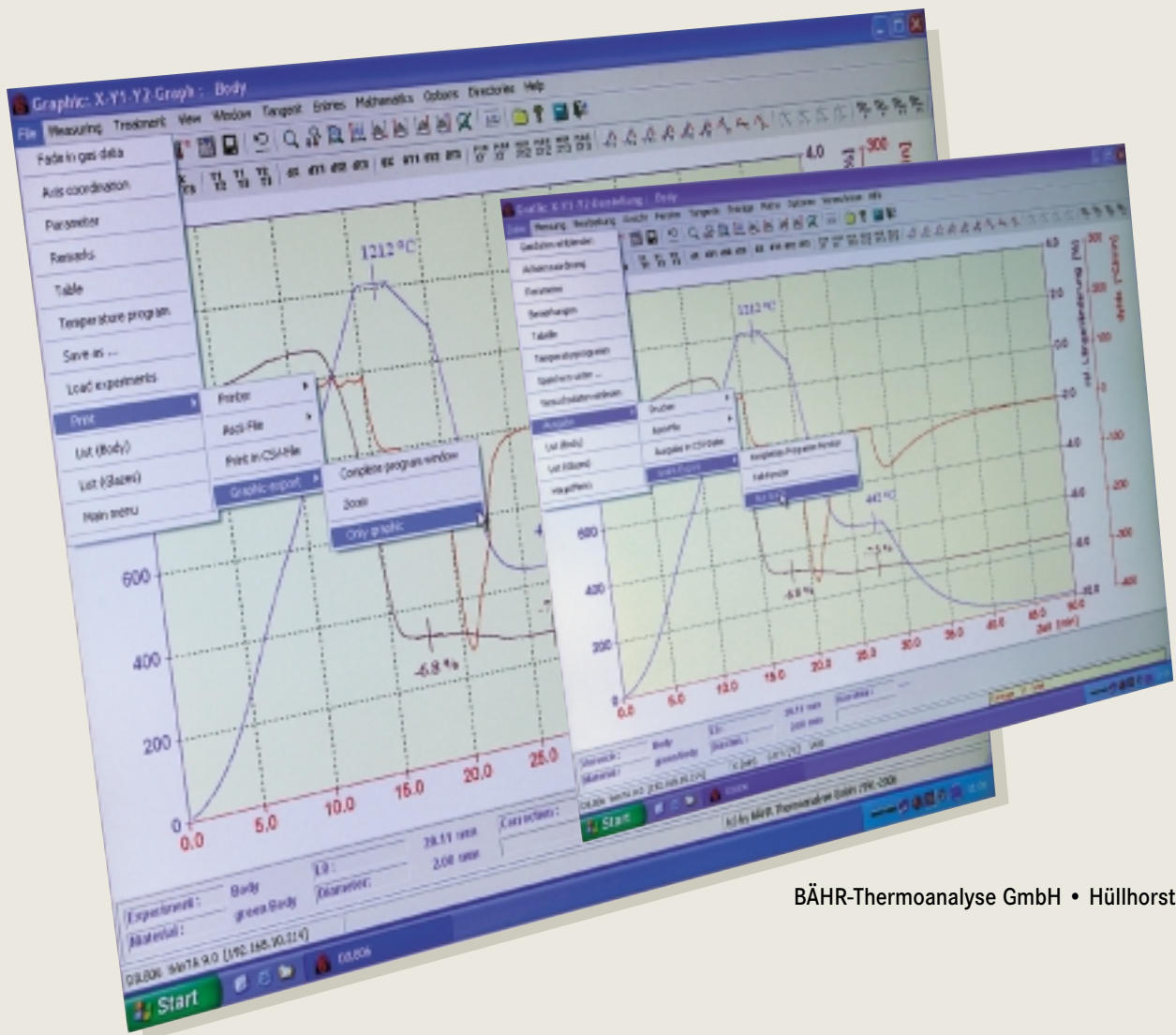


Dilatometer



BÄHR-Thermoanalyse GmbH • Hüllhorst

Inhalt

DILATOMETER

- | | | |
|----|---|----------------------------------|
| 4 | ■ Betrieb unter Vakuum und Schutzgas | DIL 801
DIL 802
DIL 803 |
| 6 | ■ Betrieb unter normaler Atmosphäre | DIL 801L
DIL 802L
DIL 803L |
| 8 | ■ Optisches Dilatometer | DIL 806 |
| 10 | ■ Thermomechanische Analyse | TMA 801
TMA 813 |
| 12 | ■ Abschreck- und Umformdilatometer | DIL 805A/D |

SOFTWARE, ÖFEN...

- | | | |
|----|---|--|
| 16 | ■ Software | |
| 20 | ■ Öfen für Dilatometer, Referenzmaterial | |
| 21 | ■ Temperaturmessung, Probenhalter | |
| 22 | ■ Leistungstabelle | |

Dilatometer

„Mit Dilatometern wird die thermische Längenänderung von Körpern in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen.“

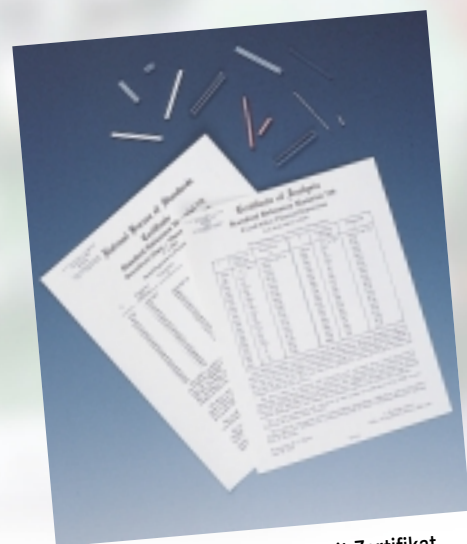
BÄHR-Thermoanalyse GmbH bietet dazu eine umfangreiche Palette von verschiedenen waagrecht und senkrecht arbeitenden Schubstangen-Dilatometern und optische Dilatometer für Messungen in unterschiedlichen Temperatur- und Atmosphärenbereichen an.

**Die hohe Messgenauigkeit und die komfortable Bedienung
sind herausragende Merkmale.**

Durch ständige Innovationen, z. B. Netzwerkanschluss, 32-Bit Software, digitale Verstärkertechnik und neue Temperaturstabilisierung der Messköpfe, wird ein sehr hoher Qualitätsstandard erreicht.

Folgende Parameter können mit Dilatometern bestimmt werden:

- Längenänderung
- Volumenänderung
- relative Längenänderung
- linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient
- differentieller thermischer Ausdehnungskoeffizient
- volumetrischer thermischer Ausdehnungskoeffizient
- Erweichungspunkt
- Transformationspunkt
- Quellverhalten
- Penetration
- Schrumpfung
- Dichteänderung



Referenzmaterialien werden mit Zertifikat geliefert





Dilatometer Typ 801 mit 1350°C Ofen,
Betrieb unter Vakuum und Schutzgas

DIL 801 (Standard-Dilatometer)

Das waagrecht arbeitende DIL801 ist ein Standard-Dilatometer für Routineaufgaben in beliebiger Atmosphäre.

DIL 802 (Differenz-Dilatometer)

Höchste Genauigkeitsanforderungen werden mit dem DIL802 erfüllt, da nur die Differenz zwischen 2 Proben gemessen wird und der Einfluss des Probenhalters eliminiert ist. Meistens verwendet man eine inerte und eine unbekannte Probe.

Bei dynamischen Temperaturwechseln, wie z.B. beim RCS (Rate-Control-Sintering) sowie im unteren Temperaturbereich, zeigen sich die weiteren Vorzüge des DIL802.

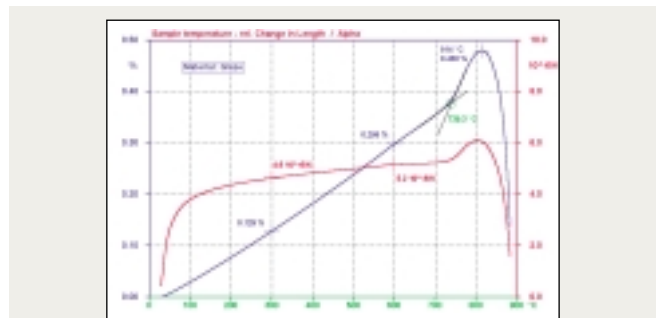
Durch leichten Umbau ist das DIL802 auch als Einproben-Dilatometer nutzbar.

DIL 803 (Zweiproben-Dilatometer)

Das DIL803 ist mit zwei Wegaufnehmern ausgestattet und erlaubt dadurch einen doppelten Probendurchsatz.



