

***EINFÜHRUNG IN DIE BEDIENUNG
DES CBR 2™***

***ULTRASCHALLSENSOR-
BEWEGUNGSDETEKTOR***

MIT

5 SCHÜLEREXPERIMENTEN



Wichtig

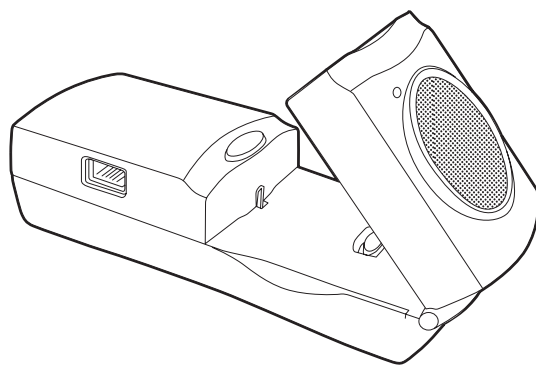
Texas Instruments und externe Dritte übernehmen keine Gewährleistung, weder ausdrücklich noch stillschweigend, einschließlich, aber nicht beschränkt auf implizierte Gewährleistungen bezüglich der handelsüblichen Brauchbarkeit und Geeignetheit für einen speziellen Zweck, was sich auch auf die Programme und Handbücher bezieht, die ohne eine weitere Form der Gewährleistung zur Verfügung gestellt werden.

In keinem Fall haften Texas Instruments oder externe Dritte für spezielle begleitende oder zufällige Beschädigungen in Verbindung mit dem Kauf oder der Verwendung dieser Materialien. Die einzige und exklusive Haftung von Texas Instruments übersteigt unabhängig von deren Art nicht den Kaufpreis des Geräts. Darüber hinaus übernimmt Texas Instruments keine Haftung gegenüber Ansprüchen Dritter.

© 2004 Texas Instruments Incorporated.
Alle Rechte vorbehalten

Hiermit wird Lehrern erlaubt, die Seiten dieses Werkes, die einen Copyright-Vermerk tragen, in den für Unterrichtsklassen, Workshops oder Seminare erforderlichen Mengen nachzudrucken oder zu fotokopieren. Diese Seiten sind für die Reproduktion und Verwendung im Unterricht gedacht, solange jede Kopie den Copyright-Vermerk trägt. Diese Kopien dürfen nicht verkauft werden, und jede Weiterverbreitung ist ausdrücklich untersagt. Sofern nicht wie oben oder gesetzlich ausdrücklich erlaubt bedarf die Reproduktion dieses Werks oder Teilen dieses Werks oder die Überführung in eine andere Form, sei es auf elektronischem oder mechanischem Weg, einschließlich der Einspeisung in Informationssysteme, der vorherigen schriftlichen Genehmigung von Texas Instruments. Richten Sie diesbezügliche Anfragen an Texas Instruments Incorporated, 7800 Banner Drive, M/S 3918; Dallas, TX 75251; Attention: Manager, Business Services

Experiment 1 (*Aufzeichnung Deiner Bewegung*) und Experiment 3 (*Schnelle Rutsche*) werden mit freundlicher Genehmigung von Vernier Software and Technology verwendet. Diese Experimente basieren auf den in *Middle School Science with Calculators* von Don Volz und Sandy Sapatka beschriebenen Experimenten.



Einleitung

Was ist der CBR 2™?	2
Einführung in die Bedienung des CBR 2™ - ganz einfach	4
Tipps für effektive Messungen	6

Experimente mit didaktischen Hinweisen und Schüler-Arbeitsblättern

 Experiment 1 – Aufzeichnung Deiner Bewegung	linear	10
 Experiment 2 - Graph treffen	linear	14
 Experiment 3 – Schnelle Rutsche	quadratisch	18
 Experiment 4 - Springender Ball	quadratisch	24
 Experiment 5 - Rollender Ball	quadratisch	28
Informationen für den Lehrer		32

Technische Informationen

CBR 2™-Daten werden in Listen gespeichert	36
EasyData -Einstellungen	37
CBR 2™-Einsatz mit dem CBL 2™ oder mit CBL 2™-Programmen	38

Service-Informationen

Batterien	40
Problembehebung	41
EasyData Menü-Übersicht	42
TI-Service und Garantie	43

CBR 2™ (Calculator-Based Ranger™)

Ultraschallsensor-Bewegungsdetektor

**Einsetzbar mit TI-83 Plus, TI-83 Plus Silver Edition,
TI-84 Plus, und TI-84 Plus Silver Edition**

Bringt reale Messungen und Analysen ins Klassenzimmer

Leicht bedienbar

Wozu dient der CBR 2™?

Mit Hilfe des CBR 2™ und eines graphischen TI-Taschenrechners können Schüler ohne aufwändige Messungen und manuelles Auftragen Bewegungsdaten sammeln, anzeigen und analysieren.

Der CBR 2™ ermöglicht den Schülern anhand selbstgesamelter Daten das Erforschen der Zusammenhänge zwischen Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit. Die Schüler können so die folgenden mathematischen und physikalischen Konzepte erforschen:

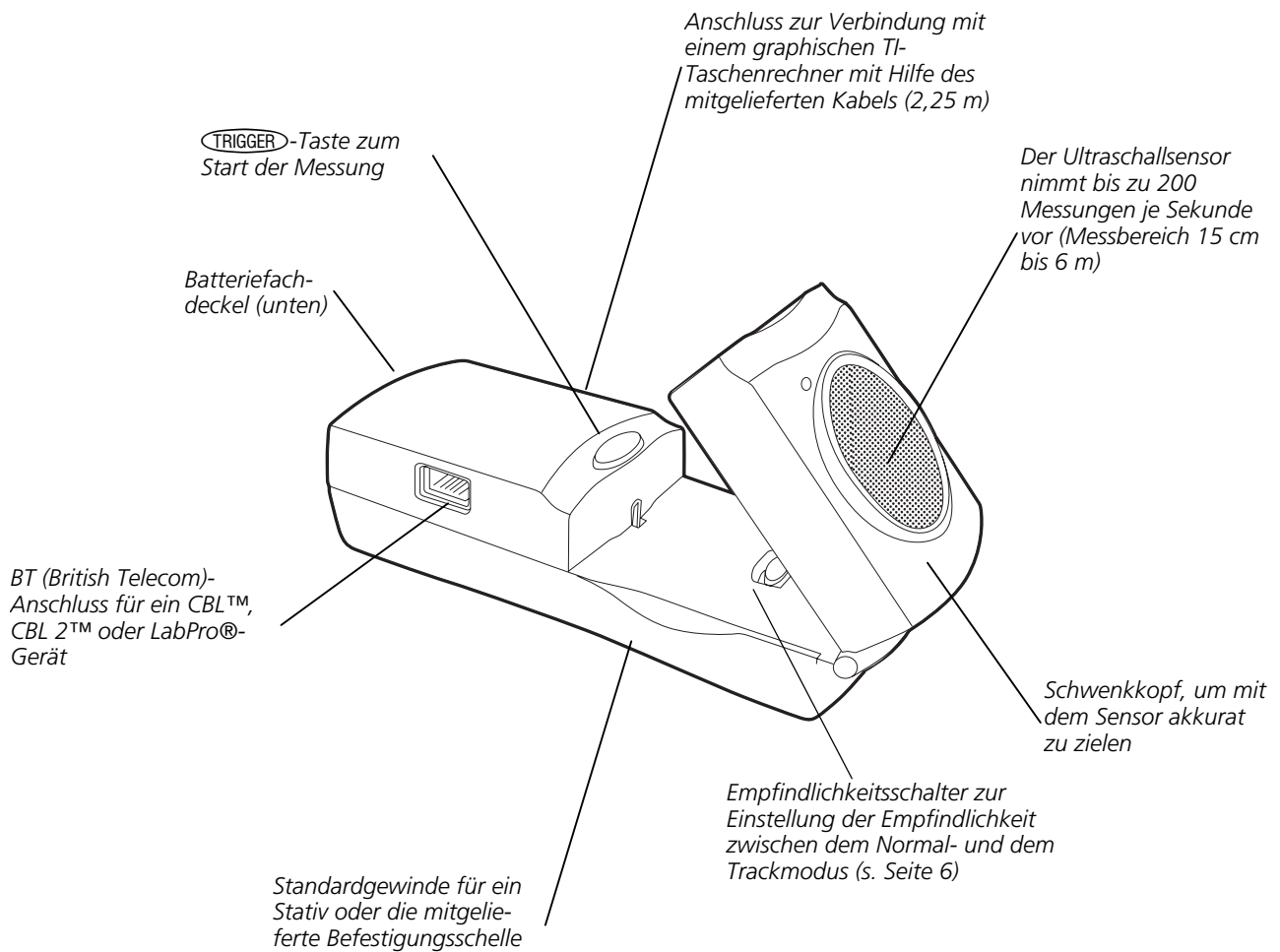
- Bewegung: Weg (Abstand), Geschwindigkeit, Beschleunigung
- Graphische Darstellung: Koordinatenachsen, Steigung, Schnittpunkte
- Funktionen: linear, quadratisch, exponentiell, sinusförmig
- Analysis: Ableitungen, Integrale
- Statistik und Datenanalyse: Messmethoden, statistische Analysen
- Physik: Bewegung, Verwendung auf Fahrbahnen zur Vorführung dynamischer Gesetzmäßigkeiten, Pendelanalyse, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung
- Naturwissenschaft: Bewegungsexperimente

Was enthält diese Einführung?

Einführung in die Bedienung des CBR 2™ wurde als Leitfaden für Lehrer mit geringer Erfahrung im Umgang mit Taschenrechnern entworfen. Er enthält Kurzanweisungen für die Verwendung des CBR 2™, Tipps für effektive Messungen sowie fünf Experimente zur Erforschung der Grundfunktionen und der Eigenschaften von Bewegungen. Die Experimente auf den Seiten 10–31 umfassen:

- Didaktische Hinweise zu jedem einzelnen Experiment sowie allgemeine didaktische Informationen für Lehrer.
- Schrittweise Anleitungen.
- Für alle Jahrgangsstufen geeignete grundlegende Datenerhebungen.
- Detailliertere Untersuchungen der erhobenen Daten einschließlich Was-wäre-wenn-Szenarios.
- Anregungen für fortgeschrittenere Experimente für die Oberstufe.
- Zur Vervielfältigung gedachte Arbeitsblätter mit offenen Fragestellungen für einen weiten Jahrgangsstufenbereich.

Was ist der CBR 2™? (Forts.)



Der CBR 2™ enthält bereits alles, um schnell und einfach im Klassenraum mit Experimenten beginnen zu können – Sie benötigen nur noch einen graphischen TI-Taschenrechner (sowie für einige Experimente einige leicht zu besorgende Gegenstände):

- Ultraschallsensor - Bewegungsdetektor
- 5 motivierende Klassenraumexperimente
- 4 AA-Batterien
- Standard-B-zu-Mini-A-USB-Kabel (Gerät zu CBR 2™)
- I/O-Geräteverbindungskabel

Es sind nur zwei oder drei Schritte zur ersten Messung mit dem CBR 2™ erforderlich!

1

Herunterladen

Auf Ihrem Graphiktaschenrechner sind möglicherweise bereits mehrere Softwareanwendungen, darunter die Anwendung EasyData, vorinstalliert. Drücken Sie **[APPS]**, um zu sehen, welche Anwendungen auf Ihrem Taschenrechner installiert sind. Wenn EasyData nicht installiert ist, können Sie die neueste Version dieser Anwendung unter education.ti.com finden. Laden Sie die Anwendung EasyData ggf. jetzt herunter.

2

Verbinden

Schließen Sie den CBR 2™ mit Hilfe des Standard-B-zu-Mini-A-USB-Kabels (Gerät zu CBR 2™) oder I/O-Geräteverbindungskabels an Ihren TI Graphiktaschenrechner an. Drücken Sie dabei beide Enden fest ein, um eine sichere Verbindung herzustellen.

Stellen Sie den Empfindlichkeitsschalter zur Geh-, Ballwurf- und Pendelanalyse auf den Normalmodus oder zur Verwendung mit Schienen und Wagen zur Vorführung dynamischer Gesetzmäßigkeiten auf den Trackmodus ein.

Hinweise zum Gerät-zu-CBR 2™-Kabel:

- Kann nur mit der Anwendung EasyData verwendet werden.
- Kann die Anwendung EasyData automatisch starten, wenn ein CBR 2™ an einen Taschenrechner der TI-84 Plus-Familie angeschlossen wird.
- Bietet eine schnellere und zuverlässigere Verbindung als das I/O-Geräteverbindungskabel.
- Kann nicht mit RANGER, DataMate oder ähnlichen Anwendungen verwendet werden.

3

Starten

Führen Sie die Anwendung EasyData auf dem an den CBR 2™ angeschlossenen Graphiktaschenrechner aus.

Fahren Sie mit Schritt 1 fort, wenn Sie einen Taschenrechner der TI-83 Plus-Familie verwenden. Wenn Sie einen mit einem Gerät-zu-CBR 2™-Kabel verbundenen TI-84 Plus verwenden, führen Sie die Schritte 1 bis 4 durch.

1. Schalten Sie den Taschenrechner ein, und rufen Sie den Hauptbildschirm auf.
2. Drücken Sie **[APPS]**, um die Liste der Anwendungen auf Ihrem Taschenrechner anzuzeigen.
3. Wählen Sie EasyData und drücken Sie **[ENTER]**.
Zunächst wird der Eröffnungsbildschirm 2-3 Sekunden lang angezeigt, dann der Hauptbildschirm.
4. Wählen Sie Start (drücken Sie **[ZOOM]**) im Hauptmenü, um mit der Datenerfassung zu beginnen.

Mit den Experimenten dieser Anleitung kommen Sie schnell zu Ergebnissen!

Wichtige Informationen

- Dieses Handbuch ist für alle mit dem CBR 2™ (siehe Seite 2) verwendbaren graphischen Taschenrechner konzipiert; möglicherweise stimmen daher die angegebenen Menünamen nicht exakt mit denen Ihres Taschenrechners überein.
- Achten Sie beim Vorbereiten eines Experiments darauf, dass der CBR 2™ sicher befestigt ist und dass niemand über das Verbindungskabel stolpern kann.
- Verlassen Sie die Anwendung EasyData immer mit der Option Quit. Die Anwendung EasyData nimmt bei Wahl der Option Quit einen ordnungsgemäßen Abschluss des CBR 2™ vor; dadurch wird sichergestellt, dass der CBR 2™ bei der nächsten Verwendung ordnungsgemäß initialisiert ist.
- Lösen Sie die Verbindung zwischen dem CBR 2™ und dem Taschenrechner, bevor Sie die Geräte verstauen.
- EasyData wird automatisch gestartet, wenn das Gerät-zu-CBR 2™-Kabel einen Graphiktaschenrechner vom Typ TI-84 Plus oder TI-84 Plus Silver Edition mit dem CBR 2™ verbindet.

