



DISCOVER - der WELTBESTE
DYNAMISCH MECHANISCHE ANALYSATOR

**Lernen Sie
einen neuen
DMA kennen,
der mit drei
Merkmale
überzeugt:**

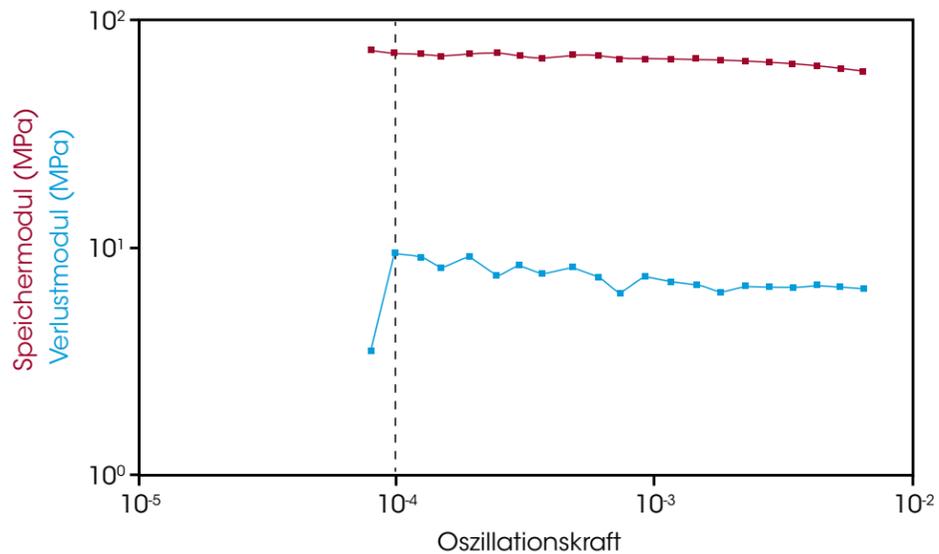
**Unerreichte
Sensitivität**

**Herausragende
Leistung**

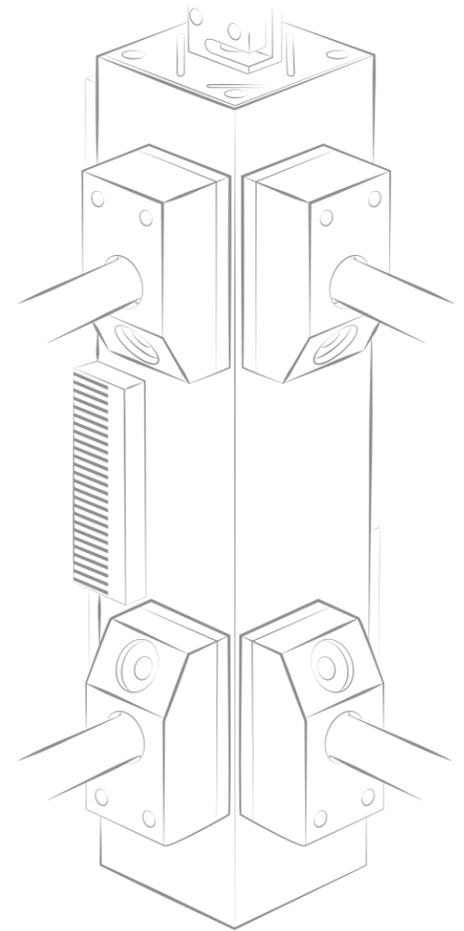
**Maximale
Vielseitigkeit**

Der weltweit **SENSITIVSTE DMA**

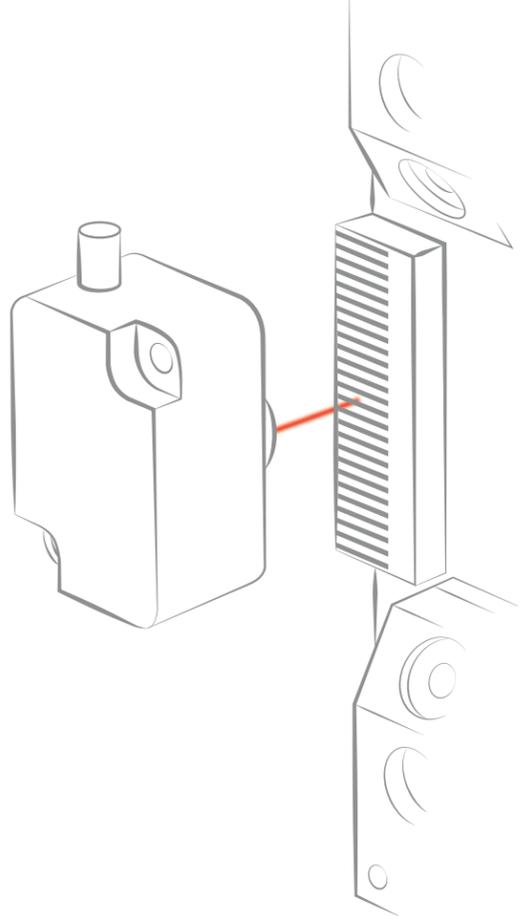
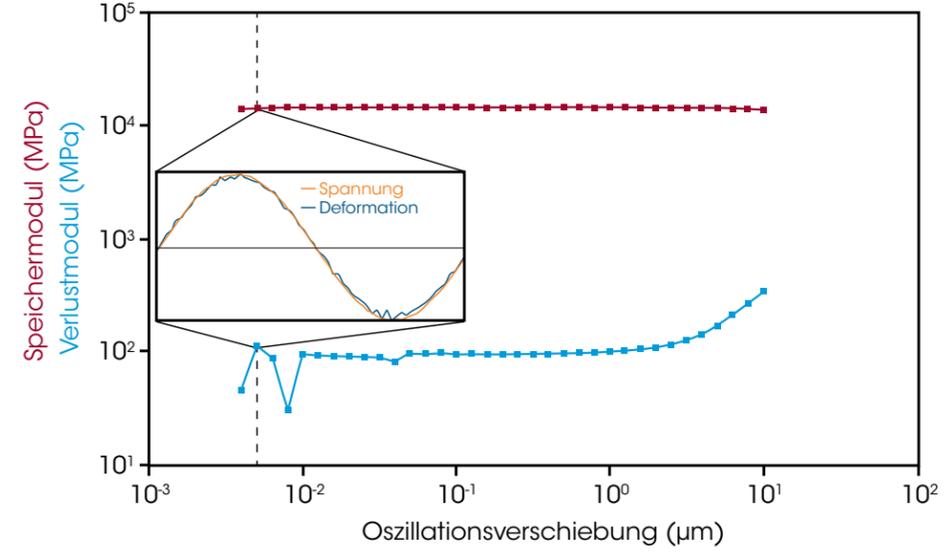
für die Messung **niedrigster Kräfte...**



0,1 mN Kraftamplitude

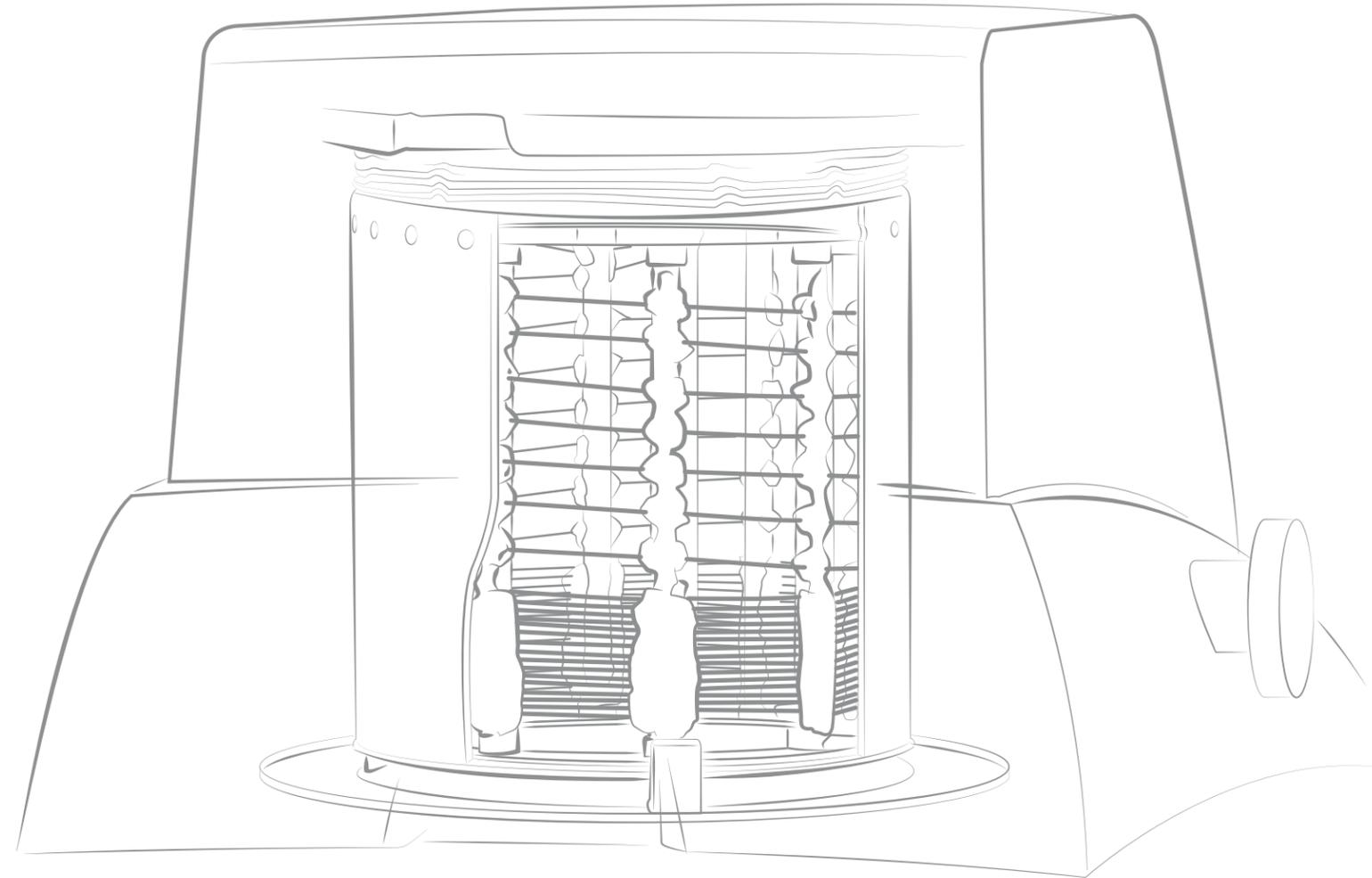


5 nm Auslenkungsamplitude

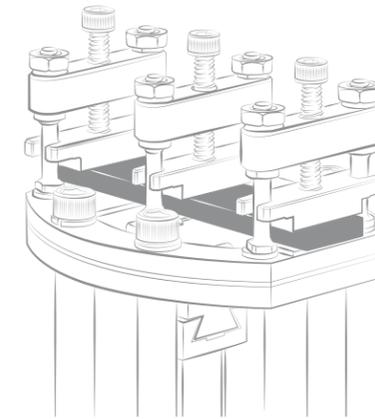


... und **GERINGSTER WEGÄNDERUNGEN**

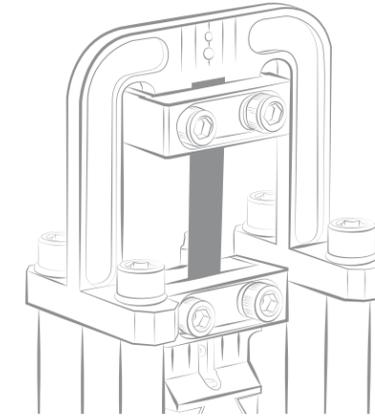
mit zuverlässigen und
effizienten Temperiersystemen



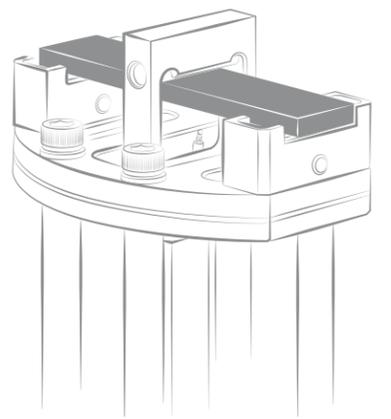
... und für höchste **GENAUIGKEIT** und
OPTIMALE BENUTZERFREUNDLICHKEIT
OPTIMIERTEN PROBENHALTERN



