

## Physik-Marathon 2025

– Aufgabe 8 –



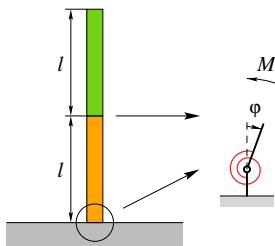
(30. Juni – 10. August)

### *Höchster Bauklotzturm gesucht*

Die Entwicklungsabteilung eines Spielzeugherstellers für Holzbauklötze hat ein Institut beauftragt, die Statik eines aus zwei identischen zylindrischen, übereinandergestellten Stäben bestehenden Turmes zu untersuchen.

Die Stäbe sollen idealisiert als starre, nicht deformierbare Körper der Länge  $l$  und mit einem Gewicht pro Länge  $q$  angenommen werden. Die Standfläche des unteren Zylinders als auch die Berührungsfläche der beiden Zylinder werden dabei als Drehgelenke mit einer Drehfederkonstanten  $k$  modelliert (siehe Erläuterung unten).

Das folgende Bild zeigt den Bauklotzturm (im rechten Detailbild ist das untere Drehgelenk zu sehen, das in der grau gefärbten Unterlage verankert ist; das nicht eingezeichnete obere Drehgelenk verbindet beide Stäbe miteinander):



Berechne die maximal mögliche Länge  $l_{\max}$  der Stäbe, ohne dass der Turm bei kleinen Auslenkungen aus der Ruhelage instabil wird und kollabiert!

*Daten:* Gewicht pro Länge  $q = 1 \text{ kN m}^{-1}$ , Drehfederkonstante  $k = 10 \text{ kNm} \cdot \text{rad}^{-1}$ .

*Erläuterung:* Ein *Drehfedergelenk* reagiert mit einem rücktreibenden Drehmoment  $M = -k\varphi$ , wenn die Achsen benachbarter Stäbe (oder die Achse des unteren Stabes gegenüber der Senkrechten auf der Standfläche) um einen Winkel  $\varphi$  gegeneinander gekippt werden.

Für diese Aufgabe ist die sog. *Kleinwinkelnäherung*  $\sin \varphi \approx \varphi$  zu benutzen.