



Einführung in die Mechanik

Verlaufspläne

Einführung in die Mechanik – Verlaufspläne

Inhaltsverzeichnis

1. Darstellung und Beschreibung von Bewegungen
2. Geschwindigkeit
3. Richtung und Geschwindigkeitspfeile
4. Geschwindigkeitsänderung
5. Beschleunigung
6. Kraft, Beschleunigung und Masse
7. Die Newton'sche Bewegungsgleichung

Autoren:

Prof. Dr. Heiko Krabbe
Marco Seiter

**RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM**

RUB

Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Physik und Astronomie
AG Didaktik der Physik
Universitätsstraße 150
44801 Bochum



**RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM
FAKULTÄT FÜR PHYSIK UND ASTRONOMIE**

Prof. Dr. habil Thomas Wilhelm

Goethe-Universität Frankfurt a.M.
Institut für Didaktik der Physik
Max-von-Laue-Straße 1
60438 Frankfurt am Main



©Copyright August 2019

Thema der 1. Unterrichtseinheit:

- Darstellung und Beschreibung von Bewegungen

Länge der Einheit:

Ca. 70 Min

Lernziele der Einheit:

Die SuS können

- benennen, was zur Darstellung und Beschreibung einer Bewegung angegeben werden muss.
- beschreiben, wie Stroboskopbilder für Bewegungen erstellt werden.
- erklären, wie mit Hilfe von Stroboskopbildern Bewegungen dargestellt werden.
- anhand eines Stroboskopbilds die Bewegung eines Körpers beschreiben

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
5 Min	Motivation/ Aktivierung von Vorwissen	<ul style="list-style-type: none"> • Bild 2.2 (SH) Stroboskopbild von Toms Vater auf dem Fahrrad wird gezeigt (Impuls) • Die Lehrkraft stellt vor, wie das Bild entstanden ist • Frage: Was könnt ihr dem Bild über die Bewegung von Toms Vater entnehmen? Fazit: Man kann ablesen, wo sich das Fahrrad zu bestimmten Zeitpunkten befunden hat und dass das Fahrrad schneller geworden ist ➔ Leitende Fragestellung: Wie kann man phys. Bewegungen beschreiben? 	Bild 2.2 (Folie/Beamer)
10 Min	Einführung des neuen Konzepts Beschreibung von Bewegungen	<p>Information über die</p> <ul style="list-style-type: none"> • physikalische Beschreibung von Bewegungen durch <ul style="list-style-type: none"> ○ Zeitpunkt der Messung ○ Ort des Gegenstands • Erhöhung der Genauigkeit der Beschreibung durch <ul style="list-style-type: none"> ○ kleinere Zeitabstände der Messungen ○ höhere Präzision der Orts- und Zeitmessung 	Alternativen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrervortrag/Klassengespräch ○ Lesen des roten Kastens im Schülerheft (S. 2) ○ Auswahlaufgabe im Workbook (S. 1, A1)
10 Min	Anwendung des Konzepts	<ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung der Aufgaben zu Toms Vater auf dem Fahrrad im Workbook S. 1-2 Aufgabe 2 und 3 (optional: Was müsste man für eine exaktere Darstellung tun?) • Besprechung der Aufgaben im Plenum 	Workbook S. 1, A2 Workbook S. 2, A3
15 Min	Einführung des Stroboskopbilds	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellen eines Stroboskopbilds zu einer Bewegung (z. B. rollender Ball) durch Überlagerung einzelner Bilder • Aufgabe. Beschreibt das Prinzip, wie Stroboskopbilder erstellt werden <ul style="list-style-type: none"> ○ Feste Position der Kamera ○ Aufnahmen mehrerer Bilder im gleichen zeitlichen Abstand und Überlagerung der Bilder anhand des gleichen Hintergrunds ○ Alternative: Langzeitbelichtung und Beleuchtung des Gegenstands mit Stroboskop (Lichtblitzen) 	App: Motion Shot (PA, GA) (KU, Gespräch) Workbook S. 2, A4
10 Min	Umgang mit der Darstellungs- weise Strobo- skopbild	<p>Umkehrung: Beschreibung einer Bewegung anhand eines Stroboskopbilds:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beispiel: Stroboskopbild des Autos (Schülerheft Bild 2.3) wird gezeigt • Aufgaben: <ol style="list-style-type: none"> a) Beschreibt die Bewegung des Autos. Wann ist das Auto am schnellsten? b) Erklärt, woran man das sieht. (Beschleunigung / längere Strecke in gleicher Zeit) • Besprechung im Plenum 	Bild 2.3 (Folie/Beamer oder Schülerheft) (PA) KU
15 Min	Übungs- aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgabe: Auswertung des Stroboskopbilds eines fallenden Fußballs im Workbook • Aufgaben werden im Plenum besprochen 	Workbook S. 2, A5 KU
5 Min	Zusammenfas- sung	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS formulieren (schriftlich) mit eigenen Worten, was sie in der Stunde gelernt haben. 	Eigene Notizen (EA), evtl. Tafel oder Workbook
	Optional (Hausaufgabe)	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 2 im Schülerheft lesen • Aufgabe 4 (S. 3 im Schülerheft) bearbeiten 	Schülerheft (alternativ: Handy, Folie auf Display, Folienstift oder Auf- nahme mit Motion Shot)