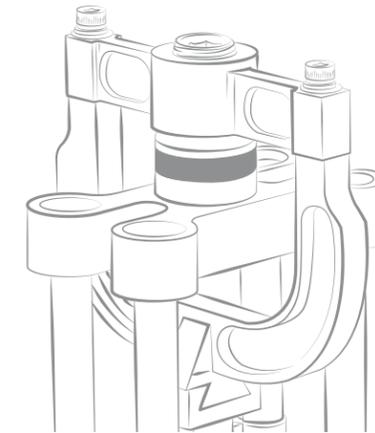
Cantilever



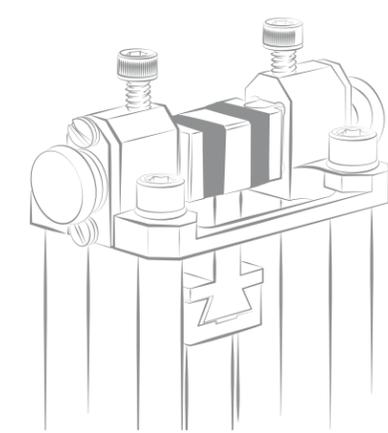
Zug



Dreipunktbiegung



Kompression



Scherung

TA Instruments lädt Sie ein, das Nonplusultra der dynamisch-mechanischen Analysatoren zu entdecken, den Discovery DMA 850. Aufbauend auf den Spitzentechnologien des weltweit meistverkauften DMAs liefern die Verbesserungen bei allen DMA-Leistungsaspekten genaueste und reproduzierbare Messungen mechanischer Eigenschaften über einen großen Temperaturbereich. Es war noch nie leichter, DMA-Daten von herausragender Qualität zu erhalten!

Merkmale und Vorteile:

- Der kontaktfreie Motor mit geringer Masse ermöglicht einen kontinuierlichen Kraftbereich von 0,1 mN bis 18,0 N für die Messung von weichen bis steifen Materialien.
- Das reibungsarme Luftlager mit geringer Nachgiebigkeit sorgt für überlegene Sensitivität und Genauigkeit.
- Die einzigartige Technologie des optischen Wegaufnehmers bietet eine Auflösung von 0,1 nm über einen kontinuierlichen Verfahrensweg von 25 mm für ultimative Testvielfalt.
- Die neue DirectStrain™-Steuerung und die intelligente automatische Bereichswahl ermöglichen es Ihnen, den größten Bereich der Probensteifigkeit und Frequenzen zu messen, um hervorragende Daten zu erhalten, direkt beim ersten Mal und jederzeit danach.
- Sie haben die Wahl zwischen zwei speziell entwickelten Öfen für eine präzise, reaktionsschnelle Steuerung unter den wichtigsten Prüfbedingungen.
- Die exklusiven Luftkühlsysteme bieten eine effektive kontrollierte Kühlung auf -100 °C ohne die Kosten bzw. den Aufwand für flüssigen Stickstoff.
- Die speziell angefertigten Klemmen mit hoher Steifigkeit und geringer Masse sind einfach zu handhaben und gewährleisten die Reproduzierbarkeit der Daten.
- Das innovative One-Touch-Away™-Display vereinfacht die Bedienung des Messgeräts mit einer intuitiven Benutzeroberfläche und macht die Erfassung hervorragender Daten so einfach wie nie zuvor.
- Die leistungsstarke TRIOS-Software ermöglicht eine einfache Einrichtung und Ausführung von Versuchen.
- Die branchenweit **EINZIGARTIGE** fünfjährige Garantie auf Öfen unterstreicht unsere Verpflichtung zu Qualität.



Reaktionsschneller Direktantriebsmotor

Der kontaktfreie Motor des DMA 850 kann sowohl dynamische als auch statische Verformungen über den gesamten Bewegungsbereich von 25 mm steuern und bietet dabei eine außergewöhnliche Kontrolle in allen Betriebsarten und Probenhalterpositionen.

Der Motor besteht aus sehr leichten Hochleistungsverbundwerkstoffen, die die Axial- und Torsionssteifigkeit maximieren und gleichzeitig die Trägheit des Systems minimieren. Die hochentwickelte Steuerelektronik ermöglicht die **schnellste Motorsteuerung über den größten kontinuierlichen Kraftbereich von 0,1 mN bis 18,0 N**. Damit kann das System ein breites Spektrum an Materialeigenschaften mit höchster Sensitivität und Genauigkeit erfassen. Die präzise Motorsteuerung bietet auch eine enorme Verbesserung des Einschwingverhaltens, die Einstellung von Deformationsstufen innerhalb von 50 ms, sowie eine 100x genauere Kraftregelung.

Steife, reibungsfreie Luftlager

Der Motor überträgt die Kraft unmittelbar ohne mechanische Kontakte auf eine rechteckige Antriebswelle, die über acht Luftlager aus porösem Kohlenstoff geführt wird. Das durch die Luftlager strömende Gas erzeugt ein Luftkissen um die Antriebswelle, sodass diese frei schweben kann. Die Antriebswelle ist über einen Schaft direkt mit dem beweglichen Teil des Probenhalters verbunden und ermöglicht eine unübertroffene reibungsfreie Auslenkung um bis zu 25 mm. Der rechteckige Querschnitt der Antriebswelle sorgt für eine sehr hohe Torsionsteifigkeit wodurch eine Verdrillung der Welle verhindert wird.

Optischer Wegaufnehmer mit weitem Messbereich und hoher Auflösung

Durch Messung der Beugungsmuster an feinen Gittern bieten optische Wegaufnehmer im Vergleich zur herkömmlichen LVDT-Technik (Linear Variabler Differential-Transformer) eine außergewöhnlich hohe Auflösung über einen weiten Messbereich. Durch die exzellente Auflösung des optischen Wegaufnehmers von 0,1 nm können auch sehr kleine Amplituden präzise gemessen werden. Die erhöhte Empfindlichkeit des optischen Wegaufnehmers, kombiniert mit ausgereiften Motorsteuerungen, ermöglicht **100x kleinere Wegänderungen als bei bisherigen Antriebstechnologien, bis hin zu 5 nm**.

Der kontaktfreie Motor, die reibungsfreie Luftlagerung und der optische Wegaufnehmer mit seinem weiten Messbereich bieten eine beispiellose Flexibilität für kleine und große Probekörper, für Materialien, die während eines Versuchs kriechen, sich ausdehnen oder zusammenziehen, und für statische oder zeitabhängige Verformungen.



Eine genaue mechanische Messung erfordert einen stabilen Aufbau des Gerätes, damit die gesamte Bewegung des Motors auf die Probe übertragen und der Einfluss externer Faktoren wie Systemresonanz, thermische Drift oder Verformung des Gehäuses minimiert wird.

Optimierte Konstruktion

Die wichtigen Komponenten des Antriebs des DMA 850 sind in einem sehr steifen Aluminiumgussgehäuse untergebracht, das fest mit dem FEM-optimierten Messgerätrahmen verbunden ist. Konkurrierende Systeme, die auf beweglichen, aufgehängten oder weichgelagerten Rahmen aufgebaut sind, werden durch die Kombination von Probensteifigkeit und Systemresonanz in ihrem effektiven Frequenzbereich eingeschränkt. Die steife Konstruktion des DMA 850 überwindet diese Einschränkung und liefert genaue Modul- und Tan δ -Werte über den größten Bereich von Messfrequenzen und Probensteifigkeit.

Schnellere Kalibrierung

Dank der neuen Konstruktion sind Routinekalibrierungen schneller und einfacher als je zuvor möglich. Schnelle und einfache Kalibrierroutinen ermöglichen dem Anwender eine verbesserte Messgenauigkeit **bei um 80% verringerten Zeitaufwand für Kalibrierungen als bei früheren DMA-Geräten**. Verbringen Sie weniger Zeit mit der Wartung Ihres Messgeräts und mehr Zeit damit, wertvolle Ergebnisse zum Prüfmaterial zu erhalten.

Temperierte Sensoren

Motor und optischer Wegaufnehmer sind beim DMA 850 in einem temperierten Bereich eingebaut um eine Drift der Messsignale durch Temperaturänderungen zu vermeiden. Dadurch erhält man eine stabile Plattform für die mechanische Materialcharakterisierung selbst unter schwierigen Umgebungs- oder Prüfbedingungen.

OPTIMIERTE GEHÄUSE- und RAHMENMECHANIK ermöglichen eine **NIE DAGEWESENE MESSGENAUIGKEIT**



Der DMA 850 bietet Ihnen die Wahl zwischen zwei speziellen Öfen: dem Standardofen und dem DMA-RH-Zubehör zur Regelung von Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Der einfache Einbau des jeweiligen Ofens erlaubt es Ihnen bequem zwischen den beiden Systemen zu wechseln. Alle Klimasysteme und Zubehörteile wurden speziell für anspruchsvolle DMA-Messungen und nahtlose Integration von TA Instruments entwickelt und hergestellt.

Standardofen

Der Standardofen für den DMA 850 ist ein Ofen mit Bifilarwicklung und einem großen Temperaturbereich, der eine gleichmäßige Temperaturregelung von -160°C bis 600°C ermöglicht. Diese praxiserprobte Konstruktion ermöglicht eine effiziente und präzise Temperaturregelung über den gesamten Temperaturbereich beim Heizen, Abkühlen und im isothermen Betrieb. Für die Temperaturregelung unterhalb der Umgebungstemperatur wird der Ofen in Kombination mit einem der vier verfügbaren Kühlzubehöre eingesetzt, um Ihren Anforderungen an die Proben temperatur gerecht zu werden.

Ein sensitives Thermoelement befindet sich in unmittelbarer Nähe der Probe, um unabhängig von der Verformungsart eine repräsentative Messung der Proben temperatur zu ermöglichen.

Wie bei allen
Öfen gewährt
TA Instruments auch
für dieses Modell
die branchenweit
einzigartige

5 -JAHRES-GARANTIE



DMA-RH-Zubehör

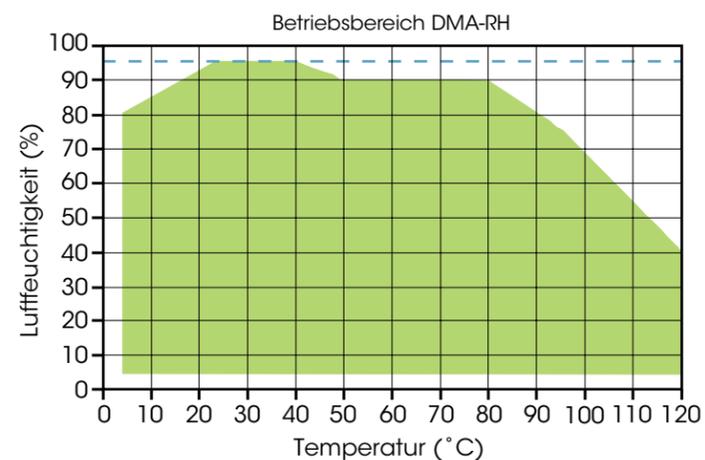
Dieser Ofen ermöglicht DMA-Versuche mit präzise geregelter Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit im Probenraum über eine große Bandbreite an Prüfbedingungen. Das System verhindert erfolgreich das bei Messungen unter kontrollierter Luftfeuchtigkeit häufig auftretende Problem der Kondensation, das eine genaue Regelung der relativen Luftfeuchtigkeit normalerweise verhindert. Stabile, reaktionsschnelle Peltierelemente regulieren die Probenkammer präzise, während kalibrierte digitale Massendurchflussregler vorgewärmtes Gas im vorgeschriebenen Verhältnis zuführen, um die gewünschte Luftfeuchtigkeit zu erreichen.

Das DMA-RH-Zubehör bietet den größten Bereich für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit.

