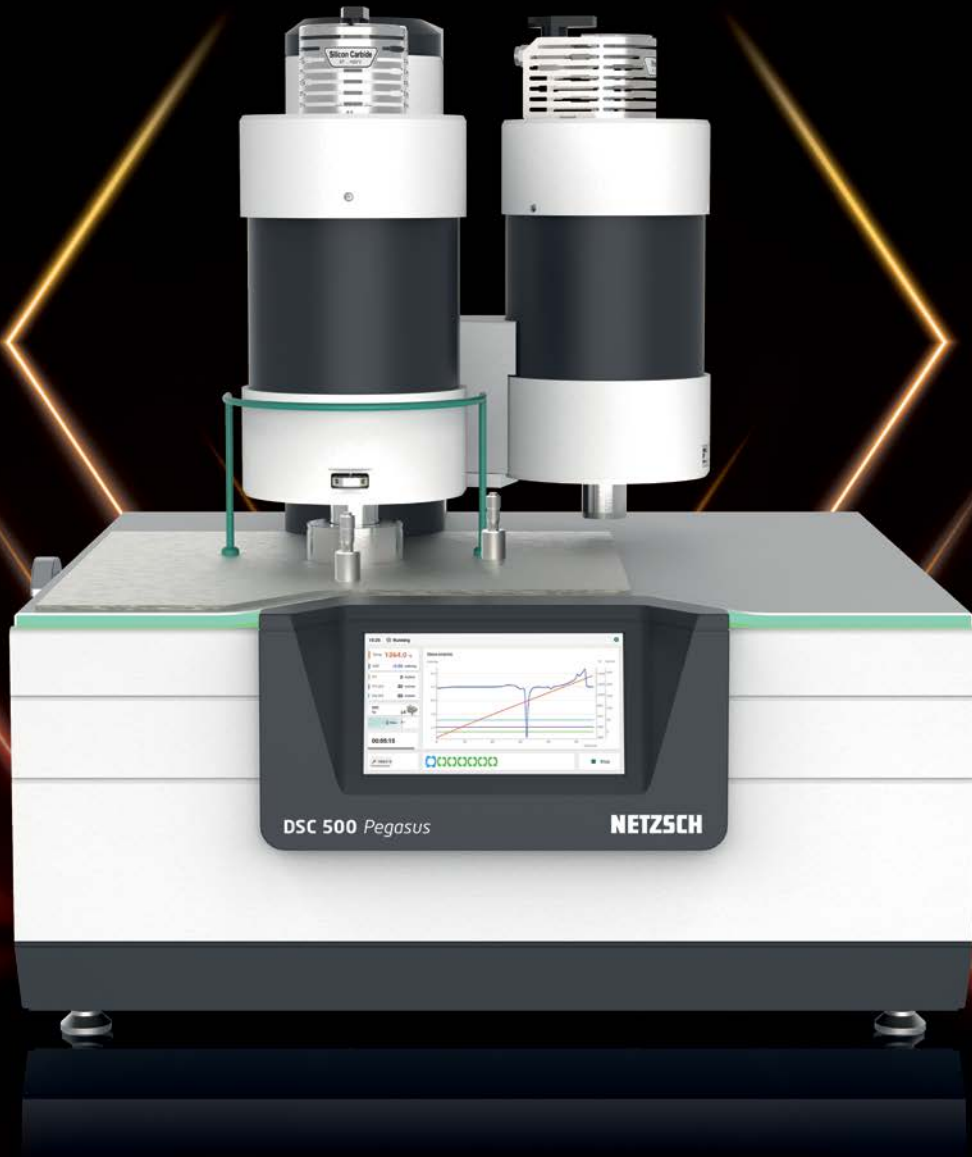


NETZSCH

Proven Excellence.



Dynamische Differenz-Kalorimetrie – DSC 500 *Pegasus*®

Methode, Technik, Applikationen

Analyzing & Testing

Herausragende Merkmale

DSC 500 Pegasus®

Die Herausforderung an Hochtemperatur-DSC-Messungen haben wir bei NETZSCH bereits seit vielen Jahren gemeistert. Genau dieses Streben nach Perfektion erlaubt es uns auch heute, die besten Lösungen auf dem Markt anzubieten.



Modularer Aufbau für unerreicht großen Temperaturbereich

Der modulare Aufbau ermöglicht den einfachen Austausch von Öfen und Sensoren und macht das System vielseitig für unterschiedliche Anwendungen einsetzbar. Das System kann in einem weiten Temperaturbereich von -150 °C bis 2000 °C eingesetzt werden und deckt damit eine Vielzahl von Anforderungen für die thermische Analyse ab.

Ideale Sensorpositionierung für exakte und präzise Ergebnisse

Die Kombination von präziser Sensorpositionierung und einer leistungsstarken Wärmefluss-DSC bietet höchste Genauigkeit auch bei anspruchsvollen DSC-Anwendungen wie der Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität (c_p) bis zu höchsten Temperaturen.

Für jede Anwendung der richtige Sensor

Die hohe Flexibilität des Gerätes wird durch die beeindruckende Auswahl an Sensoren ergänzt. Die große Vielfalt möglicher Ofen-Sensor-Kombinationen sorgt so für eine optimale Konfiguration für jede Applikation. Das Design erlaubt einfachste Handhabung.



Ausschluss atmosphärischer Einflüsse – Vakuumdichtes Design

Das vakuumdichte Design und die sorgfältige Regelung der Gasströme ermöglichen die präzise Handhabung hochreiner Atmosphären mit verschiedenen inerten, oxidierenden, reduzierenden und korrosiven Gasen. Enthalpieänderungen und spezifische Wärmekapazität (c_p) lassen sich mit bisher unerreichter Genauigkeit bestimmen.

Farb-Touch-Display und LED-Statusleiste

Die farbcodierte LED-Statusleiste ermöglicht die Fernüberwachung des Gerätestatus. Das integrierte Display vereinfacht den Start von Messungen und erleichtert die Überprüfung vor der Messung, ohne sich am PC anmelden zu müssen.

Effizientes Zeitmanagement

Die Doppelhubvorrichtung ermöglicht den gleichzeitigen Anschluss von zwei Öfen oder eines Ofens in Kombination mit dem automatischen Probenwechsler (ASC) für bis zu 20 Proben. Diese Flexibilität und der hohe Probenumsatz ermöglichen ein effizientes Zeitmanagement.

Dynamische Differenz-Kalorimetrie

Methode

Die Dynamische Differenz-Kalorimetrie (DSC) ist eine der am häufigsten eingesetzten Methoden der Thermischen Analyse. Sie ermöglicht die Analyse nahezu aller energetischen Effekte, die in einem Festkörper oder einer Flüssigkeit während der thermischen Behandlung auftreten.

