

NETZSCH

Proven Excellence.



Dynamische Differenz-Kalorimetrie – DSC 3500 *Sirius*

Methode, Technik, Applikationen

Analyzing & Testing

Dynamische Differenz-

Die dynamische Differenz-Kalorimetrie (DDK; engl. differential scanning calorimetry, DSC) ist eine der am häufigsten verwendeten thermoanalytischen Methoden. Sie ermöglicht die Analyse nahezu aller energetischen Effekte, die in einem Festkörper oder einer Flüssigkeit während der thermischen Behandlung auftreten.

Die Schnelligkeit der Analyse, die einfache Handhabung und die hohe Aussagekraft der Ergebnisse für den Einsatz in F&E und Qualitätskontrolle sind nur einige der Vorteile dieser Methode. Das Gerät basiert praktisch auf allen aktuellen Normen (ASTM, DIN, ISO usw.), die für spezifische materialprodukt- und eigenschaftsbezogene Applikationen notwendig sind.

DSC liefert Informationen über

- Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität (c_p)
- Glasübergangstemperaturen
- Schmelz-/Kristallisationsverhalten
- Kristallinitätsgrad
- Vernetzungsreaktionen
- Kompatibilität
- Oxidationsstabilität
- Festkörperumwandlungen
- Zersetzungsbeginn
- Polymorphe Umwandlungen
- Phasenübergänge
- Flüssigkristall-Umwandlungen
- Eutektische Reinheit
- Vernetzungsreaktionen
- Spezifische Wärmekapazität
- Reinheitsbestimmung
- Kinetics Neo



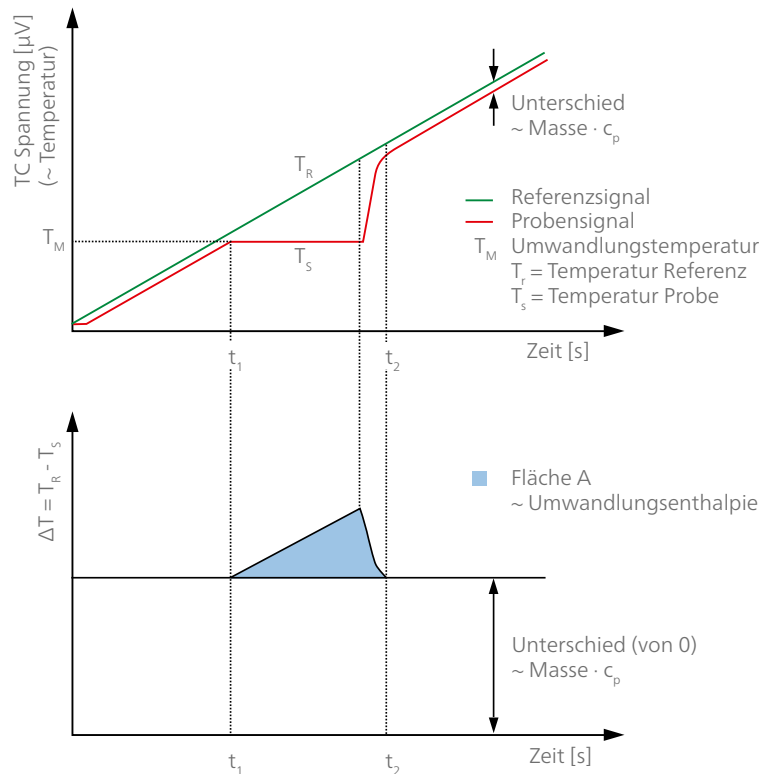
Kalorimetrie

DIE DSC-METHODE

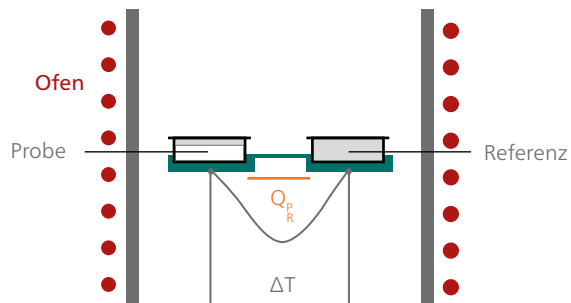
Die DSC 3500 *Sirius* arbeitet nach dem Wärmestromprinzip. Mit dieser Methode werden Probe und Referenz einem geregelten Temperaturprogramm (Aufheizung, Abkühlung oder isotherme Temperaturführung) unterworfen. Die tatsächlich gemessenen Eigenschaften sind die Proben temperatur und die Temperaturdifferenz, die sich zwischen Probe und Referenz einstellt. Aus den gemessenen Rohdaten wird die Wärmestromdifferenz, die die kalorischen Änderungen der Proben darstellt, bestimmt.

Die Probe wird in einen Tiegel eingebracht, der wiederum in der Messzelle (Ofen) des DSC-Systems zusammen mit einem üblicherweise leeren Referenztiegel platziert wird.

Die DSC 3500 *Sirius* basiert auf allen relevanten Geräte- und Applikationsstandards wie ISO 11357, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.



Signalerzeugung in einer Wärmestrom-DSC



Schema der Wärmefluss-DSC-Zelle

DSC 3500 *Sirius*

Die gasdichte DSC 3500 *Sirius* vereint die Vorteile modernster Technologie, hoher Empfindlichkeit mit einem robusten, einfach zu bedienenden System. Messungen können im Temperaturbereich zwischen -170 °C und 600 °C durchgeführt werden.

Herzstücke der DSC 3500 *Sirius* sind der DSC-Wärmestromsensor, der Ofen und die ausgeklügelten Verbindungen für den schnellen und einfachen Anschluss verschiedener Kühlsysteme.

Der Sensor der DSC 3500 *Sirius* vereint hohe Stabilität und optimierte Auflösung von thermischen Effekten. Das Herstellungsverfahren des Sensors führt zu hoher Empfindlichkeit und optimaler Langzeitstabilität.

*ZUVERLÄSSIG
UND ROBUST*



VORTEILE FÜR IHREN LABORALLTAG

Zuverlässig

Ofen und Sensor

Optimiertes Design von Ofen und Sensor sorgen für eine hoch stabile Basislinie und ein ausgezeichnetes Signal-Rausch-Verhältnis.

Variabel

Gase und Kühloptionen

Schutz- und Spülgaseinrichtungen sind Standard bei diesem Gerät. Für kurze Abkühlzeiten und Messungen unterhalb Raumtemperatur können verschiedene Kühloptionen angeschlossen werden. Vielseitige Einrichtungen zum Gaswechsel und zur Durchflussregelung sind ebenfalls lieferbar.

Effizient

Automatischer Probenwechsler

Der automatische Probenwechsler (ASC) für bis zu 20 Proben und Referenzen, auch für unterschiedliche Tiegelarten, bietet Flexibilität und ermöglicht ein effektives Zeitmanagement.

Allumfassend

Ausgeklügelte Messtechnik

Der *SmartMode* sorgt für Anwenderfreundlichkeit bei Start der Messung und während ihrer Auswertung. Dies beinhaltet vordefinierte Messmethoden und Wizards (Vorlagen für Messungen), *Auto-Evaluation* und *Identify*.

