



Bei diesem Spielzeug kann gut beobachtet und vermittelt werden, wie eine Kraftübertragung genutzt wird, um Bewegungen umzulenken. Anders als bei vielen Dingen in der realen Welt, wo die Technik in einer „Black Box“ versteckt wird, ist hier das mechanische System mit allen Teilen gut sichtbar. Bei der bestechend einfachen Umsetzung des Bewegungsablaufs ergeben sich vielerlei Variations- und Modifikationsmöglichkeiten in Form, Farbe oder Material, um das kinetische Spielzeug dem handwerklichen Können anzupassen. Die Arbeit kann auch als Ausgangspunkt für deutlich kompliziertere Anordnungen dienen.

# KLEINE SPIELEREI

hier bewegt sich was

# KINETISCHES OBJEKT

## MATERIAL

Holzblock in Quaderform oder im Naturzustand, ausreichend schwer und groß  
Holzbrettchen o. ä. (als Vogel ausgearbeitet)  
Holzscheibe, Kugel oder Rundholz  
Messing, Kupfer oder Stahldraht (weich oder halbhart)  
Draht 2 mm

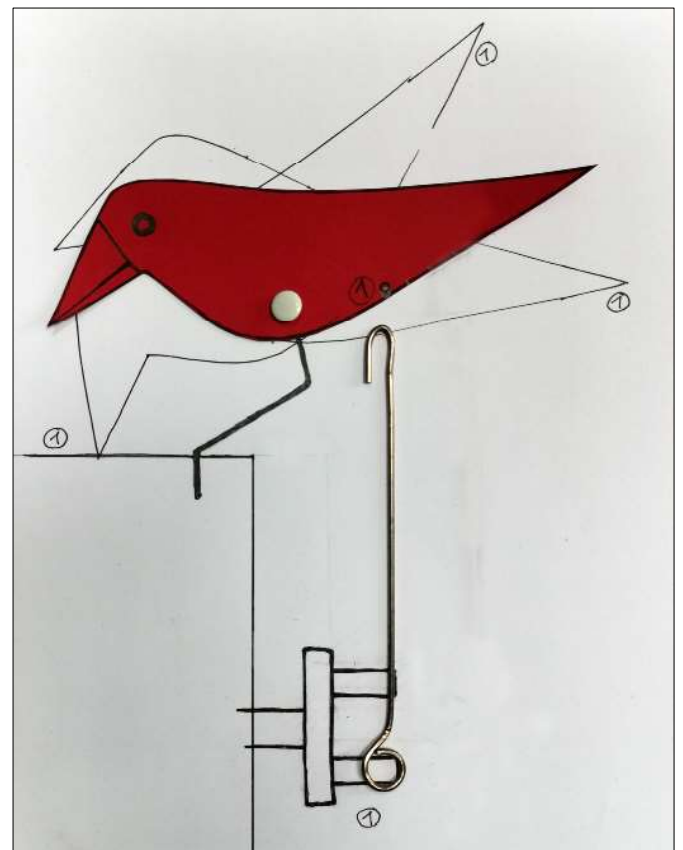
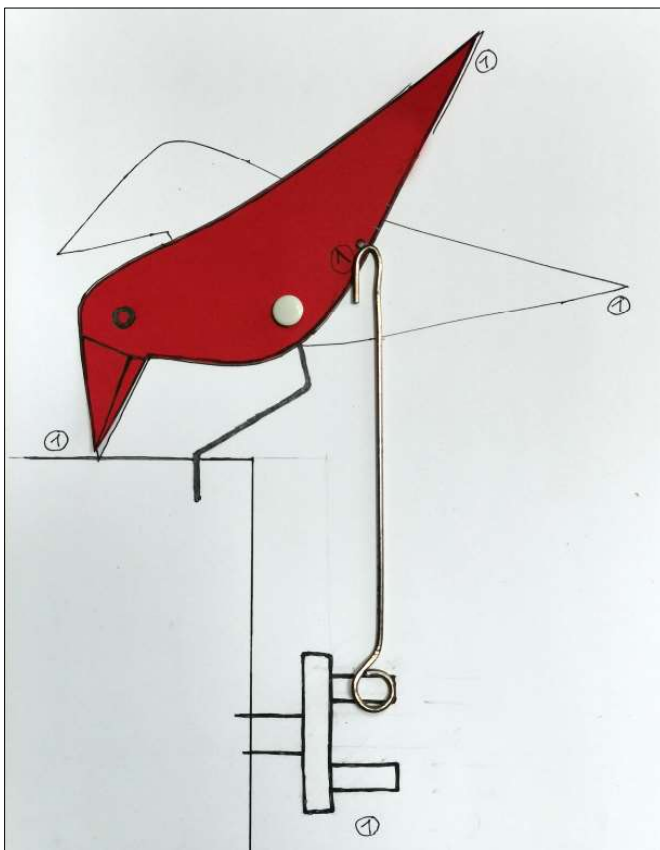
## Am Anfang steht der Plan

Bei dieser Werkarbeit sind eine Reihe von Einzelteilen aufeinander abzustimmen. So gibt es zwar freie Gestaltungsräume, also „Spielraum“, aber man muss wissen, welche Größen von einander abhängen. Die Form folgt auch hier der Funktion.



