

HUMAN HEALTH

ENVIRONMENTAL HEALTH

AUSSERGEWÖHNLICHES
DESIGN
ZUVERLÄSSIGE
PERFORMANCE



DMA 8000

Dynamisch-Mechanischer Analysator


PerkinElmer[®]
For the Better



DIE INNOVATION FÜR MATERIAL- WISSENSCHAFTEN



WIR STELLEN VOR - DIE DMA 8000

Die Dynamisch-Mechanische Analyse (DMA) dient wesentlich zur Bestimmung von mechanischen Eigenschaften, wie Elastizitätsmodul, Fließverhalten oder Dämpfung.

Sie misst die dynamische Veränderung viskoelastischer Merkmale als Funktion der Temperatur, Zeit, Frequenz, Spannung, Atmosphäre oder einer Kombination dieser Parameter.

Spannungs-Dehnung, Kriecherholung oder thermo-mechanische Messungen sind repräsentative Beispiele für Anwendungen der DMA.

Wir zeigen Ihnen, wie Sie Genauigkeit, Empfindlichkeit und Performance steigern können.





DMA 8000



Kurzer Überblick:

- Unerreichte Flexibilität mit drehbarem Messkopf
- Verbesserte Leistung durch geringe Masse des Antriebssystems
- TMA-Fähigkeit
- Hochwertiges Kühl-Design
- Integrierte Flüssigbad-Option
- Gesteuerte Feuchtigkeitsuntersuchungen mit einem einzigartigen Feuchtigkeitsgenerator
- Optionales Ofenfenster zur visuellen Probenbeobachtung
- Messungen an Pulvern und anderen Proben mit schwieriger Präparation

Die PerkinElmer DMA 8000 ist eines der flexibelsten und kostengünstigsten DMA-Systeme auf dem Markt

Innovatives Design, hohe Funktionalität und flexibler Betrieb machen aus der DMA 8000 ein ideales Gerät für Forschung und Routineuntersuchungen. Ihre Flexibilität verdankt sie einer Reihe leistungsfähiger Zubehörteile. Zur Handhabung unterschiedlichster Probengeometrien wird eine Vielzahl von Klemmeinrichtungen angeboten. Weitere Optionen ermöglichen UV-Vernetzungstests, visuelle Überwachung untersuchter Proben, präzise Steuerung der Feuchtigkeit und Temperatur einer Probe bei der Untersuchung ihrer Eigenschaften und die Immersion der Probe während der Messung. Das Gerät ist als bequem zu bedienendes Tischgerät ausgeführt und spart durch seine geringe Stellfläche wertvollen Platz im Labor.

Das außergewöhnliche Design wurde 2001 mit dem Preis **R&D 100 Innovation Award** ausgezeichnet.

Innovation

Drehbarer Messkopf

Ein besonders vorteilhaftes und einzigartiges Merkmal der DMA 8000 ist ihr drehbarer Messkopf, der um volle 180° geschwenkt werden kann. Anders als eine starre Konfiguration traditioneller Geräte, ermöglicht dieses Design eine Ausrichtung der DMA 8000 zur Konfiguration in optimaler Stellung. Die Vorteile dabei sind:

- Einfacher Zugriff und leichtes Einsetzen von Proben
- Schneller Wechsel von Proben und Halteklemmen (normalerweise in weniger als 2 Minuten)
- Immersionsexperimente in beliebiger Geometrie
- Optimale Konfiguration des Messkopfes für praktisch jede Art von Messung und Probengeometrie:

Geometrie	Typische Ausrichtung
3-Punkt-Biegung	Vertikal nach oben
Cantilever	Horizontal
Zug/Druck	Vertikal nach oben/unten
Scherung	Beliebige Ausrichtung
Quellversuche im Immersionsbad	Vertikal nach unten