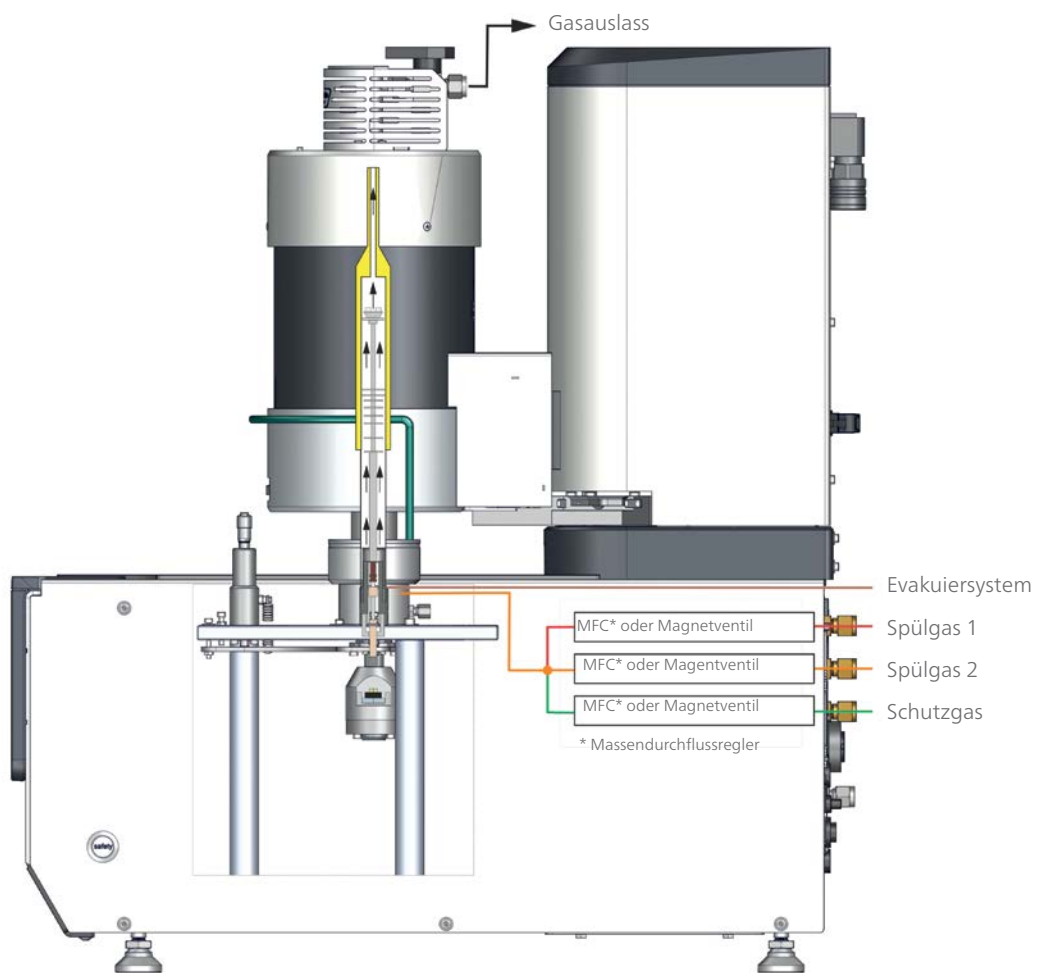
Die DSC 500 *Pegasus*[®] arbeitet nach dem Wärmeflussprinzip. Bei dieser Methode werden eine Probe und eine Referenz einem kontrollierten Temperaturprogramm (Aufheizung, Abkühlung oder isotherm) unterzogen. Die tatsächlich gemessenen Größen sind die Temperatur der Probe und die Temperaturdifferenz zwischen Probe und Referenz. Aus den Rohdatensignalen kann die Wärmestromdifferenz zwischen Probe und Referenz bestimmt werden.

Die DSC 500 *Pegasus*[®] basiert auf nahezu allen relevanten Geräte- und Applikationsnormen wie ISO 11357, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007.

DSC-Analysemöglichkeiten

- Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität
- Schmelztemperaturen
- Übergangsenthalpien
- Phasenumwandlungen
- Phasendiagramme (z. B. Eutektik)
- Kristallisationstemperaturen
- Kristallinitätsgrad
- Glasumwandlungstemperaturen
- Thermische Stabilität
- Zersetzungseffekte
- Reaktionskinetik
- Reinheitsbestimmung

DSC 500 Pegasus®



Modulares Design – Austauschbare Ofensysteme

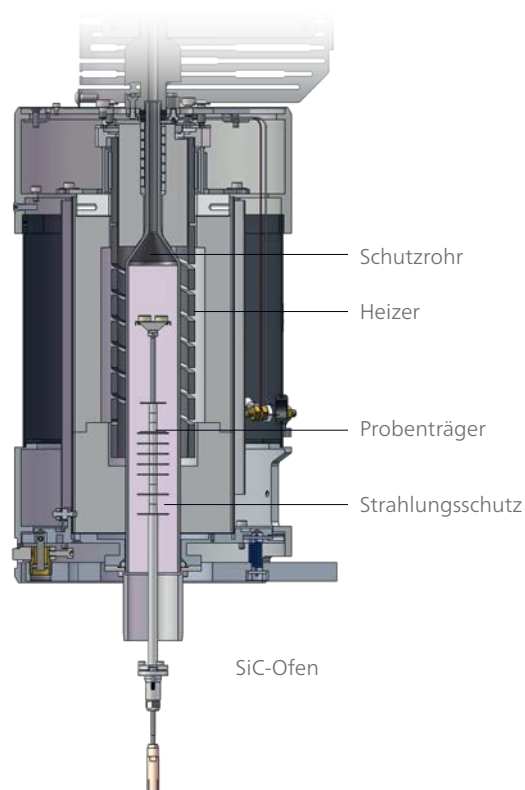
Zur Anpassung an die unterschiedlichsten Applikationen im Temperaturbereich zwischen -150 °C und 2000 °C kann die DSC 500 *Pegasus*® mit verschiedenen Ofentypen ausgestattet werden. Für Temperaturen unterhalb Raumtemperatur stehen Silber- und Stahlöfen zur Verfügung. Eine geregelte Abkühlung ist mit der Flüssigstickstoff- oder der Vortexkühlung gewährleistet. Für höhere Temperaturen sind SiC-, Pt-, Rh- oder Graphitöfen erhältlich. Die Platin- und Rhodium-Öfen sind in Kombination mit den entsprechenden DSC-Sensoren besonders zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität im hohen Temperaturbereich geeignet. Das bedienerfreundliche Design ermöglicht einen einfachen Schlauchwechsel und minimiert so die Stillstandzeiten.

Siliziumkarbid-Ofen – Das Arbeitstier für jeden Tag

Der Siliziumkarbid-Ofen, das robuste Arbeitstier des DSC 500 *Pegasus*®, arbeitet bei Umgebungstemperatur bis 1600 °C. Ausgestattet mit einem Aluminiumoxid-Schutzrohr kann er aggressive Proben und die entstehenden korrosiven Gase tolerieren.

Perfekte c_p -Bestimmung

Die Platin- und Rhodium-Öfen sind auf höchste Leistung ausgelegt. Die präzise gefertigten, metallbasierten Heizsysteme zeigen eine hervorragende Ofenleistung und liefern präzise und zuverlässige Ergebnisse für anspruchsvolle Aufgaben, wie die Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität auch bei Temperaturen über 700 °C.



Ofentyp	Temperaturbereich ¹	Kühlsystem	Atmosphären
Siliziumcarbid	RT bis 1600 °C	Luft	Inert, oxidierend, reduzierend, Vakuum, korrosiv
Platin ²	RT bis 1500 °C	Luft	Inert, oxidierend, reduzierend, Vakuum, korrosiv
Rhodium ²	RT bis 1650 °C	Luft	Inert, oxidierend, reduzierend, Vakuum, korrosiv
Graphit	RT bis 2000 °C	Leitungswasser ³ (bzw. Kühlthermostat)	Inert, oxidierend (mit Schutzrohr bis 1750 °C), reduzierend
Stahl	-150 °C bis 1000 °C	Flüssigstickstoff/ Vortex	Inert, oxidierend, reduzierend, Vakuum
Silber ²	-120 °C bis 675 °C	Flüssigstickstoff/ Vortex	Inert, oxidierend, reduzierend, Vakuum

¹ Entspricht dem maximalen Probentemperaturbereich

² Optimal zur c_p -Bestimmung

³ Anschluss von Kühlwasser erforderlich



Doppelhubvorrichtung

Die elektrische Doppelhubvorrichtung ist bei der DSC 500 *Pegasus*® Standard. Sie ermöglicht den gleichzeitigen Einbau von zwei Öfen, z. B. für Untersuchungen im Tief- und Hochtemperaturbereich mit ein und dem selben Gerät. Soll der Probendurchsatz weiter erhöht werden, lässt sich auch ein Ofen mit dem Automatischen Probenwechsler (ASC) kombinieren.



DSC 500 *Pegasus*® mit Graphit- und SiC-Ofen

Verschiedene Sensoren

Die DSC 500 *Pegasus*[®]-Geräte werden in der Regel zur genauen Messung der spezifischen Wärmekapazität (c_p) eingesetzt. Es können aber auch einfache DTA-Messungen oder konventionelle DSC-Tests durchgeführt werden. DTA-Sensoren werden, beispielsweise für Routineuntersuchungen an aggressiven Probenstoffen eingesetzt. Verschiedene Thermoelementtypen sorgen für optimale Empfindlichkeit und Zeitkonstanten über alle Temperaturbereiche hinweg. Die Sensoren können vom Anwender in weniger als einer Minute problemlos gewechselt werden.



