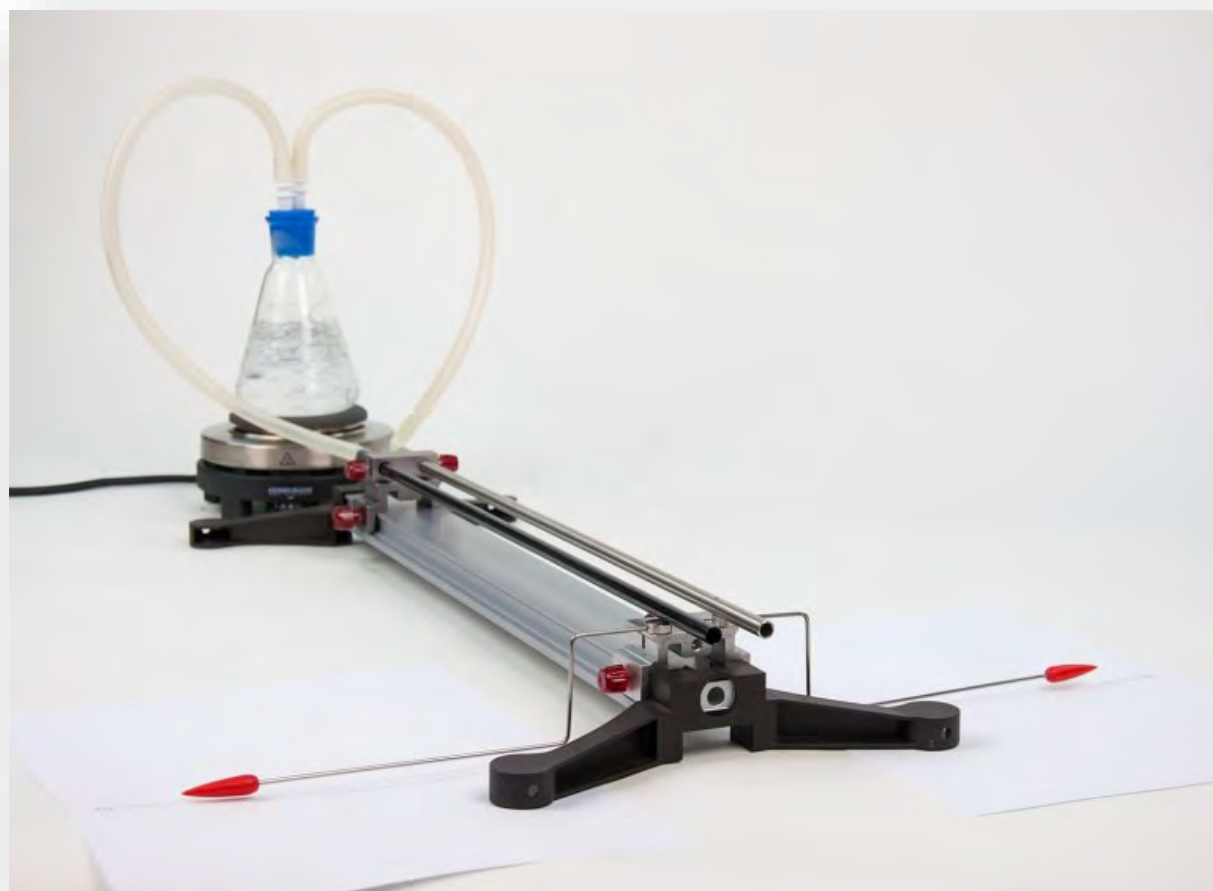


LÄNGENAUSDEHNUNG FESTER STOFFE

TDD 01.07



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DT402-1S	1	Gerätesatz für Längenausdehnung, Stativ Aufbau
		bestehend aus:
DS102-50	1	Schienenfuß, L = 500 mm
DS112-1E	2	Schienenklaue, einfach
P2400-2F	1	Reiter mit Arretierung zur Längenausdehnung
P5310-3F	1	Reiter für Skalen, Schirme und Zeiger
P2400-1A	1	Rohr für Wärmedehnung Alu
P2400-1B	1	Rohr für Wärmedehnung Eisen
P2401-1C	1	Rohr für Wärmedehnung, Kupfer
P2401-1G	1	Rohr für Wärmedehnung, Glas
DT401-3Z	2	Zeiger für Wärmedehnung, Demo
C7412-HZ	1	Heizkolben zweifach, 250 ml
		bestehend aus:
C3020-6D	1	Erlenmeyerkolben 250 ml, SB 29
C7320-4C	1	Stopfen Silikon 26/32/30 mm, 2 Löcher
P7422-2B	2	Glasrohr gerade, L = 80 mm
C7445-7S	1	Schlauch Silikon, 7/10 mm
C7414-2C	1	Heizplatte klein, 500 W
C7601-3M	1	Schutzhandschuhe "uni", Gr. 9 (medium)
C5991-1S	1	Silikonöl für Spritzen, 3 ml, Flasche mit Pinsel

Zusätzlich erforderlich:

2 Blatt Papier A4

LÄNGENAUSDEHNUNG FESTER STOFFE

TDD 01.07

Ziel:

Wenn man Feststoffe erhitzt, dehnen sich diese aus. Wir wollen feststellen, ob diese Ausdehnung bei allen Feststoffen gleich ist.

Aufbau:

In den Erlenmeyerkolben werden etwa 200 ml Wasser eingefüllt.
In die Öffnung des Kolbens wird der Silikonstopfen mit 2 Bohrungen fest eingesteckt.
Der Erlenmeyerkolben wird auf die Heizplatte gestellt und die Heizplatte eingeschaltet.



Die beiden Schienenklauen werden an den Enden des Schienenfußes aufgesteckt.



Am rechten Ende des Schienenfußes (unmittelbar an der Schienenklaue) wird der Reiter für Zeiger festgeschraubt.

Am linken Ende des Schienenfußes wird der Reiter mit Arretierung montiert.

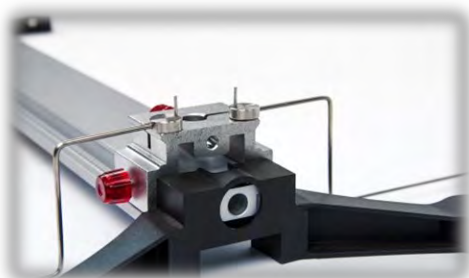
Wir benötigen zwei Stücke Silikonschlauch 7/10 mm, mit jeweils etwa 50 cm Länge.



Die Rohre für Wärmedehnung Stahl (silbern) und Alu (schwarz eloxiert) werden an jenem Ende, an welchem die Markierungskerbe ist, mit etwas Silikonöl eingepinselt.

Auf dieses Ende wird jeweils der Silikonschlauch etwa 1 – 1,5 cm aufgeschoben.

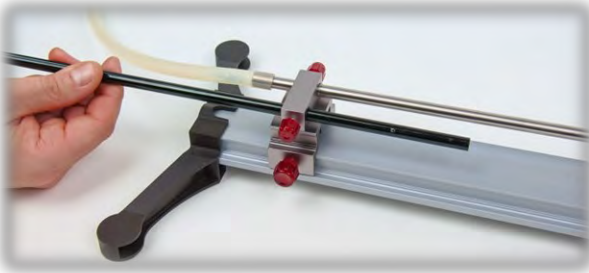
Auf das andere Ende des Schlauches werden die Glasrohre oder Verbindungsstücke KS aufgesteckt, nachdem deren Ende ebenso mit etwas Silikonöl eingepinselt wurde.



In die Bohrungen des Reiters für Zeiger werden die beiden Zeiger für Wärmedehnung eingesteckt.

LÄNGENAUSDEHNUNG FESTER STOFFE

TDD 01.07



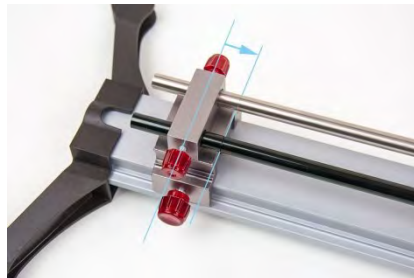
Die beiden Rohre werden mit dem offenen Ende durch die Öffnungen am Reiter mit Arretierung durchgeschoben.

Das offene Ende der beiden Rohre wird jeweils mit den kleinen Bohrungen in den hochstehenden Zapfen der Zeiger eingesteckt. Der Zapfen muss dabei **durch beide Wände** des Rohres geführt werden, das Ende muss also von oben sichtbar sein.



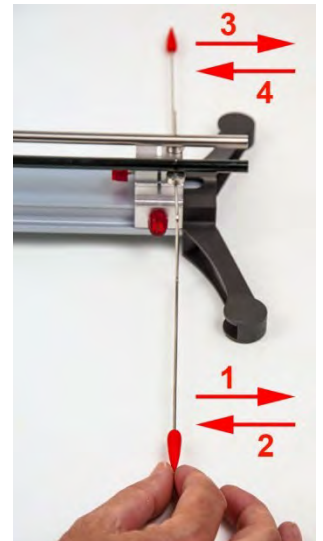
Die Zeiger werden so eingerichtet, dass diese normal (etwa 90°) zu den Rohren für Wärmedehnung stehen.

Der Reiter mit Arretierung wird nun so verschoben, dass die seitlichen Feststellschrauben an den Kerben der beiden Rohre sind.



Der Reiter wird am Schienenfußprofil festgeschraubt.

Beide Zeiger werden nacheinander einige Zentimeter nach außen gelenkt, danach langsam wieder auf die 90° zurückgerichtet. Damit unterbinden wir einen möglichen „Totgang“ an der Steckverbindung des Zeigers zum Reiter.



Danach werden die beiden Rohre mit den seitlichen Schrauben festgeschraubt.

Unter den Spitzen der Zeiger wird jeweils ein Blatt Papier aufgelegt. Die Zeiger sollen den Boden (das Papier darunter) nicht berühren. Sollte dies der Fall sein, muss der Zeiger leicht nach oben gebogen werden.

Unterhalb der Zeigerspitze wird mit einem Stift eine Ausgangsmarkierung eingezeichnet und mit „S“ beschriftet.



LÄNGENAUSDEHNUNG FESTER STOFFE

TDD 01.07

ACHTUNG!

Es ist nun wichtig Schutzhandschuhe
(gegen Hitze) anzuziehen!

Versuch 1:

Es wird kontrolliert, ob:

- beide Reiter am Schienenfußprofil festgeschraubt sind.
- beide Rohre im Reiter mit Arretierung festgeschraubt sind.
- die Zeiger nach wie vor an der richtigen Position sind.

Das offene Ende der Glasrohre bzw. der Verbindungsstücke KS wird mit etwas Silikonöl eingepinselt.

