

# Lernwerkstatt Spannungsenergie

## ERLÄUTERUNGEN

### HINWEISE

Mit der Lernwerkstatt sammeln Schülerinnen und Schüler Erfahrungen im Umgang mit Spannungsenergie. Ziel ist die Förderung von Kenntnissen im Anwendungsbereich und das Erkennen von Antriebsmöglichkeiten mit Gummiringen im technischen Alltag. Der Fokus liegt auf der Förderung von Technikinteresse.

### SPIELZEUGANTRIEBE

#### Hinweise

Geeignet zur Herstellung von Produkten im Zusammenhang mit Spannungsenergie sind Gummiringe, Gummibänder, Antriebsgummis aus dem Modellbaubereich und Gummischnüre (1–3 mm) aus dem Merceriebedarf. Gummiseile finden sich auf [www.gummiseil.ch](http://www.gummiseil.ch), oder es können «Kuhschwanzschnüre» von der landwirtschaftlichen Genossenschaft benutzt werden.

Ein Klassiker unter den Spielzeugen mit Gummimotorantrieben ist der Tim Bird von Ruymbeke: Dieser mechanische Vogel aus den 1960er-Jahren fliegt wie ein Vogel: Mittels Gummimotor, steuerbarer Schwanzflosse und Flügelschlag flattert er bis zu 50 m weit. Der Vogel ist inzwischen wieder erhältlich. Aus der Werbung: «Das kann dazu führen, dass sich die Kinder mehr für Naturwissenschaften interessieren, aber im schlimmsten Fall haben sie einfach nur Spass daran, mit Tim Bird zu spielen.»

Der Tim Bird gehört zu den Schwingflügel-Flugzeugen, die durch die Bewegung der Tragflächen Auf- und Vortrieb erzeugen, sogenannte Ornithopter. Eine Bedeutung in der Technik hatte der Ornithopter nur im Bereich des Modellflugs. In den Anfängen der Luftfahrt wurden mit diesen Geräten verschiedene, meist erfolglose Flugversuche durchgeführt. Da Vinci zeichnete den ersten Ornithopter, Wissenschaftler konstruierten im 19. Jahrhundert erfolgreiche Flugmodelle mit Schlagflügeln. Die Firma Festo stellte 2011 mit dem SmartBird ein die Flugmechanik der Silbermöwe adaptierendes, frei fliegendes Modell mit einer Flügelspannweite von 2 m vor. 2013 folgte der BionicOpter, eine auf dem Flügelschlag der Libelle basierende Entwicklung eines Fluggeräts.<sup>1</sup>

#### Technikverständnis/Lebensweltbezug

Zum Material: Der Rohstoff Gummi wird aus Kautschukbäumen gewonnen. Heute wird der Grossteil synthetisch hergestellt (vgl. YouTube «Kautschuk Gummi Planet Wissen»).

Die wichtigsten Produkte der Gummiindustrie kommen im Fahrzeug-, Maschinen- und Wohnbereich zur Verwendung. Die Autoreifenindustrie braucht verschiedene Gummisorten, um das Optimum hinsichtlich Abrieb, Haftung und damit der Belastbarkeit der Pneu zu erreichen. Im Maschinen- und Wohnungsbau sind Dichtungen unverzichtbar und wichtig: 1986 führte ein fehlerhaft konstruierter Dichtungsring der Raumfähre Challenger zur Explosion und damit zur Katastrophe.

Zur Energiespeicherung: Zahlreiche Materialien und Konstruktionen (Federn, Spangen, Klammern, Gummizüge usw.) sind in der Lage, durch eine elastische Verformung Energie zu speichern. Sie nehmen während des Verformungsprozesses Bewegungsenergie auf und sind dann bestrebt, sich sofort in ihre Ursprungsgestalt zurückzuverwandeln, indem sie dieselbe Bewegungsenergie wieder abgeben. Werden solchen Konstruktionen, z. B. durch Festhalten oder Sperren der jeweiligen Mechanismen, daran gehindert, in ihre Ausgangslage zurückzukehren, behalten sie die aufgebrauchte Energie in Form von potenzieller Energie (d. h. Lageenergie) bei sich. Die potenzielle Energie schlummert dann beispielsweise in aufziehbaren Federwerken, die als Kraftquelle in mechanischen Uhren und altem Blechspielzeug dienen.<sup>2</sup>

