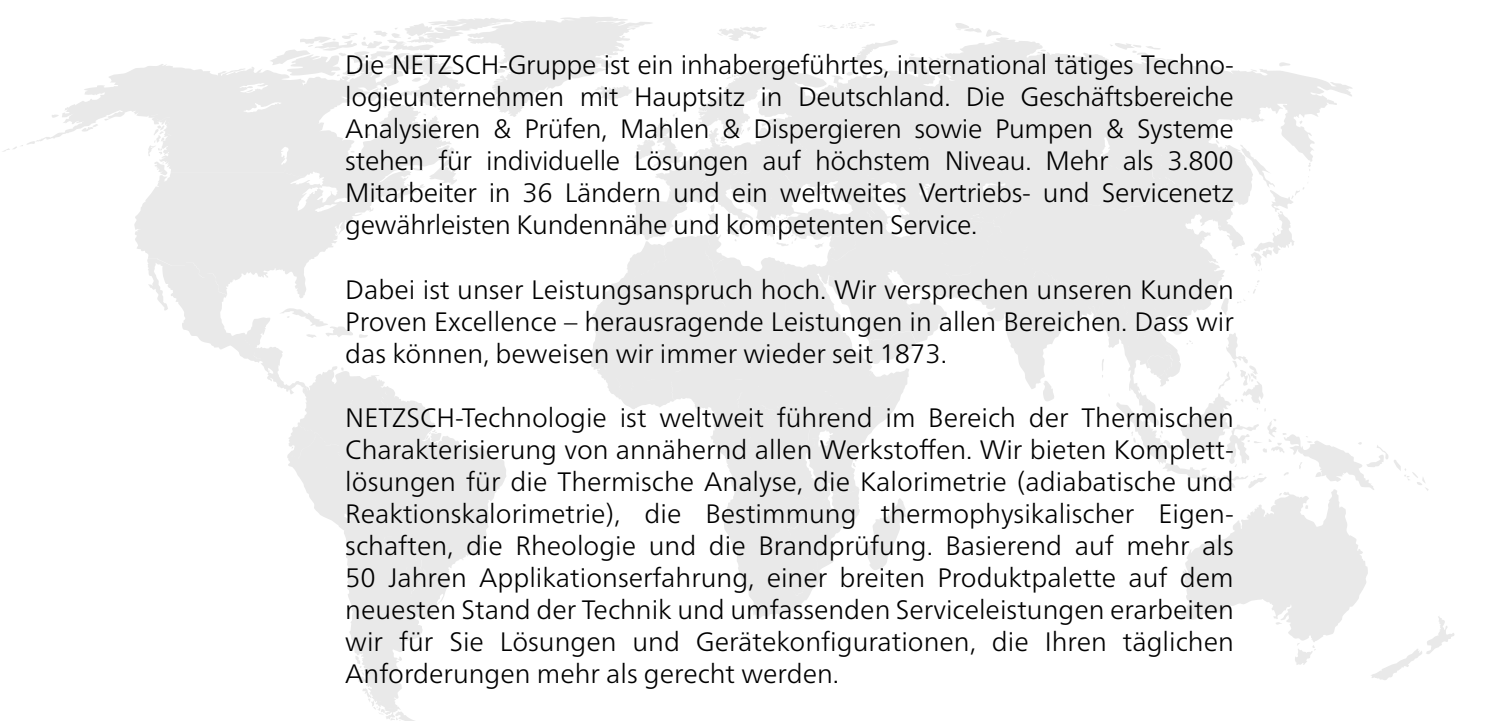


Umfangreiche Geräte- und
Methodenschulung

LABOR



Applikationsservice
und Auftragsmessungen



Die NETZSCH-Gruppe ist ein inhabergeführtes, international tätiges Technologieunternehmen mit Hauptsitz in Deutschland. Die Geschäftsbereiche Analysieren & Prüfen, Mahlen & Dispergieren sowie Pumpen & Systeme stehen für individuelle Lösungen auf höchstem Niveau. Mehr als 3.800 Mitarbeiter in 36 Ländern und ein weltweites Vertriebs- und Servicenetz gewährleisten Kundennähe und kompetenten Service.

Dabei ist unser Leistungsanspruch hoch. Wir versprechen unseren Kunden Proven Excellence – herausragende Leistungen in allen Bereichen. Dass wir das können, beweisen wir immer wieder seit 1873.

NETZSCH-Technologie ist weltweit führend im Bereich der Thermischen Charakterisierung von annähernd allen Werkstoffen. Wir bieten Komplettlösungen für die Thermische Analyse, die Kalorimetrie (adiabatische und Reaktionskalorimetrie) und die Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften. Basierend auf mehr als 50 Jahren Applikationserfahrung, einer breiten Produktpalette auf dem neuesten Stand der Technik und umfassenden Serviceleistungen erarbeiten wir für Sie Lösungen und Gerätekonfigurationen, die Ihren täglichen Anforderungen mehr als gerecht werden.

Proven Excellence.■

NETZSCH-Gerätebau GmbH
Wittelsbacherstraße 42
95100 Selb
Deutschland
Tel.: +49 9287 881-0
Fax: +49 9287 881 505
at@netsch.com

NETZSCH[®]

www.netsch.com