Temperaturbereich	5 bis 120 °C
Temperaturgenauigkeit	±0,5 °C
Aufheiz-/Abkühlrate	Maximum ±1 °C/min
Luftfeuchtigkeitsbereich	5 bis 95 % Siehe Betriebsbereich-Tabelle.
Luftfeuchtigkeitsgenauigkeit	5 bis 90 % RL: ±3 % RL >90 % RL: ±5 % RL
Rampenrate der Luftfeuchtigkeit (zunehmend und abnehmend)	2 % RL/min (fest)

Beim DMA-RH-Zubehör handelt es sich um eine vollintegrierte Einheit mit folgenden Komponenten:

- 1 Der Ofen wird direkt am DMA befestigt. Peltierelemente in der Kammer regeln die Temperatur mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ °C. Die Probenkammer ist für die Aufnahme von Standard-DMA-Probenhalter (Zug, Cantilever und Dreipunktbiegung) ausgelegt.
- 2 Über die beheizte Transferleitung wird die Luft mit eingestellter Feuchtigkeit zur Probenkammer geleitet. Die Temperierung der Leitung verhindert Kondensation und ermöglicht so exakte Ergebnisse.
- 3 Die separate Box des DMA-RH-Zubehörs enthält den Befeuchter, einen Wärmetauscher für die Gegenkühlung der Peltierelemente sowie die Elektronik zur Regelung der Luftfeuchtigkeit und Temperatur der Probenkammer.

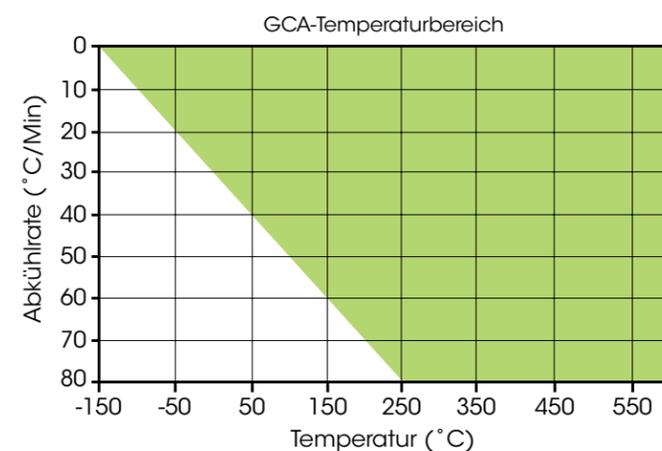




Gaskühlzubehör (GCA)

Das Gaskühlzubehör (Gas Cooling Accessory, GCA) erweitert den Temperaturbereich des DMA 850 auf -150 °C . Es verwendet kaltes Stickstoffgas, das durch kontrollierte Verdampfung von Flüssigstickstoff erzeugt wird. Der Tank lässt sich so programmieren, dass er nach Abschluss eines Scans automatisch gefüllt wird.

Das GCA bietet ballistische oder geregelte Abkühlraten über den gesamten Temperaturbereich des DMA 850 (-150 bis 600 °C). Die maximale Kühlrate ist generell vom installierten Probenhalter und den thermischen Eigenschaften der Probe abhängig. Die folgende Abbildung zeigt den typischen Bereich* geregelter Kühlraten, die in Abhängigkeit von der Temperatur zur Verfügung stehen.



*Die tatsächliche Leistung kann je nach Laborbedingungen und installiertem Probenhalter leicht variieren.

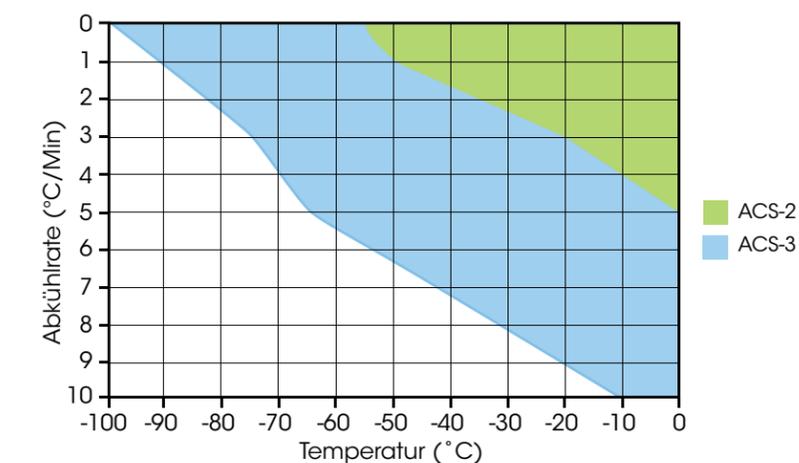
Stickstoffspülkühler (NPC)

Der Stickstoffspülkühler (Nitrogen Purge Cooler, NPC) ist eine wirtschaftliche Kühloption, die ballistische Kühlung und geregeltes Heizen bei Temperaturen von bis zu -160 °C ermöglicht. Das innovative Design spült Stickstoffgas (2 bis 8 bar bei 30 l/min) durch eine Kupferspirale, die in ein mit Flüssigstickstoff gefülltes 2,5-l-Dewargefäß eingetaucht ist, in den Ofen. Die kompakte Bauweise minimiert den Platzbedarf und die ballistische Kühlung macht den Kühler zur idealen Wahl für die Erhöhung des Durchsatzes von Tieftemperaturversuchen.



Luftkühlsysteme (ACS)

Die neuen Luftkühlsysteme (Air Chiller System, ACS) bieten die einzigartige Möglichkeit, ohne Flüssigstickstoff Temperaturen zu testen, die unterhalb der Umgebungstemperatur liegen. Es stehen zwei Modelle zur Verfügung: ACS-2 und ACS-3. Die Kühler sind mit einem mehrstufigen Kompressor ausgestattet, der zum Kühlen Druckluft (7 bar, 200 l/min) nutzt. Die Modelle ACS-2 und ACS-3 ermöglichen einen Betrieb des DMA 850 mit dem Standardofen bei Temperaturen ab -50 °C bzw. -100 °C *.





Der DMA 850 verfügt über Probenhalter für alle Verformungsarten, sodass eine breite Palette von Proben analysiert werden und reale Prozess- und Anwendungsbedingungen gut nachgestellt werden können. Die verschiedenen Klemmen sind jeweils für höchste Genauigkeit und optimale Benutzerfreundlichkeit optimiert.

Merkmale und Vorteile der Probenhalter:

- Hohe Steifigkeit und geringe Masse für maximale Modulgenauigkeit
- Die geringe thermische Masse reduziert die Temperaturlagungszeit und verbessert die Bestimmung der Übergangstemperatur.
- Die individuellen Kalibrierungen der Klemmensteifigkeit gewährleisten genaue Modulbestimmungen und Reproduzierbarkeit, insbesondere bei mehreren wechselnden Bedienern.
- Die unkomplizierte Schwalbenschwanzverbindung lässt sich einfach montieren und ist selbstausrichtend, was die Präzision erhöht und die Montagezeit verkürzt.
- Die geringe Anzahl von Einzelkomponenten reduziert die Komplexität sowie Ausrichtungs- und Messfehler.
- Die innovativen Konstruktionen ermöglichen auch die Messung sehr anspruchsvoller Proben wie Pulvern oder Materialien, die in eine Flüssigkeit eingetaucht sind.
- NEU: Die verbesserte Konstruktionen der Zug-, Kompressions- und Scherprobenhalter verbessern die Benutzerfreundlichkeit erheblich, indem sie die Ausrichtung weiter vereinfachen und für eine bessere Wiederholbarkeit der Probeneinspannung sorgen.

Nur TA Instruments bietet gebrauchsfertige Probenhalter ohne komplizierte Montageverfahren.



Einfacher/doppelter Cantilever

Der Biegeversuch im Cantilever ist ein praktischer Allzweckmodus für die Untersuchung von Thermoplasten und Materialien mit hoher Dämpfung (z. B. Elastomere). Die Cantilever-Probenhalter sind in Probenlängen mit 8 mm, 20 mm und 35 mm erhältlich und können in Einzel- oder Doppelkonfigurationen verwendet werden. Der doppelte Cantilever ist auch hervorragend für die Untersuchung thermisch vernetzender Systeme auf Trägermaterialien geeignet.



Zug

Die Zugprobenhalter sind für die einachsige Dehnung von Filmen und Fasern konzipiert. Bei Oszillationsversuchen kann zwischen einer konstanten und einer variabel angepassten statischen Kraft gewählt werden, um Durchbiegen oder oder starkes Kriechen der Probe zu vermeiden. Ein neu entwickelter Filmprobenhalter vereinfacht die Einspannung dünner Filme, verhindert effektiv das Verrutschen der Probe und verbessert so die Gleichmäßigkeit der Spannung und die Benutzerfreundlichkeit. Visuelle Führungen helfen bei der Ausrichtung von Filmproben und integrierte Halterungen vereinfachen die Faserprüfung. Der kontinuierliche Verfahrensweg des DMA 850 macht die Probenbestückung für Zugversuche besonders komfortabel.



Dreipunktbiegung

Die Dreipunktbiegung oder freies Biegen wird oft als „reine“ Verformungsart betrachtet, da Einflüsse durch feste Einspannungen eliminiert werden. Es stehen Probenabstände von 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm und 50 mm zur Verfügung, um eine große Bandbreite an Probensteifigkeiten und Probengrößen abzudecken. Eine einzigartige, reibungsarme Konstruktion mit Rollenlagern, die für Probenabstände von 20 mm und 50 mm erhältlich ist, verbessert die Modulgenauigkeit und Reproduzierbarkeit, da Verdrehungen oder Krümmungen der Prüfprobe berücksichtigt werden.



Scher-Sandwich

Zwei gleich große Probenstücke des gleichen Materials werden zwischen einer festen und einer beweglichen Platte gesichert, um den Schubmodul G zu messen. Dieser Modus ist ideal für weichere Materialien wie Gele, Haftklebstoffe und hochviskose Harze.



Kompression

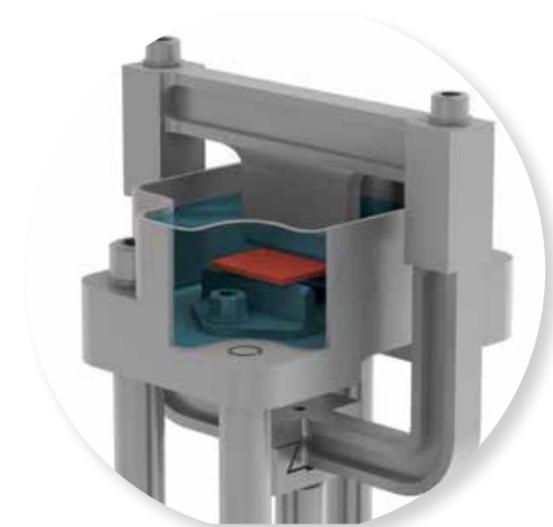
Platte-Platte-Komprimierungsmessungen eignen sich am besten für Materialien mit niedrigem bis mittlerem Modul wie Schäume und Elastomere. Dieser Probenhalter kann auch zur Messung von Ausdehnung oder Kontraktion, Haftfestigkeitsprüfung von Klebstoffen, des Druckverformungsrests von Gummi-O-Ringen und vielem mehr verwendet werden. Ein neuer, selbstausrichtender Mechanismus sorgt für die Parallelität von Ober- und Unterplatte, erhöht die Gleichmäßigkeit von Deformation und Kraft, vereinfacht die Benutzerinteraktion und verbessert die Präzision der Modulbestimmung.

Der Standard-Kompressionssatz enthält parallele Platten von 15 mm Durchmesser und 40 mm Durchmesser, die ideal für Messungen von Proben mittlerer bis niedriger Steifigkeit geeignet sind. Der Penetrationssatz dient zur Untersuchung von Materialien mit höherer Steifigkeit und lokale Messungen und besteht aus drei kleineren Sonden: Halbkugel, 1 mm Penetration oder 6-mm-Platte.