So erhalten Sie bessere Messungen

Wie funktioniert der CBR 2™?

Das Verständnis der Funktionsweise eines Ultraschallsensors-Bewegungsdetektors kann Ihnen helfen, bessere Messungen zu erhalten. Der Sensor sendet einen Ultraschallimpuls aus und misst die Zeit, bis der Impuls nach Reflexion am nächstgelegenen Objekt wieder zurückkehrt.

Wie jeder andere Ultraschallsensor-Bewegungsdetektor misst auch der CBR 2™ den Zeitraum zwischen dem Absenden des Ultraschallimpulses und der Ankunft des ersten Echos; der CBR 2™ hat jedoch einen eingebauten Mikroprozessor, der noch viel mehr macht. Beim Sammeln der Daten berechnet der CBR 2™ anhand der Schallgeschwindigkeit die Entfernung des Objekts vom CBR 2™. Anschließend berechnet er die erste und zweite Ableitung der Entfernungsdaten nach der Zeit und erhält so Geschwindigkeits- und Beschleunigungsinformationen. Diese Messwerte speichert er in den Listen.

Größe des Objekts

Die Verwendung eines kleinen Objekts in großer Entfernung vom CBR 2™ reduziert die Wahrscheinlichkeit einer exakten Messung. Auch Sie können aus fünf Metern Entfernung eher einen Fußball als einen Golfball entdecken.

Minimalabstand

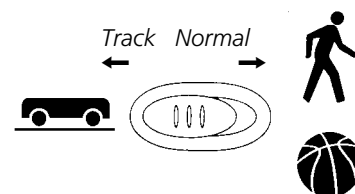
Wenn der CBR 2™ einen Impuls aussendet, so trifft dieser auf ein Objekt, wird reflektiert und wieder vom CBR 2™ empfangen. Ist das Objekt weniger als 15 Zentimeter entfernt, so können aufeinander folgende Impulse sich überlagern und vom CBR 2™ falsch identifiziert werden. Da die Messung in diesem Fall falsch wäre, sollten Sie einen Mindestabstand von 15 Zentimetern zwischen dem CBR 2™ und dem Objekt einhalten.

Maximalabstand

Beim Fortpflanzen durch die Luft verliert der Impuls an Energie. Nach etwa zwölf Metern (sechs Meter vom CBR 2™ bis zum Objekt und sechs Meter Rückweg) ist das zurückkehrende Echo möglicherweise zu schwach, um vom CBR 2™ zuverlässig entdeckt zu werden. Dies beschränkt die typische zuverlässige Reichweite des CBR 2™ auf maximal sechs Meter.

Empfindlichkeitsschalter

Der Empfindlichkeitsschalter hat zwei Modi – Track und Normal. Der Trackmodus ist für Fahrbahnexperimente vorgesehen, der Normalmodus für alle anderen Experimente, z. B. Gehen, Ballwurf, springender Ball, Pendel usw.

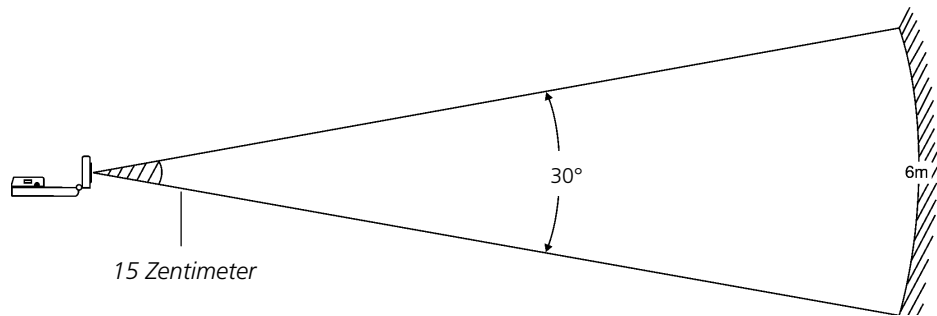


Wenn Ihre Daten viele Fremdgeräusche enthalten, befindet sich der Empfindlichkeitsschalter wahrscheinlich im Normalmodus. In der Trackposition ist die Empfindlichkeit des Sensors reduziert und können störungsfreie Daten erzeugt werden.

Der freie Bereich

Der Weg des CBR 2™-Strahls gleicht nicht dem eines schmalen, gebündelten Strahls, sondern geht in alle Richtungen bis zu 15° von der Mitte in einem 30° -Kegel.

Um Interferenzen mit anderen Objekten in der Nähe zu vermeiden, sollte dieser Kegel möglichst ein *freier Bereich* ohne weitere Objekte sein. Dadurch wird gewährleistet, dass nur die Bewegungen des Zielobjekts vom CBR 2™ aufgezeichnet werden. Der CBR 2™ zeichnet die Daten des nächstgelegenen Objekts im freien Bereich auf.



Reflektierende Oberflächen

Manche Oberflächen reflektieren Ultraschallimpulse besser als andere. Beispielsweise werden Sie mit einem vergleichsweise harten, glatten Ball bessere Ergebnisse erhalten als mit einem Tennisball. Im Gegenzug erhalten Sie bei Messungen in Räumen mit harten, gut reflektierenden Oberflächen wesentlich eher Ausreißer aufgrund von Streumessungen. Messungen an unregelmäßigen Oberflächen (z. B. Spielzeugautos oder umhergehende Personen) erscheinen möglicherweise gestört.

Wenn Sie den Abstand eines unbeweglichen Objekts über der Zeit auftragen, ergeben sich möglicherweise leichte Schwankungen in den berechneten Abstandswerten. Entspricht einer dieser Werte einem anderen Pixel als die anderen Werte, so zeigt die erwartete gerade Linie möglicherweise Ausreißer. Die Darstellung der Geschwindigkeit über der Zeit sieht dann vermutlich noch wesentlich unruhiger aus, da die Änderung des Abstands zwischen zwei Messpunkten definitionsgemäß eine Geschwindigkeit impliziert.

EasyData -Einstellungen

Stellen Sie die Datensammlung für Zeitgraphen ein

Die Experimentlänge ist die Gesamtzeit in Sekunden, die bis zum Abschluss der Erfassung benötigt wird. Sie wird bestimmt durch die Anzahl der Experimente multipliziert mit dem Abtastintervall.

Geben Sie eine Zahl zwischen 0,05 (für sich sehr schnell bewegende Objekte) und 0,5 Sekunden (für sich sehr langsam bewegende Objekte) ein.

Hinweis: Ausführliche Informationen darüber, wie Einstellungen geändert werden können, finden Sie unter "So richten Sie den Taschenrechner zur Datenerfassung ein" auf Seite 12.

Menüname	Beschreibung	Standardeinstellung
Sample Interval	Misst die Zeit zwischen Abtastwerten in Sekunden.	0.05
Number of Samples	Gesamtzahl der zu sammelnden Abtastwerte.	100
Experiment Length	Länge des Experiments in Sekunden.	5

Starten und Stoppen

Um die Abtastung zu starten, wählen Sie Start (drücken Sie **ZOOM**). Die Abtastung stoppt automatisch, wenn die im Menü Time Graph Settings eingestellte Anzahl an Abtastwerten erreicht ist. Der CBR 2™ zeigt dann einen Graphen der erfassten Daten an.

Um die Abtastung anzuhalten, bevor sie automatisch anhält, wählen Sie zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Abtastvorgangs Stop (halten Sie **ZOOM** gedrückt). Wenn die Abtastung stoppt, wird ein Graph der erfassten Daten angezeigt.

Rauschen - Was ist das, und wie kann es vermieden werden?

Wenn der CBR 2™ Signale empfängt, die von einem anderen Objekt als dem Zielobjekt reflektiert wurden, so zeigt die graphische Darstellung falsche Datenpunkte (Rauschspitzen), die nicht dem allgemeinen Muster des Diagramms entsprechen. Beachten Sie die folgenden Punkte, um das Rauschen zu minimieren:

- Achten Sie darauf, dass der CBR 2™ direkt auf das Ziel gerichtet ist. Versuchen Sie, den Sensorkopf anzupassen, während Sie Live-Daten auf dem Hauptbildschirm anzeigen. Vergewissern Sie sich, dass der Messwert richtig ist, bevor Sie ein Experiment starten.
- Versuchen Sie nach Möglichkeit, die Messung in einem möglichst freien Umfeld vorzunehmen (siehe die Skizze des *freien Bereichs* auf Seite 7).
- Wählen Sie ein größeres, stärker reflektierendes Objekt, oder bewegen Sie das Objekt näher zum CBR 2™ (aber keinesfalls näher als 15 Zentimeter).
- Werden in einem Raum mehrere CBR 2™ verwendet, so sollte eine Gruppe ihre Messung beenden, bevor die nächste Gruppe mit ihrer Messung beginnt.
- Stellen Sie den Empfindlichkeitsschalter auf die Trackposition, um die Empfindlichkeit des Sensors zu verringern.

Schallgeschwindigkeit

Der Abstand zum Objekt wird anhand einer nominalen Schallgeschwindigkeit berechnet. Die tatsächliche Schallgeschwindigkeit hängt jedoch von verschiedenen Faktoren, insbesondere der Lufttemperatur ab.

Der CBR 2™ verfügt über einen integrierten Temperatursensor, um durch die Temperatur der Umgebungsluft bedingte Änderungen der Schallgeschwindigkeit auszugleichen. Die Temperaturumwandlung von 0-40 °C bei Normaldruck ist mit ca. +0,6 m/s pro Grad Celsius ziemlich linear. Die Schallgeschwindigkeit nimmt von ca. 331 m/s bei 0 °C auf ca. 355 m/s bei 40 °C zu. Diese Geschwindigkeiten setzen eine relative Luftfeuchtigkeit von 35% (trockene Luft) voraus.

Beim Einsatz der Anwendung EasyData mit dem CBR 2™ findet dieser Temperatureausgleich beim Sammeln von Bewegungsdaten statt. Der Sensor befindet sich unter den Löchern auf der Rückseite des CBR 2™; aus diesem Grunde sollten Sie diese Löcher bei der Datenerfassung nicht mit etwas abdecken, dessen Temperatur von der Umgebungstemperatur abweicht.

Bedienung des CBR 2™ ohne die Anwendung EasyData

Sie können den CBR 2™ mit dem CBL 2™ und mit anderen Programmen als EasyData als Ultraschallsensor verwenden.

Mit dem I/O-Geräteverbindungskabel kann der CBR 2™ mit Graphiktaschenrechnern verwendet werden, auf denen zwar die Anwendung EasyData nicht installiert ist, dafür aber die CBL/CBR-Anwendung oder das RANGER-Programm. Der CBR 2™ bietet die gleichen Funktionen wie der CBR™, wenn Beispieldaten mit der CBL/CBR-Anwendung und/oder dem RANGER-Programm gesammelt werden.

Die CBL/CBR-Anwendung kann mit den meisten älteren TI-83 Plus Taschenrechnern verwendet werden. Die CBL/CBR-Anwendung kann unter education.ti.com heruntergeladen werden. Sie ermöglicht es, mit dem I/O-Geräteverbindungskabel auf dem CBR 2™ Bewegungsdaten zu sammeln.

Mit Hilfe des RANGER-Programms, das Bestandteil der CBL/CBR-Anwendung ist und für andere Taschenrechner erhältlich ist, können mit dem I/O-Geräteverbindungskabel Bewegungsdaten gesammelt werden. Viele TI Explorations-Arbeitsbücher verwenden das RANGER-Programm.

Sie können den CBR 2™ auch mit dem Datenerfassungsgerät CBL 2™ als Bewegungssensor verwenden. Verwenden Sie die Anwendung DataMate, die mit dem CBL 2™ zusammen erhältlich ist, um den CBR 2™ über den CBL 2™ zu bedienen. Für dieses System wird ein spezielles CBL-zu-CBR-Kabel benötigt. Weitere Informationen über dieses Kabel finden Sie im TI Webstore unter education.ti.com.

Experiment 1 – Bewegung aufzeichnen

Didaktische Hinweise

Konzepte

Untersuchte Funktion: linear

Für dieses Experiment ist die Anwendung EasyData erforderlich.

Materialien

- ✓ Taschenrechner (siehe Seite 2 für verfügbare Modelle)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Gerät-zu-CBR 2™- oder I/O-Geräteverbindungskabel
- ✓ die Anwendung EasyData
- ✓ Kreppband
- ✓ Messstab

Tipps

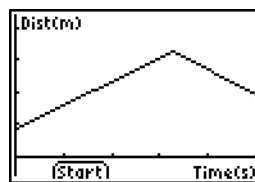
Dieses Experiment ist möglicherweise das erste Mal, dass Ihre Schüler den CBR 2™-Bewegungssensor verwenden. Eine kleine Einführung in seine Bedienung spart später Zeit, da der CBR 2™ in vielen Experimenten verwendet werden wird. Die folgenden Tipps dienen der effektiven Verwendung des CBR 2™:

- Für die Verwendung des CBR 2™ ist es wichtig zu verstehen, dass der Ultraschall in einem etwa 30° breiten Kegel ausgesendet wird. Alles innerhalb des Ultraschallkegels kann zu einer Reflexion und möglicherweise zu einer versehentlichen Messung führen. Ein häufiges Problem bei der Verwendung von Ultraschallsensoren sind unbeabsichtigte Reflexionen von einem Tisch oder Stuhl im Raum.
- Unbeabsichtigte Reflexionen können meist minimiert werden, wenn der CBR 2™ leicht geneigt wird.
- Wenn Sie mit einem Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsgraphen beginnen und eine verwirrende Anzeige erhalten, schalten Sie zu einem Entfernungsgraphen zurück, um zu sehen, ob dieser Sinn ergibt. Wenn nicht, ist der CBR 2™ möglicherweise nicht richtig auf das Ziel ausgerichtet.
- Der CBR 2™ erkennt Objekte, die sich näher als 15 cm zum Gerät befinden, nicht richtig. Der Höchstabstand ist zwar 6 m, doch Streuobjekte im breiten Erkennungskegel können bei dieser Entfernung problematisch sein.