SOFTWARE, DIE IHNEN IMMER ZUR von der Messdefinition über *AutoEvaluation* bis *Identify*

SmartMode – Sie müssen kein Experte in thermischer Analyse sein, um eine Messung zu starten!

Nur einige Klicks
zum Start einer
Messung

SmartMode – kein Expertenwissen vorausgesetzt

Der *SmartMode* besticht mit klarer Struktur, einem konsistenten Navigationskonzept und leicht zugänglichen Schaltflächen. Über Wizards (Messvorlagen) kann eine Messung mit nur wenigen Eingaben gestartet werden. Alternativ können kundenspezifische oder vordefinierte Methoden für den Aufbau einer Messung gewählt werden. Die vordefinierten Methoden beinhalten bereits alle notwendigen Parameter zur Analyse der im NETZSCH-Poster "Thermal Properties of Polymers" aufgeführten Materialien.

Selbst Anwender, die nur wenig Erfahrung mit der Software haben, finden sich sofort zurecht.

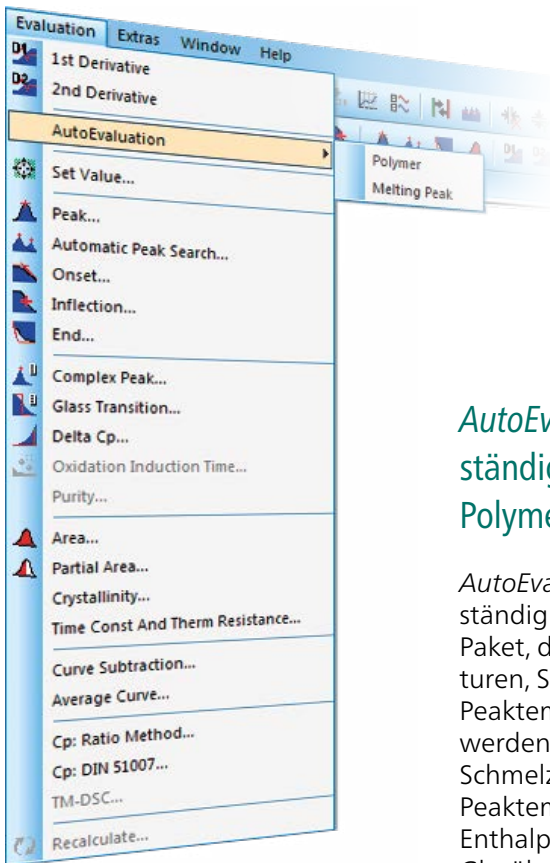
ExpertMode – nicht nur für Profis

Für diejenigen, die sich eingehender mit der Software beschäftigen möchten, z. B. für spezifische Einstellungen oder der Definition von Methoden, ist die Umstellung vom *SmartMode* auf den *ExpertMode* die Lösung. Hier hat der Anwender Zugriff auf die bewährte Funktionalität der *Proteus®*-Software einschließlich Dutzender Eigenschaften und aller Einstellmöglichkeiten.

AutoCalibration – erlaubt volle Konzentration auf die Messaufgabe

Kalibrierungen sollten einfach, schnell und – idealerweise – ganz nebenbei durchgeführt werden können. *AutoCalibration* bietet automatische Erstellungsroutinen für alle relevanten Kalibrierkurven, automatisches Laden der aktuellen Kalibrierungen unter Einbeziehung der gewählten Messbedingungen und Überprüfung ihrer Gültigkeitsdauer.





AutoEvaluation analysiert automatisch unbekannte Kurven von Polymeren und Metallschmelzen.

AutoEvaluation* – Selbstständige Auswertung für Polymere

AutoEvaluation ist ein selbstständig agierendes Softwarepaket, das Glasübergangstemperaturen, Schmelzenthalpien oder Peaktemperaturen auswertet. So werden zum Beispiel für einen Schmelzeffekt sowohl die Peaktemperatur als auch die Enthalpie bestimmt; im Falle eines Glasübergangs berechnet die Software T_g (Glasumwandlungstemperatur) und die Stufenhöhe, ausgedrückt als Δc_p .

Für all diejenigen, die solche Messungen noch nicht gesehen haben: *AutoEvaluation* arbeitet die Kurven unabhängig ab – ohne jeglichen Eingriff des Anwenders. Diese zukunftsweisende Methode erlaubt zum ersten Mal anwenderunabhängige und somit objektive Testanalysen.

Falls gewünscht, kann der Anwender die Auswertung natürlich auch gerne manuell durchführen.

Identify* – Mit der Datenbanke einen Schritt voraus

Die Software *Identify* sucht nach ähnlichen in der Bibliothek gespeicherten Ergebnissen und liefert somit unmittelbar eine Interpretation der vorliegenden Messkurve.

Mit dem Softwarepaket *Identify* sind 1:1-Vergleiche mit individuellen Kurven oder Literaturdaten aus ausgewählten Bibliotheken möglich; ebenso kann geprüft werden, ob eine bestimmte Kurve zu einer bestimmten Klasse gehört. Diese Klassen können Datensätze unterschiedlichen Typs desselben Polymers beinhalten – z. B. mehrere PE-Typen – aber auch Kurven, die im Rahmen der Qualitätskontrolle als "PASS" oder "FAIL" eingestuft wurden.

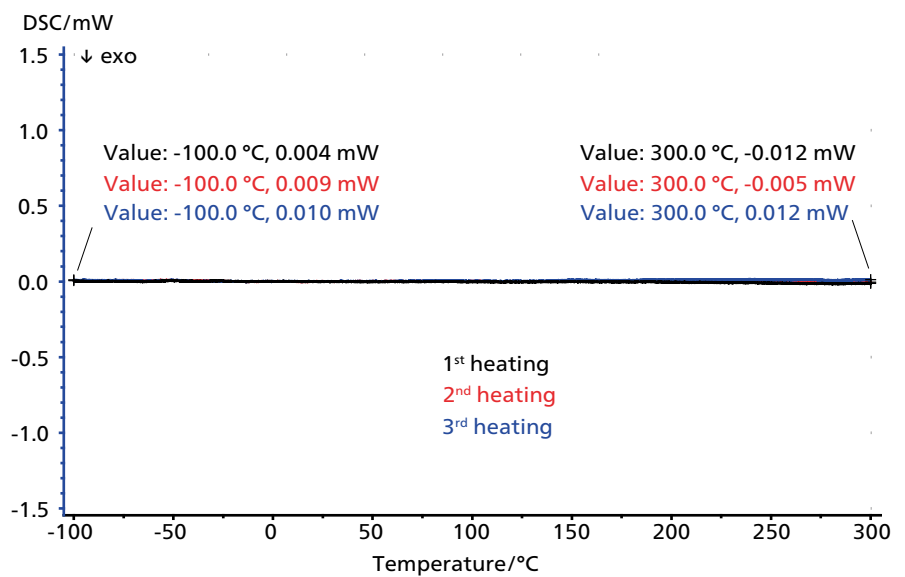
Sowohl die Bibliotheken als auch die Klassen sind unbegrenzt und der Anwender kann diese mit eigenen Experimenten und eigenem Wissen erweitern.