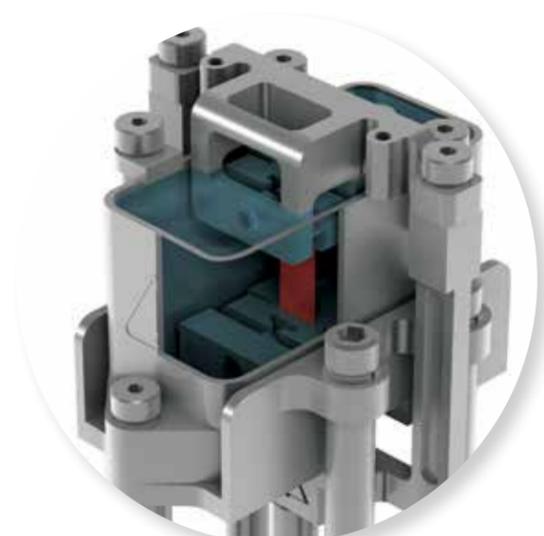


Pulverprobenhalter

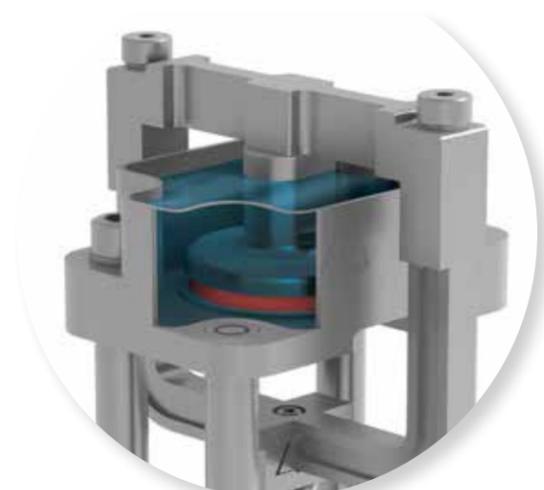
Die Messung der Übergangstemperaturen von losen Pulvern mit mechanischen Verfahren kann sich als schwierig erweisen. Das Pulverzubehör für den DMA 850 wird zusammen mit dem doppelten Cantilever verwendet, um die Übergangstemperaturen von losen pulverförmigen Materialien durch DMA zu erfassen, wobei die erhöhte Empfindlichkeit der mechanischen Analyse mit der einfachen Probenvorbereitung von Pulvercharakterisierungsverfahren kombiniert wird.



Dreipunktbiegung



Film



Kompression

Tauchprobenhalter

Die Tauchprobenhalter für den DMA 850 wurden speziell entwickelt, um ideale Prüfbedingungen für die Messung mechanischer Eigenschaften in einer flüssigen Umgebung bis zu 150 °C zu schaffen.

- Die genaue Probentemperatur wird durch ein Thermoelement ermittelt, das sich innerhalb des Flüssigkeitsbehälters und in der Nähe der Probe befindet
- Die inerte Edelstahlausführung und eine dichtungsfreie Konstruktion gewährleisten die Kompatibilität mit einer Vielzahl von Flüssigkeiten
- Temperaturregelung durch den Standard-Ofen ohne zusätzliche Thermostate

Verformungsarten und Probengröße

Einfacher/doppelter Cantilever	4/8* mm x bis zu 15 mm x 5 mm (L x B x D) 10/20* mm x bis zu 15 mm x 5 mm (L x B x D) 17,5/35* mm x bis zu 15 mm x 5 mm (L x B x D)
Dreipunktbiegung	5, 10 oder 15 mm x bis zu 15 mm x 7 mm (L x B x D) 20 mm x bis zu 15 mm x 7 mm (L x B x D) 50 mm x bis zu 15 mm x 7 mm (L x B x D)
Zug Film/Faser Faser	5 bis 30 mm x bis zu 8 mm x 2 mm (L x B x D) 5 bis 30 mm (L), 5 den (0,57 tex) bei 0,8 mm Durchmesser
Scherung	310 mm ² Querschnittsfläche, bis zu 4 mm (D)
Kompression	15 und 40 mm Durchmesser, bis zu 10 mm (D)
Tauchen Zug Kompression Dreipunktbiegung	Fest bei 15 mm x bis zu 8 mm x 2 mm (L x B x D) 25 mm Durchmesser, bis zu 10 mm (D) 5, 10 oder 15 mm x bis zu 15 mm x 7 mm (L x B x D)

*Längenangaben für einfachen/doppelten Cantilever



Revolutionäre DMA-Leistung auf Knopfdruck

Der DMA 850 verfügt über einen neuen One-Touch-Away™ Touchscreen, mit intuitiver Benutzeroberfläche und verbesserter Benutzerfreundlichkeit. Die wichtigsten Funktionen des Gerätes sind dadurch einfach zu steuern.

- Einfach ablesbar und bedienbar dank des ergonomischen Designs
- Zahlreiche Funktionen, die die Bedienung vereinfachen und die Benutzerfreundlichkeit erhöhen

Der Touchscreen bietet folgende Funktionen:

- Durchläufe starten/anhalten
- Temperatur einstellen
- Vertikale Position des Probenhalters einstellen
- Im Leerlauf zwischen Motoreinstellungen wechseln
- Proben messen
- Echtzeitdaten ablesen
- Versuchs- und Messgerätestatus auf einen Blick

Der intuitive Touchscreen, die leistungsstarke neue TRIOS-Software und die schnellen, robusten Kalibrierprotokolle sorgen zusammen für eine deutlich höhere Produktivität und bessere Arbeitsabläufe im Labor.



Das hochmoderne Softwarepaket von TA Instruments nutzt modernste Technologien zur Gerätesteuerung, Datenerfassung und -analyse für die thermische Analyse und Rheologie. Die intuitive Benutzeroberfläche ermöglicht es Ihnen, Versuche einfach und effektiv zu programmieren und zwischen der Bearbeitung von Versuchen und dem Abrufen und Analysieren von Daten zu wechseln.



TRIOS-Eigenschaften:

- Steuerung mehrerer Geräte mit einem einzigen PC und Softwarepaket
- Überlagern und vergleichen Sie die Ergebnisse verschiedener Verfahren, einschließlich DSC, TGA, DMA, SDT, TMA und Rheologie.
- Unbegrenzte Lizenzen und kostenlose Softwareaktualisierungen auf Lebenszeit
- Wiederholung einer Analyse mit nur einem Klick für erhöhte Produktivität

- Automatisierte Erstellung von benutzerdefinierten Berichten, einschließlich Versuchsdetails, Datendiagrammen und -tabellen sowie Analyseergebnissen
- Komfortabler Datenexport in Klartext, CSV, XML, Excel®, Word®, PowerPoint®, und Bilddateien
- Optionales Tool TRIOS Guardian mit elektronischen Signaturen für Audit-Rückverfolgbarkeit und Datenintegrität

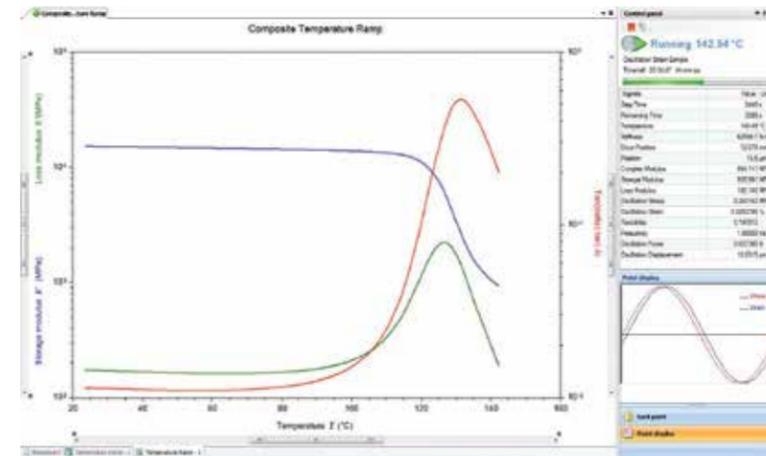
Schnelle und einfache Kalibrierung

Mit der TRIOS-Software wird das Kalibrieren der Probenhalter und des DMA 850 zum Kinderspiel, auch für Benutzer ohne DMA-Erfahrung! Fotorealistische Bilder und klare Anweisungen führen den Benutzer durch die einfach strukturierten Verfahren und verkürzen so die Einarbeitungszeit. Ein zusammenfassender Bericht liefert den Kalibrierstatus in einer klaren Übersicht und stellt die Datenintegrität sicher.



Vollständiger Datensatz

Das fortschrittliche Datenerfassungssystem speichert automatisch alle relevanten Signale, aktiven Kalibrierungen und Systemeinstellungen. Wellenformen für jeden Datenpunkt können als Lissajous-Figuren dargestellt werden und bieten eine visuelle Darstellung des Spannungs-/Deformationsverhältnisses. Diese umfassenden Informationen sind von unschätzbarem Wert für die Methodenentwicklung, und die Datenvalidierung.



Die VIELSEITIGSTE STEUERUNGS- und ANALYSESOFTWARE!

Vollständige Datenanalyse

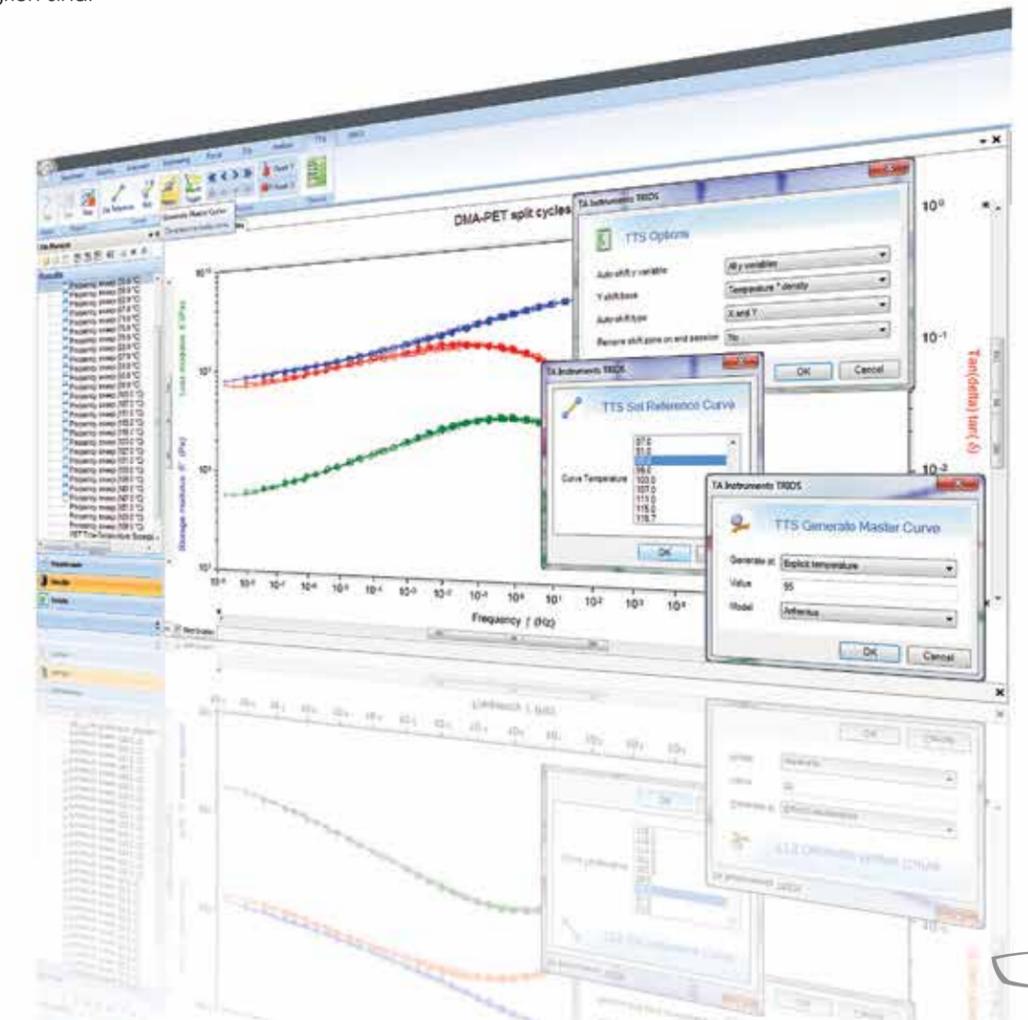
Für die Datenanalyse in Echtzeit, auch während laufender Versuche, steht ein umfangreiches Set passender Funktionen zur Verfügung. Verschaffen Sie sich einen handlungsorientierten Einblick in das Materialverhalten mit verschiedenen leistungsstarken und vielseitigen Funktionen, die nahtlos in TRIOS integriert sind.