Austauschbare Sensoren

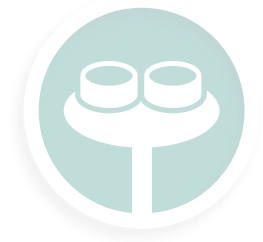
Thermoelement	Temperaturbereich	Sensortypen			Atmosphären				
		DTA	DSC	DSC- c_p	Inert	Oxidierend	Reduzierend ¹	Vakuum	Korrosiv
E	-150 °C - 700 °C	✓	✓	✓	✓	✓ ⁴	✓	✓	
K	-160 °C - 800 °C	✓	✓	✓	✓	✓ ⁴	✓	✓	
P	-150 °C - 1000 °C		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
S	RT - 1650 °C	✓	✓	✓ ²	✓	✓	✓	✓	
S _{geschützt}	RT - 1650 °C	✓			✓	✓	✓	✓	
B	RT - 1750 °C	✓	✓	✓ ³	✓		✓	✓	✓
W/Re	RT - 2000 °C	✓			✓		✓	✓	

¹ Die obere Temperaturgrenze kann vom maximalen Temperaturbereich des Sensors abweichen

² Optimale Genauigkeit bis 1500 °C

³ > 300 °C bis max. 1200 °C

⁴ Bis 500 °C



Einzigartiges Sensor-Justiersystem

Zur Optimierung der Basislinie ist im Messteil ein Mikrometer-Justiersystem integriert, das eine sehr gute Zentrierung des Sensors im Ofen ermöglicht. Damit lässt sich im Handumdrehen eine reproduzierbare Basislinie erzeugen.



DTA-
Proben-
träger
(geschützte
Version)



DTA-
Proben-
träger für
Tempera-
turen bis
2000 °C



DSC-
Proben-
träger



DSC c_p -
Proben-
träger mit
Platin-
tiegeln



DSC c_p -
Proben-
träger für
ASC-Betrieb
(mit OTS®)

Tiegelvielfalt

Die DSC 500 *Pegasus*[®]-Systeme bestehen nicht nur durch ihre Flexibilität in der Ofen- und Sensorauswahl, sondern auch durch die große Vielfalt an verfügbaren Tiegeln. Um den großen Temperaturbereich von -150 °C bis 2000 °C abzudecken, sind Tiegel aus Metall (Al, Ag, Au etc.) über Keramik (Al_2O_3 , MgO, ZrO_2 , Y_2O_3 , BN etc.) bis hin zu Graphit erhältlich. Für inhomogene Proben und solche mit geringer Dichte stehen größere Tiegel zur Verfügung.

Sollen Proben vor atmosphärischen Einflüssen geschützt oder Gasemissionen der Probe konserviert werden, können Aluminiumtiegel mit der handlichen Verschleißpresse gasdicht verschlossen werden.

Für Messungen unter erhöhtem Druck bis 100 bar stehen wiederverwendbare Edelstahl- sowie Autoklav-Tiegel aus Titan zur Verfügung.

Platintiegel mit Auflage und Formwerkzeug

Unsere Kombination aus Platintiegeln und Al_2O_3 -Einsatz verbessert die Genauigkeit der Hochtemperatur-Metallanalyse in der STA. Platin bietet eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit und Stabilität, die für eine genaue thermische Analyse unerlässlich ist. Ein PtRh/-Keramiktiegelsystem für Messungen an Metallschmelzen oder anderen reaktiven Prüfmaterialien ist mit einem herausnehmbaren Einsatz erhältlich.

Für Messungen an Metallen bei erhöhten Temperaturen stehen dünnwandige Auskleidungen aus Al_2O_3 , MgO und Y_2O_3 zur Verfügung. Die Aluminiumoxidauskleidung fungiert als inerte Barriere und verhindert Wechselwirkungen zwischen reaktiven Metallen und dem Tiegel. Dadurch bleibt die Integrität der Messungen erhalten, was zuverlässige Daten liefert und das Kontaminationsrisiko reduziert – ideal für die präzise thermische Analyse von Metallen unter schwierigen Bedingungen.



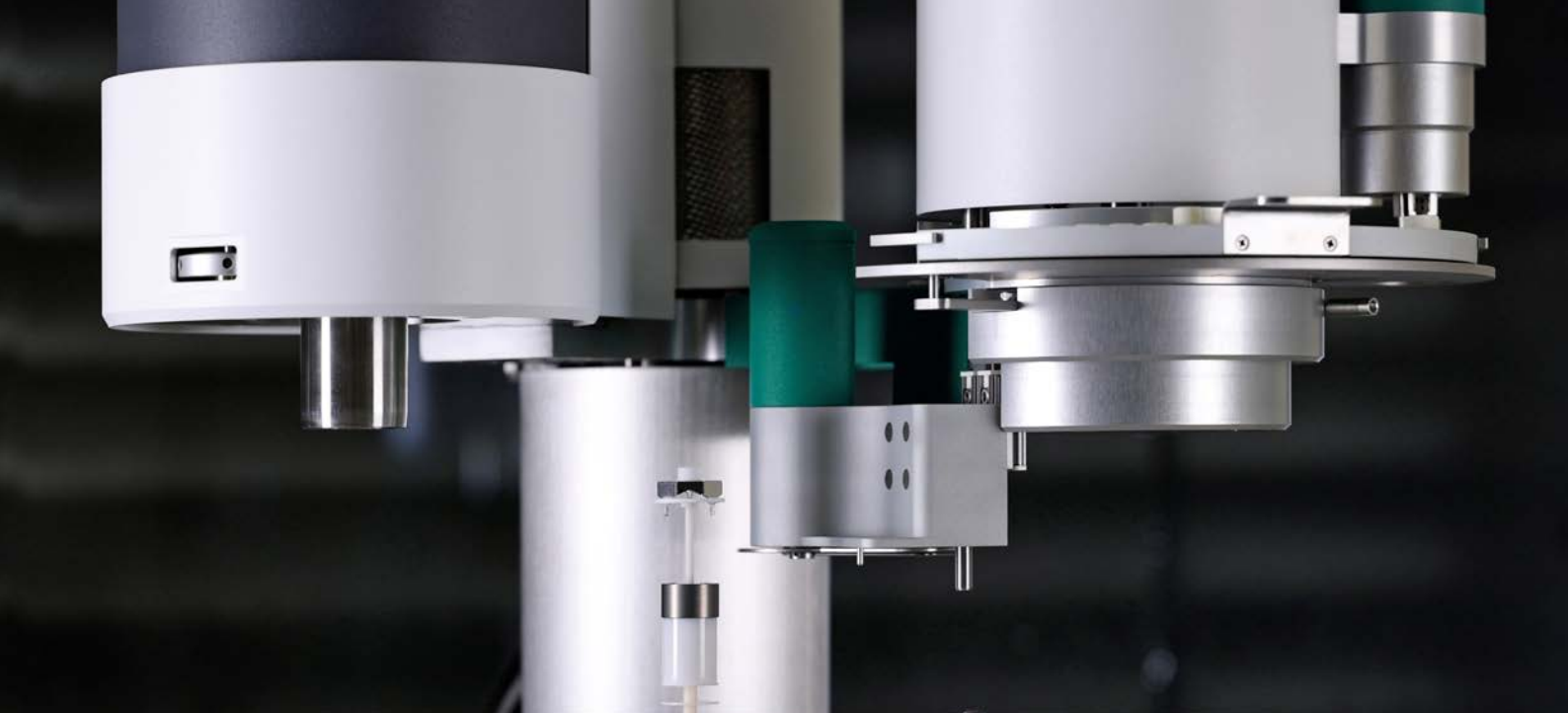
DTA-Tiegel



DSC-Tiegel



PtRh-Tiegel und Deckel mit abnehmbarem Keramikeinsatz und Formwerkzeug



Automatischer Probenwechsler (ASC)

Optional ist ein automatischer Probenwechsler für bis zu 20 Proben erhältlich. Der Probenwechsler ist für eine optimale Tiegelpositionierung und maximalen Durchsatz ausgelegt. Durch Vorprogrammierung sind Messungen auch über Nacht oder am Wochenende möglich. Die Software kann Analysen mit automatischen oder vordefinierten Auswertungen automatisch durchführen. Der ASC mit seinem Greifer und Karussell ermöglicht die Verwendung von nahezu allen Tiegeln, auch speziellen wie Mittel- und Hochdrucktiegel.