### FALLSCHIRMSPRINGER

#### Hinweise

Die Figur darf weder zu leicht noch zu schwer sein und ist auch abhängig von der Spannkraft der Abschussvorrichtung. Als Fallschirmmaterial bieten sich gebührenfreie Kehrriechtsäcke an. Durch eine ausgedehnte Experimentierphase lassen sich bessere Resultate erreichen. Die Aufgabe kann auch als Klassenarbeit durchgeführt werden, ein Werkraum ist nicht nötig: Als Holzfigur eignet sich auch eine kurze, unbearbeitete Holzleiste.

#### Technikverständnis/Lebensweltbezug

1 Wikipedia (2017). LötKolben.

2 KONTEXIS 2010.

Fallschirmspringerinnen und Fallschirmspringer faszinieren Schülerinnen und Schüler. Einer Legende nach sollen Akrobaten bereits 1306 in China mit Fallschirmen von Türmen gesprungen sein. Gesichert ist, dass 1783 der Franzose Lenormand mit einem Fallschirm von einem Turm in Montpellier sprang. Wenig später sprang ein Franzose in Paris aus einem Heissluftballon. Er benutzte einen Schirm mit 10 m Durchmesser und steifen Rippen. Der zusammenlegbare Fallschirm wurde 1880 in Amerika erfunden, die Reissleine kurze Zeit später. Heute werden auch Raumschiffe, Flugzeuge oder Raketenfahrzeuge mit Fallschirmen gebremst.

### TESTPISTOLE, HOCHSPRUNG UND FLUGBALL

#### Hinweise Testpistole

Der wissenschaftliche Vergleich ist schwierig zu konzipieren. Die Absprache in der Gruppe ist eine Idee, eine andere ist, dass auf der Pistole kleine Nägel eingeschlagen, und die Gummis beispielsweise immer um 5 cm gespannt werden. Hier müssten dann nur gleich dicke Gummiringe verglichen werden. Das Ziel besteht darin, Schülerinnen und Schüler dafür zu sensibilisieren, dass unterschiedlich viel Spannungsenergie gespeichert werden kann.

Die Aufgabe motiviert und weckt die Experimentierlust. Wichtig ist, mit den Experimentierenden Regeln zum Gebrauch der Pistole festzulegen. Es lassen sich auch Zielscheiben entwickeln. Das Ziel kann auch ein Objekt sein.

#### Hinweise Hochsprung

Dieses Experiment lässt sich auch im Bildnerischen Gestalten mit der ganzen Klasse durchführen. Statt Frösche kann man weitere Tiere entwerfen, wie Kängurus, Hasen, Heuschrecken. Wenn das Ziel der Hochsprung ist, ist es sinnvoll, verschiedene Gummiringe zu testen. Der Absprung funktioniert nur, wenn der Finger ruckartig entfernt wird.

#### Hinweise Flugball

Die Gummiringe in der PET-Flasche lassen sich auf verschiedene Art und Weise befestigen. Statt Schlitzlöcher können auch Löcher mit der mit dem Heissluftföhn erhitzten Ahle gestochen werden. Die Gummiringe anschliessend verknoten. Auch kann man Styroporkugeln statt Tischtennisbälle fliegen lassen. Kinder können Wettkämpfe zum Spiel erfinden, z. B.: Wie oft kann ich den Ball hochschleudern und fangen? Wie funktioniert es mit der schlechteren Hand?

#### Technikverständnis/Lebensweltbezug

Das gedehnte Gummiband übt eine Spannkraft aus, die sich in Bewegungsenergie umwandeln lässt. Dieses Prinzip wiederholt sich bei den Experimenten 3 bis 5.

Gummiprodukte werden im Alterungsprozess spröde, reißen oder verlieren durch Materialermüdung besserungen erreichen: Silikonspray verzögert den Alterungsprozess. In der Industrie werden beispielsweise Treibmittel eingesetzt. Gummi wird damit geschäumt und für Neopren-Taucheranzüge oder Matratzen aus Latexschaum verwendet.

