

NETZSCH

Proven Excellence.

ECO-
REIHE



Simultane Thermische Analyse –
STA 449 **F1** Jupiter®

Analyzing & Testing



Auf dem neuesten Stand der Technologie

Simultane thermische Analyse bezeichnet die gleichzeitige Anwendung von Thermogravimetrie (TG) und Dynamischer Differenz-Kalorimetrie (DSC) auf ein und dieselbe Probe in einem Gerät. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Messbedingungen sind vollkommen identisch für die TG- und DSC-Signale (gleiche Atmosphäre, Gasflussrate, Dampfdruck über der Probe, Heizrate, thermischer Kontakt zu Probeniegel und Sensor, Strahlungseinflüsse etc.). Desweiteren wird auch der Probendurchsatz verbessert, da in einer Messung TG- und DSC-Signale gleichzeitig detektiert werden können.

DSC Analysemöglichkeiten

- Schmelz-/ Kristallisationsverhalten
- Festkörperübergänge
- Polymorphe Umwandlungen
- Kristallinitätsgrad
- Glasübergänge
- Vernetzungsreaktionen
- Oxidationsstabilität
- Reinheitsbestimmung
- Spezifische Wärmekapazität
- Kinetics Neo

TG Analysemöglichkeiten

- Masseänderungen
- Temperaturbeständigkeit
- Oxidations-/ Reduktionsverhalten
- Zersetzung
- Korrosion
- Zusammensetzung
- Kinetics Neo

Norm*	Beschreibung
ISO 11358	Kunststoffe – Thermogravimetrie (TG) von Polymeren
ASTM E793	Standard Test Method for Enthalpies of Fusion and Crystallization by Differential Scanning Calorimetry
DIN 51004	Bestimmung der Schmelztemperaturen kristalliner Stoffe mit der Differenzthermoanalyse
DIN 51006	Thermische Analyse (TA) – Thermogravimetrie (TG)
DIN 51007	Differenzthermoanalyse (Grundlagen)

* Abhängig von Gerätekonfiguration

Die NETZSCH STA Eco-Reihe

70 % WENIGER ENERGIEVERBRAUCH UND SOMIT KOSTENREDUKTION.
KEINE EXTERNE TEMPERATURREGELUNG ERFORDERLICH.



Um genaue thermogravimetrische Ergebnisse mit geringem Driftverhalten zu erhalten, greifen die meisten kommerziell erhältlichen Systeme auf einen Thermostaten zur Zirkulation des Wasserkreislaufs zurück. Ein ständig laufender Thermostat erfordert nicht nur viel Energie, sondern produziert dabei Abwärme, die von Klimaanlage reguliert werden muss.

NETZSCH kommt gänzlich ohne externen Thermostaten aus. Die Temperatur des Wägeraums wird elektronisch geregelt. Dies sorgt für die notwendige Temperaturstabilität. Durch Wegfall des Thermostaten verringert sich der Energieverbrauch einer STA 449 **F1 Jupiter**® für den Durchschnittsverbraucher um 70 %.*

* Bei täglich 3-maligem Gebrauch des Gerätes an 250 Tagen im Jahr

Weitere Vorteile der STA Eco-Serie sind:

- 30 % weniger Abwärme
- Platzsparend
- Weniger Wartungsaufwand
- Beste Performance



STA 449 **F1** Jupiter®

Weltweit führend
in Flexibilität
und Genauigkeit



– ÜBER 50 JAHRE –
Führender Hersteller von
Thermischen High-Perfor-
mance Analyse-Geräten

In der STA 449 **F1 Jupiter**[®] sind eine hochleistungsfähige Wärmestrom-DSC und eine Thermowaage mit Auflösung im Nanogramm-Bereich mit einem bisher unerreichten Wäge- und Temperaturbereich vereint. Durch Auswahl des optimalen Ofens, des idealen Sensors und des geeigneten Zubehörs lässt sich dieses STA-System an nahezu alle Applikationen anpassen und ist somit ein einzigartiges und ideales Werkzeug für die Materialcharakterisierung in Forschung und Entwicklung.

Neue Maßstäbe geprägt von
Erfahrung und Innovation

Eine Weltneuheit: Die erste Nano-Thermowaage

Die Waage der STA 449 **F1 Jupiter**[®] setzt Maßstäbe für Hochleistungs-Thermowaagen. Sie ermöglicht Messungen an Proben mit einem Gewicht bis zu 5 g und Volumen bis zu 5 ml. Dadurch lassen sich Probleme, verursacht durch Probeninhomogenitäten und kleinste Verunreinigungen, einfach durch größere Probenmengen beheben. Sie haben nur kleine Probenmengen zur Verfügung? Kein Problem. Die STA 449 **F1 Jupiter**[®] ist die erste kommerzielle Thermowaage im Nanogrammbereich (0,025 µg). Diese Auflösung ist über den gesamten Messbereich (5 g) verfügbar. Weitere herausragende Eigenschaften des STA-Wägesystems sind geringstes Rauschen und eine Mikrogramm-Stabilität über Stunden.

Oberschalige Anordnung – der Standard für Thermowaagen

Die STA 449 **F1 Jupiter**[®] ist eine oberchalige Thermowaage – dieses Prinzip ist seit Jahrzehnten Standard bei Laborwaagen. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: diese Systeme vereinen ideale Leistung mit einfacher Handhabung.

Vakuumdichte Ausführung – optimale Kontrolle der Gasatmosphäre

Die STA 449 **F1 Jupiter**[®] ist vakuumdicht. Nahezu jedes Bauteil wurde konzipiert, um die Anforderungen von Applikationen im Hochvakuum zu erfüllen. Durch Verwendung einer Turbomolekularpumpe, können Drücke kleiner als 10^{-4} mbar erreicht werden. Das **OTS**[®]-Zubehör ermöglicht die weitere Reduzierung des Sauerstoffgehalts an der Probe auf unter 1 ppm.





Wählen Sie den

Zur Anpassung an verschiedene Applikationsbereiche über den gesamten Temperaturbereich (-150 °C bis 2000 °C) sind zehn austauschbare Öfen erhältlich. Die Doppelhubvorrichtung sieht den gleichzeitigen Anschluss von zwei Öfen für einen verbesserten Probendurchsatz oder Untersuchungen im Tief- und Hochtemperaturbereich mit ein und derselben Apparatur vor. Die Öfen sind durch den Anwender leicht austauschbar. Dadurch kann das System an jeden zukünftigen Applikationsbereich angepasst werden.