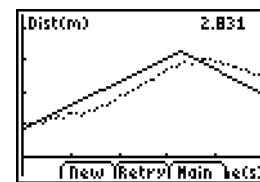
- Manchmal reflektiert ein Ziel den Ultraschall nicht stark genug. Wenn das Ziel beispielsweise eine Person ist, die einen weiten Pullover trägt, ist der resultierende Graph möglicherweise nicht gleichmäßig.
- Wenn die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsgraphen verrauscht sind, versuchen Sie, die Stärke der Ultraschallreflexion vom Ziel zu erhöhen, indem Sie die Zielfläche vergrößern.

So können Ihre Schüler ein großes Buch vor sich halten, wenn sie vor dem CBR 2™ gehen. Dadurch entstehen bessere Graphen, weil die Bewegung ausgeglichen wird.

Typische Diagramme



Weg-Zeit-Diagramm



Anpassung an das Weg-Zeit-Diagramm

Typische Antworten

9. Die Steigung des Graphenabschnitts, der der Bewegung entspricht, ist beim schnelleren Versuch größer.

Die Ergebnisse sind wahrscheinlich von Gruppe zu Gruppe unterschiedlich, da sie unterschiedlich schnell gehen.

Das Gehen in Richtung des Bewegungsdetektors erzeugt eine negative Steigung. Das Entfernen vom Ultraschallsensor erzeugt dagegen eine positive Steigung.
12. Beachten Sie, dass die Steigung nahe Null ist, wenn Sie still stehen. Die Steigung sollte Null sein, rechnen Sie jedoch mit einer kleinen Abweichung aufgrund der Schwankung in den gesammelten Daten.

Mit dem CBR 2™ erstellte Graphen können für Bewegungsstudien verwendet werden. In diesem Experiment verwenden Sie einen CBR 2™, um Graphen Ihrer eigenen Bewegung zu erstellen.

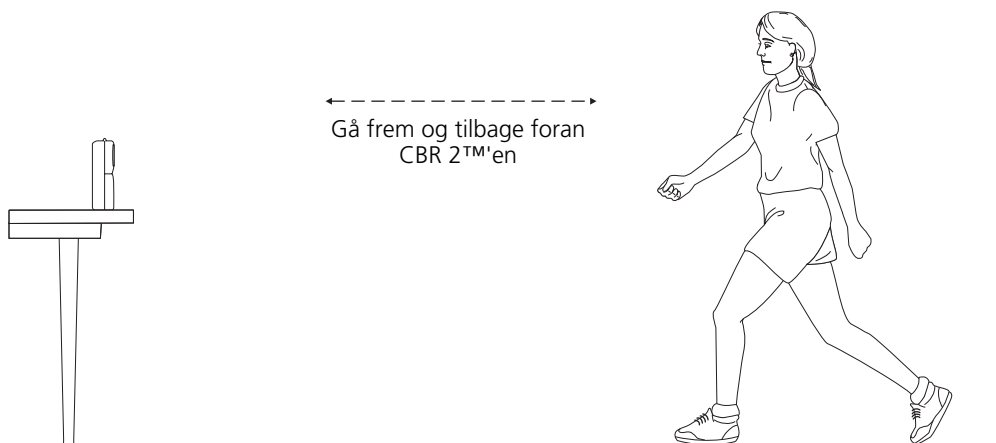
Ziele

In diesem Experiment werden Sie:

- einen Ultraschallsensor verwenden, um Entfernung und Geschwindigkeit zu messen
- Graphen Ihrer Bewegung erstellen
- die von Ihnen erzeugten Graphen analysieren

Datenerfassung: Weg-Zeit-Graphen

- 1 Stellen Sie den CBR 2™ auf einen Tisch, vor dem sich keine Möbel oder andere Gegenstände befinden. Der CBR 2™ sollte sich in einer Höhe von ca. 15 cm oberhalb der Taille befinden.



- 2 Kennzeichnen Sie auf dem Fußboden die 1-m-, 2-m-, 3-m- und 4-m-Abstände vom CBR 2™ mit Kreppband.
- 3 Schließen Sie den CBR 2™ mit einem geeigneten Kabel (siehe unten) an den Taschenrechner an und drücken Sie die Kabelenden fest ein.
 - Verwenden Sie für den TI-83 Plus ein I/O-Geräteverbindungskabel.
 - Für den TI-84 Plus verwenden Sie ein Standard-B-zu-Mini-A-USB-Kabel (Gerät zu CBR 2™).
- 4 Drücken Sie auf dem Taschenrechner **[APPS]**, und wählen Sie EasyData, um die Anwendung EasyData zu starten.

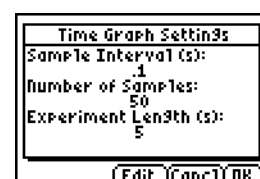
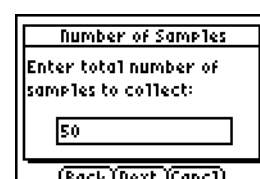
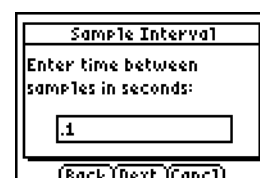
Hinweis: EasyData wird automatisch gestartet, wenn der CBR 2™ mit einem Gerät-zu-CBR 2™-Kabel an einen TI-84 Plus angeschlossen ist.

5 So richten Sie den Taschenrechner zur Datenerfassung ein:

- Wählen Sie Setup (drücken Sie **WINDOW**), um das Menü Setup zu öffnen.
- Drücken Sie 2, um 2: Time Graph auszuwählen und den Bildschirm Time Graph Settings zu öffnen.
- Wählen Sie Edit (drücken Sie **ZOOM**), um das Dialogfenster Sample Interval zu öffnen.
- Geben Sie 0.1 ein, um die Zeit zwischen den Abtastwerten auf 1/10 Sekunde einzustellen.
- Wählen Sie Next (drücken Sie **ZOOM**), um zum Dialogfenster Number of Samples vorzugehen.
- Geben Sie 50 ein, um die Anzahl der zu erfassenden Abtastwerte einzustellen.

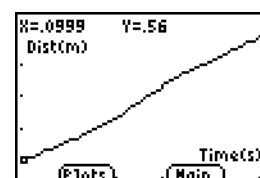
Das Experiment dauert 5 Sekunden (Anzahl der Abtastwerte geteilt durch die Anzahl der Abtastwerte pro Sekunde).

- Wählen Sie Next (drücken Sie **ZOOM**), um die Zusammenfassung der neuen Einstellungen anzuzeigen.
- Wählen Sie OK (drücken Sie **GRAPH**), um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.



6 Üben Sie die Erstellung von Weg-Zeit-Graphen.

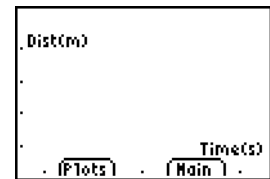
- Stellen Sie sich an die 1,0-m-Markierung, mit dem Gesicht dem CBR 2™ abgewandt.
- Geben Sie Ihrem Partner zu verstehen, dass er Start auswählen soll (**WINDOW** drücken).
- Gehen Sie langsam zur 2,5-m-Markierung und bleiben Sie stehen.
- Wenn die Datenerfassung abgeschlossen ist, wird ein Diagramm angezeigt.



e. Skizzieren Sie Ihren Graphen im leeren Diagramm.

f. Wählen Sie zwei Punkte auf dem Graphen aus, und bestimmen Sie die Steigung aus den x- und y-Koordinaten.

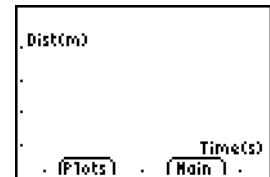
Punkt 1: _____ Punkt 2: _____ Steigung: _____



g. Wählen Sie Main (drücken Sie **TRACE**), um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

- 7 Wiederholen Sie Schritt 6; stellen Sie sich dieses Mal auf die 2,5-m-Markierung und gehen Sie zur 1,0-m-Markierung. Gehen Sie einmal langsam und dann schneller.

Punkt 1: _____ Punkt 2: _____ Steigung: _____



- 8 Skizzieren Sie Ihre neuen Diagramme auf dem leeren Graphen.

- 9 Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen den Graphen (Schritt 6e und Schritt 8).

- 10 Wiederholen Sie Schritt 6, während Sie wieder auf der 2,5-m-Markierung stehen.

- 11 Skizzieren Sie Ihr neues Diagramm auf dem leeren Graphen.

- 12 Berechnen Sie die ungefähre Steigung für alle Ihre Graphen.



Konzepte

Untersuchte Funktion: linear.

Match führt in die Konzepte von Weg und Zeit - oder genauer in das Konzept von Weg *gegen* Zeit ein.

Bei den Untersuchungen sollen die Schüler ihre Gehgeschwindigkeit von Meter pro Sekunde in Kilometer pro Stunde umrechnen.

Nachdem die Schüler die Abstands-Zeit-Aufgabe bewältigt haben, können Sie Ihnen die Geschwindigkeits-Zeit-Aufgabe stellen.

Materialien

- ✓ Taschenrechner (siehe Seite 2 für verfügbare Modelle)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Gerät-zu-CBR 2™- oder I/O-Geräteverbindungskabel
- ✓ die Anwendung EasyData

Mit Hilfe eines TI ViewScreen™ können die anderen Schüler zuschauen - und das Experiment wird sehr viel amüsanter.

Tipps

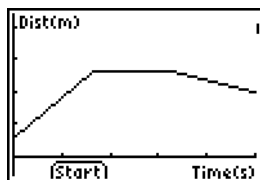
Schüler lieben dieses Experiment. Planen Sie ausreichend Zeit ein, denn jeder wird es durchführen wollen!

Das Experiment funktioniert am besten, wenn der es durchführende Schüler (und die gesamte Klasse) die mit Hilfe des TI ViewScreen™ an die Wand projizierte Bewegung des Schülers verfolgen kann.

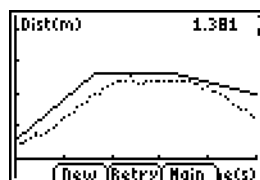
Weisen Sie die Schüler darauf hin, sich auf einer Linie mit dem CBR 2™ zu bewegen. Manchmal neigen Schüler dazu, sich seitwärts zu bewegen oder sogar hochzuspringen!

Auf den Seiten 6–9 finden Sie Tipps für effektive Messungen.

Typische Diagramme



Weg-Zeit-Diagramm



Anpassung an das Weg-Zeit-Diagramm

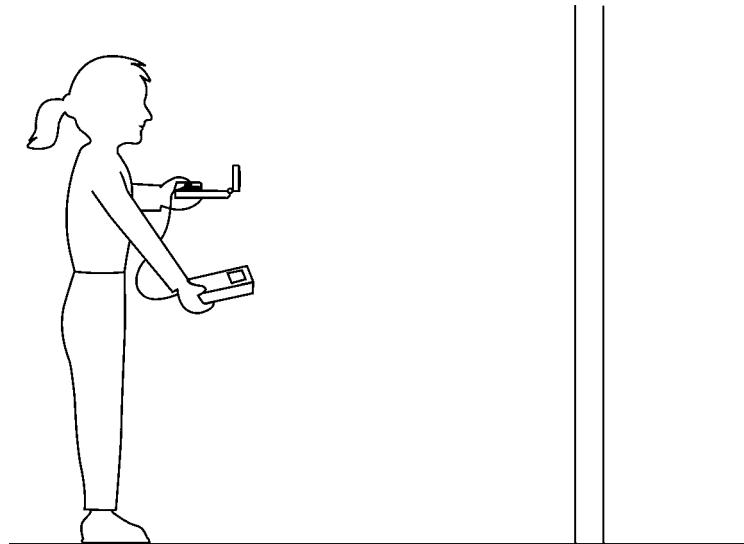
Typische Antworten

1. Zeit (vom Beginn der Messsequenz); Sekunden; 1 Sekunde; Abstand (vom CBR 2™ zum Objekt); Meter; 1 Meter
2. Der Anfangsabstand wird durch den Y-Achsenabschnitt definiert
3. Variiert je nach Schüler
4. Zurück (vergrößert den Abstand zwischen dem CBR 2™ und dem Objekt)
5. Vorwärts (vermindert den Abstand zwischen dem CBR 2™ und dem Objekt)
6. Stehen bleiben. Eine Steigung von 0 bedarf keiner Änderung des y-Wertes (Abstand)
7. Variiert je nach Graph; $\Delta y/3,3$
8. Variiert je nach Graph; $\Delta y/1$
9. Beim Segment mit der größten Steigung (positiv oder negativ)
10. Das ist eine Fangfrage – beim konstanten Segment, da hier überhaupt keine Bewegung stattfindet!
11. Gehgeschwindigkeit; Zeitpunkt des Richtungs- und Geschwindigkeitswechsels
12. Geschwindigkeit
13. Variiert je nach Graph (Beispiel: 1,5 Meter in 3 Sekunden)
14. Variiert je nach Graph (Beispiel: 0,5 Meter je Sekunde)
Beispiel: $(0,5 \text{ Meter}/1 \text{ Sekunde}) \times (60 \text{ Sekunden}/1 \text{ Minute}) = 30 \text{ Meter}/\text{Minute}$
Beispiel: $(30 \text{ Meter}/1 \text{ Minute}) \times (60 \text{ Minuten}/1 \text{ Stunde}) = 1800 \text{ Meter}/\text{Stunde}$
Beispiel: $(1800 \text{ Meter}/1 \text{ Stunde}) \times (1 \text{ Kilometer}/1000 \text{ Meter}) = 1,8 \text{ Kilometer}/\text{Stunde}$
Lassen Sie die Schüler die letzte Zahl mit der Geschwindigkeit eines Autos (z. B. 100 Kilometer/Stunde) vergleichen.
15. Variiert je nach Graph; Summe der Δy der einzelnen Liniensegmente.

Datenerfassung

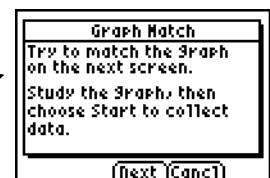
- 1 Halten Sie den CBR 2™ in einer Hand und den Taschenrechner in der anderen. Richten Sie den Sensor direkt gegen eine Wand.

Tipps: Für jeden Graphen beträgt der maximale Abstand vom CBR 2™ sechs Meter, der minimale Abstand 15 Zentimeter. Achten Sie darauf, dass sich im *freien Bereich* (siehe Seite 7) keine Objekte befinden.