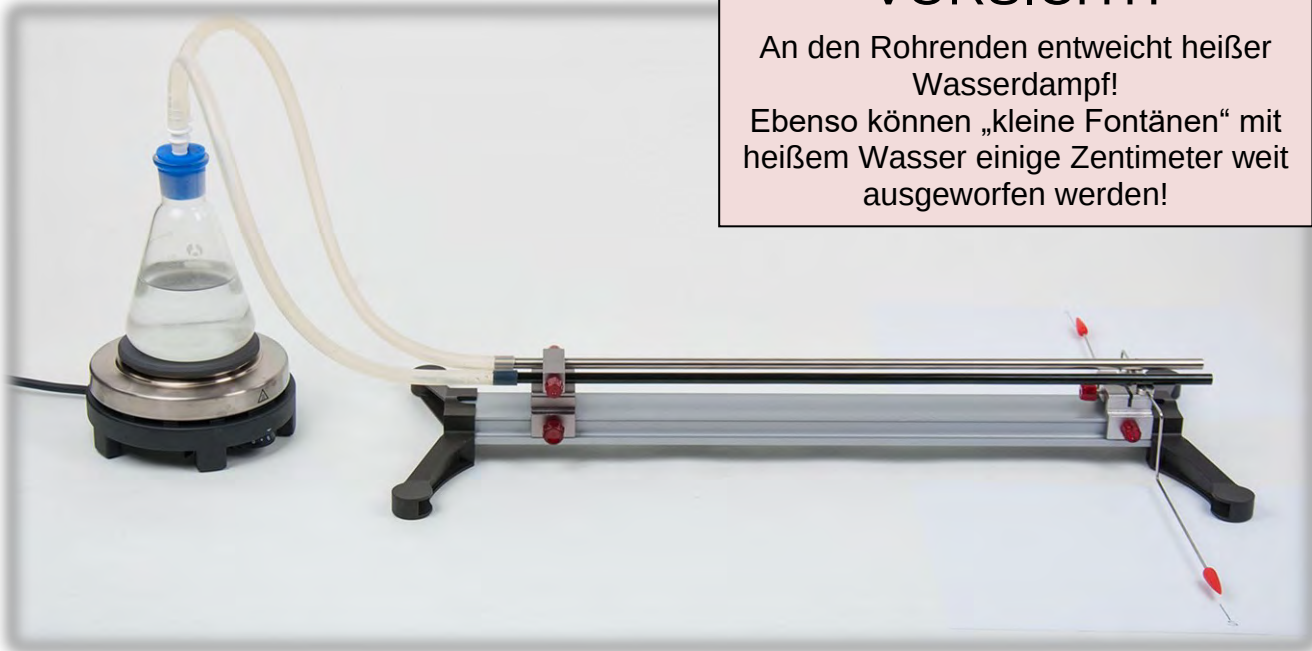
Wir warten ab, bis das Wasser kocht, an den Löchern des Stopfens sollte dabei etwas Wasserdampf entweichen.

Ist das der Fall, werden die Glasrohre bzw. Verbindungsstücke KS möglichst gleichzeitig (oder rasch nacheinander) in die Löcher am Stopfen des Erlenmeyerkolbens gesteckt.



VORSICHT!

An den Rohrenden entweicht heißer
Wasserdampf!
Ebenso können „kleine Fontänen“ mit
heißem Wasser einige Zentimeter weit
ausgeworfen werden!



Die beiden Zeiger werden beobachtet. Bereits unmittelbar nach dem Einstecken der Schläuche müssen sich diese langsam bewegen.

Nach etwa 2 Minuten wird der Ausschlag der beiden Zeiger eingezeichnet.

Die Markierungen werden jeweils mit „Al“ und „Fe“ beschriftet.

LÄNGENAUSDEHNUNG FESTER STOFFE

TDD 01.07

Aufbau 2:

Die Glasrohre bzw. Verbindungsstücke KS samt Schläuchen werden vom Stopfen des Erlenmeyerkolbens abgezogen.

Am Reiter mit Arretierung werden die beiden seitlichen Schrauben gelockert.

Beide Metallrohre werden aus den Zapfen der Zeiger gehoben.

Nun können die Rohre (samt Schlauch) aus dem Reiter mit Arretierung gezogen werden.

Die Schläuche werden von den Metallrohren abgezogen und gekühlt (mit kaltem Wasser übergossen oder in kaltes Wasser gelegt).

Der weitere Aufbau erfolgt wie zuvor, jetzt werden jedoch das Kupfer- und das Glasrohr eingesetzt:

Die Rohre für Wärmedehnung Kupfer und Glas werden an jenem Ende, an welchem die Markierung ist, mit etwas Silikonöl eingepinselt.

Sind die Schläuche gekühlt, werden diese an das Kupfer- und das Glasrohr gesteckt.

Die beiden Rohre werden mit dem offenen Ende durch die Öffnungen am Reiter mit Arretierung durchgeschoben.

Das offene Ende der beiden Rohre wird jeweils mit den kleinen Bohrungen in den hochstehenden Zapfen der Zeiger eingesteckt. Der Zapfen muss dabei durch beide Wände des Rohres geführt werden, das Ende muss also von oben sichtbar sein.

Die Zeiger werden so eingerichtet, dass diese normal (etwa 90°) zu den Rohren für Wärmedehnung stehen. Nun wird der Reiter mit Arretierung so verschoben, dass die seitlichen Feststellschrauben an den Kerben der beiden Rohre sind. Der Reiter wird am Schienenfußprofil festgeschraubt.

