

NETZSCH

Proven Excellence.



DMA GABO EPLEXOR®-Serie bis ± 4000 N Ultra-Hochlast-DMA/DMTA

Dynamisch-mechanische Prüfgeräte

Analyzing & Testing



MODULARES DESIGN
für eine Vielzahl
an Konfigurationen

Ultra-Hohe Kräfte

Für große und hochelastische Proben

Gewisse Materialien und Probengeometrien erfordern ein hohes Kraftniveau für die Untersuchung ihrer dynamisch-mechanischen oder statischen Eigenschaften. Dazu gehören:

- Sehr steife Materialien wie Metalle, Keramiken oder Komposite
- Proben mit größeren Dimensionen oder sogar Bauteile
- Polymere, die unterhalb ihres Glasübergangs im Kompressions- oder Zugmodus gemessen werden sollen

Für all diese Fälle ist die Ultra-Hochlast-EPLEXOR®-Serie von NETZSCH die perfekte Lösung. Sie kombiniert hochmoderne Technologie mit einer mehr als 40-jährigen Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung qualitativ hochwertiger DMA/DMTA-Prüfgeräte.

Die Ultra-Hochlast-EPLEXOR®-Produktpalette besteht aus:

Gerätetyp	Max. Statische Kraft	Max. Dynamische Kraft
EPLEXOR® 2000N	2000 N	± 2000 N
EPLEXOR® 4000N	4000 N	± 4000 N

Dynamisch-mechanische Analyse

Die dynamisch-mechanische Analyse (DMA) oder dynamisch-mechanische thermische Analyse (DMTA) ist **die** Methode zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften eines Materials sowie von Phasenumwandlungen wie z. B. Glasübergängen.

Während eines DMA-Tests wird eine meist sinusförmige Kraft (σ) mit einer bestimmten Frequenz auf eine Probe aufgebracht (Abbildung 1). Das Ergebnis ist eine sinusförmige Verformung (ϵ) als Materialantwort (Abbildung 2). Der Unterschied zwischen Anregung und Antwortsignal wird als Phasenverschiebung (δ) bezeichnet. Theoretisch kann diese einen Wert von 0° für vollkommen elastische Proben und einen Wert von 90° für rein viskose Substanzen annehmen. Tatsächlich liegt die Phasenverschiebung der meisten Materialien irgendwo dazwischen, abhängig von den elastischen und viskosen Anteilen.

Durch die mathematische Verarbeitung der gemessenen Daten ergeben sich daraus der komplexe Modul E^* , der Speichermodul E' , der Verlustmodul E'' und der Verlustfaktor $\tan\delta$.

Der Speichermodul E' , der Realteil des komplexen Moduls E^* , bezieht sich auf den elastischen Teil des Antwortsignals und ist ein Maß für die Materialsteifigkeit. Der Verlustmodul E'' , der Imaginärteil, entspricht der dissipierten Oszillationsenergie. Der Verlustfaktor ($\tan\delta$), das Verhältnis zwischen E'' und E' , beschreibt die mechanische Dämpfung oder innere Reibung eines viskoelastischen Systems.

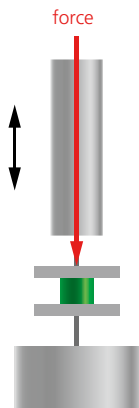


Abbildung 1: Aufbringen einer oszillierenden Kraft auf eine Probe (Kompressionsmodus, Schema)

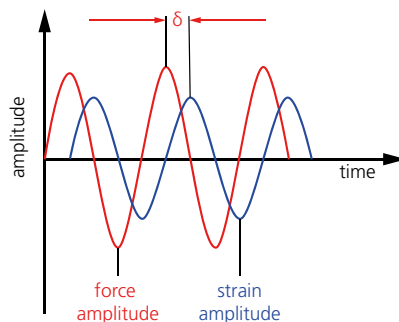


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Kraft und Verformung für eine viskoelastische Probe: δ entspricht der Phasenverschiebung zwischen den zwei Kurven

Informationen aus DMA/DMTA-Kurven und Messmöglichkeiten:

- Dynamischer Modul
- Dämpfungsfaktor ($\tan\delta$)
- Elastizitätsmodul
- Frequenzabhängigkeit
- Temperaturabhängigkeit
- Glasübergang
- Sekundäre Übergänge
- Masterkurve
- Hysterese
- Relaxation und Retardation
- Kriechtests
- Alterungsverhalten
- Ermüdungstests
- Prognosetests
- Standzeittests
- Schlagzähigkeitstests
- Immersionstests
- Tests unter UV-Belichtung
- Tests in feuchten Atmosphären
- Thermische Ausdehnung

DAS EINZIGARTIGE EPLEXOR®-BAUKASTENPRINZIP

EPLEXOR®-Ultra-Hochlast-

ZUKUNFTSWEISENDER AUFBAU

Die EPLEXOR®-Gerätelinie ist die einzige DMA/DMTA-Serie auf dem Markt, bei der sich die Hardware einfach aufrüsten lässt – selbst zu einem späteren Zeitpunkt – um auch künftigen Anforderungen gerecht zu werden. Dies ist ein wichtiger Faktor zur Erhaltung des Investitionswertes.

Qualität und Präzision
Made in Germany

Unerreichter Temperaturbereich von -160 °C bis 1500 °C

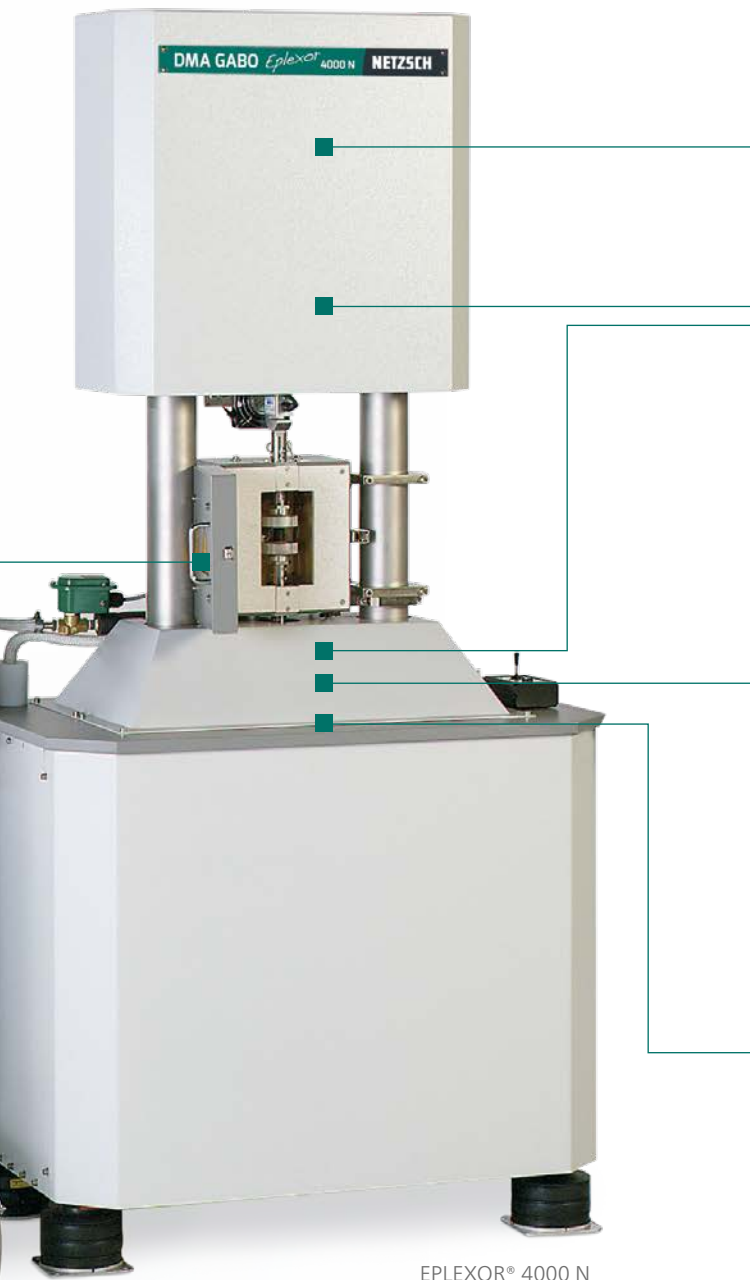
Es sind drei verschiedene Öfen erhältlich, um den größten Temperaturbereich für DMA/DTMA-Prüfgeräte auf dem Markt abzudecken. Gezeigt ist hier der Standardofen mit einer maximalen Temperatur von 500 °C.

Äußerst kosteneffiziente Kühlsysteme

Eine optimierte Temperatursteuerung in Kombination mit einem Dewar (Standard: 100 l) sorgt für einen niedrigen Flüssigstickstoff-Verbrauch während der Abkühlung bis -160 °C. Alternativ kann eine Luftkühlung (Minimaltemperatur: -60 °C) mit dem Standardofen verbunden werden.



DMA-Serie – die Beste ihrer Klasse



Eplexor® 4000 N

Vom Anwender austauschbare Kraftsensoren

In bestimmten Messmodi (Kompression, Zug, Biegung) muss die unabhängig auf die Probe aufgebrachte statische Kraft immer höher sein als die dynamische Kraft. Falls notwendig, kann der Kraftbereich bis auf 12000 N erhöht werden, was Messungen an einer Vielfalt an Materialien ermöglicht.

Statische Verformung bis 60 mm

Dynamischer Weg bis ± 10 mm

Jede Apparatur erlaubt maximale Verformungen von bis zu ± 10 mm.

Effektiver Schutz des Shakers durch spezielle Blattfedersystem

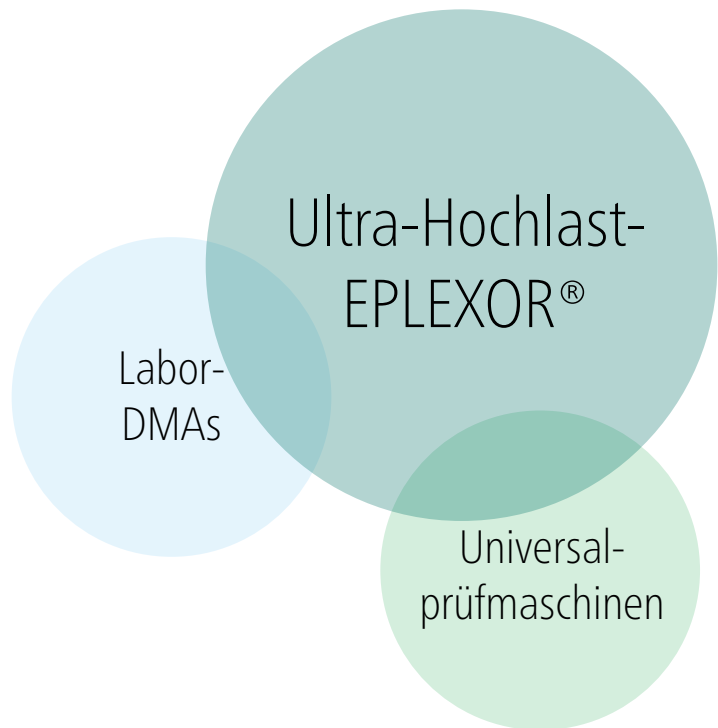
Für die maximale Sicherheit des Oszillators bei Verwendung ultrahoher statischer Kräfte und/oder bei zerstörenden Messungen sind alle EPLEXOR®-Geräte mit einstellbarem Blattfedersystem versehen.

Die EPLEXOR®-Linie –

Das Beste aus zwei Welten vereint in einer Gerätelinie

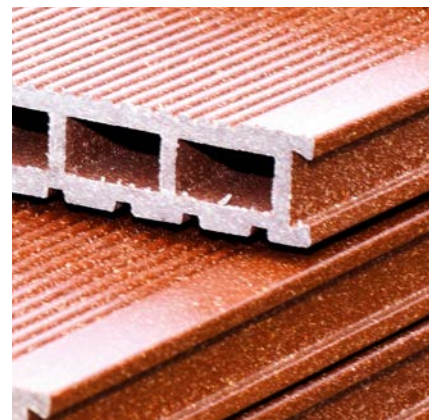
Die EPLEXOR®-Serie schließt die Lücke zwischen Labor-DMA-Geräten, deren Gesamtkraft bei nur einigen Newton liegt, und leistungsfähigen Universalprüfmaschinen, deren Kraftbereich mehrere Tausend Newton abdeckt. Ultra-Hochlast-EPLEXOR®-DMAs können sowohl das lineare als auch das nicht-lineare viskoelastische Verhalten charakterisieren.

Diese EPLEXOR®-Gerätelinie kann für alle Arten von mechanischen Messungen eingesetzt werden – von der Bestimmung der dynamisch-mechanischen Standard-Parameter ($\tan\delta$, E' , E'' , etc.) über das Kriechverhalten, Relaxation, Wärmehaushaltstests bis hin zu Untersuchungen des Rollwiderstandes und mehr.

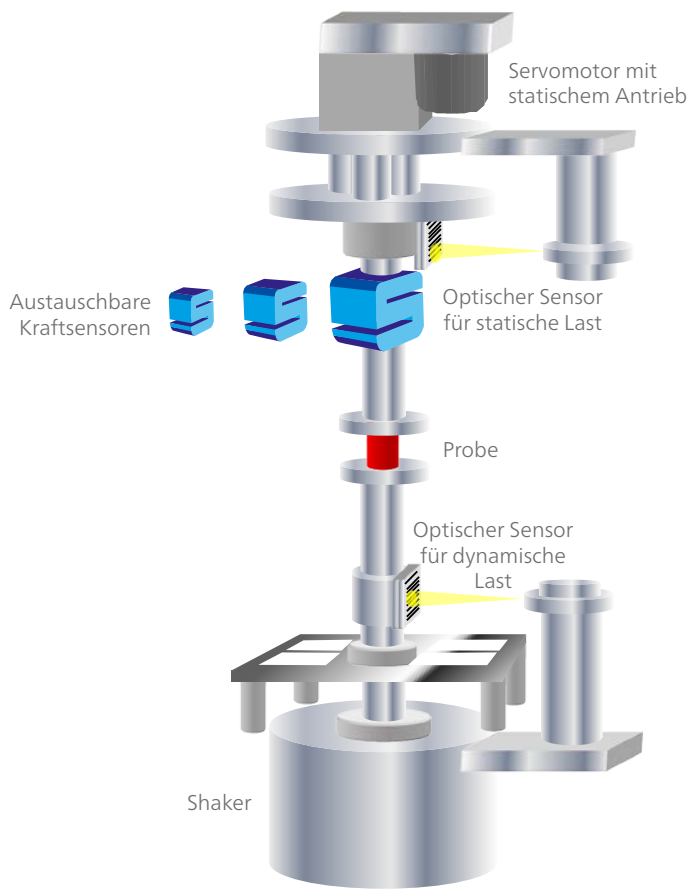


Konzipiert zur Untersuchung von Metallen, Keramiken oder Kompositen

Auf eine Probe kann eine Kraft von bis zu 12000 N (statisch plus dynamisch) aufgebracht werden; dies sorgt für optimale Bedingungen für die Untersuchung hochsteifer Proben.



Unerreichtes Kraftdesign



Schema eines Ultra-Hochlast-EPLEXOR®-Gerätes;
Funktionsprinzip mit zwei unabhängigen
Antrieben für statische und dynamische Kraft

2-in-1 – DMTA als auch Universalprüfer

Nur EPLEXOR® DMTA-Geräte haben
zwei unabhängige Antriebe für die
statische und dynamische Kraft

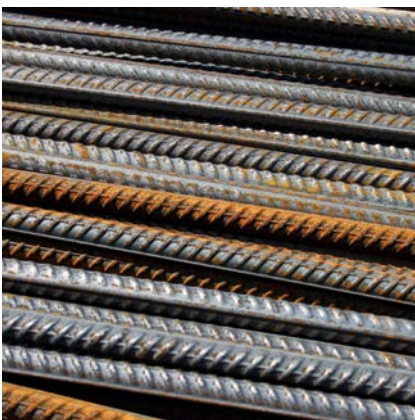
Die statische Kraft wird durch einen Servomotor erzeugt; die dynamische Kraft mittels elektrodynamischem Shaker. Beide Antriebe können unabhängig voneinander angewandt werden; dadurch lassen sich EPLEXOR®-Geräte als klassische DMTAs oder als Universalprüfgeräte einsetzen. Zusätzlich sind zwei Erweiterungen erhältlich: Der Mini-Tester, der auf dem statischen Servoantrieb basiert und der Micro-Tester, der durch Einsatz des Shakers betrieben wird.

Maximale Sicherheit bei Ermüdungs- und Zugtests

Ermüdungs- oder Zugtests bei höchsten Kräften sind oft zerstörende Experimente. Im Fall einer unerwarteten Zerstörung der Probe absorbiert das einzigartige Blattfedersystem die mechanische Schwingungsenergie und schützt das System effektiv.

Viele dynamische Signalformen zur Auswahl

Der optionale Digitale Signalprozessor (DSP) bietet eine Vielzahl unterschiedlicher Signalformen für DMTA-Tests wie Sinus-, Sinus²-, Halbsinus-, Doppelsinus-, Dreieck- und Sägezahn-Formen oder Puls. Die zusätzliche Anwendung der "Modify" Advanced-Software erlaubt dem Anwender, kundenspezifische Formen des Anregungssignals zu definieren.



Probenhalter

FÜR JEDE AUFGABENSTELLUNG DAS RICHTIGE DESIGN

Das Modul-Ergebnis ist abhängig von der Richtung der aufgetragenen Belastung

Der rechte Plot zeigt zwei Temperatursweeps an dem gleichen (rußgefüllten) Kautschuk-Material im Temperaturbereich zwischen -50 °C und 80 °C, einmal im Zug- und einmal im Schermodus. Der Absolutwert des komplexen Elastizitätsmoduls $|E^*|$ (rote Kurve) ist über die gesamte Kurve höher – bei rund. 60/80 °C um einen Faktor von ca. 3 – als der Absolutwert des komplexen Schermoduls $|G^*|$ (blaue Kurve).

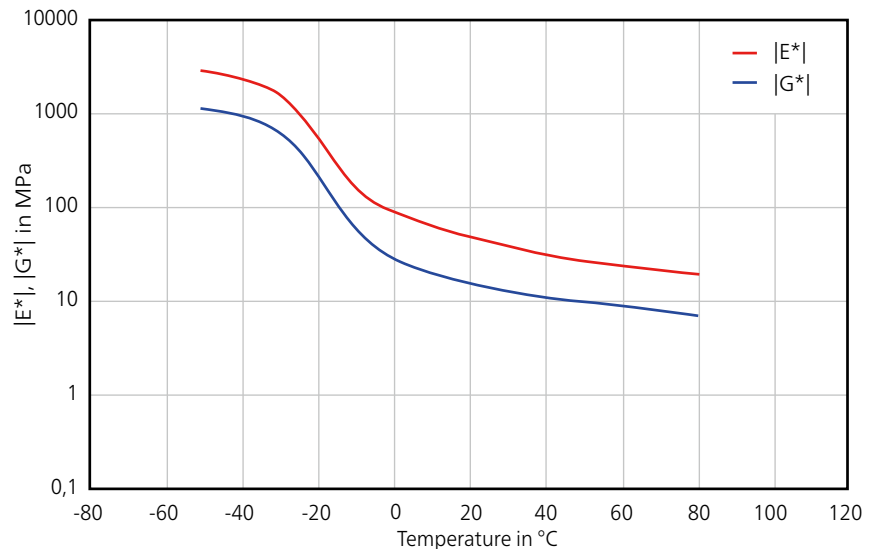
Das Verhältnis zwischen den zwei Modultypen basiert auf der Poissonzahl, ν , die die Längenänderung eines Materials relativ zu seiner Änderung in der Breite beschreibt:

$$E^* = 2G^* (1 + \nu)$$

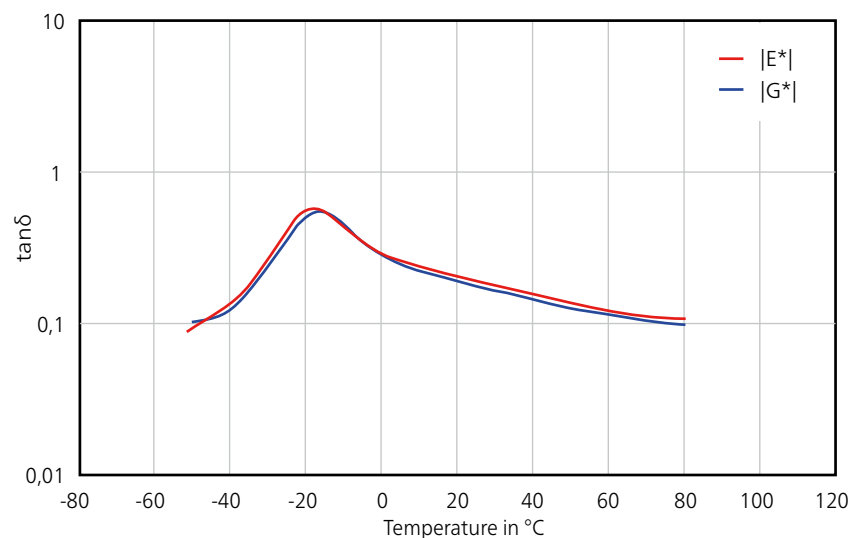
(anwendbar auf linear elastische, isotrope, homogene Materialien)

Die Gleichung zeigt, dass der Elastizitätsmodul immer höher sein muss als der Schermodul.

Im Gegensatz dazu zeigt der Verlustfaktor ($\tan\delta$) – manchmal auch als Dämpfungsfaktor bezeichnet – nur geringe Unterschiede. Dies ist ein Zeichen, dass dieser Wert nicht von der Richtung der Belastung und deshalb auch nicht vom verwendeten Probenhaltersystem oder der Probengeometrie abhängig ist.