Themen der 2. Unterrichtseinheit:

- Geschwindigkeit

Länge der Einheit:

Ca. 85 Min

Lernziele der Stunde:

Die SuS können

- die Definition der Geschwindigkeit wiedergeben.
- die (Durchschnitts-)Geschwindigkeit berechnen.
- Geschwindigkeitsmessungen planen und durchführen.
- die Geschwindigkeit von Körpern aus Stroboskopbildern ermitteln.
- Laufzeiten und Laufstrecken ins Verhältnis setzen (400m–Lauf).

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
10 Min	Motivation/ Aktivierung von Vorwissen	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Versuch V1 Schülerheft S. 3: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ein ferngesteuertes Auto soll in einem vorgegebenen Rechteck parken. Dem Schüler mit der Fernsteuerung werden die Augen verbunden (alternativ: mit Rücken zur Bahn), die Anweisungen kommen von den übrigen Schülern • Alternative (falls kein ferngesteuertes Auto zur Verfügung steht): <ul style="list-style-type: none"> ○ Video eines ferngesteuerten Autos mit einer eindimensionalen Bewegung wird abgespielt. Ein Schüler soll mit verbundenen Augen mit der Maus/dem Finger anhand der Anweisungen der Mitschüler der Bewegung des Autos folgen. • Bewusstmachung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wdh. aus der letzten Stunde: Wie werden Bewegungen phys. beschrieben? → Ort und Zeitpunkt ○ Wie wurde bei dem Spiel die Bewegung beschrieben? Sammlung und Ordnung der verwendeten Ausdrücke an der Tafel → Richtung (vorwärts, rückwärts) und Geschwindigkeit (schnell(er), langsam(er)) <p>Leitsatz für diese und die Folgende Einheit: Um die Bewegung eines Gegenstands zu beschreiben, kann man auch an jedem Punkt der Bewegung angeben, wie schnell und wohin er sich bewegt.</p>	<p>V1 Schülerheft S. 3 Ferngesteuertes Auto</p> <p>Video eines ferngesteuerten Autos, Beamer, PC</p> <p>ggf. Tafel</p>
15 Min	Einführung des neuen Konzepts Geschwindigkeit	<p>Information über die physikalische Definition der Geschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Geschwindigkeit beschreibt, wie schnell sich ein Gegenstand bewegt. ○ Bezeichnung mit v und Angabe in Einheiten wie m/s oder km/h. ○ Quotient aus zurückgelegter Strecke Δs und dafür benötigter Zeit Δt: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ○ Δ (Delta) bezeichnet immer den Unterschied zwischen einem Anfangs- und einem Endpunkt (Δs: Unterschied in der Strecke, Δt: Unterschied in der Zeit). 	<p>Alternativen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrervortrag/Klassengespräch ○ Lesen im Schülerheft (S. 3, 3.1 Geschwindigkeit bis rotes Kasten S. 4) ○ Aufgabe im Workbook (S. 5, A1-A3)
10 Min	Berechnung der Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele zur Berechnung von Geschwindigkeit Schülerheft S. 4 <ul style="list-style-type: none"> ○ a) Geschwindigkeit eines Skaters, b) Geschwindigkeit beim 100-m-Lauf • Übungsaufgabe Berechnung von Geschwindigkeit beim 100-m-Lauf(in Teilabschnitten) 	<p>Schülerheft S. 4</p> <p>Workbook S. 6 A4 (EA, PA)</p>
15 Min	Messung der Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Planung und Durchführung einer Geschwindigkeitsmessung <ul style="list-style-type: none"> ○ c) Geschwindigkeitsmessung eines Fahrradfahrers (Schülerheft S. 5) oder vergleichbare Alternative (z. B. ferngesteuertes Auto, Modelleisenbahn) 	<p>Schülerheft S. 5 (GA, KU)</p> <p>Workbook S. 6 A5</p>
15 Min	Auswertung eines Stroboskopbilds	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiel zur Geschwindigkeit im Stroboskopbild <ul style="list-style-type: none"> ○ d) Geschwindigkeit des Autos Schülerheft S. 5 Abmessung der zurückgelegten Strecke im Stroboskopbild Umrechnung in Realgröße • Übungsaufgabe Bestimmung der Geschwindigkeit im Stroboskopbild des fallenden Balls. (Maßstab ca. 1 mm = 0,01 m; $v \approx 0,325 \text{ m/s}$ bis $0,6 \text{ m/s}$) 	<p>Bild 2.3 (Beamer)</p> <p>Schülerheft S. 5 (EA, PA)</p> <p>Workbook S. 7 A6</p>
15 Min	weiterführende Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgaben zum 400m-Lauf (Startposition & Bahnlänge, Durchschnittsgeschwindigkeit) <p>Alle Aufgaben werden im Plenum besprochen</p>	<p>Workbook S. 8, A7, A8 (EA)</p> <p>KU</p>

