

Bestimmung der Federkonstanten einer Zugfeder

Versuchsprotokoll

Tobias Brinkert
eMail: <t.brinkert@semibyte.de>
Homepage: <www.semibyte.de>

27.05.2005
Version: 1.3

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	2
2. Grundlagen	2
3. Arbeitsanweisung	2
4. Versuchsaufbau	2
4.1 Geräteliste	3
4.2 untersuchter Gegenstand	3
5. Meßprotokoll	3
6. Kennlinie einer Zugfeder	3
7. Versuchsbeschreibung	4
8. Berechnung der Federkonstanten c	4
9. Fehlerabschätzung	5
10. Endergebnis	5

1. Aufgabenstellung

Bestimmung der Federkonstanten einer Zugfeder.

2. Grundlagen

Nach dem 1. und 2. Newtonschen Axiom sind Kräfte die Ursache aller Änderungen des Bewegungszustandes eines Körpers. Darüber hinaus können Kräfte aber auch durch Druck- oder Zugwirkung die Form eines Körpers verändern (statische Kraftwirkung). Der englische Physiker Robert Hook fand heraus, daß die Dehnung einer Zugfeder der an ihr angreifenden Kraft proportional ist. Für die Berechnung der Federkonstanten gilt, daß die Federkraft F gleich dem Produkt aus der Federkonstanten c und der Federdehnung s ist.

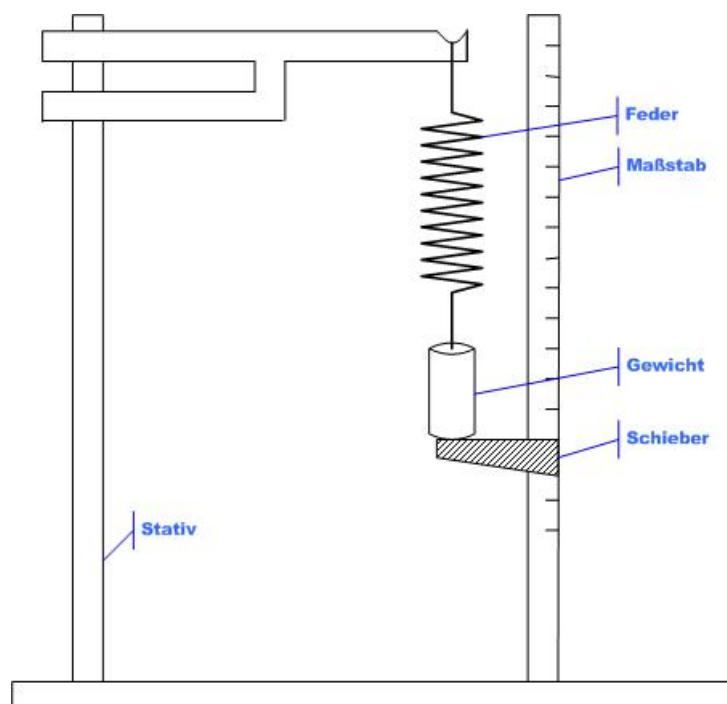
$$F = c \cdot s \Rightarrow c = F \cdot s^{-1}$$

Die Einheit der Federkonstanten ist Nm^{-1} .

3. Arbeitsanweisung

Mit Hilfe der bereitgestellten Geräte ist die Kennlinie der gegebenen Zugfeder aufzunehmen. Die zur Berechnung der Federkonstanten erforderlichen Werte sind dem Diagramm zu entnehmen.

4. Versuchsaufbau



4.1 Geräteliste

- 1 Maßstab, Meßbereich $0\text{ m} - 0,7\text{ m}$, Genauigkeit 1 mm
- 1 Schieber für Maßstab
- Stativmaterial
- Massestücke (50 g , 100 g , 200 g , 500 g)

4.2 untersuchter Gegenstand

- 1 Zugfeder

5. Meßprotokoll

i	$m[\text{g}]$	$l[\text{m}]$	$s[\text{m}]$	$F[\text{N}]$
1	0	0,270	0	0
2	100	0,263	0,007	0,981
3	200	0,257	0,013	1,962
4	300	0,250	0,020	2,943
5	400	0,243	0,027	3,924
6	500	0,237	0,033	4,905
7	600	0,230	0,040	5,886
8	700	0,223	0,047	6,867
9	800	0,223	0,047	6,867
10	900	0,209	0,061	8,829
11	1000	0,202	0,068	9,810
12	1100	0,202	0,068	10,791
13	1200	0,189	0,081	11,772
14	1300	0,182	0,088	12,753
15	1400	0,176	0,094	13,734
16	1500	0,169	0,101	14,715
17	1600	0,163	0,107	15,696
18	1700	0,156	0,114	16,677
19	1800	0,150	0,120	17,658