Vergleich von Speichermodul (rot) und Schermodul (blau) einer Kautschuk-Probe (zwei Proben der gleichen Charge), im Zugmodus und in einem zweiten Test im Schermodus gemessen.



Vergleich des Verlustfaktors ($\tan\delta$) einer Kautschukprobe, im Zugmodus und in einem zweiten Test im Schermodus gemessen; $\tan\delta$ ist nicht abhängig von der Testgeometrie.



ZUG



SCHERUNG

Für jede Messung der richtige Probenhalter



Kompression für große Proben



Zug



3-Punkt-Biegung



Hydraulische Klemmen

Für zuverlässige Messergebnisse sind für unterschiedliche Probengeometrien jeweils geeignete Probenhalter nötig.

Folgende Probenhalter sind hier abgebildet:

- Kompression – große und kleine Proben
- Zug – mit sich selbst nachziehenden Schrauben – für Stäbe und Streifen
- 3-/4-Punkt-Biegung
- Asymmetrische 3-Punkt-Biegung – bis 1500 °C
- Ein-/zweiarmige Biegung
- Doppelscherung
- Hydraulische Klemmen für Zug



Asymmetrische Biegung



Zweiarmige Biegung



Doppelscherung

Zusätzlich sind spezielle Probenhalter für Fasertests (Fasern und Bündel), für Wärmeaufbautests (siehe Seite 13), für die Messung von Reifencords (T- und H-Tests) und für die dynamisch-mechanische Untersuchung von Bauteilen sowie für anwenderspezifische Geometrien erhältlich.

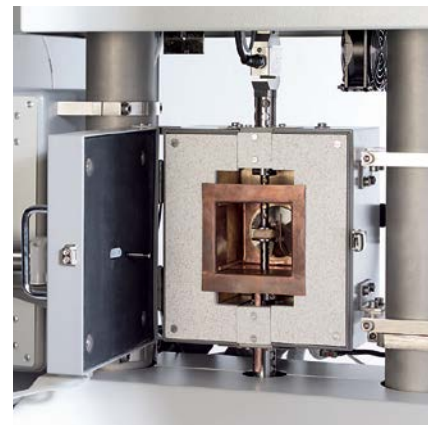
Unerreichte Vielseitigkeit Zubehör

Feuchtgenerator (HYGROMATOR®) für Messungen in kontrollierter feuchter Atmosphäre

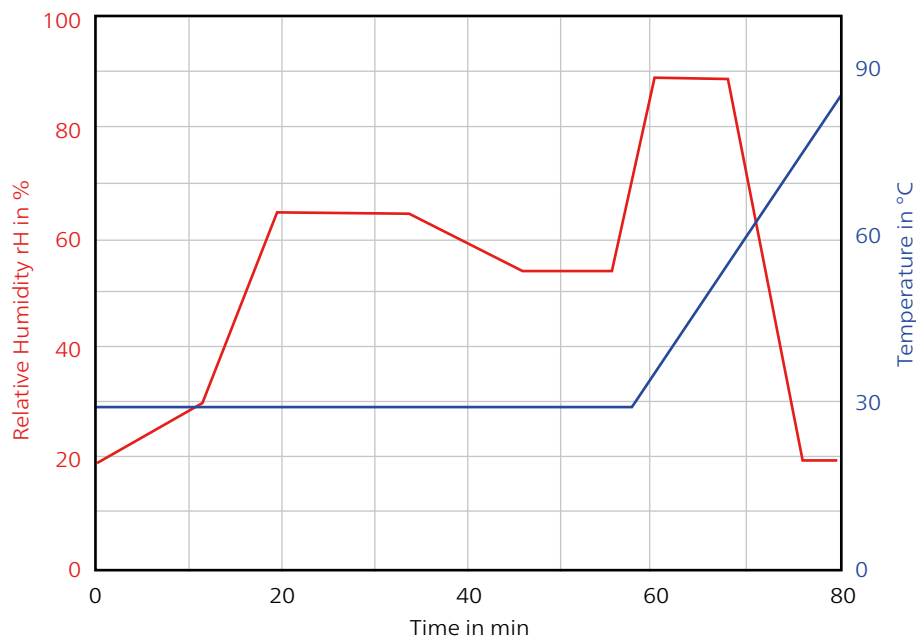
Zur Simulation verschiedener Klimata oder zur Untersuchung des Einflusses von Feuchtigkeit auf die Proben kann der HYGROMATOR® an jede beliebige EPLEXOR®- DMTA angebracht werden. Dieser Feuchtgenerator arbeitet zwischen 20 °C und 95 °C mit relativen Feuchtegraden von 5 % bis 95 %. Er kann mit einem modifizierten Standardofen (siehe rechts) verwendet werden.



Feuchtgenerator, angeschlossen an den Standardofen



Modifizierter Standardofen für Arbeiten unter feuchten Bedingungen (Feuchte-zusatz ist austauschbar)



Feuchte- und Temperaturprofile sind frei programmierbar

Immersionstests zur Untersuchung von Materialien in flüssigen Medien

Probenhalter für Zug, Biegung und Kompression können zur Untersuchung der Materialalterung oder des Weichmachereinflusses in Kontakt mit Flüssigkeit in einen mit wasser- oder ölgefüllten Container eingetaucht werden.



Probenhalter für 3-Punkt-Biegung und Zugmodus

Einzigartige Kombination von DMTA mit dielektrischer Analyse (DEA)

In der dielektrischen Analyse (DEA) werden Ladungsträger (Ionen oder Dipole) durch Anlegen eines externen elektrischen Wechselfeldes angeregt, sich in der Probe zu bewegen. In Kombination mit DMTA spiegelt der resultierende Wechselstrom die sich ändernden dielektrischen Eigenschaften eines Materials wider; z. B. von Kautschuk unter hoher dynamischer Deformation aufgrund der Änderung in der räumlichen Verteilung der Kohlenstoff-Cluster. Abhängig von den Materialeigenschaften und der gewünschten Deformation (bis zu 60 %) im Kompressionsmodus können Kräfte bis in den kN-Bereich erforderlich sein.

Die unteren und oberen Teile des Kompressions-Probenhalters agieren als Kondensatorplatten mit einem idealen Abstand von 1 bis 2 mm, die Probe dazwischen als dielektrisches Medium. Der DiPLEXOR® ist eine speziell konzipierte Apparatur zur Durchführung simultaner DMTA-DEA-Messungen und beinhaltet, zusammen mit dem geeigneten Probenhalter, auch ein Impedanz-Spektrometer für Frequenzen von bis zu 10^7 Hz.