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
5 Min	Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS formulieren mit eigenen Worten, was sie in der Stunde gelernt haben. • Alternativ: Workbook S. 9 Aufgabe A9, A10 	Eigene Notizen (EA), evtl. Tafel oder Workbook
	Optional (Hausaufgabe)	<ul style="list-style-type: none"> • Durchlesen von Beispiele e) Geschwindigkeit in Natur und Technik Schülerheft S. 5 <ul style="list-style-type: none"> ○ Gebe zu jedem Geschwindigkeitsbereich ein weiteres Beispiel. • Aufgabe 11 auf S. 9 im Workbook bearbeiten 	Schülerheft S. 5 Workbook S. 9, A11

Themen der 3. Unterrichtseinheit:

- Richtung und Geschwindigkeitspfeile

Länge der Einheit:

Ca. 80 Min

Lernziele der Stunde:

Die SuS können

- die Bewegungsrichtung von Objekten durch Pfeile darstellen.
- zwischen der Richtung und der Orientierung eines Objekts unterscheiden.

- die Bewegungsrichtung und die Geschwindigkeit von Objekten zusammen als Geschwindigkeitspfeil darstellen.
- Geschwindigkeitspfeile im Sachzusammenhang interpretieren.
- den Unterschied zwischen Geschwindigkeit und Geschwindigkeitspfeil erklären.
- (in Stroboskopbild Durchschnittsgeschwindigkeitspfeile und Momentangeschwindigkeitspfeilen unterscheiden).
- Durchschnittsgeschwindigkeitspfeile im Stroboskopbild konstruieren.

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
5 Min	Motivation/ Aktivierung von Vorwissen	<ul style="list-style-type: none"> • Rückblick auf Leitsatz der letzten Stunde: Um die Bewegung eines Gegenstands zu beschreiben, muss man an jeden Punkt der Bewegung angeben, wie schnell und wohin er sich bewegt. • Wiederholung: Wie sind wir darauf gekommen? Was wurde in der letzten Stunde geklärt? <ul style="list-style-type: none"> ○ Versuch: Bewegung eines Fahrzeuges nachfahren ○ Wie schnell = Geschwindigkeit (Definition, Einheiten, Berechnung/Messung) • Was ist noch offen? – wohin = Richtung • Leitfrage dieser Einheit: Wie kann die Bewegungsrichtung physikalisch angegeben werden? 	<p>Folie oder Tafelanschrieb oder Schülerheft S. 3 lesen</p> <p>(Evtl. Tafelbild aus der Vorstunde)</p> <p>ggf. Tafel</p>
5 Min	Einführung des neuen Konzepts Richtung	<ul style="list-style-type: none"> • Information (z. B. anhand Bild SH 3.7) über das Konzept der Richtung <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Bewegungsrichtung wird mit einem Pfeil angegeben. ○ Die Bewegungsrichtung kann sich im Verlauf der Bewegung ändern. ○ Die Bewegungsrichtung und Orientierung des Gegenstands unterscheiden 	<p>Alternativen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrervortrag/Klassengespräch, ggf. Tafel ○ Lesen im Schülerheft (S. 6, 3.2 Richtung)
15 Min	Bestimmung von Richtung und Orientie- rung	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bewegungsrichtungen einzeichnen (Hilfe: SH Bild 3.8) ○ Gleiche Richtungen identifizieren ○ Unterschied zwischen Richtung und Orientierung erklären • Aufgabenlösungen werden besprochen 	<p>Workbook S. 11/12 A1, A2, A3, A4</p>
5 Min	Überleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Rückbezug zum Einstieg. Um die Bewegung zu beschreiben, muss man Geschwindigkeit und Richtung zusammen angeben. Wie könnte man das mit den Pfeilen machen? <ul style="list-style-type: none"> ○ Mit der Pfeillänge kann die Geschwindigkeit der Bewegung dargestellt werden. ○ Je größer die Geschwindigkeit ist, desto länger ist der Pfeil. ○ Durch einen Maßstab (z. B. 1mm entspricht 10 km/h) könnte man die Pfeillänge genau festlegen. 	<p>Schülertext S. 7</p>
10 Min	Einführung des neuen Konzepts Geschwindig- keitspfeile	<ul style="list-style-type: none"> • Information über das Konzept der Geschwindigkeitspfeile <ul style="list-style-type: none"> ○ Der Geschwindigkeitspfeil eines Gegenstands setzt sich zusammen aus dem Betrag seiner Geschwindigkeit und seiner der Bewegungsrichtung. ○ Die Richtung des Geschwindigkeitspfeils gibt die Richtung der Bewegung, seine Länge gibt den Betrag der Geschwindigkeit der Bewegung an. ○ Zwei Geschwindigkeitspfeile sind nur gleich, wenn sie den gleichen Geschwindigkeitsbetrag und die gleiche Richtung haben. 	<p>Alternativen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrervortrag/Klassengespräch, ggf. Tafel ○ Lesen im Schülerheft (S. 7, 3.3 Geschwindigkeitspfeile bis S. 8 roter Kasten)
10 Min	Unterscheidung Geschwindig- keitspfeil und Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiel: Schülerheft S. 8 a) Geschwindigkeit aus Geschwindigkeitspfeil ablesen • Aufgabe: Workbook S. 13, A1: Wer hat gleiche Geschwindigkeit, gleichen Geschwindigkeitspfeil? <ul style="list-style-type: none"> ○ Pkw 4 & 5 haben den gleichen Geschwindigkeitspfeil, Pkw 1, 4 & 5 die gleiche Geschwindigkeit ○ Pkw 1,4,5: $v = 32,5 \text{ km/h}$, Pkw 2: $v = 12,5 \text{ km/h}$, Pkw 3: $v = 55 \text{ km/h}$! 	<p>Schülerheft S. 8 Beispiel a)</p> <p>Workbook S. 13, A1</p>

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
10 Min	Einzeichnen von Geschwindigkeitspfeilen (ohne Maßstab) (mit Maßstab)	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgabe: Workbook S. 14, A2, A3 <ul style="list-style-type: none"> ○ Pkw: unterschiedliche Richtung und/oder Länge der Pfeile ○ Lkw: gleiche Richtung und Länge der Pfeile ○ Zwei Fahrräder: gleiche Richtung unterschiedliche Länge ○ Zwei Fahrräder: gleiche Länge unterschiedliche Richtung • Aufgabe: Workbook S. 14, A4 <ul style="list-style-type: none"> ○ Geschwindigkeitspfeile für 3 Flugzeuge mit unterschiedlichen Richtungen nach Maßstab (1 cm entspricht 100 km/h) • Aufgabenlösungen werden besprochen 	Workbook S. 14 A2 A3a A3b A4
15 Min	Durchschnittsgeschwindigkeit im Stroboskopbild	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiel b) Durchschnittsgeschwindigkeitspfeile im Stroboskopbild des Traktors und des Spielzeugfliegers <ul style="list-style-type: none"> ○ Der Pfeilfuß des Durchschnittsgeschwindigkeitspfeils beginnt zwischen den Punkten A und B, für die die Geschwindigkeit berechnet wurde und zeigt von Punkt A in die Richtung von Punkt B • Konstruktion im Bild des Autos (Bild 2.3) auf dem OHP nachvollziehen <ul style="list-style-type: none"> ○ Schüler vorne die Geschwindigkeitspfeile konstruieren lassen • Aufgabe: Workbook S. 15, A5: <ul style="list-style-type: none"> ○ Durchschnittsgeschwindigkeitspfeile im Stroboskopbild einzeichnen (Maßstab 1 mm Pfeillänge entspricht der Geschwindigkeit 1 mm/s) • Aufgabenlösungen werden besprochen 	Schülerheft S. 8 Beispiel b) Bild 2.3 auf Folie für den OHP Folienstifte Workbook S. 15, A5
5 Min	Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS formulieren mit eigenen Worten, was sie in der Stunde (den letzten Stunden) gelernt haben. 	Eigene Notizen / evtl. Tafel
	Optional (Hausaufgabe)	<ul style="list-style-type: none"> • S. 7 Kasten für Spezialisten lesen und ein weiteres Beispiel für das genannte Phänomen mit den Schneeflocken nennen -> Scheinkräfte • Beispiel d) Staffellauf -> Bild 3.13 wird gezeigt • Frage: Warum wird der Staffelstab bei möglichst großer Geschwindigkeit übergeben • Auflösung in der nächsten Stunde: • Nächste Läufer kann sofort bei großer Geschwindigkeit loslaufen und muss nicht erst Geschwindigkeit abnehmen • Aufgabe 6 im Workbook S. 15 bearbeiten 	Schülertext S. 7 Bild 3.13 (Folie/Beamer) Workbook S. 15 A6