“Deckelabhebe“-Funktion des ASC

Für instabile Proben – z. B. sauerstoffempfindliche Proben oder allgemein Proben, die sich unter Raumluftbedingungen im Magazin verändern – ist eine Deckelabhebefunktion verfügbar. Das Verschließen der Tiegel mit einem Deckel reduziert das Risiko, dass sich kritische Proben verflüchtigen oder vor der Messung mit der Raumluft/-feuchtigkeit reagieren.

Automatische Anstechvorrichtung

Für sehr instabile Proben ist optional eine automatische Anstechvorrichtung am Greifer erhältlich, die die Deckel von hermetisch verschlossenen Aluminiumschalen kurz vor Beginn der Messung ansticht.



Zubehör für die Ideale Atmosphäre

Optimale Messbedingungen können durch Hochvakuum, hochreine und sauerstoffreduzierte Umgebungen erreicht werden.

Atmosphäre – Massendurchflussregler

Die Standardausführung der DSC 500 *Pegasus*® wird mit im Gerätegehäuse integrierten Massendurchflussreglern für drei Gase gesteuert. Alternativ kann das System mit Fritten für korrosive Gasatmosphären oder einem optionalen vierten Massendurchflussregler ausgestattet werden. Beide MFC-Systeme erlauben einen softwaregesteuerten Wechsel von Gasart und Durchflussrate sowie das Aufzeichnen des tatsächlichen Gasflusses durch die Software.

Vakuumdichtes Design – Optimale Regelung der Atmosphäre

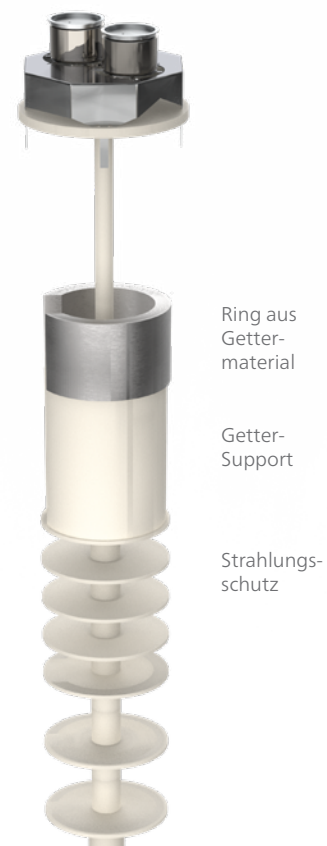
Die DSC 500 *Pegasus*® ist ein erstklassiges vakuumdichtes Hochtemperatur-DSC-System. Nahezu alle Bauteile wurden so konzipiert, dass sie die Anforderungen im Hochvakuum oder in reinen Gasatmosphären erfüllen. Verschiedene Vakuumpumpen (von Rotations- über Membran- bis zu Turbomolekularpumpen) sind zur Evakuierung bis 10^{-4} mbar* erhältlich. Eine automatische Evakuierung ist ebenso möglich wie das Wiederbefüllen mit verschiedenen Spülgasen.

* Tatsächlich erreichbares Vakuum abhängig vom gewählten Evakuierungssystem

Oxygen Trap System für Messungen unter sauerstofffreien Atmosphären

Das OTS® (Oxygen Trap System) ist eine vielseitige und effiziente Lösung für verschiedenste Applikationen, insbesondere in Umgebungen, in denen die Regelung des Sauerstoffgehaltes von entscheidender Bedeutung ist. Das System wurde entwickelt, um Sauerstoff effektiv aus einem bestimmten Raum abzufangen und zu entfernen. Es ist daher ideal für Prozesse, die sehr niedrige Sauerstoffkonzentrationen (<1 ppm) erfordern, um Oxidation oder andere chemische Reaktionen zu verhindern.

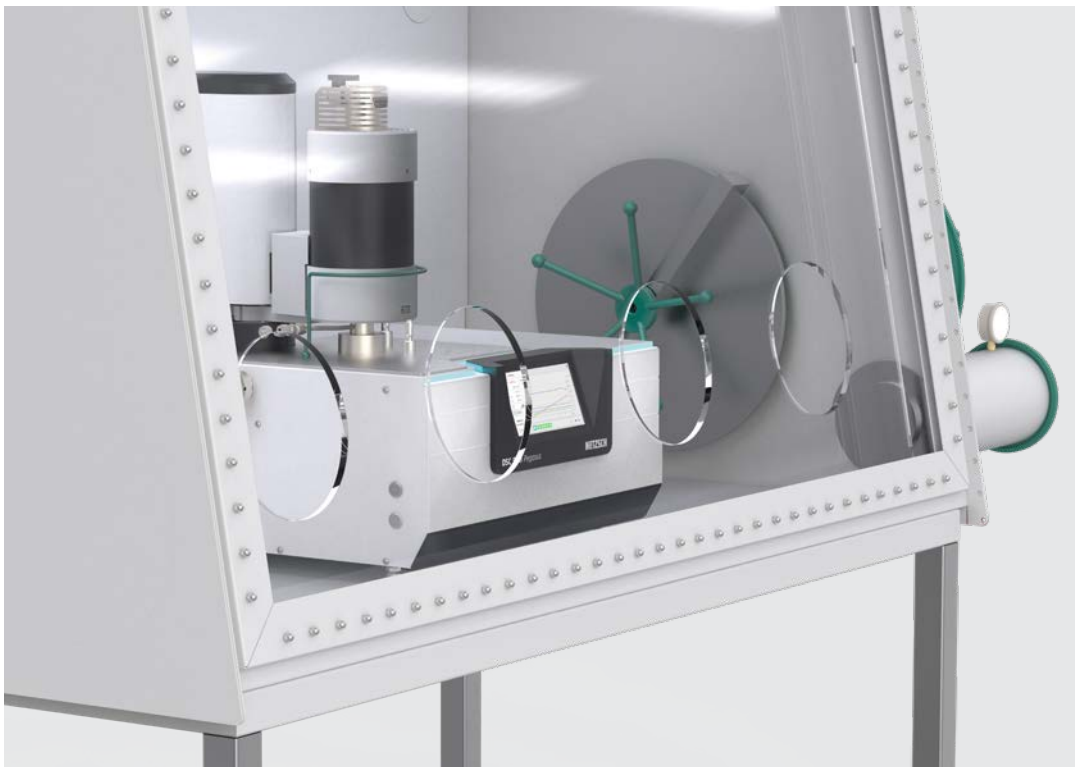
Mit dem OTS®-Zubehör kann die Sauerstoffkonzentration an der Probe drastisch unter 1 ppm reduziert werden.



Speziallösungen

Glovebox und korrosionsbeständige Geräteausführungen

Für den Einsatz in Gloveboxen und für Messungen in korrosiver Atmosphäre stehen spezielle DSC-Versionen zur Verfügung. Dank dieser hohen Flexibilität können die DSC 500 *Pegasus*®-Systeme für Ihre Anforderungen optimiert und konfiguriert werden – jetzt und in Zukunft.



Die DSC 500 *Pegasus*® in einer Glovebox; Handschuhe sind nicht gezeigt.



Proteus[®]-Software

für die DSC 500 Pegasus[®]

Spezifische Wärmekapazität c_p

Die spezifische Wärmekapazität $c_p(T)$ kann aus dem DSC-Signal nach der Verhältnis- und Stufenmethode gemäß ASTM E1269, DIN 51007 oder DIN 11357-4, aber auch direkt und automatisch aus dem DSC-Wärmestrom nach DIN 51007 berechnet werden. Die $c_p(T)$ -Ergebnisse können zusammen mit den Unsicherheitskurven dargestellt werden.