Alle standardmäßigen DMA-Analysen:

- Anfangs- und Endpunktanalyse
- Signalminimum und -maximum
- Signaländerung
- Modulüberschneidung
- Kurvenwerte an bestimmten X- oder Y-Punkten
- 1. und 2. Ableitung
- Integral (Fläche unter der Kurve)
- Spitzenwert
- Peak-Integration und laufendes Integral
- Mathematische Anpassung: lineare, polynomische oder Exponentialfunktion

Erweiterte Analysemöglichkeiten:

- Zeit-Temperatur-Superpositionsanalyse (TTS) mit automatischer Kurvenverschiebung und einfacher Masterkurvengenerierung
- Berechnung der Aktivierungsenergie
- Berechnung der WLF-Koeffizienten
- Cole-Cole- und van Gorp-Palmen-Diagramm
- Integrierte Modelle für: Relaxationsspektren und Modulumbwandlung
- Erweiterte kundenspezifische Analyse mit benutzerdefinierten Variablen und Modellen



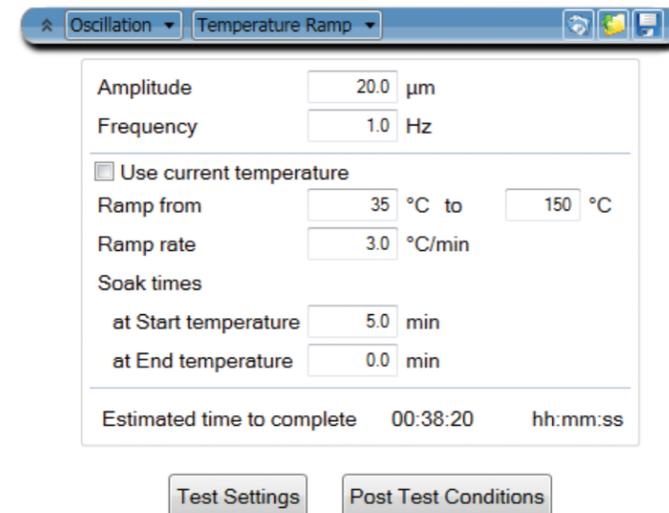
Versuchskonfiguration

Die Steuerung des DMA 850 erfolgt über die leistungsfähige TRIOS-Software für Gerätesteuerung und Datenanalyse mit einer revolutionären neuen, mehrstufigen Oberfläche zur Erstellung eines Prüfprogramms. Die **DMA Express-Oberfläche** macht die DMA-Programmierung einfach und leicht zugänglich, während die **DMA Unlimited-Oberfläche** Prüfbeschränkungen beseitigt und fortgeschrittenen Benutzern eine beispiellose Flexibilität bei der Versuchskonfiguration ermöglicht. DMA-Versuche waren dank TRIOS Software noch nie so einfach und leistungsstark.

DMA Express

Die neue **DMA Express**-Oberfläche wurde speziell für neue Benutzer und für Benutzer mit einfachen, klar definierten Versuchsanforderungen entwickelt. Die Details der Versuchskonfiguration werden in einfach auszuwählenden, geschlossenen Formularen dargestellt, die mit zweckmäßigen Standardwerten vorbelegt sind. Für Routineanwendungen und gängige Versuchsarten verkürzt **DMA Express** die Schulungszeit, reduziert die Fehlerquellen bei der Versuchskonfigurierung und sorgt so für Sicherheit und Vertrauen beim Benutzer.

Prüfmodus	Verfügbare Prüfungen
Oszillation	Frequenzverlauf, Deformationsamplitudenverlauf, Spannungsamplitudenverlauf, Temperaturrampe, Zeittest, Temperaturstufen (Mehrfrequenz) / TTS, Temperaturrampe (Mehrfrequenz), Ermüdungsprüfung;
Spannungsregelung	Kriechversuch, Kriecherholung, Kriechen-TTS, IsoStress (konstante Spannung);
Deformationsregelung	Spannungsrelaxation, Spannungsrelaxation-TTS, IsoStrain (Iso-Deformation)
Ratenregelung	Deformationsrampe, Spannungsrampe;



DMA Unlimited

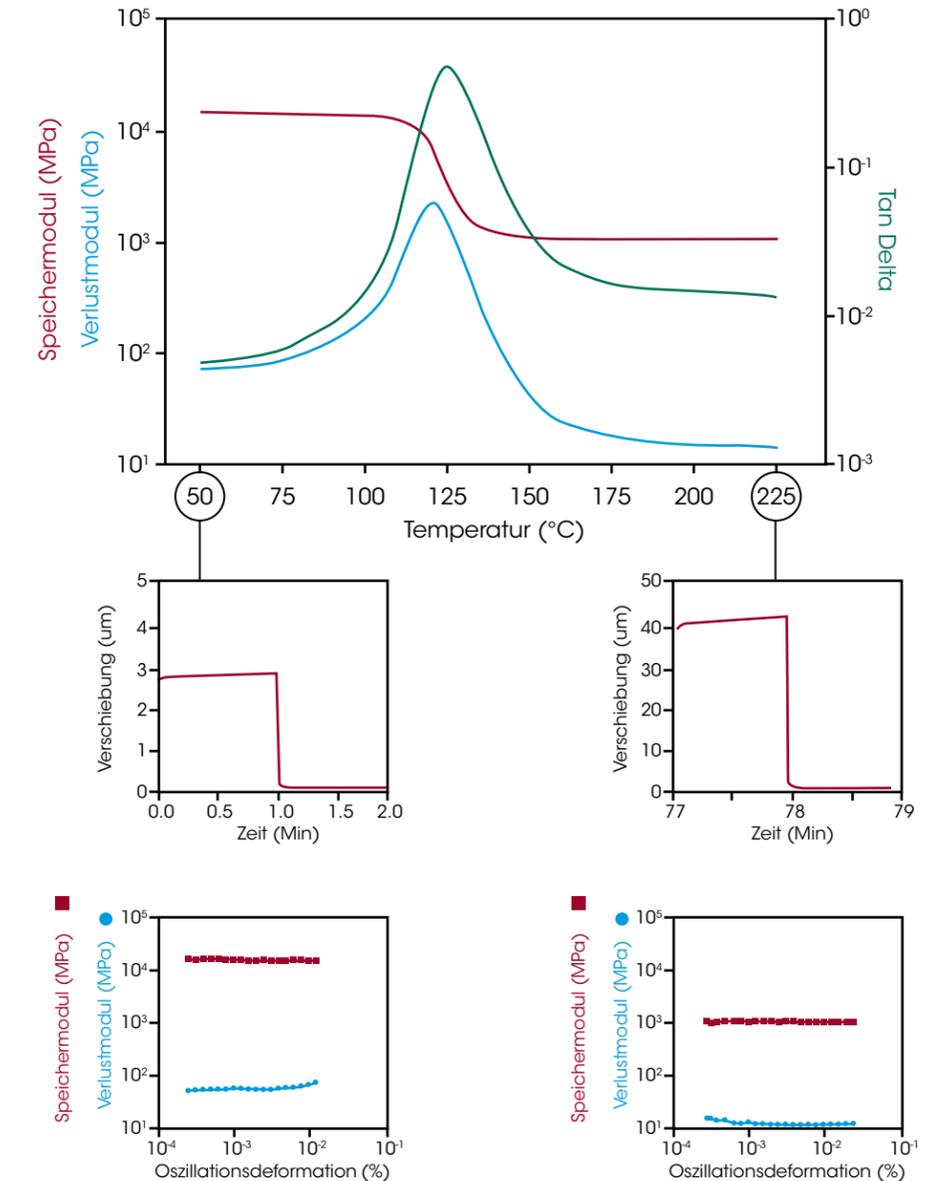
Die **DMA Unlimited**-Oberfläche bietet die neue leistungsstarke Funktion des DMA 850, alle Prüfmodi und Wärmepfade in einer einzigen Prüfung zu kombinieren. Gehen Sie über herkömmliche DMA-Prüfungen hinaus und programmieren Sie Versuche, die komplexe reale Bedingungen durch eine unbegrenzte Kombination von 23 verfügbaren Schritten nachahmen. Wählen Sie aus den wichtigsten **DMA Express**-Prüfmodi aus und nutzen Sie außerdem fortschrittliche Funktionen für Probenkonditionierung, Verformung, bedingte Schrittbeendigung und Wiederholung von Segmenten. Den Anwendungsmöglichkeiten sind keine Grenzen gesetzt!

Zusätzliche Versuchssteuerungen:

- Anpassung oder Sprung auf eine eingestellte Temperatur, Einstellen der Haltezeit bei Zieltemperatur
- Einstellung oder schrittweise Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit (RL), Einstellen der Haltezeit bei Ziel-RL
- Einstellung oder schrittweise Erhöhung einer Kraft / Spannung
- Einstellung oder schrittweise Erhöhung einer Wegänderung / Deformation
- Schleife und Wiederholung der vorherigen Schritte
- Datenspeicherung Ein / Aus, Einstellen der Datenerfassungsintervalle
- Motorzustand regeln, externe Ereignisse einstellen, Gaskühlzubehör (GCA) nachfüllen

Unbegrenzte Versuchsablaufsteuerung

Die hochentwickelte Systemarchitektur des DMA 850 eröffnet beispiellose Möglichkeiten für mechanische Prüfungen, die nicht an die Einschränkungen herkömmlicher DMA-Messgeräte gebunden sind. Zum ersten Mal sind Prüfverfahren möglich, die eine beliebige Kombination von verfügbaren Prüfungsarten enthalten, einschließlich Oszillations-, Deformations- und Spannungsregelung, mechanische und thermische Konditionierung und vieles mehr. Mit dieser neuen Fähigkeit kann der DMA 850 ein vollständiges Materialcharakterisierungsprotokoll unter verschiedenen Prüfbedingungen in einem einzigen Versuch durchführen oder eine Charakterisierung unmittelbar nach der mechanischen Konditionierung durchführen. Diese neue Fähigkeit ermöglicht die vollständige Materialcharakterisierung unter praktisch allen Prüfbedingungen.

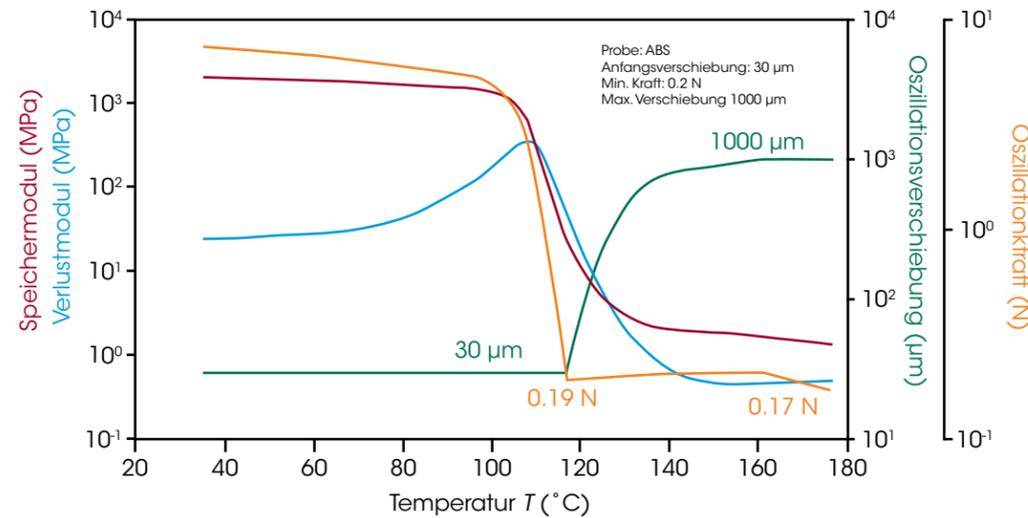


Kriecherholung und Deformationsdurchläufe vor und nach einer Temperaturrampe. Alle Daten aus einem einzigen Versuch.

MODERNE STEUERUNGEN heben Ihre ...