Kombinierter DEA- und DMTA-Probenhalter für kleine Proben

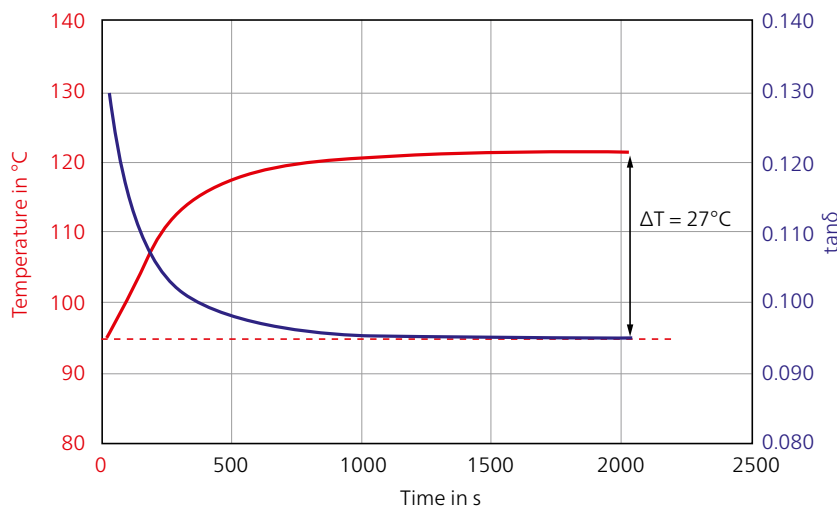
Ideal für Wärmeaufbau- und Blow-Out-Tests

In einem konventionellen Goodrich-Flexometer – in Übereinstimmung mit ASTM D623 – wird eine Kautschukprobe bei einer festen Frequenz von 30 Hz im Kompressionsmodus einer zyklischen Belastung ausgesetzt und die resultierende Wärmeenergie an der Probenoberfläche detektiert. Der Anstieg der Proben-temperatur ist eine Folge der extrem hohen inneren Reibung, während sich das Kautschuk-Netzwerk zersetzt. Zudem zeigt die Probe eine bleibende Deformation, sie „setzt“ sich.

Diese Tests setzen hohe Deformationen voraus, deshalb sind dafür Ultra-Hochlast-Apparaturen wie die 2000N/4000N-Prüfgeräte von NETZSCH erforderlich.* Mit ihnen lassen sich nicht nur der Wärmeaufbau, sondern auch simultan die viskoelastischen Eigenschaften der Probe messen.

Hauptmerkmale dieser modernen Flexometer, die einem konventionellen Goodrich-Flexometer weit überlegen sind, sind die vielseitigen statischen und dynamischen Belastungsmöglichkeiten (wie z. B. last-, deformations- und kraftgeregelte Tests) und die frei wählbaren Testfrequenzen.

* GABOMETER-Option



Der traditionelle Aufbau für einen Wärmeaufbau-Test besteht aus einem Paar isolierter Kompressions-Probenhalter einschließlich eines Kontakt-Thermoelements für die Aufzeichnung der Temperatur auf der Probenoberfläche. Das Ergebnis einer solchen Messung an SBR ist links gezeigt. Während des Wärmeaufbau-Tests beträgt der Temperaturanstieg auf der Probenoberfläche 27 °C.

Wärmeaufbaumessung an SBR, Kompressionsmodus, statische Last: 1 MPa, Frequenz: 30 Hz, Amplitude (peak-to-peak): 4,45 mm



Probenanordnung mit Nadel-Thermoelement (Option)

Intelligentes Flexometer- (GABOMETER) Modul als Zubehör für EPLEXOR®-Systeme

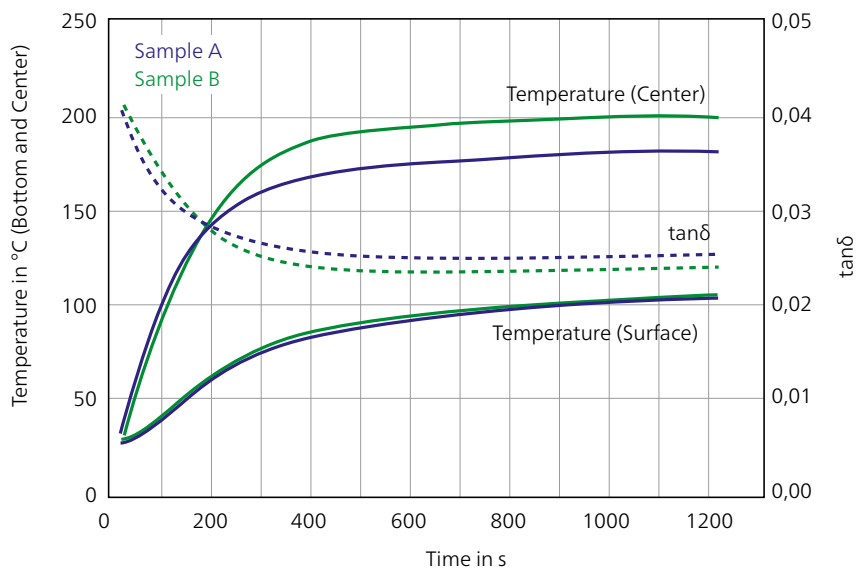
Jedes Ultra-Hochlast-EPLEXOR®-Gerät lässt sich durch Zusatz des entsprechenden Flexometer-Pakets für Wärmeaufbau-Tests nachrüsten.

Ein Nadel-Thermoelement misst die Temperatur im Herzstück der Probe

Weitere Informationen über den Prozess innerhalb der Probe können durch einen zweiten Temperatursensor in Nadelform, der in die Probenmitte appliziert wird (siehe Abbildung links), erhalten werden.

Diese Grafik zeigt die Ergebnisse des Wärmeaufbautests an zwei Kautschukproben (A und B), die aus dem gleichen Basismaterial bestehen, aber mit unterschiedlichen Rußtypen gefüllt sind. Zwischen der Temperatur an der Probenoberfläche und der Temperatur in der Probenmitte, gemessen mit dem oben beschriebenen Nadelthermoelement, ergeben sich beträchtliche Unterschiede. Im Fall von Probe B belüftet sich dieser Unterschied auf ca. 100 K; der Temperatursprung in Probe A ist etwas kleiner und beträgt ca. 80 K.

Der Grund für den verbesserten Wärmeaustausch in Probe A ist die höhere Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Füllstoffs.