Temperaturmodulierte DSC

Bei der TM-DSC wird die zugrundeliegende lineare Heizrate einer sinusförmigen Temperaturänderung überlagert. Der Vorteil dieser Methode liegt in der Möglichkeit, Überlagerungen von DSC-Effekten durch Berechnung von reversierenden und nicht reversierenden Signalen zu trennen. Der reversierende Wärmestrom ist verbunden mit Änderungen der spezifischen Wärmekapazität z. B. während eines Glasübergangs, während der nicht reversierende Wärmestrom mit zeitabhängigen Phänomenen wie Erstarrung, Dehydratation und Relaxation zusammenhängt.

Peak Separation

Bei experimentellen Kurven mit überlappenden Effekten (TG, DSC, MS, FT-IR) ermöglicht unsere Software die Trennung dieser Peaks. Dies erleichtert die Darstellung der experimentellen Daten als Summe der einzelnen Peaks und ermöglicht die separate Analyse jedes einzelnen Peaks.

2D Temperature Calibration

Diese erweiterte Temperaturkalibrierung, die internationalen Standards entspricht, ist nicht nur temperatur-, sondern auch heizratenabhängig. Diese Softwareoption ist besonders vorteilhaft für die Temperaturgenauigkeit, wenn verschiedene Heizraten in derselben Messung verwendet werden.

Kinetics Neo – Prozessoptimierung durch Vorhersage

Kinetics Neo erstellt kinetische Modelle chemischer Reaktionen und physikalischer Prozesse basierend auf Messungen unter verschiedenen Temperaturbedingungen und Heizraten. Mit Kinetics Neo kann der Anwender Prozesse simulieren und das Verhalten chemischer Systeme unter verschiedenen Bedingungen vorhersagen. Dies ebnet den Weg für die Prozessoptimierung.

Software-Eigenschaften

- | | |
|---|--|
| ■ | AutoEvaluation |
| ■ | BeFlat ^{®*} |
| ■ | OIT (Oxidation Induction Time/Temperature) |
| ■ | Report Generator |
| ■ | Eco Mode |
| □ | Identify |
| □ | Proteus [®] Search Engine |
| □ | Peak Separation |
| □ | Spezifische Wärmekapazität (c_p) |
| □ | 2D Temperature Calibration |
| □ | Temperaturmodulation (TM-DSC) |
| □ | Reinheit |
| □ | Proteus [®] Protect |
| □ | Kinetics Neo |
| □ | Termica Neo ^{**} |
| □ | LIMS |
| □ | LabV [®] |

- enthalten * enthalten bei Auswahl des MFC
□ optional ** setzt Kinetics Neo voraus

Weitere Eigenschaften auf Anfrage

Proteus® Search Engine – Smartes Datenmanagement

Bei der Arbeit mit Mess- und Auswertedaten für unterschiedliche Materialien und unterschiedliche Messaufbauten ist es eine große Hilfe, wenn man direkt auf die Daten zugreifen und sie nach bestimmten Kriterien sortieren kann. *Proteus® Search Engine* synchronisiert Ihre angezeigten Daten automatisch mit vordefinierten Verzeichnissen und filtert sie in Sekundenschnelle. Vorschaubilder von Messkurven oder Analysezuständen sind mit nur einem Klick verfügbar.

Anwender können eigene Suchanfragen erstellen, wie beispielsweise "MyMetals", und einfach zwischen verschiedenen Suchen wechseln. Das macht *Proteus® Search Engine* zu einem sehr leistungsfähigen Werkzeug im Datenmanagement.



Vorteile von *Proteus® Search Engine*

- Effizientes Datenmanagement
- Direkter Zugriff und Sortierung der Daten nach Kriterien
- Schnelle Ansicht von Mess- und Analysevorschaun ohne Öffnen von Dateien
- Schnelles und einfaches Abrufen von Daten
- Suche, z. B. nach Gerätenamen, Methode, Anwender, Datei- und Signaltyp, Datum, Messbedingungen oder ausgewerteten Effekten

Proteus® Search Engine und LabV®



LabV® – Profitieren Sie vom digitalen Labor

NETZSCH-Geräte sind mit der Datenmanagement-Plattform LabV® kompatibel, einer benutzerfreundlichen Software, die eine nahtlose und einfache Integration in bestehende Systeme, Prozesse und Geräte ermöglicht. Sie automatisiert die Datenerfassung, unabhängig von Methode oder Gerät, und bietet eine zentrale Ansicht zur Organisation, Analyse und Erkundung Ihrer Daten. Der KI-gestützte digitale Assistent erleichtert die Datenanalyse und ermöglicht es Laboren, mühelos Insights zu generieren. Dank natürlicher Sprachverarbeitung, vergleichbar mit ChatGPT, ermöglicht LabV® das Erstellen von Visualisierungen, das Erkennen von Trends sowie das Aufdecken komplexer Korrelationen mit einfachen Befehlen.

Vorteile von LabV®

- **Automatisierung im Labor**
Optimieren Sie Ihren Prüfprozess und vernetzen Sie alle Prüfgeräte
- **Cloud-Lösung**
- **Bessere Qualitätskontrolle**
Steigern Sie die Produktqualität durch intelligente Warnmeldungen und intuitives Datenmanagement
- **Schnellere Entwicklung**
Nutzen Sie Ihre Labordaten für eine schnellere Materialentwicklung



Im Vorbeigehen umfassend informiert– LED-Statusleiste

Die DSC 500 Pegasus® ist mit einer LED-Leuchtanzeige ausgestattet, die ihre Farbe je nach Gerätestatus ändert. So können Sie quasi im Vorbeigehen prüfen, in welchem Zustand sich Ihr Gerät gerade befindet. Versichern Sie sich aus der Ferne, ohne sich in den PC einloggen zu müssen, ob Ihre Messung reibungslos verläuft und erhalten Sie Statusmeldungen wie z. B.:

- Gerät ist bereit
- Messung läuft
- Messfortschritt
- Aufheizen/Abkühlen auf Sollwert
- Benutzeraktion erforderlich
- Problem aufgetreten

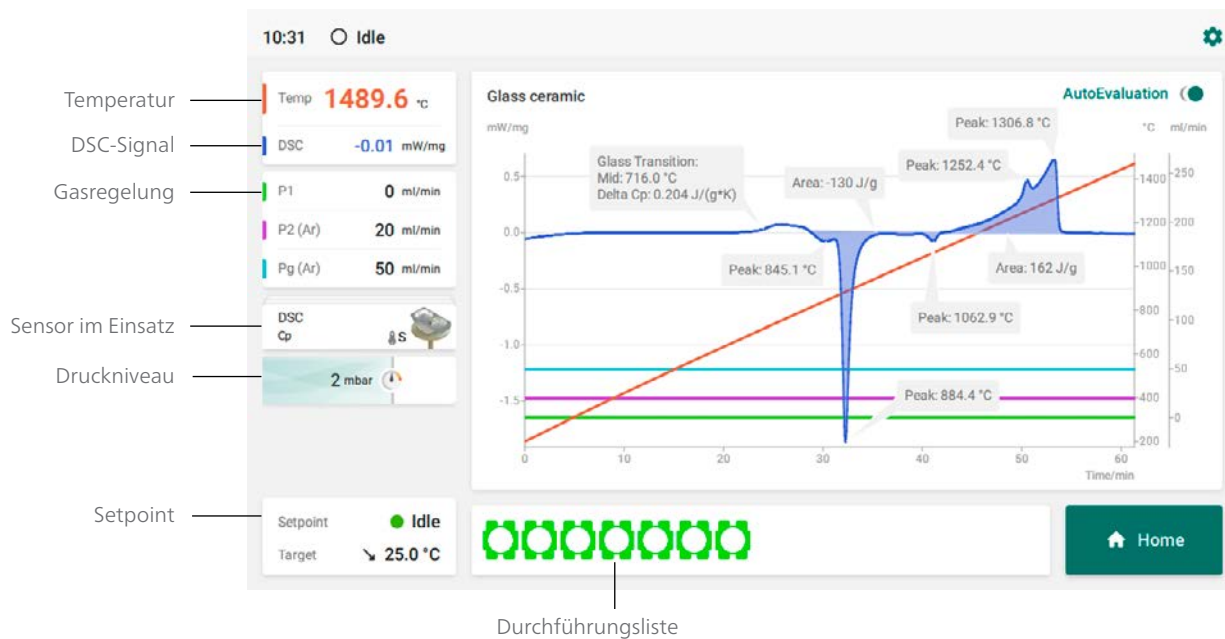
Erhöhung der Produktivität und Optimierung von Arbeitsabläufen durch neue Benutzeroberfläche

Über das integrierte Farb-Touch-Display können Sie eine zuvor in der NETZSCH Proteus®-Software vorbereitete Messung direkt am Gerät starten. Berühren Sie dazu einfach das Feld "Prepared Measurement" auf dem Display und Sie erhalten Informationen über die aktuell verfügbare Messung. Die letzte Kontrolle vor Start einer neuen Messung erfolgt somit direkt am Gerät.