AUSSERGEWÖHNLICH IN DESIGN UND INNOVATION

Leichtes Antriebs- und Klemmensystem

Das neuartige analytische Antriebssystem von geringer Masse der DMA 8000 sichert minimale Verformung und benötigt keine stabilisierenden Federn und keine Druckluft, im Unterschied zu herkömmlichen DMA-Geräten, die federnd gehalten werden müssen. Die Vorteile des Designs der DMA 8000 für den Laboratoriumsbetrieb sind folgende:

- Verbesserte Leistung, zumal die Ausführung des Antriebs kaum zur Messung beiträgt
- Kein Risiko eines Geräteschadens durch verschmutzte oder feuchte Luft
- Kein Bedarf an Druckluft und somit keine Instandhaltung eines Kompressors
- Hohe Empfindlichkeit durch geringe Masse, mit starren Antriebskomponenten aus Titan
- Geringer Wartungsaufwand durch einfache Ausführung aus chemisch inertem Material

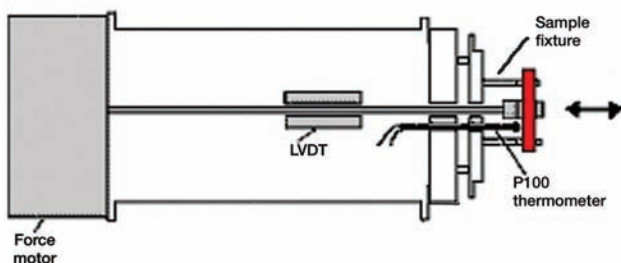


Abb. 1. Antriebssystem mit geringer Masse

Außergewöhnliche Kühlmöglichkeiten

Da der Einsatz niedriger Temperaturen bei mechanischen Tests sehr wichtig ist, wurde die DMA 8000 mit einem ultraeffizienten Kühlsystem ausgestattet. Das Gerät kann bei normalem Betrieb rapide mit einem Minimum an Flüssigstickstoff gekühlt werden und liefert somit branchenführende Leistung.

Die Fähigkeit, ohne Immersion bis auf -190 °C hinab zu kühlen, ist ausgezeichnet und besonders wichtig, da die meisten Beta- und Gamma-Relaxationsprozesse bei äußerst niedrigen Temperaturen verlaufen.

Start-Temperatur	Kühldauer ab Raumtemperatur	Verbrauch von Flüssig-N ₂
-100 °C	5 min	~ 0,3 Liter
-150 °C	10 min	< 1 Liter
-190 °C	15 min	~ 1 Liter

Die Kühlgeschwindigkeit, bzw. die Kühldauer ist von großer Bedeutung für den Probendurchsatz und für einen sparsamen Umgang mit Flüssigstickstoff.

Das Kühlsystem verwendet einen Niederdruck-Flüssigstickstoffbehälter mit einfacher Handhabung.

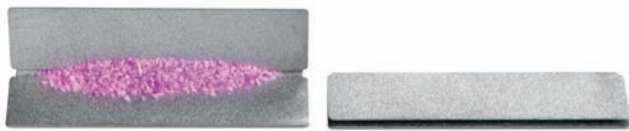
Für viele Laboratorien ist ein Dewargefäß von 1 l die einfachste Lösung. Schnell verwendbar, bietet es eine sichere Anwendung in einer bequemen Größe und kann in vielen Laboratorien leicht eingesetzt werden.

Für die Lagerung größerer Mengen an Flüssigstickstoff sind auch Dewargefäße von größerem Volumen verfügbar, die ohne Nachfüllung längere und vielfältige Messungen erlauben. Alle Kühlsysteme können mit dem Autocryo-Zubehör für automatischen Betrieb ausgestattet werden.

