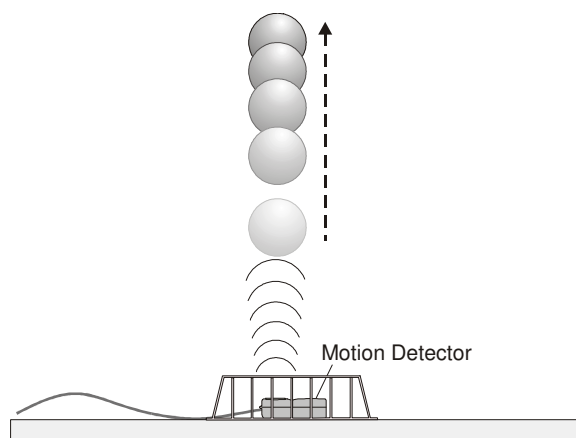


# Energie beim Ballwurf

Wirft ein Jongleur einen Jonglierball senkrecht nach oben, wird der Ball immer langsamer, bis er am höchsten Punkt seines Weges angekommen ist und dann auf seinem Weg nach unten wieder beschleunigt wird. Betrachtet man die Energie, so besitzt der Ball kinetische Energie  $E_{kin}$ , wenn er losgelassen wird. Wenn er sich nach oben bewegt wird er langsamer, verliert dabei kinetische Energie und erlangt potentielle Energie  $E_{pot}$ . Sobald er sich wieder nach unten bewegt, wird die gespeicherte potentielle Energie zurückgewandelt in kinetische Energie.

Treten keine Reibungskräfte auf, bleibt die Gesamtenergie konstant. In diesem Experiment werden wir sehen, ob dies beim Wurf eines Balles so ist.



In diesem Experiment werden wir diese Energieverwandlungen mithilfe eines Bewegungsdetektors untersuchen.

## LERNZIELE

- Messen der Änderung der kinetischen und potentiellen Energie, wenn ein Ball sich im freien Fall bewegt
  - Sehen, wie sich die Gesamtenergie des Balles während des Falls verhält

## MATERIAL

Computer  
Vernier Computerschnittstelle  
Logger Pro  
Vernier Bewegungsdetektor

Volleyball, Basketball oder ähnlicher,  
recht schwerer Ball  
Drahtkorb

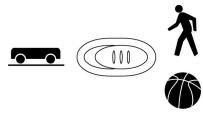
## VORBEREITENDE FRAGEN

Betrachten Sie für jede Frage nur den Teil der Bewegung eines senkrecht nach oben geworfenen Balles, in dem er sich im freien Fall befindet, beginnend vom Loslassen bis kurz vor dem Wiederauffangen. Gehen Sie von einem sehr geringen Luftwiderstand aus.

1. Welche Form oder Formen der Energie besitzt der Ball in dem kleinen Moment, in dem er sich in Ruhe am höchsten Punkt seines Weges befindet?

2. Welche Form oder Formen der Energie besitzt der Ball, wenn er in Bewegung ist und sich am unteren Teil des Weges befindet?
3. Skizzieren Sie ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm für den Ball.
4. Skizzieren Sie in einem Graphen die kinetischen Energie gegenüber der Zeit für den Ball.
5. Skizzieren Sie in einem Graphen die potentielle Energie gegenüber der Zeit für den Ball.
6. Wenn keine Reibungskräfte beim Ball auftreten, wie hängt dann die Änderung der potentiellen Energie des Balles mit der Änderung seiner kinetischen Energie zusammen?

### VORGEHENSWEISE



1. Ermitteln Sie die Masse des Balles, den Sie in diesem Experiment verwenden möchten und notieren Sie diese.
2. Verbinden Sie den Bewegungsdetektor mit DIG/SONIC 1 der Schnittstelle.  Besitzt der Bewegungsdetektor einen Schalter, stellen Sie diesen auf *normal*. Platzieren Sie den Bewegungsdetektor auf dem Boden und legen Sie einen Drahtkorb als Schutz darüber.
3. Öffnen Sie die Datei "16 Energy of a Tossed Ball" aus dem Ordner *Physik mit Vernier*.
4. Halten Sie den Ball in ca. 1 m Abstand über den Bewegungsdetektor. Zuerst werden Sie den Ball über dem Bewegungsdetektor senkrecht nach oben werfen und ihn wieder nach unten fallen lassen. Lassen Sie Ihren Partner zum Starten der Datenerfassung auf **▶Collect** drücken. Sobald Sie das Klicken des Bewegungsdetektors hören, werfen Sie den Ball mit beiden Händen senkrecht nach oben. Ziehen Sie Ihre Hände vom Ball weg, sobald dieser sich bewegt, damit sie nicht vom Bewegungsdetektor erfasst werden. Werfen Sie den Ball so, dass er eine maximale Höhe von 1,5 m über dem Bewegungsdetektor erreicht. Stellen Sie sicher, dass das Weg-Zeit-Diagramm der Bewegung parabelförmig verläuft, ohne Spitzen oder flache Bereiche, bevor Sie fortfahren. Dieser Schritt erfordert unter Umständen etwas Übung. Wiederholen Sie den Wurf nötigenfalls, bis Sie einen guten Graphen erhalten. Wenn Sie nützliche Daten erhalten haben, fahren Sie fort mit der Analyse.