Das Farb-Touch-Display ermöglicht:

- Start der Messung durch einfaches Berühren
- Anzeige bereits durchgeführter Messungen
- Übersicht über Messverlauf und Restlaufzeit
- Überprüfung der aktuellen Temperatur
- Kontrolle von Gasfluss und Gasart
- Start und Verifizierung des AutoVac-Zyklus

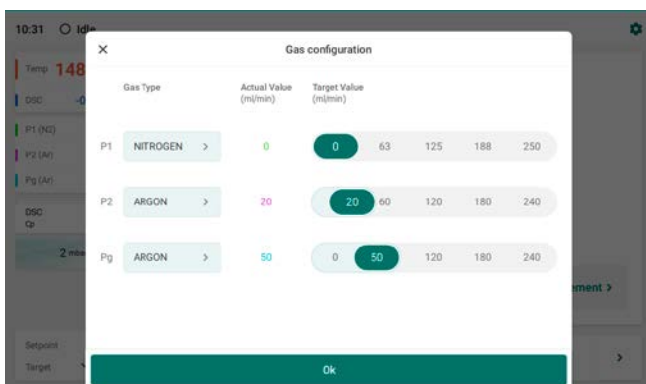
Die DSC 500 Pegasus® Gerätesteuerung und Informationen direkt am Gerät



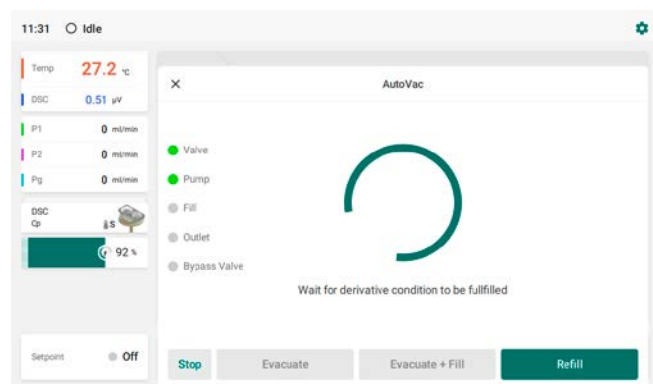
Überwachung Ihrer Messung leicht gemacht: Aufzeichnung des Messfortschritts, Kontrolle und Konfiguration von Sollwert und Gasfluss

AutoEvaluation: Objektive Ergebnisse nach Messende

Wurde *AutoEvaluation* in der Messmethode aktiviert, erfolgt die objektive Auswertung der Messdaten per Mausklick und steht unmittelbar nach Beendigung der Messung in einem Analysefenster zur Verfügung. Die ursprüngliche Messkurve bleibt verfügbar.

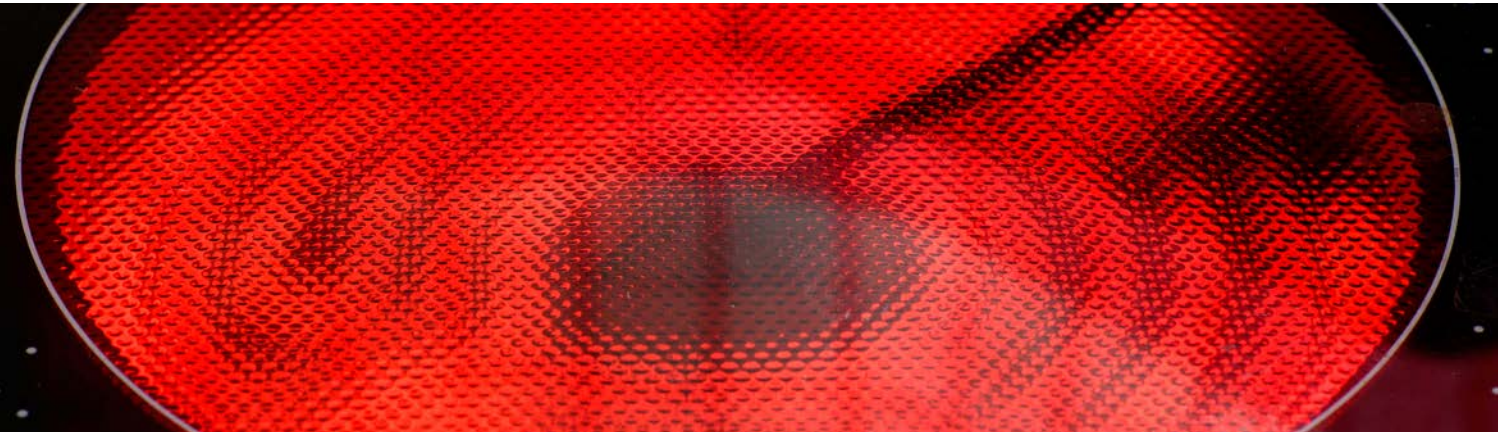


Änderung des Gasflusses in der Gaskonfiguration



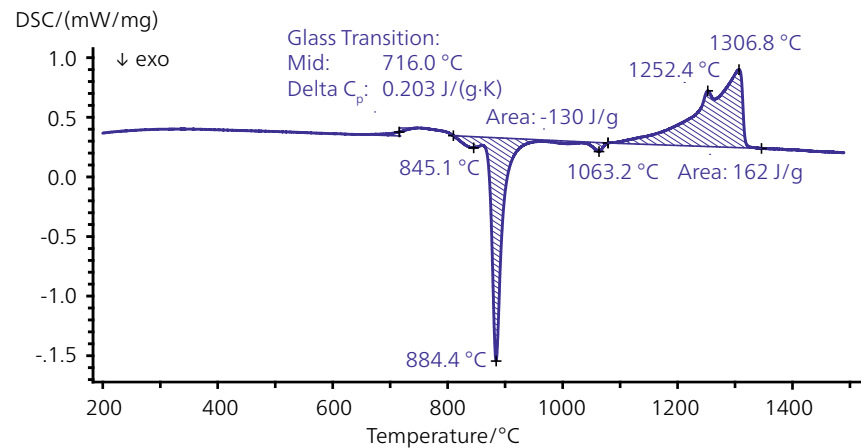
Klare Anzeige des Vorgangs am Gerät

Performance und Applikationen



Lithium-Aluminium-Silikat-Glaskeramik

Die DSC-Messung von RT bis 1500 °C gibt Aufschluss über das thermische Verhalten einer Lithium-Aluminium-Silikat-Glaskeramik (LAS). Einer der wichtigsten Übergänge ist der Glasübergang bei 716,0 °C, der durch eine kleine endotherme Stufe in der Basislinie gekennzeichnet ist. Dieser Effekt repräsentiert die amorphen Anteile. Bei ausreichender Wärmezufuhr beginnt die metastabile glasartige Phase in den energieärmeren kristallinen Zustand überzugehen, was durch den scharfen exothermen Kristallisationspeak bei 884,4 °C zu erkennen ist. Der große endotherme Peak zwischen 1252,4 °C und 1306,8 °C entspricht dem Schmelzen dieser kristallinen Anteile. Der Glasübergang und die Kristallisation während der Aufheizung beeinflussen die Materialeigenschaften und können durch Kontrolle der Glaszusammensetzung und der Wärmebehandlung/Kristallisation eingestellt werden. Oberhalb des