### BREAKDANCER UND WANDERSCHNECKE

#### Hinweise Breakdancer

Statt Elektrikerrohre können auch Rundstäbe verwendet werden. Diese müssen ausgebohrt werden. Breakdancer können mehrere Körper (Elektrikerrohr oder ausgebohrt Rundstab) besitzen. Geeignet zur Aufnahme von möglichst viel Spannungsenergie ist Antriebsgummiband. Um die Dauer des Breakdance zu vergleichen, kann die Anzahl der Umdrehungen limitiert werden. Dies führt zudem dazu, dass die Gummibänder seltener reißen.

#### Hinweise Wanderschnecke

Der Motor kann auch aus einem Rundstab mit einem Durchmesser von 25 mm gefertigt werden. Dieser muss dann ausgebohrt werden.

Bei der Konstruktion darauf achten, dass die Schnecke unten flach ist und der Motor den Boden berührt: Falls die beiden Löcher zu weit oben im Körper gebohrt sind, läuft der Motor im Leerlauf.

Im Unterschied zu anderen Gummimotoren bremsst die Wachsscheibe diesen Gummimotor, sodass die Schnecke tatsächlich im Zeitlupentempo kriecht. Falls die Schnecke sich nicht bewegen sollte: Die Motoren dürfen weder zu stark noch zu schwach aufgezogen werden. Insbesondere zu Beginn muss die Wachsscheibe glatt sein und auch das Sperrholz etwas eingewachst werden.

Geeignet zur Aufnahme von möglichst viel Spannungsenergie ist auch hier ein Antriebsgummiband. Bei einem Schneckenrennen sollte die Anzahl möglicher Umdrehungen für den Schneckenmotor limitiert werden.

#### Technikverständnis/Lebensweltbezug

Ein Gummiband oder Gummiring wird zwischen zwei Punkten gespannt, ein Punkt ist drehbar gelagert. Wird das Gummi nun aufgezogen, speichert es Spannungsenergie. Gummimotoren lassen sich in einfachen Kinderspielzeugen einsetzen.

### ZAUBERFLASCHE

#### Hinweise

Für die Konstruktion der Zauberflasche (auch Rückkehrbüchse genannt) mindestens eine 1,5-l-PET-Flasche verwenden, sodass das Gewicht

beim Drehen den Rand der Flasche nicht berührt. Die Aufgabe lässt sich auch als Einstieg zu einem Unterrichtsvorhaben durchführen, wo die PET-Be-arbeitung eine Rolle spielt (z. B. Elektroleichtmobil). Motivierend ist das Abdecken der Konstruktion, z. B. mit einem schwarzen Zeichenblatt.

Ein Wettbewerb fördert die Motivation und den Durchhaltewillen. Wer schafft die grösste Distanz zwischen Start und Rückkehrpunkt? Der Versuch zählt nur, wenn die Zauberflasche vollständig zum Start zurückkehrt. Distanzen von bis zu 3 m sind möglich!

#### Technikverständnis/Lebensweltbezug

Der Gummimotor besteht aus dem gespannten Gummiband, das an den Dosenwänden festgemacht ist. An diesem Gummiband ist das Gewicht befestigt, das nicht der Drehbewegung, sondern stetig der Schwerkraft folgt. Das Gummiband verdrillt sich entsprechend der Umdrehungsanzahl der Dose und baut eine elastische Kraft auf, die als Gegenkraft zur Rollrichtung wirkt. Sie zwingt die Dose zunächst zum Stehen und dann zur Umkehr. Das Gummi will in seine entspannte Ausgangslage zurückkehren und bringt die Dose auf diese Weise wieder zum Ausgangspunkt.