* Optionale Softwareerweiterungen

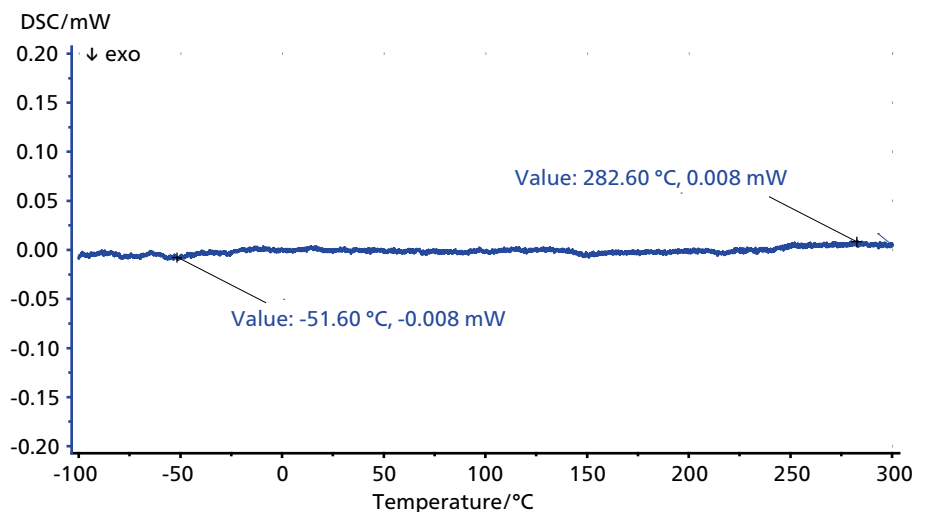
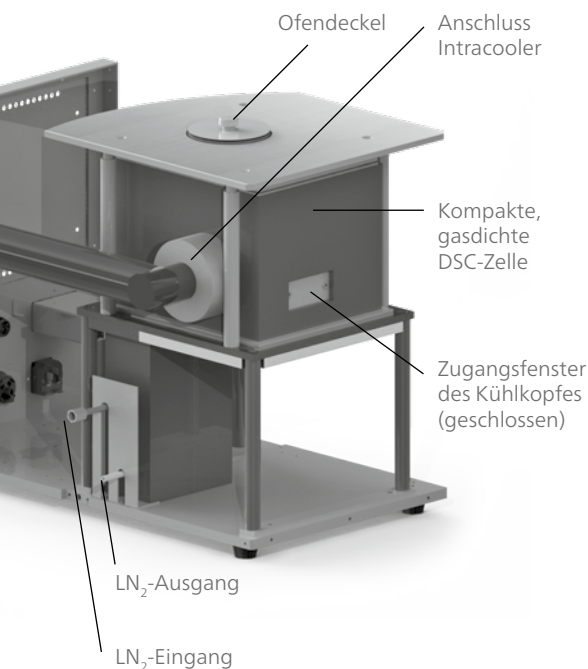
Stabile Basislinie & hohe Reproduzierbarkeit

Ausgeklügeltes Ofen- und Sensordesign

Die Heizdrähte des Ofens schließen die gesamte Sensorplatte ein. Sie sind so angebracht, dass weder in der Sensorscheibe noch oberhalb davon Temperaturgradienten auftreten. Diese Anordnung ist die Basis für einen homogenen Wärmefluss zum Proben- und Referenzziegel und daher auch für eine sehr stabile Basislinie sowie ein optimales Signal-Rausch-Verhältnis.



Hohe Reproduzierbarkeit der Basislinie am Beispiel von drei Messkurven



Die vergrößerte Basislinie zwischen -100 °C und 300 °C zeigt die ausgezeichnete Basislinienstabilität im Bereich von $\pm 0,01$ mW.

Kompaktes Design – Passt in jede Ecke Ihres Labors

Die DSC 3500 *Sirius* besticht mit schlankem Design und kleiner Stellfläche. Eine clevere Lösung für das Probenhandling ist die Auflage aus Metall an der Geräteoberseite.



Abmessungen der DSC 3500 *Sirius* mit automatischem Probenwechsler (optional)

Gasdicht – Voraussetzung für OIT-Tests

Die gasdichte Messzelle bietet die Voraussetzung für definierte Atmosphären und damit für optimale Messbedingungen. Drei programmierbare Magnetventile regeln die Gasflüsse. Alternativ sind Massendurchflussregler erhältlich. Diese Features wirken sich positiv auf die OIT-Bestimmung (Bestimmung der Oxidationsinduktionszeit bzw. -temperatur) aus.

Des Weiteren verhindert der gasdichte Aufbau den Einfluss hoher Umgebungfeuchten auf das DSC-System. Kondensationsprobleme in Gegenden mit hoher Luftfeuchtigkeit lassen sich weitgehend vermeiden.

Austauschbare Gasversorgung – Wirtschaftliche Kühloptionen

Schutz- und Spülgaseinrichtungen sind Standard bei der DSC 3500 *Sirius*. Zusätzlich sind Gaswechselsysteme und Durchflussregler lieferbar.

Für kurze Abkühlzeiten und Messungen unterhalb Raumtemperatur sind verschiedene Kühloptionen erhältlich. Intracooler und Flüssigstickstoff (LN₂)-Systeme lassen sich mühelos durch den Anwender austauschen. Unser optimiertes LN₂-Kühlsystem zeichnet sich durch einen niedrigen Stickstoffverbrauch aus.

Kühloptionen

- Luftkühlung: RT bis 600 °C
- Vortex-Kühlung: 0 °C bis 600 °C
- Intracooler IC 40: -40 °C bis 600 °C
- Intracooler IC 70: -70 °C bis 600 °C
- Flüssigstickstoff: -170 °C bis 600 °C
- Al-Kühlkörper

Klein, aber stark!



Automatischer Probenwechsler

KEINE ÜBERWACHUNG ERFORDERLICH

Für Applikationen mit hohem Probendurchsatz ist ein automatischer Probenwechsler (ASC) für bis zu 20 Proben und Referenzen erhältlich. Neben Standard-Aluminiumtiegel ist der ASC für druckdichte Tiegel (Autoklav-Tiegel), keramische und metallische Proben Tiegel geeignet.

Ein sicherer Tiegeltransport ist durch den vierarmigen Greifer gegeben. Der Tiegel wird sicher aus dem Magazin entnommen und – ohne zu wackeln – vorsichtig auf dem Sensor platziert. Auch der Referenztiegel lässt sich, je nach Applikation, beliebig austauschen.

Der ASC kann einfach über den *SmartMode* der *Proteus*[®]-Software programmiert werden. Jeder Probe auf dem Probenteller kann ein spezifisches Messprogramm (Methode) zugeordnet werden. Dies kann auch Auswerterroutinen einschließen. Mit anderen Worten, der ASC arbeitet die Proben nicht nur ab, sondern führt auch Messungen und Auswertungen ohne Überwachung durch.

