

<b>Was ist Dynamik?</b>	<b>S. 2</b>
<b>Zusammenhang Kraft – Dynamic</b>	<b>S. 3</b>
<b>Welche Bahn ist schneller?</b>	<b>S. 6</b>
<b>Looping</b>	<b>S. 8</b>
<b>Was ist Energie?</b>	<b>S. 9</b>
<b>Wieso hält die Kugel an?</b>	<b>S. 11</b>
<b>Kugeln stoßen zusammen</b>	<b>S. 12</b>
<b>Die großen Parcours</b>	<b>S. 14</b>

## Inhalt



## Was ist Dynamik?

■ In unserem täglichen Leben begegnet sie uns überall und wir nehmen Sie vielleicht schon gar nicht mehr wahr, weil sie uns so gewohnt erscheint – die Dynamik! Immer und überall, wo sich etwas bewegt, spricht man von Dynamik.

Sie begegnet uns schon früh morgens beim Aufstehen. Wir bewegen uns aus dem Bett ins Bad oder zum Frühstück. Danach fahren oder laufen wir zur Schule oder zur Arbeit. Wir begegnen Ihr bei so gut wie allen sportlichen Hobbys oder nehmen sie einfach nur wahr, wenn sich andere Menschen bewegen.



## Fun with Physics

Wir haben durch sie tolle Erlebnisse und Spaß, wie beim Fahrrad-, Ski-, Skateboard fahren, beim Fußball spielen oder in der Achterbahn. Deshalb bereichert die Dynamik unser Leben, nach dem Motto – Fun with Physics!

Überlege dir deswegen einfach einmal, wo in deinem Alltag die Dynamik vorkommt!

- Auto fahren
- Laufen, Joggen, Springen
- ...

Hast du gewusst, dass die Dynamik sogar ein physikalisches Gebiet ist, das sich mit allen Vorgängen beschäftigt, die sich bewegen? Einige dieser verschiedenen physikalischen Effekte werden in diesem Begleitheft durch verschiedene Versuche dargestellt und erklärt.

■ Um die Dynamik zu verstehen, ist es wichtig, zu begreifen woher Sie kommt. Die folgenden zwei einfachen Versuche erklären, woran es liegt, dass sich etwas bewegt. Wir haben in der Einleitung schon festgestellt, dass es sich bei der Dynamik immer um etwas handelt, das sich bewegt. Baue das Versuchsmodell 1 (ebene Bahn) auf, um die Versuche durchführen zu können.

**Aufgabe:**

**Lege eine Kugel in die Schiene und schiebe die Kugel ganz leicht (mit wenig Kraft) an. Was passiert dabei? Wie stark ist die Kugel durch das leichte Anschieben beschleunigt worden?**



Sie bewegt sich langsam – eventuell hält die Kugel sogar an. Die Beschleunigung war klein.

**Aufgabe:**

**Lege nun nochmal eine Kugel in die Schiene und schiebe die Kugel ein bisschen schneller an als im ersten Versuch (mit mehr Kraft als im ersten Versuch). Was passiert dabei? Wie stark ist die Kugel durch das schnellere Anschieben beschleunigt worden?**



Sie bewegt sich schneller als im ersten Versuch. Die Beschleunigung war größer als im ersten Versuch.

Das Ergebnis des Versuchs ist nicht überraschend, weil es dem entspricht, was du im Alltag bei jeder Bewegung wahrnimmst. Aber hast du dir schon mal überlegt, wie die Kraft, die du brauchst mit den bewegten Kugeln in diesem Versuch zusammenhängt?



## Physikalische Erklärung

Der Zusammenhang besteht aus einer Masse (Gewicht der Kugel) und einer Beschleunigung (die Kugel wird aus der Ruhe beschleunigt) und dafür musst du eine Kraft (Muskelkraft) aufwenden. Dieser Zusammenhang lässt sich als Formel darstellen und wird als „Definition der Kraft“ verwendet.

$$\text{Kraft} = \text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$$

oder in den passenden physikalischen Abkürzungen

$$F = m \times a$$



Physiker Isaac Newton (1643–1727)

■ Im zweiten Versuch verwendest du eine größere Kraft als im ersten Versuch aber die Masse der Kugel bleibt gleich. Daher ist die Beschleunigung im zweiten Versuch größer als im ersten Versuch. Die Einheit der Kraft ist Newton [N]. Sie ist nach dem Physiker Isaac Newton benannt, der die Grundgesetze der Bewegung formuliert hat.