Dilatometer Typ 802 mit 2400°C Ofen



Linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient (α)
und relative Längenänderung ($\% \Delta l$) von einer Glasur

Technische Daten:

Probenlänge:	0 - 50mm
Probendurchmesser:	DIL 801 max. 14mm DIL 802 max. 7mm DIL 803 max. 7mm
Werkstoff/ Probenhalter:	Quarz, Al ₂ O ₃ , Saphir, Graphit, Wolfram
Längenänderung:	max. 4mm
Auflösung $\Delta l / T$:	10nm / 0,05°C
Genauigkeit in α :	DIL 801 0,03x10 ⁻⁶ [K ⁻¹] DIL 802 0,01x10 ⁻⁶ [K ⁻¹] DIL 803 0,03x10 ⁻⁶ [K ⁻¹]
Anpresskraft:	0,02 bis 1N einstellbar
Temperatur:	-160°C bis 2400°C, je nach Ofentyp
Atmosphäre:	Vakuum, Inert, Luft



Dilatometer Typ 802 mit Tieftemperatur-Ofen
und Gasversorgungseinheit

Dilatometer

Betrieb unter Vakuum und Schutzgas

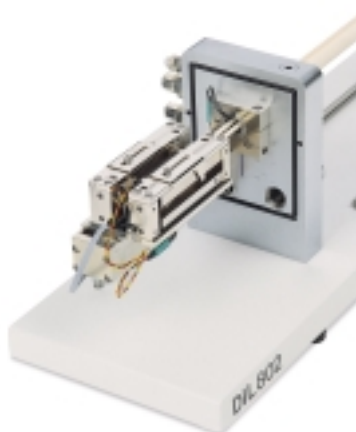
DIL 801

DIL 802

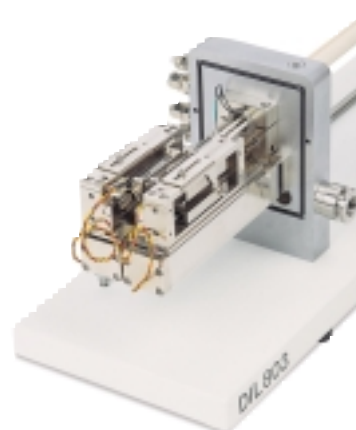
DIL 803



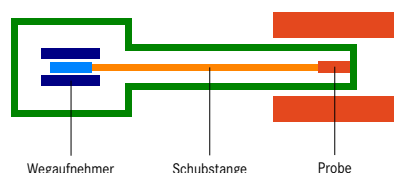
DIL 801 (Standard-Dilatometer)



DIL 802 (Differenz-Dilatometer)



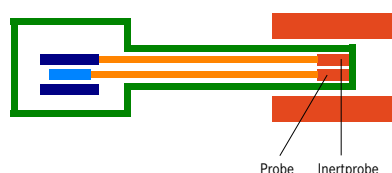
DIL 803 (Zweiprobe-Dilatometer)



Wegaufnehmer

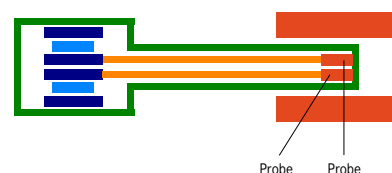
Schubstange

Probe



Probe

Inertprobe

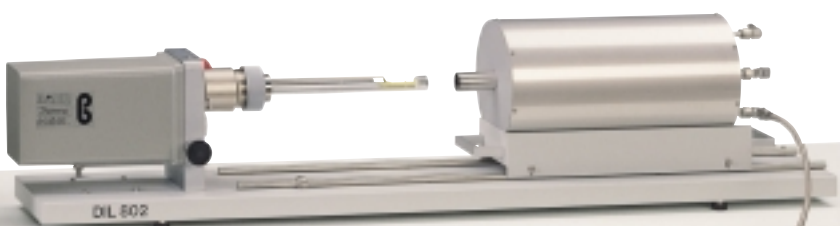


Probe

Probe

Gemeinsame Merkmale sind:

- Betrieb unter Vakuum und Schutzgas
- Temperaturbereich -160°C bis 2400°C
- hohe Auflösung von Δl und Temperatur
- unempfindlich gegen Erschütterungen
- thermisch stabilisierter Messkopf
- einstellbare Anpresskraft
- leicht austauschbare Meßsysteme
- digitale Verstärkertechnik
- Netzwerkanschluss
- professionelle 32-bit WinTA 9.0 Software





Dilatometer Typ 801L mit 1550°C Ofen,
Betrieb unter normaler Atmosphäre

DIL 801L (Standard-Dilatometer)

Das waagrecht arbeitende DIL 801L ist ein Dilatometer für Standardaufgaben in normaler Atmosphäre (Luft).

Daher ist das DIL 801L bestens für die Untersuchung von keramischen Werkstoffen geeignet.

DIL 802L (Differenz-Dilatometer)

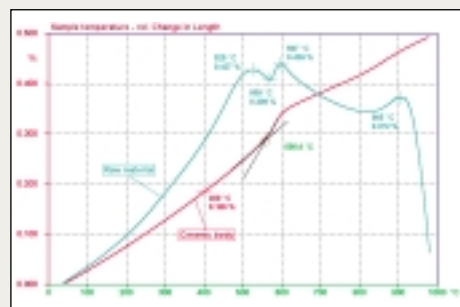
Mit dem DIL 802L wird eine hohe Messgenauigkeit erzielt, da nur die **Differenz zwischen 2 Proben** gemessen wird und der Probenhalter keinen Einfluss auf das Messergebnis hat.

Meistens werden eine Inertprobe (z.B. Al₂O₃ oder Quarz) und eine unbekannte Probe verwendet.

Gerade bei dynamischen Temperaturwechseln und im Raumtemperaturbereich hat das DIL 802L erhebliche Vorzüge.

DIL 803L (Zweiproben-Dilatometer)

Durch die Verwendung von zwei Wegaufnehmern können zwei unterschiedliche Proben gleichzeitig gemessen werden. Es wird dadurch ein **doppelter Probendurchsatz** erreicht.



Relative Längenänderung (%Δl) von einer gebrannten und ungebrannten Keramik

Technische Daten:

Probenlänge:	0 - 25 - 50mm
Probendurchmesser:	DIL 801L max. 14mm DIL 802L max. 7mm DIL 803L max. 7mm
Werkstoff/ Probenhalter:	Quarz, Al ₂ O ₃ , Saphir
Längenänderung:	max. 4mm
Auflösung Δl/ T:	20nm/ 0,1°C
Genauigkeit in α:	DIL 801L 0,05x10 ⁻⁶ [K ⁻¹] DIL 802L 0,03x10 ⁻⁶ [K ⁻¹] DIL 803L 0,05x10 ⁻⁶ [K ⁻¹]
Anpresskraft:	0,02 bis 1N einstellbar
Temperatur:	-160°C bis 1720°C, je nach Ofentyp
Atmosphäre:	normale (Luft)

Probenhalter – Meßsystem DIL 801L



Probenhalter – Meßsystem DIL 802L, DIL 803L



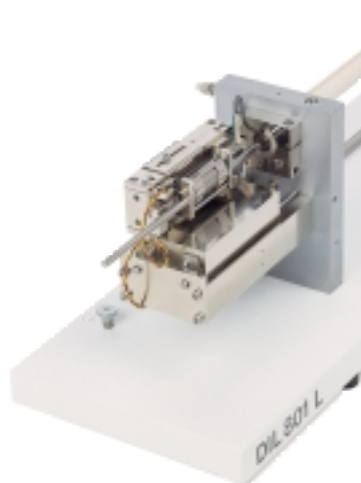
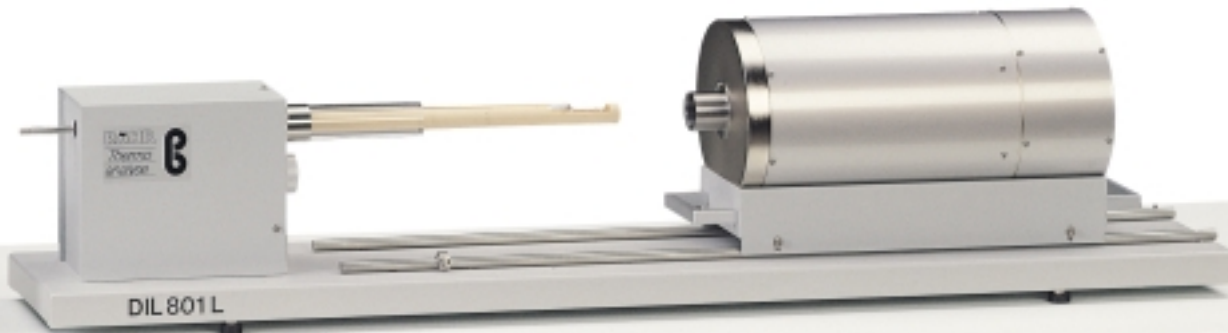
Dilatometer

Betrieb unter normaler Atmosphäre

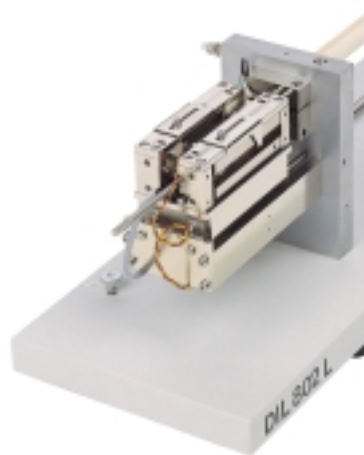
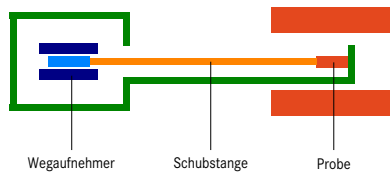
DIL 801L

DIL 802L

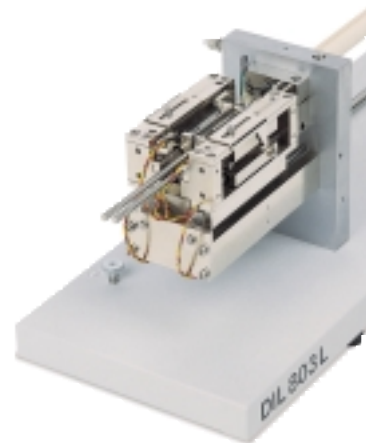
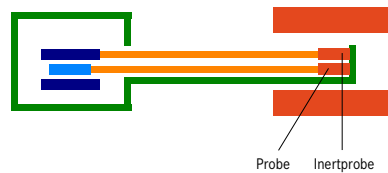
DIL 803L



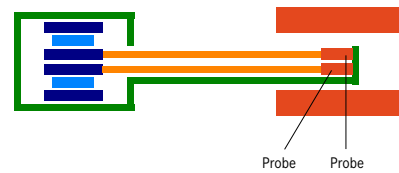
DIL 801L (Standard-Dilatometer)



DIL 802L (Differenz-Dilatometer)



DIL 803L (Zweiprobe-Dilatometer)



Gemeinsame Merkmale sind:

- Betrieb unter normaler Atmosphäre (Luft)
- Temperaturbereich -160°C bis 1720°C
- hohe Auflösung von Δl und Temperatur
- unempfindlich gegen Erschütterungen
- thermisch stabilisierter Messkopf
- einstellbare Anpresskraft
- leicht austauschbare Meßsysteme
- digitale Verstärkertechnik
- Netzwerkanschluss
- professionelle 32-bit WinTA 9.0 Software



Dilatometer DIL 806 mit 1400°C Ofen

DIL 806 Optisches Dilatometer

Das optische Dilatometer erfasst die Längenänderung der Probe berührungslos und ist deshalb zur Messung von dünnen sowie plastischen Proben ideal geeignet.