Tägliche Arbeiten sicher durchgeführt

Für Standard-STA-Messungen von Raumtemperatur bis 1600 °C ist der Siliciumcarbid-Ofen (SiC) das ideale Arbeitspferd für Ihr Labor. Für Messungen unter korrosiver Atmosphäre kann der SiC-Ofen mit dem geschützten TG-DTA-Sensor ausgestattet werden und ermöglicht somit einen sicheren Betrieb.

Messungen unterhalb von Raumtemperatur

Unter Verwendung von Kühleinrichtungen ermöglichen der Silber- und Stahlofen Messungen im tieferen Temperaturbereich und sorgen für eine geregelte Abkühlung. Während der Silberofen ideal für die Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität ist, bietet der Stahlofen einen großen Temperaturbereich von -150 °C bis 1000 °C.

Spezifische Wärmekapazität bis zu hohen Temperaturen

Der Platin- und Rhodiumofen in Kombination mit den zugehörigen DSC-Sensoren ist speziell für die Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität im höheren Temperaturbereich ausgelegt.

Ihre Ergebnisse innerhalb kürzester Zeit

Der Hochgeschwindigkeitsofen erlaubt die Simulation realistischer Aufheizvorgänge mit linearen Heizraten von bis zu 1000 K/min. Zusätzlich sorgen die hohen Heizraten für einen einfachen Zugang zu Kinetikstudien.



STA 449
F1 Jupiter



geeigneten Ofen

für Ihre Applikation!

Höchste Temperaturen

Das Heizelement aus Wolfram erlaubt Messungen unter Heliumatmosphäre von RT bis 2000°C und Messungen im Hochvakuum von 400°C bis 2000°C.

Messungen in feuchten Atmosphären

Der Wasserdampf-Ofen deckt den großen Temperaturbereich von Raumtemperatur bis 1250 °C ab. Er kann sowohl an den Feuchte- als auch an den Wasserdampfgenerator angeschlossen werden. Letzterer erzeugt einen Strom reinen Wasserdampfes durch Verdampfung einer exakt dosierten Menge Wassers. Dadurch ist eine molare Konzentration von nahezu 100 % darstellbar.

Der Kupferofen kann für konventionelle STA-Messungen einschließlich der Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität zwischen Raumtemperatur und 500 °C eingesetzt werden. Er ist ideal für Messungen unter relativer Luftfeuchte zwischen Raumtemperatur und 100 °C. Für diesen Zweck ist ein Feuchtegenerator erhältlich mit einem maximalen Taupunkt von 80 °C, was einer molaren Konzentration an Wasser von 47 % entspricht.

Ofentyp	Temperaturbereich ¹	Kühlung
Silber	-120 °C bis 675 °C	Flüssigstickstoff ²
Kupfer	-150 °C bis 500 °C	Flüssigstickstoff ²
Stahl	-150 °C bis 1000 °C	Flüssigstickstoff ²
Platin	RT bis 1500 °C	Luft
Siliziumcarbid	RT bis 1600 °C	Luft
Rhodium	RT bis 1650 °C	Luft
Grafit	RT bis 2000 °C	Wasser
Wasserdampf	RT bis 1250 °C	Luft
High-speed	RT bis 1250 °C	Luft

¹ Entspricht dem maximalen Proben-temperaturbereich

² Alternative Vortex-Kühlung erlaubt Starttemperaturen um 0 °C.

Verschiedene Sensoren

Der STA 449 **F1 Jupiter**® stehen verschiedene Sensortypen zur Verfügung. TG-Sensoren mit Aufsteckplatte oder großem Tiegel (bis 5 ml) lassen Messungen an großen Probenmengen zu. TG-DTA-Sensoren werden oft für Routineuntersuchungen oder Messungen an aggressiven Probensubstanzen eingesetzt. Die geschützten Sensoren finden Verwendung für z. B. Tests unter korrosiven Atmosphären. Die am häufigsten verwendeten TG-DSC-Sensoren erlauben quantitative DSC-Untersuchungen simultan zu den TG-Resultaten. Zusätzlich ermöglichen die TG-DSC- c_p -Versionen die Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität mit hoher Genauigkeit.

Durch die *Quick-Connect*-Verbindung zum Gerät können die Sensoren innerhalb weniger Sekunden ausgetauscht werden, was eine schnelle Anpassung der Apparatur an die jeweils gewünschte Applikation gestattet.

Sensor-Thermoelement	Temperaturbereich	Sensortyp	Atmosphäre
Typ E	-150°C bis 700°C*	TG-DTA, TG-DSC (c_p)	inert, red., oxid., vak.
Typ K	-150°C bis 800°C*	TG-DTA, TG-DSC (c_p)	inert, red., oxid., vak.
Typ S	RT bis 1650°C	TG, TG-DTA, TG-DSC (c_p)	inert, red., oxid., vak.
Typ S geschützt	RT bis 1650°C	TG, TG-DTA	inert, red., oxid., vak., korr.
Typ P	-150°C bis 1000°C	TG, TG-DSC, TG-DSC (c_p)	inert, red., oxid., vak.
Typ B	RT bis 1750°C	TG, TG-DTA, TG-DSC	inert, red., oxid., vak.
Typ W	RT bis 2000°C	TG, TG-DTA	inert, red., vak.

* unter oxid. Atmosphäre bis 500 °C

Standard-Typ S Sensoren – für Routine- und spezielle Aufgaben

Im Hochtemperaturbereich decken Typ S-Sensoren den großen Temperaturbereich von Raumtemperatur bis 1650 °C ab, und das mit hoher Genauigkeit. Für Messungen beim Auftreten korrosiver Gase sorgt der TG-DTA-Sensor mit geschützten Thermoelementen für sichere Bedingungen, ohne die Empfindlichkeit zu mindern.