Lichthärtung mittels UV-Zusatz



Neben thermisch aktivierten Reaktionen, die mittels konventioneller Differenz-Kalorimetrie (Differential Scanning Calorimetry (DSC)), untersucht werden, lassen sich andere Polyadditionsreaktionen und Radikalpolymerisationen durch Belichtung mit genügend hoher Energie starten.

Für die DSC 3500 *Sirius* bieten wir optional einen UV-Zusatz, bestehend aus einer UV-Lampe mit Regler, einem Pulserzeuger zur Verschlussregelung und einem Deckel inklusive UV-Lichtleitern mit Deckelstütze zur komfortablen Handhabung an.

Vorteile von Photo-DSC-Tests

- Erweiterung der DSC-Technik mit Belichtungsmöglichkeit
- Analyse photo-initiiertter Reaktionen an einer Vielzahl an Materialien
- Messung der Lichthärtung an polymeren Harzen und Klebstoffen (Vernetzungsgrad)
- Untersuchung des Einflusses von UV-Stabilisatoren in Pharmazeutika, Kosmetik und Lebensmitteln (Alterungseffekte)
- Wahl von Temperatur, Atmosphäre, Lichtintensität, Wellenlängen und Belichtungszeit
- Bestimmung der Reaktivität und Aushärtezeit dentaler Komposite



Technische Spezifikation des UV-Zusatzes

Temperaturbereich	-100 °C bis 200 °C
Tiegel	Aluminium, offen
Empfohlene Hg-Lampentypen	Omnigore® S 2000
Max. Leistung	> 10 W/cm ²
Wellenlängenbereich	320 nm bis 500 nm
Belichtungszeit	0,2 s bis 1000 s
Blendendurchmesser	8 mm, 4 mm, 2 mm

* Die Lichtleiter (2x Ø 3 mm) können an das Light Fixture Set der DSC 3500 Sirius montiert werden. Ohne Software-Schnittstelle ist nur eine manuelle Auslösung der Lichteinwirkung möglich.



Identifizierung

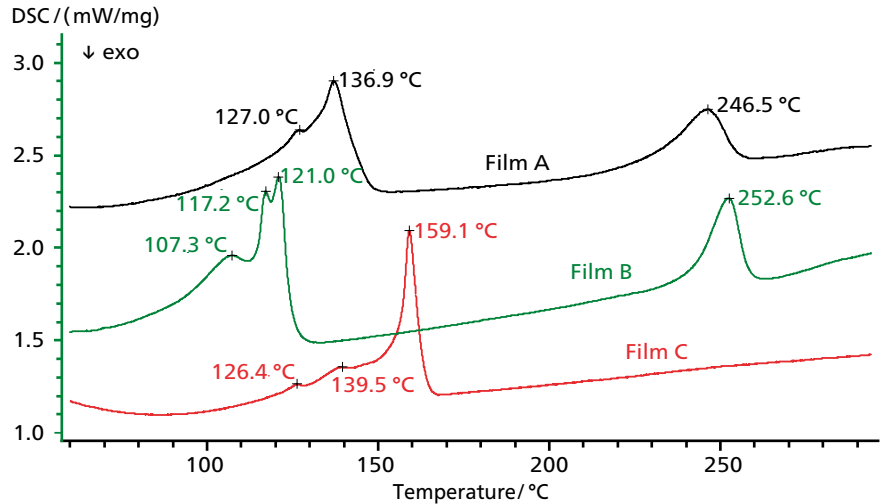
Die DSC 3500 Sirius ist bestens geeignet für Untersuchungen in der Polymer- und Lebensmittelindustrie.

Verpackungsfolien auf PE-, PP- und PA-Basis

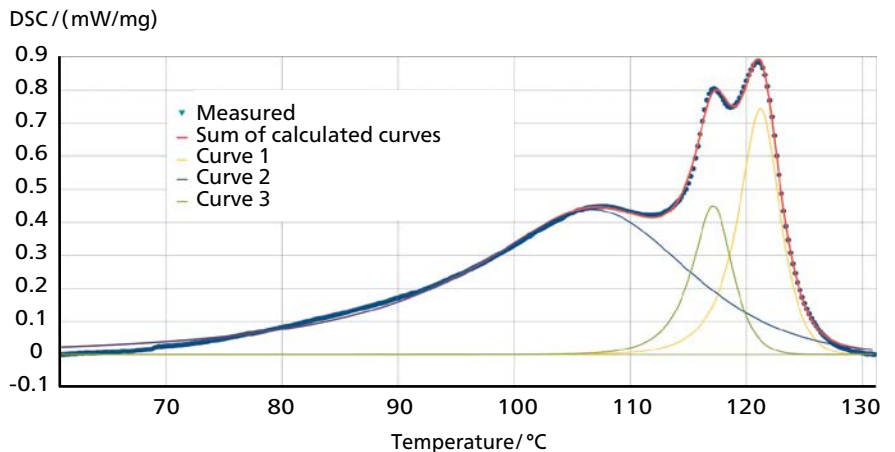
Der obere Plot zeigt die 2. Aufheizungen für drei unterschiedliche Verpackungsfolien A, B und C. Nur die Proben A und B weisen einen Peak bei 247 °C bzw. 253 °C, dem typischen Schmelzbereich für verschiedene Polyamidtypen (PA), auf. Der lediglich für Folie C detektierte Peak bei 159 °C ist vermutlich auf das Schmelzen von Polypropylen (PP) zurückzuführen.

Die beiden zusätzlichen Peaks bei 126 °C und 140 °C sowie die im gleichen Temperaturbereich detektierten Peaks in den DSC-Kurven der Folien A und B können den unterschiedlichen Polyethylentypen (PE) zugeordnet werden.

In der unteren Abbildung wurde zur Auftrennung der drei in Probe B zwischen 100 °C und 125 °C detektierten Peaks die weiterführende Software *PeakSeparation* eingesetzt. Die Grafik zeigt die nahezu perfekte Übereinstimmung zwischen den gemessenen Daten (Punkte) und der Summenkurve (rot) der drei berechneten Peaks.



2. Aufheizungen an drei Polymerfolien zwischen 30 °C und 300 °C; Heizrate: 10 K/min. Die 1. Aufheizung liefert Informationen über die thermische Vorgeschichte eines Polymers; die 2. Aufheizung spiegelt dessen Materialeigenschaften wider.