## Mehr oder weniger Kraft?

Nun kannst du, mit den folgenden Beispielen aus dem Alltag, nochmal überlegen, ob man mehr oder weniger Kraft braucht als vorher:

### Aufgabe:

**Du fährst alleine mit dem Fahrrad los. Unterwegs triffst du einen Freund, der gerne mitfahren möchte. Er setzt sich bei dir hinten auf das Fahrrad und ihr fahrt zu zweit wieder los. Wenn du gleich schnell beschleunigen willst wie vorher, brauchst du dann mehr oder weniger Kraft?**



Du brauchst mehr Kraft wenn du gleich schnell beschleunigen willst, weil die Masse größer geworden ist.

**Aufgabe:**

Du beschleunigst zwei unterschiedlich schwere Bälle, zum Beispiel einen Tennisball und eine Kugel beim Kugelstoßen. Wenn du versuchst, beide mit deiner ganzen Kraft zu werfen, welcher wird schneller beschleunigen, beziehungsweise dann dadurch auch weiter fliegen?



**Welcher Ball  
fliegt weiter?**

Wenn du jeweils deine ganze Kraft aufbringst, wird der Tennisball schneller beschleunigt, da er leichter als die Kugel ist. Daher wird er auch weiter fliegen als die Kugel.

Die folgende Aufgabe ist ein bisschen komplizierter, aber sie lässt sich lösen. Dein neues Wissen ist der Schlüssel dazu:

**Aufgabe:**

An einer 100 m Laufbahn: Läufer 1 und Läufer 2 sind gleich stark bzw. haben gleich viel Kraft. Der Läufer 1 beschleunigt schneller. Welcher Läufer ist nach der Theorie der Schwerere? Ein Tipp: Benutze dein neues Wissen (Kraft = Masse x Beschleunigung). Stell dir für jeden der beiden Läufer die Formel vor.



**Wer ist schwerer?**

Nach der Theorie müsste der Läufer 2 der Schwerere sein. Weil er nicht mehr Kraft zur Verfügung hat, beschleunigt er langsamer.

## Welche Bahn ist schneller?

■ Da wir nun wissen, dass bei allen Bewegungen Kräfte im Spiel sind, dreht sich der nächste Versuch darum, ob auch die Bahn einen Einfluss auf die Bewegung hat.

Baue das Versuchsmodell 2 (Beschleunigungen) mit den beiden unterschiedlichen Bahnformen auf. Eine Bahn ist nach oben gewölbt und eine nach unten. Wenn du fertig bist, kann der Versuch starten.

### Aufgabe:

**Lege in jede Bahn am oberen Ende eine Kugel. Überlege dir, bevor du die Kugeln loslässt, welche Bahn schneller ist! Nun kannst du die Kugeln gleichzeitig loslassen. Zusätzlich kannst du dir überlegen, warum die Kugeln überhaupt unten ankommen. Ein Tipp – es hat den gleichen Grund, warum alle Dinge auf den Boden fallen.**



Und – hast du auf die richtige Bahn gesetzt?

Auf der nach unten gewölbten Bahn ist die Kugel schneller als auf der nach oben gewölbten Bahn.

Warum ist das so? Ist vielleicht die eine Bahn länger als die andere? Nein – du hast ja beide Male drei Schienen verbaut. Vielleicht hat es etwas mit der Form der Bahn zu tun. Schauen wir doch mal im mathematischen Lexikon nach:



## Mathematisch gesehen ...

■ Das Problem der schnellsten Bahn wurde 1696 von dem Mathematiker Johann Bernoulli gelöst und ist in der Mathematik als das Brachistochrone Problem bekannt.

Bei der Lösung des sehr komplizierten Problems hat Bernoulli herausgefunden, dass die schnellste aller Kurven die nach unten gewölbte Bahn ist, eine so genannte Zykloide oder Rollkurve. Diese Kurve ist sogar schneller als eine Gerade und das obwohl dies die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten ist. Die Zykloide heißt Rollkurve, weil diese Kurve entsteht, wenn man einen Zylinder auf einer Ebene abrollt.