Der neu entwickelte Ofen ermöglicht Untersuchungen unter sehr dynamischen Bedingungen.

Messprinzip

Eine Hochleistungs-GaN-LED erzeugt über eine Diffusions-einheit und eine Kollimatorlinse einen parallelen Strahlengang auf die Probe.

Das Schattenbild der Probe wird im Empfänger über ein Filter und ein Linsensystem von einem hochauflösenden CCD-Sensor erfasst und von einem digitalen Randerkennungsprozessors ausgewertet.

Man nennt dieses Prinzip auch eine Messung nach der Abschattungsmethode.

Die Probe liegt im Zentrum des scheibenförmigen Ofens auf einer Plattform, wobei keinerlei Kräfte auf die Probe einwirken.

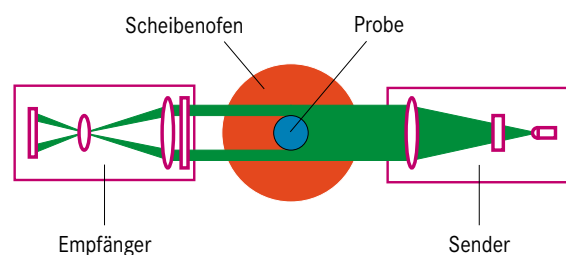
Dadurch ist es möglich dünne Proben, plastische Proben oder auch z.B. die fest-flüssig-fest Phase zu messen.

Spezielle Halterungen für dünne Proben oder Behälter zur Messung der fest-flüssig-fest Phasen stehen zur Verfügung.

Die Probe muss nicht exakt auf der Plattform positioniert werden. Sie muss sich lediglich im Strahlengang der optischen Messeinrichtung befinden.

Die Anfangslänge wird automatisch ermittelt und gespeichert, um später zur Berechnung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zur Verfügung zu stehen.

Da es sich bei dieser optischen Messmethode um ein absolutes Verfahren handelt, besteht auch keine Notwendigkeit die Messergebnisse anschließend zu korrigieren.

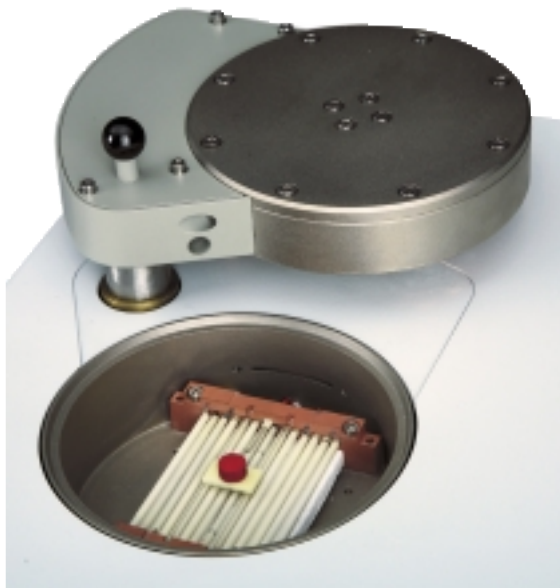


Technische Daten:

Probenlänge:	0,3 - 30mm
Probenhöhe:	max. 10mm
Längenänderung:	max. 29mm
Auflösung Δl , T:	50nm, 0,1°C
Genauigkeit in α :	$0,1 \times 10^{-6} [K^{-1}]$
Temperatur:	-160°C bis 700°C Rt - 1100°C Rt - 1400°C
Atmosphäre:	Vakuum, Inertgas, Luft

Ausstattungsmerkmale des Dilatometers

- optische Längenänderungsmessung
- absolutes Messverfahren
- keine Anpresskraft
- automatische Bestimmung der Anfangslänge
- roboterfähig
- unempfindlich gegen Erschütterungen
- sehr dynamischer Ofen
- digitale Verstärkertechnik
- integriertes Prozessorsystem
- keine ständige Verbindung zum Hauptrechner notwendig
- Netzwerkanschluss
- professionelle 32-Bit WinTA 9.0 Software



Ofen

Die neue Ofentechnik wurde speziell für das optische Dilatometer entwickelt.

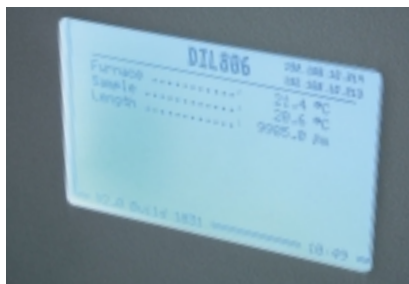
Es handelt sich dabei um einen Ofen mit jeweils einem scheibenförmigen Heizelement oberhalb und unterhalb der Probe.

Durch diese Anordnung der Heizelemente wird im Probenraum ein absolut gleichförmiges Temperaturprofil erzeugt.

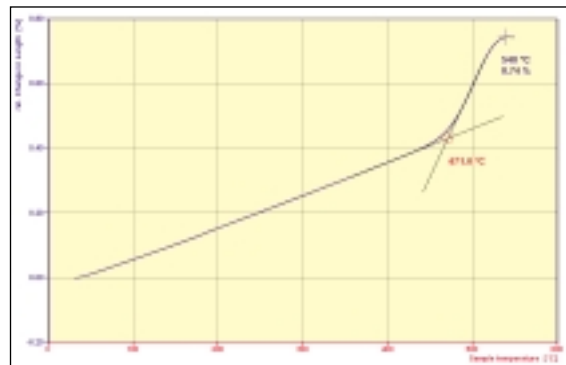
Ein weiteres Merkmal dieses Ofens ist, dass dieser aufklappbar und dadurch ein einfaches Einlegen der Probe, auch durch Robotertechnik, möglich ist.

Aufheizgeschwindigkeiten von max. 100K/min und eine Abkühlzeit von 1400°C auf 50°C in 10min ermöglichen eine zügige Versuchsdurchführung.

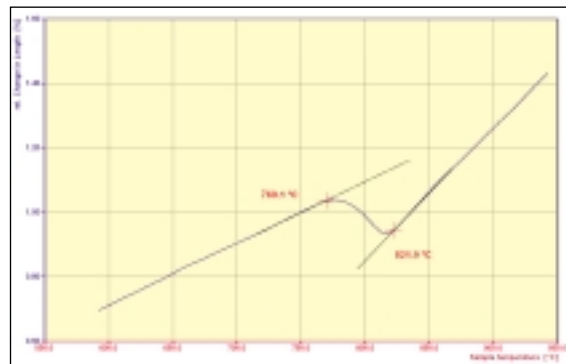
Die Temperaturführung kann sowohl über die Ofentemperatur als auch über die Probentemperatur erfolgen.



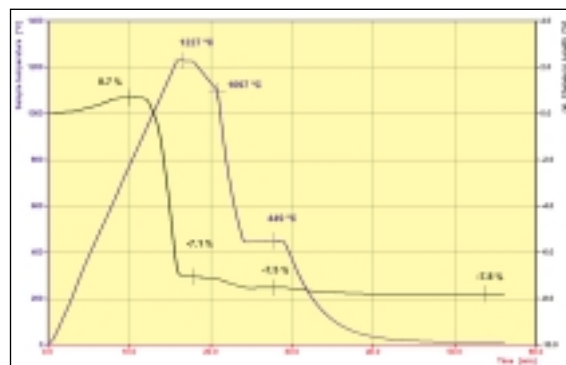
Digitalanzeige DIL 806



Glas



Stahlfolie 0,2mm



Keramik (Schnellbrand)





Thermomechanische Analyse

Bei der thermomechanischen Analyse wird die Längenänderung von Körpern unter der Einwirkung einer konstanten oder dynamischen Kraft in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen.

TMA 801 mit 1500°C Ofen • Thermomechanischer Analysator für den Hochtemperaturbereich

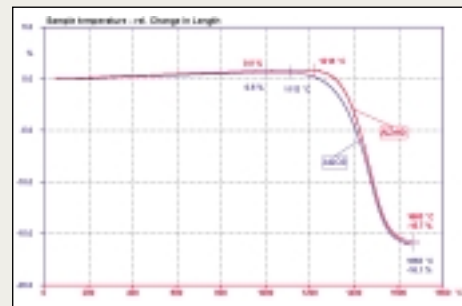
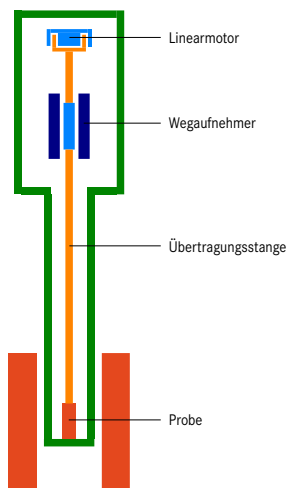
TMA 801

Der senkrecht arbeitende thermomechanische Analysator TMA 801 ist für den Betrieb unter Schutzgas, Vakuum und Luft im Temperaturbereich von -160°C bis 2400°C ausgelegt.

