

8 – Fach – Dilatometer L75 / 120 - LT



Das LINSEIS Dilatometer L75/120-LT dient zur Messung der Wärmeausdehnung von (Polymer-) Proben. Dabei können bis zu 8 Proben gleichzeitig gemessen werden. Zum Aufheizen und Abkühlen der Proben wird ein handelsüblicher Temperaturprüfschrank verwendet. Die Meßeinrichtung wird durch einen Ausschnitt in der Decke des Schrankes in den Prüfraum eingebracht. Nach außen ist die Meßeinrichtung luftdicht abgeschlossen, um ein Eindringen von Feuchtigkeit in den Prüfraum (betauen, vereisen) zu vermeiden.

Zusätzlich kann der Prüfraum mit einem trockenen Gas gefüllt oder gespült werden. Zur Temperaturmessung werden vier Thermoelemente (Typ-K) verwendet, die jeweils zwischen zwei Proben angeordnet sind, um die Probentemperatur unabhängig von einer evtl. nicht gleichmäßigen Temperaturverteilung (nicht isothermes Verhalten) im Prüfraum zu erfassen.

Die Längenänderung der Probe(n) wird mit je einem LVDT (**L**inear **v**ariable **d**ifferential **t**ransformer = Differentialtrafo) gemessen. Dabei verändert ein ferromagnetischer Kern beim Verschieben die Kopplung zwischen einer Primär- und zwei Sekundärwicklungen des LVDT. Dadurch ergibt sich eine von der Bewegungsrichtung abhängige Phaselage und eine von der Bewegungslänge abhängige Amplitude des Ausgangssignals. Nach der Gleichrichtung entsteht eine der Verschiebung des Kerns proportionale Gleichspannung.

Die acht Ausgangsspannungen von den LVDTs und die Ausgangsspannungen der vier Thermoelemente werden dann digitalisiert (2xPCI-Reglerkarte L70/2003) und gespeichert. Die Übertragung der Längenänderung der Probe auf den LVDT geschieht mit zwei Quarzglasrohren.

8 – Fach – Dilatometer L75 / 120 - LT

Da die Wärmeausdehnung von Quarz (ca. $5E^{-7}/K$) relativ klein zur Ausdehnung der zu messenden Polymerproben (z. B. Poly-Propylen: ca. $1.8E^{-4}/K$) ist, kann die Eigenausdehnung der Probenhalterung vernachlässigt werden.

Für besonders genaue Messungen ist es möglich, durch Verrechnen der Messung eines Referenzkörpers (dessen Wärmeausdehnung bekannt ist) auch diesen Einfluß zu kompensieren. Um bei einem maximalen Meßbereich von $\pm 1\text{mm}$ auch Proben mit unterschiedlichen Längen messen zu können (ca. 80..100mm), kann die effektive Länge des Fühlstempels motorisch verändert werden.

Dazu wird der Abstand zwischen der Stempelaufnahme und dem Kern (vom LVDT) mit einer Gewindespindel aus INVAR (Legierung die im Raumtemperaturbereich so gut wie keine Wärmeausdehnung aufweist) immer so verändert, daß unabhängig von der Probenlänge der Kern immer in der Mitte des Meßbereichs liegt (Automatischer Nullabgleich).

Zum leichten und schnellen Auswechseln der Probe(n) können alle Fühlstempel mit einem Exzenter abgehoben werden.



Technische Daten

Linearer Meßbereich:	$\pm 1300\mu\text{m}$ ($\pm 0.5\%$ FS)	$\pm 1400\mu\text{m}$ ($\pm 1.0\%$ FS)
	$\pm 1600\mu\text{m}$ ($\pm 2.0\%$ FS)	$\pm 1800\mu\text{m}$ ($\pm 10\%$ FS)
Reproduzierbarkeit:	$\pm 0.5\%$ Fullscale	
Max. Meßfehler:	$\pm 1\%$, typisch $\pm 0.5\%$ Fullscale	
Auflösung:	100nm	
Meßprinzip:	LVDT (Differentialtrafo)	
Nullpunkteinstellung (motorisch)	ca. 80..100mm Probenlänge	
Andruckkraft (über Feder einstellbar)	0..500mN	
Ausgangsspannung Meßverstärker:	$\pm 1.0\text{V}$ Fullscale	
Probenhalterung:	Quarzglas	
Probenabmessung:	4x10x80..100mm	
Probenwechsel:	Abhebung der Stempel über Motor mit Exzenter	
Temperaturbereich:	-40..+160°C	
Leistungsaufnahme Verstärker:	18VA max.	
Umgebungstemperatur:	0..40°C	