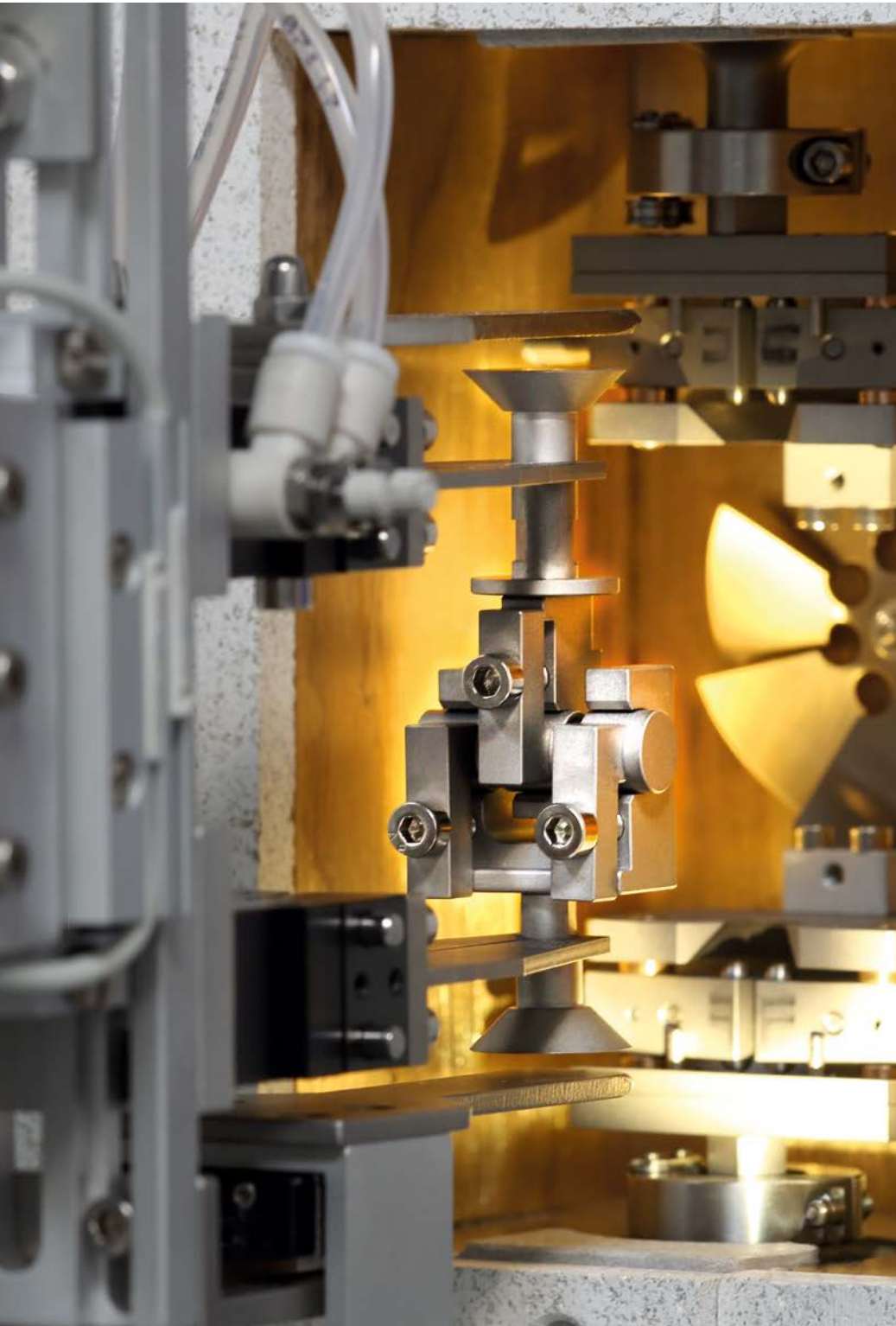


Tests an zylindrischen Proben, Höhe: bis 25 mm, Durchmesser: bis 40 mm, statische Last: 1 MPa

Vollautomatisches Prüfsystem

Non-Stop-Betrieb mit den unerreichten Autosamplern

Zwei automatische Probenwechsler (ASC oder MPAS – MPAS steht für Mehrzweck-Probenwechsler) sind erhältlich, um jede EPLEXOR®-DTMA in ein vollautomatisches System zu überführen. Während der ASC den Biege-, Zug- und Kompressionsmodus unterstützt, ist der MPAS zusätzlich für den Schermodus anwendbar. MPAS erlaubt sogar das Einsetzen von Probenhaltern unterschiedlicher Geometrien (inkl. kundenspezifischer) in beliebiger Reihenfolge.



Mehrzweck-Probehalter (MPAS) mit Probengreifer beim Wechsel eines Scherprobenhalters. Der gesamte Probenhalter inkl. Proben wird getauscht.

für bis zu 150 Proben



Autosampler (ASC) für Kompressionsmodus; nur die Probe wird ausgetauscht.



Zughalter innerhalb eines Adapters für den MPAS

Austausch des gesamten Probenhalters oder nur der Probe

Proben, die nicht im Probenhalter fixiert sind, z. B. für den Kompressions- oder Biegemodus, können vom ASC individuell abgearbeitet werden (siehe oben). Für Proben, die fest im Probenhalter eingespannt sind, wird der komplette Probenhalter inklusive Probe ausgetauscht. Auf der linken Seite ist ein Beispiel für den Zug-Probenhalter zu sehen.

Ein Roboterarm mit zwei Greifern nimmt den jeweiligen Probenhalter am unteren und oberen Ende auf, entnimmt ihn aus dem Magazin (siehe vorherige Seite) und bringt ihn im Ofen in Messposition.

Ein komplettes Autosampling-System besteht aus:

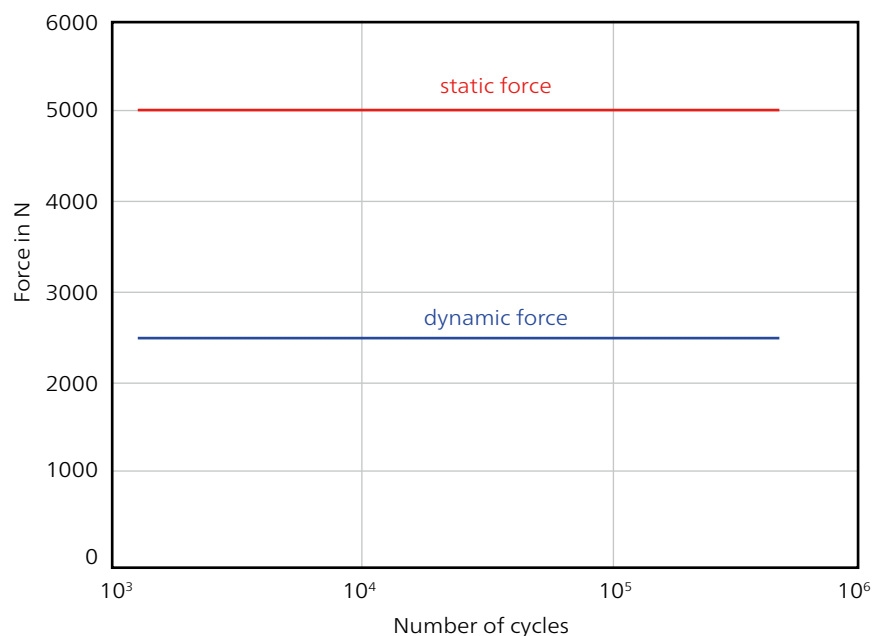
- einem Vorratsmagazin mit vertikaler pneumatischer Hebevorrichtung
- einem pneumatischen Greifarm mit Greifer(n)
- einem automatischen Mechanismus zum Öffnen und Schließen der Ofentür

Intensive Betrachtung der Material- eigenschaften



Ermüdungstest an Stahl

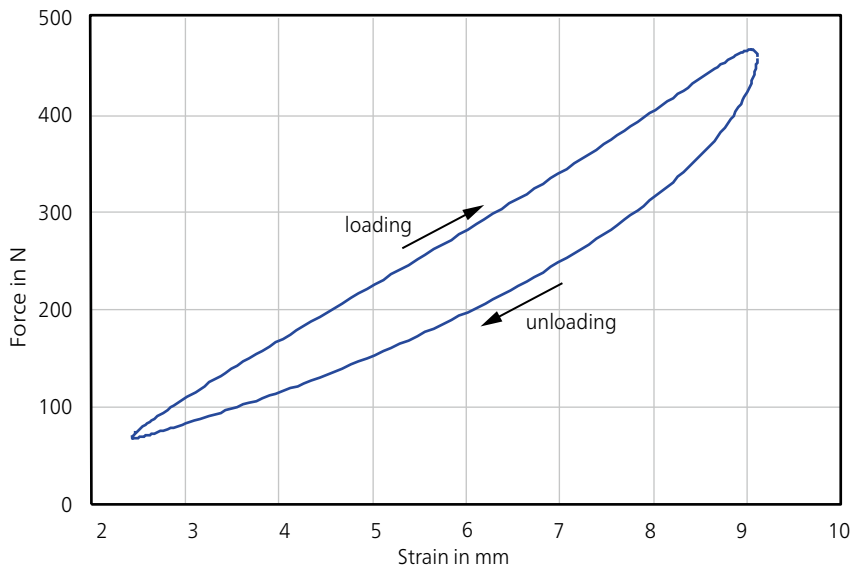
Mit Ultra-Hochlast-DMTAs lassen sich kontinuierliche Oszillationstests an Metallen viel schneller durchführen als mit herkömmlichen Servohydraulik-Systemen oder Universalprüfgeräten, da viel höhere Frequenzen und somit mehrere Lastzyklen innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls aufgebracht werden können. Der nebenstehende Plot zeigt einen Ermüdungstest an einer Stahlprobe im Zugmodus. Unter den gewählten Bedingungen können ca. 1/2 Millionen Zyklen innerhalb von 2 Stunden durchgeführt werden. Die Probe ist jedoch so stabil, dass sie der Belastung standhält.