■ Wenn du dir Gedanken gemacht hast zu der Frage warum die Kugel überhaupt unten ankommt, dann ist dir vielleicht aufgefallen, dass du keine Kraft gebraucht hast, damit die Kugel anfängt sich zu bewegen. Wenn du nun an unseren ersten Versuch denkst, weißt du aber sicherlich noch, dass keine Bewegung ohne Einwirkung einer Kraft stattfinden kann. Da sich die Kugel bewegt, muss auch hier eine Kraft wirken. Die Kraft, welche die Kugel nach unten zieht ist die so genannte Schwerkraft. Sie wirkt auf alle Dinge, die sich auf der Erde befinden.

Die Schwerkraft ist unser ständiger Begleiter im Alltag. Sie sorgt dafür, dass alles senkrecht zum Boden angezogen wird. Überlege dir hierzu einige Beispiele aus dem Alltag.

- Bungee-Jumping
- Turmspringen, Klippenspringen, Fallschirmspringen
- Apfel fällt vom Baum
- ...

Hast du gewusst, dass auf dem Mond auch eine Schwerkraft herrscht, die vom Mond ausgeht? Hast du schon einmal Videos von Astronauten auf dem Mond gesehen? Die Astronauten können sehr viel höher und weiter springen als auf der Erde. Weil der Mond viel kleiner ist als die Erde, ist die Schwerkraft dort viel geringer als auf der Erde. Dadurch kommt man bei einem Sprung auf dem Mond viel weiter als auf der Erde.

## Warum kommen die Kugeln überhaupt unten an?

### Schwerkraft im Alltag ...



... und auf dem Mond?



## Looping

■ Da wir jetzt auch wissen, dass es eine Schwerkraft gibt, kommen wir zum nächsten Versuch. Vielleicht warst du schon mal in einem Vergnügungspark oder auf einem Volksfest mit vielen Fahrgeschäften und Achterbahnen. Dabei sind dir bestimmt die beeindruckenden Loopings aufgefallen. Um den nächsten Versuch durchzuführen kannst du das Versuchsmodell 3 (Looping) aufbauen.



### Aufgabe:

**Nachdem du den Looping aufgebaut hast, kann unser Versuch losgehen. Probiere aus, von welcher Höhe du die Kugel starten lassen musst, damit sie den kompletten Looping durchläuft. Überlege dir, warum die Kugel am obersten Punkt nicht nach unten fällt, obwohl wir gerade gelernt haben, dass die Schwerkraft alles auf den Boden zieht.**



## Was passiert in einem Looping?

Wenn du schon einmal Achterbahn gefahren bist, weißt du, dass es dich während des Loopings in den Sitz gedrückt hat. Das Gleiche passiert zum Beispiel auch, wenn du und noch jemand euch gegenseitig an den Händen haltet und im Kreis dreht. Ihr habt das Gefühl, dass ihr nach außen gezogen werdet.

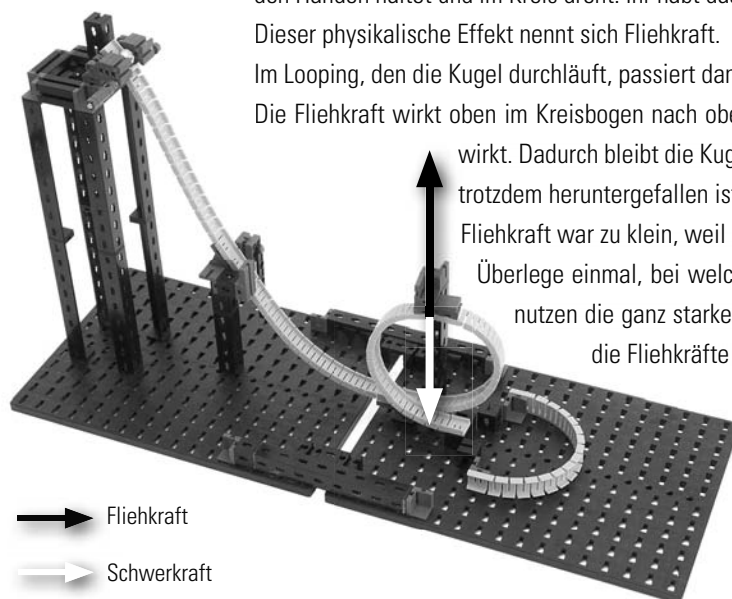
Dieser physikalische Effekt nennt sich Fliehkraft.

Im Looping, den die Kugel durchläuft, passiert dann folgendes:

Die Fliehkraft wirkt oben im Kreisbogen nach oben und ist größer als die Schwerkraft, die nach unten wirkt. Dadurch bleibt die Kugel in der Bahn und fällt nicht herunter. Wenn die Kugel trotzdem heruntergefallen ist, so war die Schwerkraft größer als die Fliehkraft. Die Fliehkraft war zu klein, weil die Kugel zu langsam beschleunigt wurde.

