Lösungsblatt

# Pneumatische Hebebühne

## Lösungsbeispiel Thematische Aufgabe

**Thematische Aufgabe 3. a):** Die Kräfte der beiden Zylinder addieren sich, die Gesamtkraft ist genau doppelt so groß wie bei einem Zylinder. Der Druck definiert sich als Kraft pro Fläche:

$$p=\frac{F}{A}$$

Dabei ist F die Kraft und A die wirksame Fläche der Zylinderscheibe. Die Kraft ist also das Produkt aus Druck und Fläche:

$$F=p∙A$$

Wenn wir also beim selben Druck die Fläche durch das Parallelschalten der zwei Zylinder verdoppeln, verdoppelt sich auch die Kraft:

$$p∙2A=2∙F$$

b) Der Hub bleibt dabei unverändert, da die Verfahrlänge der Zylinder dieselbe ist wie mit einem Zylinder.

**Thematische Aufgabe 4. a):** Die Kraft ist nun unverändert, da sich die wirksame Fläche der Zylinder nicht geändert hat. Die Anordnung hat diesbezüglich dieselbe Wirkung wie die Verwendung eines längeren Zylinders.

b) Der Verfahrweg ist doppelt so groß. Der Hub ist zwar größer geworden, aber weniger als verdoppelt.

c) In der unteren Position der Hebebühne bewirkt ein kleines Stück Verfahrweg noch eine große Hubänderung. In der oberen Position bewirkt ein gleich großer Verfahrweg aber nur noch eine geringe Hubänderung (dafür aber eine größere Hubkraft).

**Thematische Aufgabe 5:** Die Hebebühne, so wie wir sie gebaut haben, bleibt abrupt stehen, wenn die Zylinder ihren Anschlag erreicht haben. Wenn auf der Hebebühne Material oder Menschen stehen, könnten die verrutschen oder herabfallen (deshalb würde auch ein geeignetes Geländer o. ä. auf der Hebefläche sinnvoll sein). Die Drosselung resultiert in kleinerer Geschwindigkeit bei Beibehalten der Kraft, die die Hebebühne aufbringen kann.

Eine Weiterentwicklung wäre die *Endlagendämpfung*. Das ist eine Dämpfung, die erst kurz vor Erreichen des Anschlags wirksam wird. Damit kann man hohe Geschwindigkeit mit sanfterem Bewegungsende kombinieren. Siehe dazu die Verweise auf weiterführende Informationen [2].

## Auswertung Experimentieraufgabe

Der Zusammenhang zwischen Verfahrweg und Hub kann so berechnet werden:

L

s

h

V

·

L ist die Länge des Balkens, der dessen unteres Ende von den Zylindern entfernt ist. s ist die Länge der Projektion von L auf die Ebene. h ist der Hub (hier gemessen von der Ebene aus). L, s und h bilden ein recht­winkliges Dreieck.

V ist der Verschiebeweg der Zylinder, als Nullpunkt ausgehend von einer (durch mechanische Beschränkun­gen aber nicht wirklich erreichbaren) Position, in der der Balken flach auf der Ebene liegt. Damit haben wir:

$$s=L-V$$

$$L^{2}=s^{2}+h^{2}$$

$$h=\sqrt{L^{2}-s^{2}}=\sqrt{L^{2}-\left(L-V\right)^{2}}=\sqrt{L^{2}-\left(L^{2}-2LV+V^{2}\right)}=\sqrt{2LV-V^{2}}$$

Das ergibt qualitativ folgenden Verlauf:

