

# MUSTERPROTOKOLL

Am Beispiel des Versuches M 9 zeigen wir Ihnen, wie Sie Ihre Messprotokolle anfertigen sollen :

- **k n a p p**
- **i n f o r m a t i v**
- **s a u b e r**
- **ü b e r s i c h t l i c h**

Vergleichen Sie die Aufgabenstellung mit dem Protokoll !

**Hinweis: Die hier angegebenen Messwerte wurden willkürlich angenommen !**

## Aufgabenstellung von M 9 (laut Anleitung)

- 4.1 Messung des Schneidenabstandes  $l$  (Stahlmaß) und der Seitenlängen des Querschnittes (Messschieber).
- 4.2 Berechnung der Flächenträgheitsmomente  $J_{\text{hoch}}$  und  $J_{\text{quer}}$ .
- 4.3 Messung der Durchbiegung  $(s - s_0)$  als Funktion der Belastung  $F$  sowohl in Hochlage als auch in Querlage.
- 4.4 Grafische Darstellung der Ergebnisse von 4.3 und Ermittlung der Steigungen beider Nullpunktsggeraden aus dem Steigungsdreieck und durch Ausgleichsrechnung.
- 4.5 Berechnung des Elastizitätsmoduls  $E$  nach (3 - 1) für beide Querschnittslagen und Vergleich der Ergebnisse.

## Hinweise zur Aufgabenstellung von M 9 (laut Anweisung am Arbeitsplatz - Auszug)

zu 4.2 : • Berechnung der beiden Flächenträgheitsmomente  $J_{\text{hoch}}$  und  $J_{\text{quer}}$  nach ( 2 - 6 ) sowie des absoluten Fehlers  $\Delta J_{\text{hoch}}$  .

⋮

zu 4.4 : • Beide Ausgleichsgeraden sind in einem Diagramm darzustellen.

⋮

Den Fehler  $\Delta \bar{B}$  berechne man nur für die Hochlage.

⋮

zu 4.5 : • Für beide Querschnittslagen ist  $E$  zu berechnen. Den Fehler  $\Delta E$  berechne man nur für die Hochlage.

## Protokoll zu M 9

Versuchsnummer:  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold; color: blue;">M 9</div>	HOCHSCHULE FÜR TECHNIK, WIRTSCHAFT UND KULTUR LEIPZIG (FH)  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Physikalisches Praktikum</div>	Prakt.-Gr.: <b style="color: blue;">MB 2</b> Arb.-Gr.: <b style="color: blue;">3</b>
Datum: <b style="color: blue;">01.04.2006</b> Uhrzeit: <b style="color: blue;">9<sup>30</sup></b>	Thema des Versuches:  <div style="font-size: 1.5em; font-weight: bold; color: blue;">B I E G U N G</div>	Protokollant: <div style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">Kurz, Ina</div>
Lehrkraft: <div style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">Prof. Klug</div>		Mitarbeitende Studenten: <div style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">Lang, Uwe</div>
Arbeitsplatz: <span style="color: blue; font-size: 1.2em;">—</span> <small>(z. B. rot, grün, blau, gelb)</small>		Probe: <div style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">"E"</div>
Bemerkungen:		Bewertung und Signum:  <div style="text-align: center;">..... von ..... Punkten .....</div>

## 4.1 Abmessungen

- Schneidenabstand:  $l = (200 \pm 1) \text{ mm}$  , Einzelmessung mit Stahlmaß

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ (bzw. 0,5 \%)}$$

- Probe:

Breite  $b = (5,00 \pm 0,05) \text{ mm}$  , Einzelmessung mit Messschieber

Höhe  $h = (7,50 \pm 0,05) \text{ mm}$  , Einzelmessung mit Messschieber

## 4.2 Flächenträgheitsmomente

**Hochlage :**  $J_{\text{hoch}} = \frac{bh^3}{12} = \frac{5 \text{ mm} \cdot (7,5 \text{ mm})^3}{12} = 175,8 \text{ mm}^4$

$$\left| \frac{\Delta J_{\text{hoch}}}{J_{\text{hoch}}} \right| = \left| \frac{\Delta b}{b} \right| + 3 \left| \frac{\Delta h}{h} \right| = \frac{0,05}{5,00} + 3 \frac{0,05}{7,50} = 0,03 \text{ (bzw. 3 \%)}$$

$$\Delta J_{\text{hoch}} = 0,03 \cdot J_{\text{hoch}} = 0,03 \cdot 175,8 \text{ mm}^4 = 5,28 \text{ mm}^4 \approx 6 \text{ mm}^4$$

**somit**  $J_{\text{hoch}} = (176 \pm 6) \text{ mm}^4$

**Querlage :**  $J_{\text{quer}} = \frac{hb^3}{12} = \frac{7,5 \text{ mm} \cdot (5 \text{ mm})^3}{12} = 78,12 \text{ mm}^4$

**somit**  $J_{\text{quer}} = 78 \text{ mm}^4$

### 4.3 Durchbiegung

	Hochlage			Querlage		
Nr.	Masse / g	$F / \text{N}$	$(s - s_0) / \text{mm}$	Masse / g	$F / \text{N}$	$(s - s_0) / \text{mm}$
1	400	11,77	0,055	200	5,89	0,060
2	800	23,54	0,110	400	11,77	0,125
3	1200	35,32	0,160	600	17,66	0,185
4	1600	47,09	0,220	800	23,54	0,245
5	2000	58,86	0,270	1000	29,43	0,305