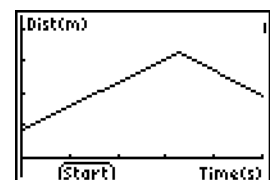
- 2 Führen Sie die Anwendung EasyData aus.
- 3 Wählen Sie im Menü Setup die Option 3:Distance Match.
Distance Match kümmert sich automatisch um die Einstellungen.
- 4 Wählen Sie Start (drücken Sie **ZOOM**) und folgen Sie den Bildschirmanweisungen.

Versuchen Sie, den Graphen auf dem nächsten Bildschirm zu treffen.



- 5 Wählen Sie Next (drücken Sie **ZOOM**), um den zu treffenden Graphen anzuzeigen. Nehmen Sie sich einen Moment Zeit, um den Graphen zu studieren. **Beantworten Sie die Fragen 1 und 2 des Arbeitsblattes**

Hinweis: Der zu treffende Graph ist jedes Mal anders, wenn Schritt 4 und 5 ausgeführt werden.



- ⑥ Stellen Sie sich an die Stelle, von der Sie annehmen, dass der Graph dort beginnt. Wählen Sie Start (drücken Sie **WINDOW**), um die Datenerfassung zu beginnen. Sie können ein Klickgeräusch hören und das grüne Licht sehen, wenn Daten gesammelt werden.
- ⑦ Gehen Sie vor und zurück, und versuchen Sie, den Graphen zur Übereinstimmung zu bringen. Ihre Position wird auf dem Bildschirm aufgezeichnet.
- ⑧ Untersuchen Sie nach Ende der Messsequenz, wie gut Sie den Graphen getroffen haben, und **beantworten Sie dann Frage 3**.
- ⑨ Wählen Sie Retry (drücken Sie **ZOOM**), um den zu treffenden Graphen erneut anzuzeigen. Versuchen Sie, Ihre Gehtechnik zu verbessern, und **beantworten Sie dann die Fragen 4, 5 und 6**.

Untersuchungen

Im Programm Distance Match bestehen alle Graphen aus drei geradlinigen Abschnitten.

- ① Wählen Sie New (drücken Sie **WINDOW**), um einen neuen zu treffenden Graphen anzuzeigen. Untersuchen Sie das erste Abschnitt, und **beantworten Sie die Fragen 7 und 8**.
- ② Untersuchen Sie den gesamten Graphen, und **beantworten Sie die Fragen 9 und 10**.
- ③ Stellen Sie sich an die Stelle, von der sie annehmen, dass der Graph dort beginnt. Drücken Sie Start, um die Messsequenz zu starten, und versuchen Sie, den Graphen zur Übereinstimmung zu bringen.
- ④ Nach dem Ende der Messsequenz **beantworten Sie die Fragen 11 und 12**.
- ⑤ Wählen Sie New (drücken Sie **WINDOW**), um einen weiteren zu treffenden Graphen anzuzeigen.
- ⑥ Untersuchen Sie den Graphen, und **beantworten Sie die Fragen 13, 14 und 15**.
- ⑦ Wählen Sie New (drücken Sie **WINDOW**), und wiederholen Sie ggf. das Experiment, oder wählen Sie Main (drücken Sie **TRACE**), um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.
- ⑧ Wählen Sie Quit (drücken Sie **GRAPH**) und OK (drücken Sie **GRAPH**), um die Anwendung EasyData zu beenden.

Experiment 2 – Graph treffen

Name _____

Datenerhebung

1. Welche physikalische Größe wird auf der X-Achse aufgetragen? _____
Welche Einheit wird verwendet? _____ Wie ist der Abstand der Skalenmarkierungen? _____
Welche physikalische Größe wird auf der Y-Achse aufgetragen? _____
Welche Einheit wird verwendet? _____ Wie ist der Abstand der Skalenmarkierungen? _____
2. Wie weit entfernt vom CBR 2™ sollten Sie Ihrer Meinung nach zu Beginn stehen? _____
3. Standen Sie zu Beginn zu nah, zu weit oder genau richtig? _____
4. Sollten Sie bei einem steigenden Abschnitt des Graphen vor oder zurück gehen? _____
Warum? _____
5. Sollten Sie bei einem fallenden Abschnitt des Graphen vor oder zurück gehen? _____
Warum? _____
6. Wie sollten Sie sich bei einem konstanten Abschnitt des Graphen verhalten? _____
Warum? _____

Untersuchungen

7. Wie lang sollte ein Schritt sein, wenn Sie jede Sekunde einen Schritt machen? _____
8. Wieviele Schritte müssen Sie machen, wenn Sie stattdessen Schritte von einem Meter (oder 25 cm) machen? _____
9. Bei welchem Abschnitt des Graphen müssen Sie sich am schnellsten bewegen? _____
Warum? _____
10. Bei welchem Abschnitt des Graphen müssen Sie sich am langsamsten bewegen? _____
Warum? _____
11. Welche weiteren Faktoren (neben der Entscheidung für eine Bewegung vorwärts oder rückwärts) fließen bei einer exakten Übereinstimmung mit dem Graphen ein? _____

12. Welche physikalische Größe repräsentiert die Steigung (bzw. der Abfall) eines Graphenstücks? _____

13. Wie viele Meter müssen Sie in wie vielen Sekunden für den ersten Graphenabschnitt gehen? _____
14. Wandeln Sie den Wert aus Frage 13 (die Geschwindigkeit) in Meter/Sekunde um: _____
Wandeln Sie den Wert in Meter/Minute um: _____
Wandeln Sie den Wert in Meter/Stunde um: _____
Wandeln Sie den Wert in Kilometer/Stunde um: _____
15. Welchen Weg haben Sie tatsächlich zurückgelegt? _____

Konzepte

Untersuchte Funktion: quadratisch

Anhand der Bewegung beim Herunterrutschen von einer Spielplatzrutsche wird das Konzept der sich aufgrund der Reibung ändernden Geschwindigkeit veranschaulicht.

Materialien

- ✓ Taschenrechner (siehe Seite 2 für verfügbare Modelle)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Gerät-zu-CBR 2™- oder I/O-Geräteverbindungskabel
- ✓ die Anwendung EasyData
- ✓ Rutsche

Tipps

Für dieses Experiment ist ein Spielplatz mit mehreren Rutschen am besten geeignet. Die Rutschen sollten gerade sein. Rutschen einer anderen Form könnten in einer weitergehenden Untersuchung verwendet werden. Erinnern Sie Ihre Schüler aus Sicherheitsgründen daran, dass sie nicht versuchen sollten, andere Schüler auf den Stufen der Rutsche zu überholen.

Sie sollten Taschenrechner und Ultraschallsensoren in einem oder mehreren Kartons zum Spielplatz tragen und die Geräte dort an Ihre Schüler verteilen. Erinnern Sie Ihre Schüler daran, dass der Ultraschallsensor Objekte, die sich näher als 15 cm zum Gerät befinden, nicht richtig erkennt.

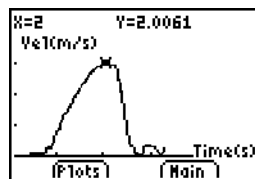
Je nach der Art der verfügbaren Rutschen können Sie die Art und Weise ändern, wie Ihre Schüler sich zur Datenerhebung positionieren. Einige Rutschen haben lange Plattformen, auf denen der Schüler mit dem Bewegungsdetektor und der Schüler mit dem Taschenrechner und der Schnittstelle Platz finden können.

Die Schüler können Wachspapier, glatte Kleidung, Sand und andere Materialien verwenden, um ihre Geschwindigkeit zu erhöhen. Damit Ihre Schüler auch wirklich vorbereitet sind, sollten Sie ihnen rechtzeitig vor Teil II Bescheid geben.

Beispielerggebnisse

	Geschwindigkeit (m/s)			
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Durchschnitt
Teil 1	1,97	2,02	2,00	2,00
Teil 2	2,80	3,07	2,82	2,90

Typische Diagramme



Schnelle Rutsche

Typische Antworten

1. Sehen Sie sich die Beispielergebnisse an.
2. In den Beispielergebnissen war die Geschwindigkeit von Teil 2 0,90 m/s höher als die von Teil 1. Wachspapier wurde verwendet, um die Reibung zu verringern und die Geschwindigkeit zu erhöhen.
3. Die Antworten werden unterschiedlich ausfallen. Die Geschwindigkeiten unterscheiden sich aufgrund der Unterschiede bei Kontaktflächen, Gewicht, Körperform und der Verwendung von reibungsarmen Materialien.
4. Die Antworten werden unterschiedlich ausfallen.
5. Eine höhere Rutsche sollte zu einer höheren Geschwindigkeit führen.
6. Der Stein, der von der Rutsche oben fallen gelassen wird, sollte zuerst auf den Boden auftreffen, weil die Reibung, die schiefe Ebene der Rutsche und seine Rotation den Stein zu einer geringeren Beschleunigung führen.
7. Der ebene Abschnitt im unteren Bereich einer Rutsche verlangsamt die Rutschenden und beugt Verletzungen vor.

Weitergehende Untersuchungen

Entwerfen und führen Sie einen Plan aus, um die Geschwindigkeit auf einem anderen Gerät des Spielplatzes zu messen.

Führen Sie einen Wettkampf durch, um zu sehen, welcher Schüler der Klasse oder einer bestimmten Gruppe beim Rutschen die höchste Geschwindigkeit erzielen kann.

Spielplätze und Rutschen sind Ihnen seit der frühesten Kindheit vertraut. Die Schwerkraft zieht Sie die Rutsche hinunter. Reibung verlangsamt Sie. Im ersten Teil dieses Experiments verwenden Sie einen CBR 2™, um Ihre Geschwindigkeit beim Herunterrutschen von einer Spielplatzrutsche zu bestimmen. Im zweiten Teil experimentieren Sie, wie Sie Ihre Geschwindigkeit beim Herunterrutschen erhöhen können.

Ziele

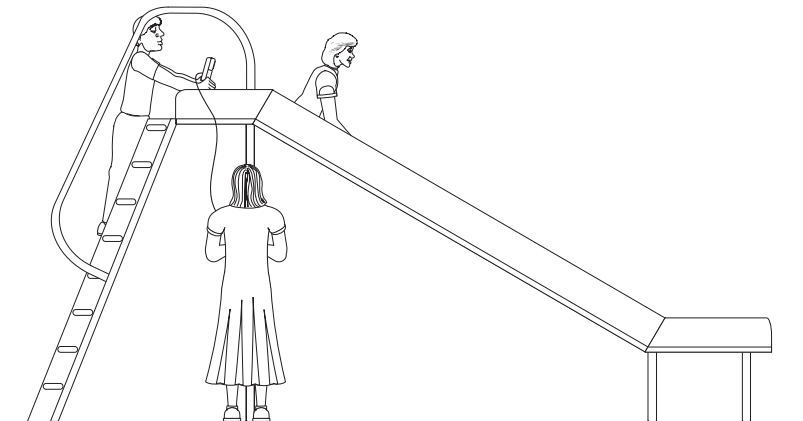
In diesem Experiment werden Sie:

- einen CBR 2™ verwenden, um Ihre Geschwindigkeit beim Herunterrutschen zu bestimmen
- ausprobieren, wie Sie Ihre Geschwindigkeit beim Herunterrutschen erhöhen können
- Ihre Ergebnisse erklären

Datenerfassung, Teil 1, Rutschgeschwindigkeit

- ❶ Schließen Sie den CBR 2™ mit einem geeigneten Kabel (siehe unten) an den Taschenrechner an, und drücken Sie die Kabelenden fest ein.
 - Verwenden Sie für den TI-83 Plus ein I/O-Geräteverbindungskabel.
 - Für den TI-84 Plus verwenden Sie ein Standard-B-zu-Mini-A-USB-Kabel (Gerät zu CBR 2™).
- ❷ Drücken Sie auf dem Taschenrechner **[APPS]**, und wählen Sie EasyData, um die Anwendung EasyData zu starten.

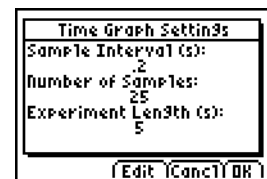
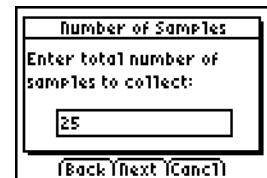
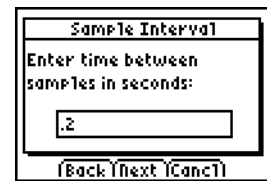
Hinweis: EasyData wird automatisch gestartet, wenn der CBR 2™ mit einem Gerät-zu-CBR 2™-Kabel an einen TI-84 Plus angeschlossen ist.



- ❸ So richten Sie den Taschenrechner zur Datenerfassung ein:
 - a. Wählen Sie Setup (drücken Sie **[WINDOW]**), um das Menü Setup zu öffnen.
 - b. Drücken Sie 2, um 2: Time Graph auszuwählen und den Bildschirm Time Graph Settings zu öffnen.



- c. Wählen Sie Edit (drücken Sie **ZOOM**), um das Dialogfenster Sample Interval zu öffnen.
- d. Geben Sie 0.2 ein, um die Zeit zwischen den Abtastwerten in Sekunden einzustellen.
- e. Wählen Sie Next (drücken Sie **ZOOM**), um zum Dialogfenster Number of Samples vorzugehen.
- f. Geben Sie 25 ein, um die Anzahl der Abtastwerte einzustellen. Die Datenerfassung dauert 5 Sekunden.
- g. Wählen Sie Next (drücken Sie **ZOOM**), um die Zusammenfassung der neuen Einstellungen anzuzeigen.
- h. Wählen Sie OK (drücken Sie **GRAPH**), um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

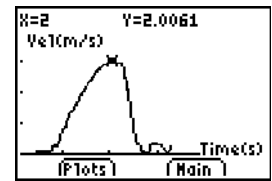


- ④ Nehmen Sie die vorläufigen Positionen zur Datenerfassung ein.
 - a. Ein Mitglied der Gruppe sollte die Stufen hochsteigen und sich oben auf die Rutsche setzen.
 - b. Eine zweite Person sollte, während sie den CBR 2™ hält, die Stufen weit genug hochsteigen, um den CBR 2™ hinter die Person zu halten, die rutschen wird.
 - c. Die dritte Person sollte neben der Rutsche auf dem Boden stehen und den Taschenrechner und die Schnittstelle halten.
- ⑤ Nehmen Sie die endgültigen Positionen zur Datenerfassung ein.
 - a. Die rutschende Person sollte sich so weit nach vorn bewegen, dass der Abstand zwischen ihrem Rücken und dem CBR 2™ 15 cm beträgt.
 - b. Die Person mit dem CBR 2™ sollte den CBR 2™ ruhig halten und auf den Rücken der rutschen Person richten.
 - c. Die Person mit dem Taschenrechner und der Schnittstelle sollte sich so hinstellen, dass das CBR 2™-Kabel nicht gezogen wird.
- ⑥ Erfassen Sie Daten.
 - a. Wählen Sie Start (drücken Sie **ZOOM**), um mit der Datenerfassung zu beginnen.
 - b. Die rutschende Person sollte anfangen zu rutschen, sobald ein Klicken zu hören ist.
 - c. Wenn die Datenerfassung für diesen Versuch beendet ist, sollte die Person mit dem CBR 2™ wieder auf den Boden hinabsteigen.

Achtung: Kein Schüler sollte versuchen, an einer anderen Person vorbeizugehen, während diese sich auf den Stufen befindet.

⑦ Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des Rutschenden.

- Wenn die Datenerfassung beendet ist und ein Weg-Zeit-Graph angezeigt wird, wählen Sie Plots (**WINDOW** drücken).
- Drücken Sie 2, um 2: Vel vs Time auszuwählen und die Geschwindigkeit gegen die Zeit aufzutragen.
- Verwenden Sie **▸**, um Datenpunkte auf dem Graphen zu untersuchen. Wenn Sie den Cursor nach rechts und links bewegen, werden die Werte für die Zeit (X) und die Geschwindigkeit (Y) jedes Datenpunkts über dem Graphen angezeigt. Der höchste Punkt auf dem Graphen entspricht der höchsten Geschwindigkeit des Rutschenden. Notieren Sie diese Höchstgeschwindigkeit in der Datentabelle. Runden Sie den Wert auf die nächsten 0,01 m/s auf oder ab. (Im rechten Beispiel ist die Höchstgeschwindigkeit 2,00 m/s.)
- Wählen Sie Main (drücken Sie **TRACE**), um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.



⑧ Wiederholen Sie die Schritte 4-7 zweimal.

Experiment 3 – Schnelle Rutsche

Name _____

Datenerfassung, Teil 2, Schnellere Rutsche

1. Entwerfen Sie einen Plan, um die Geschwindigkeit des Rutschenden zu erhöhen.
 - a. Probieren Sie aus, wie die Geschwindigkeit des Rutschenden erhöht werden kann. Die Rutsche darf mit nichts beschichtet werden, was abgewaschen werden muss.
 - b. Entscheiden Sie sich für einen Plan, um die Geschwindigkeit des Rutschenden maximal zu erhöhen.
 - c. Beschreiben Sie Ihren Plan im Abschnitt „Plan für eine schnellere Rutsche“ unten.
2. Testen Sie Ihren Plan mit Teil 1, Schritte 4-8.

Plan für eine schnellere Rutsche

Daten

	Geschwindigkeit (m/s)			
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Durchschnitt
Teil 1				
Teil 2				

Datenverarbeitung

1. Berechnen Sie die durchschnittliche Geschwindigkeit für die drei Versuche in Teil 1. Tragen Sie den Durchschnitt in der Datentabelle ein. Berechnen Sie die durchschnittliche Geschwindigkeit für Teil 2 und tragen Sie sie ein.
2. Ziehen Sie die Durchschnittsgeschwindigkeit in Teil 1 von der Durchschnittsgeschwindigkeit in Teil 2 ab, um zu bestimmen, um wie viel Ihr Team seine Geschwindigkeit verbessert hat.
3. Was haben die anderen Gruppen getan, um ihre Geschwindigkeit zu verbessern?

Experiment 3 – Schnelle Rutsche (Forts.)

4. Was hat am besten funktioniert? Erklären Sie, warum.
5. Wenn Sie die Höhe der Rutsche vergrößern könnten, wie würde sich das auf die Geschwindigkeit des rutschenden Schülers auswirken?
6. Wenn ein Stein von der Rutsche oben zur selben Zeit fallen gelassen wird, wie ein ähnlicher Stein von der Rutsche hinunterrollt, welcher Stein würde zuerst den Boden erreichen? Erklären Sie, warum.
7. Welchen Zweck hat der ebene Abschnitt im unteren Bereich vieler Rutschen?

Konzepte

Untersuchte Funktion: quadratisch.

Konzepte wie frei fallende und springende Objekte, die Gravitation sowie konstante Beschleunigung sind Beispiele für quadratische Funktionen. In diesem Experiment werden die Werte für Höhe, Zeit und der Koeffizient A der quadratischen Gleichung $Y = A(X - H)^2 + K$ untersucht, die das Verhalten eines springenden Balls beschreibt.

Materialien

- ✓ Taschenrechner (siehe Seite 2 für verfügbare Modelle)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Gerät-zu-CBR 2™- oder I/O-Geräteverbindungskabel
- ✓ die Anwendung EasyData
- ✓ Großer Ball (25 cm)
- ✓ TI ViewScreen™ (optional)

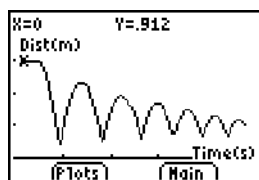
Tipps

Dieses Experiment lässt sich am besten mit zwei Schülern durchführen: Einer hält den Ball, der andere wählt auf dem Taschenrechner Start.

Auf den Seiten 6–9 finden Sie Tipps für effektive Messungen.

Das Diagramm sollte wie ein springender Ball aussehen. Ist dies nicht der Fall, so wiederholen Sie die Messung und achten darauf, dass der CBR 2™ unmittelbar senkrecht auf den Ball weist. Es wird empfohlen, einen großen Ball zu verwenden.

Typische Diagramme



Untersuchungen

Wird ein Objekt fallen gelassen, so wirkt (unter Vernachlässigung des Luftwiderstands) nur noch die Schwerkraft auf dieses ein. A hängt also von der Erdbeschleunigung $-9,8$ Meter/Sekunde² ab. Das negative Vorzeichen gibt an, dass diese Beschleunigung nach unten gerichtet ist.

Der Wert für A ist etwa die halbe Erdbeschleunigung, also $-4,9$ Meter/Sekunde².

Typische Antworten

1. Zeit (seit Beginn der Messung); Sekunden; Höhe/Abstand des Balls vom Boden; Meter
2. Anfangshöhe des Balls (die Spitzen repräsentieren die Maximalhöhe der einzelnen Sprünge); der Boden wird durch $y = 0$ repräsentiert.
3. In diesem Experiment repräsentiert das Entfernung/Zeit-Diagramm nicht den Abstand

zwischen dem CBR 2™ und dem Ball. Ball Bounce invertiert die Abstandsdaten, so dass das Diagramm eher den Wahrnehmungen der Schüler entspricht. Im Diagramm ist $y = 0$ (Bodenberührung des Balls) in Wirklichkeit der Punkt des größten Abstands zwischen Ball und CBR 2™.

4. Die Schüler sollten sich darüber im Klaren sein, dass die X-Achse keinen horizontalen Weg, sondern die Zeit repräsentiert.
7. Der Graph für $A = 1$ ist im Verhältnis zum Diagramm invertiert und breiter.
8. $A < -1$
9. Parabel nach oben geöffnet; nach unten geöffnet; linear.
12. Identisch; mathematisch gesehen repräsentiert der Koeffizient A die Öffnung der Parabel; physikalisch gesehen hängt A von der durch die Gravitation verursachten Beschleunigung ab, die während des gesamten Experiments konstant bleibt.

Weitergehende Untersuchungen

Die Sprunghöhe des Balls (maximale Höhe für einen Sprung) ergibt sich näherungsweise zu:

$$y = hp^x; \text{ dabei gilt:}$$

- y ist die Sprunghöhe.
- h ist die Höhe, aus der der Ball fallen gelassen wurde.
- p ist eine von den physikalischen Eigenschaften des Balls und des Untergrunds abhängige Konstante.
- x ist die Nummer des Sprungs.

Bei gegebenem Ball und Anfangshöhe nimmt die Sprunghöhe mit jedem Sprung exponentiell ab. Für $x = 0$ ist $y = h$; der Y-Achsenabschnitt repräsentiert somit die Höhe, aus der der Ball fallen gelassen wurde.

Interessierte Schüler können aus den erhobenen Daten die Koeffizienten dieser Gleichung bestimmen. Wiederholen Sie das Experiment mit verschiedenen Anfangshöhen, anderen Bällen und/oder anderem Untergrund.

Nach der manuellen Angleichung der Kurve können die Schüler mit Hilfe einer Regressionsanalyse die Funktion ermitteln, die die Daten am besten modelliert. Verlassen Sie dann das Menü Main mittels Quit. Befolgen Sie die Betriebsanweisungen des Taschenrechners zur Durchführung einer quadratischen Regression auf den Listen L1 und L2.

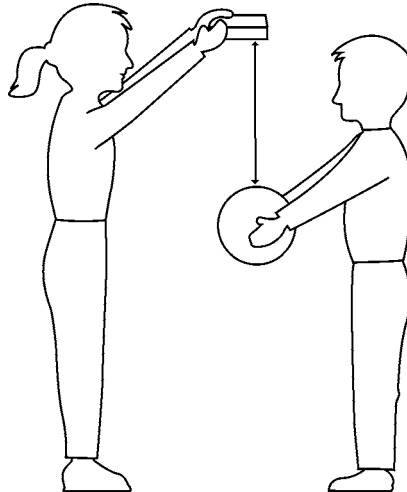
Ergänzungen

Durch Integration des Geschwindigkeits-Zeit-Diagramms erhalten Sie die Verschiebung der Ballposition für ein beliebiges Zeitintervall. Wie Sie feststellen können, ist diese Verschiebung für einen vollständigen Sprung (vom Boden bis zurück zum Boden) gleich Null.

Datenerfassung

- 1 Beginnen Sie mit einem Test. Lassen Sie den Ball fallen (werfen Sie ihn nicht).

Tipps: Positionieren Sie den CBR 2™ mindestens einen halben Meter über der Höhe des höchsten Sprungs. Halten Sie den Sensor direkt über den Ball und achten Sie darauf, dass sich keine Objekte im *freien Bereich* (siehe Seite 7) befinden.



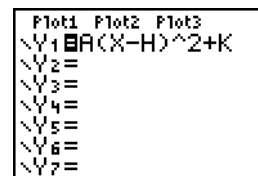
- 2 Führen Sie die Anwendung EasyData aus.
- 3 Wählen Sie im Menü Setup die Option 4:Ball Bounce und wählen Sie anschließend Start (ZOOM drücken).

Es werden allgemeine Anweisungen angezeigt. Ball Bounce kümmert sich automatisch um die Einstellungen.
- 4 Lassen Sie eine Person den Taschenrechner und CBR 2™ halten, während eine andere Person den Ball unter den Sensor hält.
- 5 Wählen Sie Start (drücken Sie ZOOM). Wenn das klickende Geräusch beginnt, lassen Sie den Ball los und treten zurück. (Wenn der Ball zur Seite springt, gehen Sie so mit, dass der CBR 2™ weiterhin unmittelbar über dem Ball ist, aber achten Sie dabei darauf, die Höhe des CBR 2™ **nicht** zu ändern.)
- 6 Wenn das Klicken aufhört, werden die gesammelten Daten an den Taschenrechner übertragen, und ein Entfernung/Zeit-Diagramm wird angezeigt.
- 7 Wenn das Diagramm nicht gut aussieht, wählen Sie Main, Start, Start, um den Versuch zu wiederholen. Untersuchen Sie das Diagramm. **Beantworten Sie die Fragen 1 und 2 des Arbeitsblatts.**
- 8 Beachten Sie, dass Ball Bounce die Abstandsdaten automatisch invertiert hat. **Beantworten Sie die Fragen 3 und 4.**

Untersuchungen

Das Weg-Zeit-Diagramm eines Sprungs bildet eine Parabel.

- ❶ Das Diagramm befindet sich nun im TRACE-Modus. Drücken Sie $\square$, um den Scheitelpunkt des ersten guten Sprungs – einer gleichmäßigen Parabel ohne viele Störungen – zu bestimmen. **Beantworten Sie die Frage 5 des Arbeitsblatts.**
- ❷ Wählen Sie Main, um zum Hauptbildschirm zurückzukehren. Wählen Sie Quit und anschließend OK, um EasyData zu beenden.
- ❸ Die *Scheitelform* der quadratischen Gleichung $Y = A(X - H)^2 + K$ ist für diese Analyse angemessen. Drücken Sie $\boxed{Y=}$. Deaktivieren Sie im Y= Editor alle eventuell angewählten Funktionen. Geben Sie die Scheitelform der quadratischen Gleichung ein: $Yn=A*(X-H)^2+K$.



```
Plot1 Plot2 Plot3
Y1= A(X-H)^2+K
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
Y6=
Y7=
```

Hinweis: Wenn auf Ihrem Taschenrechner die Anwendung Transformation Graphing installiert ist, erreichen Sie dies viel schneller, wenn Sie Koeffizientenwerte auf dem Graphik-Bildschirm ändern.

- ❹ Speichern Sie im Hauptbildschirm den in Frage 5 für die Höhe festgehaltenen Wert in der Variablen K und den zugehörigen Zeitwert in der Variablen H ; speichern Sie in der Variablen A den Wert 1.

Beispiel: Drücken Sie 4 $\boxed{\text{STO}\blacktriangleright}$ $\boxed{\text{ALPHA}}$ K $\boxed{\text{ENTER}}$, 2.5 $\boxed{\text{STO}\blacktriangleright}$ $\boxed{\text{ALPHA}}$ H $\boxed{\text{ENTER}}$, 1 $\boxed{\text{STO}\blacktriangleright}$ $\boxed{\text{ALPHA}}$ A $\boxed{\text{ENTER}}$, um $K=4$, $H=2.5$ und $A=1$ einzustellen.

- ❺ Drücken Sie $\boxed{\text{GRAPH}}$, um den Graphen anzuzeigen. **Beantworten Sie die Fragen 6 und 7.**
- ❻ Versuchen Sie die Werte $A = 2, 0, -1$. **Vervollständigen Sie den ersten Teil der Tabelle zu Frage 8 und beantworten Sie die Frage 9.**
- ❼ Wählen Sie selbst Werte für A , bis Sie eine gute Übereinstimmung mit dem Diagramm finden. **Halten Sie die von Ihnen gewählten Werte für A in der Tabelle zu Frage 8 fest.**
- ❽ Wiederholen Sie das Experiment, aber wählen Sie diesmal den letzten vollständigen Sprung (rechts außen) aus. **Beantworten Sie die Fragen 10, 11 und 12.**

Weitergehende Untersuchungen

- ❶ Wiederholen Sie die Messsequenz, wählen Sie aber diesmal nicht nur eine Parabel aus.
- ❷ Bestimmen Sie den Zeitpunkt und die Sprunghöhe der aufeinander folgenden Sprünge.
- ❸ Bestimmen Sie das Verhältnis zwischen den aufeinander folgenden Sprunghöhen.
- ❹ Erläutern Sie die Bedeutung dieses Verhältnisses, sofern es eine hat.

Experiment 4 – Springender Ball

Name _____

Datenerfassung

1. Welche physikalische Größe wird auf der X-Achse aufgetragen? _____
Welche Einheit wird verwendet? _____
Welche physikalische Größe wird auf der Y-Achse aufgetragen? _____
Welche Einheit wird verwendet? _____
2. Wofür steht der höchste Punkt im Diagramm? _____
Der tiefste Punkt? _____
3. Warum hat die Anwendung Ball Bounce das Diagramm invertiert? _____
4. Warum sieht das Diagramm aus wie ein Ball, der über den Boden springt? _____

Untersuchungen

5. Ermitteln Sie die maximale Höhe und die zugehörige Zeit für den ersten vollständigen Sprung. _____
6. Stimmt der Graph für $A = 1$ mit dem Datendiagramm des ersten vollständigen Sprungs überein? _____
7. Warum oder warum nicht? _____
8. Vervollständigen Sie die folgende Tabelle.

A	Wie verhalten sich das Datendiagramm und der Yn-Graph zueinander?
1	
2	
0	
-1	

9. Was besagt ein positiver Wert für A ? _____
Was besagt ein negativer Wert für A ? _____
Was besagt der Wert 0 für A ? _____
10. Ermitteln Sie die maximale Höhe und die entsprechende Zeit für den letzten vollständigen Sprung. _____
11. Glauben Sie, dass A für den letzten Sprung größer oder kleiner sein wird? _____
12. Wie verhält sich A ? _____
Welche Bedeutung hat A Ihrer Meinung nach? _____

Konzepte

Untersuchte Funktion: quadratisch.

Die graphische Darstellung eines Balls, der Rampen mit verschiedenen Steigungen herabrollt, ergibt eine Schar von Kurven, die durch eine Folge von quadratischen Gleichungen modelliert werden können. In diesem Experiment werden die Werte der Koeffizienten der quadratischen Gleichung $y = ax^2 + bx + c$ erforscht.

Materialien

- ✓ Taschenrechner (siehe Seite 2 für verfügbare Modelle)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Gerät-zu-CBR 2™- oder I/O-Geräteverbindungskabel
- ✓ die Anwendung EasyData
- ✓ großer (25 cm) Ball
- ✓ Lange Rampe (mindestens 2 Meter; eine leichte Tafel eignet sich hierfür gut)
- ✓ Winkelmesser
- ✓ Bücher zum Aufbocken der Rampe
- ✓ TI ViewScreen™ (optional)

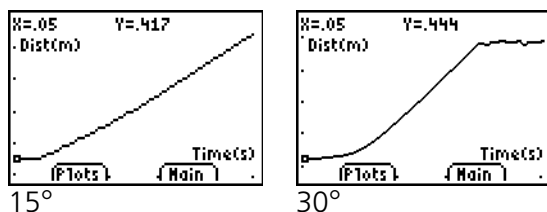
Tipps

Diskutieren Sie, wie der Winkel der Rampe gemessen werden kann. Lassen Sie die Schüler beim Messen des Anfangswinkels kreativ werden. Zum Beispiel könnten sie eine trigonometrische Berechnung anstellen oder gefaltetes Papier verwenden.

Für steilere Winkel (größer als 60°) können Sie eine CBR 2™-Klemme verwenden (gesondert erhältlich).

Auf den Seiten 6–9 finden Sie Tipps für effektive Messungen.

Typische Diagramme



Typische Antworten

1. Das dritte Diagramm

2. Zeit; Sekunden; Abstand des Objekts vom CBR 2™; Meter
3. variiert (sollte eine nach oben geöffnete Parabel sein)
4. Eine quadratische Funktion
5. variiert
6. variiert (sollte eine Parabel mit zunehmender Krümmung sein)
7. 0° ist flach (der Ball kann nicht rollen); 90° entspricht dem freien Fall eines Balls

Untersuchungen

In der Physik ist die Bewegung eines nur der Erdanziehungskraft ausgesetzten Körpers ein populäres Thema. Derartige Bewegungen werden typischerweise durch eine bestimmte Form der quadratischen Gleichung $s = \frac{1}{2}at^2 + v_i t + s_i$ ausgedrückt, wobei Folgendes gilt:

- s ist die Position eines Objekts zum Zeitpunkt t
- a ist seine Beschleunigung
- v_i ist seine Anfangsgeschwindigkeit
- s_i ist seine Anfangsposition

In der quadratischen Gleichung $y = ax^2 + bx + c$ repräsentiert y den Abstand zwischen CBR 2™ und dem Ball zum Zeitpunkt x , sofern die Anfangsposition des Balls c , seine Anfangsgeschwindigkeit b und die Beschleunigung $2a$ ist.

Weitergehende Untersuchungen:

Da sich der Ball beim Loslassen in Ruhe befindet, sollte b bei jedem Versuch nahezu 0 sein. c sollte etwa der Anfangsabstand (0,5 Meter) sein. a steigt mit dem Winkel der Rampe.

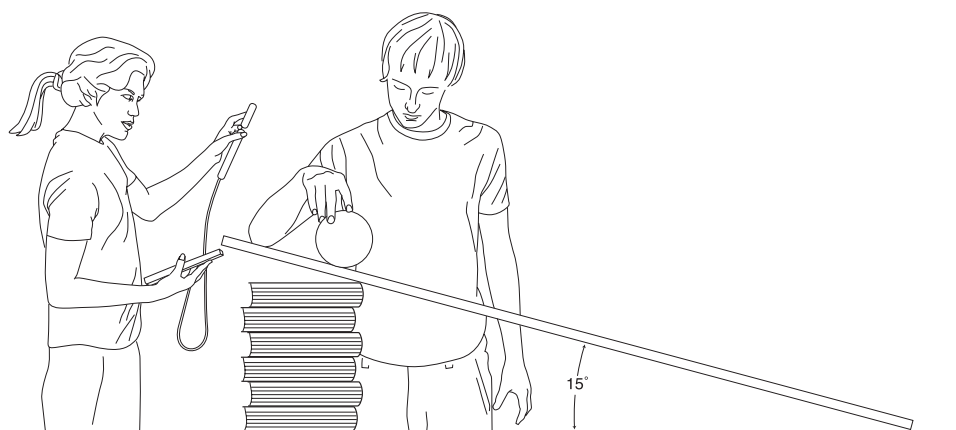
Wenn die Schüler die Gleichung $y = ax^2 + bx + c$ manuell modellieren, müssen Sie möglicherweise Hinweise auf die Werte von b und c geben. Möglicherweise müssen Sie sie auch anleiten, mit ihren Taschenrechnern eine quadratische Regression der Listen L1 und L2 durchzuführen. Die Beschleunigung des Balls wird durch die Erdanziehungskraft bewirkt. Je stärker demnach die Rampe nach unten geneigt ist (je größer der Neigungswinkel der Rampe), desto größer wird der Wert für a . Der maximale Wert für a tritt bei einem Winkel von $\theta = 90^\circ$ auf, der kleinste Wert bei $\theta = 0^\circ$. Tatsächlich ist a proportional zu $\sin \theta$.

Datenerfassung

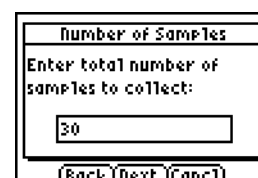
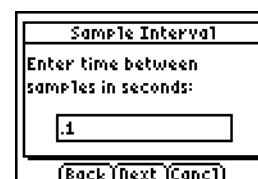
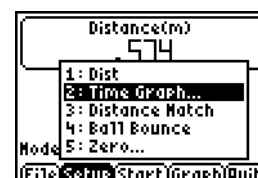
- ① **Beantworten Sie die Frage 1 des Arbeitsblatts.** Stellen Sie die Rampe mit Hilfe des Winkelmessers so ein, dass sie eine Neigung von 15° hat. Legen Sie den CBR 2™ auf die Rampe und drehen Sie den Sensorkopf so, dass er senkrecht zur Rampe ist.

Markieren Sie in einer Entfernung von 15 Zentimetern vom CBR 2™ einen Punkt auf der Rampe. Lassen Sie einen Schüler bei dieser Markierung den Ball halten, während ein anderer Schüler den Taschenrechner und den CBR 2™ hält.

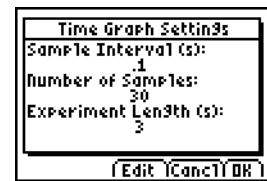
Tipp: Zielen Sie mit dem Sensor direkt auf den Ball und achten Sie darauf, dass sich keine Objekte im *freien Bereich* (siehe Seite 7) befinden.



- ② Starten Sie die Anwendung EasyData.
- ③ So richten Sie den Taschenrechner zur Datenerfassung ein:
 - a. Wählen Sie Setup (drücken Sie **WINDOW**), um das Menü Setup zu öffnen.
 - b. Drücken Sie 2, um 2: Time Graph auszuwählen und den Bildschirm Time Graph Settings zu öffnen.
 - c. Wählen Sie Edit (drücken Sie **ZOOM**), um das Dialogfenster Sample Interval zu öffnen.
 - d. Geben Sie 0.1 ein, um die Zeit zwischen den Abtastwerten in Sekunden einzustellen.
 - e. Wählen Sie Next (drücken Sie **ZOOM**), um zum Dialogfenster Number of Samples vorzugehen.
 - f. Geben Sie 30 ein, um die Anzahl der Abtastwerte einzustellen. Die Datenerfassung dauert 3 Sekunden.



- g. Wählen Sie Next (drücken Sie **ZOOM**), um die Zusammenfassung der neuen Einstellungen anzuzeigen.
- h. Wählen Sie OK (drücken Sie **GRAPH**), um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.



- ④ Wenn die Einstellungen richtig sind, wählen Sie Start (**ZOOM** drücken), um die Abtastung zu beginnen.
- ⑤ Wenn das klickende Geräusch beginnt, lassen Sie den Ball sofort los (ohne diesem einen Impuls zu geben) und treten zurück.
- ⑥ Nach Vollendung der Messsequenz wird automatisch das Entfernung/Zeit-Diagramm angezeigt. **Beantworten Sie die Fragen 2, 3, 4 und 5.**

Untersuchungen

Untersuchen Sie, was bei unterschiedlichen Winkeln geschieht.

- ① Machen Sie eine Vorhersage, was bei steigendem Winkel passiert. **Beantworten Sie die Frage 6.**
- ② Ändern Sie den Winkel der Rampe auf 30°, und wiederholen Sie die Schritte 2 bis 6. **Übertragen Sie das Diagramm in Ihre Skizze zu Frage 6, und beschriften Sie es mit 30°.**
- ③ Wiederholen Sie die Schritte 2 bis 6 für die Winkel 45° und 60°, und übertragen Sie die Diagramme in die Skizze.
- ④ **Beantworten Sie die Frage 7.**

Weitergehende Untersuchungen

Passen Sie die Zeitwerte so an, dass bei der Anfangshöhe (als der Ball losgelassen wurde) $x = 0$ gilt. Sie können dazu beispielsweise den x-Wert für den ersten Punkt von Hand von allen anderen Punkten Ihres Diagramms abziehen oder die Anweisung $L1(1) \rightarrow A:L1 - A \rightarrow L1$ eingeben.

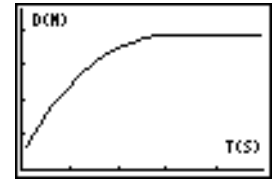
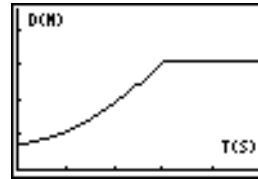
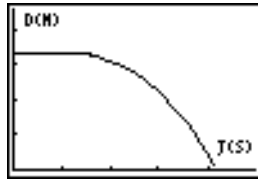
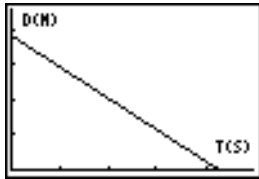
- ① Berechnen Sie die Werte von a , b und c für die Kurvenschar der Form $y = ax^2 + bx + c$ bei den Winkeln 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°.
- ② Welcher ist der kleinste und welcher der größte Wert für a ? Warum?
- ③ Suchen Sie einen Ausdruck, der den mathematischen Zusammenhang zwischen a und dem Neigungswinkel ausdrückt.

Experiment 5 – Rollender Ball

Name _____

Datenerfassung

1. Von welchem dieser Diagramme nehmen Sie an, dass es am besten mit dem Weg-Zeit-Diagramm eines eine Rampe herabrollenden Balls übereinstimmt?



2. Welche physikalische Größe wird auf der X-Achse aufgetragen? _____

Welche Einheit wird verwendet? _____

Welche physikalische Größe wird auf der Y-Achse aufgetragen? _____

Welche Einheit wird verwendet? _____

3. Skizzieren Sie, wie das Diagramm wirklich aussieht. Beschriften Sie die Achsen. Markieren Sie im Diagramm den Punkt, an dem der Ball losgelassen wurde und an dem er das Ende der Rampe erreichte.



4. Welcher Funktionstyp wird durch dieses Diagramm zwischen den beiden von Ihnen identifizierten Punkten dargestellt? _____

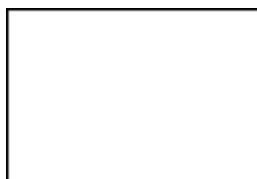
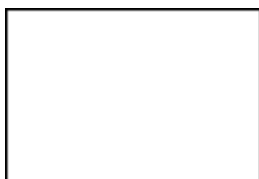
5. Diskutieren Sie, warum sich das von Ihnen in Frage 1 ausgewählte Diagramm von dem in Frage 3 skizzierten unterscheidet. _____

Untersuchungen

6. Skizzieren Sie, wie das Diagramm Ihrer Meinung nach bei einem größeren Neigungswinkel aussieht (beschriften Sie es mit *Vorhersage*).