Man kann z. B. davon ausgehen, dass der Drehpunkt des Vogels als Ausgangspunkt dienen soll und der Drehpunkt des Vogelkörpers fest vorgegeben ist. Mit einer „Versuchs-Pleuelstange“ kann ermittelt werden, in welcher Position der Schnabel die Oberfläche erreicht und welche höchste Position der Vogelschnabel einnimmt, wenn die unterste Stelle im Drehrad erreicht wird. Die Veränderung des Abstands Körperdrehpunkt/Pleuelstangen-Anlenkung wirkt sich auf die Intensität der Drehung des Vogelkörpers aus. Mit der Länge der Pleuelstange kann nachjustiert werden, damit der Schnabel gerade eben den Block erreicht. Statt alle Einzelmaße fest vorzugeben, sollte im Modell geklärt und eingeübt werden, wie die Teile so aufeinander abgestimmt werden, dass sie wunschgemäß funktionieren.

Es ist sinnvoll, nicht alles freizustellen, sondern die Positionen von Drehpunkt und Welle in etwa festzulegen.



Nachdem die Funktion auf dem Papier überprüft und die Maße ermittelt wurden, erfolgt die Herstellung der einzelnen Teile. Eine erprobte Variante liegt als Werkzeichnung vor.

## 1. Arbeitsschritt: Vorbereitung des Blocks

Während das „Spielwerk“ in Betrieb gesetzt wird, soll der Block bzw. Klotz so stabil stehen, dass man ihn dabei nicht festhalten muss. Es genügt bei diesem Werkstück eine durchgehende Bohrung. Bei einem naturbelassenen Block empfiehlt sich ein Akkubohrer. Es genügt irgendein Bohrer mit ausreichender Länge für eine durchgehende Führungsbohrung. Danach kann von beiden Seiten im gewünschten Enddurchmesser aufgebohrt werden. Der Akkuschauber sucht sich selbstständig die Bohrungsrichtung mit dem geringsten Zerspanungsaufwand. Der Block wird dabei in der Werkbank eingespannt. Die Bohrung ist um 1 mm größer als das Rundholz, das die Welle bilden soll. Sie soll sich in der Bohrung völlig frei drehen können. Da die Welle durch den ganzen Block führt (einfachere Lagerung), ergibt sich an der Austrittsseite die Möglichkeit, eine zweite Figur o. ä. anzusteuern.

## 2. Arbeitsschritt: Antrieb

Das gesamte Antriebselement besteht aus einer Welle ( Rundholz), das später durch den Mittelblock geführt wird. Daran wird mindestens an einer Seite eine Kurbel (Rad mit Exzenter) befestigt. An der Gegenseite genügt eine passende Sicherung gegen das Herausrutschen der Welle. Man kann auch das zweite Rad mit Exzenter als zusätzlichen Griff nutzen oder eine zweite Spielfigur anbringen. Die Welle soll eine gewisse Länge haben, damit die Bewegung ausreichend groß angelegt werden kann.

Das Rundholz für die **Welle** wird eingespannt und mit der Fein- säge passend abgelängt. Am Ende muss besonders vorsichtig gesägt werden, da beim Durchtrennen leicht ein Span abreißt und den Rand beschädigt.

Das **Rad** wird entweder vorgegeben (z. B. Fertigteil oder mit Hilfe der Lochkreissäge - durch die Lehrkraft! - aus einem Brett gefertigt. Im Maschinenschraubstock wird die Mittelbohrung dem Durchmesser des Rundholzes entsprechend mit einem Bohrer für Metall aufgebohrt. Beim Holzbohrer fehlt der Halt für die Zentrierspitze. Seitlich versetzt wird passend für das Rundholz des Exzenters eine Bohrung vorgenommen. In beiden Fällen muss das Rundholz fest in der Bohrung sitzen. Das Rad wird rundum geschliffen, die Kante leicht gebrochen.

Das **Rundholz für den Exzente**r muss so weitergestaltet werden, dass der Draht genügend Spiel hat, aber nicht abrutscht (vgl. Werkzeichnung). Dazu kann eine Holzkugel verwendet werden, die ggf. im passenden Durchmesser aufgebohrt wird (Sackloch)) oder ein konzentrisch gebohrtes stärkeres Rundholz, das entsprechend abgerundet wird. Dazu wird zunächst eine 45°-Fase angebracht und dann über weitere Fasen mit der Feile die Rundung ausgearbeitet.