Besonderes Merkmal ist der **Linearmotor zur Erzeugung von konstanten Druckkräften**.

Durch die niedrigen Anpresskräfte ist die TMA 801 prädestiniert für die **Untersuchung von Sinterprozessen, RCS (Rate-Control-Sintering) und die Bestimmung von Erweichungspunkten**.

Verschiedene Meßsysteme aus Quarz, Al₂O₃, Saphir, Graphit und Wolfram mit unterschiedlichen Formen (rund, flach, spitz) und ein Biegelager können verwendet werden.



Relative Längenänderung (%Δl) von Al₂O₃ und Al₂O₃/90Zr

Technische Daten:

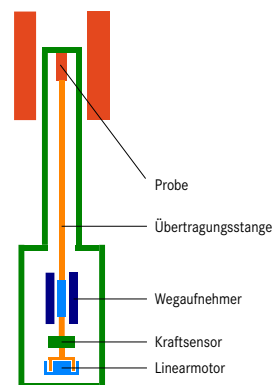
Probenlänge:	0 - 25mm
Probendurchmesser:	14mm bzw. 20mm
Werkstoff/ Probenhalter:	Quarz, Al ₂ O ₃ , Saphir, Graphit, Wolfram
Längenänderung:	max. 5mm
Auflösung Δl/ T/F:	10nm/ 0,05°C/ 5mN
Genauigkeit in α:	0,05x10 ⁻⁶ [K ⁻¹]
Anpresskraft:	0,01 bis 2,5N
Temperatur:	-160°C bis 2400°C, je nach Ofentyp
Atmosphäre:	Vakuum, Inert, Luft



Meßsysteme mit unterschiedlichen Formen (rund, flach, spitz) und Biegelager können verwendet werden.



TMA 813 • Thermomechanischer Analysator



TMA 813

Der senkrecht arbeitende thermomechanische Analysator TMA 813 ist mit einem **Magnetsystem zur Erzeugung von konstanten und dynamischen Druck- und Zugkräften** und einer **reibungsfreien Wegaufnehmerlagerung** ausgestattet und wird deshalb vorwiegend für folgende Messaufgaben eingesetzt:



Probe

Meßsystem

Bei geringer konstanter Last (0,01 - 0,1N)

- Bestimmung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten
- Volumenänderungen
- Phasenumwandlungen
- Untersuchung von Sinterprozessen
- Erweichungspunkte
- Transformationspunkte
- Quellverhalten

Bei erhöhter konstanter Last (0,01 - 1N)

- Penetration
- Zug- und Druckversuche
- 3-Punkt Biegeversuch

Bei dynamischer Last (0,05 - 50 Hz)

- Viskoelastisches Verhalten

Für die beschriebenen Aufgaben stehen eine große Auswahl von Meßsystemen aus Quarz und Al_2O_3 , welche zur **Prüfung von z.B. Festkörpern, Fäden, Folien, Pulver, Pasten und Flüssigkeiten** verwendet werden können, zur Verfügung.

Der Probenraum ist für **Hochvakuum und statischen oder dynamischen Schutzgasbetrieb** ausgelegt. Die automatisierte Probeneinbringung sowie die dynamischen Öfen mit Heizraten von 100K/min und Kühlraten von 50K/min ermöglichen eine einfache und schnelle Versuchsdurchführung.

Das umfangreiche Softwarepaket (WinTA 9.0) und die Netzwerkschnittstelle lassen in Bezug auf Bedienungskomfort keine Wünsche offen.

Technische Daten:

Probenlänge:	0 - 25mm
Probandurchmesser:	max. 12mm
Werkstoff/ Probenhalter:	Quarz, Al_2O_3
Längenänderung:	max. 5mm
Auflösung $\Delta l / T / F$:	10nm/ 0,05°C/ 5mN
Genauigkeit in α :	$0,05 \times 10^{-6} [K^{-1}]$
Anpresskraft:	0,01 bis 1N
Frequenz:	0.05 - 50 Hz (Sinus und Rechteck)
Temperatur:	-160°C bis 1700°C, je nach Ofentyp
Atmosphäre:	Vakuum, Inert, Luft

DIL 805A/D

Dieses spezielle Dilatometer kommt bei der Ermittlung von *Umformparametern* und für die Erstellung von *ZTU-, UZTU- und ZTA-Schaubildern* zum Einsatz.

Hohe Aufheizgeschwindigkeiten von bis zu 4000K s^{-1} und Abkühlgeschwindigkeiten von 2500K s^{-1} sowie Umformgeschwindigkeiten von $0,01$ bis 125 mm s^{-1} sind die wesentlichen Merkmale.

Die gesamte Elektronik arbeitet digital und mit eigenen Prozessorsystemen zur Steuerung und Regelung des HF-Generators, Hydrauliksystems, Messdatenerfassung, Gasversorgung, Vakuumeinheit und Sicherheitseinrichtungen.

Arbeitsweise des Abschreckdilatometers

Eine *Voll- oder Hohlprobe* wird induktiv auf ein Temperaturplateau aufgeheizt und dann mit verschiedenen (linearen oder exponentiellen) Geschwindigkeiten kontinuierlich *abgekühlt*.

Die in dem kontinuierlichen Abkühlungsprozess oder in der isothermen Haltephase auftretenden *Phasenumwandlungen* (welche übrigens auch mehrstufig sein können) sind aus der Längenänderung ersichtlich.

Eine Kurvenschar mit den Abkühlkurven ergibt ein *kontinuierliches oder isothermes ZTU-Schaubild* (Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild).

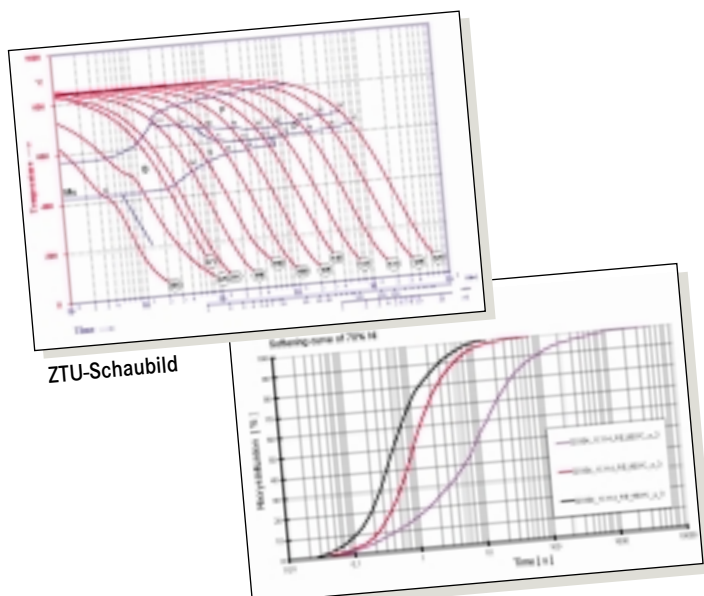
Beginn und Ende der Umwandlungen grenzen die Felder von z.B. Ferrit, Carbid, Graphit, Perlit, Bainit, Martensit oder anderen eutektoidischen Phasengemengen ab.

Arbeitsweise des Umformdilatometers

Eine *Vollprobe* wird bei einer beliebigen Temperatur mit unterschiedlichsten Umformprogrammen (z.B. linear, mehrstufig, mit einer konstanten Umformrate, mit konstanter Kraft) *gestaucht*.

Anschließend kann wie beim Abschreckdilatometer ein *Abkühlungsprozess zur Ermittlung eines UZTU-Schaubildes* (Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild nach einer Umformung) durchgeführt werden.

Eine weitere Anwendung ist die Untersuchung von Kriech- u. Relaxationvorgängen.



ZTU-Schaubild



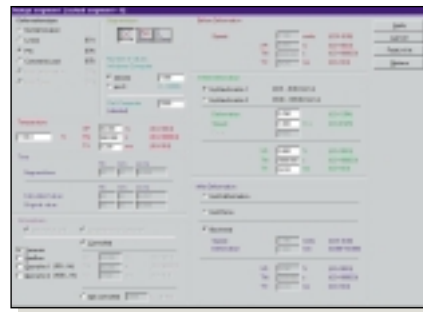
Folgende Parameter werden ermittelt:

t	Zeit (absolut u. relativ)
$T_{1,2,3}$	Temperatur
Δl	Längenänderung
$\% \Delta l$	rel. Längenänderung
α	linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient
dy/dx	1. Ableitung
d^2y/dx^2	2. Ableitung
F	Kraft
ϵ	Umformung
k_f	Fließspannung
$\dot{\varphi}$	Umformgeschwindigkeit
φ	Umformgrad
•	HF-Leistung
•	Stellgröße der Ventile
•	Vakuum
•	umgewandelter Anteil

