

# Lernwerkstatt Bewegungsmechanismen

## TEIL A: MASCHINENELEMENTE

### EINFÜHRUNG

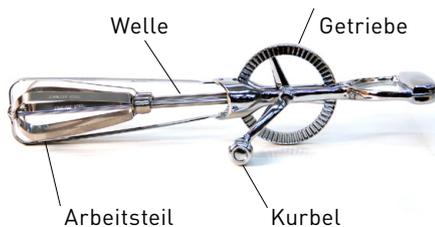


Abb. 216 | Handmixer sind einfache Maschinen: Sie bestehen aus Kurbel, Getriebe mit Zahnrädern, Welle und Arbeitsteil.

### HINWEISE

Eine Analyse von Bewegungsübertragungen eignet sich für Schülerinnen und Schüler mit geringen Kenntnissen. Es müssen Modelle mit den gewünschten Bewegungen vorbereitet werden. Bewegungen lassen sich mit Kurbeln, Wellen, Schubstangen, Pleueln, Rädern und Nocken weiterleiten. Lehrpersonen verwenden die technischen Begriffe, Lernende auf der Primarstufe machen Erfahrungen damit.

Mit einer Welle sind meist alle weiteren mechanischen Teile verbunden. Dreht die Welle gleichmässig und leicht, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die weiteren Maschinenteile auch leicht drehen. Dazu braucht es funktionierende Lager. Lager und Welle müssen aufeinander abgestimmt werden: Ist eine stabile Lagerung bei wenig Reibung gefragt, braucht man in der Technik vielfach Kugellager (vgl. Lernwerkstatt Fahrzeuge, S. 356).

Wichtige Übertragungsteile in Maschinen sind Wellen und Kurbeln: Sie drehen sich und leiten Kräfte weiter. Eine Kurbel besteht aus Welle und Hebel.

Eine Kurbel ist ein Hebel, der an einer drehenden Welle befestigt ist und eine Drehbewegung in eine wiederkehrende Bewegung umwandelt (hin und her, auf und ab). Es können an einer Welle auch mehrere Kurbeln eingesetzt werden. Häufig werden Kurbeln eingesetzt, um Wellen in Drehung zu versetzen.

Neben Kurbeln können auch Nocken Drehbewegungen in Auf- und ab-Bewegungen umwandeln. Schneckenocken bewirken ein Ereignis pro Umdrehung, je nach Form der Nocken bewirken sie auch mehrere Ereignisse. Nocken lassen sich durch exzentrische Lagerung auch aus kreisrunden Scheiben fertigen. Im Gegensatz zu Kurbeln haben Nocken die Eigenschaft, Informationen speichern zu können. Mithilfe von Nocken wurden vor dem Computerzeitalter industrielle Prozesse gesteuert, beispielsweise Waschmaschinen, die Nocken als Zeitgeber zur Steuerung ihrer Funktionen benutzten. Spielmusikdosen funktionieren vergleichbar.

Der Teil, der durch den Nocken bewegt wird, heisst Stössel. Stössel lassen sich so auf- und abbewegen und kombiniert mit Reibrädern zusätzlich um die eigene Achse drehen.



Abb. 217 | Maschine zum Thema mechanisches Theater einer 5.-Klässlerin: Sichtbar sind Maschinenteile wie beim Handmixer, aber auch neue Elemente wie Nocken, Reibrad und Pleuel.

## TEIL B: HEBEL

### EINFÜHRUNG

Bereits in den Anfängen der Menschheit war der Hebel ein wichtiges Werkzeug, um grosse Steine oder Baumstämme zu bewegen. Der griechische Wissenschaftler Archimedes erkannte im 3. Jahrhundert v. Chr. als Erster die Hebelgesetze. Durch einen langen Hebelarm können mit kleinem Kraftaufwand grosse Kräfte erzeugt werden.

Der Hebel gilt als einfachste kraftsteigernde Maschine überhaupt und gehört zu den ersten Maschinen der Technikgeschichte. Ein Hebel ist drehbar gelagert und hat immer einen Drehpunkt. Hebel lassen sich nicht nur zur Kraftsteigerung, sondern auch zur Weiterleitung von Kräften einsetzen. Man unterscheidet zwischen ein- und zweiarmigen Hebeln.