7. Skizzieren und beschriften Sie die Diagramme für 0° und 90°:



Wie ändert sich Ihr Unterricht mit dem CBR 2™?

Der CBR 2™ ist ein leicht verwendbares System mit Funktionen, die Sie dabei unterstützen, es schnell und einfach in Ihren Unterrichtsplan zu integrieren.

Der CBR 2™ bietet gegenüber den in der Vergangenheit verwendeten Datenerfassungsmethoden signifikante Verbesserungen. Diese können zu einer Änderung der Unterrichtseinteilung führen, da die Schüler großes Interesse an der Verwendung realer Daten zeigen.

- Sie werden feststellen, dass Ihre Schüler eine stärkere Beziehung zu den Daten entwickeln werden, da sie diese nicht dem Lehrbuch oder ähnlichen Quellen entnehmen müssen, sondern an der Datenerhebung beteiligt sind. Dies führt dazu, dass Sie die von Ihnen untersuchten Konzepte als real und nicht nur als abstrakte Ideen begreifen. Allerdings führt es auch dazu, dass alle Schüler an der Erhebung der Daten beteiligt sein möchten.
- Die Datenerfassung mit dem CBR 2™ ist wesentlich effektiver als Messungen mit Metermaß und Stoppuhr. Aufgrund der durch die höhere Anzahl von Messwerten bedingten höheren Auflösung und der hohen Genauigkeit eines Ultraschallsensors ergibt sich die Form der Kurven wesentlich eher. So werden Sie weniger Zeit für die Datenerfassung benötigen und haben somit mehr Zeit für die Analyse und Untersuchung.
- Mit dem CBR 2™ können die Schüler die Wiederholbarkeit von Beobachtungen sowie Variationen in Was-wäre-wenn-Szenarios untersuchen. Fragen wie „Ergibt sich die gleiche Parabel, wenn wir den Ball aus einer größeren Höhe fallen lassen?“ und „Ist die Parabel des ersten Sprungs identisch mit der des letzten Sprungs?“ ergeben sich als wertvolle Ergänzung ganz von selbst.
- Die Macht der Visualisierung bewirkt, dass die Schüler die graphisch dargestellten Listendaten schnell mit den durch sie beschriebenen physikalischen Größen und mathematischen Funktionen assoziieren.

Weitere Änderungen ergeben sich, sobald Daten aus realen Ereignissen erfasst werden. Der CBR 2™ ermöglicht es Ihren Schülern, die zugrunde liegenden Beziehungen numerisch und graphisch zu erforschen.

Graphische Erforschung von Daten

Die automatisch erstellten Diagramme von Abstand (Weg), Geschwindigkeit und Beschleunigung gegen die Zeit können Sie für Fragestellungen wie die folgenden verwenden:

- Welche physikalische Bedeutung hat der Y-Achsenabschnitt? Welche der X-Achsenabschnitt? Welche die Steigung, das Maximum, das Minimum? Welche die Ableitungen, die Integrale?
- Welcher Funktionstyp (linear, quadratisch usw.) wird durch das Diagramm dargestellt?
- Wie könnten wir die Daten mit einer repräsentativen Funktion modellieren? Welche Bedeutung haben die verschiedenen Koeffizienten der Funktion (z. B. $AX^2 + BX + C$)?

Numerische Erforschung von Daten

Ihre Schüler können zur Erforschung der numerischen Daten ihrem Wissensstand entsprechende statistische Methoden (Mittelwert, Median, Standardabweichung usw.) einsetzen. Wenn Sie die Anwendung EasyData verlassen, erinnert Sie eine Meldung an die Listen, die Daten für Zeit (L1), Weg (L2), Geschwindigkeit (L3) und Beschleunigung (L4) gespeichert sind.

CBR 2™-Diagramme verbinden die reale Welt mit der Mathematik

Die aus den mittels EasyData erhobenen Daten erstellten Diagramme bilden eine visuelle Repräsentation der Beziehungen zwischen der physikalischen und der mathematischen Beschreibung von Bewegung. Die Schüler sollten ermuntert werden, die Form des Diagramms zu erkennen, zu analysieren und in physikalischen und mathematischen Begriffen zu diskutieren. Zusätzliche Möglichkeiten zu Entdeckungen ergeben sich, wenn im Y= Editor Funktionen eingegeben und gemeinsam mit den Datendiagrammen dargestellt werden.

Es ist eine interessante Übung, die Berechnungen des CBR 2™ selbst nachzuvollziehen.

1. Sammeln Sie Beispieldaten. Verlassen Sie die Anwendung EasyData.
2. Berechnen Sie anhand der erfassten Zeiten in L1 und der zugehörigen Entfernungsdaten in L2 die Geschwindigkeit des Objekts zu jedem Messzeitpunkt. Vergleichen Sie dann Ihre Ergebnisse mit den Geschwindigkeitsdaten in L3.

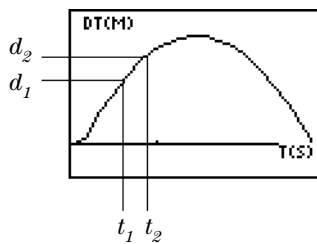
$$L3_n = \frac{(L2_{n+1} + L2_n)/2 - (L2_n + L2_{n-1})/2}{L1_{n+1} - L1_n}$$

3. Berechnen Sie anhand der Geschwindigkeitsdaten in L3 (oder der von Ihnen berechneten Werten) und der zugehörigen Zeiten in L1 die Beschleunigung des Objekts zu jedem Messzeitpunkt. Vergleichen Sie dann Ihre Ergebnisse mit den Beschleunigungsdaten in L4.
- *Weg-Zeit-Diagramme* stellen die ungefähre Position eines Objekts (Abstand zum CBR 2™) zu jedem Zeitpunkt während der Datenerhebung dar. Die Einheit der Y-Achse ist dabei Meter, die der X-Achse Sekunde.
 - *Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme* stellen die ungefähre Geschwindigkeit eines Objekts (relativ und in Richtung zum CBR 2™) zu jedem Zeitpunkt während der Datenerhebung dar. Die Einheit der Y-Achse ist dabei Meter/Sekunde, die der X-Achse Sekunde.
 - *Beschleunigungs-Zeit-Diagramme* stellen die ungefähre Beschleunigung (Änderungsrate der Geschwindigkeit) eines Objekts (relativ und in Richtung zum CBR 2™) zu jedem Zeitpunkt während der Datenerhebung dar. Die Einheit der Y-Achse ist dabei Meter/Sekunde², die der X-Achse Sekunde.
 - Die *erste Ableitung* (aktuelle Steigung) in jedem Punkt eines Weg-Zeit-Diagramms ist die Geschwindigkeit zu diesem Zeitpunkt.
 - Die *erste Ableitung* (aktuelle Steigung) in jedem Punkt eines Geschwindigkeits-Zeit-Diagramms ist die Beschleunigung zu diesem Zeitpunkt. Sie ist gleich der zweiten Ableitung im entsprechenden Punkt des Weg-Zeit-Diagramms.
 - Das *bestimmte Integral* (Fläche zwischen dem Diagramm und der X-Achse zwischen zwei beliebigen Punkten) eines Geschwindigkeits-Zeit-Diagramms entspricht der Verschiebung des Objekts in diesem Zeitintervall.
 - Beachten Sie, dass es verschiedene Bedeutungen von *Geschwindigkeit* gibt. Im täglichen Sprachgebrauch wird Geschwindigkeit als skalare Größe verwendet, beispielsweise „20 Meter/Sekunde“; physikalisch gesehen ist Geschwindigkeit jedoch ein Vektor, sie hat also eine Richtung: „20 Meter/Sekunde Richtung Norden“.

Ein typisches CBR 2™-Geschwindigkeit/Zeit-Diagramm enthält jedoch nur skalare Größen. Es wird nur der Betrag der Geschwindigkeit (der positiv, negativ oder Null sein kann) dargestellt. Die Richtung ergibt sich implizit. Eine positive Geschwindigkeit steht für eine Bewegung vom CBR 2™ weg, eine negative für eine Bewegung auf den CBR 2™ zu.

CBR 2™ misst den Abstand nur in direkter Linie zum Detektor. Bewegt sich ein Objekt also in einem Winkel, so wird nur die zu der direkten Linie parallele Komponente der Bewegung erfasst. Beispielsweise zeigt ein sich quer zur direkten Linie zum CBR 2™ bewegendes Objekt keine Geschwindigkeit.

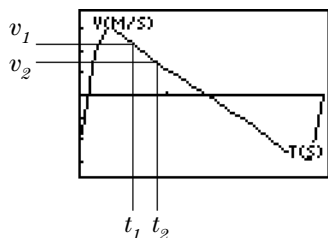
Die Mathematik von Weg (Abstand), Geschwindigkeit und Beschleunigung



Entfernung/Zeit-Diagramm

$$V_{\text{Mittel}} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \text{Steigung im Entfernung/Zeit-Diagramm}$$

$$V_{\text{momentan}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta d}{\Delta t} \right) = \frac{d(s)}{dt} \quad \text{wobei } s \text{ der Abstand ist}$$



Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm

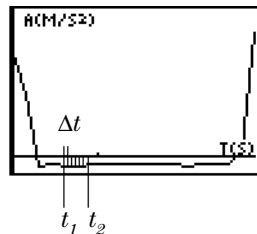
$$A_{\text{Mittel}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{Steigung im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm}$$

$$A_{\text{aktuell}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \frac{dv}{dt}$$

Informationen für den Lehrer (Forts.)

Die Fläche unter dem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 ergibt sich zu $\Delta d = (d_2 - d_1)$ als die Verschiebung (zurückgelegte Wegstrecke) zwischen t_1 und t_2 .

$$\text{Es gilt daher } \Delta d = \left(\sum_{t=1}^{t=2} v(\Delta t) \right) \quad \text{oder} \quad \Delta d = \int_{t=1}^{t=2} v(dt)$$



Beschleunigungs-Zeit-Diagramm

Internet und Word Wide Web (WWW)

Auf unserer Website **education.ti.com** finden Sie unter anderem:

- Eine Liste zusätzlicher Materialien zur Verwendung mit dem CBR 2™, dem CBL und graphischen TI-Taschenrechnern.
- Eine Aktivitäten-Seite mit Anwendungen, die von Lehrern wie Ihnen entwickelt und freigegeben wurden.
- CBR 2™-Programme, die zusätzliche Funktionen des CBR 2™ nutzen.
- Detailliertere Informationen über die Einstellungen und Programmierbefehle des CBR 2™.

Zusätzliche Quellen

Die Übungsbücher von Texas Instruments enthalten zusätzliche Materialien zu den graphischen TI-Taschenrechnern. Dazu gehören auch Bücher mit CBR 2™-Experimenten für Mathematik- und Physikkurse der Mittel- und Oberstufe.

CBR 2™-Daten werden in Listen gespeichert

Die erhobenen Daten werden in den Listen L1, L2, L3 und L4 gespeichert

Bei der Erfassung von Daten überträgt der CBR 2™ diese automatisch zum Taschenrechner, wo sie in Listen gespeichert werden. Jedes Mal, wenn Sie die Anwendung EasyData verlassen, werden Sie daran erinnert, wo die Daten gespeichert sind.

- L1 enthält Zeitdaten
- L2 enthält Entfernungsdaten
- L3 enthält Geschwindigkeitsdaten
- L4 enthält Beschleunigungsdaten

So repräsentiert beispielsweise das fünfte Element der Liste L1 den Zeitpunkt, zu dem der fünfte Messwert erfasst wurde, und das fünfte Element der Liste L2 repräsentiert die Entfernung des Objekts zu diesem Zeitpunkt.

Verwendung der Datenlisten

Die Listen werden beim Verlassen der Anwendung EasyData nicht gelöscht. Sie stehen somit für zusätzliche graphische, statistische und numerische Untersuchungen und Analysen zur Verfügung.

Sie können die Listen graphisch gegeneinander auftragen, sie im Listeneditor betrachten und Regressionsanalysen und andere analytische Verfahren durchführen. Sie könnten beispielsweise Daten eines Schülers sammeln, der vom CBR 2™ weggeht. Die manuelle Kurvenanpassung mittels linearer Regression des TI-84 Plus erlaubt es Schülern dann, eine Mittelwertsgerade suchen.

Ändern der EasyData-Einstellungen

EasyData zeigt die meistverwendeten Einstellungen an, bevor die Datenerfassung beginnt.

- 1 Wählen Sie im Hauptbildschirm der Anwendung EasyData die Option Setup > 1: Dist oder 2: Time Graph. Die aktuellen Einstellungen werden auf dem Taschenrechner angezeigt.

Hinweis: Die Einstellungen für Distance Match und Ball Bounce im Menü Setup sind voreingestellt und können nicht geändert werden.

- 2 Wählen Sie Next (drücken Sie **[ZOOM]**), um zu der Einstellung zu gehen, die Sie ändern möchten.
- 3 Wiederholen Sie den Vorgang, um durch die verfügbaren Optionen zu gehen. Wenn die Option richtig ist, wählen Sie **Next**, um zur nächsten Option zu gehen.
- 4 Zum Ändern einer Einstellung geben Sie 1 oder 2 Ziffern ein und wählen dann Next.
- 5 Wenn alle Einstellungen richtig sind, wählen Sie OK (drücken Sie **[GRAPH]**), um zum Hauptbildschirm zurückzukehren.

Die neuen Einstellungen bleiben gültig, wenn Sie EasyData nicht auf die Standardeinstellungen setzen, eine Anwendung ausführen oder ein weiteres Experiment durchführen, bei dem die Einstellungen geändert werden. Wenn Sie L5 außerhalb der Anwendung EasyData bearbeiten oder L5 löschen, können die Standardeinstellungen wiederhergestellt werden, wenn Sie EasyData das nächste Mal ausführen.

Wiederherstellen der Standardeinstellungen des EasyData

Die Standardeinstellungen eignen sich für eine Vielzahl von Messsituationen. Wenn Sie sich über die besten Einstellungen nicht klar sein sollten, so beginnen Sie mit den Standardeinstellungen, und ändern Sie schrittweise die Einstellungen für Ihr spezielles Experiment.