Überlege einmal, bei welchen Sportarten Fliehkräfte wirken. Ein Tipp: Meistens nutzen die ganz starken Sportler, zum Beispiel bei den Olympischen Spielen, die Fliehkräfte für sich aus, indem sie sich im Kreis drehen.

- Hammerwerfer
- Diskuswerfer
- Kugelstoßer



→ Fliehkraft

→ Schwerkraft



■ Da wir nun schon sehr viel über verschiedene Kräfte und Bewegungen gehört haben, machen wir die nächsten Versuche. Diese sollen das Thema Energie ein bisschen näher beleuchten. Du fragst dich nun sicherlich, was Kräfte, Bewegungen und Energie miteinander zu tun haben?

Wenn man sich fragt, für was man Energie überhaupt braucht, wird es um einiges klarer. Energie wird benötigt, um:

- eine Kraft aufzubringen
- einen Körper zu beschleunigen oder hochzuheben
- etwas zu erwärmen oder zu heizen
- elektrischen Strom fließen zu lassen
- leben zu können – Beispiele dafür sind z.B. alle Menschen, Tiere und Pflanzen.

■ Energie gibt es in ganz verschiedenen Formen und diese können in andere Energieformen umgewandelt werden. Für den folgenden Versuch ist es wichtig, die Bewegungsenergie und die Lageenergie zu kennen.

- Die Bewegungsenergie wird auch kinetische Energie genannt. Kinetische Energie liegt immer dann vor, wenn sich ein Gegenstand bewegt. Beispiel dafür ist eine rollende Kugel im Profi Dynamic Baukasten, denn Sie bewegt sich und hat damit eine Bewegungsenergie.
- Die Lageenergie, auch potentielle Energie genannt, wird umso größer je höher ein Gegenstand liegt. Das heißt, dass zum Beispiel ein Ball, der auf einem Tisch liegt, eine größere Lageenergie hat als auf dem Boden.

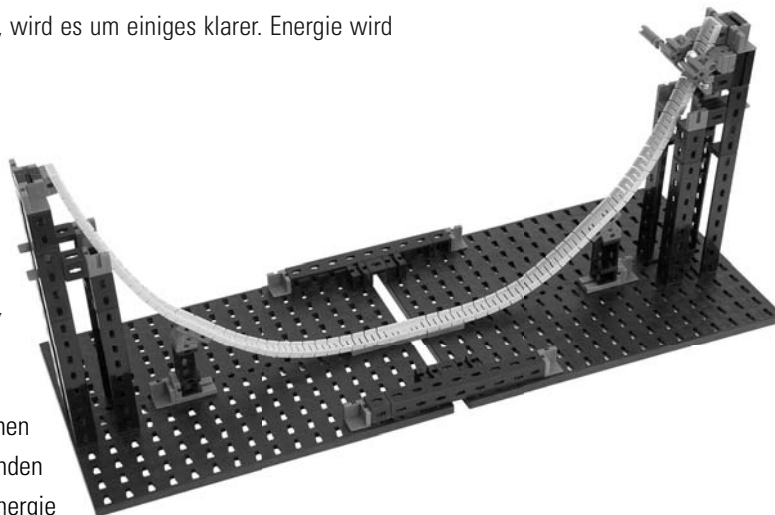
■ Genug der Theorie, lass uns das am Besten an einem Modell ausprobieren. Baue dazu das Versuchsmodell 4 (Halfpipe) auf.



#### Aufgabe:

Lass eine Kugel in die Halfpipe rollen und schaue, was passiert! Überlege dir welche verschiedenen Energieformen du sehen kannst und wo diese am Größten sind.

## Was ist Energie?



## Verschiedene Energieformen

## Die Physik sagt:

### „Von Nichts – kommt Nichts“

Um die Halfpipe zu verstehen ist es notwendig, den so genannten Energieerhaltungssatz zu kennen.

Der Energieerhaltungssatz sagt aus, dass die Summe aller vorhandenen Energien immer gleich bleibt. Energie kann weder aus dem Nichts gewonnen werden, noch geht Sie verloren. Energie kann nur umgewandelt werden.



