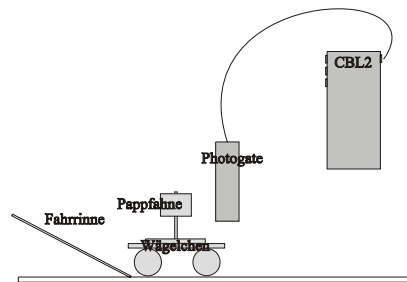


1. Experimente zur Verkehrsphysik

Einordnung	Physikunterricht der Sekundarstufe 1, bevorzugt ab Klasse 9						
Komplexität des Aufbaus	Einfach	<table><tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr></table> Komplex	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Schülerversuch möglich	Ja						
Zielsetzung/Besonderheiten	<p>Obwohl die meisten Richtlinien die Thematisierung der Geschwindigkeit in der Sekundarstufe I nicht explizit vorsehen, wird dieser Begriff in fast allen Schulbüchern systematisch behandelt. Schüler haben oft keine oder nur sehr unscharfe Vorstellungen zum Begriff der Geschwindigkeit. Da dieser Begriff jedoch für die Mechanik und nicht zuletzt für den Begriff der Kraft notwendig ist, ist es sinnvoll diese explizit zu thematisieren. Physikunterricht kann dazu beitragen, Gefahren des Straßenverkehrs zu erkennen. Gemeint ist hiermit, dass ein Sensibilisierungsprozess ausgelöst werden kann, der es ermöglicht, Konsequenzen des eigenen Verhaltens besser abzuschätzen. Wenn Schüler den Bremsweg unter verschiedenen Bedingungen in Experimenten beobachtet haben, kann ein begrifflicher Rahmen entstehen, welcher Gefahren sehen und einschätzen lässt. Eigene Erfahrungen dienen dabei als Grundlage. Ziele des hier dargestellten Experimentes sind deswegen das Messen von Geschwindigkeiten, und die Explikation der Relation von Bremsweg und Geschwindigkeit.</p>						
Benötigte Materialien	<p>Diverses Stativmaterial Eine Fahrrinne Ein Wägelchen (z.B. von Fahrbahn) Büroklammern / Gummis / etwas Pappe / Klebestreifen Eine Messlatte CBL2 Lichtschranke Photogate von Vernier Alternativ: TI83plus; TI92+; TI89; TI Voyage 200</p>						
Umfang der Beschreibung	<p>1.1 Messung von Geschwindigkeiten 1.2 Ermitteln des Zusammenhangs von Bremsweg und Geschwindigkeit.</p>						

1.1 Messen von Geschwindigkeiten

Schematischer Aufbau

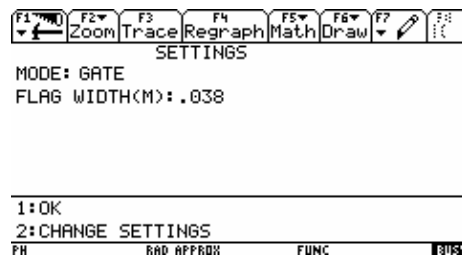


Gang des Versuchs

Das mit einem Fähnchen manipulierte Wägelchen wird auf die schiefe Ebene (Fahrrinne) gesetzt. Nach dem Loslassen beschleunigt der Wagen und fährt durch die Lichtschranke. Mit Hilfe der gemessenen Zeit und der Breite der Pappfahne kann die Geschwindigkeit des Wagens ermittelt werden. Zur Kommunikation mit dem CBL2 wird das Programm DATAGATE benutzt.

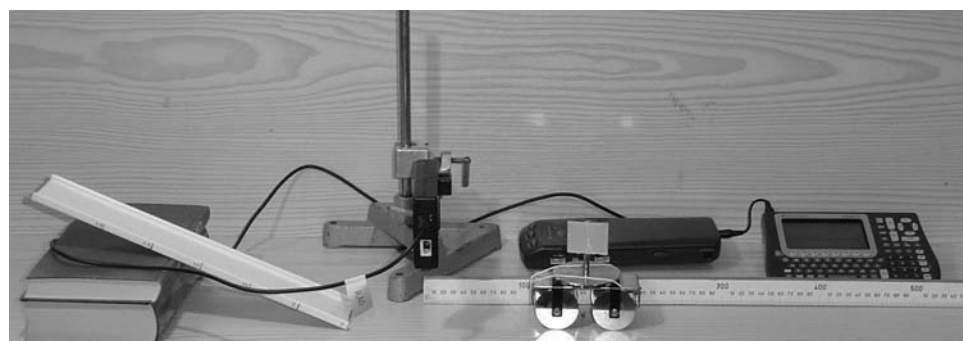
Einstellungen in DATAGATE

Im Programm muss die Einstellung GATE vorgenommen werden. In diesem Modus können nacheinander mehrere Messungen durchgeführt werden.