Themen der 4. Unterrichtseinheit:

- Geschwindigkeitsänderung

Länge der Einheit:

Ca. 80 Min

Lernziele der Stunde:

Die SuS können

- unterschiedliche Anfangs- und Endgeschwindigkeiten beobachten und beschreiben
- die Definition der Geschwindigkeitsänderung wiedergeben.
- die Geschwindigkeitsänderung aus der Anfangs- und Endgeschwindigkeit konstruieren.
- die Endgeschwindigkeit aus der Anfangsgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsänderung konstruieren.
- eigene Konstruktionen von Anfangs-, Endgeschwindigkeiten und Geschwindigkeitsänderung für Anwendungsbeispiele erstellen.

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
20 Min	Motivation/ Aktivierung von Vorwissen	<ul style="list-style-type: none"> • Schüler führen Versuch 1 Schülertext S. 10 in Gruppenarbeit durch <ul style="list-style-type: none"> ○ Ein Spielzeugauto wird eine Rampe runterfahren gelassen. ○ Teil 1: Der Wagen befindet sich in Ruhe ○ Teil 2: Wagen bewegt sich bereits vor dem Startpunkt der Messung • Auftrag: Schüler sollen jeweils die Anfangs- und Endgeschwindigkeit des Wagens beschreiben <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Anfangsgeschwindigkeit bei Teil 1 ist 0, bei Teil 2 zeigt die Anfangsgeschwindigkeit nach rechts. ○ Die Endgeschwindigkeit zeigt in beiden Fällen in die gleiche Richtung, bei Teil 2 ist diese aber größer • Sammlung der Beschreibungen an der Tafel <ul style="list-style-type: none"> ○ Wiederholung der Darstellung mit Geschwindigkeitspfeilen (Farbwahl s.u.) ○ Darstellung von Anfangs- und Endgeschwindigkeit vorher und nachher ○ Problem: Haben die Wagen dieselbe Endgeschwindigkeit (gleiche Pfeillänge)? ○ Warum wird der Wagen schneller? -> Einwirkung entlang der Rampe durch Gravitationskraft • Leitfrage: Wie hängt die Endgeschwindigkeit mit der Anfangsgeschwindigkeit und der Einwirkung zusammen? 	<p>V1 Schülertext S. 10 Rampe und Autos</p> <p>Evtl. Stroboskopbild erstellen (Motion Shot) und auswerten oder Messung per Lichtschranke.</p> <p>Tafel/ Folie Farbige Kreide/Stifte o.ä.</p>
5 Min	Einführung des neuen Konzepts Geschwindigkeitsänderung	<p>Wichtig! In diesem Kapitel werden ausschließlich Momentangeschwindigkeiten betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Information über Konzept der Geschwindigkeitsänderung <ul style="list-style-type: none"> ○ Durch eine Einwirkung erfährt ein Körper eine Geschwindigkeitsänderung Δv ○ Der Gegenstand erhält zusätzlich zur Anfangsgeschwindigkeit eine weitere Geschwindigkeit in Richtung der Geschwindigkeitsänderung. ○ Die Richtung der Einwirkung und die Richtung der Geschwindigkeitsänderung sind gleich. 	<p>Alternativen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrervortrag/Klassengespräch ○ Lesen im Schülerheft (S. 10 bis S.11, Kapitel 4.1) ○ Aufgabe im Workbook (S. 19, A1)
10	Konstruktion von Geschwindigkeitsänderung und Endgeschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Information zur Konstruktion: <ul style="list-style-type: none"> ○ Anfangsgeschwindigkeit wird mit v_A bezeichnet und blau dargestellt. ○ Endgeschwindigkeit wird mit v_E bezeichnet und orange dargestellt. ○ Der Pfeil der Geschwindigkeitsänderung verbindet die Pfeilspitze der Anfangsgeschwindigkeit mit der Pfeilspitze der Endgeschwindigkeit. • Alternative Handlungsmöglichkeiten um somit die Verschiebung der Pfeile für die Konstruktion sichtbar zu machen (Bild 4.7 und 4.9): <ul style="list-style-type: none"> ○ Pfeile auf separate Folien zeichnen, ○ Alternativ verschieben der Pfeile am PC (Beamer) 	<p>Alternativen:</p> <p>Lehrervortrag/Klassengespräch</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Schülertext S. 11 bis S. 12 ○ Aufgabe im Workbook (S. 19/20, A2 und A3)
15 Min	Umgang mit Geschwindigkeitsänderung	<ul style="list-style-type: none"> • Alltagsbeispiel für Geschwindigkeitsänderungen mit Konstruktion der Darstellung <ul style="list-style-type: none"> ○ Schülerheft S. 14 Beispiele • Schüler bearbeiten die Aufgaben 4 und 5 im Workbook (S. 21/22) • Aufgabe wird im Plenum besprochen <ul style="list-style-type: none"> ○ Gemeinsame Besprechung der Lösung auf einer Folie von A4 und A5 	<p>Schülerheft S. 14 Beispiele a), b) 1)-3)</p> <p>Workbook S. 21/22, A4 und A5 (EA, PA) Folie von A4 und A5</p>

