

Lineare Bewegungen

1. Beschreiben Sie zwei für den Unterricht geeignete Methoden zur Aufnahme des Zeit-Weg-Diagramms einer linearen Bewegung.

Das Lesen und Verfassen eines Koordinatensystems wird in der Hauptschule in der fünften Klassenstufe im Mathematikunterricht behandelt.

Darauf aufbauend kann in der neunten Jahrgangsstufe das Zeit-Weg-Diagramm einer linearen Bewegung eingeführt werden.

Erste Methode:

Ein (Spiel-)Auto fährt eine gerade Strecke mit einer gleich bleibenden Geschwindigkeit. In gleichen Abständen wird die Zeit gemessen.

Der Lehrer kennzeichnet eine gerade Strecke auf dem Boden. Die Schüler messen die Strecke ab und teilen sie durch die Anzahl der Schüler. Das Ergebnis gibt den Abstand zwischen den einzelnen Zeitmesspunkten an. So können die Schüler auf der Strecke die Messpunkte abtragen. Dann stellt sich jeder Schüler mit einer Stoppuhr an einen Messpunkt. Der Lehrer oder ein Schüler steht an einem Ende der Strecke, sagt deutlich los und lässt das Auto starten. Gleichzeitig lassen alle Schüler ihre Stoppuhr loslaufen und stoppen sie, sobald das Auto ihre Markierung berührt. Die Zeiten werden dann in eine Weg-Zeit-Tabelle übertragen und mit Hilfe eines Zeit-Weg-Diagramms dargestellt.

Zweite Methode:

Ein (Spiel-)Auto fährt eine gerade Strecke mit einer gleich bleibenden Geschwindigkeit. In gleichen Zeitabständen wird der zurückgelegte Weg gemessen.

Für die Zeitangabe wird ein Metronom genommen. Das Auto wird gestartet und pro Metronomensschlag wird eine Markierung an die Stelle gemacht, an der das Auto zu diesem Zeitpunkt war. Am Ende werden die jeweiligen Abstände vom Start aus zu den einzelnen Markierungen gemessen. Die Werte werden in eine Zeit-Weg-Tabelle übertragen und dann mit Hilfe eines Zeit-Weg-Diagramms dargestellt.

2. Der funktionelle Zusammenhang zwischen den Größen Weg und Zeit soll im Unterricht für die gleichförmig beschleunigte Bewegung experimentell ermittelt werden. Skizzieren Sie dazu eine Unterrichtseinheit! Geben Sie erforderliche Lernvoraussetzungen, Grob- und Feinziele sowie eingesetzte Medien an!

Unter einer gleichförmig beschleunigten Bewegung sei hier verstanden, dass sich ein Körper mit einer konstanten Beschleunigung bewegt. Üblicherweise wird dies in vielen Schulbüchern als gleichmäßig beschleunigte Bewegung bezeichnet. Unter gleichförmiger Bewegung verstehen die meisten Schulbücher, dass die Geschwindigkeit (Tempo und Richtung) konstant ist (einzelne Bücher auch nur, dass das Tempo konstant ist).

Unterrichtseinheit

Thema: gleichförmig beschleunigte Bewegung

Lernvoraussetzungen:

- Die Schüler kennen die physikalischen Größen zur Beschreibung von Bewegung. Dazu gehören Weg, Zeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung.
Der **Weg** gibt an, wie groß die Länge der Bahn zwischen zwei Orten bei einer Bewegung ist.
Formelzeichen: s
Einheit: ein Meter (1m)
Die **Zeit** gibt an, wie groß die Dauer zwischen zwei Ereignissen ist.
Formelzeichen: t
Einheit: eine Sekunde (1s)
Die **Geschwindigkeit** gibt an, wie schnell oder langsam sich ein Körper bewegt.
Formelzeichen: v
Einheit: ein Meter pro Sekunde (1m/s)
ein Kilometer pro Stunde (1km/h)
Gleichung zur Berechnung: $v = \Delta s / \Delta t$
 Δs = Wegänderung
 Δt = Zeitintervall
Die **Beschleunigung** gibt an, wie sich die Geschwindigkeit eines Körpers ändert.
Formelzeichen: a
Einheit: ein Meter pro Quadratsekunde (1m/s²)
Gleichung zur Berechnung: $a = \Delta v / \Delta t$
 Δv = Geschwindigkeitsänderung
 Δt = Zeitintervall
- Die Schüler können die gleichförmige und ungleichförmige Bewegung voneinander unterscheiden.