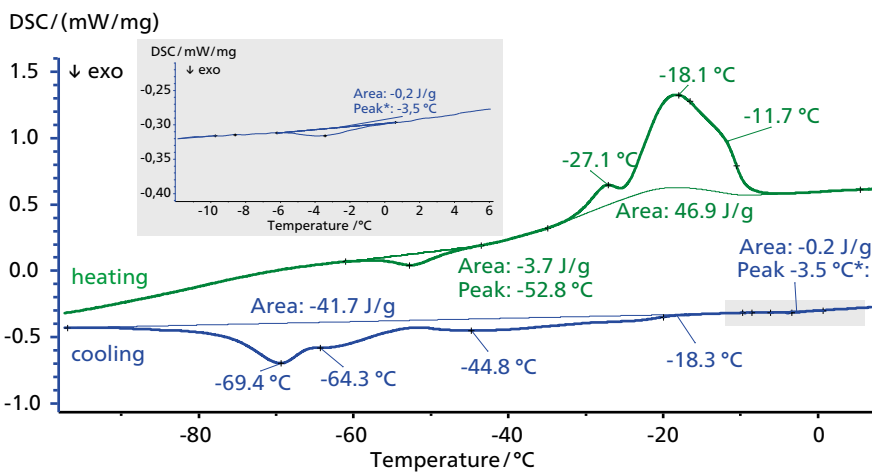


Auftrennung des Dreifach-Peaks von Probe B mit dem optionalen Software-Paket *Peak Separation*

Zusammensetzung und Oxidationsstabilität

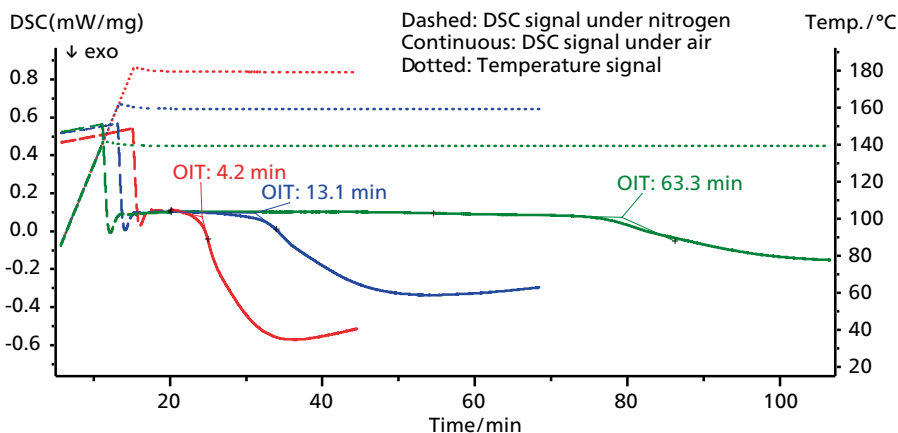


Schmelz- und Kristallisationsverhalten von Speiseöl



Rapsöl, Probeneinwaage: 1,19 mg, Aluminiumtiegel mit gelochtem Deckel; Abkühlung auf -150 °C, Aufheizung bis 40 °C, Aufheiz-/Abkühlrate: 10 K/min

Diese Rapsöl-Probe wurde zunächst auf -150 °C abgekühlt und dann auf 40 °C aufgeheizt. Der bei -18 °C einsetzende exotherme Effekt (während der kontrollierten Abkühlung, blaue Kurve) ist auf die Kristallisation des Öls zurückzuführen. Die Minima bei -45 °C, -64 °C und -69 °C spiegeln die Zusammensetzung des Öls wider, das hauptsächlich aus Öl-, Linol- und Linolensäure sowie weiteren gesättigten und ungesättigten Fettsäuren besteht. Der bei -4 °C detektierte Peak ist vermutlich der Kristallisation eines Additives zuzuschreiben. In der folgenden Aufheizung tritt bei -53 °C eine Nachkristallisation auf, gefolgt vom Schmelzen der Ölkomponenten (Peaks bei -27 °C, -18 °C und -12 °C).



Rapsöl, Probeneinwaage: ca. 1,2 mg, Al-Tiegel, Aufheizen mit 10 K/min und anschließendem Konstanthalten der Temperatur bei 140 °C (grün), 160 °C (blau) und 180 °C (rot)

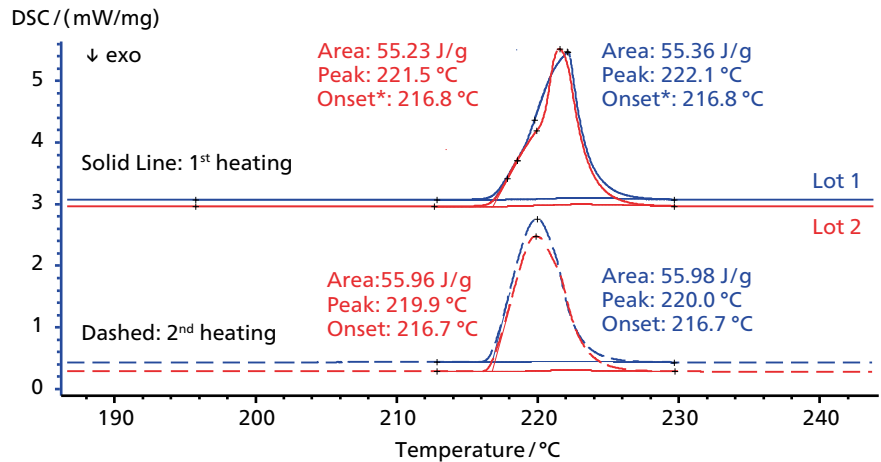
Oxidative-Induction Time (OIT) – Relative Stabilität von Kohlenwasserstoffen gegenüber Oxidation

Dieser Plot zeigt OIT-Messungen an Rapsöl, das unter inerten Bedingungen auf drei unterschiedliche Temperaturen aufgeheizt wurde. Nach einer fünfminütigen Ausgleichszeit wurde die Atmosphäre auf Luft umgeschaltet. Die DSC-Kurven zeigen den Einfluss der Untersuchungstemperatur auf die Zersetzung der Probe, die bei höheren Temperaturen früher einsetzt: unter oxidierenden Bedingungen bei dem bei 180 °C durchgeführten Test setzt der Sauerstoffeinfluss bereits nach 4 min ein (rote Kurve).

Qualitätskontrolle & Schadensanalyse

Qualitätskontrolle an zwei Loten

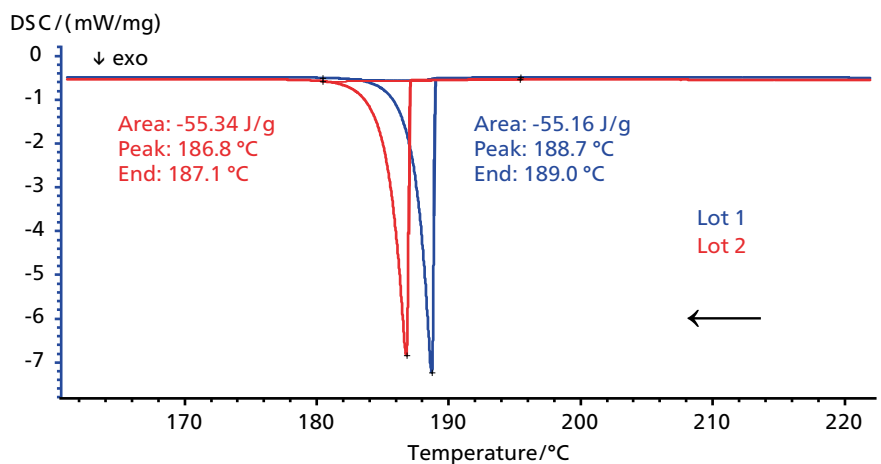
Zwei Lote, aus dem gleichen Material, jedoch aus unterschiedlichen Chargen, wurden jeweils zwei Mal aufgeheizt. Der obere Plot zeigt einen Vergleich der 1. und 2. Aufheizsegmente. Beide Segmente weisen einen endothermen Peak (Onsettemperatur bei 217 °C) auf, der auf das Schmelzen der Metalllegierungen zurückzuführen ist. Die beiden Legierungen zeigen ein ähnliches Verhalten. Dies ist nicht nur an den Kurvenformen, sondern auch an den Peaktemperaturen und -flächen ersichtlich.



