



Thermo-optical Oscillating Refraction Characterization



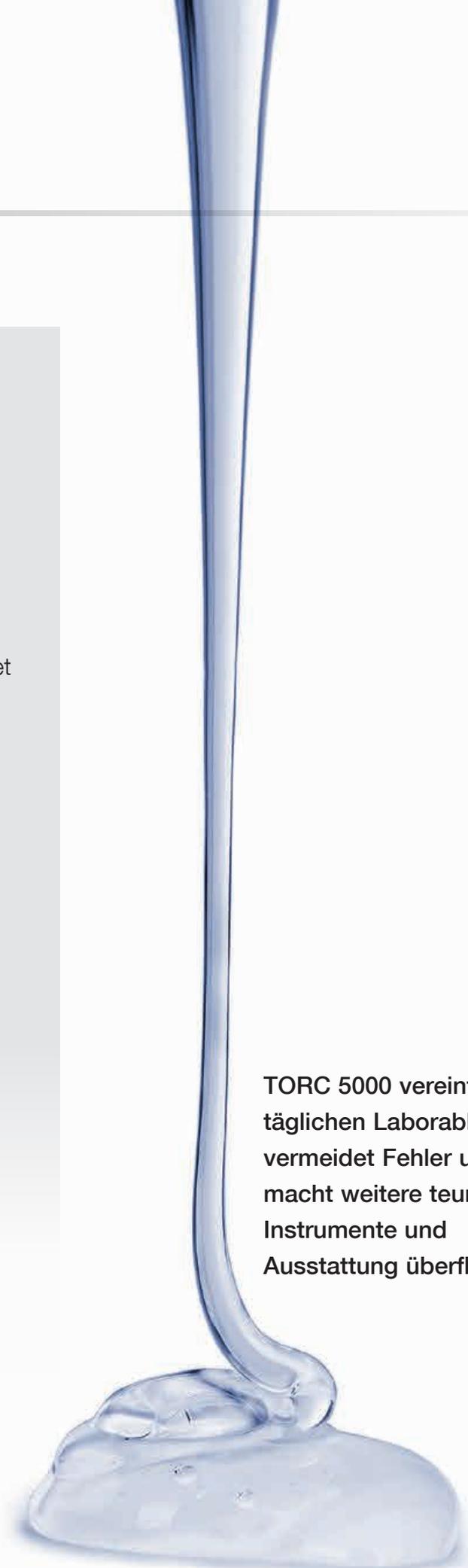
Der optische Weg zur thermischen Analyse

Anton Paar bringt mit **TORC 5000** (Thermo-optical Oscillating Refraction Characterization) ein Gerät auf den Markt, das jahrzehntelanges Know-how in optischer Messtechnik auf einzigartige Weise für die thermische Analyse nutzt.

Die revolutionäre neue Technik verwendet eine periodische thermische Anregung und analysiert die optische Antwort, um Folgendes zu untersuchen:

- zeitabhängige Prozesse, z. B. Aushärten, Polymerisation, Alterung
- temperaturabhängige Prozesse, z. B. Glas- und Phasenübergänge
- Thermischer Ausdehnungskoeffizient durch mathematische Modelle
- Reaktionskinetik, z. B. chemischer Umsatz

TORC 5000 vereinfacht Ihre täglichen Laborabläufe, vermeidet Fehler und macht weitere teure Instrumente und Ausstattung überflüssig.



Ist es an der Zeit, Ihre thermische Analyse auf optische Weise durchzuführen?

TORC 5000 bietet:

Thermische Anregung – optische Antwort

Die Temperatur wird in der Größenordnung von 0,1 K moduliert.
Dies führt zu einer entsprechenden Antwort im gemessenen Brechungsindex der Probe, welche durch die temperaturbedingte Dichteänderung verursacht wird.

Temperaturabhängigkeit des Brechungsindex

Die Änderung des Brechungsindex mit der Temperatur (dn/dT) wird aus der Amplitude der Brechungsindexoszillation berechnet.

Reaktionskinetik und Alterung

Von der Reaktion verursachte Dichteänderungen beeinflussen den mittleren Brechungsindex. Dies liefert Informationen über die Reaktionsumwandlung, den Volumenschwund und die Probenalterung.