Die Messwerte werden gespeichert und können später im DATA MATRIX EDITOR bearbeitet werden.

Foto des Versuchsaufbaus



Beispiel

Die Fahne hat eine Breite von $b=3,8\text{cm}$. Es wurde eine Zeit von $t=0,0882\text{s}$ gemessen. Für die Geschwindigkeit ergibt sich entsprechend:

$$v = \frac{b}{t} = \frac{0,038\text{m}}{0,0882\text{s}} \approx 0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

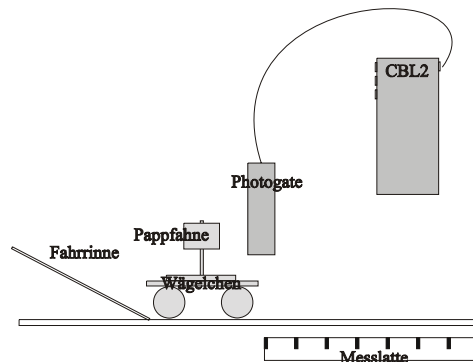
Didaktischer Hinweis

Schüler sollten dieses (unspektakuläre) Experiment möglichst selbstständig planen und durchführen. Vor allem der Begriff der Momentangeschwindigkeit – die hier ja gerade nicht gemessen werden

kann aber soll – ist fruchtbar zur Vertiefung der fundierenden physikalischen Konzepte.

1.2 Ermitteln des Zusammenhangs von Bremsweg und Geschwindigkeit

Schematischer Aufbau



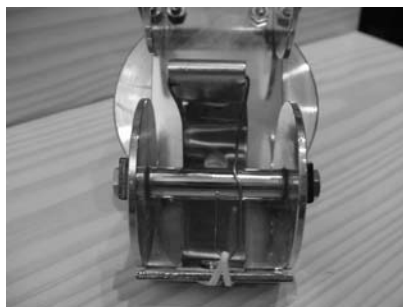
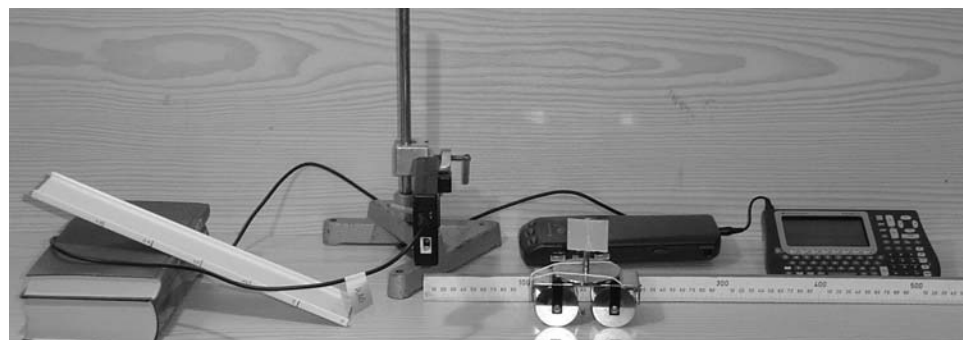
Gang des Versuchs

Das mit einem Fähnchen und einer Bremsvorrichtung manipulierte Wägelchen wird auf die schiefe Ebene (Fahrrinne) gesetzt. Die Bremswirkung kann z.B. durch eine mit einem Gummi justierte gebogene Büroklammer erzielt werden (Siehe Foto unten). Nach dem Loslassen beschleunigt der Wagen und fährt durch die Lichtschranke. Mit Hilfe der gemessenen Zeit und der Breite der Pappfahne kann die Geschwindigkeit des Wagens ermittelt werden. Beginnend ab der Lichtschranke wird eine Messlatte gelegt. Sie dient der Messung des Bremsweges. Die „Bremse“ sollte so justiert werden, dass der Wagen bei einer Geschwindigkeit von $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ungefähr einen Meter weit rollt. Zur Kommunikation mit dem CBL2 wird das Programm DATAGATE benutzt.

Einstellungen in DATAGATE

Im Programm muss die Einstellung GATE vorgenommen werden. In diesem Modus können nacheinander mehrere Messungen durchgeführt werden. Die Messwerte werden gespeichert und können später im DATA MATRIX EDITOR bearbeitet werden.