**Variante:** Das Sackloch am Kurbelknopf wird um 0,5 mm aufgebohrt und mit einer Senkkopfschraube passender Größe auf dem Exzenterzapfen mit Spiel gehalten. Dazu wird das konzentrische Schraubenloch am Kurbelzapfen vorsichtig vorgebohrt (passende Größe testen). Der Zapfen wird vorher zum Schutz vor Spaltung in ein stramm sitzendes Dübelloch gedrückt und die Schraube zur Herstellung des Gewindes im Bohrloch mehrmals ein- und ausgedreht, bis die Schraube halbwegs leicht einzudrehen ist. So reichen die Spaltkräfte nicht mehr aus, das frei stehende Dübelholz zu spalten. Nicht nur das Verständnis des Mechanismus an sich, sondern in hohem Maß auch das Erleben sinnvoller Arbeitsschritte und „Tricks“ dienen dem technisch-funktionalen Erlebnisgehalt.



### 3. Arbeitsschritt: Ausarbeiten der Figur

**KÖRPER:** Die im Modell erprobte Form wird zugesägt, die Position des Drehpunkts wird aufgezeichnet.

Je nach geplanter Ausführung wird die Tierfigur aus Sperrholz (Laubsäge) oder einem Vollholzbrett (Rückensäge) ausgesägt. Wird die Rückensäge benutzt, so arbeitet man mit Näherungsschnitten.

Die Form wird dann fassenweise weiter ausgearbeitet mit der Feile oder dem Stemmeisen. Welche Art der Rundung erreicht werden soll, steht frei. Die Position des Drehpunkts muss jedoch immer beachtet werden.

Eine Möglichkeit, den Rohling zu verbreitern, besteht im Anleimen von Material - in diesem Fall wurden aus der halben Brettstärke Flügel aufgesetzt.

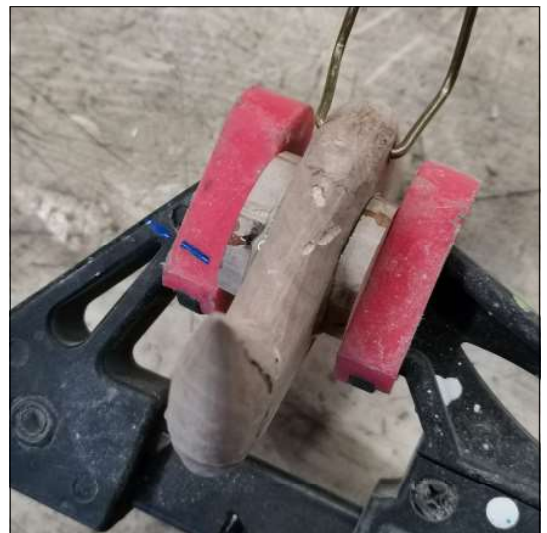
**BEINE:** Ein Draht wird durch eine Bohrung im Vogelkörper gesteckt und zur U-Form gebogen. Damit die Figur nicht seitlich verrutscht, braucht der Drahtbügel einen möglichst engen Biegeradius. Dies gelingt bei der ersten Biegung durch Verwendung der Flachzange. Die zweite Biegung ist deutlich schwieriger und geht wieder mit einem „Trick“: Ein 1 mm starkes Stahlblech wird am Vogelkörper untergelegt. Jetzt wird der Draht mit einem Hammerkopf ums Eck gedrückt und die Kante flachgeklopft.

Diese Stelle bildet den Drehpunkt: Die über die Pleuelstange übertragene Bewegung führt die Tierfigur nach unten bzw. hebt sie wieder an.

Jetzt werden die Vogelbeine gebogen. Zur Befestigung auf dem Block werden die Drahtenden nach unten gebogen und abgelängt. So können sie in zwei passenden Bohrungen gesteckt werden. Bei zu lockerem Sitz kann der Draht z-förmig verbogen werden und klemmt im Loch.

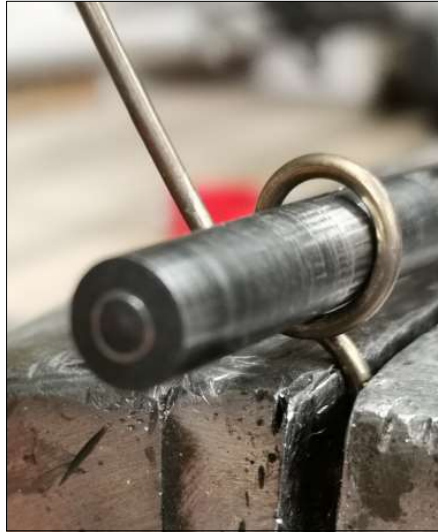
Der Draht wird mit dem Seitenschneider in der passenden Länge abgezwickelt. Vorsicht! Die Zange immer nach unten halten und auf das scharfkantige wegspringende Reststück achten. Bei härteren Drähten kann man den Draht im Schraubstock knapp einspannen und mit der Puksäge ablängen.

Die Draht-Enden werden grundsätzlich mit der Feile entgratet und geschliffen, an scharfen Enden kann man sich leicht verletzen. Zudem schabt das scharfe Ende bei jedem Einstecken in das Loch einen Span ab und vergrößert die Bohrung.