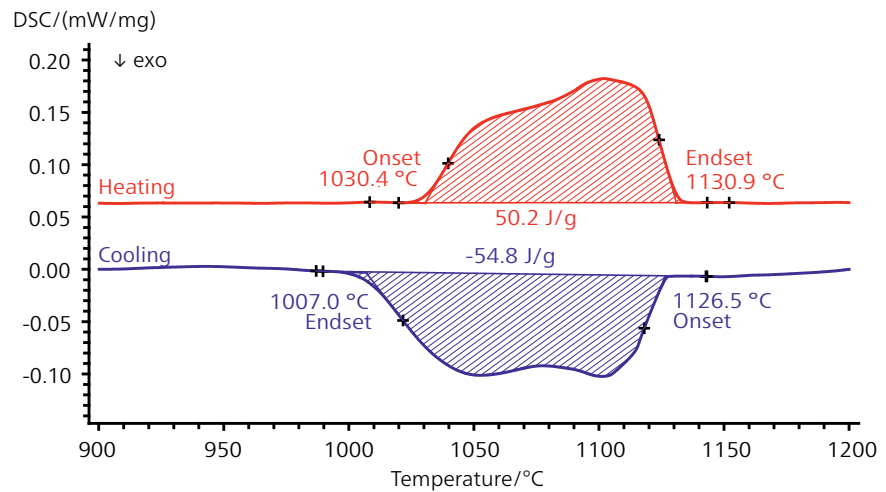


DSC-Messung an LAS:
Probeneinwaage: 50,09 mg, Heizrate: 20 K/min, Atmosphäre: Argon,
Tiegel mit gelochtem Deckel: Pt/Rh

Schmelzpunktes zeigt die flache Basislinie keine Materialzersetzung – ein weiterer Hinweis auf die hohe thermische Stabilität des Materials. Diese Informationen und die Möglichkeit, das Abkühlverhalten zu untersuchen (hier nicht dargestellt), machen die DSC zu einem unverzichtbaren Werkzeug zur Beurteilung der Materialeigenschaften bei der Applikation von Hochleistungsglaskeramiken.

Au-Pt-Legierung für Zahnersatz

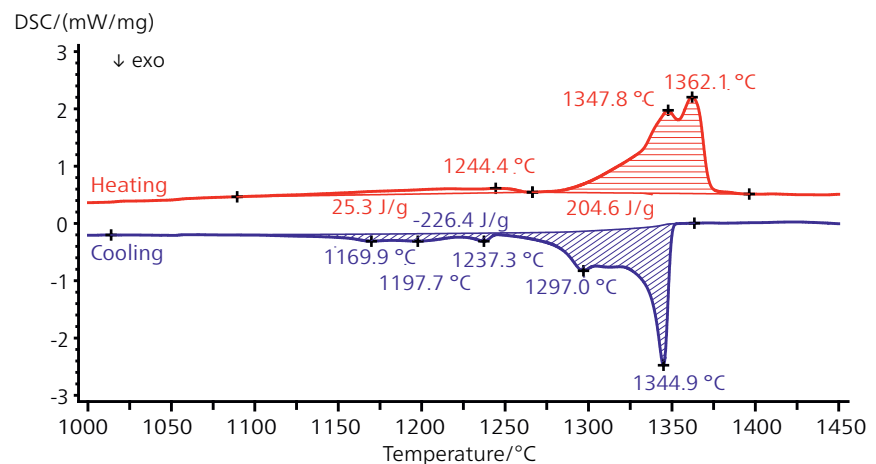
Die DSC-Kurve zeigt das thermische Profil einer Gold-Platin-Legierung, die häufig für Zahnprothesen verwendet wird, und liefert wichtige Informationen über ihr Verhalten bei Aufheiz- und Abkühlzyklen. Die Aufheizkurve (rot) beginnt bei 1030,4 °C und endet bei 1139,9 °C mit einer Enthalpie von 50,17 J/g, während die Abkühlkurve (blau) bei 1126 °C einsetzt und bei 1007,0 °C mit einer Enthalpie von -54,76 J/g endet. Diese thermischen Eigenschaften sind entscheidend für die Beurteilung des Schmelz- und Erstarrungsverhaltens der Legierung – ein wesentlicher Aspekt bei der Herstellung von hochwertigem und langlebigem Zahnersatz.



DSC-Messung an einer Au-Pt-Legierung:
 Probeneinwaage: 74,224 mg, Heizrate: 10 K/min, Atmosphäre: Argon, Tiegel mit gelochtem Deckel: Al₂O₃

Superlegierung auf Nickel-Basis

Diese DSC-Kurve gibt Einblick in die thermischen Eigenschaften einer Superlegierung auf Nickelbasis, einem Material, das für seine Widerstandsfähigkeit in extremen Umgebungen wie Gasturbinen und Düsentriebwerken bekannt ist. Die Aufheizkurve (rot) zeigt drei signifikante endotherme Peaks bei ca. 1244,4 °C, 1347,8 °C und 1362,1 °C, die auf Phasenumwandlungen einschließlich Schmelzen der Probe hindeuten. Die bei diesen Übergängen absorbierte Wärme wird auf 25,3 J/g bzw. 204,6 J/g geschätzt. Die Abkühlkurve (blau) zeigt entsprechende exotherme Ereignisse mit Peaks um 1169,9 °C, 1237,3 °C und 1344,9 °C mit einer Gesamtenergiefreisetzung von -226,4 J/g. Diese Ergebnisse spiegeln das komplexe Kristallisationsverhalten wider, das auf die verschiedenen Phasen innerhalb des Legierungssystems zurückzuführen ist.



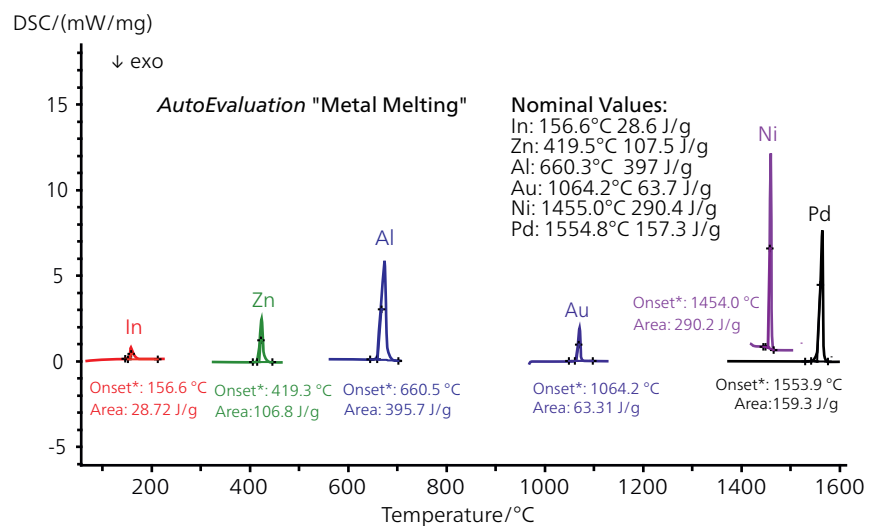
DSC-Kurven einer Superlegierung auf Nickelbasis:
 Probeneinwaage: 31,496 mg, Heizrate: 20 K/min, Atmosphäre: Argon, Tiegel mit gelochtem Deckel: Pt/Rh- und Al₂O₃-Einsätze

Intelligente Software zur Unterstützung der Auswertung der Messung

AutoEvaluation – Schnelle und objektive Ergebnisse direkt nach der Messung

AutoEvaluation ist das erste selbsttätige Auswertesystem für DSC-Analysen auf dem Markt. Es wertet endo- oder exotherme Reaktionen automatisch aus und identifiziert Peaktemperaturen ohne Benutzereingriff. Durch die sofortige Anzeige der ausgewerteten Kurven nach der Messung erhöht *AutoEvaluation* sowohl die Objektivität als auch die Effizienz des Analyseprozesses. Anwender können die Erkennungseinstellungen und die angezeigten Ergebnisse individuell anpassen, was es zu einer idealen Lösung macht sowohl für Anfänger als auch für Experten, die eine rationelle und zuverlässige Datenauswertung suchen.