Hebel sind Bestandteil der Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen. Bereits auf dem Spielplatz kommen sie mit Hebeln in Kontakt: mit der Schaukel, der Schaufel oder Spielgeräten im Sandkasten. Im Alltag oder im Werkraum benutzen Schülerinnen und Schüler Geräte, Maschinen und Werkzeuge, die mithilfe der Hebelwirkung funktionieren.

### HINWEISE

Bei der Verschiebung des Drehpunkts ändert sich auch der Weg der Hebelarme. Nach den ersten vier Einstiegsexperimenten (Kraftwirkung des Hebels) braucht es für die nachfolgenden Experimente (Weiterleitung von Kräften, Hebelmechanismen 1–6) das unten stehende Material pro Partnerteam. Der Mechanismus darf nicht von vorne sichtbar sein.

### Klassenmaterial für Experimente pro Partnerarbeit

4 Kartonstreifen etwa 200 × 20 mm, 7 Pinnwandknöpfe, 2 Musterklammern, 1 Unterlage (Weichpavate-, Styropor- oder Wellkartonplatte).

Mit einer Lochzange oder mit einem Loch Eisen (Lochdurchmesser 5 mm) lassen sich die Drehpunkte lochen.

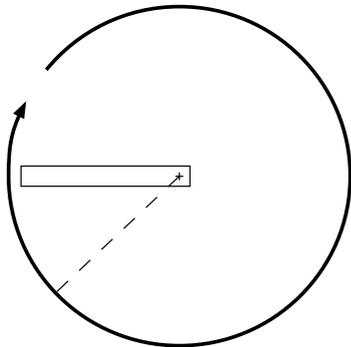


Abb. 218 | Einarmiger Hebel: Der Hebel dreht sich um eine Achse, er wirkt also in einer kreisförmigen Bewegung.

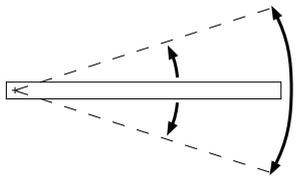


Abb. 219 | Einarmiger Hebel: Der Ausschlag ist mit zunehmendem Abstand vom Drehpunkt grösser.

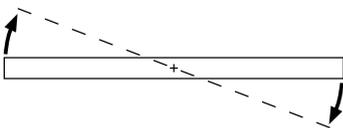


Abb. 220 | Zweiarmiger Hebel: Der Ausschlag ist mit Drehpunkt in der Mitte auf beiden Seiten gleich gross.

### Anwendungen

Der Geissfuss, die Beisszange oder der Nussknacker sind bekannte Anwendungen des Hebelgesetzes: Je weiter hinten die Griffe gefasst werden, desto weniger Kraft braucht es, um den Nagel zu ziehen.



Abb. 221 | Mit dem Geissfuss lassen sich auch grosse Nägel mit wenig Kraft ausziehen.

## TEIL C: KURBELMECHANISMEN

### EINSTIEG

Im Mittelalter wurde an der Kurbel eine drehbar gelagerte Schubstange angebracht, die sich hin- und herbewegte. Aus Kurbel und Welle entwickelten sich deshalb die Kurbelschwinge und das Kurbelgetriebe, die aus verschiedenen gelenkartig verbundenen Teilen wie Kurbel, Gestell, Pleuelstange und Schwinge bestanden. So wurde beispielsweise eine Säge angetrieben, heute ein Scheibenwischer. In Benzin- und Dieselmotoren wird die Hin- und Herbewegung der Kolben mit denselben Maschinenelementen in eine Drehbewegung umgewandelt.