Durch das Anstossen der Dose wird ihr beim Rollen kinetische Energie (Bewegungsenergie) zugeführt. Aufgrund des exzentrisch gelagerten Gewichts wandelt sich diese Bewegungsenergie in Spannungsenergie im Gummiband um. Danach entspannt sich das Gummiband im Innern der Dose wieder und treibt diese an. Die Dose läuft nun zurück, wobei die Spannungsenergie wieder in kinetische Energie umgewandelt wird, sodass der Prozess von Neuem beginnen kann.<sup>3</sup>

#### KATAPULT

##### Hinweise

Aus einfachen Büromaterialien entstehen ungefährliche Miniaturwaffen. Katapulte lassen sich aus Rundstäben oder Bleistiften, Holzspateln, Wäscheklammern, Plastiklöffeln, PET-Flaschendeckeln u. a. konstruieren. Bedingungen wie eine stabile Konstruktion oder eine Schleuderweite von mindestens 50 cm fördern Motivation, Durchhaltewillen und Problemlöseverhalten.<sup>4</sup>

#### Technikverständnis/Lebensweltbezug

Maschinen zum Schleudern von Geschossen werden Katapulte genannt. Die Bauformen sind unterschiedlich. Kleinere Geräte funktionierten mit der Federkraft (Spannung), grössere Maschinen, sogenannte Bliden, mit der Hebelkraft.

Schleudermaschinen waren bis zum Auftreten grosser Kanonen die wirkungsvollsten Fernwaffen des Mittelalters. Die Gegner versuchten, die Burgbewohner mit Wurfmaschinen zu bezwingen.

Die Federkraft eignete sich für kleinere Katapulte.

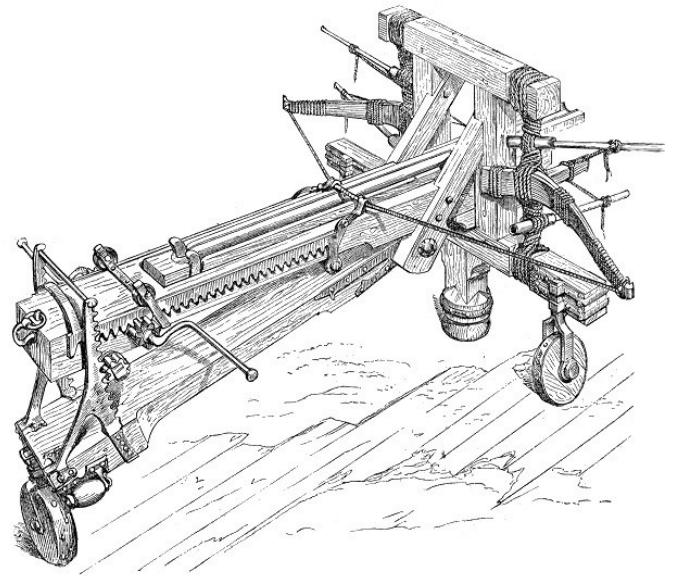


Abb. 165 | Mittelalterliches Katapult

#### ARMBRUST

##### Hinweise

Die in der Lernwerkstatt abgebildete Armbrust ist so konstruiert, dass sie von Schülerinnen und Schülern selbstständig konstruiert werden kann. Der Bogen ist aus 4-mm-Birkensperrholz (quer zur Faser gesägt) hergestellt, die Führungsnut des Geschosses mit Sperrholzstreifen aufgeklebt. Als Abschussvorrichtung eignet sich eine Holzwäscheklammer, als Gummizug ein Gummiband, ein Antriebsgummi oder ein starkes Rundelastik (Durchmesser 2 mm). Als Bolzen bieten sich Papierkugeln oder Rundstäbe mit gerundeter Spitze an.

Die Lehrperson vereinbart Regeln zum Einsatz der Armbrust, insbesondere ist das Schiessen auf Personen zu verbieten.

#### Technikverständnis/Lebensweltbezug

**Geschichte:** Die professionelle Armbrust gilt als Waffe. Bereits in der Antike wurden armbrustähnliche Waffen benutzt. Im Mittelalter wurden verbesserte Armbrüste im Kampf und auf der Jagd eingesetzt. Für den Bogen verwendete man Eiben- oder Eichenholz.

3 KON TE XIS 2010.  
4 Austin 2011.



Abb. 166 | Armbrusterstellung um 1480

**Moderne Armbrüste:** Die Spannleistung konnte durch geringeres Zuggewicht stark verbessert werden. Pfeilgeschwindigkeiten von über 400 km/h sind heute möglich.

Heutige Armbrüste für den Sportbereich werden mit laminierten Kunststoffen in Leichtbauweise konstruiert.