Grobziel:

Die Schüler sollen experimentell ein Zeit-Weg-Diagramm aufstellen und feststellen, dass bei einer gleichförmig beschleunigten Bewegung der zurückgelegte Weg zu dem Quadrat der Zeit proportional ist.

Feinziele:

- Die Schüler sollen das Gelernte aus vergangenen Stunden auf neue Situationen übertragen und somit wiederholen.
- Die Schüler sollen in einer Gruppe arbeiten und dabei selbständig die Aufgaben auf die Gruppenmitglieder verteilen.
- Die Schüler sollen das genaue Lesen und Verstehen üben.
- Die Schüler sollen selbständig mit Hilfe einer Skizze einen Versuch genau aufbauen.
- Die Schüler sollen einen Messvorgang durchführen und auswerten können.
- Die Schüler sollen den Umgang mit einer Stoppuhr üben.
- Die Schüler sollen lernen, dass zur Durchführung eines Experimentes auch immer die Beschaffung und das Wegräumen von Materialien dazu gehören.
- Die Schüler sollen das graphische Darstellen von Tabellenwerten üben.
- Die Schüler sollen das Interpretieren von Diagrammen üben.
- Die Schüler sollen eine Beziehung zwischen Werten in einer Tabelle erkennen (dass sich t^2 verdoppelt).
- Die Schüler sollen sich erinnern, wie man Proportionalität überprüft.
- Die Schüler sollen mit der Formel s/t^2 die Proportionalität von Weg und Quadrat der Zeit rechnerisch überprüfen.

Unterrichtsskizze:

Zeit	Artikulation	Arbeits-/Sozialform	Geplantes L-Verh.	Erwartetes S-Verh.	Medien, Materialien
5 min	Motivation und Wiederholung	I UG	- zeigt verschiedene Bilder hintereinander ohne Kommentar - „Was haben diese Bilder gemeinsam und was ist unterschiedlich?“	- „Es handelt sich überall um Bewegung. Bei Bild 1 handelt es sich um eine ungleichförmige, bei Bild 2 um eine gleichförmige, bei Bild 3 um eine Kreisbewegung und bei Bild 4 um eine gleichförmig beschleunigte Bewegung“	OHP Bild 1: ein Autorennen Bild 2: Wagon einer Seilbahn Bild 3: ein Karussell Bild 4: Flugzeug kurz vorm Abheben Bild 5: Bild 1-4 in klein
1 min	Zielangabe	verbl	-klappt TA auf: - „Heute schauen wir uns die gleichförmig beschleunigte Bewegung genauer an. Ihr werdet dazu einen Versuch durchführen und mit Hilfe der gewonnen Daten ein Zeit-Weg-Diagramm erstellen.“		TA mit Überschrift: „Die gleichförmig beschleunigte Bewegung“, einer s-t-t ² -Tabelle und einem t-s-Diagramm
5 min	Vorbereitung	verbl GA	- erklärt Versuch - teilt Schüler in Kleingruppen - teilt ABB aus	- verteilen innerhalb der Gruppe Aufgaben: > Material holen/wegschaffen > Aufbauen des Versuches > Zeit stoppen > protokollieren	ABB mit Beschreibung der Versuchsdurchführung, -skizze und s-t-t ² -Tabelle
20 min	Erarbeitung/Versuchsdurchführung	GA	Hinter verdeckter Tafel: - trägt seine Werte in Tabelle ein - zeichnet den Graphen - gibt bei Problemen in den Gruppen Hilfestellungen	- jede Gruppe führt Versuch durch und füllt Tabelle auf ABB aus - räumen Platz wieder auf - zeichnen mit den gewonnen Ergebnissen ein Zeit-Weg-Diagramm	- ABB - Wagen, Fahrbahn (1,5m), Ständer (0,2m), drei Stoppuhren, ein Längenmessgerät und ein Klebeband - Schulheft
5 min	Erarbeitung/Versuchsauswertung	UG	- „jeder von euch müsste jetzt einen so ähnlichen Graphen bei sich im Heft haben“ - „Beschreibt den Graphen!“ - „Fällt euch was bei den Werten in der Tabelle auf?“ - stellt Vermutung auf, dass die beiden Größen (Weg	- vergleichen ihren Graph mit Graph an TA - „Der Graph ist parabelförmig, d.h. man benötigt für das zurücklegen einer Wegstrecke immer weniger Zeit.“ - „t ² verdoppelt sich pro Wegstrecke.“ - überprüfen Vermutung, indem sie s/t ² rechnen	- TA - ABB - Schulheft