i = Anzahl der Messungen

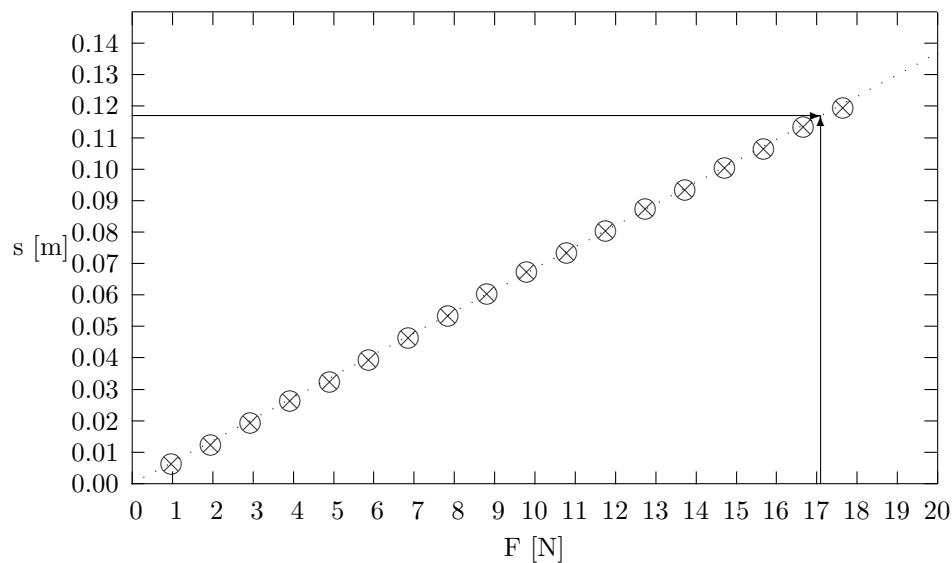
m = Gesamtmasse derzusätzlichen Belastung in g

l = Federlänge in m

s = Federdehnung in m

F = Kraft in N

6. Kennlinie einer Zugfeder



7. Versuchsbeschreibung

- spannen einer Zugfeder mit einer kleinen Vorlast (ca. 250g);
- den Schieber unter die angehängte Vorlast bringen und die Anfangslänge l_1 ermitteln;
- die Feder mit verschiedenen Massen belasten, aber nicht mehr als 2000g zusätzlich;
- die dazugehörigen Federlängen bestimmen;
- alle Meßwerte in ein Protokoll eintragen;
- die Federdehnung und die dazugehörige Kraft berechnen, es gilt $s = l_1 - l_i$ und $F = m \cdot g$ ($g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$);
- alle Wertepaare in ein Koordinatensystem eintragen ($s = f(x)$);
- die erforderlichen Werte für die Berechnung der Federkonstanten aus dem Diagramm entnehmen;
- die Federkonstante der Feder als Endergebnis angeben

8. Berechnung der Federkonstanten c

- die erforderlichen Werte werden aus dem Diagramm entnommen:
 $\Delta F = 17,1 \text{ N}$; $\Delta s = 0,117 \text{ m}$
- für die Federkonstante gilt: $c = \Delta F (\Delta s)^{-1}$
Berechnung:

$$c = \frac{17,1N}{0,117m} = 146,15Nm^{-1}$$

- die Werte für die Zugkraft F wurden nicht gemessen, sondern aus der Masse m mit Hilfe der Formel $F = m \cdot g$ ($g = 9,81ms^{-2}$) ermittelt;

9. Fehlerabschätzung

$$c \equiv \Delta F(\Delta s)^{-1}$$

$$dF = \pm 1mm \equiv 0,1N$$

$$ds = \pm 1mm \equiv 0,001m$$

$$c_{max} = (\Delta F + 2dF)(\Delta s - 2ds)^{-1}$$

$$c_{max} = (17,1N + 2 \cdot 0,1N)(0,117m - 2 \cdot 0,001m)^{-1}$$

$$c_{max} = 150,43 Nm^{-1}$$

$$c_{min} = (\Delta F - 2dF)(\Delta s + 2ds)^{-1}$$

$$c_{min} = (17,1N - 2 \cdot 0,1N)(0,117m + 2 \cdot 0,001m)^{-1}$$

$$c_{min} = 142,02 Nm^{-1}$$

$$\Delta c = \pm 0,5 \cdot (c_{max} - c_{min})$$

$$\Delta c = \pm 0,5 \cdot (150,43 Nm^{-1} - 142,02 Nm^{-1})$$

$$\Delta c = \pm 4,21 Nm^{-1}$$

$$\Delta c \cdot c^{-1} = \pm (4,21 Nm^{-1})(146,15 Nm^{-1})^{-1}$$

$$\Delta c \cdot c^{-1} = \pm 2,88 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta c \cdot c^{-1} = \pm 3\%$$

10. Endergebnis

Der Wert für die Federkonstante c beträgt $146 Nm^{-1} \pm 3\%$.

Liste der Versionen

Version	Datum	Bearbeiter	Bemerkung
0.9	12.07.1995	Bri	Versuchsdurchführung und Protokollerstellung
1.0	14.09.2003	Bri	Erster EDV-Satz des Protokolls
1.1	17.04.2004	Bri	Layoutänderungen des Protokolls
1.2	18.10.2004	Bri	Layoutänderungen des Protokolls
1.3	27.05.2005	Bri	Adressänderungen aufgrund Domainwechsel