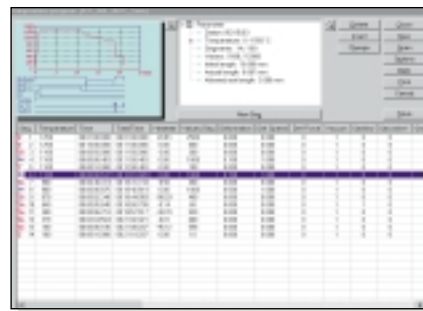
Entfestigungs-Diagramm



Dilatometer DIL 805A/D
Abschreck- und Umformdilatometer



Eingabeseite für Versuchssegmente



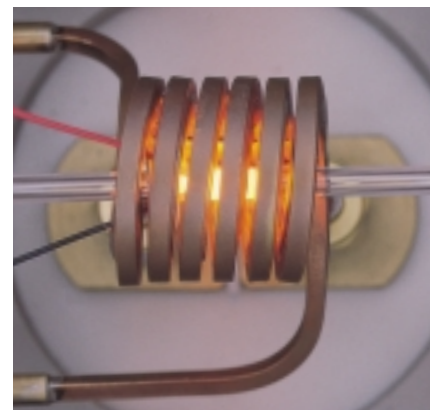
Liste der Versuchssegmente

Leistungsübersicht DIL 805A/D

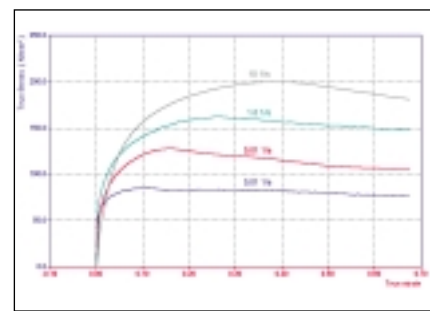
Temperaturbereich abhängig vom Probenwerkstoff: DIL805A 20°C – 1500°C und –150°C – 1100°C
DIL805D 20°C – 1500°C

Heizprinzip: induktiv
Probenwerkstoff: elektrisch leitende Festkörper
Atmosphäre: Schutzgas, Vakuum, Luft
Auflösung $\Delta l / ^\circ\text{C}$: 0,05 $\mu\text{m} / 0,05^\circ\text{C}$

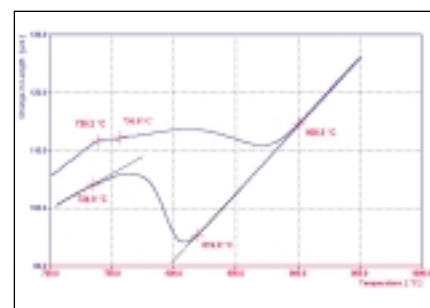
	Abschreckdilatometer	Umformdilatometer
Probengeometrie:	Vollproben und Hohlproben ca. $d=4\text{mm}$, $l=10\text{mm}$	Vollproben ca. $d=5\text{mm}$, $l=10\text{mm}$
Aufheizgeschwindigkeit:	max. 4000K s^{-1}	max. 100K s^{-1}
Abkühlgeschwindigkeit:	max. 2500K s^{-1}	max. 100K s^{-1}
Umformkraft:		max. 25kN
Deformationsgeschwindigkeit:		$0,01 - 125\text{mm s}^{-1}$
Umformgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$:		$0,001 - 12,5\text{ s}^{-1}$
Umformgrad φ :		$0,05 - 1,2$
Umformweg:		bis auf 3mm Probenrestlänge beliebig
Anzahl der Umformschritte: min. Pausen zwischen den Umformungsschritten:		40ms



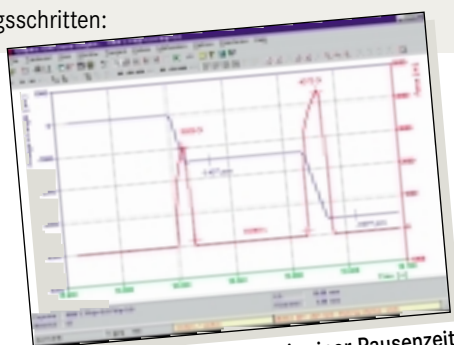
Abschreckprobe bei 1050°C



Fließkurven

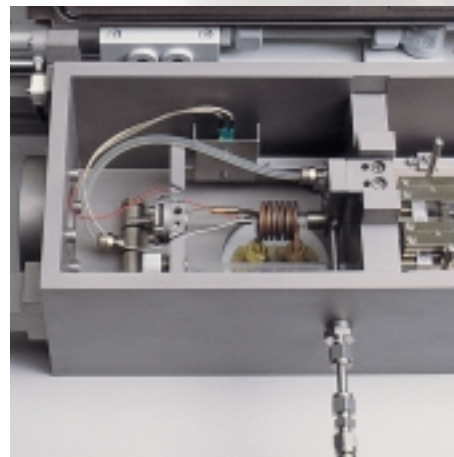


Phasenumwandlung



Zweistufige Umformung mit einer Pausenzeit von 40ms

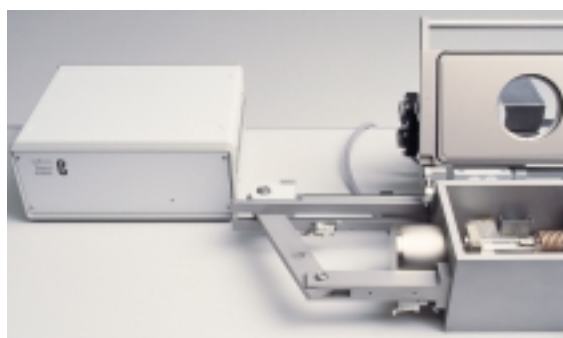




**Erweiterung für DIL 805A:
Tieftemperatur -160°C bis 1300°C**

Über ein Magnetventil wird flüssiger Stickstoff (LN₂) aus dem Dewar direkt zur Probe geleitet.

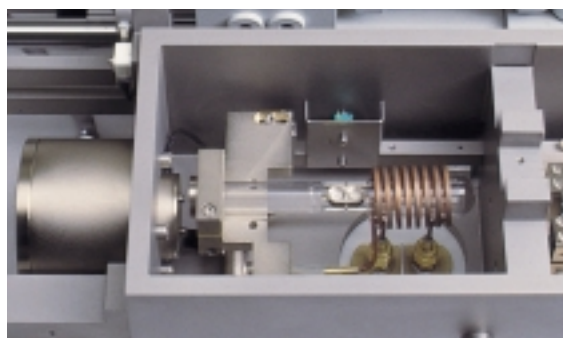
Der softwaremäßige Regler fordert nur die tatsächlich benötigte Menge LN₂ an.



Erweiterung: Zugadapter ausgelegt für Wechsellast (Druck-Zug)
Während des Heiz- und Kühlprozesses kann sich die Probe frei ausdehnen.

- Zug- und Druckkraft max. 8kN
- Umformgeschwindigkeit max. 20mm/s
- Umformweg: max. +/-5mm
- Aufheiz- u. Abkühlgeschwindigkeit: max. 100K/s

Typische Probengeometrie:
d=5mm, l=10mm plus Einspannlänge von je 30mm



Erweiterung: DTA/DSC Messkopf, max. 1400°C

Speziell für die Untersuchung von Phasenumwandlungen und Ausscheidungsvorgängen in Metallen wurde dieser DTA/DSC Messkopf entwickelt.

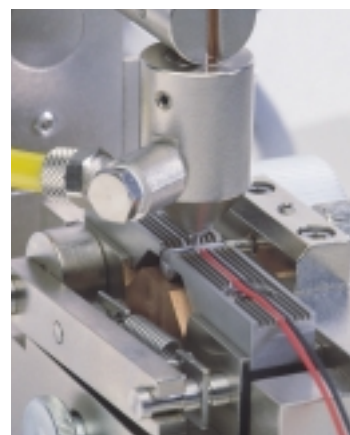
Der Messkopf ist für Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeiten von bis zu 600K/min ausgelegt.

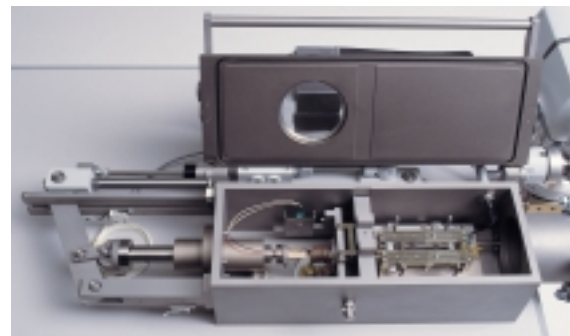
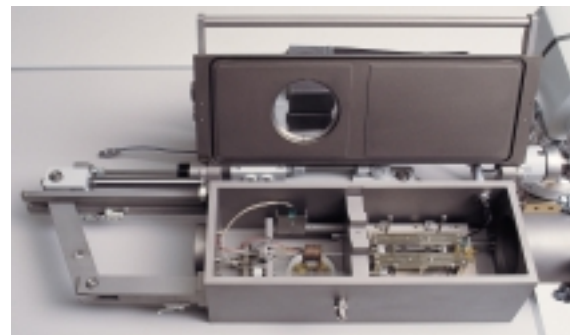
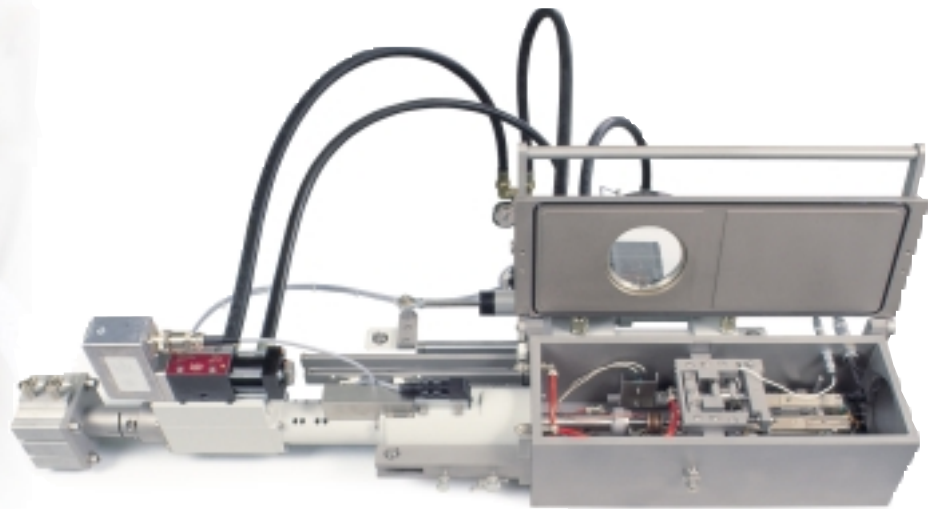
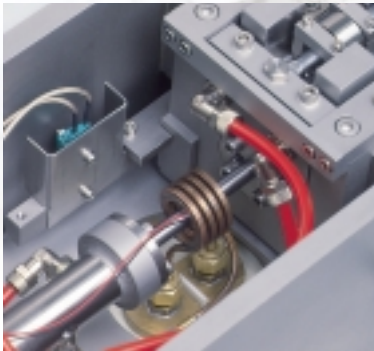


Zubehör: Punktschweißgerät

Mit dem Punktschweißgerät werden Thermoelemente reproduzierbar auf den Proben befestigt.