1. und 2. Aufheizung an zwei Lötmetallen. Probeneinwaage 6,47 mg (Charge 1)/ 7,05 mg (Charge 2), Al-Tiegel mit gelochtem Deckel, Heizrate 10 K/min.

Die Bedeutung von Abkühlvorgängen

Im Gegensatz dazu ist das Abkühlverhalten der beiden Lötmetallproben nach der 1. Aufheizung (nebenstehender Plot) unterschiedlich. Charge 1 (blaue Kurve) beginnt bereits bei 189 °C zu kristallisieren, wohingegen Charge 2 einen stärkeren Unterkühlungseffekt aufweist; der Kristallisationsbeginn ist zu niedrigeren Temperaturen (Endset 187 °C) verschoben. Dieser Effekt lässt sich durch unterschiedliche Verunreinigungsgehalte der zwei Produkte erklären.

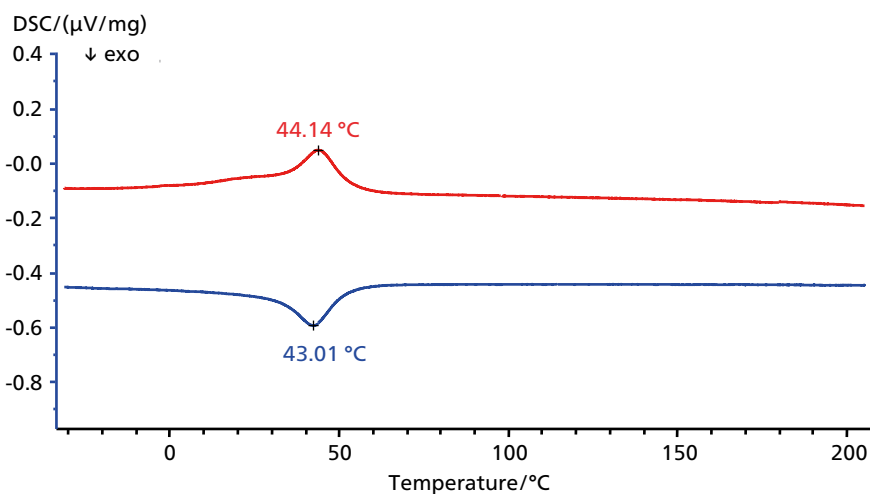


Abkühlsegmente an zwei Lötmetallen nach der 1. Aufheizung; Heizraten von 10 K/min.

Ein intelligentes Metall setzt
ein intelligentes Gerät voraus!



*Hohe Leistungsfähigkeit für schnelle
Qualitätskontrolle nicht nur an
Polymeren, sondern auch an Metallen*



Aufheizung (rote Kurve) und Abkühlung (blaue Kurve) einer Formgedächtnislegierung; Probeneinwaage: 13,82 mg, Heizrate: 5 K/min, Stickstoffatmosphäre, Aluminiumtiegel mit gelochtem Deckel

Formgedächtnislegierung

Formgedächtnislegierungen "erinnern sich" an ihre ursprüngliche Form und nehmen diese – anschließend an die Deformation – beim Aufheizen wieder ein. Die am häufigsten vorkommende Phasenänderung ist die martensitische Umwandlung, eine Nicht-Diffusions-Umwandlung. Dieser Effekt kann mittels DSC untersucht werden. Die hier gezeigte Messung an einer TiNi-Legierung stellt die martensitische Umwandlung von Austenit bei 44 °C (Peaktemperatur) während der Aufheizung dar. Während der Abkühlung bildet sich bei 43 °C Tieftemperatur-Martensit.

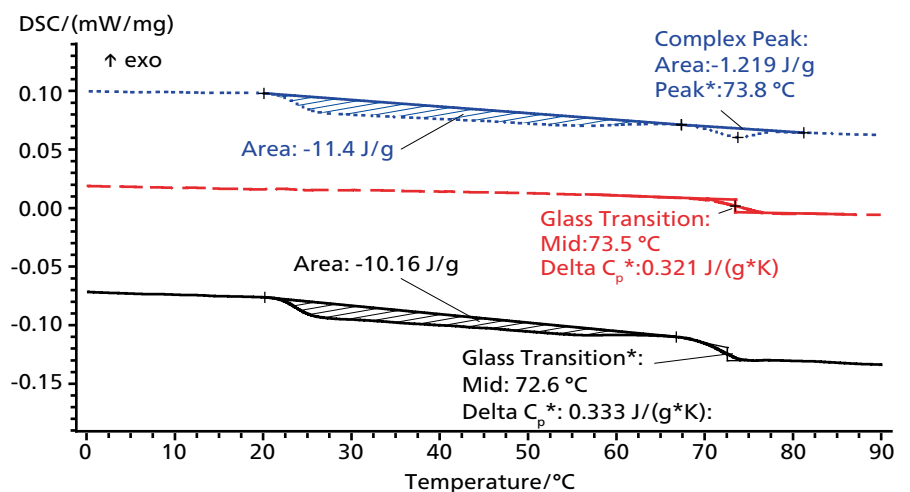
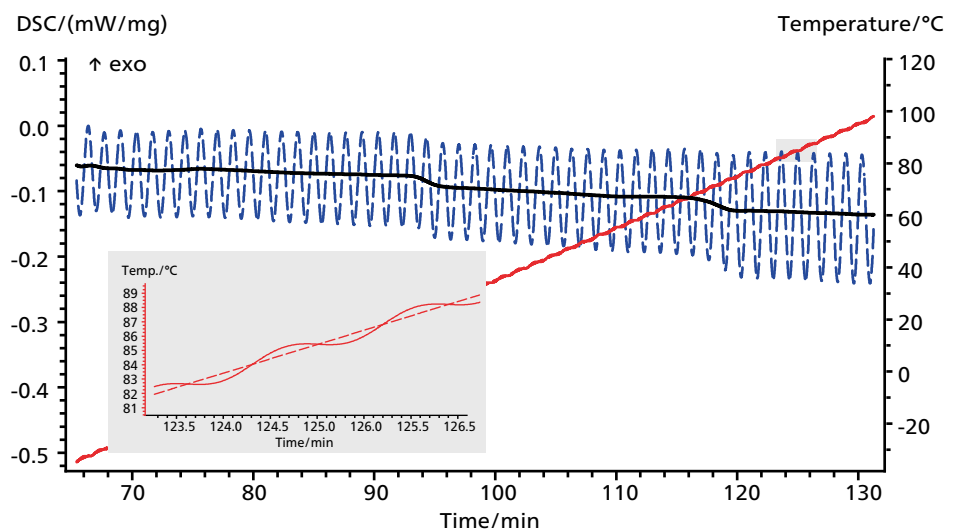
Temperaturmodulierte DSC

Separation überlagerter Effekte

Bei der temperaturmodulierten DSC (TM-DSC) wird die Heizrate durch Überlagerung einer sinusförmigen Temperaturmodulation variiert. Gleichzeitig wird die Probe einer nicht-linearen Temperaturänderung (siehe Einschub obere Abbildung) unterworfen. Dies ermöglicht eine Auftrennung zwischen Glasübergängen und Effekten wie Relaxation, Aushärtung usw.