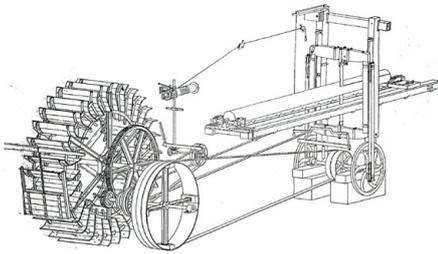


Abb. 222 | Säge mit Mühlradantrieb

### HINWEISE

Kurbelmechanismen sind Bestandteil der Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen. Spielzeugkräne mit Seilwinden, Seilbahnen und viele Aufziehspielzeuge funktionieren mit Kurbel. Die Bedeutung der Handkraft für den Antrieb einer einfachen Maschine, Erfahrungen und Verständnis für wichtige Maschinenelemente fördern das Technikinteresse und stehen im Zentrum der Analysen, der Experimente und der späteren Umsetzungen.

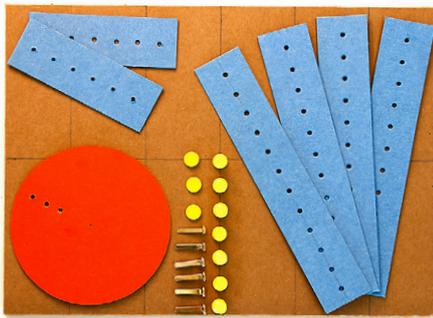


Abb. 223 | Material

### Klassenmaterial für Experimente pro Partnerarbeit

4 Kartonstreifen  $35 \times 200 \times 2$  mm, 2 Kartonstreifen  $35 \times 100 \times 2$  mm, 1 Bierdeckel (oder Kartonscheibe Durchmesser etwa 110 mm), 10 Stecknadeln, 3 Reissnägeln, 5 Musterklammern, 1 Grundplatte Wellkarton etwa  $210 \times 290 \times 10$  mm.

Abdeckkarton für die Blackbox der Lehrperson: Das Experiment soll verdeckt vorgezeigt werden, sodass die Schülerin oder der Schüler die Lösung nicht sieht.