Der Schweißstrom, die Schweißdauer und die Anpresskraft sind einstellbar. Eine Schutzgasdusche sorgt für eine einwandfreie Schweißung.





Abschreckmesskopf

Bei geöffneter Messkammer erkennt man in der rechten Kammerhälfte den Wegaufnehmer und in der linken die im Quarzmeßsystem eingespannte Probe.

Der Induktor besteht aus zwei Spulen, wobei die innere Spule zur Gasabschreckung benutzt wird.

Um Abkühlgeschwindigkeiten von 2500Ks^{-1} zu erreichen, kann durch eine Hohlprobe zusätzlich noch Gas geleitet werden.

Deformationsmesskopf

Durch den Einbau bzw. Austausch von Komponenten kann das Abschreckdilatometer sehr schnell (max. 10min) zu einem Deformationsdilatometer umgebaut werden.

Auf dem Bild sieht man links den außenliegenden Kraftsensor sowie in der linken Kammerhälfte das Al_2O_3 -Meßsystem. Es können Proben mit bis zu max. 3 Thermoelementen verwendet werden.



Erweiterung: Alpha-Meßsystem aus Quarz für hochgenaue Ausdehnungsmessungen



Erweiterung: Heizring für nichtelektrisch leitende Proben



Die Meßsysteme können aus Quarz, Al_2O_3 und Si_3Ni_4 bestehen



Vollkommen neue Maßstäbe setzt die innovative *Interface-Technologie* in Kombination mit der Software *WinTA 9.0*, da sie es ermöglicht, ein Dilatometer von jedem beliebigen Platz aus zu steuern.

Interface-Technologie und Software

Das Messgerät hat einen eigenen Prozessor, welcher mit einem externen Auswertungs- und Programmierrechner über eine serielle (RS232) Verbindung oder Netzwerkverbindung (LAN) kommuniziert.

Nach dem Starten der Datenaufnahme arbeitet der Prozessor eigenständig weiter.

Alle relevanten Daten und Informationen werden auf dem Dilatometer-Display und auf dem Auswertungs- und Programmierrechner angezeigt und auf dem Messgerät gespeichert.

Eine ständige Verbindung zum Auswertungs- und Programmierrechner ist während der dynamischen Versuchsdurchführung nicht notwendig.

Während der Versuchsdurchführung kann auf dem Auswertungs- und Programmierrechner eine Auswertung der bis dahin erfassten Daten oder ein Abbruch der Versuchsdurchführung vorgenommen werden.

Nach Beendigung des Versuchs werden die Versuchsdaten komplett vom Messgerät auf den Auswertungs- und Programmierrechner übertragen und können dort mit der WinTA 9.0 Software ausgewertet werden.

Externer Auswertungs- und Programmierrechner (optional):

Soll das Dilatometer von unterwegs oder von zu Hause aus bedient werden, benötigt man das Internet und das VPN „Virtual Private Network“ sowie die WinTA 9.0 Software.

Zweitlizenz (optional):

Ist keine Netzwerkverbindung vorhanden, soll aber trotzdem eine Auswertung der Daten an einem Zweitrechner erfolgen, so ist dies mit einer zweiten Auswertungslizenz möglich.

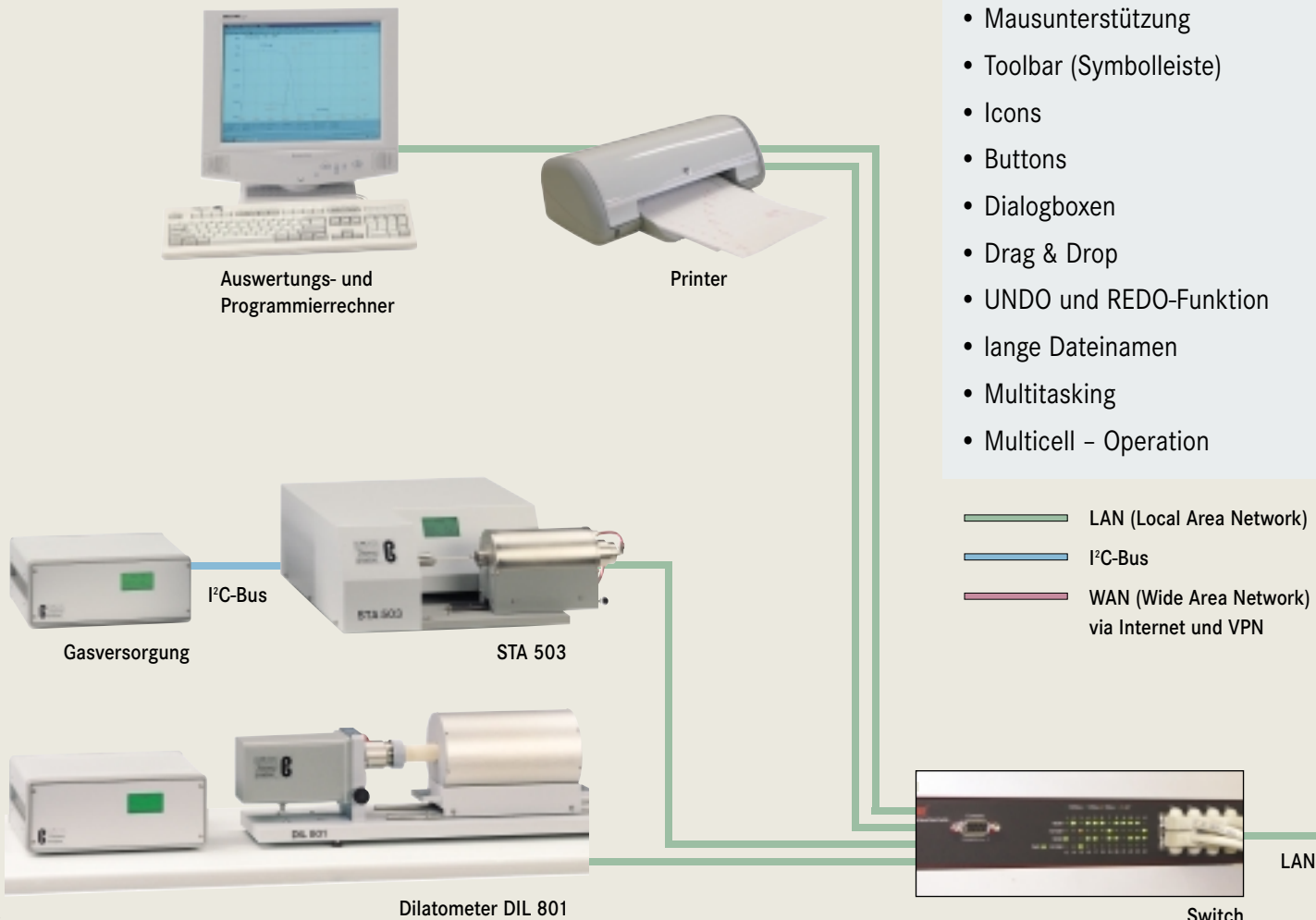
Software WinTA 9.0:

Mit der neuen professionellen WinTA 9.0 32-bit Software unter Windows® 98/ME/2000/NT4.0/XP steht dem Anwender ein leistungsfähiges und bedienerfreundliches Werkzeug zur Verfügung.

WinTA 9.0 wurde Windows®-konform programmiert und macht dadurch den Einstieg leicht.

Dazu gehören:

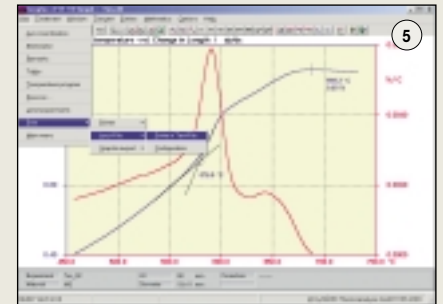
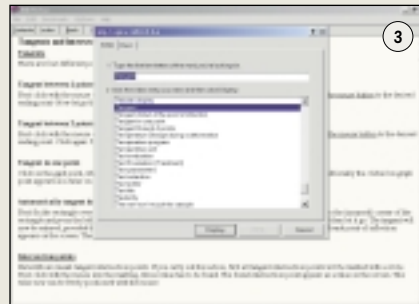
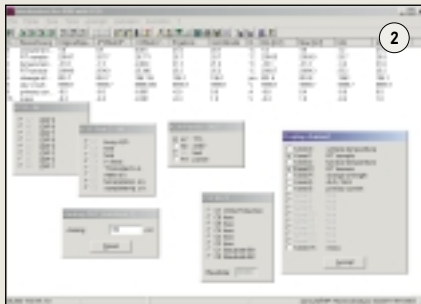
- Fenstertechnik
- Mausunterstützung
- Toolbar (Symbolleiste)
- Icons
- Buttons
- Dialogboxen
- Drag & Drop
- UNDO und REDO-Funktion
- lange Dateinamen
- Multitasking
- Multicell – Operation





Konfiguration

- 1) Einstellung von Font und Farben
- 2) Serviceebene
- 3) Hilfe-System



Temp	Delta L ₁₀	Delta L ₂₀	Delta L ₃₀	Delta L ₄₀	Delta L ₅₀
10	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
20	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
40	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
50	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
60	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
70	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
80	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
90	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000

Auswertung

- 4) Tabellarische Auswertung von Fix-Punkten
- 5) x y₁ y₂ Darstellung von Ton
- 6) Tabellarische Darstellung der Messwerte
- 7) x y₁ Mehrkurvendarstellung
- 8) mathematische Funktionen



Temp	Delta L ₁₀	Delta L ₂₀	Delta L ₃₀	Delta L ₄₀	Delta L ₅₀
10	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
20	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
40	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
50	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
60	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
70	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
80	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
90	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000



Externer Auswertungs- und Programmierrechner

WAN



Firewall/ Router

Modul-Messung

Alle für die Durchführung der Versuche notwendigen Programme und Informationen werden hier erstellt, verwaltet und dann an das Messgerät übergeben.