			und Quadrat der Zeit) sich proportional zueinander verhalten	und schauen, ob Quotient konstant	
5 min	Erkenntnis			- stellen fest $s/t^2 = \text{konstant} > s \sim t^2$	- Schulheft
4 min	Sicherung	EA	- ergänzt an TA $s/t^2 = \text{konstant} > s \sim t^2$	- schreiben in ihr Heft $s/t^2 = \text{konstant} > s \sim t^2$	- TA - Schulheft

Abkürzungen:

ABB = Arbeitsblatt

TA = Tafel

OHP= Overheadprojektor

EA = Einzellarbeit

GA= Gruppenarbeit

I = Instruktion

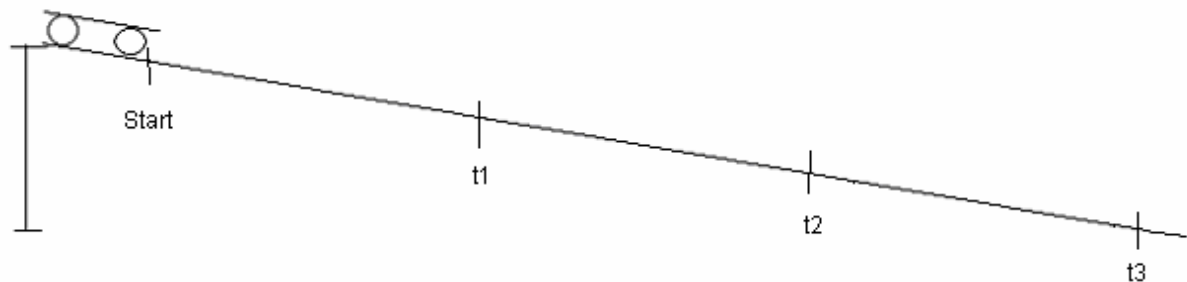
verbI = verbale Instruktion

UG = Unterrichtsgespräch

ABB

Versuch zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung

Versuchsaufbauskizze



Aufgaben:

Baue den Versuch nach der Skizze auf!

Du benötigst einen Wagen, eine Fahrbahn mit einer Länge von 1,10 m, einem Ständer mit einer Höhe von 0,20 m, drei Stoppuhren, ein Längenmessgerät und ein farbiges Klebeband.

Markiert mit Hilfe des Klebebandes auf der Fahrbahn Start (nach 0,10 m), t_1 (nach 0,40 m), t_2 (nach 0,70 m) und t_3 (nach 1,00 m), wie in der Skizze.

Sobald der Wagen losrollt, laufen die Uhren. Stoppt jeweils die Zeit bei t_1 , t_2 und t_3 sobald das erste Rad die Markierung erreicht hat.

Führe den Versuch drei Mal durch und schreibe deine Ergebnisse in die folgenden Tabellen.

Weg s in m	0,30	0,60	0,90
Zeit t in s			
Quadrat der Zeit t^2 in s^2			

Die Tabelle ist drei Mal abgebildet für die drei Versuche. Die unterste Zeile bleibt frei und wird dann von den Schülern im weiteren Verlauf der Stunde mit „ s/t^2 in m/s^2 “ ausgefüllt.

Quadriere die jeweils die Zeit und schreibe deine Ergebnisse in die dritte Zeile.