Thermischer Ausdehnungskoeffizient

Die Amplitude der Brechungsindexoszillation ist ein Maß für den thermischen Ausdehnungskoeffizienten (CTE). Der CTE wird mithilfe von thermo-optischen Modellen (z. B. Beysens und Lorentz-Lorenz) automatisch berechnet.

Strukturänderungen in der Probe

Phasen-, Glasübergänge oder andere Strukturänderungen in der Probe können eine Verzögerung zwischen der Temperaturmodulation und der Antwort des Brechungsindex verursachen. Der phasenverschiebungsbasierte Verlustanteil wird aufgezeichnet und gibt die Zeit oder Temperatur, bei der Strukturänderungen auftreten, eindeutig an.

Die ermittelten Parameterwerte – Brechungsindex, thermischer Ausdehnungskoeffizient und der Verlustanteil – werden in einem Ergebnisplot zusammengefasst und auf dem Computerbildschirm dargestellt.

Highlights des TORC 5000

Alles auf einem Bildschirm

Die PC-basierte Software mit einer intuitiven Benutzeroberfläche begleitet Sie vom Beginn Ihrer Messung bis zur Analyse der Ergebnisse. Sie können innerhalb von Sekunden Messreihen einrichten – und erhalten auf Knopfdruck eine thermische Analyse.

Große Auswahl an Proben

TORC 5000 eignet sich für viele verschiedene Proben. Dazu gehören: stark anhaftende Substanzen oder Proben, die sich in Phasenübergängen befinden. Flexibles Probenvolumen von wenigen μL bis hin zu 2 mL.

Einfaches Probenhandling

Die thermo-optische Analyse benötigt so gut wie keine Probenvorbereitung, was Zeit spart und Fehler vermeidet.

Schnelle und genaue Temperaturregelung

Benutzerfreundliche Peltier-Temperierung mit einem Temperaturbereich von 4 °C bis 125 °C bei einer Genauigkeit von $\pm 0,03$ °C. Vorheizen oder Kühlen der Probenmulde für schnelle Messungen und minimale Temperaturstörung der Probe.





Stabile Messung über Wochen

Die quasi-isotherme Messung liefert Erkenntnisse über zeitabhängige Prozesse, z. B. das Aushärten oder Altern von verschiedenen Probenarten über eine lange Zeitspanne. Eine stabile Basislinie, präzise Messungen und die robuste Bauweise der Geräte ermöglichen dies.

Eine Fülle von Daten

Die Messung liefert Daten für die Bestimmung des Glasübergangs, des Schmelzpunkts, der Aushärungszeit, -geschwindigkeit und -temperatur sowie des Volumenschwunds und -ausdehnung.

Sofort einsatzbereit

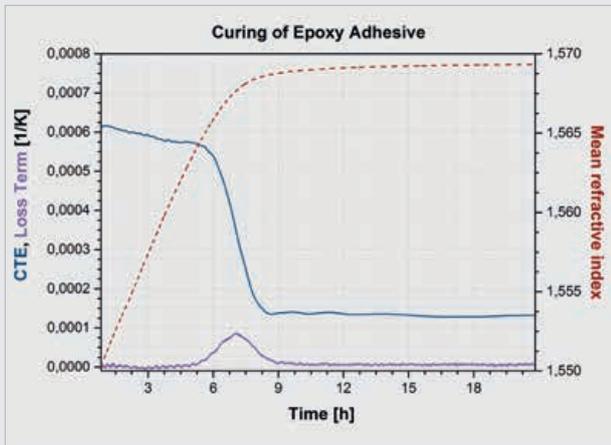
Keine Temperaturkalibrierung für tägliche Messungen erforderlich. Das Instrument ist nach Standards der PTB für den Brechungsindex vorkalibriert. Die regelmäßige Prüfung des Brechungsindex erfolgt in wenigen Sekunden mithilfe einer Wasserreferenz.

Kompaktes und robustes Instrument

Dank seiner kleinen Stellfläche (kleiner als ein Fußball) findet der TORC 5000 auf jedem Labortisch Platz. Das Instrument ist robust und beständig. Es besitzt eine Saphir-Messoberfläche mit diamantähnlicher Härte und ein voll eloxiertes Aluminiumgehäuse.



Untersuchung zeitabhängiger Prozesse



Die Kurve des mittleren Brechungsindex (rot gestrichelte Linie) zeigt den Verlauf der chemischen Umwandlung (Aushärtung) und den Volumenschumpf an.

