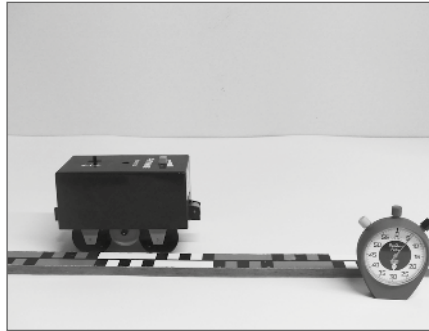


Ob Laufen, Fahren, Fliegen – Bewegung bedeutet immer eine Ortsveränderung.

**Material:**

elektrisch angetriebenes Fahrzeug, gerades Schienenstück (ca. 1 m lang), Stoppuhr, 1-m-Messlatte, Zeitmarkenschreiber, Schreibstreifen, Spannungsquelle (6 V~), Klebestreifen, elektronische Stoppuhr, Software (z. B. „Free Video to jpg Converter“ oder „Magix Fotostory delux“), Versuchsprotokoll B, Diagramm (quer)

**Aufgabe 1: Experiment**

Misst mit der Stoppuhr und der Messlatte, wie sich das Fahrzeug mit der Zeit fortbewegt. Legt dazu eine Messwerte-Tabelle an, in die ihr die zurückgelegte Strecke (gemessen in Metern) und die benötigte Zeit (gemessen in Sekunden) einträgt. Verwendet das Versuchsprotokoll B.

Strecke [m]	0							
Zeit [s]	0							

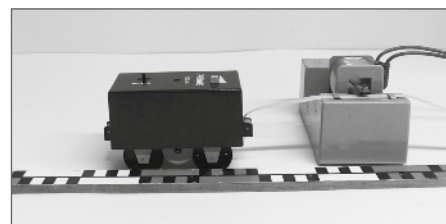
- Überträgt die Messwerte in das Diagramm (quer) (Zeit waagrecht und Strecke senkrecht).
- Wiederholt den Versuch und lässt das Fahrzeug langsamer oder schneller fahren. Notiert euer Ergebnis:

Die Messpunkte im Diagramm liegen \_\_\_\_\_, die durch \_\_\_\_\_ geht.  
Je schneller das Fahrzeug sich bewegt, umso \_\_\_\_\_ Gerade.  
Die Bewegung ist konstant, das Fahrzeug \_\_\_\_\_ Geschwindigkeit.

Das Verhältnis von zurückgelegtem Weg zur benötigten Zeit wird **Geschwindigkeit** genannt ( $v = \frac{s}{t}$ ; Einheit:  $\frac{m}{s}$ ).

**Aufgabe 2: Experiment (Messung mit einem Zeitmarkenschreiber)**

- Befestigt den Schreibstreifen hinten am Fahrzeug und führt ihn durch die Halterung am Zeitmarkenschreiber. Ist dieser an 6 V angeschlossen, hämmert der Stift 50 Mal pro Sekunde auf den Zeitstreifen.
- Zieht das Fahrzeug den Streifen durch das Gerät, erkennt man eine Punktfolge. Von Punkt zu Punkt sind  $\frac{1}{50} \text{ s} = 0,02 \text{ s}$  vergangen. Der Abstand der beiden Punkte entspricht dem zurückgelegten Weg des Fahrzeugs während dieser Zeitspanne. Bestimmt möglichst genau die Geschwindigkeit des Fahrzeuges mit dieser Methode.

**Aufgabe 3: Experiment (Messung mit einer Digitalkamera)**

Nehmt den oben beschriebenen Vorgang mit einem Video auf und analysiert den Versuch am PC bzw. am Tablet.