PVB – Bestimmung der Glasübergangstemperatur

Diese TM-DSC-Messung an PVB erlaubt eine gute Auftrennung des modulierten Signals (obere Abbildung) in ein reversierendes (untere Abbildung, rote Kurve) und nicht-reversierendes (untere Abbildung, blaue Kurve) Signal. Der Glasübergang ist ein reversibler energetischer Effekt und ist deutlich aus der reversierenden Kurve (rot) bei 73,5 °C ersichtlich. Der Relaxationspeak (bei 73,8 °C in der gesamten DSC-Kurve (schwarz) kann in der nicht-reversierenden Kurve (blau, untere Abbildung) deutlich detektiert werden. Der endotherme Effekt zwischen 20 °C und 60 °C ist auf die Verdampfung von Feuchte zurückzuführen.



TM-DSC-Messung an Polyvinylbutyral-Folie (PVB); Probeneinwaage: 6,034 mg, Al-Tiegel mit gelochtem Deckel, Heizrate: 2 K/min, Amplitude: 0,5 °, Periode: 80 s, N₂-Atmosphäre. Die Probe wurde vor der Messung für 4 Stunden unter Feuchte gehalten.

Thermophysikalische Eigenschaften (TPP)

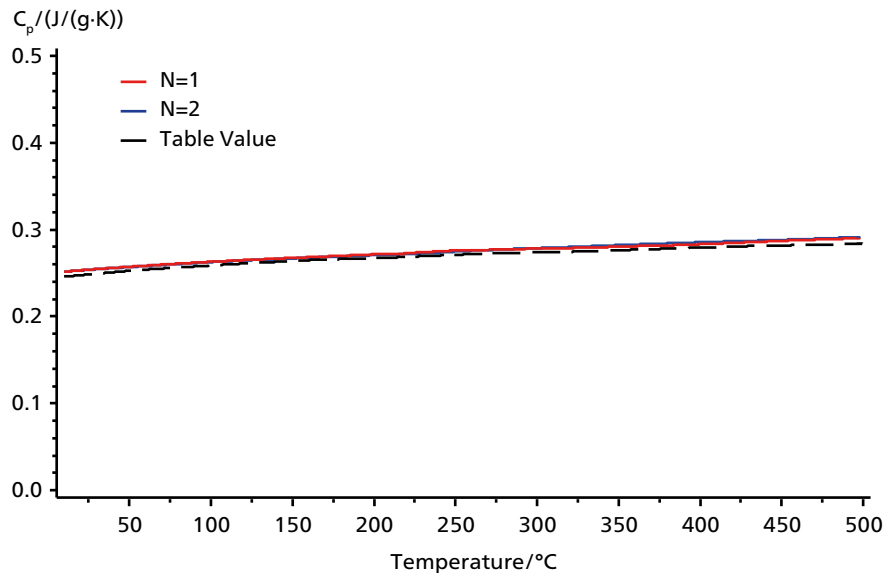
Spezifische Wärme

Molybdän SRM 781

Das NIST-Standardreferenzmaterial Nr. 781 (99,95 Masse% polykristallines Molybdän) ist durch seine bewährten c_p -Daten ein gebräuchliches Referenzmaterial für Messungen der spezifischen Wärme (c_p).

Im oberen Plot wurde die DSC 3500 *Sirius* zur c_p -Bestimmung von SRM 781 zwischen Raumtemperatur und 500 °C eingesetzt. Danach wurden die für die spezifische Wärme erhaltenen Werte mit den vom NIST (National Institute of Standards and Technology, siehe Tabelle) bereitgestellten Werten verglichen.

Diese Messungen wurden in Pt-Tiegeln mit Aluminiumoxid-einsatz und gelochtem Deckel (siehe Foto) durchgeführt.



Bestimmung der spezifischen Wärme von Molybdän; Probeneinwaage: 284,67mg; Heizrate 10 K/min, 20 ml/min N₂-Atmosphäre



Experimentelle Daten im Vergleich zu Literaturdaten (NIST) für Molybdän SRM 781

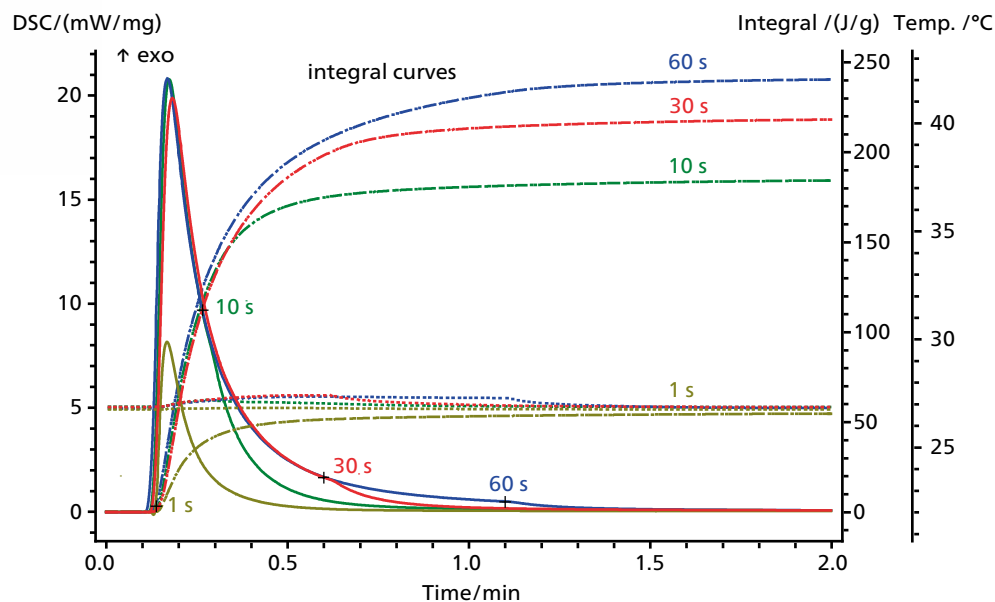
Temperatur [°C]	Experimentelle Daten [J/(g·K)]	C_p gemäß NIST [J/(g·K)]
25	0,245	0,248
100	0,263	0,259
200	0,271	0,268
300	0,278	0,274
400	0,284	0,280
500	0,291	0,285



Aushärteverhalten unter UV-Einfluss

Einfluss der Belichtungszeit auf ein UV-aushärtendes System

DPHA polymerisiert, wenn es freien Radikalen ausgesetzt ist. Es ist besonders interessant für die Anwendung in Beschichtungen und Druckfarben. Hier wird der Einfluss der Belichtungszeit (1 s, 10 s, 30 s und 60 s) bei einer Proben temperatur von 27 °C gezeigt. Mit zunehmender Belichtungszeit nimmt die Aushärtung zu, was anhand der Gesamtenthalpie ersichtlich ist. Die entsprechenden Integralkurven (gestrichelt) spiegeln den Umsatz aufgrund der UV-Aushärtung wider.