Der berechnete thermische Ausdehnungskoeffizient (blaue Linie) wird vor, während und nach der Aushärtung gemessen. Die Stufe zeigt den Zeitpunkt, ab dem die Moleküle nicht mehr mobil sind.

Die Phasenverschiebung (violette Linie) besitzt ein eindeutiges Maximum bei der Aushärtungszeit.

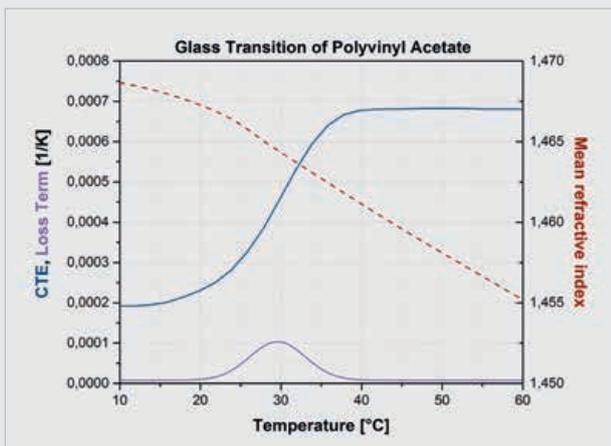
Materialcharakterisierung

- Brechungsindex
- Temperaturabhängigkeit des Brechungsindex (dn/dT)
- Thermischer Ausdehnungskoeffizient

Überwachung der Aushärtung

- **Brechungsindex**
 - Chemischer Umsatz
 - Volumenschumpf
- **Verlustanteil**
 - Glasübergang – Indikator für die Aushärtezeit
- **Thermischer Ausdehnungskoeffizient**

Untersuchung temperaturabhängiger Prozesse



Die Kurve des mittleren Brechungsindex (rot gestrichelte Linie) zeigt den Verlauf der Volumenausdehnung während der Erwärmung.

Der berechnete thermische Ausdehnungskoeffizient (blaue Linie) wird vor, während und nach dem Glasübergang gemessen.

Die Phasenverschiebung besitzt ein eindeutiges Maximum beim Glasübergang.

Temperaturverhalten

- **Brechungsindex**
 - Volumen-/Dichteänderungen
 - Chemische Veränderungen, z. B. Altern
- **Verlustanteil**
 - Glasübergang – anwendbarer Temperaturbereich einer Probe
 - Schmelzpunkt – Betriebs-/Verarbeitungstemperatur – Differenzierung von Kristallmodifikationen
- **Thermischer Ausdehnungskoeffizient**

Spezifikationen

Brechungsindex (gültig bei Standardbedingungen: T= 20 °C, λ = 589 nm, Umgebungstemperatur = 23 °C)

Bereich (nD)	1,3 bis 1,72
Auflösung (nD)	$\pm 0,000001$
Genauigkeit (nD)	$\pm 0,00002$
Genauigkeit (dn/dT)	$\pm 0,00001$

Temperatur

Bereich	4 °C bis 125 °C
Heizrate/Kühlrate	0,001 °C/min bis 10 °C/min
Temperaturgenauigkeit	$\pm 0,03$ °C
Temperaturauflösung	$\pm 0,001$ °C
Min. Amplitude der Temperaturmodulation	0,1 °C
Min. Periode der Temperaturmodulation	10 Sekunden
Temperaturkontrolle	Peltier

Probenberührendes Material

Prisma	Synthetischer Saphir
Probenmulde	Edelstahl
Dichtung	FFKM

Komponenten

Lichtquelle	LED-Lichtquelle, durchschnittliche Lebensdauer > 100.000 h
Wellenlänge	589 nm (durch auf die Wellenlänge abgestimmten Interferenzfilter)
Netzanschluss	100 bis 240 Volt Wechselstrom +10 %, 50/60 Hz, min. 10 W, max. 200 W, je nach Proben Temperatureinstellung und Umgebungstemperatur

Abmessungen

B x H x T [mm]	Messeinheit: 195 x 135 x 194 Kommunikationseinheit: 215 x 95 x 190
Gewicht [kg]	Messeinheit: 6,1 Kommunikationseinheit: 3,7

Weitere Spezifikationen

Schutzklasse	Messeinheit: IP68, 2 Stunden bei 1 Meter Tiefe
--------------	--

