

Verschiedene Darstellungsformen für Bewegungsabläufe

Stand: 12.02.2021

Jahrgangsstufen	Alle Jahrgangsstufen
Fach/Fächer	Physik
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	
Benötigtes Material	

Kompetenzerwartungen

Lehrplan Physik FOS/BOS 10 (T, ABU) LB 1

Lehrplan Physik FOS 11 (ABU) LB 1

Lehrplan Physik BOS 12 (ABU) LB 1

Lehrplan Aspekte der Physik FOS/BOS 13 LB 1

Die Schülerinnen und Schüler...

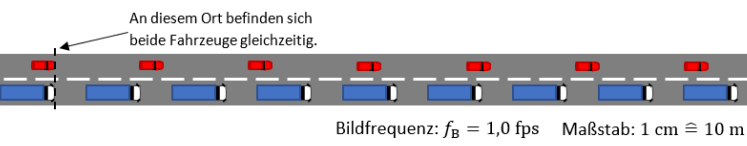
- dokumentieren Bewegungen durch geeignete Darstellungen (z. B. Diagramme), um sie hinsichtlich Geschwindigkeit (auch Momentangeschwindigkeit) und Ortsänderung miteinander zu vergleichen.
- ermitteln aus Stroboskopbildern von geradlinig bewegten Körpern, die in ihrer Alltagserfahrung vorkommen, nach Festlegung eines geeigneten Bezugssystems Orte und Ortsänderungen durch Messen und ziehen anhand unterschiedlicher Zeitaufösungen der Bilder Rückschlüsse über den Betrag mittlerer und momentaner Geschwindigkeiten.

Aufgabe

In der folgenden Aufgabensequenz werden verschiedene Darstellungsformen von Bewegungen am Beispiel geradliniger Bewegungen aus dem Straßenverkehr thematisiert. Dabei steht insbesondere der Wechsel zwischen den Darstellungsformen im Mittelpunkt.

Darstellungsformen für Bewegungsabläufe (1)

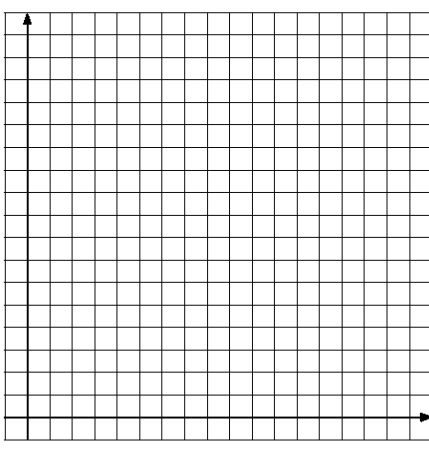
A) Stroboskopbild



B) Wertetabelle

t in s									
x _A in m									
x _T in m									

C) Zeit-Ort-Diagramm



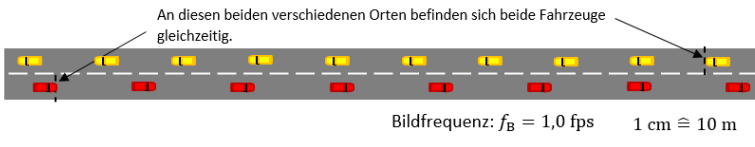
-1-

Abbildung 1: Screenshot 1

- 1.1 Füllen Sie für das Auto und den LKW die Wertetabelle aus. Legen Sie dazu zu Beginn eine sinnvolle x -Achse sowie einen Zeitnullpunkt $t_0 = 0$ fest.
- 1.2 Übertragen Sie die Werte der Wertetabelle in das Zeit-Ort-Diagramm (t - x -Diagramm) nach Wahl einer sinnvollen Skalierung der beiden Achsen. Zeichnen Sie durch die eingetragenen Punkte für beide Fahrzeuge jeweils einen sinnvollen Graphen (Zusatzinformation: beide Fahrzeuge haben jeweils eine konstante Geschwindigkeit!).
- 1.3 Bestimmen Sie jeweils den Betrag der Geschwindigkeit beider Fahrzeuge in km/h.
- 1.4 Bestimmen Sie mithilfe des Stroboskopbildes den Abstand beider Fahrzeuge nach der Zeitdauer $\Delta t = 5,0$ s, nachdem die Fahrzeuge exakt nebeneinander waren.
- 1.5 Markieren Sie im t - x -Diagramm den Zeitpunkt, zu dem der Vorsprung des PKW vor dem LKW $\Delta x = 35$ m beträgt.

