

## Verbesserung:

### 4.1 Berechnung von D und J

#### 4.1.1 Berechnung von J

$$J_1 = 3,2862956 \text{ kgm}^2$$

$$J_2 = 3,263037025 \text{ kgm}^2$$

#### Fehlerrechnung:

$$S_{\bar{n}_1} = 0,072135 \cdot 10^{-3} \text{ m} = \sqrt{s_a^2 + s_r^2}$$

$$S_{\bar{n}_2} = \sqrt{s_a^2 + s_r^2} = 0,072124 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\frac{\partial J_1}{\partial S} S_{\bar{n}} = 6,488267 \text{ kgm} \cdot 3,04751 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 0,019773 \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial J_1}{\partial p} S_{\bar{n}} = 44,201425 \text{ kgm} \cdot 0,504212 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 0,022287 \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial J_1}{\partial h} S_{\bar{n}} = 155,057279 \text{ kgm} \cdot 0,072135 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 0,01185 \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial J_1}{\partial g} S_{\bar{n}} = 4,136827 \cdot 10^{-4} \text{ m}^5 \cdot 4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$= 1,654731 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial \hat{J}_2}{\partial l} s_c = 6,443959 \text{ kgm} \cdot 3,0475065 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ = 0,019638 \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial \hat{J}_2}{\partial D} s_D = 44,145198 \overset{\text{kgm}}{|} 0,504212 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ = 0,022259 \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial \hat{J}_2}{\partial h} s_h = 155,057279 \text{ kgm} \cdot 0,072124 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ = 0,0111183 \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial \hat{J}_2}{\partial g} s_g = 4,107549 \cdot 10^{-4} \text{ m}^5 \cdot 4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ = 1,643020 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

$$\frac{\partial \hat{J}_1}{\partial l} s_c = \frac{\partial \hat{J}_2}{\partial l} s_c = 39,494484 \text{ kgm} \cdot 0,011226 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ = 4,433511 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

Gesamtfehler:

$$s_{J_1} = 0,224030 \text{ kgm}^2$$

$$s_{J_2} = 0,224002 \text{ kgm}^2$$

$$\underline{J_1 = (3,286 \pm 0,224) \text{ kgm}^2}$$

$$\underline{J_2 = (3,263 \pm 0,224) \text{ kgm}^2}$$

#### 4.1.2 Berechnung von $D^*$

$$\bar{D}_1^* = 3,244133 \text{ kgm}$$

$$\bar{D}_2^* = 3,221980 \text{ kgm}$$

Fehlerrechnung:

$$s_{\bar{n}_1} = 0,072135 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$s_{\bar{n}_2} = 0,072124 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\frac{\partial D_1^*}{\partial s} s_c = 3,426237 \text{ kg} \cdot 3,047507 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$
$$= 10,441480 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_1^*}{\partial \bar{n}} s_0 = 54,571302 \text{ kg} \cdot 0,504212 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$
$$= 0,027515 \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_1^*}{\partial h} s_h = 147,691414 \text{ kg} \cdot 0,072135 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$
$$= 0,010654 \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_1^*}{\partial g} s_g = 4,083753 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \cdot 4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$
$$= 1,633501 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_2^*}{\partial c} s_c = 3,405082 \text{ kg} \cdot 3,047507 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$
$$= 10,377008 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_2^*}{\partial \bar{D}} s_0 = 40,296043 \text{ kg} \cdot 0,504212 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$
$$= 0,020318 \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_2^*}{\partial h} S_h = 147,691413 \text{ kg} \cdot 0,072124 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ = 0,010652 \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_2^*}{\partial g} S_g = 4,055866 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \cdot 4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ = 1,622346 \cdot 10^{-5} \text{ kgm}$$

$$\frac{\partial D_1^*}{\partial a} S_a = \frac{\partial D_2^*}{\partial a} S_d = 59,241727 \text{ kg} \cdot 0,011226 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ = 6,650266 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}$$

Gesamtfehler

$$S_{D_1^*} = 0,031349 \text{ kgm}$$

$$S_{D_2^*} = 0,025240 \text{ kgm}$$

$$D_1^* = (3,24 \pm 0,03) \text{ kgm}$$

$$D_2^* = (3,22 \pm 0,03) \text{ kgm}$$

## 4.2 Berechnung von g

$$g = \frac{24\pi^2}{D^* T^2}$$

$$Sg = g \sqrt{\left(\frac{2\pi T}{T}\right)^2 + \left(\frac{3s}{2}\right)^2 + \left(\frac{3D^*}{D^*}\right)^2}$$

Mit

$$J_1 = (3,286 \pm 0,224) \text{ kgm}^2$$

$$J_2 = (3,263 \pm 0,224) \text{ kgm}^2$$

$$D_1^* = (3,24 \pm 0,03) \text{ kgm}$$

$$D_2^* = (3,22 \pm 0,03) \text{ kgm}$$

$$T_1 = (2,032 \pm 0,003) \text{ s}$$

$$T_2 = (2,047 \pm 0,001) \text{ s}$$

$$\Rightarrow g_1 = (9,7 \pm 0,7) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow g_2 = (9,5 \pm 0,7) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

### 4.3 Gekoppelte Pendel

#### 4.3.1 Berechnung von D

$$D = D_2^* \cdot g_2$$

$$D_2^* = (3,22 \pm 0,03) \text{ kgm}$$

$$g_2 = (9,5 \pm 0,7) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\bar{D} = 30,742448 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

$$U_D = \sqrt{(g_2 U_{D2}^*)^2 + (D_2^* U_{g2})^2}$$

$$= 2,19764 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow D = (31 \pm 2) \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

#### 4.3.2 Berechnung des Kopplungsgrad

$$K = \frac{DK}{D+DK} \quad \text{mit} \quad DK_1 = (2,50 \pm 0,09) \text{ Nm}$$

##### i) Kopplungslänge 45cm

$$\bar{L} = 0,075065$$

$$\frac{\partial K}{\partial DK} = \frac{D}{(D+DK)^2} = 0,0278267 \frac{1}{\text{Nm}}$$

$$U_{DK} = 0,094621 \text{ Nm}$$

$$\frac{\partial K}{\partial D} = \frac{-DK}{(D+DK)^2} = -0,002259 \frac{1}{\text{Nm}}$$

$$U_D = 2,19764 \text{ Nm}$$

$$\Rightarrow U_K = 0,005619$$

### iii) Kopplungslänge 90m

$$D_K = (1,25 \pm 0,04) \text{ nm}$$

$$\bar{L} = \frac{D_K}{D+D_K} = 0,0390717$$

$$\frac{\partial \bar{L}}{\partial D} = 0,030036 \frac{1}{\text{Nm}}$$

$$U_{DK} = 0,038912 \text{ Nm}$$

$$\frac{\partial \bar{L}}{\partial D} = -0,001221 \frac{1}{\text{Nm}}$$

$$U_D = 2,19764 \text{ Nm}$$

$$\Rightarrow U_K = 0,002932$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{L = 0,039 \pm 0,003}}$$