

Ein Bungeespringer mit einer Masse von 80 Kilogramm, springt von einem 40 Meter hohen Staudamm. An die Füße hat er sich ein 20 Meter langes Bungeeseil gebunden, das eine "Härte" von  $D = 160 \text{ N/m}$  hat.

- *Der Springer darf zur Vereinfachung als „Massenpunkt“ angenommen werden*
- *Die Masse des Seils soll vernachlässigt werden*
- *Für unsere Betrachtungen gilt das Hookesche Gesetz*
- *Von jeglicher Reibung wird abgesehen. Dadurch ist die einsetzende Schwingung ungedämpft, was unrealistisch ist*

a) Wenn man den Springer statisch an das Seil hängen würde, um wieviel würde es sich ausdehnen?

Durch seine Gewichtskraft von  $F = mg = 800 \text{ N}$  würde die Feder nach dem Hookeschen Gesetz  $F = Ds = 800 \text{ N}$  für gegebenes  $D = 160 \text{ N/m}$  um  $s = 5 \text{ m}$  gedehnt.

b) Welche Geschwindigkeit erreicht der Springer, wenn sich das Seil gerade zu spannen beginnt?

Der Punkt, an dem sich das Seil gerade zu spannen beginnt, liegt 20m unterhalb des Absprungpunktes. Da keine Reibungen berücksichtigt werden, wurde somit eine potentielle Energie von  $E(\text{pot}) = mgh = 80 \cdot 10 \cdot 20 \text{ J} = 16 \text{ kJ}$  in kinetische Energie umgesetzt.  $E(\text{kin}) = 0.5mv^2 = 16 \text{ kJ}$ . Man sieht hier übrigens, dass die Masse des Springers für diese Überlegung unerheblich ist (Zusatz: Du springst mit deiner Masse, was ist  $v$ ?). Löst man nach  $v$  auf, ergeben sich (immer)  $20 \text{ m/s}$ .

c) Das Seil beginnt sich nun zu dehnen und bremst dabei den Fall ab. Welche maximale Dehnung darf das Seil maximal aufweisen?

Das Seil sollte sich insgesamt nicht um mehr als 20 Meter verlängern, da der Bungeespringer sonst am Boden aufschlägt. Realistischer wäre eine Dehnung kleiner 18 Meter, da der Springer ja noch eine Körpergröße hat.

d) Wie stark dehnt sich in unserem Fall das Seil?

Diese Frage ist scheinbar einfach, allerdings kann man hier schnell etwas übersehen! Man muss nämlich aufpassen, ab wo man die Feder „überspannt“. Nach a) wird die Feder bereits durch das Anhängen des Springers um 5m gedehnt. Das ist der statische Fall. Im dynamischen Fall (also dem Sprung) hängt derselbe Kerl dran, allerdings hat er nun auch noch eine Geschwindigkeit von  $20 \text{ m/s}$ . Diese Bewegungsenergie wird nun eine weitere Dehnung erzwingen. Diese ist wieder mit dem Hookeschem Gesetz  $F = Ds$  zu bestimmen. Diese Dehnlänge  $s$  wird dadurch bestimmt, wie sich die kinetische (oder ursprünglich potentielle) Energie von  $16 \text{ kJ}$  in Spannenergie  $E(\text{spann}) = 0.5Ds^2$  umwandelt. Da  $D$  bekannt ist, folgt sofort  $s = \sqrt{200}$  Meter bzw. etwa  $14 \text{ m}$ . Also haben wir eine Gesamtdehnung von  $(14+5) \text{ m} = 19 \text{ Metern}$ . Das ist nicht ungefährlich, wenn wir an Teil c) denken... Besser wäre es also, eine härtere Feder zu verwenden!

Hier ggf. Zusatz: Bestimme  $D$  so, dass das Seil nur um max.  $18 \text{ m}$  ausgedehnt ist. Oder: Wenn ein Mensch mit  $60 \text{ kg}$  springt, ist es dann noch gefährlich? usw.