UNERREICHTE FLEXIBILITÄT ZUR ANPASSUNG AN VIELFÄLTIGE PROBENARTEN

Analysen von Pulvern, Gelen und Naturprodukten

Unsere Materialtaschen sind ein einzigartiges Präparationswerkzeug, das speziell für die DMA 8000 entwickelt wurde. Die innovativen Taschen ermöglichen die Messung von losen Proben, wie Wirkstoffpulver, Gele, Naturprodukte (z. B. Tee, Kaffee, Kräuter usw.) und von zähflüssigem Material mittels DMA. Hinzu kommen amorphe Proben in kleinen Mengen, die nicht als Stäbe geformt werden können oder Materialien, die in der Natur als Pulver vorliegen. Die Taschen können auch dazu dienen, Proben als dünnen Film oder Beschichtung auf ihrer Innenseite aufzutragen und so zu untersuchen. Dies ist bei brüchigen, sehr dünnen oder klebrigen Filmen sehr nützlich. Als Beispiel sei die Vernetzung eines Cyanoacrylat-Klebers erwähnt.



Materialtasche

Mesh Pockets sind sehr feinmaschige Materialtaschen speziell entwickelt für Feuchtigkeitsmessungen, Experimente bei denen der Lösungsmittelverlust wichtig ist und andere spezielle Anwendungen.

Materialtaschen werden im Modus einer Biegegeometrie verwendet. Mit einer Multifrequenzanalyse wird jede Art von Umwandlung nachgewiesen, wobei der amorphe Glasübergang T_g frequenzabhängig ist, während Schmelzpunkte und Zersetzungstemperaturen frequenzunabhängig sind.

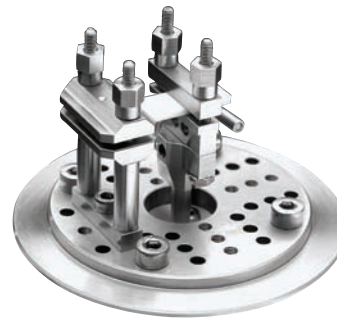
Unsere Materialtaschen sind ein einzigartiges Werkzeug zur Probenpräparation, die speziell für die DMA 8000 entwickelt wurden. Die innovativen Taschen ermöglichen DMA-Messungen von Pulvern oder nicht selbsttragenden Materialien, wie Wirkstoffe, Gele, Naturprodukten, wie Tee, Kaffee und Kräuter usw., und von viskosen Proben.

Visuelle Probenüberwachung

Der Standardofen der DMA 8000 ist mit einem Quarzfenster ausgestattet, welches eine Reihe von Vorteilen bietet. Es ermöglicht die visuelle Überprüfung der Probe und des Klemmensystems im Laufe der Untersuchung, ohne die Unterbrechung des Temperaturprofils oder anderer Versuchsbedingungen. Es erlaubt zudem Aufnahmen mit einer Videokamera während der Messung, als nützliche Information für nachfolgende Datenanalysen.

Bestrahlungen von Proben

Das Quarzfenster des Ofens erlaubt auch eine UV/VIS-Strahlung zur Vernetzung oder zu anderen Untersuchungen, die durch das besondere Klemmendesign machbar sind. Diese Messungen sind auch bei Zugversuchen möglich. Noch nie waren DMA-Untersuchungen von photoreaktiven Systemen und Vernetzungsvorgängen einfacher durchzuführen.