Abb. 224 | Abdeckkarte

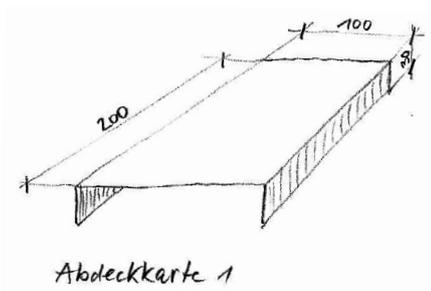


Abb. 225 | Masse der Abdeckkarte

## LÖSUNGEN

### HEBELMECHANISMUS 1

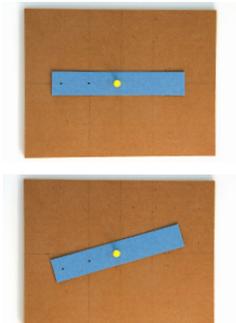


Abb. 226 | Zwei gleich lange Hebel

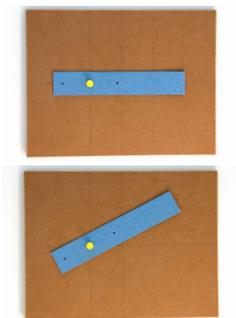


Abb. 227 | Zwei verschieden lange Hebel

### HEBELMECHANISMUS 2

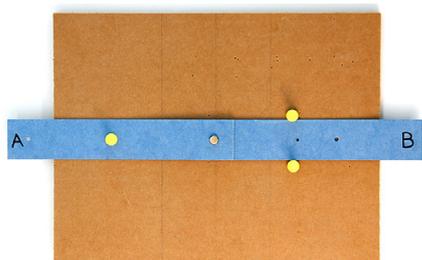


Abb. 228 | Ausgangsposition

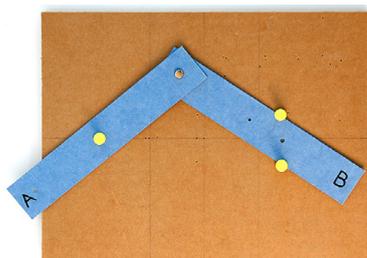


Abb. 229 | Endposition

### HEBELMECHANISMUS 3

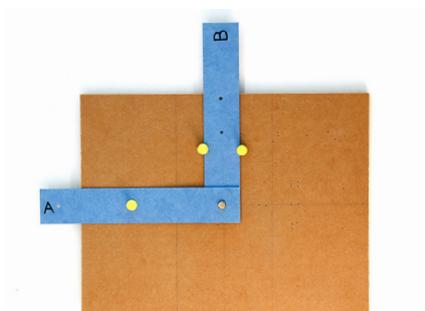


Abb. 230 | Ausgangsposition

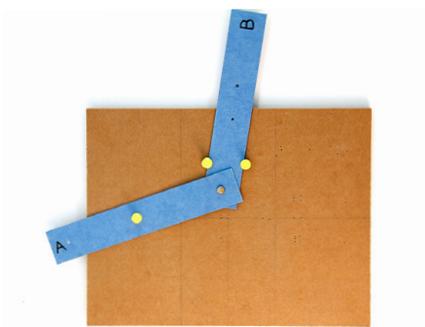


Abb. 231 | Endposition

### HEBELMECHANISMUS 4

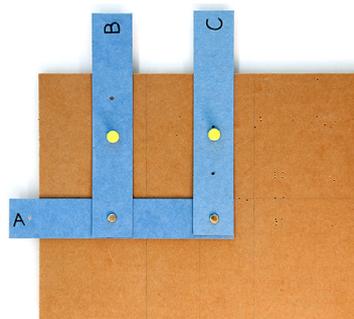


Abb. 232 | Ausgangsposition

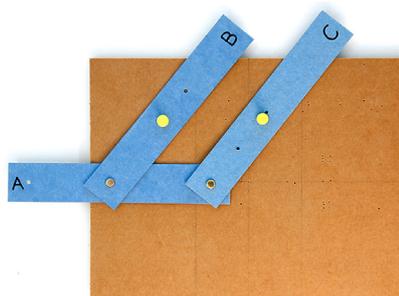


Abb. 233 | Endposition

## HEBELMECHANISMUS 5

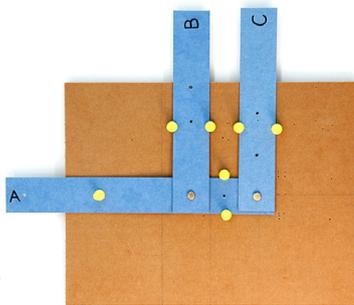


Abb. 234 | Ausgangsposition

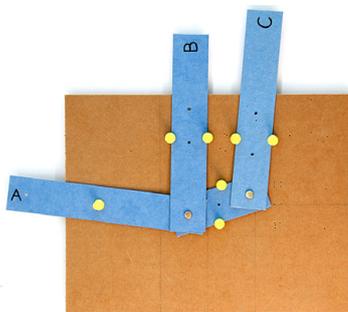


Abb. 235 | Endposition