Hohe Empfindlichkeit im Tieftemperaturbereich

Die Typ P-Sensoren sind im tieferen Temperaturbereich Standard, bestens geeignet für den Stahlofen. Alle Sensoren ausgestattet mit Thermoelementtyp E und K zeichnen sich durch höchste Empfindlichkeit und Auflösung aus. Sie dienen besonders zum Nachweis kleiner Effekte.

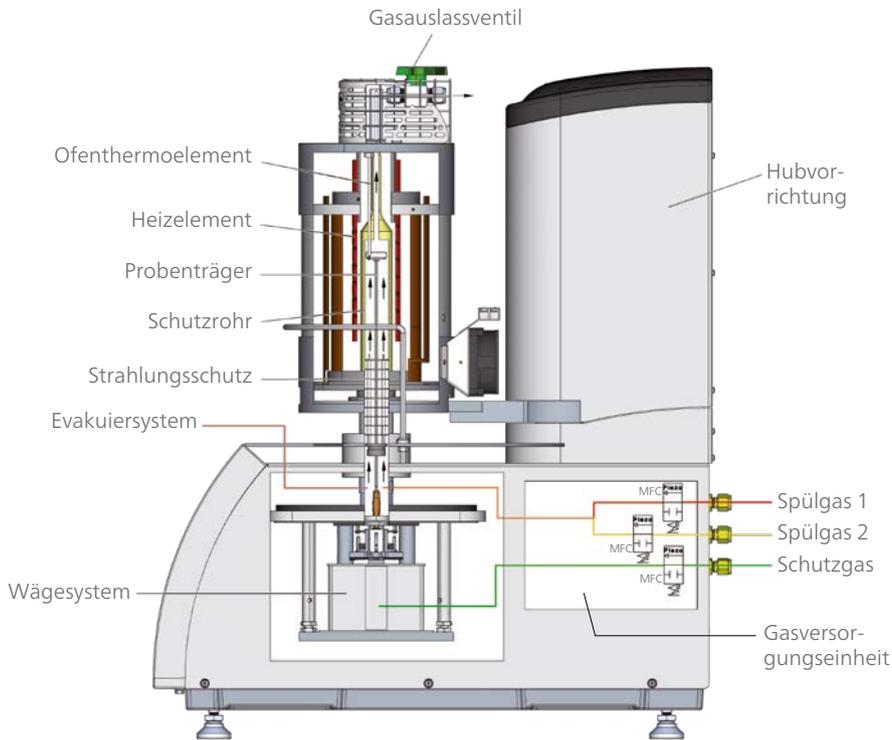
Hoch- und Höchsttemperaturbereich

Echte DSC-Messungen bis 1750 °C können mit dem Typ B-Sensor aufgezeichnet werden. Bei höchsten Temperaturen bis 2000 °C empfehlen sich die TG- und TG-DTA Proben-träger Typ W für Messungen unter inerten Bedingungen sowie unter Vakuum.

HÖCHSTE PRÄZISION

Maximale Flexibilität





Optimale Kontrolle der Atmosphäre

Die integrierte Gasversorgung mit drei Massendurchflussreglern für Spül- und Schutzgase bietet eine optimale Kontrolle der Atmosphäre um die Probe (z. B. reine inerte Bedingungen). Dies ist essentiell für die korrekte Interpretation der gemessenen Effekte, z. B. zur Unterscheidung zwischen Oxidations- und Zersetzungsreaktion.

Kopplung an Emissionsgasanalyse



Eine Analyse der bei STA-Messungen austretenden Gase kann ohne aufwändige Umrüstung durch die Kopplung an ein FT-IR, MS oder GC-MS erzielt werden. Dabei können FT-IR und QMS gleichzeitig an die STA gekoppelt und die STA mit dem ASC ausgestattet sein.

QMS 403 *Aëolos Quadro* simultan gekoppelt an PERSEUS STA 449 *F1 Jupiter*® mit automatischem Probenwechsler



Die *Proteus*®-Software ist von einem ISO-zertifizierten Unternehmen erstellt. Sie beinhaltet alle Funktionen zur Durchführung und Auswertung der Messdaten – selbst von komplexen Analysen.

STA 449 *F1 Jupiter*® mit *Proteus*® 8.0

UNSERE LEISTUNGSSTARKE ANALYSESOFTWARE

AutoEvaluation – Die weltweit einzige selbsttätige Auswertung

Die einzigartige Funktion *AutoEvaluation* detektiert und wertet thermische Effekte – d.h. Peaks, Glasübergänge oder Massenänderungen – ohne Zutun des Anwenders aus. Intelligente Algorithmen sind in der Lage, DSC- und TG-Kurven vollautomatisch abzuarbeiten. Dies hat vollkommen objektive Ergebnisse zur Folge.

Dieses Tool ist nicht nur hilfreich für Anfänger, auch erfahrene Anwender können so erzeugte Ergebnisse als „zweite Meinung“ heranziehen. Der Benutzer hat jederzeit die vollständige Kontrolle: Werte können neu berechnet oder weitere manuelle Auswertungen hinzugefügt werden.

Identify – Mit einem Klick zum Ergebnis

Identify markiert einen echten Wendepunkt in der thermischen Analyse. Dieses Softwarepaket erlaubt die Materialidentifizierung und -klassifizierung über Datenbankvergleich mit nur einem Klick.

Im Fall von DSC und TG ist der Kurvenvergleich effektbasiert, was für einen schnellen und effizienten Abgleich sorgt. Das Ergebnis ist eine Ähnlichkeits-Trefferliste.

Neben 1-zu-1-Vergleichen mit individuellen Kurven ist es auch möglich zu überprüfen, ob eine bestimmte Kurve zu einer bestimmten Klasse gehört.

Der Datenbank (mehr als 2000 Einträge, von denen 1200 in *Identify* bereits enthalten sind) können eigene Bibliotheken und Klassen zugefügt werden; auf diese Weise lässt sie sich auch mit eigenen Experimenten und Wissen einfach erweitern.



