

Beschleunigte Bewegung auf einem Förderband

von

Axel Donges

Fachhochschule und Berufskollegs NTA Prof. Dr. Grübler gGmbH, Seidenstraße 12-35, D-88316 Isny im Allgäu, eMail: ADonges@web.de

erschienen in:

Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht 5/56 (2003) S. 300-301

Zusammenfassung

Um einen Körper (Masse m) mit einem Förderband (Laufgeschwindigkeit v) aus der Ruhe auf die Geschwindigkeit v zu beschleunigen, muss insgesamt die Arbeit mv^2 verrichtet werden. Nur 50 % der verrichteten Arbeit findet sich in der kinetischen Energie $\frac{1}{2}mv^2$ des Körpers wieder. Der Rest geht thermisch verloren.

Auf ein waagrechtes, mit der Geschwindigkeit v laufendes Förderband wird ein Körper (Masse m) aufgesetzt. Unmittelbar danach ist der Körper noch in Ruhe, während das Förderband mit konstanter Geschwindigkeit v weiterläuft. Aufgrund der (geschwindigkeitsunabhängigen) Gleitreibungskraft

$$F_R = \mu_G mg \quad (1)$$

(μ_G : Gleitreibungskoeffizient, g : Erdbeschleunigung) wird der Körper in Laufrichtung des Bandes gleichförmig beschleunigt. Die Beschleunigung beträgt

$$a = \frac{\mu_G mg}{m} = \mu_G g \quad (2)$$

Erst nach der Zeit

$$\tau = \frac{v}{a} = \frac{v}{\mu_G g} \quad (3)$$

erreicht der Körper die Geschwindigkeit v des Förderbandes und die gleichförmig beschleunigte Bewegung geht in eine gleichförmige Bewegung über. Für die Beschleunigungsstrecke, längs der der Körper gleitet, gilt

$$s_K = \frac{a\tau^2}{2} = \frac{v^2}{2\mu_G g} \quad (4)$$

Das Förderband, das mit konstanter Geschwindigkeit v läuft, legt während der Be-

schleunigungsphase die doppelte Strecke zurück:

$$s_F = v\tau = \frac{v^2}{\mu_G g} = 2s_K \quad (5)$$

Während der Beschleunigungsphase werden zwei Arten von Arbeit verrichtet: Beschleunigungsarbeit

$$W_B = \frac{mv^2}{2} \quad (6)$$

und Reibungsarbeit

$$\begin{aligned} W_R &= \mu_G mg(s_F - s_K) \\ &= \mu_G mgs_K = \frac{mv^2}{2} \end{aligned} \quad (7)$$

Letztere führt zu einer Erwärmung des Körpers bzw. des Förderbandes. W_R und W_B sind gleich groß und ergeben zusammen die Gesamtarbeit

$$W_g = W_B + W_R = mv^2, \quad (8)$$

die während der Beschleunigungsphase (Zeitspanne τ) verrichtet wird. Es wird nur 50 % der am Förderband verrichteten mechanischen Arbeit W_g in kinetische Energie W_B des beschleunigten Körper umgewandelt. Der Rest geht thermisch verloren. Dieses Ergebnis gilt auch für Schüttgüter (z.B. Sand), die mit einem Förderband transportiert werden.

Damit die Geschwindigkeit des Förderbandes nicht sinkt, muss während der Beschleunigungsphase am Förderband eine konstante Kraft F angreifen. Diese Kraft verrichtet längs des Weges s_F die Gesamtarbeit (8). Für F gilt daher:

$$F = \frac{W_g}{s_F} = \frac{mv^2}{s_F} \quad (9)$$
$$= \mu_G mg = F_R$$

Die am Förderband angreifende Kraft ist identisch mit der Reibungskraft (1).

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Axel Donges, Fachhochschule
und Berufskollegs NTA Prof. Dr. Grübler
gGmbH, Seidenstraße 12-35, D-88316
Isny im Allgäu, eMail: ADonges@web.de