

7 Impulsstromstabilisierte Energiequelle

Thema

Ein typisches Schulnetzgerät kann man wahlweise auf Spannungs- oder Stromstabilisierung stellen. Ist es auf Spannungsstabilisierung gestellt, so liefert es eine Spannung, die sich nicht ändert, wenn der Lastwiderstand verändert wird. Im Stromstabilisierungsmodus hält es die Stromstärke konstant wenn sich die Last ändert.

Strom- bzw. Spannungsstabilisierung wird gewöhnlich mit Hilfe einer Elektronik realisiert. Man hat aber Spannungsstabilisierung sozusagen gratis, wenn man nur dafür sorgt, dass der Widerstand der Last groß ist gegen den Innenwiderstand der Quelle. Die Spannung wird dann allein durch den Innenwiderstand der Quelle bestimmt, auch wenn die Last sich ändert.

Entsprechend bekommt man Stromstabilisierung, wenn der Innenwiderstand der Quelle groß gegen den der Last ist. Jetzt wird die Stromstärke allein durch den Innenwiderstand bestimmt.

Was hat das mit Mechanik zu tun?

Man kann mechanische Energiequellen realisieren, die das Analogon der genannten elektrischen Energiequellen sind. Der Energieausgang des Geräts ist ein Seil oder eine Schnur. Das Gerät sorgt dafür, dass entweder die Geschwindigkeit des Seils konstant, d.h. unabhängig von der Belastung ist oder, dass im Seil ein Impulsstrom fließt, der unabhängig von der Belastung (und damit von der Geschwindigkeit des Seils) ist.

Wie man den geschwindigkeitsstabilisierten Antrieb baut, braucht nicht erklärt zu werden. Er dürfte beim Antrieb jedes Aufzugs gut realisiert sein.

Es geht uns hier um die Energiequelle, die eine konstante Kraft, also einen konstanten Impulsstrom liefert. Man kann sie zum Beispiel gebrauchen, um die Beziehung

$$F = m \cdot a$$

zu verifizieren.

Gewöhnlich verwendet man dazu die Anordnung die Abb. 1 zeigt.

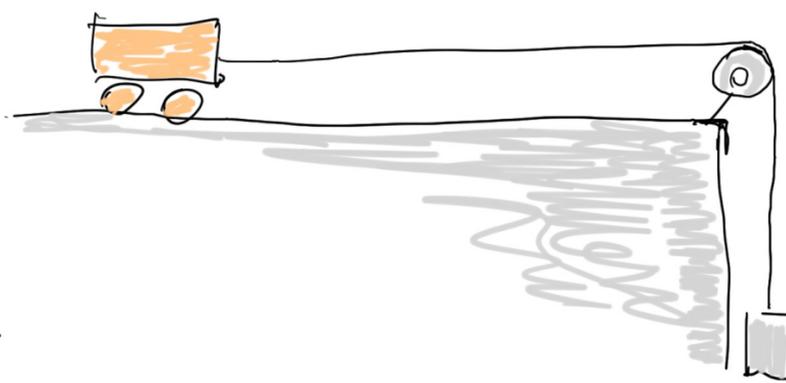
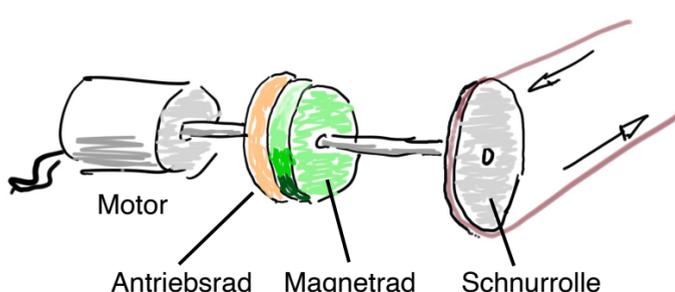


Abb. 1. Antrieb mit konstanter Kraft. Der Betrag der Gewichtskraft verteilt sich auf beide Körper.

Ein Problem, das ich bei dem absinkenden Körper immer empfunden habe, ist, dass man sich genötigt fühlt, die ganze Anordnung zu erklären und zu analysieren: Zwei Körper werden in zwei zueinander orthogonale Richtungen beschleunigt; die Summe der Kräfte, die auf die Körper wirken ist gleich $m \cdot g$, obwohl man sie nicht einfach addieren kann, da sie nicht dieselbe Richtung haben.

Das Gerät, das hier vorgestellt wird, ist zwar nicht leichter zu durchschauen, aber man ist eher geneigt, es wie das elektrische Netzgerät einzustufen. Da fragt man auch nicht nach den Details der Elektronik, die für die Strom- oder Spannungsstabilisierung sorgt: Das Netzgerät hat einen Ausgang (zwei Buchsen), und der Hersteller hat uns versprochen, dass die Spannung konstant gehalten wird. So hat unser Gerät als Ausgang eine Schnur, die eine von ihrer Geschwindigkeit unabhängige Kraft liefert.



Das Gerät

Wie funktioniert das Gerät? Was befindet sich in dem Gehäuse?

Ein sehr schnell laufender Elektromotor dreht eine Scheibe aus einem nicht-ferromagnetischen Material, z. B. aus Messing, Abb. 2. Dicht neben diesem „Antriebsrad“, befindet sich ein anderes, drehbar gelagertes Rad, auf dem Scheibenmagneten befestigt sind, das Magnetrad. Es darf das Antriebsrad nicht berühren. Auf die Welle des Magnetrades ist ein weiteres Rad montiert, die Schnurrolle. Über sie läuft die Schnur, die unseren Energieausgang darstellt. Da sich das Antriebsrad gegen das Magnetrad dreht, werden in ihm Wirbelströme induziert, und das Antriebsrad übt auf das Magnetrad ein Drehmoment aus (vom Motor fließt über Antriebsrad und Magnetrad zur Schnurrolle ein Drehimpulsstrom). Das Drehmoment, und damit die Kraft in der Schnur ist unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit des Magnetrades, solange die Winkelgeschwindigkeit des Magnetrades klein ist gegen die des Motors.

Der Versuch

Man beschleunigt einen Körper über die Schnur und misst wie seine Geschwindigkeit zunimmt.

Was man daraus lernen kann

Natürlich ist das Hauptziel des Experiments die Bestätigung von Newtons zweitem Gesetz. Beim Einsatz des Geräts betont man aber auch die Analogie zu einem stromstabilisierten Netzgerät. Und man erinnert an das entsprechende elektrische Experiment: Man lädt einen Kondensator bei konstanter elektrischer Stromstärke und misst, wie dabei der Zuwachs der elektrischen Spannung ist. Dabei wird das 2. Newtonsche Gesetz etwas entzaubert.