Anders als in den abgebildeten Fotos gezeigt ist es bequemer, die Figur fertig zu bearbeiten und dann erst die Drähte zu montieren. Sie stören beim Einspannen. Bei der Fertigung des Prototyps ging es aber immer wieder um die optische Beurteilung der Gesamtwirkung.





Zur Befestigung des Führungsdrahts (der Pleuelstange) wird im Vogelkörper eine Krampe aus Draht angebracht. Dazu wird eine enge U-Form mit parallelen Flanken gebogen und die Enden angespitzt. In zwei geringfügig kleinere Bohrungen im Vogelkörper werden die Krampen eingedrückt, bzw. eingeschlagen. Die Drahtenden wirken wie kleine Nägel und halten ohne Kleben.

#### TIPPS ZUM DRAHTBIEGEN:

Zum Biegen verwendet man je nach gewünschtem Rundungsradius eine Flach- oder eine Rundzange. Als sehr hilfreich erweist sich ein stabiles Rohrstück, in das das Rundmaterial gerade so passt. Schiebt man das bis nahe an die Biegestelle, beschränkt sich die Biegung exakt auf die vorgesehene Zone. Der Biegeradius kann mit dem Abstand zur Biegestelle eingestellt werden. Um einen ganz bestimmten Radius zu erhalten, kann man auch Rundmaterial im entsprechenden Durchmesser unterlegen. Der Draht gleitet dabei im Hilfsrohr (auch der Schaft von Bohrern eignet sich hierfür).



#### 4. Arbeitsschritt: Montage der Teile

Die Spielfigur verfügt nun über Standbeine und die Halterung für die Pleuelstange.

Die Welle wird eingeschoben und erhält beidseitig Räder mit Kurbel(n). Die Pleuelstange wird in der Halterung am Vogel eingehängt, auf den Kurbelzapfen geschoben und wie vorgesehen mit einer gesteckten Holzkugel oder der Schraube für den drehbaren Kurbelgriff gesichert.