Zeichne in dein Heft ein Zeit-Weg-Diagramm mit den drei Graphen zu den Werten aus den drei Tabellen! (dabei gibt die x-Achse die Zeit und die y-Achse den Weg an)

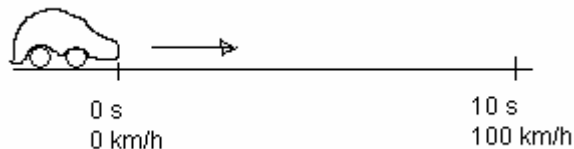
3. Stellen sie dar, wie Sie für die Hauptschule den Beschleunigungsbegriff einführen!

Nach Lehrplan wird in der fünften Klassenstufe das Beschleunigen und Bremsen mit dem Fahrrad unter verschiedenen äußeren Bedingungen behandelt. In der neunten Jahrgangsstufe wird auf den Beschleunigungsbegriff näher eingegangen.

Die Schüler haben zuvor bereits die Begriffe Geschwindigkeit, Durchschnittsgeschwindigkeit, Momentangeschwindigkeit erarbeitet.

Zu Beginn der Stunde lese ich den Schülern eine kurze Geschichte vor: Frau Mayer hat sich endlich entschlossen, ihren alten Wagen zu verkaufen. Besonders geärgert hat sie an ihrem Wagen, dass sie kaum in der Lage war, selbst langsame Lkws auf der Landstraße zu überholen. Ihr neues Traumauto erlaubt ihr innerhalb von 10 Sekunden aus dem Stand eine Geschwindigkeit von 100 km/h zu erreichen.

Ich frage die Schüler, was ihnen die Zahlen sagen. Die Schüler fassen kurz zusammen und ich mache an der Tafel eine entsprechende Skizze.

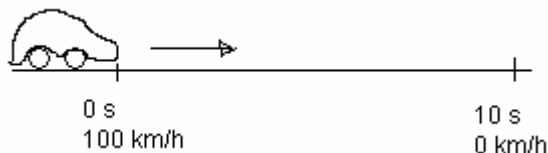


Dann frage ich (I) die Schüler (S), wie man diesen Vorgang nennt. S: Beschleunigung

Ich schreibe an die Tafel Beschleunigung und gebe somit das Stundenziel an.

I: Man nennt diese Art von Beschleunigung positive Beschleunigung. Demnach gibt es auch eine negative Beschleunigung, was könnte das sein? Was stellt ihr euch darunter vor? S: Bremsen; Fahrzeug wird langsamer...

Ich zeichne neben meine erste Skizze eine Zweite.



Ich fasse zusammen: Jede Art von Geschwindigkeitsänderung ist eine Beschleunigung. Wird das Fahrzeug schneller, spricht man von einer positiven Beschleunigung, verringert sich die Geschwindigkeit, von negativer Beschleunigung.

Ich ergänze „positive Beschleunigung“ und „negative Beschleunigung“ über meinen Skizzen.

I: Könnt ihr mir Beispiele nennen, wo ihr Beschleunigungen im Alltag findet? S: beim Autorennen, Bremsen und Anfahren des Busses bei jeder Haltestelle, starten einer Rakete, ...

Die Vorschläge werden gleich von den Schülern der jeweiligen Art von Beschleunigung zugeordnet und ich notiere dies an der Tafel.

Die Schüler holen ihr Heft raus. Währenddessen schreibe ich die Definition „Die Beschleunigung gibt an, wie sich die Geschwindigkeit eines Körpers verändert“ unter die Überschrift.

Zusammen mit den Schülern werde ich das Formelzeichen: a , die Einheit: ein Meter pro Quadratsekunde (1m/s^2) und die Gleichung zur Berechnung von a : $a = v : t$ besprechen und ergänzen.

Dann werde ich mit den Schülern die Beschleunigung für unser Beispiel am Anfang (Das Auto von Frau Müller) berechnen.

4. a) Erklären Sie die Begriffe Durchschnittsgeschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit und skizzieren Sie ein Experiment zur näherungsweisen Bestimmung der Momentangeschwindigkeit!

b) Ein Auto fährt mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 50 \text{ km/h}$.

Plötzlich sieht der Fahrer in einer Entfernung von 50 m ein Hindernis.