### 4.4 Ausgleichsrechnung

Die Steigungsfaktoren  $\bar{B}$  der Ausgleichsgeraden und ihre absoluten Fehler  $\Delta\bar{B}$  werden unter Verwendung nachstehender Gleichungen aus den Werten von 4.3 berechnet

$$\bar{B} = \frac{\sum_{k=1}^5 F_k \cdot (s - s_0)_k}{\sum_{k=1}^5 F_k^2},$$

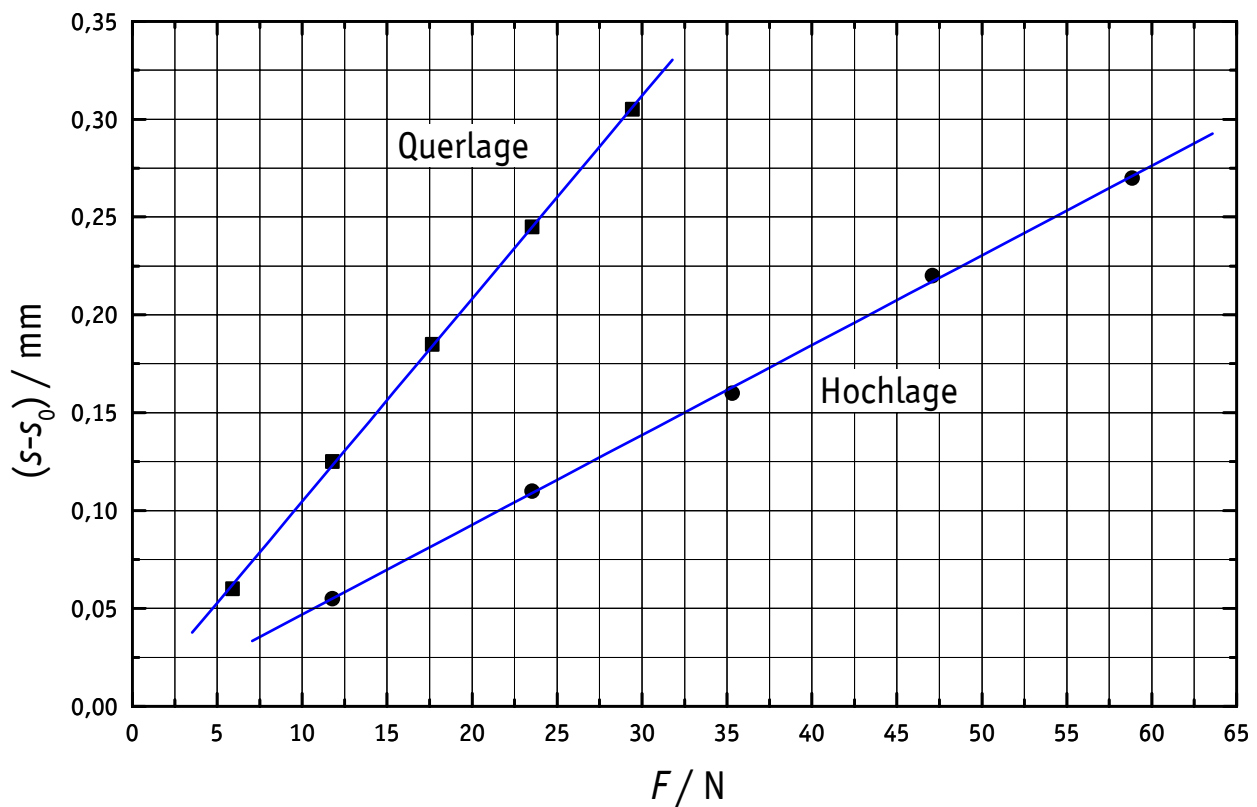
$$\Delta\bar{B} = \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \sum_{k=1}^5 [(s - s_0)_k - \bar{B} \cdot F_k]^2}{\sum_{k=1}^5 F_k^2}}.$$

Man erhält :

Einspannlage	$\bar{B} / \frac{\text{mm}}{\text{N}}$	$\Delta \bar{B} / \frac{\text{mm}}{\text{N}}$	$\frac{\Delta \bar{B}}{\bar{B}}$
Hochlage	0,004642	0,000042	0,0091 $\approx$ 0,01
Querlage	0,01042	-	-

Grafische Darstellung:

Durchbiegung  $(s - s_0)$  als Funktion der Kraft  $F$



## 4.5 Elastizitätsmodul

$$E = \frac{l^3}{48 JB} \quad , \quad \left| \frac{\Delta E}{E} \right| = 3 \left| \frac{\Delta l}{l} \right| + \left| \frac{\Delta J}{J} \right| + \left| \frac{\Delta B}{B} \right| .$$

**Hochlage :**

$$E_{\text{hoch}} = \frac{(200 \text{ mm})^3}{48 \cdot 175,8 \text{ mm}^4 \cdot 0,004642 \frac{\text{mm}}{\text{N}}} = 204,2 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\left| \frac{\Delta E_{\text{hoch}}}{E_{\text{hoch}}} \right| = 3 \cdot 0,005 + 0,03 + 0,01 = 0,055 \approx 0,06 \quad (\text{bzw. } 6 \%)$$

$$\Delta E_{\text{hoch}} = 0,055 \cdot 204,2 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} = 11,3 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \approx 12 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

**somit**  $E_{\text{hoch}} = (204 \pm 12) \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$

**Querlage :**

$$E_{\text{quer}} = \frac{(200 \text{ mm})^3}{48 \cdot 78,12 \text{ mm}^4 \cdot 0,01042 \frac{\text{mm}}{\text{N}}} = 204,7 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

**somit**  $E_{\text{quer}} = 205 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$

Beide Ergebnisse stimmen im Rahmen der Messgenauigkeit überein.