## Halfpipe

Beim Versuch mit der Halfpipe treten zwei Energieformen auf:

- Bewegungsenergie
- Lageenergie

Die Energie, die du in diesen Versuch hineinsteckst ist die, die deine Muskeln abgeben, um eine Kugel nach oben zu heben. Dadurch erhält die Kugel eine größere Lageenergie. Wie der Energieerhaltungssatz schon aussagt, kann sich die Lageenergie in Bewegungsenergie umwandeln, sobald man die Kugel loslässt. Die Lageenergie der Kugel ist beim Loslassen in die Halfpipe am größten und unten am Boden ist Sie am geringsten.

Die Bewegungsenergie verhält sich genau umgekehrt wie die Lageenergie. Sie ist null kurz vor dem Loslassen, weil sich nichts bewegt. Am größten ist sie unten, weil sich die Kugel dort am schnellsten bewegt.

Die Einheit der Energie ist Joule [J]. Sie ist nach dem britischen Physiker James Prescott Joule benannt.

## Energie im Alltag



James Prescott Joule (1818–1889)

■ Die Energie begegnet uns genauso wie Kräfte ständig im Alltag. Sind dir zum Beispiel schon einmal die Hinweise auf den Lebensmitteln aufgefallen? Auf jeder Cornflakespackung, Süßigkeiten, usw. eigentlich an fast allen Lebensmitteln sind solche Hinweise angebracht.

Oft werden sie „Brennwerte“ genannt. Dabei handelt es sich um die Energie, die in dem Lebensmittel steckt. Brennwerte deswegen, weil der Körper die Energie im Körper „verbrennt“, um diese dann zu nutzen, damit wir laufen, springen oder denken können.

Auf den Verpackungen stehen die Brennwerte meistens in Kilojoule (kJ), was 1000 Joule (J) entspricht und in Kilokalorien (kcal) was 1000 Kalorien (cal) entspricht. Das Wort Kilokalorien ist dir vielleicht schon mal begegnet wenn es um Lebensmittel ging – es ist eine andere Energieeinheit als Joule.

Man kann beide aber ganz leicht in einander umrechnen mit der Formel:

$$1 \text{ Kilojoule} \approx 4,18 \text{ Kilokalorien}$$

oder mit den passenden physikalischen Einheiten

$$1 \text{ kJ} \approx 4,18 \text{ kcal}$$

■ Da wir im vorherigen Versuch gelernt haben, dass sich Energie nach dem Energieerhaltungssatz nur umwandeln kann und nicht verloren geht, stellt sich die Frage, warum die Kugel dann trotzdem anhält? Wenn keine Energie verloren gehen kann, muss sie doch immer weiterrollen, oder?

**Aufgabe:**

**Führe den vorherigen Versuch mit dem Modell 4 (Halfpipe) nochmal durch. Überlege dir dieses Mal, warum die Kugel irgendwann anhält! Ein Tipp: Fahre mit einem Finger durch die Bahn.**



Du spürst einen Widerstand und bemerkst außerdem, dass die Oberfläche der Bahn nicht glatt ist. Der Effekt, um den es sich hier handelt ist die Reibung. Das Wort Reibung hast du vielleicht schon einmal gehört, aber was ist Reibung eigentlich genau und woher kommt sie?

Reibung ist ein Effekt der zwischen zwei Körpern auftritt (so genannte äußere Reibung), wenn sich die Oberflächen berühren. Um zu verstehen, warum die Kugel anhält, müssen wir uns die Oberflächen der Kugel und der Flexschiene einmal stark vergrößert anschauen.

■ Wenn man sich nun vorstellt, dass die Oberflächen aneinander hängen bleiben, wird klar, dass die Kugel mit der Zeit langsamer wird, sie muss ja ständig gegen diese Unebenheiten ankämpfen. Physikalisch werden hier die Energien durch Reibung in Wärme (-Energie) umgewandelt. Wenn die Kugel stehen bleibt ist die komplette Lageenergie/Bewegungsenergie durch die Reibung in Wärme umgewandelt worden. Bei der entstehenden Wärme handelt es sich um „verlorene Energie“, weil man sie nicht mehr nutzen kann und sie sozusagen verliert.

Die Reibung kann man zusätzlich in Haftreibung, Gleitreibung und Rollreibung unterteilen.

- Haftreibung: Die Reibung ist so groß, dass zwei Oberflächen aneinander haften und sich nicht bewegen.
- Gleitreibung: Die Reibung ist gerade so groß, dass zwei Oberflächen aneinander abgleiten.
- Rollreibung: Diese Reibungsart entsteht beim Rollen eines Körpers auf einer Unterlage.