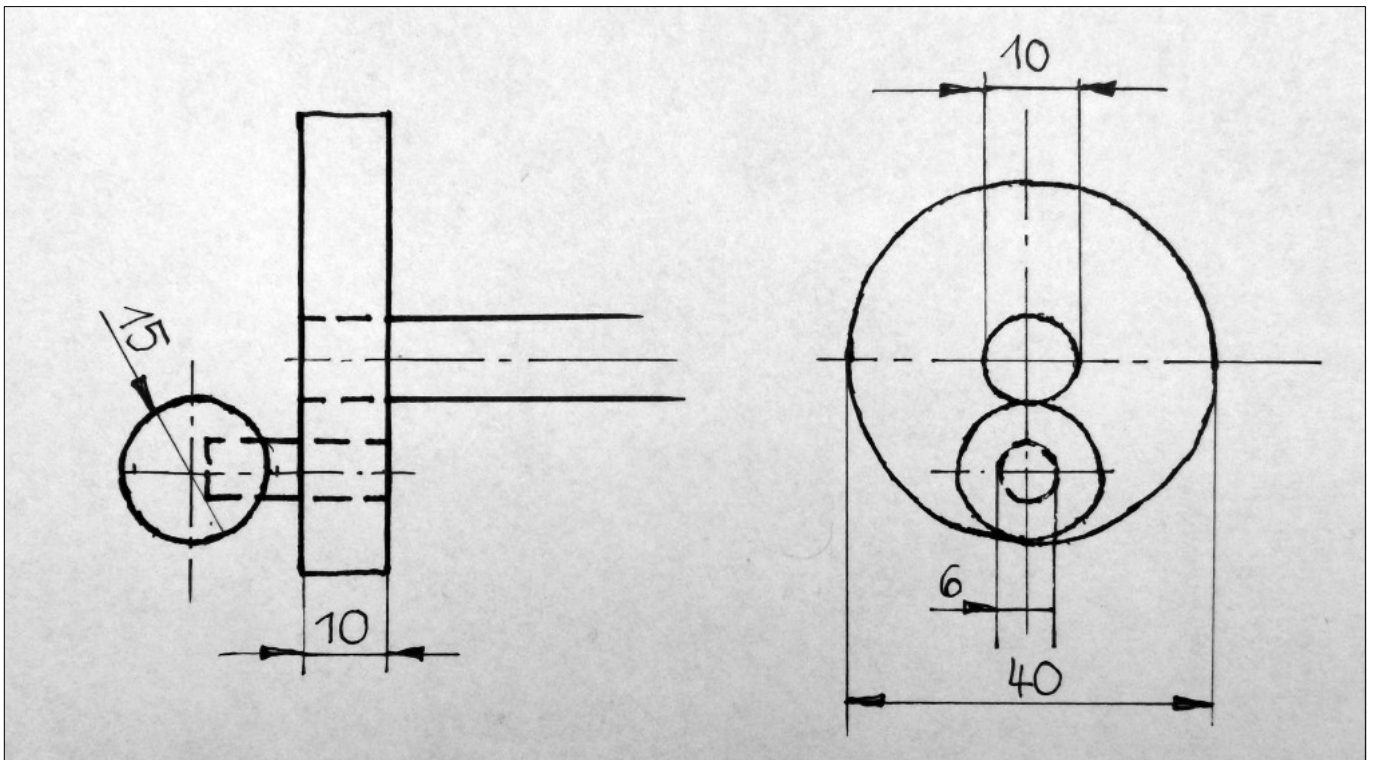
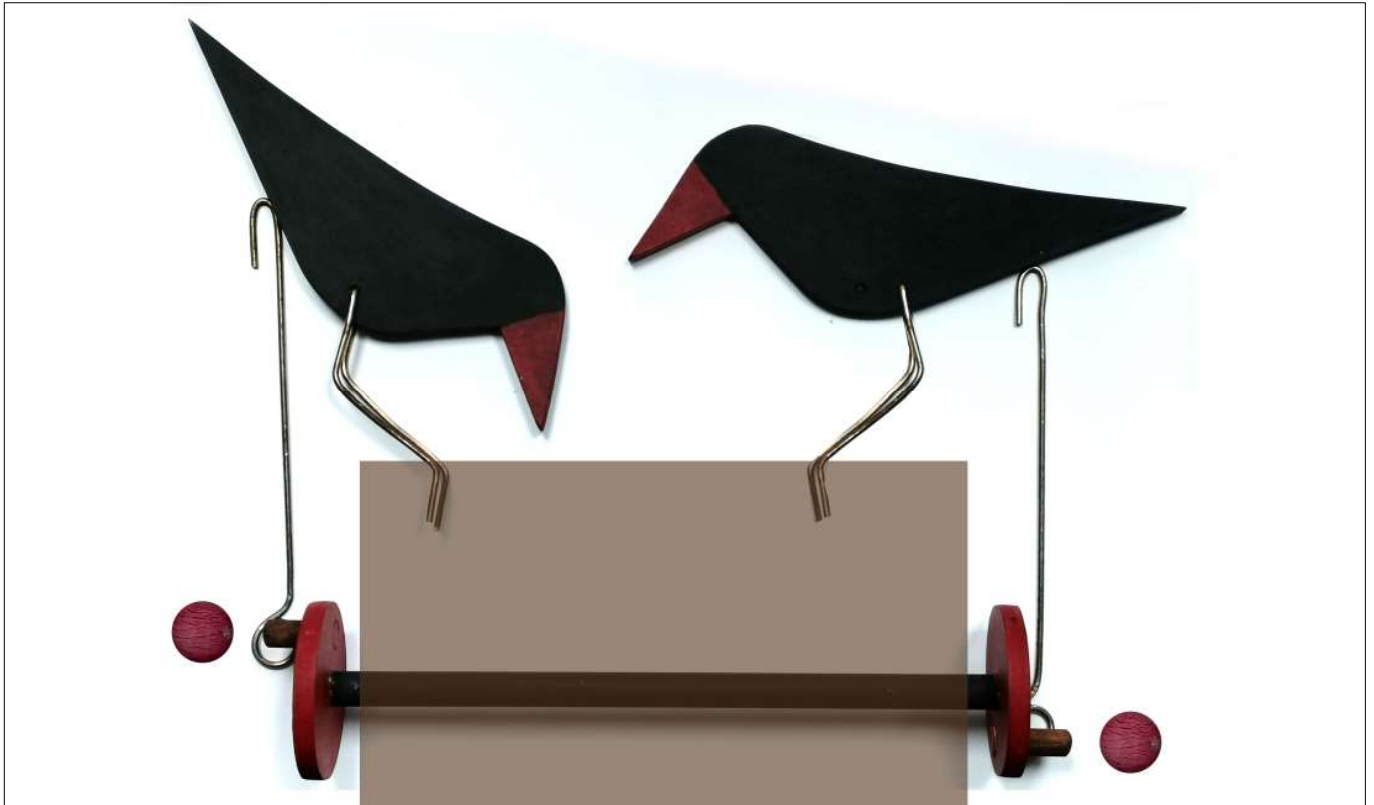
Dann sollte sich beim Drehen der Kurbel auf dieser oder der Gegenseite der Vogel wie geplant bewegen und rhythmisch auf die Oberfläche klopfen.

Wenn noch Zeit bleibt für einen „Partner“ auf der Gegenseite, gelingt das Klopfen sogar im Wechsel-Rhythmus. Dazu müssen die beiden Kurbeln um 180° versetzt sein. Weiteren Spielereien sind keine Grenzen gesetzt (vgl. „Differenzierung“).