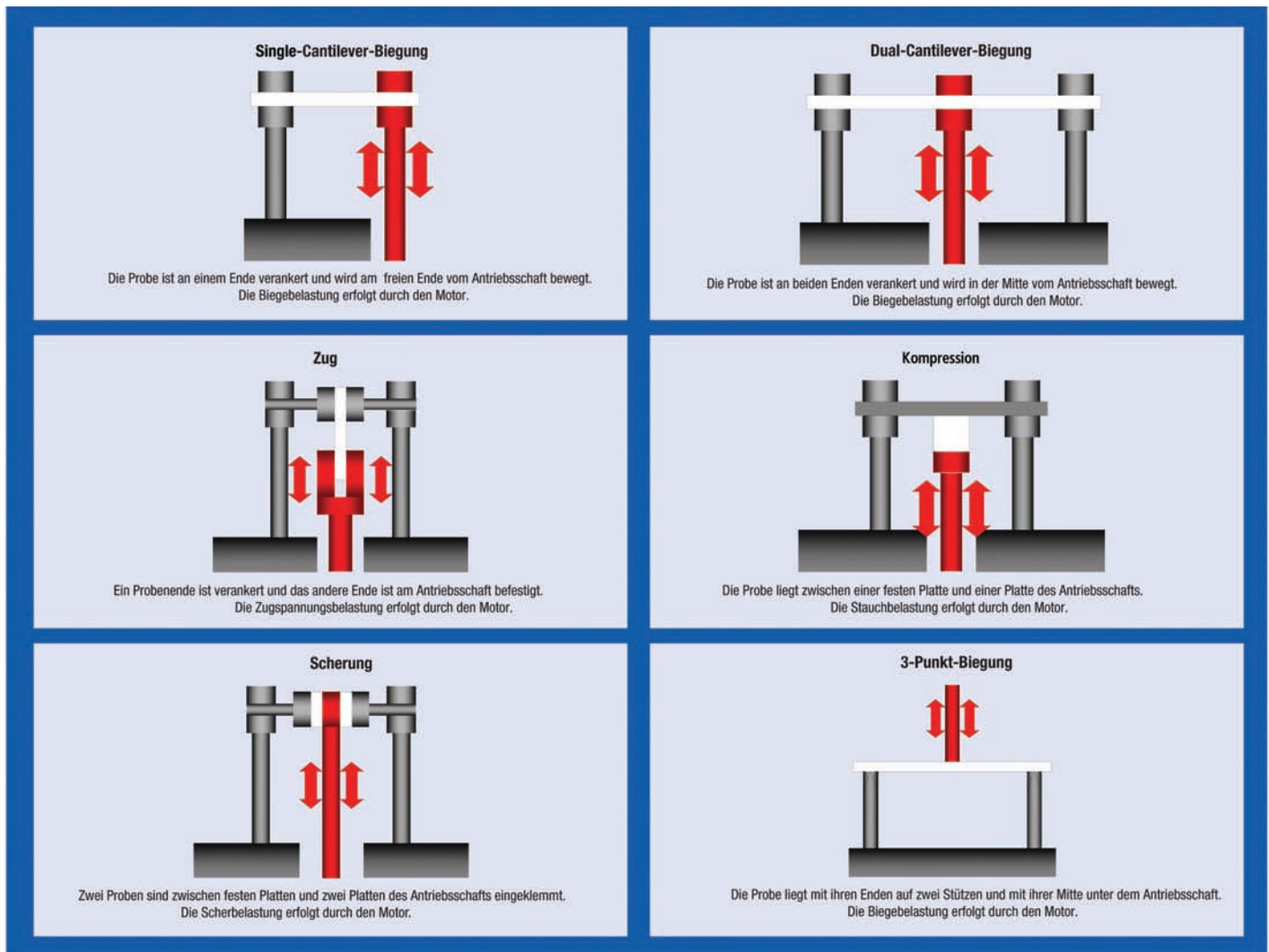


Single-Cantilever Einspannung

Hervorragende Flexibilität

Vielfältige Geometrieoptionen

Es stehen sechs gebräuchliche Geometrien zur Durchführung von DMA-Untersuchungen zur Verfügung, welche den Bedarf an Testverfahren abdecken. Für eine gegebene Messung hängt die Versuchsgeometrie von der Art und Größe der Probe ab. Die Befestigungen können leicht an eine große Probenvielfalt angepasst werden.



Der **Single-Cantilever Biegemodus** ist zur Charakterisierung der meisten Polymerstäbe ober- und unterhalb ihrer Tg hervorragend geeignet. Desgleichen ist er ideal für Pulver oder Flocken in Materialtaschen.

Der **Dual-Cantilever Biegemodus** eignet sich für Proben von geringer Steifigkeit, wie dünne Filme.

Der **Zugmodus** ist von Nutzen bei der Analyse dünner Filme oder Fasern und stabförmiger Proben, wenn keine Dehnungsgrößen benötigt werden.