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
25 Min	Übungsaufgabe	<ul style="list-style-type: none"> • Schüler bearbeiten Aufgabe 6 bis 10 im Workbook (S. 23/24) <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufgaben 11 und 12 optional je nach Zeit (ggf. in die Hausaufgabe verlegen) • Besprechung der Aufgabe im Plenum 	Workbook S. 23/24, A6 bis A10 (EA, PA; GA)
5 Min	Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS formulieren mit eigenen Worten, was sie in der Stunde gelernt haben. 	Eigene Notizen / evtl. Tafel
	Optional (Hausaufgabe)	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgabe 11 und Aufgabe 12 (S. 25 im Workbook) bearbeiten 	Workbook S. 25, A11, A12

Themen der 5. Unterrichtseinheit:

- Beschleunigung

Länge der Einheit:

Ca. 70 Min

Lernziele der Stunde:

Die SuS können

- die Definition der Beschleunigung nennen.
- den Unterschied zwischen der Geschwindigkeitsänderung und der Beschleunigung erklären.
- die Geschwindigkeitsänderung aus der Beschleunigung konstruieren.
- die Beschleunigung aus der Geschwindigkeitsänderung konstruieren.
- einen Zusammenhang zwischen der Richtung einer Einwirkung und der Beschleunigung herstellen.

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
10 Min	Motivation/ Aktivierung von Vorwissen	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung der letzten Unterrichtseinheit: Geschwindigkeitsänderung <ul style="list-style-type: none"> Definition der Geschwindigkeitsänderung Vergleich der Beschleunigung von Rennwagen (0 auf 100 km/h) <ul style="list-style-type: none"> Ferrari 430 Skuderia: 3,6s; Jaguar F-Type SVR: 3,7 s, Porsche Carrera GT: 3,8s Was ist jeweils die Geschwindigkeitsänderung? Wer beschleunigt schneller. (<u>gleiche</u> Geschwindigkeitsänderung <u>in unterschiedlicher Zeit</u>) Rückblick auf Versuch 1 auf S. 10 im Schülertext <ul style="list-style-type: none"> <u>unterschiedliche</u> Geschwindigkeitsänderungen <u>in unterschiedlicher Zeit</u> <p>➔ Leitfrage: Wie kann man die Beschleunigung bei unterschiedlichen Geschwindigkeitsänderungen in unterschiedlichen Zeiträumen vergleichen?</p>	Tafel
10 Min	Einführung des neuen Konzepts Beschleunigung	<ul style="list-style-type: none"> Information über Konzept der Beschleunigung <ul style="list-style-type: none"> Die Beschleunigung beschreibt, wie schnell sich die Geschwindigkeit eines Gegenstands über die Zeit verändert (Beschleunigung pro Zeit). Bezeichnung mit a und Angabe in Einheiten wie m/s^2 Zusammenhang zwischen Geschwindigkeitsänderung, der Beschleunigung und der Zeit: $\Delta v = a \cdot \Delta t$ 	Alternativen: <ul style="list-style-type: none"> Lehrervortrag/Klassengespräch Schülertext S. 12
10 Min	Umgang mit neuen Konzept der Beschleunigung	<ul style="list-style-type: none"> Konstruktion der Geschwindigkeitsänderung aus der gleichmäßigen Beschleunigung <ul style="list-style-type: none"> Schülerheft S. 12-13 Bild 4.10, Bild 4.11 und Bild 4.12 Workbook S. 28 Aufgabe 1 Beispiel: Vergleich von verschiedenen Beschleunigung bei gleicher Geschwindigkeitsänderung <ul style="list-style-type: none"> Schülerheft S. 13 Bild 4.13 Workbook S. 29 Aufgabe 2 	Schülerheft S. 12 / 13 Aufgaben im Workbook S. 28 A1 S. 29 A2
15 Min	Übungsaufgabe	<ul style="list-style-type: none"> SuS bearbeiten die Aufgaben 3 und 4 im Workbook (S. 30) Besprechung der Aufgabe im Plenum 	Einzelarbeit Workbook S. 30, A3 und A4
20 Min	Verknüpfung mit eigenen Er- fahrungen	<ul style="list-style-type: none"> Schüler führen Versuch 1 und 2 Schülertext S. 16 im Plenum durch: Es wird versucht ein Auto anzuschieben und abzubremsen, <ul style="list-style-type: none"> erst alleine dann mit mehreren Schülern, mal langsam und mal schnell mit und ohne Insassen Die SuS schildern ihre Erfahrungen und gehen dabei auf die Stärke und Richtung der Beschleunigung und der Einwirkung ein. <p>➔ Bei einer stärkeren Einwirkungsstärke ist die Beschleunigung größer/stärker. ➔ Die Einwirkung und die Beschleunigung haben dieselbe Richtung.</p>	V1 / V2 Schülertext S. 16 V4 Schülertext S. 17 Alternative: Einkaufswagen im Supermarkt (nur 1-dim)
5 Min	Zusammenfas- sung	<ul style="list-style-type: none"> Die SuS formulieren mit eigenen Worten, was sie in der Stunde gelernt haben. 	Eigene Notizen / evtl. Tafel
	Optional (Hausaufgabe)	<ul style="list-style-type: none"> Konstruktion der Beschleunigungspfeile in den Beispielen auf S. 14 im Schülertext nachvollziehen 	Schülertext S. 14

Themen der 6. Unterrichtseinheit:

- Kraft, Beschleunigung und Masse

Länge der Einheit:

Ca. 80 Min

Lernziele der Stunde:

Die SuS können

- schildern, dass die notwendige Einwirkung von der Stärke der Beschleunigung und der beschleunigten Masse abhängt
- die Definition der Kraft, als Zusammenfassung der Einwirkungsstärke und Einwirkungsrichtungen nennen.
- den Zusammenhang zwischen einer Kraft und der Beschleunigung eines Gegenstands erklären.
- bei einer gegebenen Kraft Vorhersagen über die Bewegung eines Körpers machen.

- die Definition der Masse nennen.
- den Zusammenhang zwischen der Masse und der Beschleunigung erklären.

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
5 Min	Motivation/ Aktivierung von Vorwissen	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der letzten Unterrichtseinheit: Beschleunigung <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition der Beschleunigung ○ Die Richtung der Einwirkung • Bewusstmachung der Erfahrungen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Welche Kräfte/Einwirkungen waren für eine langsame/schnelle Beschleunigung erforderlich. ○ Wie änderte sich die notwendige Kraft/Einwirkung, mit der Anzahl der Insassen. • Leitfragen: <ol style="list-style-type: none"> 1. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Kraft/Einwirkung und der Beschleunigung. 2. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Masse und der Beschleunigung? 	
5 Min	Einführung des neuen Konzepts Kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Information über das Konzept der Kraft. <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Einwirkungsstärke und die Einwirkungsrichtung werden durch im Begriff der Kraft zusammengefasst, die Kraft wird mit dem Symbol F dargestellt ○ Je größer die Einwirkungsstärke einer Kraft auf einen Körper ist, desto größer ist die Beschleunigung 	Alternativen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrervortrag/Klassengespräch ○ Lesen im Schülerheft (S. 16 beide roten Kästen) ○ Aufgabe im Workbook (S. 33, A1)
5 Min	Beispiele zum neuen Konzept der Kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechen der Beispiele aus dem Schülertext im Klassengespräch • a) Magnet und b) Formel I • Wie unterscheidet sich jeweils die Einwirkungsstärke in den Beispielen und warum? 	Schülertext S. 17 Beispiel a) und b)
20 Min	Umgang mit neuen Konzept der Kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Schüler simulieren verschiedene ausgeübte Kräfte in der Simulation „Phet: Kraft und Bewegung“, Anleitung zur Simulation befindet sich im Workbook <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Schüler sollen den Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung überprüfen ○ Im ersten Schritt wird der Wagen aus dem Stand beschleunigt ○ Im zweiten Schritt hat der Wagen bereits eine Anfangsgeschwindigkeit • Schüler bearbeiten die Aufgaben im Workbook • Besprechung anschließend im Plenum 	Gruppenarbeit PC mit Simulation „Phet: Kraft und Bewegung“, Stoppuhren Anleitung zur Simulation im Workbook S. 34-37 Workbook S. 35-37, A2-A5 Klassengespräch
5 Min	Zwischensummenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS formulieren mit eigenen Worten, eine Antwort auf die erste Leitfrage 	Eigene Notizen / evtl. Tafel