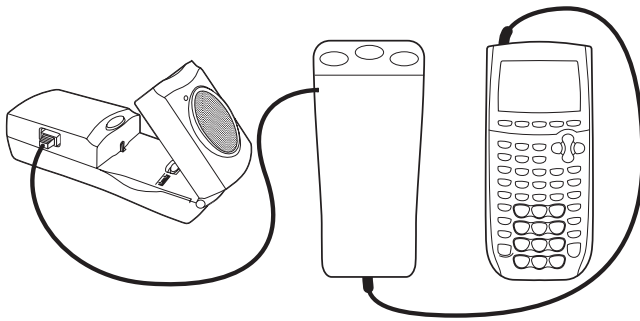
- Zum Wiederherstellen der Standardeinstellungen in EasyData, während der CBR 2™ an den Taschenrechner angeschlossen ist, wählen Sie File > 1:New.
- Führen Sie die oben beschriebenen Schritte aus, um Einstellungen zu ändern.
- Wählen Sie Start (drücken Sie **[ZOOM]**), um die Datenerfassung zu beginnen.

CBR 2™-Einsatz mit dem CBL 2™ oder mit CBL 2™.

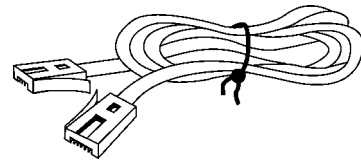
Programmieren

Verwendung des CBR 2™ als konventioneller Ultraschallsensor mit dem CBL 2™

Der CBR 2™ kann im Zusammenhang mit dem Texas Instruments CBL 2™-System (calculator based laboratory, taschenrechnerbasiertes Labor) als konventioneller Ultraschallsensor eingesetzt werden.



Das zur Verbindung des CBR 2™ mit dem CBL benötigte Spezialkabel wird mitgeliefert.



Verbinden Sie den CBR 2™ nicht mit dem CBL 2™, wenn der CBR 2™ mit einem Taschenrechner verbunden ist. In dieser Konfiguration muss der Taschenrechner mit dem CBL 2™ verbunden werden.

Möglicherweise müssen Sie das CBL 2™-Programm wie im Folgenden erläutert ändern. Das EasyData-Programm funktioniert mit dem CBL 2™ nicht.

Sammeln von Bewegungsdaten mit Hilfe von CBR 2™ und CBL 2™

- ❶ Legen Sie in den CBL 2™ Batterien ein.
- ❷ Schließen Sie den CBL 2™ mit Hilfe des I/O-Geräteverbindungskabels an einen TI-Graphiktaschenrechner an.
- ❸ Schließen Sie den CBR 2™-Sensor mit Hilfe eines CBL-zu-CBR-Kabels (gesondert erhältlich) an den DIG/SONIC-Anschluss des CBL 2™ an.
- ❹ Führen Sie DataMate über das Anwendungsmenü der TI-83 Plus oder TI-84 Plus Produktfamilien aus.
- ❺ DataMate erkennt die CBL 2™-Sensoren automatisch, lädt die Kalibrationsfaktoren und zeigt den Namen des Sensors (in diesem Fall Bewegung) sowie den aktuellen Entfernungswert in Metern an. Es lädt außerdem ein Standard-Bewegungsexperiment von 5 Sekunden Dauer.



CBR 2™-Einsatz mit dem CBL 2™ oder mit CBL 2™.

Programmieren (forts.)

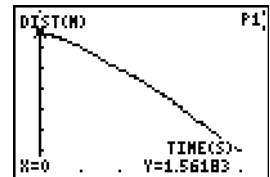
- ⑥ Beginnen Sie die Datenerfassung mit dem Standardexperiment.

Halten Sie den Bewegungssensor in der Hand, und wählen Sie 2: START, um die Datenerfassung zu beginnen.

- ⑦ Gehen Sie auf eine Wand zu, während Sie den CBR 2™ auf die Wand gerichtet halten.

Wenn Sie fertig sind, sieht Ihr Graph ähnlich wie der hier abgebildete aus.

DIG : MOTION(M) 1.898	
MODE: TIME GRAPH-5	
1: SETUP	4: ANALYZE
2: START	5: TOOLS
3: GRAPH	6: QUIT



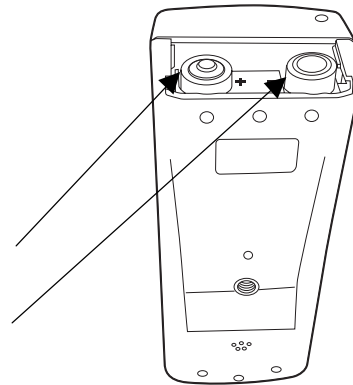
Batterietyp

Der CBR 2™ wurde für den Betrieb mit vier AA-Alkaline-Batterien entworfen. Wenn der CBR 2™ mit einem CBL verbunden ist, funktioniert er auch ohne Batterien.

Einsetzen der Batterien

Beenden Sie die Anwendung EasyData, bevor Sie Batterien austauschen.

1. Halten Sie den CBR 2™ mit der Oberseite nach unten und schieben Sie den Batteriefachdeckel mit dem Daumen zur Rückseite des CBR 2™.
2. Legen Sie die Batterien entsprechend der Skizze im Batteriefach ein.
3. Zwei Batterien müssen mit dem Pluspol nach oben in die mit + bezeichneten Positionen eingelegt werden, zwei Batterien mit dem Minuspol nach oben in die mit - markierten Positionen.
4. Schieben Sie den Batteriefachdeckel wieder zu. Der CBR 2™ ist nun für Messungen bereit.



Warnungen bei schwachen Batterien

Der CBR 2™ warnt auf zweierlei Weise bei schwachen Batterien:

- Die Anwendung EasyData zeigt beim Versuch einer Messung auf dem Bildschirm des Taschenrechners eine Warnung an.
- Das rote Licht blitzt regelmäßig auf, während der CBR 2™ Messdaten sammelt.

Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Batterien

- Verwenden Sie KEINE wiederaufladbaren Batterien.
- Tauschen Sie immer alle vier Batterien auf einmal aus. Mischen Sie keine verschiedenen Batteriemarken oder Batterietypen einer Marke.
- Legen Sie die Batterien entsprechend den Skizzen im Batteriefach ein.
- Sorgen Sie für eine ordnungsgemäße Entsorgung verbrauchter Batterien. Halten Sie diese von Kindern fern.
- Sie dürfen Batterien nicht erhitzen, verbrennen oder öffnen. Batterien enthalten gefährliche Chemikalien und können explodieren oder auslaufen.
- Mischen Sie keine wiederaufladbaren und nicht wiederaufladbaren Batterien.
- Versuchen Sie nicht, nicht wiederaufladbare Batterien wieder aufzuladen.

Problembesehung

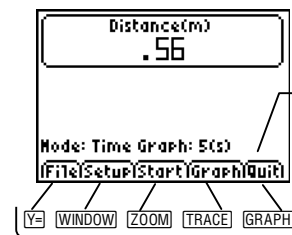
Problem:	Mögliche Abhilfe:
Probleme mit der Datenerfassung	Überprüfen Sie die Verbindung zwischen Taschenrechner und CBR 2™. Stecken Sie immer beide Enden des Kabels fest ein. Überprüfen Sie den Batteriezustand (siehe Seite 40).
CBR 2™ beginnt von selbst mit der Erfassung von Daten	Wenn Sie den CBR 2™ mit der TRIGGER -Taste nach unten ablegen, kann die TRIGGER -Taste gedrückt werden und die Messung auslösen. Zum Stoppen der Messung drücken Sie erneut auf TRIGGER . Verlassen Sie vor dem Verstauen des CBR 2™ ordnungsgemäß die Anwendung EasyData (mittels Quit) bzw. jedes andere CBR 2™- oder CBL-Programm.
CBR 2™ beginnt nicht mit der Erfassung von Daten	Drücken Sie TRIGGER , um die Abtastung anzuhalten. Wiederholen Sie die Abtastung. Wenn das Problem bestehen bleibt, nehmen Sie eine Batterie heraus und legen Sie sie wieder ein. Hinweis: Alle im CBR 2™ gespeicherten Daten gehen verloren.
Kommunikationsfehler	Schließen Sie den CBR 2™ mit dem Standard-B-zu-Mini-A-USB-Kabel (Gerät zu CBR 2™) an den Taschenrechner an. Überprüfen Sie die Verbindung zwischen Taschenrechner und CBR 2™. Stecken Sie immer beide Enden des Kabels fest ein. Wenn Sie den CBR 2™ nicht mit dem Taschenrechner verbinden möchten (oder können), beenden Sie die Anwendung EasyData.
Ungenügender Speicher	Für die Anwendung EasyData und die Datenlisten muss genügend Speicher vorhanden sein. EasyData benötigt 5000 Byte, um effizient zu laufen. Sie müssen Elemente aus dem Taschenrechnerspeicher löschen. Drücken Sie auf dem TI-Taschenrechner 2nd [MEM] 2:Mem Mgmt./Del. Wählen Sie die zu löschenden Elemente aus und drücken Sie DEL, um die ausgewählten Elemente zu löschen.
Taschenrechner entspricht nicht den Anweisungen in den Experimenten	Dieser Leitfaden gilt für alle TI-Taschenrechner, die die Anwendung EasyData laden können. Einige der Menünamen, Bildschirme oder Tasten in diesem Leitfaden stimmen möglicherweise nicht genau mit denen auf Ihrem Taschenrechner überein. Wenn Sie Ranger oder andere Programme verwenden, wählen Sie die dem am nächsten kommenden Optionen aus. Wenn die Anweisung beispielsweise lautet: „Wählen Sie Distance match“, würden Sie auf dem TI-83 die Option Dist match wählen.
Daten sehen falsch aus: ■ Punkte sind nicht auf der Kurve ■ zerklüftete Diagramme ■ flache Diagramme ■ unterbrochene Diagramme	Wiederholen Sie die Messsequenz und stellen Sie sicher, dass der CBR 2™ direkt auf das Objekt zielt. Beachten Sie die Seiten 6–9 zur effektiven Messung. Überprüfen Sie, dass sich im <i>freien Bereich</i> keine Schüler, Tische oder sonstigen Objekte befinden. Werden im gleichen Raum zwei CBR 2™-Geräte gleichzeitig verwendet, so sollte die erste Gruppe ihre Messung beenden, bevor die zweite Gruppe mit ihrer Messung beginnt. Überprüfen Sie die Verbindung zwischen Taschenrechner und CBR 2™. Stecken Sie immer beide Enden des Kabels fest ein. Überprüfen Sie den Batteriezustand (siehe Seite 40).
Verlorenes Gerät-zu-CBR 2™-Kabel	Sie können das I/O-Geräteverbindungskabel verwenden, das mit dem Taschenrechner mitgeliefert wurde. (Das Gerät-zu-CBR 2™-Kabel ermöglicht den automatischen Start von EasyData und eine zuverlässigere Verbindung; Sie sollten also eventuell ein Ersatzkabel bestellen.)
Häufig leere Batterien	Vor dem Verstauen des CBR 2™ sollten Sie die Anwendung EasyData ordnungsgemäß (mittels Quit) beenden (ebenso alle anderen CBR 2™- oder CBL-Programme) und die Verbindung zwischen dem CBR 2™ und dem Taschenrechner lösen.

EasyData Menü-Übersicht

Unter jedem Bildschirm werden eine oder mehrere Optionen angezeigt. Zur Auswahl einer Option drücken Sie die Graphiktaste direkt unter der Option.

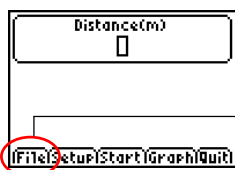
Um wie unten angegeben in den Menüs zu navigieren, wählen Sie die  mit gekennzeichneten Menüoptionen aus.

 weist darauf hin, dass Daten erfasst werden.



Drücken Sie zum Beispiel **GRAPH**, um Quit auszuwählen.

Hauptmenü



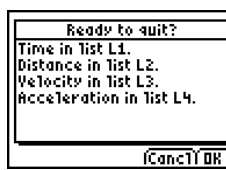
Menü File



Menü Setup

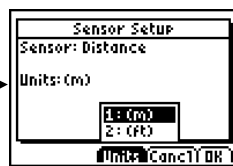


Menü Quit



1: Dist

Einheiten



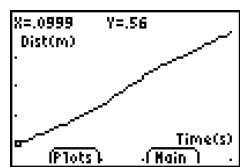
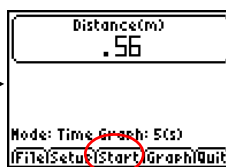
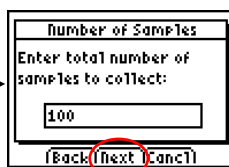
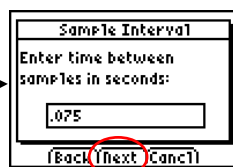
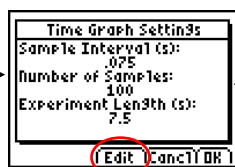
2: Time Graph

Abtastintervall eingeben

Anzahl eingeben

Time Graph-Modus

Beispieldiagramm

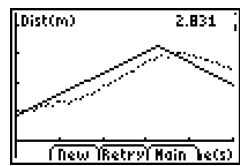
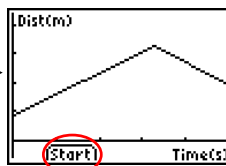
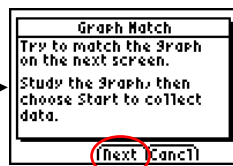


3: Distance Match

Anweisungen

Zu treffender Graph

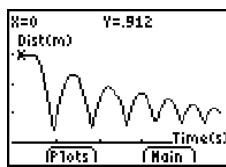
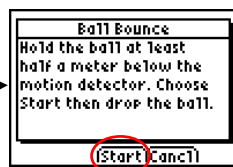
Anpassung



4: Ball Bounce

Anweisungen

Beispieldiagramm



Hinweise zu TI Produktservice und Garantieleistungen

Informationen über Produkte und Dienstleistungen von TI

Wenn Sie mehr über das Produkt- und Serviceangebot von TI wissen möchten, senden Sie uns eine E-Mail oder besuchen Sie uns im World Wide Web.

E-Mail-Adresse: **ti-cares@ti.com**

Internet-Adresse: **education.ti.com**

Service- und Garantiehinweise

Informationen über die Garantiebedingungen oder über unseren Produktservice finden Sie in der Garantieerklärung, die dem Produkt beiliegt. Sie können diese Unterlagen auch bei Ihrem Texas Instruments Händler oder Distributor anfordern.