OPTIMIERUNG DER ENTBINDERUNG DURCH SIMULATION

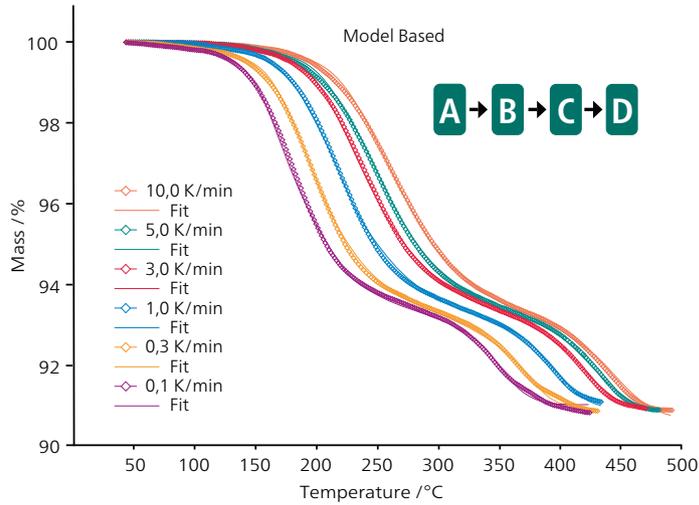


Abb. 1: Die experimentellen TG-Daten (Symbole) stimmen gut mit den Ergebnissen der Simulation (durchgezogene Linien) auf der Basis eines 3-stufigen Kinetik-Modells für Heizraten von 0,1; 0,3; 1; 5 und 10 K/min überein.

Ausbrennen eines polymeren Binders

In der Sintermetallurgie sorgt der dem Metallpulver zugesetzte polymere Binder für eine verbesserte Haftung. Während des Sinterprozesses wird der Binder vorsichtig entfernt, um Mikrorisse durch die Freisetzung von Gasen zu verhindern. Eine langsame Aufheizung führt zu Zeitverlusten in der Produktion, während eine schnelle Aufheizung Qualitätsverluste aufgrund intensiver Gasentwicklung während der Polymerzerersetzung zur Folge hat.

Unter Berücksichtigung dieser Bedingungen ist es im vorliegenden Fall das Ziel, das optimale Temperaturprogramm für einen Tunnelofen zu ermitteln. Die Simulation des Produktionsprozesses geschieht anhand von sechs mit verschiedenen Heizraten geführten TG-Messungen (Abbildung 1) und einem darauf basierenden Kinetikmodell. Eine optimale Materialqualität wird hier bei einer Massenverlustrate von 0,05 %/min erzielt – unter Laborbedingungen z. B. durch das Temperaturprogramm in Abbildung 2. Abbildung 3 zeigt die Vorhersage für das Ausbrennverhalten für gegebene Zonentemperaturen.

Informieren Sie sich auch über „Kinetics as a Service“ unter www.kinetics.netzsch.com

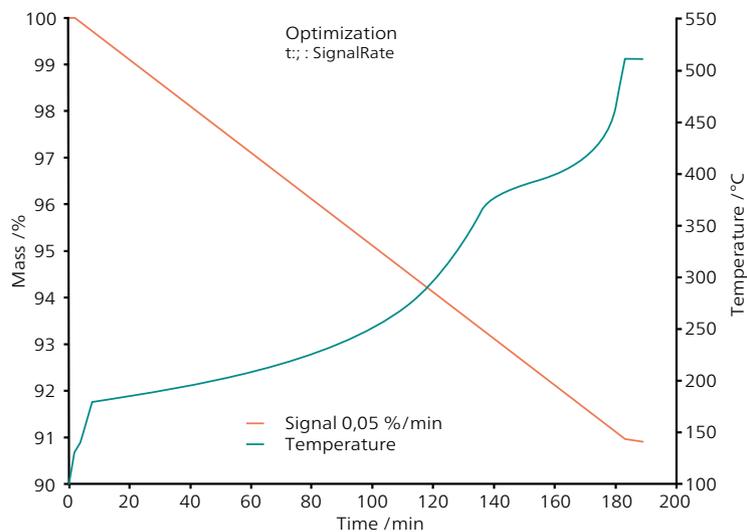


Abb. 2: Optimiertes Temperaturprogramm für das Ausbrennen des Polymerbinders unter Laborbedingungen

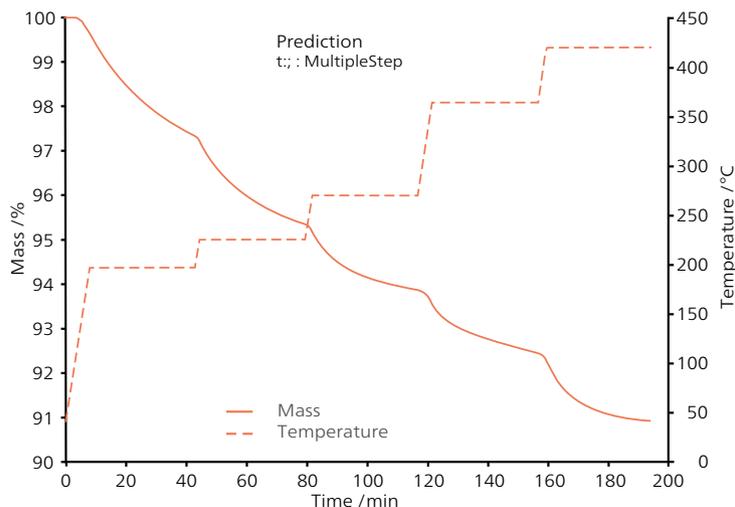
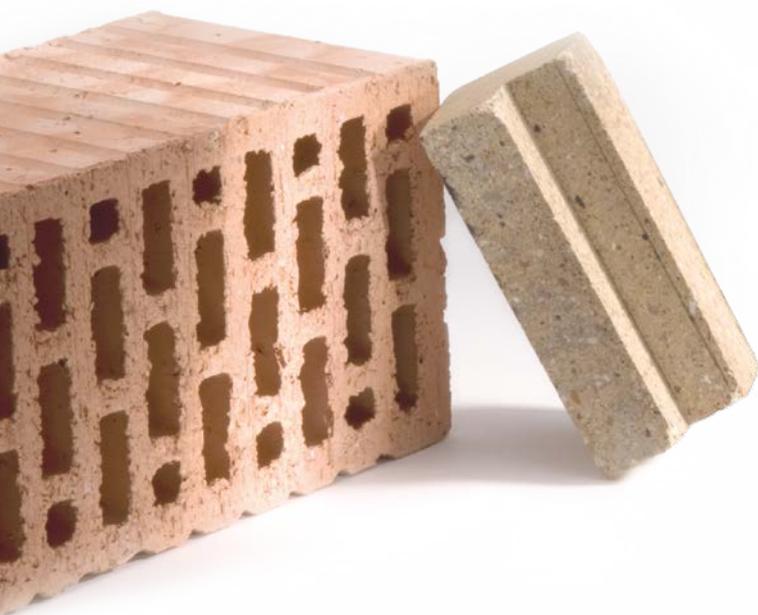