Temperaturprogrammierung

- max. 100 Segmente
- nachträgliche Änderung des Temperaturprogramms
- Datenverteilung pro Segment (absolut, prozentual oder pro Kelvin)
- Programmierung nur innerhalb des zulässigen Grenzdatenbereichs
- Steuerspuren für Gas und Vakuum
- RCS (Rate-Control-Sintering) Eingabe der Sinterrate
- Speicherung des Temperaturprogramms
- Drucken

Eingabe der relevanten Probandaten

- Länge, Querschnitt, Gewicht, Werkstoff, Atmosphäre, usw.

Eingabe eines Bemerkungstextes zur Dokumentation

Eingabe des Versuchsnamens

- keine doppelten Dateinamen möglich

Während der Messung

Anzeige numerisch auf dem Messgerät

- Proben temperatur
- Ofentemperatur (Soll/ Ist)
- Längenänderung
- Gasart und Durchfluss (Soll/ Ist)
- Wasserdurchfluss
- Zeit (Restzeit des Versuches)
- Segmentnummer

Anzeige grafisch und numerisch auf dem Auswertungs- und Programmierrechner

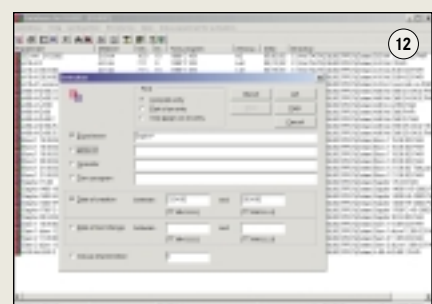
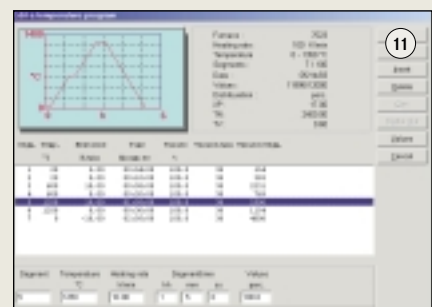
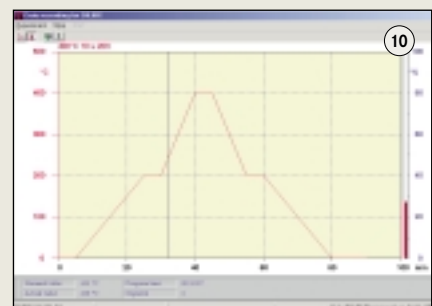
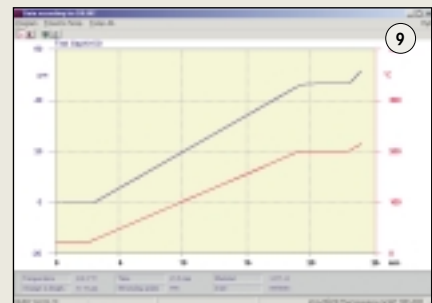
- freie Zuordnung der Achsen
- T, ΔL , $\% \Delta L$, t (absolut u. relativ), α , dy/dx , d^2y/dx^2 , I, U, Vergleichstellentemperatur, Ofentemperatur
- Wenn kein Temperaturprogramm eingeblendet ist, erfolgt die Anzeige immer in bestmöglicher Skalierung.
- Kontinuierliche Speicherung der Messdaten *auf dem Messgerät*. Es ist *keine ständige Verbindung* zum Auswertungs-PC notwendig. Ein möglicher Verbindungsabbruch hat keinen Datenverlust zur Folge!
- Ständige Auswertungsmöglichkeit von zuvor gefahrenen Versuchen
- Jederzeit die Möglichkeit des Abbruchs eines Versuchs mit Datenspeicherung

Überwachung der Anlage

Die Anlage wird ständig überwacht, so dass z.B. bei Thermoelementbruch, Wasserausfall, zu hoher Temperaturdifferenz zwischen Probe und Ofen automatisch der Versuch abgebrochen wird und die bis dahin aufgenommenen Daten gespeichert werden.

Messung – Datenbank

- 9) 1. Bildschirmseite mit allen Bearbeitungsmöglichkeiten
- 10) 2. Bildschirmseite inkl. Temperaturprogramm
- 11) Erstellen oder Ändern eines Temperaturprogramms
- 12) Datenbank mit Suchfenster



Sie wollen auch in Zukunft am Ball bleiben?

Dieser Forderung haben wir Rechnung getragen: Updates der Software können einfach und binnen kürzester Zeit per CD, E-Mail oder Internet auf Ihr System übertragen werden.

Modul Auswertung

Hier zeigt sich die wahre Stärke von WinTA 9.0. Mit einem „Look und Feel“, wie Sie es aus anderen Windows Programmen gewohnt sind, können Sie sofort Messergebnisse bearbeiten, auswerten und dokumentieren. Es stehen eine große Anzahl von grafischen und mathematischen Funktionen zur Verfügung:

- freie Zuordnung der Achsen und als Default fixierbar z.B.: t (absolut u. relativ), T, Δt , $\% \Delta t$, α (linear u. differentiell), γ Dichte, $\% Dichte$, dy/dx , d^2y/dx^2 , I, U, Vergleichsstellentemperatur, Ofentemperatur, Gasdurchflussmenge
- 2-4 Achsen können gleichzeitig zugeordnet werden
- Gleichzeitige Darstellung von bis zu 30 Kurven
- Automatische Korrekturberechnung
- Darstellung der Korrekturfunktion
- Automatische Probenhalterkorrektur
- Tabellarische Darstellung
- Tangenten (automatisch und manuell) mit Schnittpunktbestimmung
- Glätten mit wählbaren Intervallen
- Datenreduktion durch monotonen Glätten
- Fenster, Zoom, beides im Auto- oder Festskalierungsmodus
- Bild im Bild (PIP und FLIP)
- Positionierhilfe des Cursors
- Wertebestimmung (einzeln, paarweise, Differenz, Mittelwert usw.)
- mehrzeilige Texteingabe mit freier Fontwahl und Korrekturmöglichkeit
- automatische Erweichungs- u. Transformationspunkt-erkennung
- Markieren von Messpunkten
- Löschen von Messpunkten
- Mittelwertbildung
- Automatische Nullung von z.B. mehreren Kurven
- Mathematische Funktionen, (z.B. Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren, 1. u. 2. Ableitung)
- UNDO u. REDO Funktion
- Durchgehende Integration von Eigenschaftsmenüs zum nachträglichen bzw. schnellen Ändern von grafischen Objekten, Einträgen, Tangenten usw.
- Druckvorschau
- WYSIWYG - Darstellung, insbesondere bei Farbdruckern
- Bearbeitungszustand speichern (z.B. mit Tangenten, Werten usw.)
- Export- u. Importfunktion als Tabelle im ASCII- und Excel®-Format
- Export als Grafik in den Formaten BMP, TIF, EMF und JPG
- Datenbank mit frei wählbarer Struktur, Filter, Übernahme in die Auswertung
- Speicherung der Kurve inklusive des Bearbeitungs-zustandes
- Speichern unter

Modul Konfiguration

Zum einen gibt Ihnen das Konfigurationsprogramm der WinTA 9.0 - Software die Möglichkeiten, Farben Fonts und andere Parameter für die grafische und tabellarische Darstellung einzustellen.

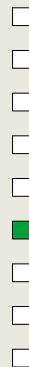
Zum anderen sind hier diverse Optionen und messgeräte-spezifische Einstellungen vorzunehmen:

- Fonts für Parameter, Texte, Einträge, Skalierung
- Alle Farben
- Drucklayout inkl. Firmenlogo und Adresse
- Programm-Sprache Deutsch oder Englisch mit zugehöriger Online-Hilfe
- Wahl der Sprache für den grafischen oder tabellarischen Ausdruck
- Achsenskalierung linear oder logarithmisch
- Temperaturskalierung in °C, °F, K
- Strichstärkenwahl
- Wahl des angeschlossenen Ofens
- Festlegung der Verzeichnisstruktur
- LAN-Einstellungen

Modul Datenbank

Die Suche nach der Nadel im Heuhaufen, sprich der direkte Vergleich der Daten, ist durch die Multifunktionen der Datenbank einfacher denn je:

- frei wählbare Struktur und Layout der Datenbank
- Nach Versuchende automatische oder spätere Eintragung in die Datenbank
- Erstellung eigener Filter
- Gezielte Suche nach z.B. Datum, Werkstoff, Benutzer, Temperaturprogramm
- Sortierung
- Direkte Übernahme des Versuchs aus der Datenbank in die Auswertung
- Löschen und externe Archivierung von Datensätzen





Referenzmaterialien werden auch mit Zertifikat geliefert.