Abhängigkeit der Belichtungszeit von DPHA (dipentaerythritol penta/hexa acrylate) + irg 184 (Initiator 0,05 %).

Der Vorteil von UV-Aushärtensystemen ist ihre schnelle Reaktion – innerhalb weniger Sekunden, bei geringer Temperatur, ohne Lösemittel.

Technische Daten

DSC 3500 Sirius

DSC-Typ	Gasdichtes Wärmefluss-DSC-System
Temperaturbereich	-170 °C bis 600 °C
Aufheiz-/Abkühlraten	0,001 K/min bis 100 K/min (Abkühlrate temperaturabhängig)
Messbereich	± 650 mW
Genauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatur: 0,1 K ▪ Enthalpie: < 1 % für Metalle; < 2 % für die meisten Materialien
Kühleinrichtungen (Optionen)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Druckluftkühlung: RT bis 600 °C ▪ Vortex-Kühlung: 0 °C bis 600 °C ▪ Intracooler IC 40: -40 °C bis 600 °C; Intracooler IC 70: -70 °C bis 600 °C ▪ Flüssigstickstoffkühlung: -170 °C bis 600 °C ▪ Kühlkörper aus Aluminium
Atmosphäre	Oxidierend, inert (statisch, dynamisch)
Gasregelung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 integrierte Fritten; 3 Magnetventile (programmierbar) ▪ Optional 3 Massendurchflussregler oder Gasregelsystem
Automatischer Probenwechsler (ASC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Für bis zu 20 Proben und Referenzen (Option) ▪ Herausnehmbares Magazin
Oxidative-Induction Time	Integrierter Bestandteil der <i>Proteus</i> ®-Software
Softwareerweiterungen (Option)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperaturmodulierte DSC ▪ Bestimmung der spezifischen Wärme (c_p) ▪ <i>Peak Separation</i> ▪ <i>Kinetics Neo</i> ▪ <i>AutoEvaluation</i> ▪ <i>Identify</i>
Zubehör	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vielzahl an Tiegeln (Al, Pt, Al₂O₃, Au, Ag, Cu, Autoklaven usw.) ▪ <i>SampleCutter</i> und Probenvorbereitungsset für einfache Probenvorbereitung
Abmessungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Höhe 380 mm (560 mm mit ASC) x Breite 320 mm x Tiefe 520 mm ▪ Gewicht: 28 kg

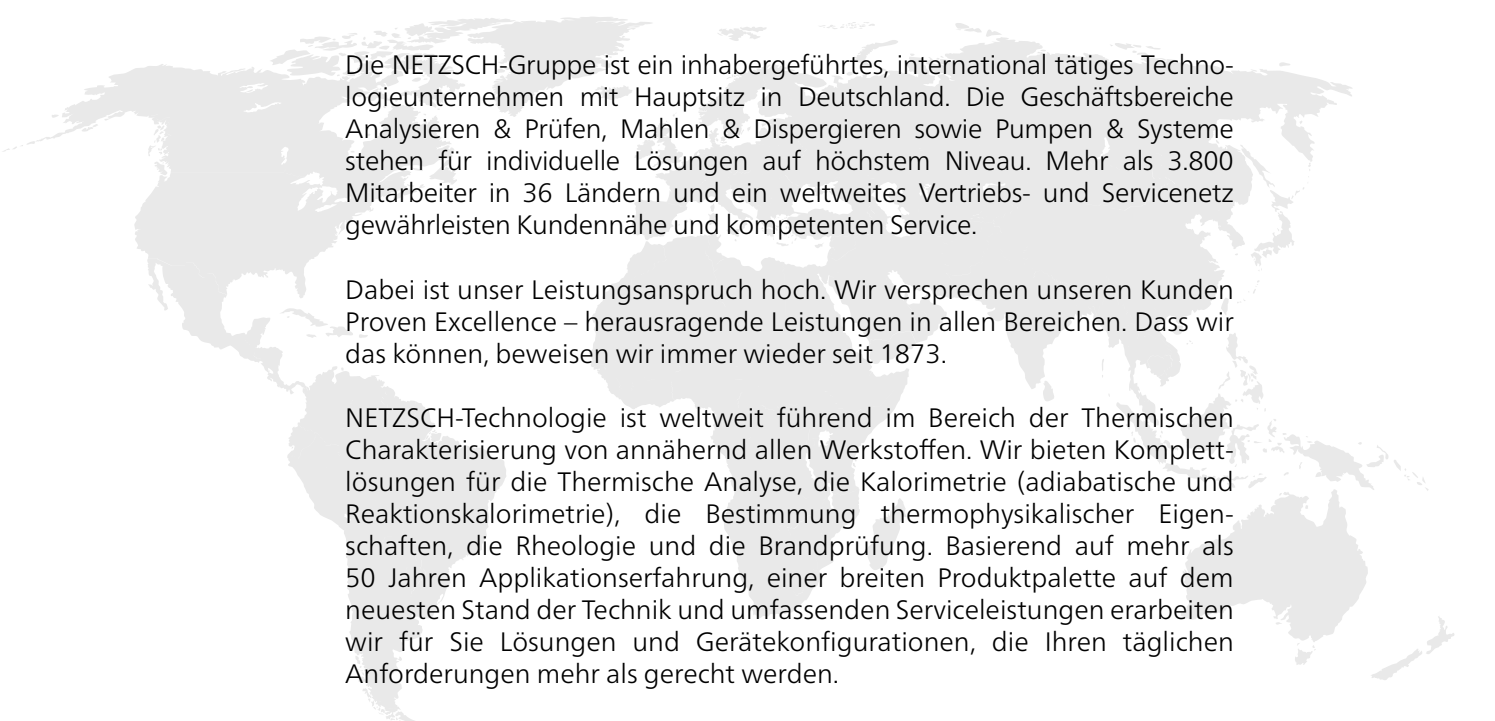


Verschleißpresse für unterschiedliche Aluminiumtiegeltypen



Mitteldruck-Tiegel (links) und Hochdruck-Tiegel (rechts)

Al-Tiegel mit Deckel



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), die Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften, die Rheologie und die Brandprüfung. 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