Ein Beispiel, dass durch Reibung Wärme entsteht, kannst du einfach nachprüfen, indem du deine Hände aneinander „reibst“. Du wirst schon nach kurzer Zeit merken, dass es recht schnell wärmer wird.

Da du nun die drei verschiedenen Arten der Reibung kennst, kannst du hier den Beispielen die passende Reibungsart zuordnen:

	Haftreibung	Gleitreibung	Rollreibung
Fahrrad fahren			×
Klebeband auf Papier			
Ski fahren			
Schlittschuh fahren			
Klettverschluss			
Kugel in einer Bahn des Profi-Dynamic Baukastens			
Inliner fahren			

## Wieso hält die Kugel an?



Oberflächen stark vergrößert

## Die Physik der Reibung

## Reibung im Alltag



## Kugeln stoßen zusammen

■ Für die folgenden Versuche kannst du das Versuchsmodell 4 (Halfpipe) aufgebaut lassen.

### Aufgabe:

Lege unten in die Halfpipe zwei Kugeln in die Bahn und lasse von oben eine weitere Kugel hinein rollen. Was passiert?



Die letzte Kugel wird abgestoßen. Der Stoß geht sozusagen durch alle Kugeln hindurch.



### Aufgabe:

Du kannst unten noch weitere Kugeln hineinlegen. Was passiert dann?

Das Gleiche wie beim ersten Versuch. Die letzte Kugel wird abgestoßen. Der Stoß geht sozusagen durch alle Kugeln hindurch.

### Aufgabe:

Probiere nun aus was passiert, wenn unten drei Kugeln liegen und du von oben, von einer Seite der Halfpipe, auf einmal zwei Kugeln in die Halfpipe hinein rollen lässt?



Nun werden die letzten beiden Kugeln abgestoßen. Der Stoß geht wie vorher durch alle unten liegenden Kugeln hindurch.

■ Der physikalische Effekt der hier gezeigt wird ist der so genannte elastische Stoß. Ein elastischer Stoß ist ein Kontakt zwischen Körpern, der nur wenige Millisekunden dauert. Dabei überträgt die eine Kugel ihren Bewegungszustand auf eine andere, ohne dass sich die Kugeln verformen. Liegen mehrere Kugeln hintereinander, geht der Stoß durch alle hindurch. So viele Kugeln wie aufprallen werden auch wieder abgestoßen.

Den Effekt, der dabei die Kugeln durchläuft nennt man Impuls. Eigentlich hat jede Masse, die sich mit einer Geschwindigkeit bewegt, einen Impuls. Das heißt, sobald du dich bewegst, hast du einen Impuls.

$$\text{Impuls} = \text{Masse} \times \text{Geschwindigkeit}$$

$$p = m \times v$$

Der Impuls wird aber erst dann richtig sichtbar, wenn ein Stoß stattfindet, denn erst dann wird der Impuls übertragen! Ähnlich wie beim Energieerhaltungssatz „Die Energie immer gleich bleibt“, gibt es zum Impuls auch einen Impulserhaltungssatz. Dieser sagt aus, dass auch bei einem Stoß der Impuls gleich bleibt.

$$\text{Impuls}_{\text{vor dem Stoß}} = \text{Impuls}_{\text{nach dem Stoß}}$$

Das konnten wir auch beim Versuch sehen, denn die Geschwindigkeit und Masse der aufprallenden Kugeln waren etwa gleich groß wie die Geschwindigkeit und die Masse der abgestoßenen Kugeln.

■ Für den Stoß gibt es im Alltag viele Beispiele. Bei der Arbeit kann man den Stoß beim Hämmern gut erkennen. Gut anschaulich ist der Stoß auch bei verschiedenen Sportarten wie Billard, Squash, Eisstock schießen, oder Curling. Dabei wird der Effekt ausgenutzt, dass der Impuls vor dem Stoß gleich dem Impuls nach dem Stoß ist.

Beim Billard wird dieser Effekt ausgenutzt, um die eigenen Kugeln durch einen Stoß mit der weißen Kugel in den Taschen unterzubringen. Diese Stöße sind genau wie bei deinen Versuchen elastisch, denn die Kugeln ändern durch den Stoß ihren Bewegungszustand und werden nicht verformt.