In diesem Beispiel wird die Funktion *AutoEvaluation* für die Analyse von Metallschmelzpeaks angewandt. Ohne manuelle Eingabe identifiziert *AutoEvaluation* die wichtigsten thermischen Ereignisse, die bei verschiedenen Metallmessungen auftreten. *AutoEvaluation* erkennt für jedes Metall automatisch die Anfangstemperatur und berechnet die entsprechende Enthalpie aus der Fläche in J/g und liefert genaue Ergebnisse ohne weitere Benutzerangaben.



Verschiedene DSC-Messungen an Metall-Kalibrierstandards, automatisch ausgewertet mit der Funktion *AutoEvaluation* "Metal Melting"

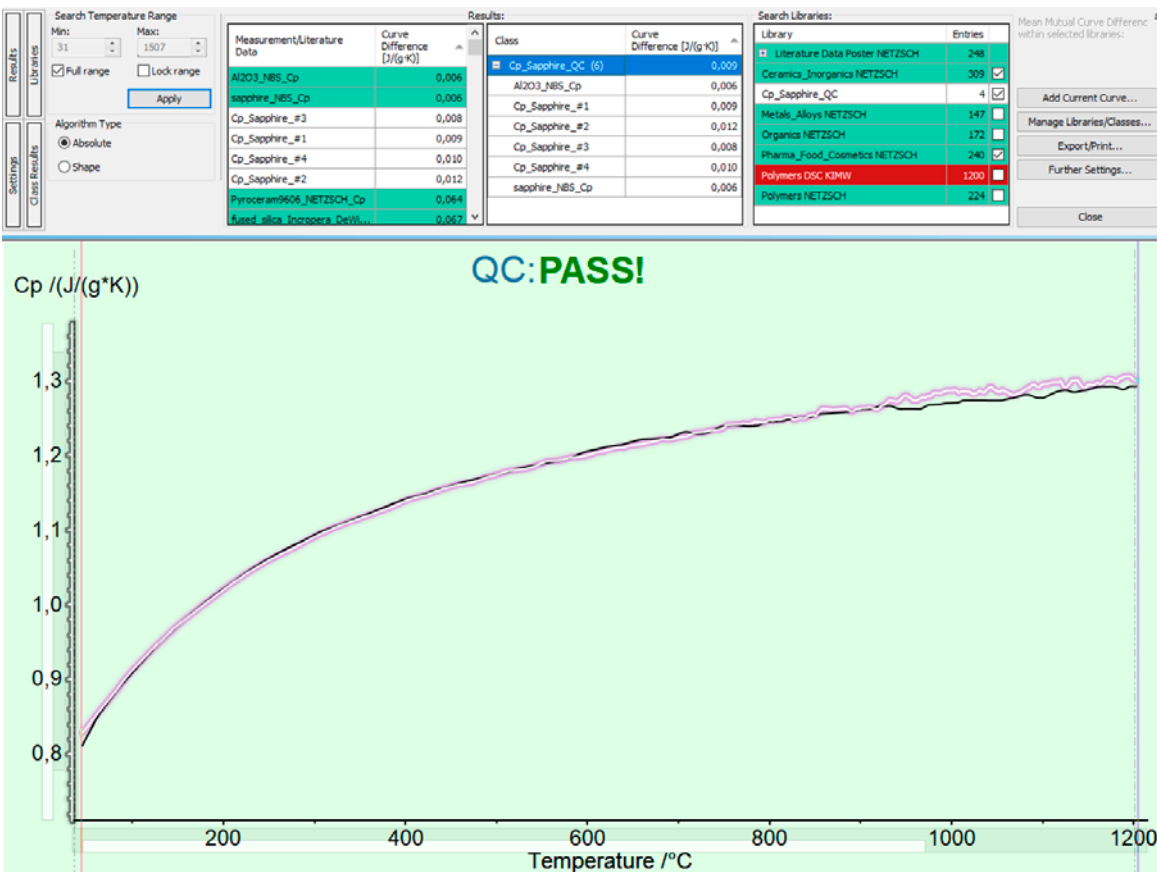


Qualitätskontrolle spezifischer Wärmekapazitätsmessungen (c_p) mittels *Identify*

Identify ist eine leistungsfähige Datenbank für die thermische Analyse, die zur Materialidentifizierung und Qualitätskontrolle entwickelt wurde. Mit über 1300 Einträgen deckt sie eine Vielzahl von Materialien ab, darunter Polymere, Pharmazeutika, Keramiken, Metalle und viele mehr.

Identify unterstützt verschiedene Signaltypen wie DSC, DSC- c_p , TG, TG-c-DTA®, STA, DIL/TMA und DMA, so dass der Anwender die Datenbank mit seinen eigenen Daten erweitern kann. Diese umfangreiche Datenbank unterstützt den Anwender bei der Interpretation der Ergebnisse, der Versuchsplanung und der Qualitätssicherung.

Hier wird eine Messung der spezifischen Wärmekapazität (schwarze Kurve) mit einer Qualitätskontrollklasse aus der Datenbank verglichen, wobei eine gute Übereinstimmung mit der hervorgerufenen Referenzkurve festgestellt wird. Dieser intuitive Ansatz bietet eine schnelle und effektive Qualitätskontrolle, die es dem Benutzer ermöglicht, experimentelle Daten mit Zuversicht zu validieren. Die Software vereinfacht die Auswertung, indem sie ein klares „PASS“-Ergebnis liefert, die Qualitätskontrollprozesse rationalisiert und die Verlässlichkeit der Daten unter Verwendung zuverlässiger Referenzstandards sicherstellt.



Identify-Vergleich der spezifischen Wärmekapazität

DSC 500 Pegasus®

Temperaturbereich	-150 °C bis 2000 °C
Öfen	Standard- und Spezialöfen
Heiz-/Kühlrate	0,001 K/min bis 100 K/min (abhängig vom Ofentyp)
Ofenhubvorrichtung	Motorisierte Doppelhubvorrichtung für zwei Ofen oder einen Ofen in Kombination mit dem ASC
Sensortypen	DTA, DSC, DSC-c _p (schneller und sicherer Sensorwechsel)
Temperaturgenauigkeit	1 K
Enthalpiegenauigkeit	1 bis 3 %
c _p -Messbereich ¹	Bis 5 J/(g*K)
c _p -Genauigkeit ¹	1 bis 3,5 %
Gasatmosphären	Inert, oxidierend, reduzierend, korrosiv, Vakuum
Vakuumdichtigkeit ²	10 ⁻⁴ mbar (10 ⁻² Pa)
Gasregelung	3 integrierte Massendurchflussregler (MFCs), Flussrate 0-250 ml/min, plus 4. optional
Automatischer Probenwechsler (ASC)	20 Proben, abnehmbares Karussell (optional)
Automatische Evakuierung	Softwaregesteuert
Kopplung an Emissionsgasanalyse	FT-IR, MS, FT-IR-MS, GC-MS, GC-MS-FT-IR, PulseTA® (optional)

¹ c_p, spezifische Wärmekapazität

² Tatsächlich erreichbares Vakuum, abhängig vom gewählten Evakuierungssystem

Technische Spezifikationen



Proven Excellence in Labor & Service

NETZSCH Analysieren & Prüfen bietet ein breites Spektrum an Dienstleistungen rund um Ihre thermischen Analysegeräte – von den Grundlagen bis hin zur kompletten Werterhaltung Ihrer Geräte, einschließlich verschiedener Schulungsprogramme und Applikationsunterstützung.

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte unsere Website.

Die inhabergeführte NETZSCH Gruppe ist ein weltweit führendes Technologieunternehmen, das sich auf den Maschinen-, Anlagen- und Gerätebau spezialisiert hat.

Unter der Führung der Erich NETZSCH B.V. & Co. Holding KG besteht das Unternehmen aus den drei Geschäftsbereichen Analysieren & Prüfen, Mahlen & Dispergieren sowie Pumpen & Systeme, die branchen- und produktorientiert ausgerichtet sind. Ein weltweites Vertriebs- und Servicenetz gewährleistet Kundennähe und kompetenten Service 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), die Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften, die Rheologie und die Brandprüfung. Basierend auf mehr als 60 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@netzsch.com
<https://analyzing-testing.netzsch.com>



NETZSCH®

www.netzsch.com