Beide Zeiger werden nacheinander einige Zentimeter nach außen gelenkt, danach langsam wieder auf die 90° zurückgerichtet.

Danach werden die beiden Rohre am Reiter mit Arretierung mit den seitlichen Schrauben festgeschraubt.

Die Papierblätter werden nun jeweils wieder mit dem Ausgangspunkt „S“ unter die Zeigerspitze gelegt.

Versuch 2:

Das Wasser im Erlenmeyerkolben sollte nach wie vor kochen, an den Löchern des Stopfens sollte dabei etwas Wasserdampf entweichen.

Ist das der Fall, werden die Glasrohre bzw. Verbindungsstücke KS möglichst gleichzeitig (oder rasch nacheinander) in die Löcher am Stopfen des Erlenmeyerkolbens gesteckt.

Die beiden Zeiger werden beobachtet. Bereits unmittelbar nach dem Einstecken der Schläuche muss sich der Zeiger am Kupferrohr langsam bewegen.

Nach etwa 2 Minuten wird der Ausschlag der beiden Zeiger auf dem Blatt eingezeichnet.

Die Markierungen werden jeweils mit „Cu“ und „Glas“ beschriftet.

Die Heizplatte wird ausgeschaltet und der Heizkolben von der Kochplatte genommen.

LÄNGENAUSDEHNUNG FESTER STOFFE

TDD 01.07

Ergebnis:

Die ermittelte Ausdehnung der Rohre an den Papierblättern wird mit einem Lineal gemessen und in die nachfolgende Tabelle eingetragen:

Material	Zeigerausschlag am Papier (in mm)	Längenausdehnung absolut (in mm)	Längenausdehnung absolut bezogen auf 1 m Länge und $\Delta T = 70 \text{ K}$ (in mm)
Stahl			0,7 mm
Aluminium			1,6 mm
Kupfer			1,2 mm
Glas			0,23 mm

Der verwendete Zeiger hat eine Übersetzung von 1:20. Somit können wir aus dem Zeigerausschlag die absolute Längenausdehnung der Rohre errechnen und in die Tabelle eintragen.

In der rechten Spalte sind Literaturwerte eingetragen, welche sich bei einer Temperaturerhöhung um 70°C ergeben sollten.

Erkenntnis:

Die Temperaturerhöhung der Rohre bewirkt eine Längenausdehnung.
Die Materialien dehnen sich bei gleicher Temperaturerhöhung unterschiedlich weit aus.

Hinweis:

Da die verwendeten Ausdehnungsrohre relativ kurz sind, verdeutlichen wir in unserem Experiment diese Längenausdehnung anhand einer Übersetzung an den Zeigern.

LÄNGENAUSDEHNUNG FESTER STOFFE

TDD 01.07

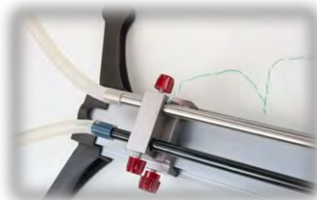
Auswertung quantitativ:

Die Länge der Rohre (von der Kerbe bis zur Bohrung für den Zeiger) beträgt $L_0 = 400 \text{ mm}$.



Zur Ermittlung der Temperaturdifferenz benötigen wir:

- die Ausgangstemperatur, diese entspricht in der Regel der Raumtemperatur (etwa $20 - 30 \text{ °C}$).
- die Endtemperatur der Rohre, hier kann man von einer Temperatur von etwa 90 °C ausgehen.



Steht ein Temperaturmessgerät mit Oberflächen- oder Drahtfühler zur Verfügung, kann damit natürlich die Temperatur genau gemessen werden.



Anhand dieser Parameter kann der Längenausdehnungskoeffizient der jeweiligen Materialien errechnet werden:

$$\alpha \cdot L_0 = \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

Material	Zeigerausschlag am Papier (in mm)	Längenaus- dehnung absolut ΔL (in mm)	Länge der Rohre L_0 (in m)	Temperatur- differenz ΔT (in K)	Längenausdehnungs- koeffizient α (in K^{-1})
Stahl					
Aluminium					
Kupfer					
Glas					