## HEBELMECHANISMUS 6

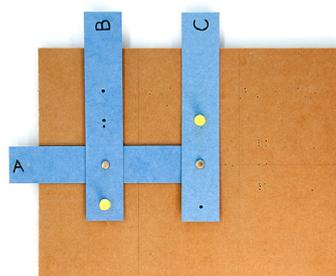


Abb. 236 | Ausgangsposition

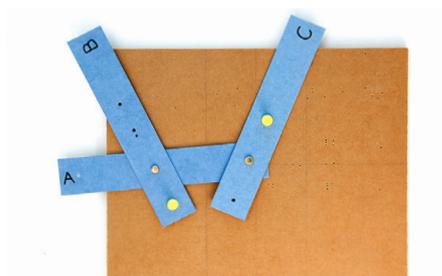


Abb. 237 | Endposition

## RAD MIT SCHWINGE

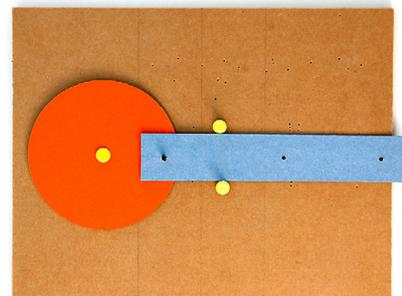


Abb. 238 | Ausgangsposition

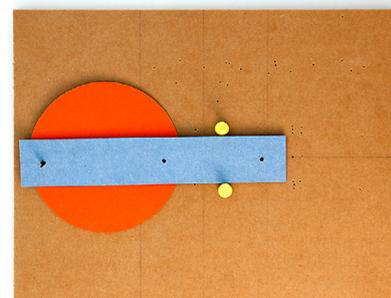


Abb. 239 | Endposition

## KURBEL MIT SCHWINGE

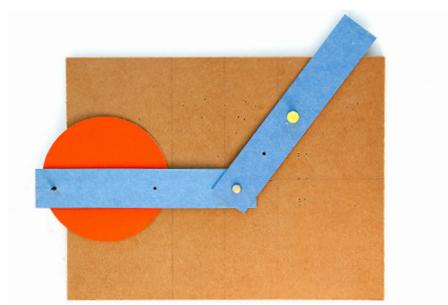


Abb. 240 | Ausgangsposition

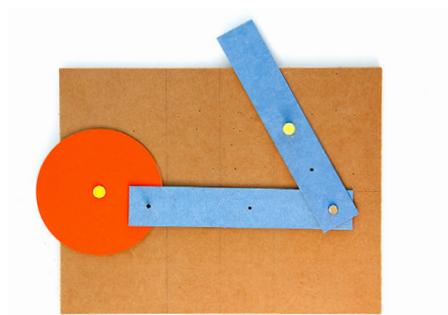


Abb. 241 | Endposition

## KURBEL MIT ZWEI SCHWINGEN

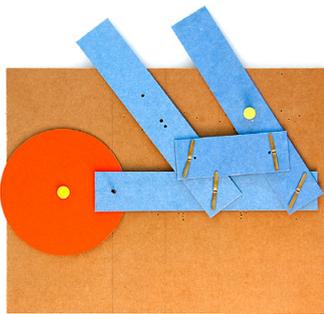


Abb. 242 | Ausgangsposition

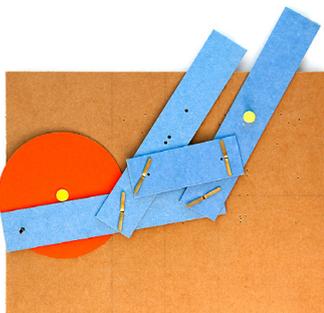


Abb. 243 | Endposition

## KURBEL MIT GEGENGLEICHEN SCHWINGEN

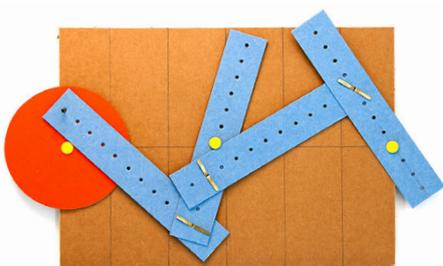


Abb. 244 | Ausgangsposition

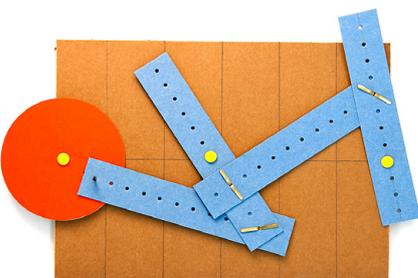


Abb. 245 | Endposition

## KURBELGETRIEBE

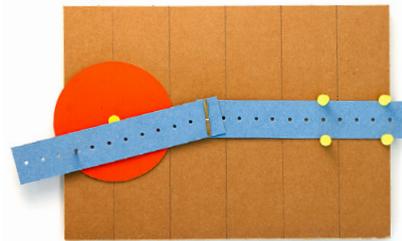


Abb. 246 | Ausgangsposition

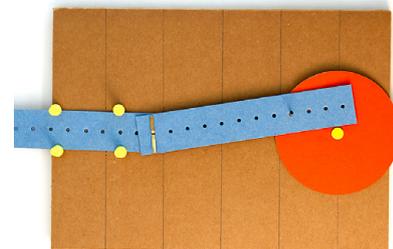


Abb. 247 | Endposition