NEU Intelligente Bereichswahl (Auto-Ranging)

Da sich der Modul eines Materials in einem engen Zeit- oder Temperaturbereich um mehrere Größenordnungen verändern kann, kann durch die Wahl der Programmierparameter ein Versuch erfolgreich durchgeführt oder abgebrochen werden. Ist die gewählte Verformung zu groß, kann es zu übermäßigem Kriechen der Probe kommen. Ist sie zu klein, ist die Kraftempfindlichkeit beeinträchtigt. Die völlig neue Funktion der intelligenten automatischen Bereichswahl macht das Schätzen bei der Auswahl der Startbedingungen überflüssig und stellt sicher, dass Kraft und Weg automatisch innerhalb sinnvoller, benutzerdefinierter Grenzen gehalten werden. Programmieren Sie den Versuch mit dem beruhigenden Gefühl, dass Sie beim ersten Mal **hervorragende Daten erhalten - und zwar jedes Mal!**

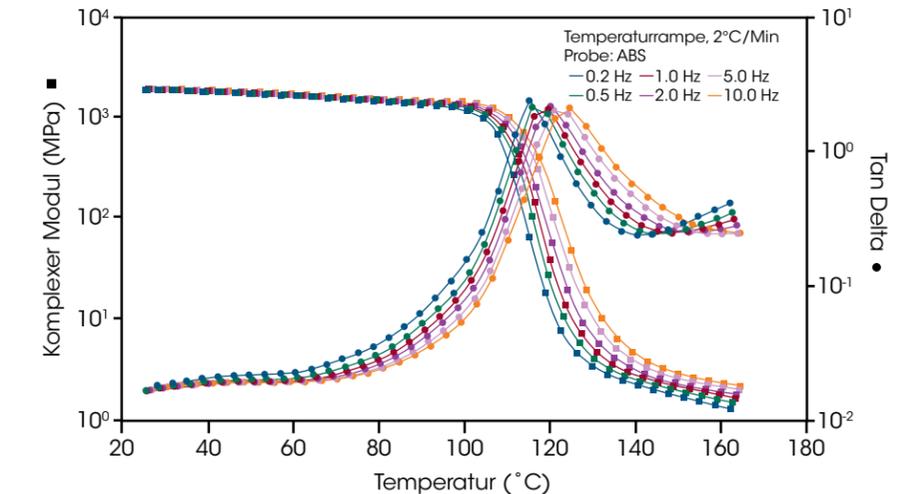


MATERIALCHARAKTERISIERUNG AUF EINE NEUE EBENE

NEU DirectStrain

Eine schnellere Elektronik, völlig neue Steuerungen des digitalen Signalprozessors (DSP) und ein verbessertes Antriebssystem ermöglichen eine ganz neue Art der Deformationsregelung im DMA 850. DirectStrain ist eine Echtzeit-Deformationsregelung für schnellere und genauere Messungen von anspruchsvollen Proben und Prüfbedingungen, wie z. B. sich schnell ändernde Materialeigenschaften oder weiche Proben bei hohen Frequenzen. DirectStrain garantiert eine konsistente Datenerfassung auch während thermischer Übergänge mit sich schnell ändernden Moduln und eine **50-fache Verbesserung der Deformationsgenauigkeit** gegenüber der bisherigen DMA-Technologie.

In diesem Beispiel ermöglichte die Verwendung von DirectStrain die Messung des Modul und $\tan \delta$ bei **sechs Frequenzen** in einem einzigen Versuch mit einer Rampenrate (2 °C/min), die typisch für Einzelfrequenz-Temperaturrampen ist.



Vorteile von DirectStrain:

- Deformationsregelung in Echtzeit für schnelle und genaue Messungen
- 50-fache Verbesserung der Deformationsgenauigkeit
- 35 % Verbesserung der Messgeschwindigkeit
- Keine für iterative Methoden typische Überschreitungen oder Unterschreitungen
- Verbesserte Genauigkeit für weiche Proben bei hohen Frequenzen
- Einheitliche Datenerfassung auch bei hohen Rampenraten

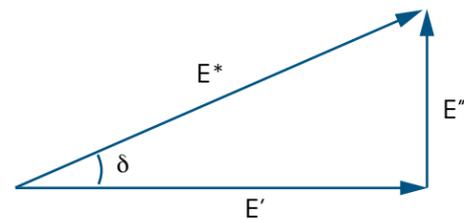
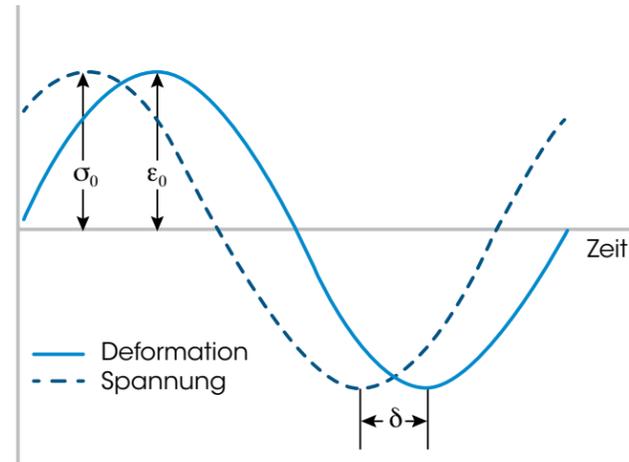
Dynamisch-mechanische Analyse

Dynamisch-mechanische Analysen (DMA) werden verwendet, um die mechanischen Eigenschaften von Materialien zu beurteilen, oft in Abhängigkeit von Umgebungsfaktoren wie Temperatur, Zeit oder Luftfeuchtigkeit. Die am häufigsten gemessene mechanische Eigenschaft für einfache elastische Materialien ist die Steifigkeit bzw. der Youngsche Modul bzw. Elastizitätsmodul (E-Modul). Komplexere Materialien wie Polymere und Verbundwerkstoffe können jedoch mit diesem Wert allein nicht ausreichend gut beschrieben werden. Diese Materialien weisen sowohl elastische als auch viskose bzw. dämpfende Eigenschaften auf und werden daher als viskoelastisch bezeichnet.

Das gebräuchlichste Prüfprotokoll zur Messung viskoelastischer Eigenschaften ist die Oszillation mit geringer Amplitude. Bei den Verfahren aus dieser Kategorie wird eine Probe nach einem sinusförmigen Verformungsprofil bei einer festen Frequenz und Amplitude (Deformation) verformt, während die Kraft, mit der die Probe der Verformung (Spannung) widersteht, gemessen wird*. Die bei diesem Versuch erhaltenen Informationen werden von der Steuerungssoftware verwendet, um eine Vielzahl wichtiger Materialeigenschaften zu berechnen, die den Gesamtwiderstand gegen Verformung (komplexer Modul) sowie die einzelnen elastischen (Speichermodul) und viskosen (Verlustmodul) Komponenten dieses Widerstands beschreiben. Oszillationsversuche werden häufig in Verbindung mit Temperaturprofilen zur Charakterisierung thermischer Vorgänge wie Glasübergang, Schmelzen, Kristallisation, Aushärten und Altern eingesetzt.

Die viskoelastischen Eigenschaften eines Materials sind oft abhängig von der Beobachtungszeit oder der Prüffrequenz f , wodurch die Tendenz vieler Materialien widergespiegelt wird, sich zu entspannen, wenn man ihnen genügend Zeit dafür gibt. Aus diesem Grund ist es häufig wichtig, genaue Daten über einen Bereich von Prüffrequenzen zu sammeln, um das Verhalten eines Materials adäquat zu beschreiben.

Bei kleinen Prüfamplituden sind die viskoelastischen Eigenschaften unabhängig von der Deformationsamplitude. Dieser Verformungsbereich, bekannt als linear-viskoelastischer Bereich, spiegelt die Molekularstruktur am direktesten wider und ist prädiktiv für die Gesamtleistung des Produkts. Bei einigen Materialien kann dieser linear-viskoelastische Bereich recht klein sein, insbesondere bei gefüllten oder vernetzten Materialien. Aus diesem Grund ist die Regelung sehr kleiner Verformungen entscheidend, um aussagekräftige, reproduzierbare und umsetzbare Ergebnisse zu erhalten.



ϵ_0	Deformationsamplitude
σ_0	Spannungsamplitude
δ	Phasenwinkel
$E^* = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0}$	Komplexer Modul <i>Gesamt-Verformungswiderstand</i>
$E' = E^* \cos \delta$	Speichermodul <i>Elastischer, feststoffähnlicher Widerstand</i>
$E'' = E^* \sin \delta$	Verlustmodul <i>Viskoser Widerstand (Reibungswiderstand), Dämpfung</i>
$\tan \delta = \frac{E''}{E'}$	Dämpfungsfaktor <i>Relativer Dämpfungsbetrag vs. elastischer Widerstand</i>

* Der Discovery DMA 850 kann sowohl in der Deformations- als auch in der Spannungsregelung gleichermaßen gut geregelt werden, und die gemessenen Materialeigenschaften sind identisch.

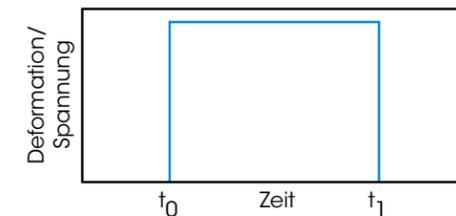
Weitere Prüfmodi

Zusätzlich zu den Oszillationsversuchen kann mit dem DMA 850 eine ganze Reihe zusätzlicher Verformungen programmiert werden, die ergänzende Informationen zur Materialcharakterisierung liefern oder die mechanische Konditionierung von Materialien ermöglichen. Dank der neuen Möglichkeiten des DMA 850 können diese Verformungsarten sowie die Oszillationsmethoden in einem einzigen Versuch in einer beliebigen Kombination des Prüfmodus oder der Regelungsart programmiert werden.



Spannungs-/Deformationskurven

Dieser klassische Versuch kann mit geregelter Kraft oder Deformation durchgeführt werden, wobei transiente Spannungs- und Deformationskurven erzeugt werden. Diese werden häufig zur Messung von Modulen und mechanischem Versagen verwendet. Sie können auch verwendet werden, um ein Material vor der dynamischen Charakterisierung mit einer bekannten Deformations- oder Spannungsgeschichte zu versehen.



Kriech- und Spannungsrelaxation

Transiente Messungen beinhalten die sofortige Anwendung einer Spannung (Kriechversuch) oder Deformation (Spannungsrelaxation). Dieser Stimulus bleibt erhalten, während die Deformation oder Spannung der Probe gemessen wird. Transiente Messungen ergänzen Oszillationsprotokolle zur Messung der Viskoelastizität und eignen sich besonders für Langzeitrelaxationen. Diese Protokolle simulieren häufig wichtige Einsatzbedingungen und können insbesondere bei der Nachstellung von Verformungen, die außerhalb des linear-viskoelastischen Bereichs liegen, hilfreich sein. Auf diese transiente Schritte folgt oft ein Relaxationsschritt, der den Grad der festgestellten reversiblen oder irreversiblen Verformung aufzeigt.



Isostress und Isostrain (Iso-Spannung und -deformation)

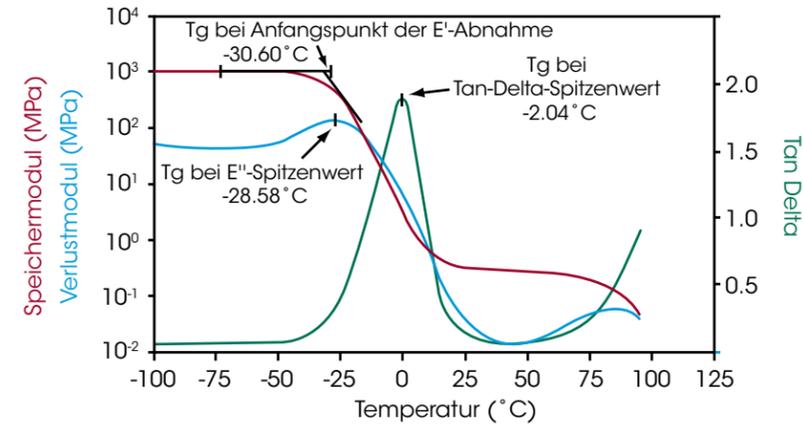
Bei Isostress- und Isostrain-Versuchen wird eine konstante Verformung einer Probe aufrechterhalten, während die Probe erhitzt oder abgekühlt wird. Mit diesen Versuchen werden die Schrumpfungs- oder Relaxationsvorgänge gemessen, die durch thermisch initiierte Übergänge entstehen.