### DATEN-TABELLE

Masse des Balls	(kg)	
-----------------	------	--

Position	Zeit (s)	Höhe (m)	Geschwindigkeit (m/s)	$E_{\text{pot}}$ (J)	$K_{\text{kin}}$ (J)	$E_{\text{ges}}$ (J)
nach dem Loslassen						
höchster Punkt						
vor dem Auffangen						

## ANALYSE

1. Drücken Sie zur Untersuchung auf den Knopf zur Untersuchung  und bewegen Sie den Mauszeiger zur Beantwortung der Fragen über den Weg- oder Geschwindigkeitsgraphen des Balls.
  - a. Identifizieren Sie den Bereich jedes Graphen, wo der Ball gerade Ihre Hand verlassen hatte. Bestimmen Sie Höhe und Geschwindigkeit des Balls zu diesem Zeitpunkt und notieren Sie die Werte in der Datentabelle.
  - b. Identifizieren Sie den Punkt jedes Graphen, wo sich der Ball im höchsten Punkt befand. Bestimmen Sie Zeit, Höhe und Geschwindigkeit des Balls in diesem Punkt und notieren Sie die Werte in der Datentabelle.
  - c. Finden Sie den Zeitpunkt in der Abwärtsbewegung des Balles, kurz bevor er wieder aufgefangen wurde. Messen und notieren Sie Höhe und Geschwindigkeit des Balls zu diesem Zeitpunkt.
  - d. Berechnen Sie für jeden der drei Punkte in der Datentabelle die potentielle Energie ( $E_{pot}$ ), die kinetische Energie ( $E_{kin}$ ) sowie die Gesamtenergie ( $E_{ges}$ ). Nehmen Sie die Position des Bewegungsdetektors als Null-Bezugspunkt der potentiellen Energie an.
2. Wie gut zeigt dieser Teil des Experiments die Energieerhaltung? Begründen Sie Ihre Antwort.
3. Berechnen Sie die kinetische und potentielle Energie des Balls.
  - a. Logger *Pro* kann die kinetische Energie des Balls nach der Gleichung  $E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$  grafisch darstellen, wenn Sie die Masse eingeben. Passen Sie dazu den Masse-Parameter an.
  - b. Logger *Pro* kann ebenfalls die potentielle Energie des Balls nach der Gleichung  $E_{pot} = mgh$  berechnen. Hier entspricht  $m$  der Masse des Balls,  $g$  der Beschleunigung des freien Falls und  $h$  der vertikalen Höhe des Balls, gemessen ab der Position des Bewegungsdetektors.
  - c. Wechseln Sie über den  entsprechenden Knopf zur nächsten Seite.
4. Suchen Sie in Ihrem Graphen der kinetischen Energie gegenüber der Zeit nach dem Wurf des Balls. Erklären Sie die Form des Graphen.
5. Suchen Sie in Ihrem Graphen der potentiellen Energie gegenüber der Zeit nach dem Wurf des Balls. Erklären Sie die Form des Graphen.
6. Drucken Sie die beiden Energiegraphen aus oder zeichnen Sie diese.
7. Vergleichen Sie die Vorhersagen der Energiegraphen aus den vorbereitenden Fragen mit den echten Daten aus dem Ballwurf.
8. Logger *Pro* berechnet ebenfalls die Gesamtenergie, die Summe aus  $E_{kin}$  und  $E_{pot}$  und plottet diese. Drucken Sie den Graph aus oder zeichnen Sie ihn.
9. Was folgern Sie aus diesem Graphen über die Gesamtenergie des Balls, wenn er sich im freien Fall nach oben und unten bewegt? Bleibt die Gesamtenergie konstant? Sollte sie konstant bleiben? Weshalb? Wenn sie nicht konstant bleibt, welche Energiequellen gibt es oder wohin könnte die fehlende Energie verschwunden sein?

## ERWEITERUNGEN

1. Was würde sich in diesem Experiment verändern, wenn Sie einen sehr leichten Ball verwenden würden, beispielsweise einen Wasserball?
2. Was würde mit Ihren experimentellen Ergebnissen geschehen, wenn Sie die falsche Masse für den Ball eingeben würden?
3. Führen Sie ein ähnliches Experiment mit einem aufspringenden Gummiball durch. Sie sollten den Bewegungsdetektor hoch befestigen, so dass er nach unten zeigt und den

B  
a  
l  
l

ü  
b  
e  
r

m  
e  
h  
r  
e  
r  
e

A  
u  
f  
p  
r  
a  
l  
l  
e

f  
o  
l  
g  
e  
n

k  
a  
n  
n