# WERKZEICHNUNG

Die Maße bzw. Abmessungen der Bauteile wirken zusammen und müssen aufeinander abgestimmt sein (vgl. Planung und Modell). Sie sollen der Gesamtgröße angepasst ausgewählt werden, wobei die handelsüblichen Maße von Platten und Rundhölzern bzw. Draht eine Rolle spielen. Auch der spätere Benutzer sollte berücksichtigt werden. So wird ein kleines Kind die Kurbel anders greifen und bedienen als ein Erwachsener.



Als axialer Freiraum zwischen Radoberfläche und Kurbelgriff sollte etwa die doppelte Drahtstärke der Pleuelstange einkalkuliert werden. Die Größe des Kurbelgriffs spielt keine Rolle, es sollte lediglich ein angemessenes Greifen gewährleistet sein. Er soll auch den Draht vor dem Abrutschen von der Kurbel sichern.

# ÜBRIGENS ...

Ein großer Nachteil moderner Maschinen - ob einfach oder kompliziert - ist das „Unsichtbar-sein“ des Mechanismus hinter Gehäusen aller Art. So wird der Vorgang zur „Black Box“. Das Zerlegen ist deshalb eine beliebte Zugangsweise und kann Verstehen vorbereiten. Bei einem Werkstück, das „von Null an“ aufgebaut wird, liegt darin eine große Chance.

Wichtig für das Verständnis ist bei dieser Aufgabe ein vom Lehrer vorher gefertigtes Modell, das zunächst Faszination schafft - ohne Interesse für den gezeigten Vorgang geht es nicht. Vor den Augen der Gruppe kann das Objekt betrachtet, beobachtet, gedeutet, zerlegt und neu zusammengesetzt werden. Leimstellen, die für den Gebrauch oder Transport erforderlich sind, aber das Zerlegen verhindern würden, kann man bei diesem Werkstück gut auf einen späteren Zeitpunkt verschieben. Klemmen die Teile genügend stark, kann man sich das ganz sparen.

Ein weiterer methodischer Ansatz ist es, ein Problem vorzustellen und die Schüler zunächst experimentell arbeiten zu lassen mit Hilfe von einfachen Materialien.

Welcher Methode der Vorzug gegeben wird, hängt von der Art der Lerngruppe und nicht zuletzt von der Lehrkraft ab. Ein „Nur so und nicht anders“ gibt es hier nicht.

GRUNDSÄTZLICHES ZUM THEMA  
TECHNISCHES GRUNDVERSTÄNDNIS

AUSZUG AUS DEM LEHRPLAN WERKEN RS

## LehrplanPlus 6

### Materialbereich Holz:

#### KOMPETENZEN:

... untersuchen einfache Spiel- oder Gebrauchsgegenstände aus Holz auf Form und Funktion, um daraus Zusammenhänge für die eigene Arbeit abzuleiten.

INHALTE - Funktion, Gestaltung: Antrieb, Bewegung und Steuerung (z. B. bewegliche Achse, ausmittig angebrachte Mitnehmer), Farbgestaltung (z. B. deckend/durchscheinend, reine/gemischte Farben) bei einfachen Gebrauchs- und Spielgegenständen

### Materialbereich Metall:

INHALTE - Funktion, Gestaltung: bewegliche Lagerung (einfache Werkaufgabe aus Draht oder Blech, z. B. Windspiel, Wasserrad), Gestaltungsmittel Linie (Draht) und Fläche (Blech)

## LehrplanPlus 7

### Materialbereich Holz:

#### KOMPETENZEN:

... untersuchen ein einfaches Funktionsmodell (z. B. mit Technikbaukasten) auf Grundprinzipien von Kraftübertragung und Bewegung, um daraus Konstruktionsmöglichkeiten für das eigene Werkvorhaben abzuleiten.

... entwickeln eigene Entwürfe für ein technisch-funktionales Werkstück und planen davon ausgehend den Arbeitsprozess, den sie systematisch gliedern. Für die praktische Umsetzung wählen sie die für ihr Werkstück geeigneten Handelsformen von Holz aus.

... fertigen einfache Zeichnungen von Werkzeugen an, wodurch sie deren Funktionsweisen veranschaulichen und nachvollziehen.

INHALTE - Funktion, Gestaltung: Kraftübertragung und Übersetzungsverhältnisse, z. B. Zahnradgetriebe (Drehrichtung, Drehzahl) oder Umsetzung von Drehbewegung in Längsbewegung (Exzenter)

## LehrplanPlus 8

### Materialbereich Holz:

#### KOMPETENZEN:

... planen und gestalten in subtraktiven Verfahren (z. B. Schnitzen) dreidimensionale Objekte und orientieren sich dabei unter Zuhilfenahme von räumlichen Skizzen.

INHALTE - Funktion, Gestaltung: Standsicherheit, Fassungsvermögen, Formgebung, Proportion (z. B. Holzschale)

### Materialbereich Metall:

#### KOMPETENZEN:

... setzen ihre Kenntnisse hinsichtlich materialspezifischer Verfahren (z. B. Treiben, Biegen) gezielt ein, um räumliche Objekte bzw. Gebrauchsgegenstände herzustellen.