Der **Kompressionsmodus** wird bei Schaumstoffpolymeren und Naturmaterial, wie Brotteig, Fleisch und Süßwaren

angewandt. Desgleichen verwendet man ihn zu Kraftmessungen bei konstanter Temperatur (TMA).

Der **Schermodus** ist von Nutzen bei der Untersuchung von Materialien mit geringer Steifigkeit, wie Elastomere, Adhäsive, Asphalte, Bitumen und Teer oder der Vernetzung von Materialien, wie z. B. Epoxidharze.

Der **3-Punkt-Biegemodus** dient zur genauen Bestimmung des E-Moduls steifer Materialien, wie Verbundwerkstoffe und Thermoplasten unterhalb ihrer Tg, sowie ausgehärteter Harze. Durch einfachen Aufbau ist dieser Modus besonders für Qualitätskontrollen geeignet.



EINE EINFACHE LÖSUNG FÜR ZAHLREICHE AUFGABENSTELLUNGEN

Immersionsuntersuchungen

Die Flüssigbadoption der DMA 8000 wurde als integrales Bauteil des Analysators entworfen. Dieses Zubehör ermöglicht echte Immersionsuntersuchungen an verschiedenen Proben, während der Messung dynamisch-mechanischer Eigenschaften. Sämtliche Messgeometrien können im Immersionsmodus angewandt werden. Der Temperaturbereich des Tauchbades reicht von unterhalb der Raumtemperatur bis auf 150 °C. Eine weitere einzigartige Fähigkeit der DMA 8000 besteht in der Möglichkeit, die untere Temperaturgrenze bis auf -196 °C zu senken, indem Flüssigstickstoff als Immersionsbad verwendet wird. Die Temperatur der Immersionsflüssigkeit kann bei der DMA 8000 mit einer von drei möglichen Vorgehensweisen gesteuert werden:

- Anhand des eingebauten elektrischen Heizsystems
- Mittels eines Heizbades oder Kühlaggregats
- Betrieb bei -196 °C, wenn Flüssigstickstoff als Immersionsflüssigkeit gewählt wird



Tauchbad



Feuchtigkeitsregler

Messungen bei kontrollierter Feuchtigkeit

Das optionale Zubehör für kontrollierte Feuchtigkeit ist eine wertvolle und flexible Option, die es erlaubt, die relative Feuchtigkeit in der DMA 8000 während der Messungen genau zu überwachen. Es liefert somit das Mittel zur Bestimmung mechanischer Materialeigenschaften unter definierter relativer Feuchtigkeit.

Das System funktioniert durch gezieltes Vermischen von trockenen und feuchten Luftströmen bei direkter Rückmeldung eines Feuchtigkeitssensors in unmittelbarer Probennähe. Somit kann laufend die exakte Feuchtigkeit der Probenumgebung gesteuert und überwacht werden.

Eigenschaften umfassen:

- Einzigartige Feuchteregeleung in Probennähe
- Möglichkeit, die Luftfeuchtigkeit während des Laufs zu ändern
- Beheizbare Transferleitung um Kondensation zu vermeiden
- DMA-Reaktion aufgetragen gegen Feuchtigkeit

Anwendungen umfassen:

- Feuchtigkeitsinduzierte Phasenübergänge
- Feuchtigkeitsempfindliche Materialien wie Papier, Naturfasern und Lebensmittel
- Schwellung, Schrumpfen und Steifigkeitsänderungen bei Feuchtigkeitsschwankungen
- Plastifizierung und Tg Effekte wie bei Nylon und Polyurethan beobachtet



FÜR IHREN ANWENDUNGSBEDARF

Erweiterung zur experimentellen Datenauswertung

Die Time Temperature Superposition Software (TTS) und die Stress Relaxation Software sind auch für die DMA verfügbar. TTS erlaubt die Vorhersage von Materialeigenschaften bei Frequenzbereichen, die mit herkömmlichen Systemen nicht messbar sind. Stress Relaxation ermöglicht ein besseres Verständnis dafür, wie das Material auf Belastung über eine Zeitfunktion reagiert.