Foto des Versuchsaufbaus



1.2 Ermitteln des Zusammenhangs von Bremsweg und Geschwindigkeit – Beispiel

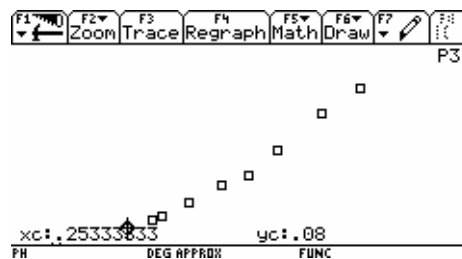
Beispiel

Die folgenden Werte wurden mit der zuvor vorgestellten Versuchsanordnung gemessen.

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Plot	Setup	Cell	Header	Calc	Util	Stat
DATA	N	t/s	u/(m/s)	s/m		
	c1	c2	c3	c4		
1	1.	.4	.095	.003		
2	2.	.15	.2533333	.08		
3	3.	.1246	.3049759	.115		
4	4.	.2114	.179754	.05		
5	5.	.0982	.3869654	.21		
6	6.	.1158	.328152	.14		
7	7.	.0828	.4589372	.29		

c1,Title="N"
PH DEG APPROX FUNC

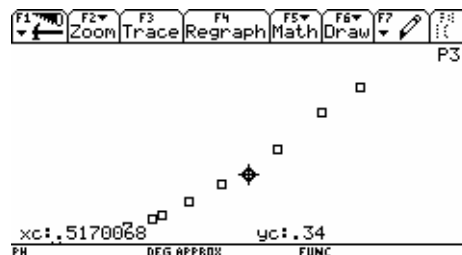
Die Daten wurden bereits im DATA MATRIX EDITOR aufbereitet. Die Geschwindigkeit wurde mit der Formel aus 1.1 berechnet. In der Spalte C4 finden sich die jeweils gemessenen Bremswege. Grafisch aufgetragen erhält man folgendes Bild:



Im TRACE-Modus lassen sich die einzelnen Messpunkte ansteuern. Der Zeiger repräsentiert hier das Messwertepaar $0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ und $0,08\text{m}$. Im Allgemeinen lässt sich die Regel

**Verdoppelt man die Geschwindigkeit,
so vervierfacht sich der Bremsweg**

mit dem gezeigten Experiment sehr schön nachweisen. Der Versuch wurde bereits mehrfach in neunten Klassen erprobt. Explorativ kann dies z.B. in einem ersten Schritt anhand der Messwerte geschehen. Im SCATTER Diagramm findet sich ein entsprechendes Messwertepaar, dass die Relation von Bremsweg und Geschwindigkeit bestätigt.

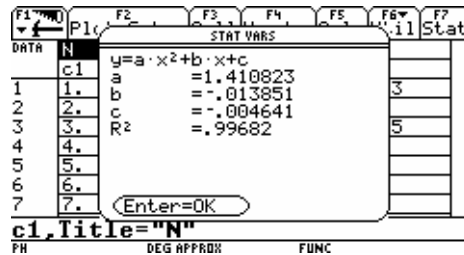


Für weiterführende Analysen und der Entwicklung eines Modells zur Vorhersage des Bremsweges in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit können die Regressionsmöglichkeiten der TI Rechner genutzt werden.

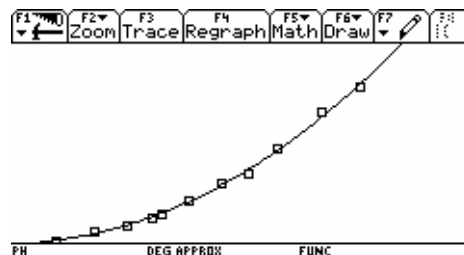
1.2 Ermitteln des Zusammenhangs von Bremsweg und Geschwindigkeit – Beispiel

Regressionsparabel

Wählt man im DATA MATRIX EDITOR die entsprechende die Regressionsmethode QUADREG und wendet sie auf die Datenspalten C3 und C4 an, so wird eine Parabel an die Datenpunkte gelegt. Gütekriterium ist wie bei der linearen Regression die Optimierung der Summe der Quadrate der senkrechten Abstände von Parabel und Datenpunkten. Im dargestellten Fall ergibt sich folgende Approximation:



Der R^2 -Wert zeigt an, dass es sich um eine sehr gute Approximation handelt. Die kleinen Werte für b und c geben wieder, dass die vorher genannte Regel auf die Daten zutrifft.



Didaktischer Hinweis

Natürlich kann die Methode im Unterricht der 9. Klasse nicht explizit thematisiert werden (Das wäre wohl auch im Unterricht der Oberstufe nicht unproblematisch). Jedoch reicht aus meiner Sicht der Hinweis aus, dass eine Parabel durch die Daten gelegt wird. Die Extrapolation von Daten ist den Schülern bereits von Experimenten wie dem ohmschen Gesetz bekannt. Alternativ kann auch v gegen s^2 angetragen und anschließend eine Gerade angetragen werden.