

## Die phänomenale Schatzkiste – Experimente zur Mechanik

Die Mechanik ist wohl der erste Bereich der Physik, den sich die Menschheit zur Nutzen gemacht hat – sei es beim Bewegen schwerer Lasten mit Hilfe einer schiefen Ebene oder eines Flaschenzuges oder beim Ausnutzen des Hebelgesetzes. Aber auch die Bewegung von Atomen und Molekülen und die Kräfte, die sie ausüben können, produzieren erstaunliche Effekte und Anwendungsmöglichkeiten.

### Die Balkenwaage – Massen im Gleichgewicht

**Die Physik** – Es gibt viele verschiedene Arten von Waagen, mit denen die Masse oder das Gewicht von

**Hebel:**

Jeder starre, d.h. nicht verformbare, Körper, der um eine feste Achse drehbar gelagert ist, wird „Hebel“ genannt. Der Auflagepunkt teilt ihn in zwei „Hebelarme“.

die Masse oder das Gewicht von Gegenständen verglichen und gemessen werden kann. Eine, z.B. auf Märkten sehr verbreitete, Form ist die Balkenwaage (s. Abb. 2), die wie eine Wippe funktioniert. Dabei wird auf die

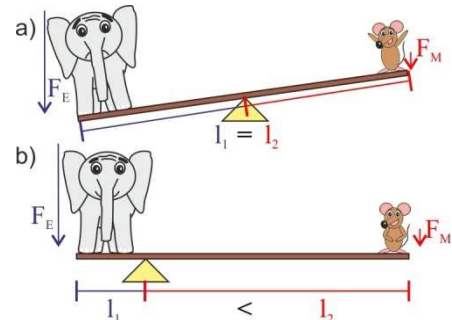


Abb. 1: Veranschaulichung des Hebelgesetzes

Waagschale ein Objekt gelegt und das Gegengewicht auf der anderen Seite solange verschoben, bis die Waage wieder im ausbalanciert ist.

**Für Fortgeschrittene:**

Das Produkt aus Hebelarm und Kraft wird auch „Drehmoment“  $M = F \cdot l$  genannt. Es wird in der Einheit Nm (Newtonmeter) gemessen und zur Beschreibung von Drehbewegungen verwendet.

Hier wird das Hebelgesetz ausgenutzt (s. Abb. 1):

Ein Hebel, z.B. eine Wippe, ist im Gleichgewicht, wenn auf beiden Seiten das Produkt aus der Gewichtskraft  $F_G$  des Gegenstandes und der Länge  $l$  des Hebelarms gleich ist.

**Der Aufbau** – Unter einer Tragplatte ist ein Metallstab drehbar befestigt, sodass beide Hebelarme gleich lang sind. An dem einen Ende befindet sich eine Waagschale, auf der anderen Seite eine Aufhängung für das Gegengewicht. In Verlängerung des Tragbalkens ist ein weiteres Metallstück befestigt, das in den Auslösebereich einer Lichtschranke hineinragt. Wenn die Waage im Gleichgewicht ist, gelangt das Licht in der Lichtschranke durch den Schlitz im Auslöser ungehindert zum Empfänger. Am Ausgang (D+ im Schaltplan) wird dann ein Signal messbar, das bestimmt, welche Spannung an den Widerständen R2 und R3 anliegt. Mit R3 und R5, einem Spannungsteiler, ist die Basis-Emitter-Spannung festgelegt, für die der Transistor Q1 durchschaltet. Hat das Signal den passenden Wert, fällt also genug Licht auf den Empfänger der