Gerätesteuerung

Einfache und leistungsfähige Software

Die Steuerung der DMA 8000 erfolgt anhand einer leistungsfähigen Software, die auf Microsoft® Excel beruht. Sie bietet eine Vielzahl von Funktionen und flexiblen Optionen, wie:

- Programmänderung bei laufender Messung
- Vielfältige Parameterauswahl für Echtzeitgraphik und tabellarische Ergebnisausgabe
- Laufende Datenaktualisierung
 - Kein Datenverlust bei Stromausfall
- Einzigartige Datenerfassung durch Resonanz
- Einfache Erstellung zusätzlicher Makros
- Flexibilität bei der Parameterauswahl
 - Benutzerdefinierte Geometriekonstanten
 - Voller Durchblick auf Berechnungen
 - Assistent zur Kontrollkartenführung

Experiment Title: LDPF		Experiment Status: Finished	
Operator Name:		Date & Time Run: 20 Jun 06 11:11	
Sample Dimensions (mm)			
Length	10.00		
Width	4.87		
Thickness	3.35		
Diameter			
Clamp Mass	5.66		
Geom. Const.	1.38E-04	upper E' limit	7.24E+11
Strain Factor	1.005E+02	lower E' limit	1.45E+06
Drive control mode	none	Deformation mode	single cantilever bending
Experiment type	Temperature / time scan	Single / Multi	single frequency / single strain
discrete values			
Frequency	1.000		(Hz)
Displacement	0.050		(mm)
Load		Rate	(N/min)
			Recovery Mode
			On
Temperature profile			
Segment	Ramp	End	Current Temp (C): 25.3
Time	Rate	Temp.	
(min)	(C/min)	(C)	
21	30.0	5.0	100.0
22	0.0		
23	0.0		
24	0.0		
25	0.0		
26	0.0		
27	0.0		
28	0.0		
29	0.0		
30	0.0		
31	0.0		
32	0.0		
33	0.0		

DMA Software

Verwendung der Materialtaschen bei der mechanischen Analyse von Pulvern

Polystyrol

In Abb. 3 sind $\tan\delta$ -Daten zweier DMA-Untersuchungen von Polystyrol zu sehen. Das Probenmaterial war das gleiche, in rot ist die Messung einer stabförmigen Probe mit Single-Cantilever-Aufhängung und in schwarz die Messung von verriebe-nem Polystyrol in Taschen dargestellt. Die Messungen erfolgten bei jeweils 1 Hz. Der Glasübergang ist deutlich als Peak in der $\tan\delta$ -Darstellung für beide Messarten zu erkennen. Der Peak ist bei der Materialtasche weniger ausgeprägt, dies ist jedoch eine Folge der geringeren Probenmasse. Der Versuch belegt somit, dass die Verwendung der Materialtasche die Erfassung der Relaxationsdaten einer Probe ermöglicht, ohne Einfluss des Taschenwerkstoffs.

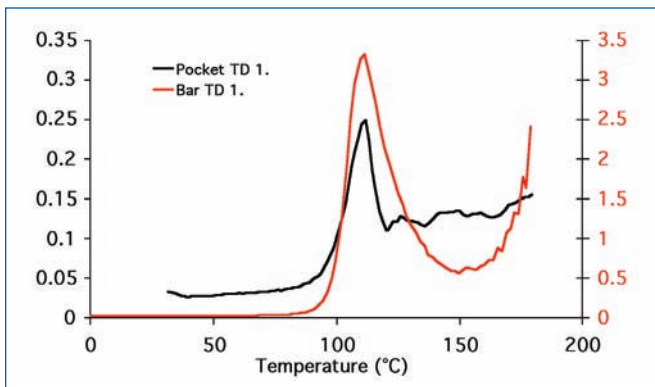


Abb. 3. $\tan\delta$ für Polystyrol

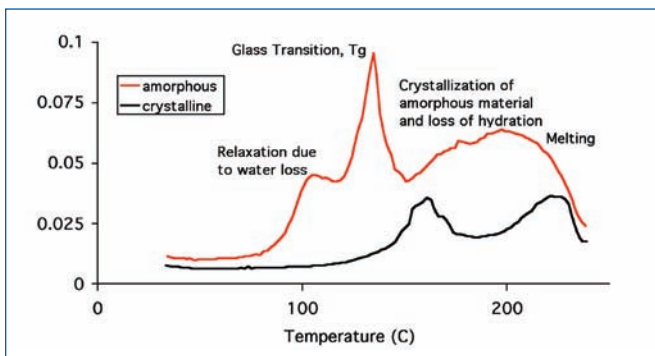


Abb. 4. $\tan\delta$ für Laktose

Laktose

In Abb. 4 ist der Verlauf der Werte $\tan\delta$ für zwei Laktoseproben dargestellt, in rot für eine 100 % amorphe und in schwarz für eine zu 100 % kristalline Probe. Amorphe Laktose ist hygroskopischer als kristalline Laktose, daher ist bei etwa 100 °C ein Peak im roten Diagramm zu sehen, der die Trocknung markiert. Es folgt ein Glasübergang und danach der Effekt einer Rekristallisation des amorphen Materials bei etwa 200 °C. Daneben findet eine weitere Dehydratation statt, die auch bei der kristallinen Probe zu erkennen ist. Bei einem weiteren Temperaturanstieg beginnen beide Proben zu schmelzen.

Multifrequenzanalyse einer Leiterplatte auf Epoxidbasis

Die Probe wurde im 3-Punkt-Biegemodus befestigt und vor Beginn der Untersuchung auf -150 °C gekühlt. Die DMA-Messung erfolgte unter einer Aufheizrate von 3 °C/min.

In Abb. 5 ist der Glasübergang dieser Probe als ein Peak im Verlauf des $\tan\delta$ und als Absenkung des Elastizitätsmoduls zu erkennen. Die klare Frequenzabhängigkeit des Übergangs kennzeichnet diesen als Relaxation. Vor und nach diesem Übergang haben die E-Module in etwa konstante Werte von $2,3 \times 10^{10}$ Pa, bzw. $5,0 \times 10^9$ Pa. Die Glasübergangstemperaturen, definiert als Peak der $\tan\delta$, liegen zwischen 142,6 °C und 151,8 °C, in Abhängigkeit von der Frequenz.

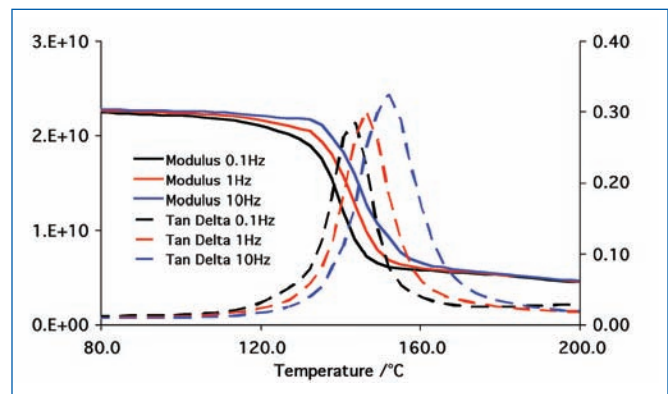


Abb. 5. Glasübergang

DMA 8000

SPEZIFIKATIONEN

Drehbarer Messkopf	• Vertikal aufwärts und 45° zwischen diesen Stellungen • Vertikal abwärts • Horizontal		
Temperaturbereich	Standardofen Hochtemperaturofen Immersionsbad	-190 °C bis 400 °C -190 °C bis 600 °C -196 °C bis 150 °C	
Scanraten	Aufheizrate 0 bis 20 °C/min* (Standardofen) Kühlrate 0 bis 40 °C/min* (Standardofen) * im mittleren Bereich (100 °C), möglicherweise darunter bei höheren Temperaturen		
Flüssigstickstoffverbrauch	- 100 °C - 150 °C - 190 °C	5 min 10 min 15 min	0,3 l N ₂ <1 l N ₂ <1 l N ₂
Frequenz	Bereich Max. Anzahl Auflösung	0 bis 300 Hz (abhängig von der Probenart) bis 100 pro Untersuchung 0,001 Hz	
Dynamische Weglänge	0 bis ±1000 µm		
Steifigkeitsbereich	2 x 10 ² bis 1 x 10 ⁸ N/m, Auflösung 2 N/m		
E-Modul	Auflösung Bereich	0,0001 Pa ~10 ³ bis 10 ¹⁶ Pa	
Tan Delta	Auflösung	0,00001	
Kraft	Bereich Minimum Auflösung	-10 N bis +10 N (Bereich von 20 N) 0,002 N 0,002 N	
Weglänge/Belastung	Auflösung Bereich	1 nm ± 1000 µm	
Probengröße	Maximal 52,5 mm x 12,8 mm x 8,0 mm		
Geometrieoptionen	Modus: Single-Cantilever-Biegung Dual-Cantilever-Biegung 3-Punkt-Biegung Zug Kompression Scherung Materialtaschen	Optionen: 18 18 6 unbegrenzt unbegrenzt 10 mm Plattendurchmesser Pulver/Proben als Schüttgut	Bereich: 1,0 – 17,5 mm 2,0 – 35,0 mm 20,0 – 45,0 mm <10 mm <10 mm
TMA-Modus	Messbereich Geometrie Empfindlichkeit Kraft, min/max Probengröße	±1000 µm Zug und Kompression 10 nM 0,002 N / ± 10 N bis zu 10 mm	
Atmosphäre	Statisch; gesteuerte Strömung von Luft oder Inertgas; Tauchbad (Immersion); Feuchtigkeit		

DMA 8000

SPEZIFIKATIONEN

OPTIONEN:	Flüssigbad:			
	Temperaturbereich:	-196 °C bis 150 °C (abhängig von der Immersionsflüssigkeit) Optionales K-Thermoelement für exakte Temperatursteuerung des Tauchbads		
	Badwerkstoff:	Standard: PTFE-beschichtetes Aluminium; optional Pyrexglas		
	Feuchtigkeitsgenerator:	5 % bis 90% (25 °C)		
	Feuchtigkeitsbereich:	10 % bis 80% (80 °C)		
	Temperaturbereich:	5 °C bis 80 °C Bei niedrigen Temperaturen muss der Taupunkt berücksichtigt werden		
Optische Fenster:	Standardausführung mit dem Ofen bis 400 °C: Quarzfenster Optional sind seitliche Fenster oder Blenden verfügbar			
Gewicht:	15 kg			
Dimensionen:	170 mm Tiefe x 475 mm Breite x 340 mm Höhe			
Anschlüsse:	Stromversorgung	85 bis 264 V , 600 VA		
	Interface	1 USB		
	Spülgas	4 mm Spülgaseinlass		
	Kryogene Flüssigkeiten	6 mm Einlass		
Konformität:	Niedrigspannungs-Richtlinie 73/23/EEC	EN60950	1992	
	EMC Richtlinie 89/336/EEC	EN50081-1	1997	
		EN50082-1	1998	
	Konformitätskennzeichen	CE	2000	

PerkinElmer, Inc.
940 Winter Street
Waltham, MA 02451 USA
P: (800) 762-4000 or
(+1) 203-925-4602
www.perkinelmer.com



Eine vollständige Liste unserer weltweiten Niederlassungen finden Sie unter www.perkinelmer.com/ContactUs

Copyright © 2007-2012, PerkinElmer, Inc. Alle Rechte vorbehalten. PerkinElmer® ist eine eingetragene Marke von PerkinElmer, Inc. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

007772C_DEU_01 Printed in USA