Abb. 3: Optimierte Zonentemperaturen für das Ausbrennen des Polymerbinders im Tunnelofen während des Herstellprozesses

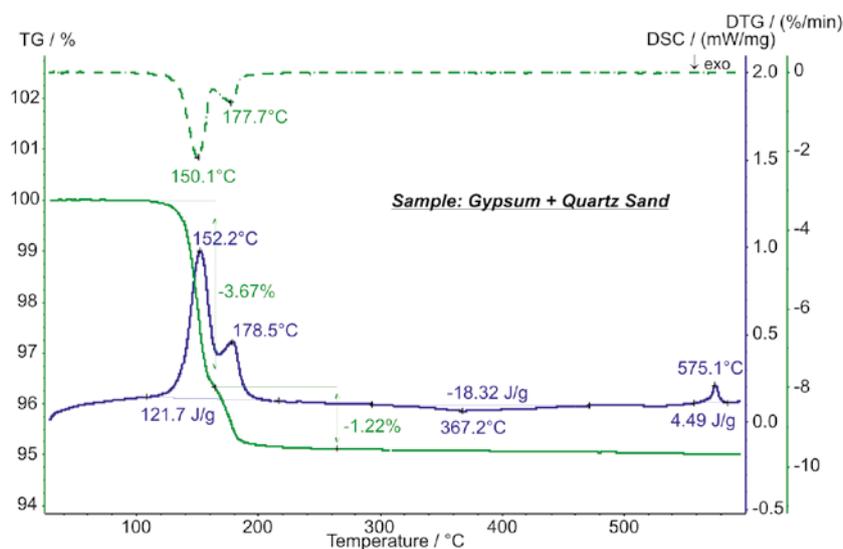
ANWENDUNGSBEISPIELE

Aussagekräftige Materialcharakterisierung im NIEDRIG-TEMPERATURBEREICH



Baustoffe: Gips und Quarzsand

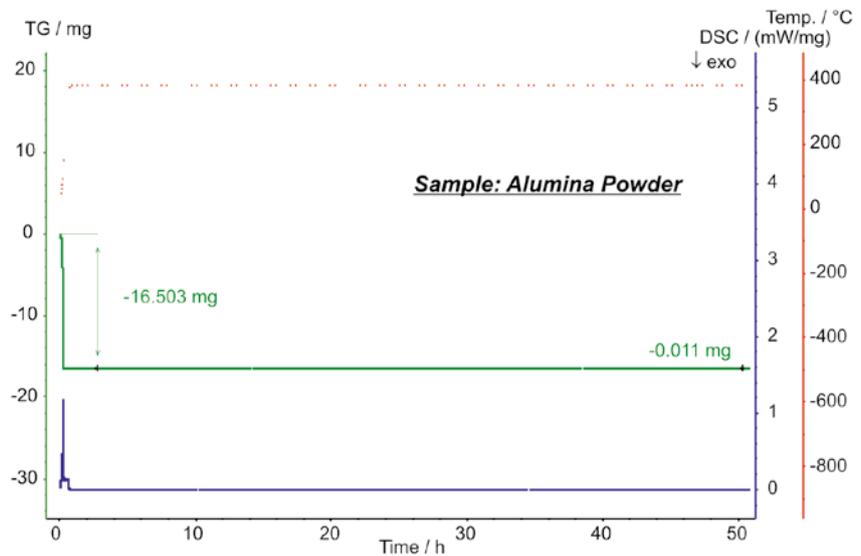
Gips und Quarzsand finden z. B. im Baustoffbereich häufig Anwendung. Der Gipsanteil zeigt unterhalb etwa 250 °C eine zweistufige Wasserabspaltung von $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Dihydrat) in $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ (Halbhydrat) und schließlich in CaSO_4 (Anhydrit). Hierzu ist eine Gesamtenergie von 122 J/g erforderlich. Die quantitative Betrachtung ergibt, dass es sich bei dem Gips um reines Dihydrat mit einem Massenanteil von etwa 23,4 % in der Probe handelt. Zwischen etwa 300 °C und 450 °C findet die exotherme Bildung von β - CaSO_4 mit einer frei werdenden Energie von 18,3 J/g statt. Der endotherme Effekt bei einer extrapolierten Onset-Temperatur von 573 °C ist auf den strukturellen $\alpha \rightarrow \beta$ -Übergang von Quarz (kristallines SiO_2) zurückzuführen.



Die Messung wurde bei einer Heizrate von 10 K/min in Luftatmosphäre im SiC-Ofen durchgeführt. Die Probenmasse betrug 34,30 mg.

Ausgezeichnete Langzeit-Stabilität

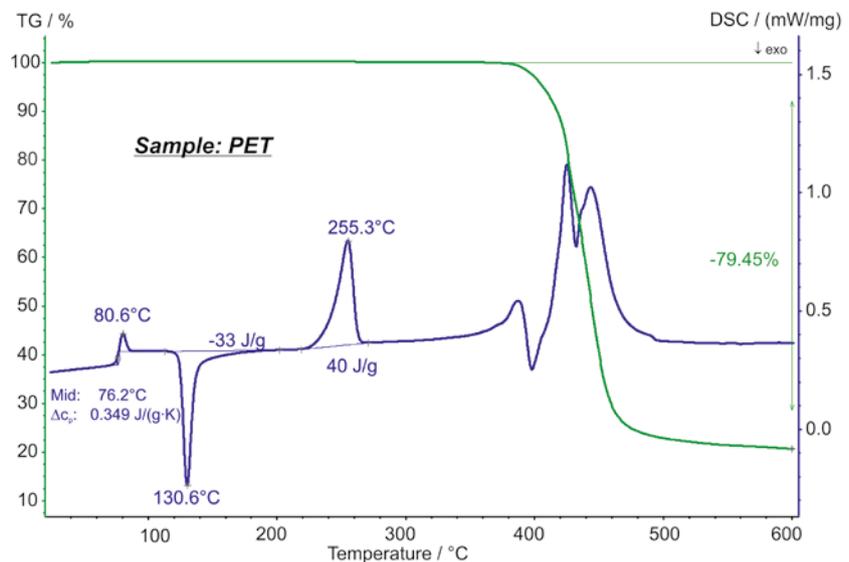
Während des Aufheizens auf etwa 400 °C zeigte die Aluminiumoxid-Pulverprobe (120,0 mg Einwaage) einen Massenverlust von 16,50 mg begleitet von einem endothermen DSC-Peak, was auf das Entweichen von Feuchte zurückzuführen ist. Während der 50-stündigen Isothermphase änderte sich die Masse nur um etwa 11 µg. Dies unterstreicht die ausgezeichnete Langzeitstabilität des Wägesystems.