INHALTE - Funktion, Gestaltung: Grundlagen der Statik (z. B. Raumfachwerke und Strebesysteme), der Kräfteübertragung oder der Kinetik, Form- und Funktionszusammenhang

# ÜBRIGENS ...

Das Spielzeug nutzt eine altbekannte Idee: Über eine Kreisbewegung (Rad bzw. Scheibe mit Kurbel) wird eine Auf- und Abbewegung (Pleuelstange) erzeugt, die wiederum über den Drehpunkt der Figur in eine Kreisbewegung (Körper) übertragen wird. Beide Ebenen sind um 90° versetzt. Das bewirkt eine zusätzliche leichte Schwenkbewegung des Pleuels.

Die drehenden Teile (Welle, Scheibe, Stange) wie auch die bewegten Figuren sind im selben Block gelagert.

EINIGES ZUM THEMA  
KINETIK + KRAFTÜBERTRAGUNG

**Kraft** wird in diesem Fall eingesetzt, um ein **Drehmoment** zu übertragen. Dazu werden **Rad/Kurbel und Welle** benutzt. Das Rad bzw. die Scheibe mit der exzentrisch angebrachten Kurbel als Griff überträgt das Drehmoment, weil dieses Bauteil auf einer gelagerten Welle installiert ist. Die Welle leitet die Drehbewegung an beide Enden weiter und dient dabei gleichzeitig der Lagerung der rotierenden Teile.

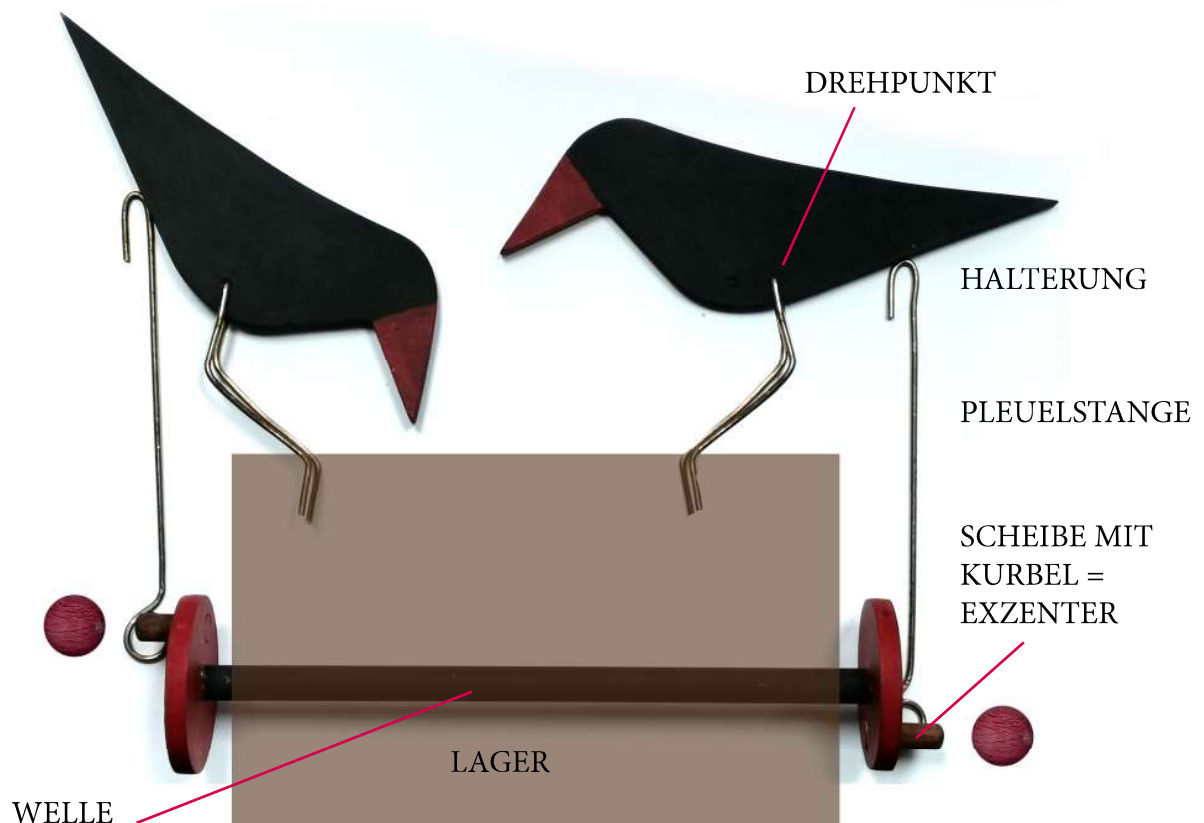
Das Prinzip wird seit der Frühzeit in einfachsten mechanischen Maschinen genutzt. Die Kurbel wurde von Hand bzw. durch die Körperkraft von Mensch oder Tier bewegt, über die Welle eine Kraft übertragen, die letztendlich z. B. einen Hammer bewegt.