Ermüdungstest an einer Stahlprobe; statische Kraft: 5000 N, dynamische Kraft: ± 2500 N, Frequenz: 100 Hz

Bitte beachten Sie : Der Kompressionsmodus erfordert ein höheres Kraftniveau

Aufgrund der hohen Steifigkeit von Stahl (E' von ca. 210000 MPa) wäre für eine 30 mm lange, 10 mm breite und 1 mm dicke Probe eine dynamische Kraft von ca. 2100 N notwendig, um eine Deformation von 0,1 % im Zugmodus zu realisieren. Im Kompressionsmodus würde eine zylinder-förmige Stahlprobe mit einem Durchmesser von 4 mm rund 2640 N erfordern, um die gleiche dynamische Amplitude zu erreichen.

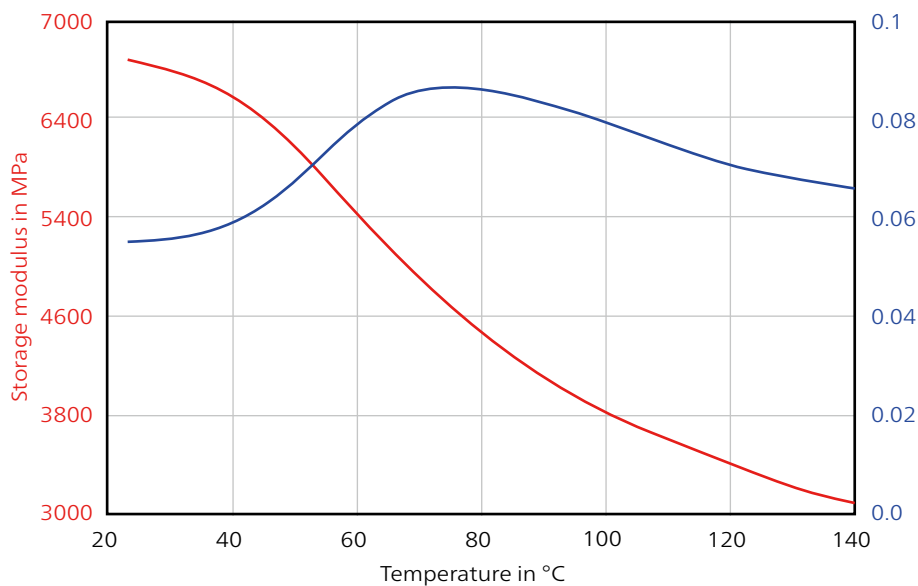


Dynamisches Spannungs-Dehnungs-Diagramm (gesamtes Kraftniveau zwischen 50 N und 450 N; Dehnungen zwischen 2,5 mm und ca. 9 mm); zylinderförmige Probe mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Höhe von 30 mm; Kompressionstest bei RT.

Hysterese an mikrozellulärem Polyurethan

Mittels Ultra-Hochlast-DMTA-Geräten können Lade-/Entladezyklen an großen Polymerproben durchgeführt werden. Hier ist eine Messung an PUR mit einer statischen Vorlast von 250 N, einer überlagerten dynamischen Kraft von ± 200 N und einer Frequenz von 5 Hz dargestellt.

Die Fläche, die durch die Hystereseschleife aufgespannt wird, entspricht der während der Ladung/Entladung verlorenen Energie in Form von Wärme und ist auf das viskoelastische Verhalten des Probenmaterials zurückzuführen. Je größer die Fläche, desto höher ist der Energieverlust. Für linear viskoelastisches Verhalten ist diese Kurve eine Ellipse; die gegenwärtige Kurve zeigt jedoch, dass das Material bereits ein nichtlineares mechanisches Verhalten aufweist.



Messung an PA6.6-GF30 im Zugmodus

Temperatursweep an PA6.6-GF30

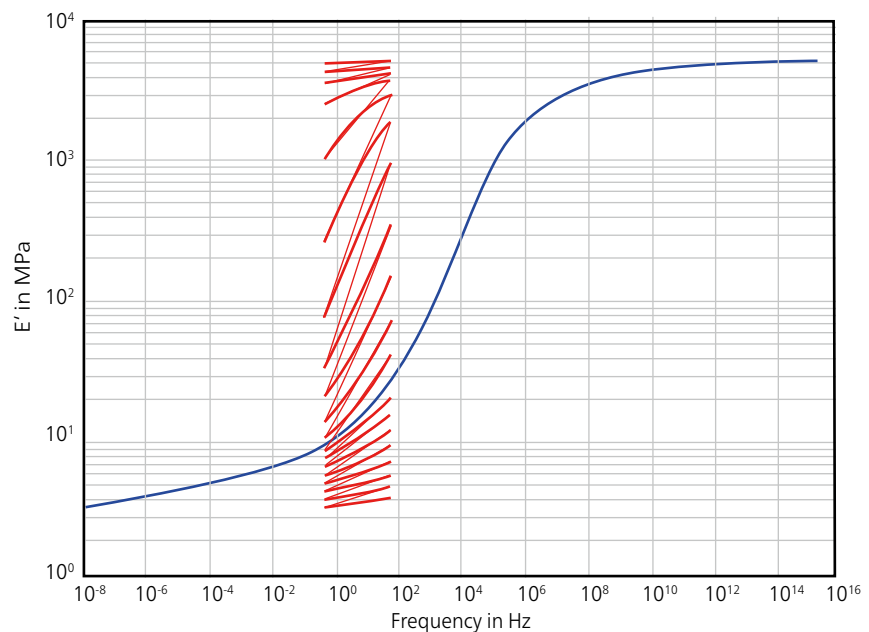
Eine glasfaserverstärkte Polyamid-Probe mit einer Dicke von 4 mm und einer Breite von 10 mm wurde im Zugmodus unter einer dynamischen Kraft von ± 1000 N bei einer Frequenz von 10 Hz unter Verwendung hydraulischer Probenklemmen untersucht. Gezeigt ist der Glasübergangsbereich. Der $\tan\delta$ -Peak von ca. 75 °C stimmt gut mit dem Literaturwert überein (T_g für PA 6.6: 65 °C bis 90 °C). Zwischen 20 °C und 140 °C fällt der Speichermodul um mehr als 50 % von ca. 6500 MPa auf 3000 MPa ab.

Intelligente Softwarelösung

Jedes hoch entwickelte Messsystem ist mit einer ausgereiften Software ausgestattet. Die EPLEXOR®-Software basiert auf einem Windows-Betriebssystem und bietet umfangreiche Möglichkeiten zur Definition von Messprogrammen und der Analyse der Daten und Kurven.