Typische Eigenschaften und Verhaltensweisen, die mit dem DMA 850 gemessen werden, sind unter anderem:

- Elastizitätsmodul (E)
- Schubmodul (G)
- Komplexe Moduln (E^*, G^*)
- Speicher- und Verlustmodul (E', E'', G', G'')
- Dämpfungseigenschaften ($\tan \delta$)
- Glasübergang
- Sekundäre Übergänge
- Schmelzen und Kristallisation
- Erweichung
- Relaxationsverhalten
- Frequenzeffekte
- Kriechverhalten und Regeneration
- Spannungsrelaxation
- Zeit-Temperatur-Superposition (TTS)
- Viskoses Fließen
- Dynamische Ermüdung
- Schlagzähigkeit
- Bruchzähigkeit
- Elastizität
- Spannungs-/Deformationskurven
- Schrumpfkraft
- Verbundstoffe
- Zusammensetzung von Mischungen
- Phasentrennung (Polymermischungen, Copolymere, ...)
- Materialdefekte
- Füllstoffbedingte Effekte
- Orientierungseffekte
- Effekte von Zusatzstoffen
- Alterung (physikalisch oder chemisch)
- Gelierung
- Vernetzungsreaktionen
- Vernetzungsdichte
- Mullins-Effekt

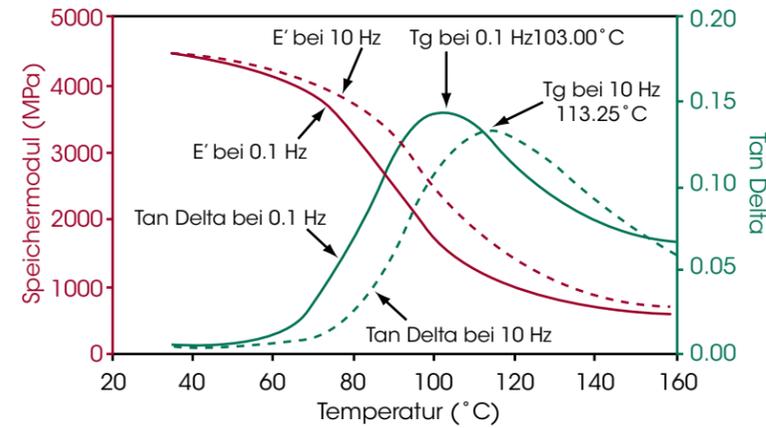
Messung der Glasübergangstemperatur (Tg) von Polymermaterialien

Die Bestimmung der Glasübergangstemperatur Tg ist ein geläufiges Messverfahren für Polymere. Die Glasübergangstemperatur kann mit verschiedenen Methoden gemessen werden, aber die dynamisch-mechanische Analyse ist bei weitem am empfindlichsten. Die nebenstehende Abbildung zeigt einen Scan eines druckempfindlichen Klebstoffs, der im Zugprobenhalter eine Messung mit einer Frequenz von 1 Hz durchläuft. Tg kann mit dem Anfangspunkt der E'-Abnahme, dem E''-Spitzenwert oder dem Spitzenwert von tan δ gemessen werden. Neben Tg ist auch der Absolutwert der verschiedenen viskoelastischen Parameter zweckmäßig.



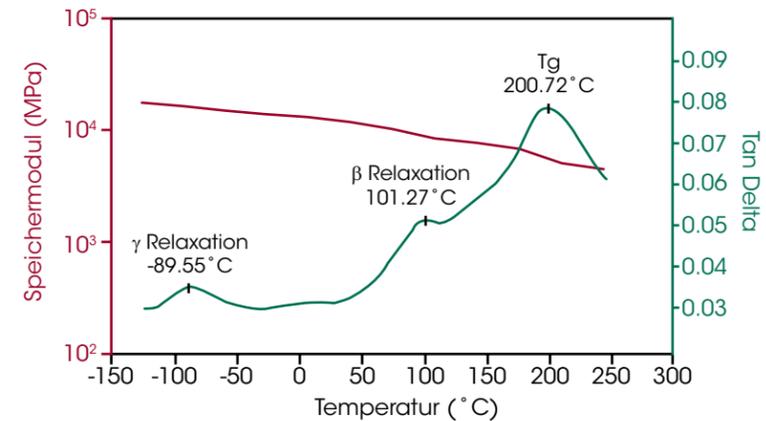
Frequenzeffekt auf Modul und Glasübergang von Polyethylenterephthalat (PET)

Da der Glasübergang eine kinetische Komponente beinhaltet, ist er stark von der Frequenz (Rate) der Verformung beeinflusst. Mit zunehmender Prüffrequenz können die molekularen Relaxationen nur bei höheren Temperaturen auftreten, sodass der Glasübergang bei einer höheren Temperatur erfolgt, wie in der rechten Abbildung dargestellt. Außerdem sind die Form und Intensität des Maximums von tan delta sowie die Abnahme des Speichermoduls in der Übergangsregion betroffen. Hinsichtlich der Einsatzbedingungen ist es wichtig, die Temperatur- und Frequenzabhängigkeit von Übergängen zu verstehen.



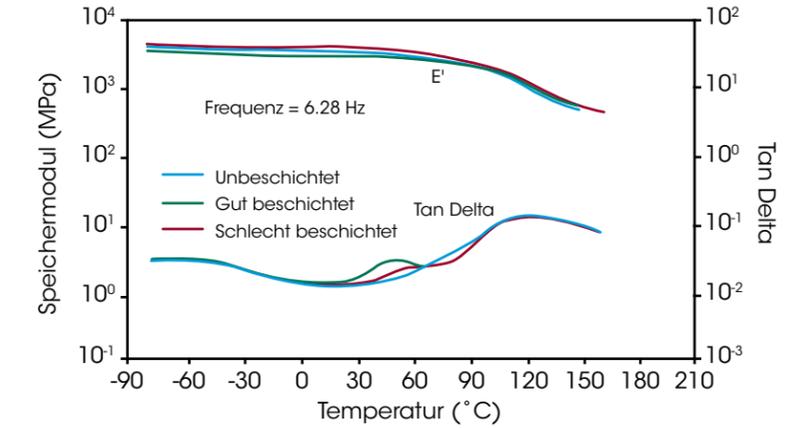
Die Messung sekundärer Übergänge in Vinylester

Die DMA ist eine der wenigen Verfahren, mit dem sekundäre Übergänge wie β und γ Relaxationen bestimmt werden können. Sekundäre Übergänge ergeben sich z.B. aus einer Seitengruppenbewegung mit einigen kooperativen Schwingungen aus der Hauptkette oder einer Rotation innerhalb einer Seitengruppe. Die Übergänge liegen unterhalb der Tg und typischerweise unterhalb der Umgebungstemperatur. Sie sind sehr wichtig, da sie die Schlagzähigkeit und andere Eigenschaften der Endanwendung beeinflussen. Die rechts gezeigten Daten wurden mittels Dreipunktbiegung generiert und zeigen auch die Eignung des Messgeräts für die Untersuchung steifer Verbundstoffe.



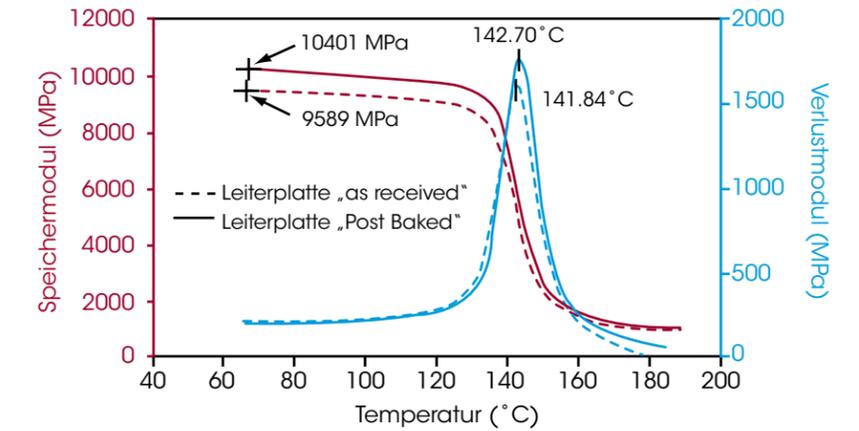
Messung der Wirkung von Klebstoffbeschichtungen auf Folien

Diese Abbildung zeigt einen Vergleich zwischen drei PET-Proben, die auf dem DMA in Zug getestet wurden; eine mit einer gleichmäßigen Klebstoffschicht, die gut funktioniert, eine mit einer ungleichmäßigen Schicht, die schlecht funktioniert, und eine, die unbeschichtet ist. Bei der „guten“ Probe ist für tan δ bei ca. 40 °C ein klebstoffbedingter Übergangsspitzenwert zu erkennen, während die „schlechte“ Probe einen viel kleineren Spitzenwert aufweist. Die Kenntnis der Eigenschaften von guten und schlechten Proben ermöglicht eine Qualitätskontrolle des Beschichtungsprozesses und des Endprodukts.



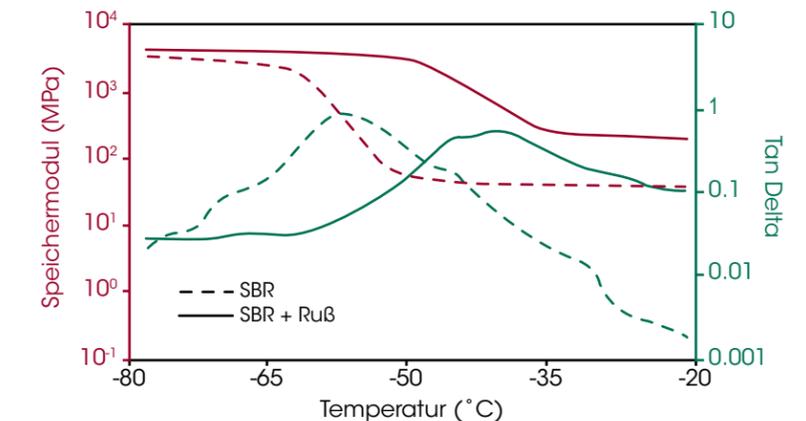
Charakterisierung von Leiterplatten

Leiterplatten (Printed Circuit Boards, PCB) bestehen typischerweise aus einem Glasfasergeflecht, das mit einem thermoplastischen Harz imprägniert ist. Die Charakterisierung der Tg von Leiterplatten ist aufgrund des sehr geringen Harzanteils oft schwierig. Diese Abbildung zeigt einen typischen PCB-Test in Biegung mit einfachem Cantilever. Die Tg ist deutlich erkennbar, und die Differenz zwischen der Probe vor der Wärmebehandlung („as received“) und nach der Wärmebehandlung („post baked“) zeigt deutlich den Effekt, den eine nachträgliche Vernetzung sowohl auf die Tg als auch auf den Absolutwert des Moduls hat.



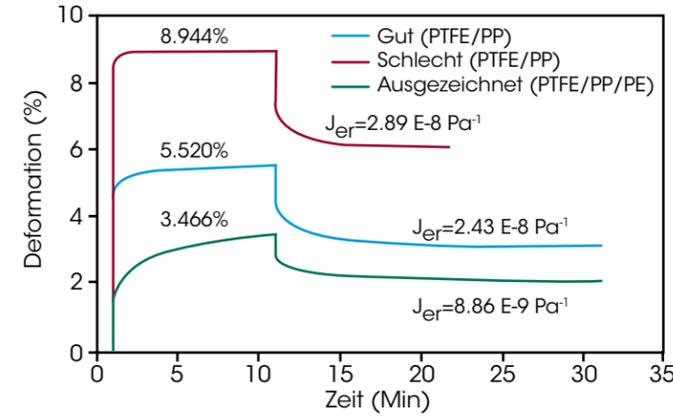
Einfluss von Ruß auf Elastomere

Ebenfalls sehr verbreitet ist die Verwendung von Füllstoffen und Additiven zur Anpassung der viskoelastischen Eigenschaften eines Polymers. Die nebenstehende Abbildung veranschaulicht die Auswirkung auf den Speichermodul (E') und tan δ bei der Zugabe von Ruß zu einem SBR-Kautschuk. Dieser Versuch, der auf dem DMA mit doppeltem Cantilever durchgeführt wurde, zeigt, dass die Zugabe von Ruß den Absolutwert des Speichermoduls und die Tg signifikant erhöht. Das Verständnis, wie Füllstoffe und Additive die Materialeigenschaften beeinflussen, ist in vielen industriellen Anwendungen von entscheidender Bedeutung.