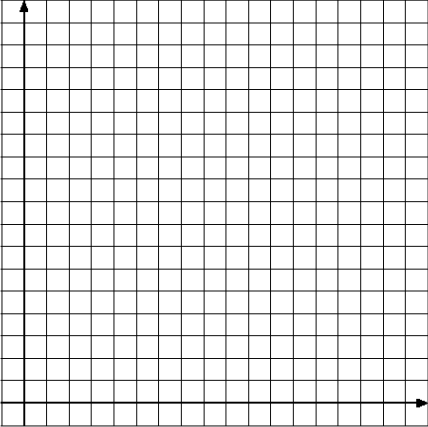
Darstellungsformen für Bewegungsabläufe (2)

A) Stroboskopbild



Bildfrequenz: $f_B = 1,0 \text{ fps}$ $1 \text{ cm} \equiv 10 \text{ m}$

C) Zeit-Ort-Diagramm



B) Wertetabelle

t in s																				
x_R in m																				
x_L in m																				

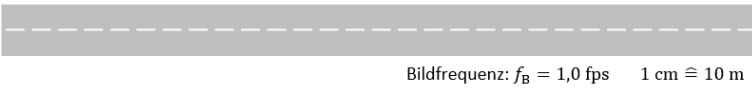
-2-

Abbildung 2: Screenshot 2

- 2.1 Füllen Sie für beide Fahrzeuge (R für nach rechts fahrend bzw. L für nach links fahrend) jeweils die Wertetabelle aus. Legen Sie dazu zu Beginn eine sinnvolle x -Achse sowie einen Zeitnullpunkt $t_0 = 0$ fest.
- 2.2 Übertragen Sie die Werte der Wertetabelle in das Zeit-Ort-Diagramm (t - x -Diagramm) nach Wahl einer sinnvollen Skalierung der beiden Achsen. Zeichnen Sie durch die eingetragenen Punkte für beide Fahrzeuge jeweils einen sinnvollen Graphen (Zusatzinformation: Fahrzeuge haben beide jeweils eine konstante Geschwindigkeit!).
- 2.3 Bestimmen Sie jeweils den Betrag der Geschwindigkeit beider Fahrzeuge.
- 2.4 Geben Sie mithilfe des t - x -Diagramms folgende Werte an: den Zeitpunkt, zu dem sich und den Ort, an dem sich beide Fahrzeuge begegnen. Markieren Sie diesen Ort im Stroboskopbild.
- 2.5 Geben Sie den Zeitpunkt an, zu dem der Abstand beider Fahrzeuge wieder genauso groß ist wie bei der ersten Aufnahme im Stroboskopbild.

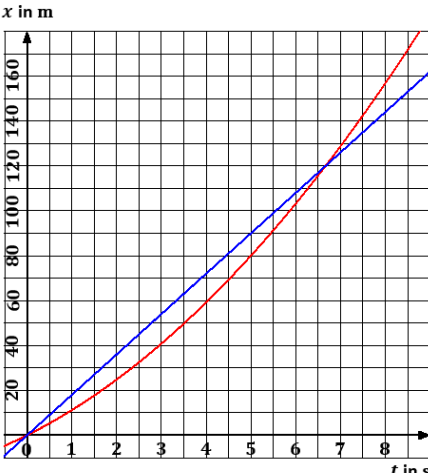
Darstellungsformen für Bewegungsabläufe (3)

A) Stroboskopbild



Bildfrequenz: $f_B = 1,0 \text{ fps}$ $1 \text{ cm} \equiv 10 \text{ m}$

C) Zeit-Ort-Diagramm



B) Wertetabelle

t in s									
x_1 in m									
x_2 in m									

-3-

Abbildung 3: Screenshot 3

- 3.1 Beschreiben Sie den Bewegungsablauf in Worten.
- 3.2 Bestimmen Sie den Betrag der mittleren Geschwindigkeit des Fahrzeugs, das nicht mit konstanter Geschwindigkeit fährt.
- 3.3 Geben Sie den Zeitpunkt an, zu dem beide Fahrzeuge gleich schnell sind.
- 3.4 Füllen Sie für beide Fahrzeuge jeweils die Wertetabelle in Zeitschritten der Länge $\Delta t = 1,0 \text{ s}$ aus.
- 3.5 Erstellen Sie oben ein Stroboskopbild, das zur Aufnahme dieser Wertetabelle geführt haben könnte.
- 3.6 Markieren Sie im Stroboskopbild den Ort, an dem das eine Fahrzeug das andere Fahrzeug wieder einholt.