**Aufgabe 4:**

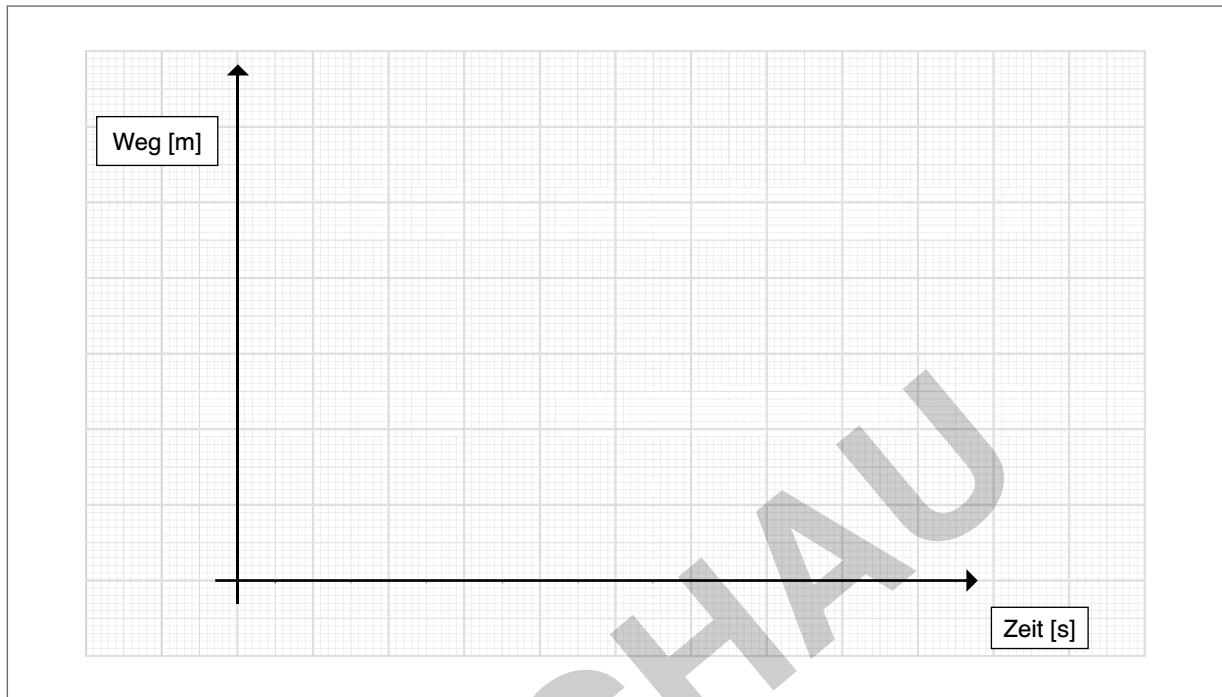
Vergleicht die drei Messmethoden. Was sind Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode?

Tauscht euch dazu aus.

H1

Startet die Messung, wenn das Fahrzeug den Nullpunkt der Messlatte passiert.  
 Misst dann die Zeit, die es vom Nullpunkt bis zur 10-cm-Marke benötigt.  
 Misst anschließend die Zeit, die es vom Nullpunkt bis zur 20-cm-Marke benötigt, usw.

H2



H3

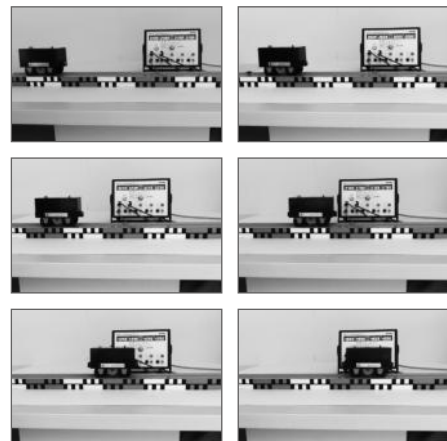
Wenn ihr den Abstand von einem Punkt zum nächsten messt, wirkt sich eine Ungenauigkeit von einem halben Millimeter schon deutlich aus.  
 Bestimmt besser den Abstand von 5 Intervallen (das entspricht einer Zeit von  $5 \cdot 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$ ) oder den von 10 Intervallen, dann wird das Resultat genauer.

H4

Mit „Free Video to jpg Converter“ können vom Video eine vorher bestimmte Zahl von Standbildern erstellt werden. Ist euer Video z. B. 5 Sekunden lang und erzeugt ihr davon 50 Bilder, so erhaltet ihr Momentaufnahmen im Abstand von 0,1 Sekunde. Ihr könnt das überprüfen, wenn ihr eine Stoppuhr mitlaufen lasst.

Mit der Software „Magix Fotostory delux“ erscheint euer Video in Einzelbildern auf einer Zeitleiste, die ihr bis auf 25 Bilder pro Sekunde dehnen könnt. Bestimmt mit dieser Methode die Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Hier sind aus einem Videoclip sechs Momentaufnahmen abgebildet. Bestimmt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs.



Zu 1) Die Messpunkte im Diagramm liegen auf einer Geraden, die durch den Ursprung geht. Je schneller das Fahrzeug sich bewegt, umso steiler verläuft die Gerade. Die Bewegung ist konstant, das Fahrzeug bewegt sich mit gleicher Geschwindigkeit.

Zu 2) Individuelle Lösungen; z. B. 5-Intervalle-Abstand: 37 mm, dann ist  $v = \frac{0,037 \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = 0,37 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Zu 4) Vergleich: Zeitmarkenschreiber und Videoanalyse sind viel genauer als die Zeitmessung mit einer Hand-

stoppuhr.

H1

Montiert die obere Lichtschranke bei jeder neuen Messung ein Stück tiefer, sodass sie zum Schluss dicht über dem Aufprallschalter befestigt ist.

H2

Nun könnt ihr die Stahlkugel mit dem angeklebten Schreibstreifen einfach tiefer als 50 cm fallen lassen. Die 50-cm-Stelle lässt sich dann bequem am Schreibstreifen bestimmen. Wie groß ist die Geschwindigkeit im Intervall vor bzw. nach der 50-cm-Marke?

H3

Sender, Empfänger und die Kameras sind miteinander verbunden (über Funksignale).

H4

a)  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{100000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} =$  \_\_\_\_\_

b)  $\frac{100 \text{ m}}{11,2 \text{ s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1000} =$  \_\_\_\_\_

H5

Lebewesen/Fahrzeug/Objekt	Geschwindigkeit [ $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ]	Geschwindigkeit [ $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ ]

Die größtmögliche Geschwindigkeit ist die des Lichts im Vakuum mit  $299\,782\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .



Zu H2) Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird immer größer, je kleiner das Messintervall über der 50-cm-Marke liegt. Sie nähert sich dem Wert von ca.  $3,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  an.

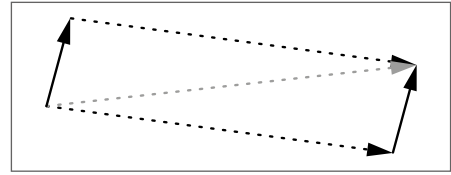
Zu H4)  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{100000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$\frac{100 \text{ m}}{11,2 \text{ s}} = 8,929 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 32,14 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Zu H5) (individuelle Angaben)

H1

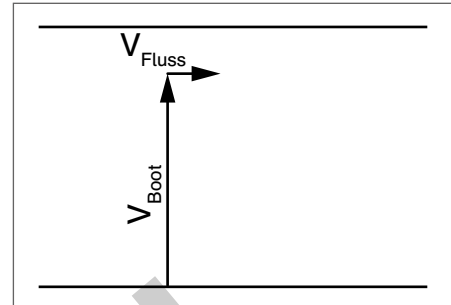
Zum Addieren der Pfeile (Vektoren) ist das Pfeilende des einen Pfeils durch Parallelverschiebung jeweils an die Pfeilspitze des anderen zu setzen. So ergibt sich ein Parallelogramm. Die Diagonale des Parallelogramms entspricht der Summe.



H2

Skizze zur Situation:

Ergänze anhand der Skizze, wie sich das Boot bewegen wird. Bestimme, wie weit das Boot abdriften wird.



H3

Beschreibe zunächst die beiden Bewegungen getrennt. Versuche anschließend, die Bewegung des Fahrzeuges insgesamt zu beschreiben.

H4

Die gestrichelte Linie wird zur Diagonalen eines Geschwindigkeitsparallelogramms. Der Geschwindigkeitspfeil des Flugzeuges misst dabei 8 cm, wenn der Pfeil der Luftströmung 1,2 cm lang ist.



Die Entfernung der beiden Pfeilspitzen beträgt genau 8 cm (1 cm entspricht  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ).

H5

**Verwandte Phänomene:**

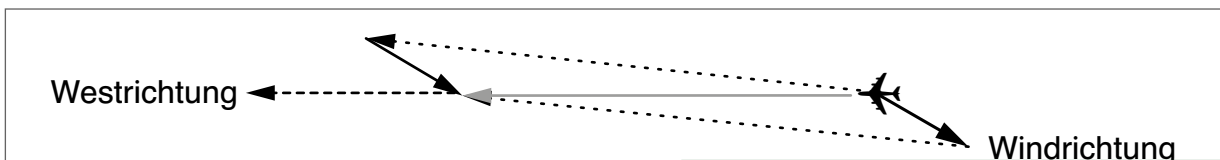
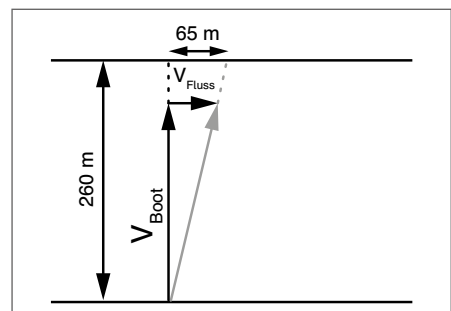
- Bewegungspfeil des Zuges in die eine Richtung, der einer Person z. B. in die andere.
- Bewegungsverlauf des Sprungs: Erst auf-, dann abwärts. Hierbei überlagert sich die Bewegung mit der des Fahrstuhls.



Zu H2) Das Boot wird 65 m abgetrieben.

Zu H4) Der gepunktete Pfeil muss eine Länge von 8 cm (entsprechend  $800 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ) haben.

Die Geschwindigkeit über Grund (Länge des grauen Pfeils) entspricht damit  $720 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .



**Versuchsprotokoll B (qualitative Versuche)**

Titel des Versuches:

<b>Auftrag:</b> (Kurzbeschreibung des Versuchsauftrags)																	
<b>Material / Aufbau und Versuchsskizze:</b>	(Text, evtl. Bild)																
<b>Durchführung:</b>	(Tätigkeiten notieren)																
<b>Beobachtung:</b>	(Beobachtung notieren. evtl. Skizze dazu zeichnen)																
<b>Messwerte:</b>	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																
<b>Auswertung, Erklärung:</b>	(Darstellung der Messwerte im Diagramm (extra Blatt)) (Auswertung des Diagramms mit Angabe des funktionalen Zusammenhangs der Messgrößen)																
<b>Zusammenfassung:</b>	(Mit Rückbezug auf die Aufgabenstellung eine Antwort aufgrund des Versuches formulieren)																

etrich Hinkeldey: 30 außergewöhnliche Schülerexperimente zur Dynamik  
 Auer Verlag