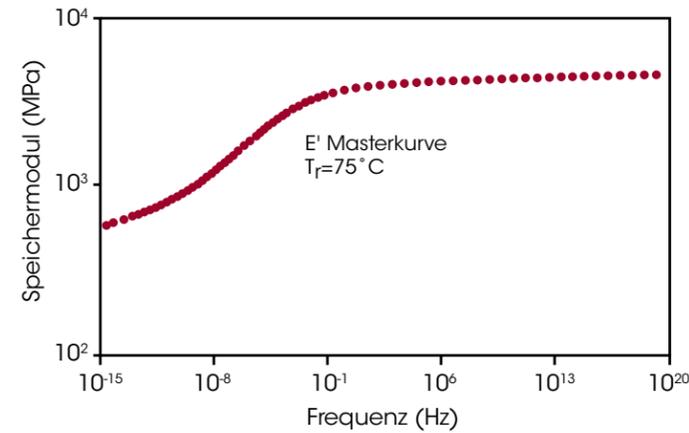
Charakterisierung von Verpackungsfolien mittels Kriechversuch

Beim Thermoformen wird eine Folie in ein erhitztes Formwerkzeug heruntergezogen, um der Folie eine gewünschte Form zu geben. Die Fähigkeit, ein stabiles Produkt herzustellen, kann mit Hilfe eines Kriech-Erholungsversuchs vorhergesagt werden. Die nebenstehende Abbildung zeigt die Daten einer Verpackungsfolie im Zugmodus. In der Erholungsphase kann die regenerierbare Gleichgewichtsnachgiebigkeit (J_{er}) berechnet werden. Wenn die Probenachgiebigkeit zu hoch ist, was anhand eines hohen J_{er} -Werts festgestellt wird, kann die Elastizität bei der Umformtemperatur zu niedrig sein, um die gewünschte Form zu erhalten.



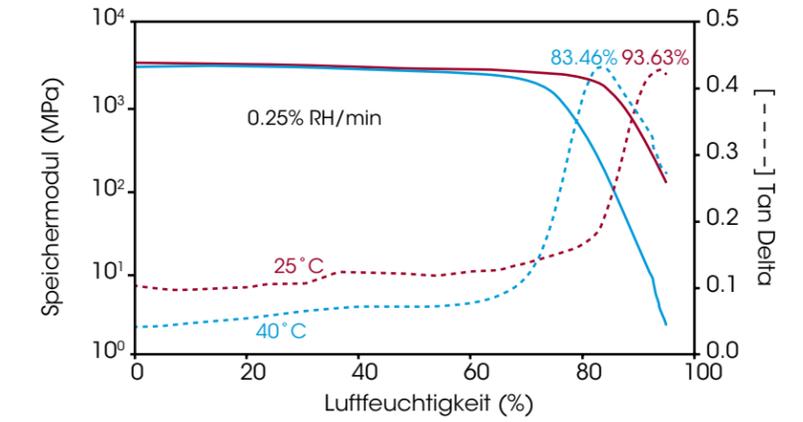
Prognosen zum Materialverhalten durch Zeit-Temperatur-Superposition (TTS)

Das theoretisch fundierte TTS-Verfahren wird verwendet, um das Materialverhalten bei Frequenzen oder Zeitskalen außerhalb des Messbereichs des DMA vorherzusagen. Die Daten werden in der Regel durch Messung mehrerer Frequenzen während einer Reihe von isothermen Versuchen erzeugt, bei denen die Temperatur über einen Temperaturbereich hinweg schrittweise verändert und gehalten wird. Eine Referenztemperatur wird ausgewählt, und die Daten werden verschoben. Es wird ein Verschiebungsfaktordiagramm generiert, das entweder an ein Williams-Landel-Ferry-Modell (WLF) oder Arrhenius-Modell angepasst ist. Abschließend wird eine Masterkurve bei einer bestimmten Temperatur erzeugt, wie rechts für eine PET-Folienprobe dargestellt. Mit diesem Verfahren können Eigenschaften bei sehr hohen Frequenzen (kurze Zeitskalen) oder sehr niedrigen Frequenzen (lange Zeitskalen) beurteilt werden.



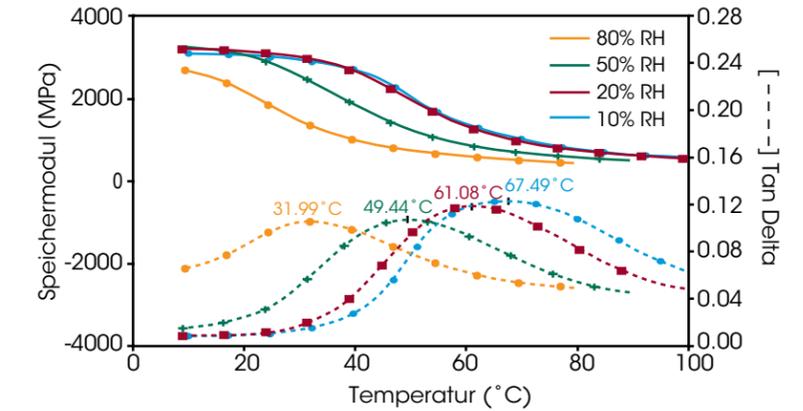
Analyse einer pharmazeutischen Gelatinekapsel

Gelatinekapseln sind im pharmazeutischen Bereich und im Nahrungsergänzungsmittelmarkt weit verbreitet. Wenn Gelatine in einer Umgebung mit niedriger Luftfeuchtigkeit gelagert wird, ist sie bemerkenswert stabil. In Verbindung mit Wasser bildet Gelatine jedoch ein halbfestes Kolloid-Gel, das die mechanischen Eigenschaften der Gelatine stark beeinflussen kann. Die Daten in diesem Beispiel veranschaulichen den Effekt, den eine Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit auf eine Gelatineprobe, die aus der Seitenwand einer zweiteiligen Kapsel geschnitten wurde, bei 25 °C und bei 40 °C hat. Mit zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit durchläuft das Material einen mehrstufigen Übergang, der zu einer signifikanten Abnahme des Moduls bei ca. 80 % RL führt. Der Übergang wird sowohl im Speichermodul als auch in den $\tan \delta$ -Signalen aufgelöst.



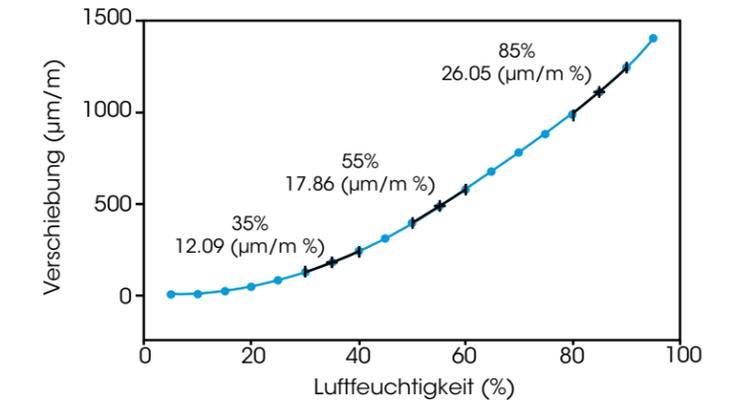
Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Glasübergang von Nylon 6

Nylon 6 wird durch Wasser stark plastifiziert, sodass die mechanischen Eigenschaften von der relativen Luftfeuchtigkeit der Umgebung abhängig sind. Die Daten in dieser Abbildung zeigen den Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Glasübergang von Nylon 6, gemessen mit dem DMA-RH-Zubehör. Die Probe wurde im einfachen Cantilvermodus mit einer Frequenz von 1 Hz und bei unterschiedlichen konstanten RL-Bedingungen analysiert. Dabei werden die mechanischen Eigenschaften und der Glasübergang maßgeblich von der einwirkenden relativen Luftfeuchtigkeit beeinflusst.



Messung des hygroskopischen Expansionskoeffizienten

Hygroskopie ist definiert als die Fähigkeit einer Substanz, Wassermoleküle aus der Umgebung durch Absorption oder Adsorption anzuziehen. Der Einfluss der Feuchtigkeitssorption auf die mechanischen Eigenschaften eines Materials kann mit Hilfe des hygroskopischen Expansionskoeffizienten (Coefficient of Hygroscopic Expansion, CHE) quantifiziert werden. Der CHE ist die Konstante, die die Maßänderung eines Materials mit einer Änderung der umgebenden relativen Luftfeuchtigkeit in Beziehung setzt. Die Daten in dieser Abbildung zeigen den Einfluss der einwirkenden relativen Luftfeuchtigkeit auf Nylon 6, gemessen mit dem DMA-RH-Zubehör. Mit zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit dehnt sich die Probe aus. Die resultierende Steigung der Linie entspricht dem CHE für das Material.



Technische Daten	
Max. Kraft	18,0 N
Min. Kraft	0,0001 N
Kraftauflösung	0,00001 N
Frequenzbereich	0,001 bis 200,0 Hz
Dynamischer Verformungsbereich	±0,005 bis 10.000 µm
Deformationsauflösung	0,1 nm
Modulbereich	10 ³ bis 3 × 10 ¹² Pa
Modulpräzision	±1 %
Tan δ-Empfindlichkeit	0,0001
Tan δ-Auflösung	0,00001
Temperaturbereich	Standardöfen: -160 °C bis 600 °C RH-Zubehör 5 °C bis 120 °C

Klimasystem	Temperaturbereich	Aufheiz-/Abkühlraten	Spülgas
Standardöfen	-160 °C bis 600 °C	20 °C/min Aufheizen 10 °C/min Abkühlen	Luft, Stickstoff, Argon, Helium
DMA-RH-Zubehör	5 °C bis 120 °C	±1 °C/min	Luftfeuchtigkeitsregelung 5 % bis 95 % RL

Merkmale	
Standard	Optional
TRIOS-Software einschließlich DMA Express und DMA Unlimited	Standardöfen
Einfache/Doppelte Cantilever-Klemme (35 mm)	DMA-RH-Zubehör
Deformationsregelung mit DirectStrain (NEU)	Zugprobenhalter
Spannungsregelung	Dreipunktbiege-Probenhalter
Farbiger Touchscreen mit intuitiver Bedienung	Kompressionsprobenhalter
Unbegrenzte Versuchsablaufsteuerung	Pulverprobenhalter
TTS-Analyse	Scher-Sandwichprobenhalter
Oszillation: Amplitudenverlauf, Frequenzverlauf, Temperaturrampe (Einfach-, Mehrfrequenz), Temperaturschritt (Einfach-, Mehrfrequenz/TTS) Zeitdurchlauf, Ermüdung	Tauchprobenhalter
Deformationsregelung: Spannungsrelaxation, Spannungsrelaxation-TTS, IsoStrain (Iso-Deformation)	Gaskühlzubehör (GCA)
Spannungsregelung: Kriechversuch, Kriecherholung, Kriechen-TTS, IsoStress (Iso-Spannung);	Stickstoffspülkühler (NPC)
Ratenregelung: Deformationsrampe und Spannungsrampe zur Erzeugung von Spannungs-/Deformationskurven	ACS-2 oder ACS-3
Probenkonditionierung: Temperatur, Kraft oder Weg	TRIOS Guardian-Software zur Gewährleistung der 21 CFR 11-Konformität



NORD- & SÜDAMERIKA

New Castle (DE), USA
Lindon (UT), USA
Wakefield (MA), USA
Eden Prairie (MN), USA
Chicago (IL), USA
Irvine (CA), USA
Montreal, Kanada
Toronto, Kanada
Mexiko-Stadt, Mexiko
São Paulo, Brasilien

EUROPA

Hüllhorst, Deutschland
Bochum, Deutschland
Eschborn, Deutschland
Wetzlar, Deutschland
Elstree, Vereinigtes Königreich
Brüssel, Belgien
Effen-Leur, Niederlande
Paris, Frankreich
Barcelona, Spanien
Mailand, Italien
Warschau, Polen
Prag, Tschechische Republik
Sollentuna, Schweden
Kopenhagen, Dänemark

ASIEN & AUSTRALIEN

Shanghai, China
Peking, China
Tokio, Japan
Seoul, Südkorea
Taipei, Taiwan
Guangzhou, China
Petaling Jaya, Malaysia
Singapur
Bangalore, Indien
Sydney, Australien



tainstruments.com