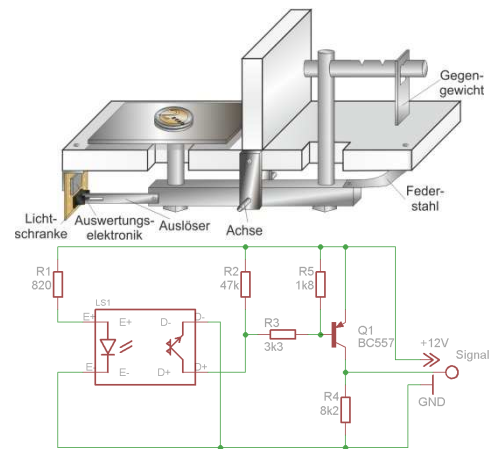
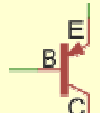


Abb. 2: Schnitt durch das Waagen-Schloss und der Schaltplan der Auswertungselektronik

**Transistor als Schalter:**

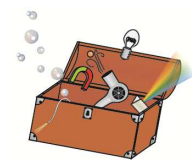
Nur wenn zwischen der Basis (B) und dem Emitter (E) ein Strom fließt, fließt auch zwischen Emitter und Collector (C) ein Strom, der dann sogar verstärkt ist.



Lichtschranke, so verbindet der Transistor den Signalausgang mit den +12 V-Betriebsspannung und das Schloss wird freigeschaltet. Damit das Schloss wirklich nur dann freigegeben wird, wenn die Waage im Gleichgewicht ist, ist die Bewegung des Hebels durch einen Streifen Federstahl eingeschränkt.

### Das Ballgebläse – Massen im Luftstrom

**Die Physik** – Es ist auch möglich, Gegenstände zu bewegen, ohne sie direkt zu berühren. Dazu kann man sie z.B., wie bei einer Luftkissenbahn, in einen Luftstrom bringen. Ob sie von diesem angehoben werden können hängt von mehreren Faktoren ab: Der Geschwindigkeit, mit der die Luft strömt, dem Gewicht des Objektes, aber auch seiner Form, die bestimmt, welchen Weg die Luft um den Gegenstand nimmt und wie viel Reihung dabei auftritt.



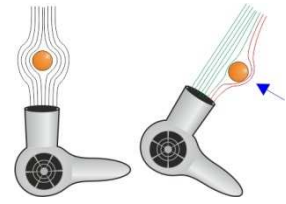
**Für Fortgeschrittene:**

Der Widerstand, den ein Körper z.B. in einem Luftstrom erfährt, kann mit

$$F_w = \frac{1}{2} A \rho v^2 c_w \quad (1)$$

berechnet werden. Dabei ist *A* die Querschnittsfläche des Objektes, *ρ* die Dichte des umgebenden Mediums (z.B. Luft) und *v* die Geschwindigkeit. Der sog. *c<sub>w</sub>*-Wert berücksichtigt die Form des Gegenstandes und damit wie gut das Medium um ihn herumfließen kann.

Ein Tischtennisball kann z.B. von dem Luftstrom eines Föns getragen werden, während ein Tennisball zu schwer wäre und ein Schaumstoffwürfel die falsche Form hätte. Wenn der Gegenstand von dem



Luftstrom getragen wird, kann man diesen sogar verkippen, ohne dass das Objekt herunterfällt (s. Abb. 3). Wenn der Ball aus dem Luftstrom auswandert, kann die Luft auf einer Seite schneller fließen (grün), als auf der anderen (rot, s. Abb. 3). Dadurch verringert sich auf der schnelleren Seite aber der Druck der Luft, dies wird

Abb. 3: Ein Ball im Luftstrom

**Bernoulli-Effekt** genannt. Der Luftdruck von außen schiebt den Ball dann wieder zurück in den Luftstrom und er fällt nicht herunter.