Hinweise zum Unterricht

Die Lösungshinweise unter den Hinweisen zum Unterricht sind nicht als vollständige, alternativlose Lösungserwartung zu sehen. Auch von einer strengen physikalischen Fachnotation wird hier abgesehen.

In allen drei Arbeitsblättern (siehe auch im begleitenden Material zur Aufgabe) ist jeweils die Bewegung zweier Fahrzeuge auf einem geradlinigen Straßenabschnitt dargestellt.

Arbeitsblatt 1: Überholvorgang zweier Fahrzeuge mit konstanter Geschwindigkeit

Arbeitsblatt 2: Begegnungsvorgang zweier Fahrzeuge mit konstanter Geschwindigkeit

Arbeitsblatt 3: Überhol-/Einholvorgang zweier Fahrzeuge, bei dem eines der beiden Fahrzeuge beschleunigt.

Die Arbeitsblätter sind in jeweils vier Bereiche eingeteilt:

Abschnitt A: Stroboskopbild der Bewegung beider Fahrzeuge für einen bestimmten Streckenabschnitt

Abschnitt B: zugehörige Wertetabelle der dargestellten Bewegung

Abschnitt C: Diagramm, das die jeweilige Bewegung beschreibt

Freier Abschnitt (unten): für mögliche Schlussfolgerungen oder Merksätze vorgesehen

Der Ausdruck der Arbeitsblätter sollte im Querformat DIN A4 erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Diagramme im Ausdruck die richtige Größe aufweisen (9,5 cm x 9,5 cm). Es stehen zur Veranschaulichung für die ersten beiden Vorgänge jeweils eine Bildfolge als Powerpoint (pptx-Datei) zur Verfügung:

- Bildfolge Aufgabe 1.pptx
- Bildfolge Aufgabe 2.pptx

Diese sind als Unterstützung gerade beim Einstieg in das neue Thema hilfreich, um die zeitliche Abfolge während der jeweiligen Bewegung besser nachvollziehen zu können.

Die Arbeitsblätter sind zur Erarbeitung neuer Inhalte im Unterricht gedacht. Daher sind Bereiche für etwaige Überschriften freigehalten. Ebenfalls sinnvoll ist der Einsatz der Aufgaben in einem möglicherweise stattfindenden Förderunterricht, auch in der Ausbildungsrichtung Technik. Bei einem Einsatz in FOS 11 (T) bzw. BOS 12 (T) können die Aufgaben um das Aufstellen der entsprechenden Koordinatengleichungen ergänzt werden. Auch eine Verbalisierung der Bewegungsabläufe ist denkbar (siehe Aufgabe 3.1).

Es wurde in der Aufgabe bewusst der Begriff „Geschwindigkeit“ synonym für die Geschwindigkeitskoordinate verwendet. Deren Einführung ist in der Vorklasse noch nicht zielführend. Teilweise wurde in den Aufgabenstellungen bewusst auf Bezeichnungen mit

indizierten Größen verzichtet, um die Schülerinnen und Schüler für die Problematik gleichlautender Bezeichnungen (fehlende Übersichtlichkeit u. ä.) zu sensibilisieren.

Im Rahmen der Bearbeitung der Aufgaben treten viele grundsätzliche Problemstellungen auf, die bei der Darstellung von Bewegungen eine Rolle spielen, wie z. B.:

- Zur Beschreibung der Bewegung eines Körpers muss ein fester Punkt des Körpers als Messpunkt gewählt werden, z. B. hier jeweils die vordere Stoßstange der Fahrzeuge. Auf diesen Punkt beziehen sich dann sämtliche, die beiden Fahrzeuge vergleichenden Aussagen, wie etwa: „Die Fahrzeuge befinden sich exakt nebeneinander.“
- Zur Beschreibung von Bewegungen in Diagrammen muss jeweils ein frei wählbarer, aber dann fester Nullwert für die Zeit- und die Ortskoordinatenachse bestimmt werden.
- Für die Darstellung von Bewegungen mehrerer Körper in einem t - x -Diagramm darf nur eine x -Achse mit einem Nullwert und einer bestimmten Orientierung gewählt werden.
- Je nach Wahl der Nullwerte sowie der Orientierung der x -Achse ergeben sich verschiedene Wertetabellen und Diagramme. Somit sind also Wertetabellen und Diagramme nicht eindeutig.
- Es ist jeweils eine sinnvolle Skalierung der Achsen zu wählen („nicht zu groß, nicht zu klein...“).
- Bei der Eintragung von Wertepaaren in ein Diagramm ist auf den Maßstab und damit auf die korrekte Positionierung der Punkte zu achten.
- Das Stroboskopbild und die Wertetabelle reichen zur umfassenden Beschreibung der Bewegung nicht aus, da aus diesen Darstellungen nicht hervorgeht, wie sich die Bewegung des jeweiligen Körpers zwischen zwei Zeitpunkten verhält. Es ist also zu einem frühen Zeitpunkt der Aufgabenbearbeitung zu thematisieren, dass eigentlich die Zusatzinformation notwendig ist, dass die Fahrzeuge ggf. mit konstanter Geschwindigkeit fahren.
- Es ist kritisch zu hinterfragen, ob man die Graphen im t - x -Diagramm über den letzten bekannten Punkt hinaus zeichnen darf oder nicht.

Mögliche Lösungen:

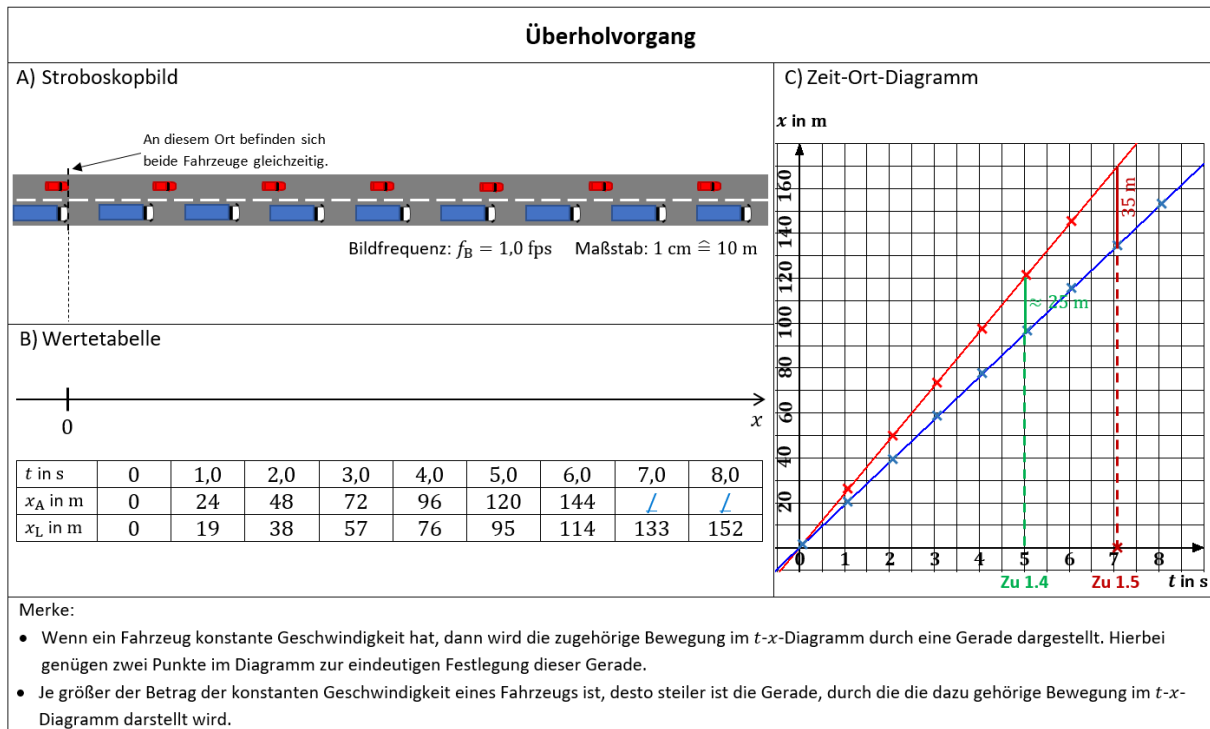


Abbildung 4: Screenshot 4

$$1.3 \quad v_A = \frac{144 \text{ m}}{6,0 \text{ s}} = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{86 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}; \quad v_L = \frac{152 \text{ m}}{8,0 \text{ s}} = 19 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{68 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

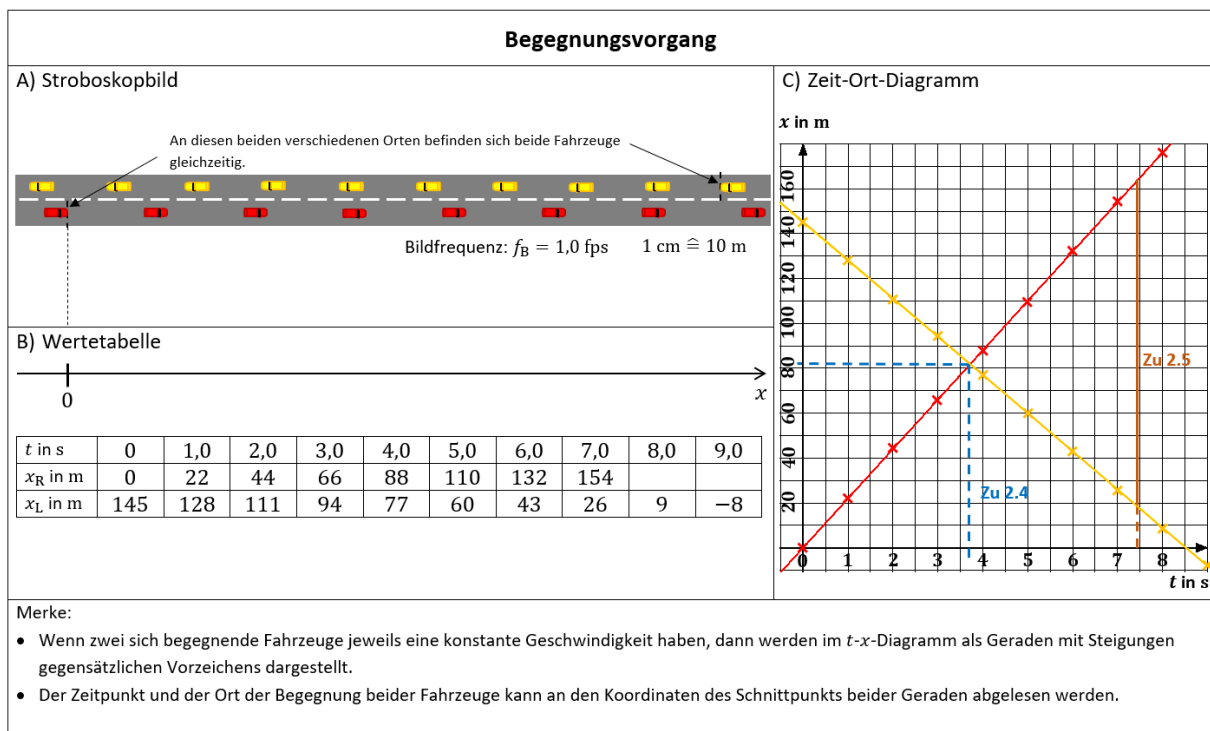


Abbildung 5: Screenshot 5

$$2.3 \quad v_R = \frac{154 \text{ m}}{7,0 \text{ s}} = \underline{\underline{22 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}; \quad v_L = \left| \frac{26 \text{ m} - 145 \text{ m}}{7,0 \text{ s}} \right| = \underline{\underline{17 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$2.4 \quad t_B \approx 3,7 \text{ s} \text{ bzw. } x_B \approx 82 \text{ m}$$

$$2.5 \quad t_G \approx 7,4 \text{ s}$$

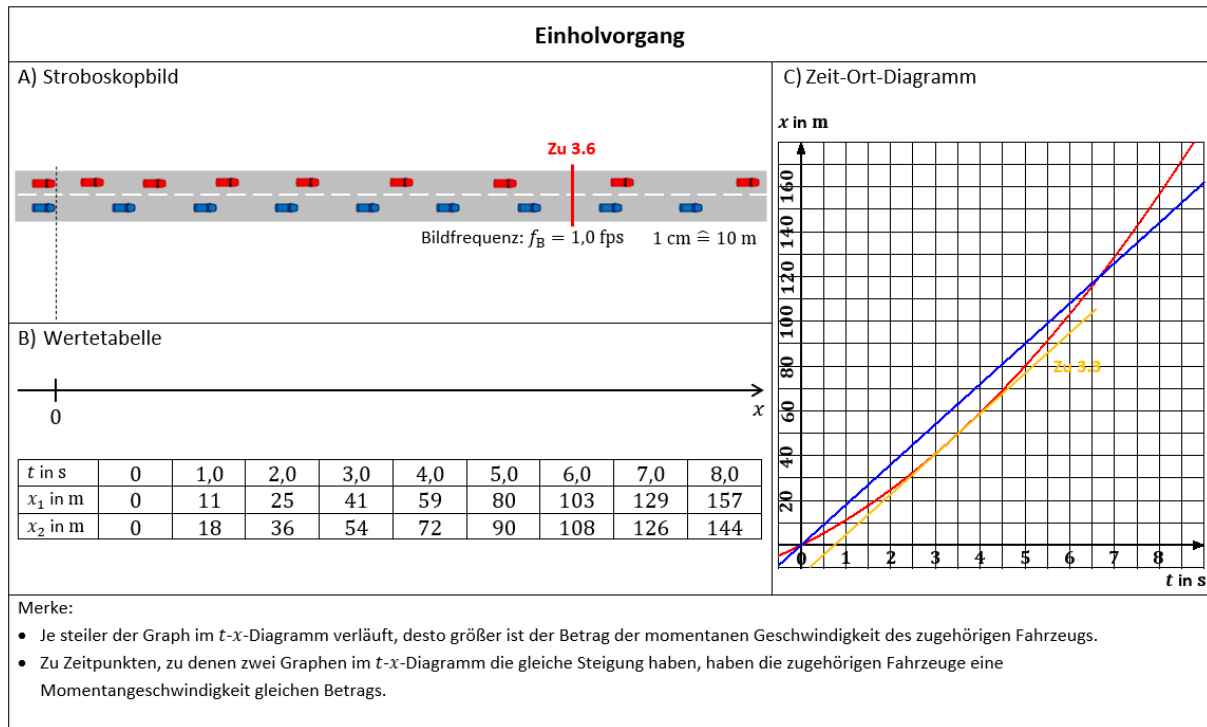


Abbildung 6: Screenshot 6

3.1 Beide Fahrzeuge sind zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ auf gleicher Höhe. Das überholte (rot dargestellte) Fahrzeug wird allmählich schneller, wodurch es ab einem gewissen Zeitpunkt wieder an Rückstand gegenüber dem blau dargestellten Fahrzeug aufholt. Nach dem erneuten Überholvorgang beschleunigt das rote Fahrzeug weiter und gewinnt an Vorsprung gegenüber dem blauen Fahrzeug.

$$3.2 \quad \bar{v}_1 = \frac{157 \text{ m}}{8,0 \text{ s}} = \underline{\underline{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

3.3 $t_G \approx 3,5 \text{ s}$ (Zeitpunkt, an dem beide Graphen im t - x -Diagramm die gleiche Steigung haben)

Mögliche Folgerungen/Merksätze:

Arbeitsblatt 1:

- Hat ein Fahrzeug konstante Geschwindigkeit, so wird die zugehörige Bewegung im t - x -Diagramm durch eine Gerade dargestellt. Hierbei genügen im Prinzip zwei Punkte im Diagramm zur eindeutigen Festlegung dieser Gerade.
- Je größer der Betrag der konstanten Geschwindigkeit eines Fahrzeugs ist, desto steiler ist die Gerade, durch die die dazu gehörige Bewegung im t - x -Diagramm darstellt wird.

Arbeitsblatt 2:

- Fahrzeuge, die sich mit jeweils konstanter Geschwindigkeit in entgegengesetzte Richtungen bewegen, werden im t - x -Diagramm als Geraden mit Steigungen gegensätzlichen Vorzeichens dargestellt.
- Der Zeitpunkt und der Ort der Begegnung beider Fahrzeuge kann an den Koordinaten des Schnittpunkts beider Geraden abgelesen werden.

Arbeitsblatt 3:

- Je steiler der Graph im t - x -Diagramm verläuft, desto größer ist der Betrag der momentanen Geschwindigkeit des zugehörigen Fahrzeugs.
- Zu Zeitpunkten, zu denen zwei Graphen im t - x -Diagramm die gleiche Steigung haben, haben die zugehörigen Fahrzeuge eine Momentangeschwindigkeit gleichen Betrags.

Quellen- und Literaturangaben

Abbildungen 1 bis 6: Screenshots 1 bis 6, inklusive eingebetteter Stroboskopbilder eigene Abbildungen, Christian Schiller, 30.11.2020