Langzeit-Messung an einem Aluminiumoxid-Pulver bei 400 °C über 50 Stunden im Platinofen

Kunststoffe: PET

Die bekannten Anwendungen des Kunststoffs Polyethylenterephthalat (PET) sind Kunststoffflaschen, Textilfasern und Folien (z. B. Lebensmittelverpackungen). Die STA-Messung zeigt bei 76 °C eine Stufe im DSC-Signal, die vom Glasübergang herrührt. Der damit verbundene Anstieg der Wärmekapazität beträgt 0,35 J/(g·K). Der endotherme DSC-Peak bei 81 °C ist auf Relaxation zurückzuführen; der exotherme Peak bei 131 °C auf Kristallisation und der endotherme Peak bei 255 °C auf Schmelzen. Oberhalb etwa 360 °C erfolgt die pyrolytische Zersetzung der Probe mit einem Massenverlust von 79,5 %.

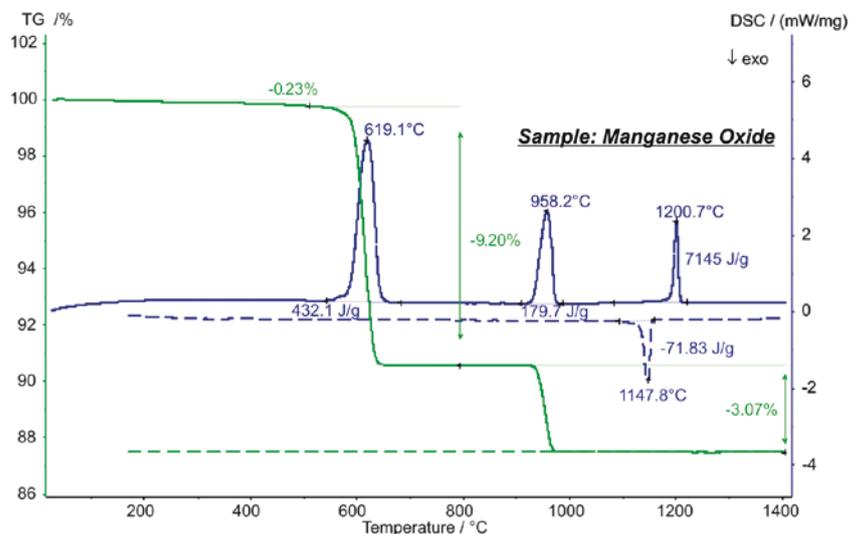


Die Untersuchung des thermischen Verhaltens einer PET-Probe mit einer Heizrate von 10 K/min unter Stickstoffatmosphäre fand im SiC-Ofen statt.

Aussagekräftige Materialcharakterisierung im HOCHTEMPERATURBEREICH

Reduktion von Mangandioxid

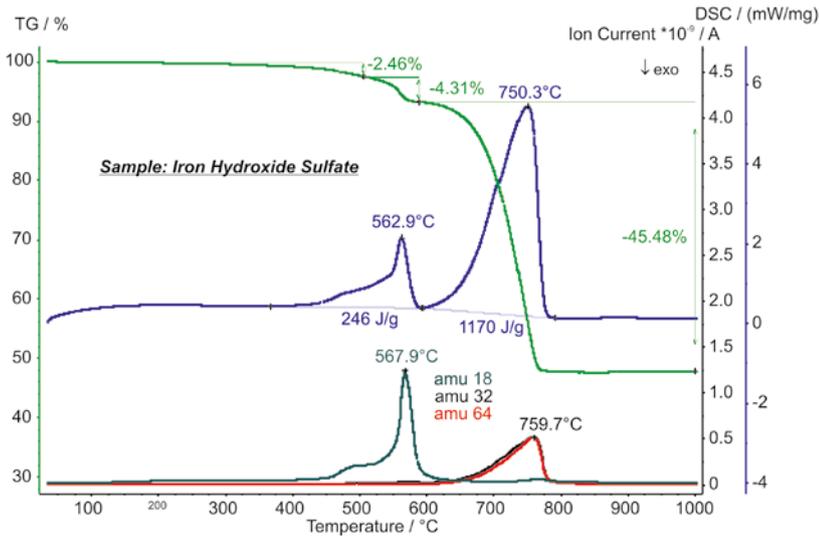
Mangandioxid (MnO_2 , Braunstein) wird in der Chemie häufig als Oxidationsmittel, aber z. B. auch als Kathodenmaterial in Batterien eingesetzt. Die STA-Messung zeigt bei etwa 600 °C und 950 °C Massenverluststufen, die auf Reduktion von MnO_2 zu Mn_2O_3 und schließlich zu Mn_3O_4 zurückzuführen sind. Die gemessenen Zahlenwerte 9,20 % und 3,07 % stimmen exakt mit den stöchiometrischen Werten überein. Während der Reduktionsstufen treten endotherme DSC-Peaks mit Enthalpien von 432 J/g und 180 J/g auf. Der endotherme DSC-Peak bei 1200 °C ist auf eine reversible, strukturelle Umwandlung in Mn_3O_4 zurückzuführen, die während der Abkühlung (gestrichelte Kurven) bei 1148 °C wieder auftritt.



Die STA-Messung wurde im Rhodium-Ofen unter Luftatmosphäre durchgeführt. Das Oxid (32,14 mg) wurde bei einer Heizrate von 20 K/min aufgeheizt.



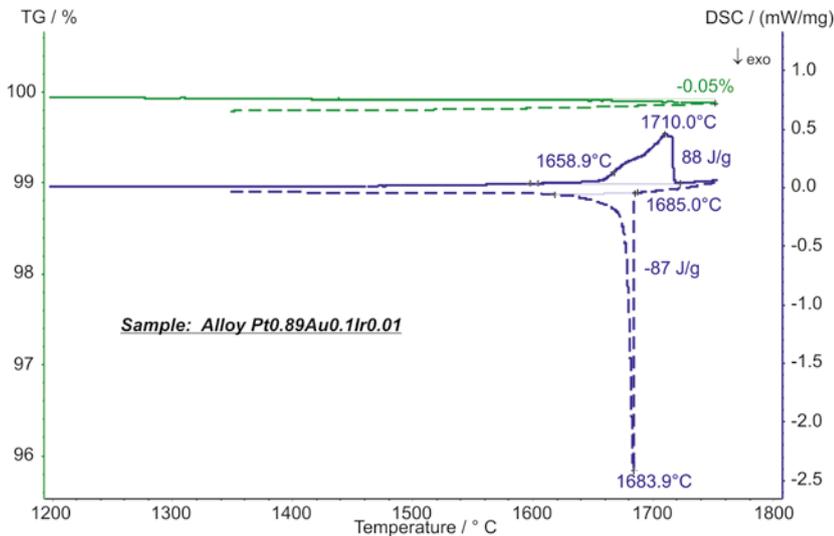
Zersetzung von Eisenhydroxidsulfat



Das Eisenhydroxidsulfat (30,58 mg) wurde im SiC-Ofen unter Stickstoffatmosphäre untersucht; die Heizrate betrug 20 K/min.

Eisenhydroxidsulfat $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$ ist ein mögliches Ausgangsmaterial zur Herstellung von Eisenoxidpartikeln. Eisenoxid findet z. B. Anwendung als Farbpigment oder als magnetisches Speichermedium. Ferrofluide beinhalten superparamagnetische Eisenoxid-Nanopartikel, die z. B. als Kontrastmittel für die bildgebende Magnetresonanztomographie dienen. Die STA-MS-Messung zeigt unterhalb etwa 600 °C eine zweistufige Abspaltung von H_2O mit Massenzahl 18 sowie zwischen 600 °C und 800 °C die Abspaltung von SO_2 mit Massenzahl 64 und O_2 mit Massenzahl 32. Das Endprodukt ist Fe_2O_3 (Hämatit).

Phasendiagramme von Legierungen

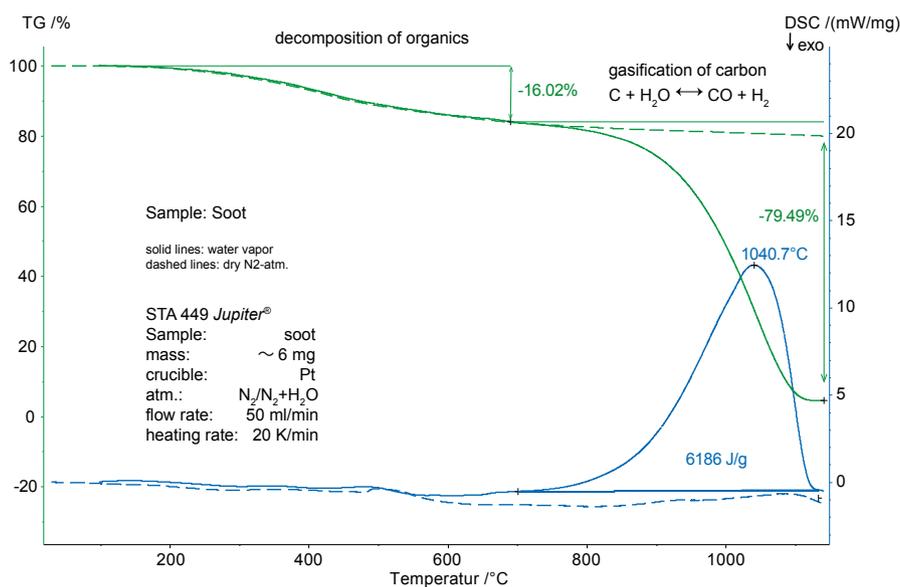


Die Dentallegierung (202,13 mg) wurde im Grafitofen in Argonatmosphäre mit einer Heizrate von 10 K/min gemessen.

Dentallegierungen wie Pt0.89 Au0.10 Ir0.01 werden für Inlays, Kronen und Brücken verwendet. Sie müssen aber auch korrosionsresistent, formbar, gleichzeitig sehr stabil und bio-kompatibel sein. Die Messung zeigt beim Aufheizen (durchgezogene Linien) ab einer extrapolierten Onsettemperatur von 1659 °C einen endothermen DSC-Effekt mit einer Enthalpie von 88 J/g, der auf das Schmelzen zurückzuführen ist. Beim Abkühlen (gestrichelte Linien) tritt ab 1685 °C ein exothermer DSC-Peak (Peaktemperatur 1684 °C) mit -87 J/g auf, der vom Erstarren der Legierung herrührt. Der Massenverlust von 0,05 % bei höchsten Temperaturen könnte auf Verdampfungseffekte zurückzuführen sein.



Vergasung von Kohlenstoff unter Wasserdampf



Für diese Untersuchungen wurde der Wasserdampf-Ofen für eine Messung in Stickstoffatmosphäre (gestrichelte Linie) und für eine zweite Messung in Wasserdampf (100 %, durchgezogene Linie) eingesetzt. Die Probenmassen betragen ca. 6 mg, die Heizraten 20 K/min.

Bei der Kohlevergasung reagiert Kohlenstoff (aus Kohle) mit Wasserdampf zu Kohlenmonoxid Wasserstoff. Die entstehende Gasmischung wird zur Energieerzeugung oder zur Synthese chemischer Grundstoffe (z. B. Methanol) eingesetzt.