© by berwis / PIXELIO

## Impuls bleibt Impuls

## Der Impuls im Alltag

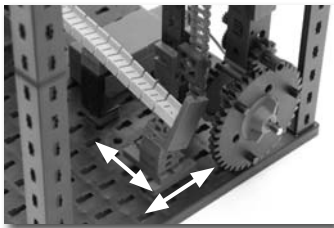


## Die großen Parcours

■ Die physikalischen Effekte, die du bei deinen bisherigen Versuchen kennen gelernt hast, kannst du verwenden um spannende Kugelparcours mit verschiedenen Schikanen und überraschenden Effekten aufzubauen.

### Aufzug

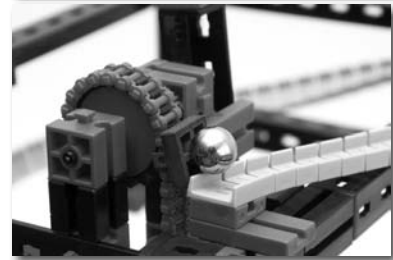
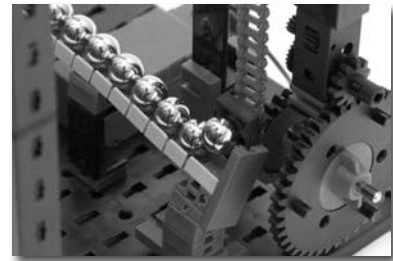
Alle in der Bauanleitung gezeigten Parcours enthalten einen Aufzug. Dieser besteht aus einer angetriebenen Kette an der magnetische Kugelhalter befestigt sind.



#### Tipp:

Falls die Kugeln nicht optimal vom Aufzug mitgenommen werden kannst du die Position des Kugelmagazins nachjustieren.

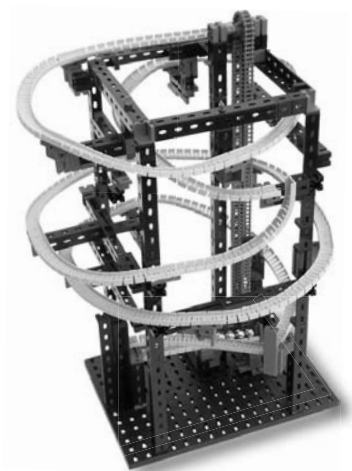
Sobald ein Kugelhalter an einer Metallkugel im Magazin des Modells vorbeifährt, wird diese von dem Magnet angezogen und nach oben transportiert. Oben angekommen wird die Kugel abgestreift und rollt durch den Parcours.



### Parcours 1

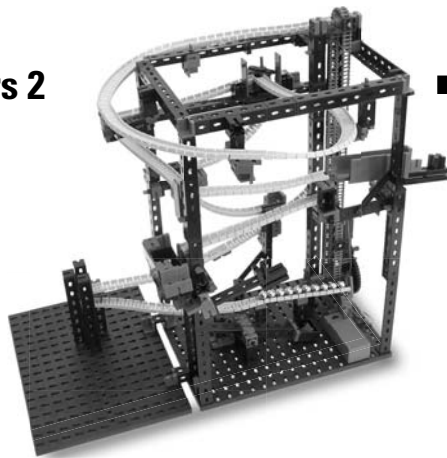
■ Dieses Modell eignet sich gut um erste Erfahrungen mit den Kugelparcours zu sammeln.

Die Kugeln werden durch den Aufzug nach oben transportiert und rollen dann durch den Parcours zurück ins Kugelmagazin.



### Parcours 2

■ Dieses Modell enthält verschiedene Effekte. Damit sie korrekt funktionieren sind ein paar Vorbereitungen notwendig bevor du den Parcours startest.



1. Hänge den Kugelbehälter wie auf der Abbildung gezeigt in seiner oberen Position ein.

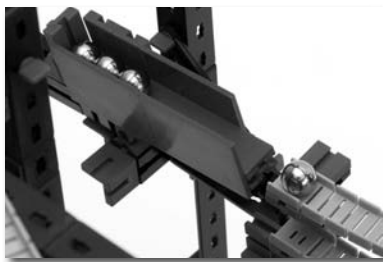


2. Stelle die Weiche des Modells auf die in der Abbildung gezeigte Position.
3. Lege einen Baustein in das eingebaute Katapult.



Jetzt kannst du Kugeln in das Magazin vor dem Aufzug füllen und den Aufzug starten.

Die Kugeln rollen zuerst durch die Weiche und dann in einen Kugelsammler. Sobald sich sechs Kugeln in dem Sammler befinden kippt dieser nach unten.



**Tipp:**

Falls der Sammler zu früh oder zu spät kippt kannst du dies korrigieren, indem du den Baustein verschiebst, der hinter dem Sammler als Gegengewicht angebracht ist. Je näher sich der Baustein am Sammler befindet, desto früher kippt der Sammler.

Die Kugeln rollen dann in den Kugelbehälter, dieser fällt nach unten und löst das Katapult aus.

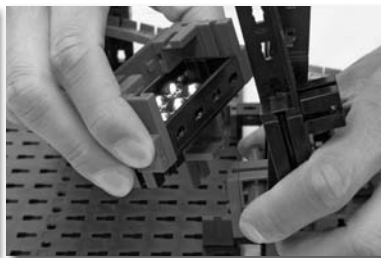
Damit jetzt keine Kugeln mehr in den Sammler rollen stellst du die Weiche auf ihre andere Position. Die Kugeln rollen dann auf einer anderen Strecke nach unten.



**Tipp:**

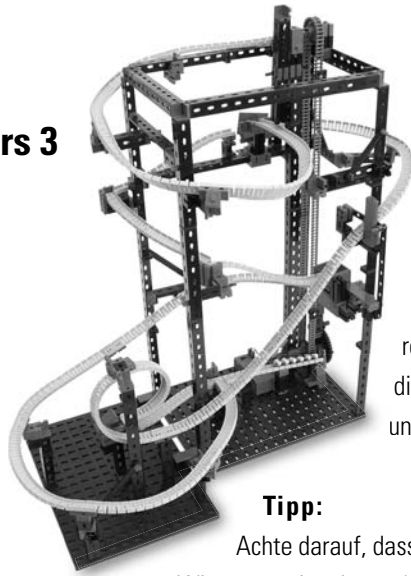
Falls der Kugelbehälter nicht korrekt nach unten fällt kannst du die Sperre justieren, indem du den Baustein verschiebst der an der Sperre als Gegengewicht angebracht ist.

Jetzt kannst du den Kugelbehälter abnehmen und die Kugeln wieder in das Magazin vor dem Aufzug füllen.



Danach kannst du den Behälter und das Katapult wieder für die nächste Runde vorbereiten.

## Parcours 3

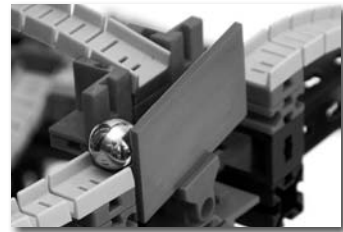


■ Dieser Parcours ist das größte Modell des Baukastens und enthält die meisten Schikanen und Effekte.

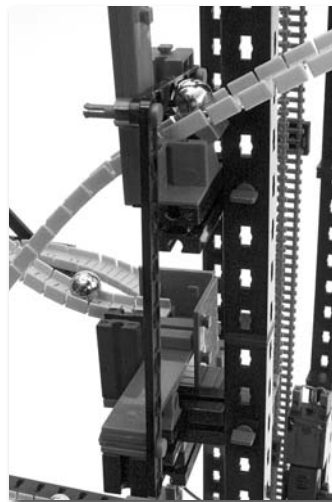
Die Kugel stößt zuerst ein Pendel an und rollt dann in eine automatische Weiche, die die Kugeln abwechselnd nach rechts und links rollen lässt.

### Tipp:

Achte darauf, dass der Gelenkstein genau in der Mitte der Wippe montiert ist und sich die Weiche leicht bewegen lässt. Sonst funktioniert sie möglicherweise nicht richtig.



Danach bleibt die Kugel vor einer Schranke liegen. Die nächste Kugel wird von der Weiche in die andere Richtung geleitet und löst einen Mechanismus aus der die Schranke öffnet. Für die erste Kugel ist jetzt der Weg durch den Looping frei.



### Tipp:

Achte darauf, dass sich die Wippe und die Schranke frei bewegen können.

### Weitere Tipps:

- Mit dem Baukasten kannst du natürlich auch eigene Parcours entwickeln. Sicher fallen dir noch tolle weitere Konstruktionen und andere spannende Schikanen und Effekte ein.
- Falls die flexiblen Schienen nach dem Ausbau aus einem Modell stark gebogen sind kannst du sie für einige Zeit auf einer der Grundplatten aufspannen. Die Biegung geht dann wieder zurück.