**Der Aufbau** – Über einem Föngebläse ist ein Plastikrohr als Führung schiebbar befestigt

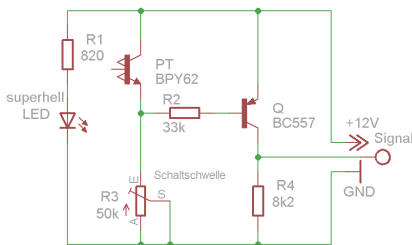


Abb. 5: Schaltplan der Auswertungselektronik

– Über einem Föngebläse ist ein Plastikrohr als Führung schiebbar befestigt (s. Abb. 4). Schiebt man es hinunter, löst es einen Schalter aus und das Gebläse geht an. Legt man einen passenden Gegenstand auf das Gitter, so wird er von dem Luftstrom nach oben zwischen eine LED und einen Phototransistor

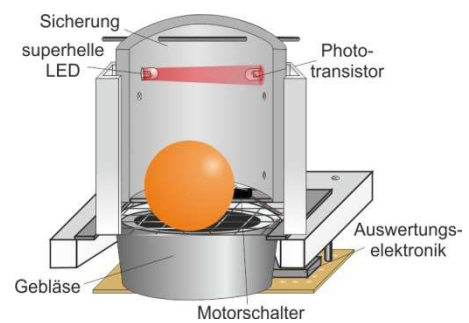


Abb. 4: Schnitt durch das Gebläse-Schloss

(PT im Schaltplan) getragen. Fällt weniger Licht auf diesen, so nimmt seine Leitfähigkeit ab und die Spannung am Widerstand R2 wird größer. Ist sie groß genug, so schaltet der Transistor Q durch und verbindet den Signalausgang mit den +12 V Betriebsspannung und das Schloss wird freigeschaltet. Wie weit das Signal des Phototransistors dafür absinken muss, kann mit dem Potentiometer R3 eingestellt werden.

**Das Mikrophon – Massen in Bewegung**

**Die Physik** – Luftströme können nicht nur Gegenstände bewegen, sondern übertragen auch Geräusche. Wenn man spricht, versetzt man dadurch die Luft in der Nähe des Mundes in Schwingung. Diese Schwingungen breiten sich dann z.B. über die Luft, aber auch in Flüssigkeiten oder Festkörpern, aus und können an anderer Stelle wahrgenommen werden. Beim Menschen geschieht dies in der Regel im Ohr, aber auch elektronische Bauteile wie z.B. Elektret-Mikrophone können Schall in ein auswertbares Signal umwandeln. Dabei versetzt der Schall eine Membran, die Bestandteil eines Kondensators ist, in Schwingungen. Dadurch ändert sich die Kapazität im Inneren des Bauteils, was in ein Spannungssignal umgewandelt wird.

**Der Aufbau** – In der Mitte der Schatzkiste ist ein Elektret-Mikrophon befestigt. Ruft man hinein, wird das Geräusch in ein Spannungssignal umgewandelt. Dieses Wechselspannungssignal wird dann mit Hilfe eines

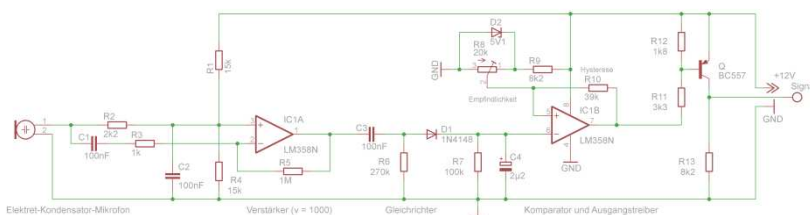


Abb. 6: Schaltplan der Auswertungselektronik

Operationsverstärkers verstärkt, anschließend gleichgerichtet und mit einem, durch das Potentiometer R8 festgelegten, voreingestellten Wert verglichen. Hierzu dient wieder ein Operationsverstärker (IC1B). Ist das Signal stark genug, d.h. hat man laut

genug gerufen, so reicht das Ausgangssignal aus, um den Transistor Q durchzuschalten, der +12 V und den Signalausgang verbindet und das Schloss freischaltet.

Weitere Informationen zu „Jugend forscht“, der Schule und den Aktivitäten der AG unter: