

Energieskatepark

Die von PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, entwickelte Simulation veranschaulicht anhand einer Skateboardfahlerin, die auf einer Bahn fährt, das Zusammenspiel von kinetischer, potentieller und thermischer Energie. Die Schülerinnen und Schüler können hier spielerisch physikalische Zusammenhänge beobachten. Der Skatepark ist ein System, in dem der Energieerhaltungssatz gilt. Im Balken- und Tortendiagramm lassen sich Veränderungen der einzelnen Energieformen während der Bewegung beobachten. Nimmt die eine Energie ab, muss eine andere zunehmen, damit die Gesamt-Energie gleich bleibt. Außerdem wird klar, wie sich das System ändert, wenn einzelne Parameter (Masse und Reibung) verändert werden. Die Schülerinnen und Schüler können verschiedene Bahnen ausprobieren und dabei den Zusammenhang zwischen kinetischer Energie, potentieller Energie und thermischer Energie erforschen.

Die Schülerinnen und Schüler lernen ...

- den Energieerhaltungssatz zu erklären im Zusammenspiel von kinetischer, potentieller und thermischer Energie.
- Balken und Tortendiagramme zu beschreiben.
- zu beschreiben, wie die Masse der Skaterin die Energie beeinflusst.
- zu beschreiben, wie die Reibung auf der Bahn die Energie beeinflusst.
- Voraussagen zu treffen zur Position der Skaterin nach den Werten im Energie-Balken- und Tortendiagramm.
- die Geschwindigkeit abzuschätzen nach den Werten im Energie-Balken- und Tortendiagramm.

Mithilfe zusätzlicher Angaben können die Schülerinnen und Schüler konkrete Berechnungen durchführen. Beispielsweise kann mit der Zusatzinformation „Masse der Skaterin“ und dem Ablesen der Höhe die potentielle Energie berechnet werden. Weiter könnte man mit der Differenz aus zwei abgelesenen Höhen die Geschwindigkeit der Skaterin berechnen.

1 Tipps zur Bedienung

Es gibt drei Bildschirme, auszuwählen mit den Buttons am unteren Rand:

- Einführung
- Reibung
- Bahnen erstellen

Die Dinge an der Bedienung, die für alle Bildschirme gleich sind, werden im Folgenden beschrieben, danach wird auf die Besonderheiten der einzelnen Bildschirme eingegangen.

1.1 Skaterin bewegen

Die Skateboard-Fahlerin wird per Drag und Drop an die gewünschte Startposition auf der Bahn gesetzt. Es ist auch ein Startpunkt über der Bahn möglich. Der rote Punkt unterhalb des Skateboards markiert die Position, die für Messungen (beispielsweise Höhe zur Berechnung) gilt. Wenn die Skaterfigur „aus dem Bildschirm fährt“, weil sie von der Bahn abgekommen ist, erscheinen zwei Skater-Buttons, ein roter und ein grüner. Klick auf den grünen Button: Der Skater erscheint auf der Bahn dort wieder, wo er zuletzt gestartet ist. Klick auf den roten Button: Der Skater erscheint an der Grundposition neben der Bahn.

Ein Klick auf „Skater-Neustart“ lässt die Skaterin von der Stelle, an der sie zuletzt gestartet ist, neu starten.

Für die Ablaufgeschwindigkeit der Simulation kann zwischen Zeitlupe und normal gewählt werden. Mit dem Pfeil-Button rechts neben dem großen Pfeil unten, kann die Skaterin schrittweise vorwärts bewegt werden. So lassen sich Nullpunkt-Situationen (z. B. $E_{\text{kin}} = 0$) genau ansteuern.

1.2 Anzeigen

Durch Klick auf die Kästchen rechts oben lassen sich ein Torten- und ein Balkendiagramm einblenden, die den jeweiligen Energielevel anzeigen.

Es kann ein Raster mit Meter-Angaben für die Höhe eingeblendet werden. So können die Schülerinnen und Schüler später Werte für Berechnungen ablesen.

Auch eine Anzeige für die Geschwindigkeit kann eingeblendet werden. Die Skala enthält keine Maßeinheit.

In allen drei Bildschirmen kann die Masse der Skaterin verändert werden von „klein“ bis „groß“. Die Figur der Skaterin wird entsprechend kleiner und größer. Es werden aber keine Angaben in kg gemacht.

1.3 Die Bildschirme

1.3.1 Einführung

Beim Bildschirm „Einführung“ ist die Bahn ohne Reibung. Es wird nur die Umwandlung von potentieller Energie in kinetische Energie und umgekehrt betrachtet. Die Grund-Bahn hat die Form einer Parabel, es können mit den Buttons rechts noch zwei andere Bahnen ausgewählt werden.

1.3.2 Reibung

Hier kommt die Reibung mit ins Spiel. Sie kann verändert werden von „keine“ bis „groß“.

Wie bei „Einführung“ kann auch hier zwischen drei unterschiedliche Bahnen gewählt werden.

Landet die Skaterin auf der Bahn, wird die vertikale Komponente ihrer kinetischen Energie in thermische Energie umgewandelt. Dreht man die Reibung auf Null, kann man ein Experiment ohne Reibungsverluste darstellen, man muss dann aber aufpassen, dass die Skaterin auf der Bahn bleibt.

Die thermische Energie kann auch über das Papierkorb-Symbol „entsorgt“ werden, die thermische Energie wird für auf Null gesetzt. Im weiteren Versuchsverlauf wird wieder thermische Energie aufgebaut. So lässt sich die Wärme zu entfernen, die beim ersten Aufsetzen der Skaterin auf die Bahn entsteht.

1.3.3 Bahnen erstellen

Nun können eigene Bahnen gebaut werden. Per Drag und Drop werden die Bahnstücke von unten, eines nach dem anderen, ins Feld zur Skaterin gezogen. Klickt man auf einen Anschluss, kann dieses Stück editiert werden. Die Schere steht für trennen, das Kreuz für löschen.

Mit den beiden Buttons rechts unter der Anzeige „Reibung“ kann man wählen, ob die Skaterin auf der Bahn bleiben oder herunterfallen soll, wenn die Kräfte zu groß sind. Das kann bei Loopings wichtig sein.

2 Mögliche Aufgabenstellungen

- Baue eine Bahn mit einem Looping, die die Skaterin vollends durchfahren kann.

- Überlege dir ein Skater-Experiment, das die Abhängigkeit zwischen kinetischer Energie und Geschwindigkeit zeigt.
- Beantworte die Fragen: An welchem Punkt der Bahn wird die meiste Energie in thermische Energie umgewandelt? Warum?
- Finde Situationen, in denen die gesamte Energie nur in einer Form vorliegt (einmal im Modell „Einführung“, einmal im Modell „Reibung“).