Nach einer Reaktionszeit von 1 s bremst er mit der konstanten

Bremsverzögerung $a = 4 \text{ m/s}^2$.

Zeichnen Sie das Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm für den Anhaltevorgang vom Zeitpunkt der Wahrnehmung des Hindernisses bis zum Stillstand des Fahrzeugs!

Überprüfen Sie die durch eine geeignete Rechnung, ob das Fahrzeug noch rechtzeitig vor dem Hindernis zum stehen kommt!

- a) Die **Durchschnittsgeschwindigkeit** ist die mittlere Geschwindigkeit, die sich aus der Ortsänderung und der dafür benötigten Zeit ergibt. In einem Zeit-Weg-Diagramm ist die Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen zwei verschiedenen Zeitpunkten gleich der Steigung der Verbindungslinie.

Die **Momentangeschwindigkeit** oder Augenblicksgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt. In einem Zeit-Weg-Diagramm ist die Momentangeschwindigkeit die Steigung der Tangente zu diesem bestimmten Zeitpunkt.

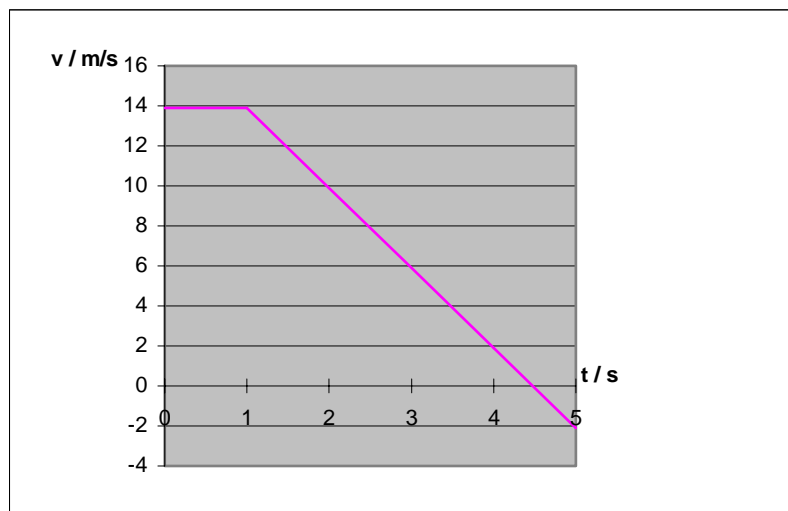
Experiment zur näherungsweisen Bestimmung der Momentangeschwindigkeit:

Ein Fahrradfahrer rollt einen Berg hinab. Um seine Momentangeschwindigkeit näherungsweise bestimmen zu können, muss man kurz hintereinander die Zeit stoppen. Dann misst man den Weg, den der Fahrradfahrer in der Zeit zurückgelegt hat und rechnet: $v = \Delta s / \Delta t$

- b) geg.: $v = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$
 Reaktionszeit = 1 s
 Bremsverzögerung: $a = 4 \text{ m/s}^2$

Zeit (t) in s	0	1	2	3	4	5
Geschwindigkeit (v) in m/s	14	14	10	6	2	-2
Beschleunigung/ Verzögerung (a) in m/s^2	0	0	4	4	4	4

Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm:



ges.: s = zurückgelegter Weg bis Auto steht

Lösung: $s = s_{\text{nach der ersten Schrecksekunde}} + a/2 \cdot t^2$

→ brauche Zeit, bis Auto von 50 km/h auf 0 km/h gebremst hat

$$v = a \cdot t$$

$$t = v : a$$

$$t = 13,89 \text{ m/s} : 4 \text{ m/s}^2$$

$$t = 3,47 \text{ s}$$

➤ Auto ist nach 3,47 s von 50 km/h auf 0 km/h runter

➤ (Auto steht nach 4,47 s)

$$s = 13,89 \text{ m} + 4 \text{ m/s}^2 : 2 \cdot (3,47 \text{ s})^2$$

$$s = 37,97 \text{ m}$$

➤ Auto kommt nach 37,97 m zum Stehen

Das Auto kommt noch rechtzeitig vor dem Hindernis zum Stehen.