Referenzmaterialien

Die gemessene Längenänderung ist immer eine Differenzmessung. Mit Ausnahme vom DIL802 u. DIL802L wird immer die Differenz zwischen Probe und Probenhalter gemessen. Beim DIL802 u. DIL802L wird die Differenz zwischen zwei Proben gemessen.

In allen Fällen muss aber zur exakten Ermittlung der Längenänderung ein Korrekturversuch (siehe DIN 51045) durchgeführt werden. Hierfür wird ein Vergleichskörper aus Platin, Saphir, Wolfram, Quarz, Borosilikat-Glas oder Kupfer verwendet. Der Korrekturversuch sollte unter ähnlichen Bedingungen (Aufheizgeschwindigkeit, Probenhalter, Ofentyp, Atmosphäre, Wärmeleitfähigkeit, Probengeometrie, etc.) durchgeführt werden wie der später zu korrigierende Versuch.

Vergleichskörper	Temperaturbereich	$\alpha \cdot 10^6 [K^{-1}]$
Borosilikat	-193°C bis 407°C	4
Quarz	-193°C bis 727°C	0,5
Kupfer	-253°C bis 527°C	17
Platin	20°C bis 1620°C	10
Saphir	20°C bis 1727°C	9,5
Wolfram	-196°C bis 1527°C	4

Die Differenz aus theoretischer und gemessener Längenänderung wird als relative Korrekturfunktion abgespeichert und kann auch grafisch dargestellt werden.



Temperaturbereich:
-160°C bis 700°C



Temperaturbereich:
20°C bis 1300°C



Temperaturbereich:
20°C bis 1350°C



Temperaturbereich:
20°C bis 1500°C



Temperaturbereich:
20°C bis 1550°C



Temperaturbereich:
120°C bis 1720°C



Temperaturbereich:
300°C bis 2400°C

Öfen für Dilatometer

Temperaturbereich	-160°C bis 700°C	20°C bis 1300°C	20°C bis 1350°C	20°C bis 1500°C	20°C bis 1550°C	120°C bis 1720°C	300°C bis 2400°C
Heizelement	Mantelheizleiter	Strahlung	CrAlFe	Edelmetall	SiC	Edelmetall	Graphit
Kühlmedium	LN2						
Ofen-Atmosphäre	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Schutzgas, Vakuum
Thermoelement Typ	K	S	S	S	S	B	C / B
Pyrometer							Spektral u. Quotienten
max. Aufheizgeschw. K min ⁻¹	50	150	50	100	50	25	150
max. Abkühlgeschw. K min ⁻¹	25	150	10	200	15	5	100
Temperaturprofil über 50mm	+/- 2°C	+/- 3°C	+/- 3°C	+/- 2°C über 25mm	+/- 5°C	+/- 5°C	+/- 5°C über 20mm
Kühlung des Ofenmantels	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Wasser	Luft	Wasser

Temperatur-Messung

Für eine exakte dilatometrische Untersuchung ist auch die Messung der Probentemperatur von wesentlicher Bedeutung.

Das Thermoelement muss einen innigen Kontakt zur Probe haben und an repräsentativer Stelle angebracht sein.

Jeder metallische Kontakt muss jedoch vermieden werden, da die gebräuchlichen Thermoelemente mit vielen Metallen legieren sowie im festen Zustand verhältnismäßig schnell in Fremdmetalle eindiffundieren.

Als Thermoelemente kommen zum Einsatz:

• Fe-CuNi (Typ J)	-200°C bis 900°C
• NiCr-Ni (Typ K)	-200°C bis 1100°C
• PtRh10-Pt (Typ S)	20°C bis 1550°C
• PtRh30-PtRh6 (Typ B)	120°C bis 1750°C
• WRe26-WRe5 (Typ C)	20°C bis 2050°C

Als Pyrometer kommen zum Einsatz:

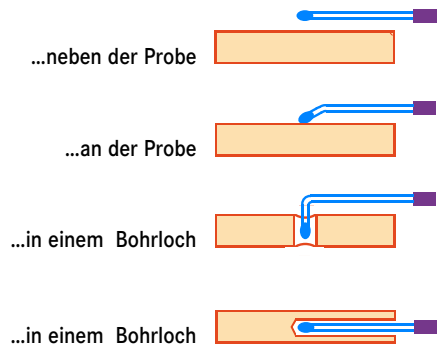
• Quotientenpyrometer	900°C bis 2400°C
• Spektralpyrometer	350°C bis 2000°C

Messsysteme

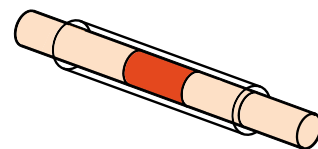
Folgende Werkstoffe werden für die Probenhalter verwendet:

• Quarz	-160°C bis 1100°C
• Saphir	20°C bis 1750°C
• Al ₂ O ₃	20°C bis 1750°C
• Wolfram	20°C bis 2000°C
• Graphit	20°C bis 2400°C

Zwei bewegliche Probenauflagen (Schneiden) garantieren eine sichere und reibungsfreie Position der Probe.



Temperatur-Messung...
mit innigem Kontakt zur Probe.

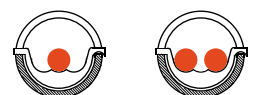
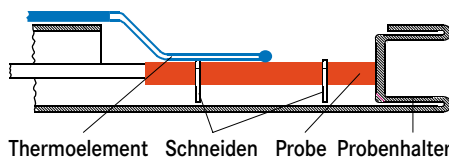


Container aus Quarz, Al₂O₃, Saphir und Graphit zur Messung von Pasten, Flüssigkeiten usw.

Eine spezielle Auswertesoftware korrigiert die Volumendifferenz zwischen Container und Probe sowie das Totvolumen.



Messsystem



Schneiden (Abb. im Schnitt)
801 + 801L
802 umgebaut
802 + 803

Leistungstabelle	<i>DIL</i> 801	<i>DIL</i> 802	<i>DIL</i> 803	<i>DIL</i> 801L	<i>DIL</i> 802L	<i>DIL</i> 803L	<i>DIL</i> 805A/D	<i>DIL</i> 806	<i>TMA</i> 801	<i>TMA</i> 813
Einproben - Dilatometer	●	●		●	●		●	●	●	●
Differenz - Dilatometer		●			●					
Zweiproben - Dilatometer			●			●				
Netzwerkanschluss	●	●	●	●	●	●		●		●
Vakuum, Schutzgas	●	●	●				●	●	●	●
normale Atmosphäre	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
waagrecht	●	●	●	●	●	●	●			
senkrecht									●	●
Genauigkeit $\alpha \cdot 10^{-8} [K^{-1}]$	3	1	3	5	3	5		10	5	5
Längenänderung [mm]	4	4	4	4	4	4	7	29	4/10	5
Auflösung [nm]	10	10	10	50	50	50	50	50	10/50	10
Probenlänge max. [mm]	50	50	50	50	50	50	10	10	25	25
Probendurchmesser max. [mm]	14/20	7/14/20	7/10	14/20	7/14/20	7/10	5	30	14/20	12
min. Temperatur [°C]	-160	-160	-160	-160	-160	-160	RT	-160	-160	-160
max. Temperatur [°C]	2400	2400	2400	1700	1700	1700	1500	1400	2400	1700
Anpresskraft 0,02 - 1 N	●	●	●	●	●	●				
Anpresskraft dynamisch									0,01-2,5	0,01-1
Deformationskraft 25kN							●			
keine Anpresskraft								●		
Metalle	●	●	●				●	●	●	●
technische Keramik	●	●	●					●	●	
Fein- u. Grobkeramik				●	●	●		●		
Glas	●	●		●	●			●		
Polymere	●			●				●		●
Chemie	●	●	●					●		●
Ausdehnungskoeffizient	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Erweichungspunkt	●			●				●	●	●
Feststoffe	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Flüssigkeiten u. Pasten	●	●	●	●	●	●		●	●	●
niedriger Ausdehnungskoeffizient		●			●					
Penetration									●	●
Phasenumwandlung	●						●	●		
Quellverhalten	●			●						●
Relaxation u. Entfestigung							●			
Simulation von Walzprozessen							●			
Sinterverhalten (RCS)		●			●				●	●
Tieftemperatur	●	●	●	●	●	●			●	●
Transformationspunkt	●			●				●		●
Viskoelastisches Verhalten									●	●
Volumenänderung	●			●					●	●
ZTU - Diagramm							●			
Druckbelastung							●		●	●
Zugbelastung										●

Leistungstabelle



*Windows® 98 / ME / 2000 / XP / NT 4.0 / Excel®
sind eingetragene Marken der Microsoft Corporation.
Alle Warenzeichen wurden in redaktioneller Weise
ohne Absicht der Schutzrechtsverletzung verwendet.*



**Ihr kompetenter Partner in der Thermoanalyse
mit folgenden Produkten:**

- DIL (Dilatometer)
- TMA (Thermomechanischer Analyser)
- STA (Simultane Thermoanalyse - DSC/TGA)
- TGA (Thermogravimetrie)
- DSC/DTA (Differenzthermoanalyse)
- DSC (Differential Scanning Calorimeter)
- VIS Viskosimeter (Hochtemperatur)

BÄHR-Thermoanalyse GmbH
Altendorfstraße 12
D-32609 Hüllhorst
Tel.: 0 5744/ 9302-0
Fax: 0 5744/ 9302-90
E-Mail: info@baehr-thermo.de
Internet: www.baehr-thermo.de