Die Kraft wird also eingesetzt, um eine Arbeit zu verrichten.

Mit Hilfe des auf einer Welle angebrachten **Exzentrers** und einer Pleuelstange kann die **Drehbewegung in eine Längsbewegung umgewandelt** werden. Je größer die Exzentrizität, um so größer der Hub, aber um so geringer die resultierende Hubkraft.

Hier kann man auch von einer **Übersetzung** sprechen, denn die aufgewendete Drehkraft kann über den Versatz des Kurbelzapfens zur Drehachse in mehr oder weniger Hubkraft umgewandelt werden.

Später wurde die einfache Kurbel ersetzt durch Bauteile, die von fließendem Wasser oder dem Wind angetrieben werden können, z. B. Schaufeln oder Flügel.







# ÜBRIGENS ...

VARIATIONEN + DIFFERENZIERUNG

## Upcycling

Das Projekt lässt sich gut zum Thema „Upcycling“ nutzen. Altholz oder andere hölzerne oder metallische Reststücke werden verbaut. Auch stabile Kartons könnten als Grundblock verwendet werden.

## Quer durch die Jahrgangsstufen

In der 6. Jahrgangsstufe bietet es sich an, den Vogel aus MDF-Plattenmaterial mit der Laubsäge auszusägen und flächig zu belassen. So müssen nur die Kanten mit Feile und Schleifsteinen im rechten Winkel zur Fläche nachgearbeitet werden. Angepasst an die Lerngruppe kann die Vogel-Figur farbig bemalt werden. Um bei sehr dünnen MDF-Platten ein ausreichend breites Lager im Bereich der Drahtdurchführung zu haben, könnten hier auch beidseitig Verstärkungen aufgeleimt werden. Bei 6 mm starken Platten ist das nicht nötig.

Der Holzklötz könnte auch aus Plattenmaterial in entsprechender Stärke als Rahmen gefertigt werden. Ggf. können Streifen vorbereitet werden, die nur abgelängt und verleimt werden müssen.

Möglich wäre auch ein höherer Pflock, der z. B. fest an einer Bodenfläche verankert ist oder im Garten in der Erde steckt.

## Innere Differenzierung

In der 8. Klasse kann man die Tierfiguren durch Schnitzen ausgestalten. Ein zusätzliches Bemalen ist natürlich immer möglich. Dazu könnten statt Acrylfarben auch farbige Beizen benutzt werden, wenn die Holzmaserung erhalten bleiben soll.

## Technik im Modell

In der Lerngruppe gehen die Fähigkeiten oft weit auseinander, ob es um die Handhabung von Werkzeugen oder um die individuelle Schnelligkeit und Ausdauer bei der Bearbeitung geht.

Die durchgehende Kurbel eröffnet die Möglichkeit, ein zweites Tier zu ergänzen. So können Schnellere gut beschäftigt werden.

## Projektarbeit

Zur Vertiefung des Aspekts Technik (Kraftübertragung, Umwandlung der Drehbewegung) können Modelle herangezogen werden bzw. mit Hilfe von Modellbaukästen erstellt werden.

Das kinetische Spielzeug dient andererseits selbst als Modell für die Verwendung von Kurbeln in Geräten und Maschinen. Der Vorgang ist wiederholbar und leicht nachzuvollziehen.

Je nach Leistungsstand der Werkgruppe kann das Spielzeug auch Anknüpfungspunkt für ein Projekt sein: Wo in der Realität ist das Prinzip der Kraftübertragung eingesetzt? In welchen Maschinen und Geräten von früher und in unserer Zeit wird die Idee von Rad und Welle genutzt?

Recherche (geeignete Internetseiten und Literatur sollten dem Alter und den Kenntnissen der Lerngruppe angepasst sein) und Modelle, Zeichnungen, Fotografien und die Analyse bzw. Beschreibung des eigenen Werkstücks ergeben eine anschauliche Dokumentation.



Der weiteren Ausgestaltung sind keine Grenzen gesetzt. Man kann eigene Vorstellungen von Farbigkeit und Dekor einbringen und auch den Grundblock vielfältig variieren.

Im Internet findet man zahlreiche Beispiele kinetischer Kunst und kinetischer Spielzeuge. Welche sich als Inspirationsquelle eignen und welche im Rahmen des Werkunterrichts wirklich umsetzbar sind, muss jede Lehrkraft selbst herausfinden - vor allem durch das eigene Erproben, wie das bei jedem Werkstück gilt.

JANE RYAN - toymakergirl@gmail.com - ist eine junge englische Künstlerin, die kinetisches Spielzeug für Erwachsene herstellt, darunter eine ganze Reihe von Vogelfiguren.

Der Künstler Carlos ZAPATA zeigt auf seiner homepage und in einer Reihe von Videos inspirierende Werkbeispiele kinetischer Spielzeuge (im Interview in einem gut verständlichen Englisch).  
z. B. <https://youtu.be/3P8ROEATPJ4>