Einige der Softwareeigenschaften im Detail:

- Frequenzsweep (von 0,001 Hz bis 200 Hz – Standard: 0,01 Hz bis 100 Hz)
- Zeitsweep
- Temperatursweep
- Statische und dynamische Last oder Deformationsweep
- Temperatur- und Frequenzsweep
- Konstanter Verformungsamplitudenmodus gemäß ASTM D623 (Wärmeaufbautest – Option)
- Universalprüfung, angetrieben durch Servomotor (Mini Tester, Option) oder Shaker (Mikrotester, Option)
- Überlagerung von Zeit/Temperatur – TTS (WLF, Arrhenius, numerisch – Option)
- Auswertung des komplexen Moduls (E^* , G^*), Speichermoduls (E' , G'), Verlustmodul (E'' , G''), Dämpfungsfaktors ($\tan\delta$) und der Glasübergangstemperatur
- Untersuchen von Kriechen, Relaxation und Retardation, Ermüdung und Energieverlust (Option)
- Analyse des Payne/Mullins-Effektes (Option)
- Risswachstumstest Option)
- Hysteresedarstellung der Ergebnisse (Option)



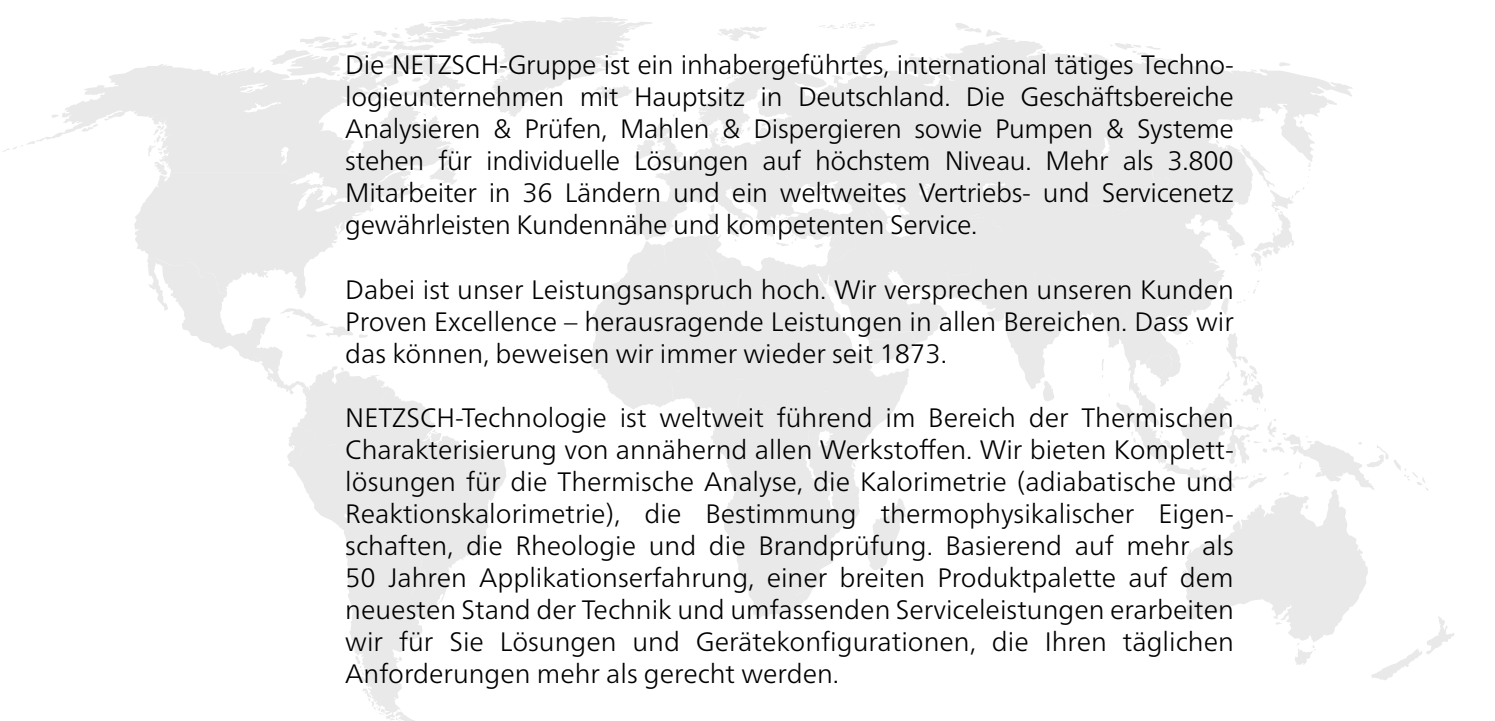
Berechnung der Masterkurve (gemäß der William-Landels-Ferry- oder WLF-Gleichung) auf der Basis einer Multifrequenz-Messung an einer Kautschuk-Probe (stufenweise isothermes Temperaturprofil, Frequenzscan zwischen 0,5 Hz und 50 Hz, Zugmodus)

Technische Daten

EPLEXOR®-Serie bis ± 4000 N	
Temperaturbereich	-160 °C bis 500 °C alternativ: Hochtemperatur-Versionen bis 1000 °C oder 1500 °C
Antriebe	Zwei, unabhängig voneinander: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Servomotor für statische Kraft ▪ Elektrodynamischer Shaker für dynamische Kraft
Statische Kraft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EPLEXOR® 2000N: bis zu ± 2000 N ▪ EPLEXOR® 4000N: bis zu ± 4000 N
Dynamische Kraft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EPLEXOR® 2000N: bis zu ± 2000 N ▪ EPLEXOR® 4000N: bis zu ± 4000 N
Kraftmessung	Vom Anwender austauschbare Kraftsensoren (verschiedene Lastbereiche bis ± 12000 N)
Statische Verformung	Bis zu 60 mm
Dynamische Verformung (Amplitude)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EPLEXOR® 2000N: bis zu ± 10 mm ▪ EPLEXOR® 4000N: bis zu ± 10 mm
Frequenzbereich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0.01 Hz bis 100 Hz ▪ 0.01 Hz bis 200 Hz (Option 1) ▪ 0.0001Hz bis 100 Hz (Option 2)
Wellenform	Sinusförmig (Standard); dreieckig, sin ² , halbsinusförmig, doppelsinusförmig, Sägezahn-, anwenderdefinierte Anregungssignalformen, Puls (optional)
Hauptmessmodi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeitsweep ▪ Temperatursweep ▪ Frequenzsweep ▪ Temperatur-/Frequenzsweep ▪ Statisch-dynamischer Sweep ▪ Kriechen, Relaxation/Retardation ▪ Feuchtesweep ▪ Flexometertest ▪ Ermüdungstest ▪ Wärmeaufbau-/ Wärmeentstehungstest ▪ Universalprüfung
Automatische Längen-/ Dickenbestimmung	Ja, für Zug-, Kompressions- und Biegegeometrie
Optionale Geräteausstattungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Feuchtegenerator (HYGROMATOR®) ▪ UV-Erweiterung für Ofen ▪ Automatische Probenwechsler: Typ ASC oder MPAS ▪ Kombinierte DMTA-DEA-Probenhalter plus Impedanz-Spektrometer (DiPLEXOR®)

Die EPLEXOR®-Geräteserie basiert auf folgenden Normen:

DIN 53513, ISO 6721-1, ISO 6721-4, ISO 6721-5, ISO 6721-6, ISO 4664,
ISO 4666-3, ISO 4666-4, ASTM D4065, ASTM D4473, ASTM D623



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
Betriebsstätte Ahlden
Schulstr. 6
29693 Ahlden
Deutschland
Tel.: +49 5164 8019-0
Fax: +49 5164 8019-30
info.ngi@netsch.com

NETZSCH[®]

www.netsch.com