8 – Fach – Dilatometer L75 / 120 - LT

Software 8 – Fach - Dilatometer

Mit dem Meßprogramm „WIN-DIL 8S“ ist es möglich die thermische Ausdehnung von bis zu 8 Prüfkörpern gleichzeitig zu erfassen. Dafür stehen zwei verschiedene Meßmethoden zur Verfügung:



Zweipunkt Messung

Bei der Zweipunkt Messung wird die mittlere thermische Ausdehnung zwischen zwei Temperaturen erfaßt. Dazu wird nach dem Einlegen der Probe(n) die Starttemperatur angefahren und das Einschwingen des Meßsystems abgewartet. Danach wird die Endtemperatur angefahren und nach dem Einschwingen des Meßsystems aus der gemessenen Temperatur- und Längenänderung der Ausdehnungskoeffizient berechnet:

$$A_k = \frac{dl - dl_{ref}}{l_0 \cdot (T - T_{ref})}$$

A_k = Ausdehnungskoeffizient in [10E-4/K], l_0 = Länge bei Raumtemperatur in [mm], dl = Längenänderung in [μ m] bei Temperatur T , dl_{ref} = Längenänderung in [μ m] bei Temperatur T_{ref} , T = Meßtemperatur in [°C], T_{ref} = Referenztemperatur in [°C]

Bei der Zweipunkt Methode ist diese Messung um einen dritten Temperaturpunkt erweitert. D.h. es wird die mittlere thermische Ausdehnung für eine „niedrige“ und eine „hohe“ Temperatur, bezogen auf eine dazwischen frei wählbare Referenz-Temperatur in einem Durchlauf gemessen. Das Meßergebnis wird für jede Probe in einer eigenen ASCII- (Text-) Datei abgespeichert.



8 – Fach – Dilatometer L75 / 120 - LT

Kontinuierliche Messung

Bei der kontinuierlichen Messung wird nach dem Anfahren der Starttemperatur das Einschwingen des Meßsystems abgewartet. Danach wird die Endtemperatur mit einer Temperaturrampe angefahren. Während der Temperaturrampe wird die Längenänderung der Probe(n) und die zugehörige Temperatur kontinuierlich (z.B. alle Sekunden) gemessen. Die Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur (K/min) und die Abtastrate sind dabei, in gewissen Grenzen frei wählbar. Die Meßwerte werden für jede Probe in einer eigenen Binärdatei abgespeichert. Dieses Binärformat ist kompatibel zum Standard Dateiformat für LINSEIS Dilatometer, d.h. diese Dateien können ohne Konvertierung mit der Auswertesoftware WIN-DIL weiter bearbeitet und auch nach ASCII (Textformat für z.B. EXCEL) exportiert werden.

Übersicht Dateinamen und Auftragsnummern

Jede Probe, die gemessen wird ist einer Auftragsnummer zugeordnet. Diese Auftragsnummer wird auch in den zugehörigen Datenfile eingetragen. Da bis zu acht Proben gleichzeitig gemessen werden können, kann es sich dabei um bis zu acht Proben für einen Auftrag, acht Aufträge mit je einer Probe oder jeder der daraus möglichen Kombinationen handeln. Als Dateiname wird eine Kombination aus einer 7-stelligen Proben ID, dem Trennzeichen „X“ und der laufenden Nummer der Messung verwendet.

Bei der Zweipunkt-Messung wird die Endung „DIL“ angehängt, bei der kontinuierlichen Messung die Endung „IPR“.



Dilatante	
Temperatur	Thermosensord 1: 22.4°C
Delta L	01.1: 516.45µm 01.2: 658.00µm
Temperatur	Thermosensord 2: 22.6°C
Delta L	01.3: 103.55µm 01.4: 716.40µm
Temperatur	Thermosensord 3: 22.2°C
Delta L	01.5: 870µm 01.6: 825µm
Temperatur	Thermosensord 4: 22.2°C
Delta L	01.7: 68.75µm 01.8: 118.00µm