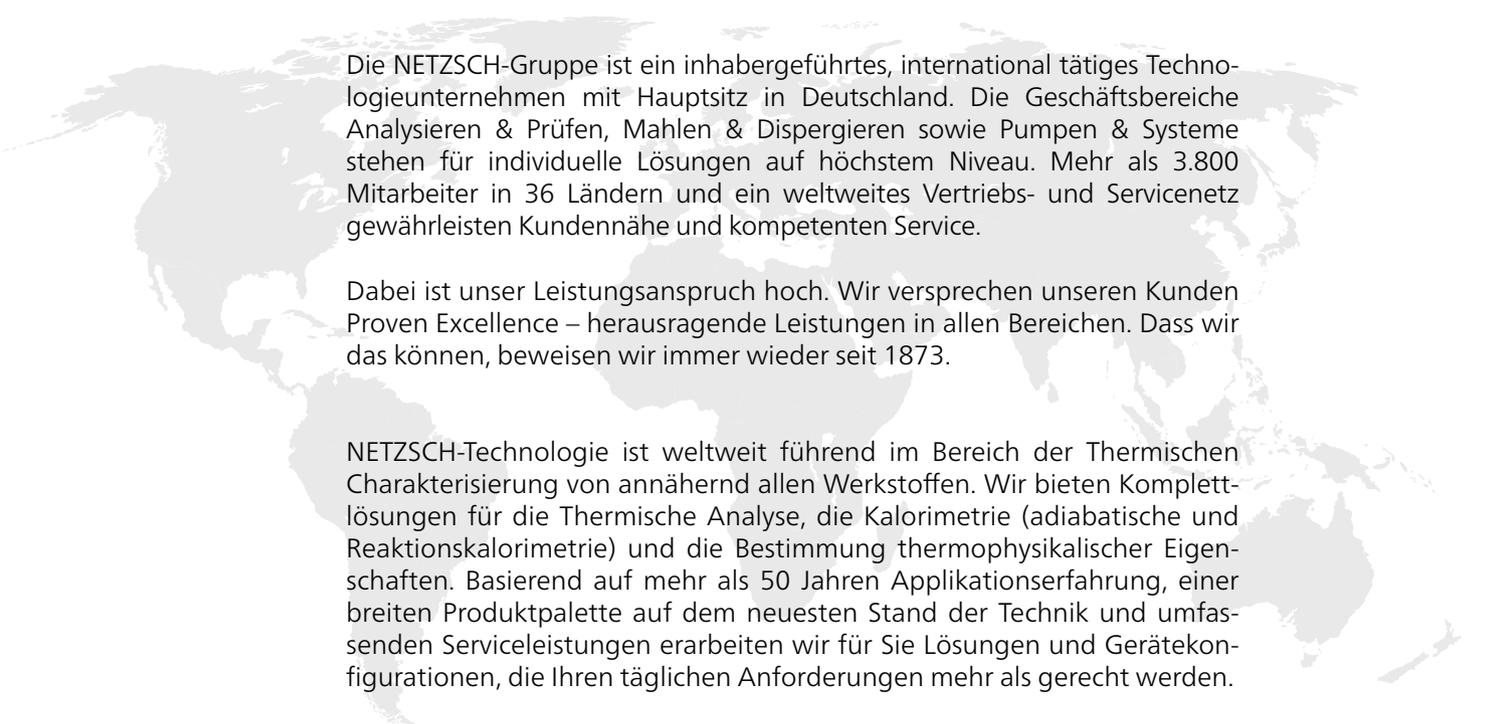
Zwei Rußproben wurden bis 1150 °C unter Stickstoffatmosphäre und Wasserdampf aufgeheizt. Beide Messungen zeigten unterhalb von ~700 °C einen Massenverlust von 16 %, der wahrscheinlich auf die Zersetzung organischer Substanzen zurückzuführen ist. Bei der Messung unter Wasserdampf konnte jedoch ein zusätzlicher Massenverlust von 79,5 % bei höheren Temperaturen beobachtet werden. Dieser Massenverlust beruht auf der Kohlevergasungsreaktion, die zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff führt. Aus dem endothermen DSC-Signal im gleichen Temperaturabschnitt wird die dafür benötigte Energie von nahezu 6.2 kJ/g ersichtlich.

STA 449 F1 Jupiter®

Design	Oberschalige Anordnung des Wägesystems
Temperaturbereich	-150 °C bis 2000 °C
Ofen	Auswahl an verschiedenen Öfen inkl. High-Speed-, Wasserdampf-, Niedrig- bis Höchsttemperaturöfen wie z. B. Silber, Platin usw
Motorisierte Ofenhubvorrichtung	Doppelhubvorrichtung für zwei Öfen oder einem Ofen + automatischer Probenwechsler (ASC)
Heizrate	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,001 bis 50 K/min (abhängig vom Ofen) ▪ High-Speed-Ofen: bis zu 1000 K/min)
Sensoren	TG, TG-DTA, TG-DSC, TG-DSC (cp), spezielle Sensoren für hängende Proben; Sensoren können innerhalb weniger Sekunden gewechselt werden.
Vakuumdicht	10 ⁻⁴ mbar ¹
Evakuierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>AutoVac</i> zur software-kontrollierter Evakuierung ▪ Pumpsysteme für einen oder zwei Öfen
Atmosphären	Inert, oxidierend, statisch, dynamisch, vakuum
Oxygen trap system (OTS®)	Optional
Automatischer Probenwechsler (ASC)	20 Probenpositionen (optional)
Gasflussregelung	3 integrierte Massendurchflussegler für 1 Schutz- und 2 Spülgase
Temperaturauflösung	0,001 K
Auflösung der Waage	0,025 µg
Drift der Waage	< 2µg/h
Maximale Probenlast	5000 mg (einschl. Tiegel, entspricht dem TG-Messbereich)
Probenvolumen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TG: bis 5 ml ▪ DSC: 0,19 ml ▪ DTA: 0,9 ml
DSC-Enthalpiegenauigkeit	± 2% (für die meisten Materialien)
Emissionsgasanalyse	QMS-, GC-MS- und/oder FT-IR-Kopplungen, <i>PulseTA</i> ® (optional)
Spezielle Geräteausführungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Glovebox-Version ▪ Korrosionsresistente Ausführung

¹ Tatsächlich erreichbares Vakuum abhängig vom gewählten Evakuiersystem

Technische Daten



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