10 Min	Überleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgreifen der 2. Leitfrage: <ul style="list-style-type: none"> ○ Es soll etwa gleichstark gegen einen Fußball und dann gegen einen Medizinball getreten werden. • Die Schüler formulieren Vermutung zur zweiten Leitfrage sollen eine Aussage über die Zusatzgeschwindigkeit machen. <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Beschleunigung wird umso größer, je leichter der Ball ist. Bei einem schweren Gegenstand ist bei gleichstarker Einwirkung die Beschleunigung kleiner. 	Plenum Fußball, Medizinball ggf. Tafel
5 Min	Einführung des neuen Konzepts Masse	<p>Die Lehrkraft informiert über das Konzept der Masse.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Masse wird mit dem Symbol m bezeichnet. Sie wird üblicherweise in der Einheit 1 kg angegeben. ○ Je größer die Masse eines Gegenstands ist, auf den eine Kraft ausgeübt wird, desto kleiner ist die Beschleunigung, die der Körper erhält. 	Lehrervortrag/Klassengespräch Alternativen: ○ Lesen im Schülerheft (S. 16, Kapitel 5.2)
5 Min	Beispiele zum neuen Konzept Masse	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechen der Beispiele aus dem Schülertext im Klassengespräch • a) PKW vs. LKW • Wie unterscheidet sich jeweils die Masse in dem Beispiel. • Welche Auswirkung hat dies auf die Beschleunigung? 	Klassengespräch Schülertext S. 18
15 Min	Umgang mit neuen Konzept Masse	<ul style="list-style-type: none"> • Schüler simulieren verschiedene Massen in der Simulation „Phet: Kraft und Bewegung“, Anleitung zur Simulation befindet sich im Workbook <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Schüler sollen den Zusammenhang zwischen der Masse und der Beschleunigung überprüfen ○ Hierbei wird im ersten Schritt die Masse bei einer konstanten Einwirkung variiert. ○ Im zweiten Schritt werden systematisch Masse und Einwirkung variiert. • Schüler bearbeiten die Aufgaben im Workbook, Besprechung anschließend im Plenum 	Gruppenarbeit PC mit Simulation „Phet: Kraft und Bewegung“ Anleitung zur Simulation im Workbook S. 39-41 Workbook S. 39-41, A1 – A3 Klassengespräch
5 Min	Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS formulieren mit eigenen Worten, was sie in der Stunde gelernt haben. 	Eigene Notizen / evtl. Tafel

Themen der 7. Unterrichtseinheit:

- Die Newton'sche Bewegungsgleichung

Länge der Einheit:

Ca. 80 Min

Lernziele der Stunde:

Die SuS können

- die Newton'schen Bewegungsgleichung nennen.
- den Zusammenhang zwischen einer Kraft, der Masse des Körpers und der Beschleunigung, die der Körper erhält erklären.
- Alltagsanwendungen mit Hilfe der NBG erklären.

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
10 Min	Motivation/ Aktivierung von Vorwissen	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der letzten Unterrichtseinheiten: Einwirkung und Masse <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition der Kraft und Masse ○ Wiederholung des Zusammenhangs zwischen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einwirkungsstärke und Beschleunigung ▪ Masse und Beschleunigung 	Klassengespräch
15 Min	Einführung der Newton'schen Bewegungsglei- chung	<p>Die Lehrkraft informiert über</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Newton'sche Bewegungsgleichung <ul style="list-style-type: none"> ○ Einflussfaktoren auf die Zusatzgeschwindigkeit, die ein Körper durch eine Einwirkung erhält sind: Kraft (Richtung und Stärke der Einwirkung) und die Masse ○ Weitere Einflussfaktoren gibt es nicht ○ Alle Einflussfaktoren werden in der Newton'schen Bewegungsgleichung (abgekürzt NBG) zusammengefasst: <ul style="list-style-type: none"> ○ $\vec{F} = m \cdot a$ 1. Wenn eine Kraft F auf einen Körper wirkt, erhält dieser eine Beschleunigung a 2. Richtung der Kraft F und Richtung der Beschleunigung a sind gleich 3. Je größer die Einwirkungsstärke der Kraft F, desto größer ist die Beschleunigung a. 4. Je größer die Masse m eines Körpers, desto kleiner ist die Beschleunigung <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Maßeinheit für die Kraft heißt Newton (N) ○ Die Einheit kann mithilfe der Einheiten der Masse m (Kilogramm kg) und der Beschleunigung a (Meter pro Sekunde m/s^2) ausgedrückt werden: <ul style="list-style-type: none"> ○ $1 N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$ 	Lehrervortrag/Klassengespräch Alternativen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lesen im Schülerheft (S. 18) ○ Aufgabe im Workbook (S. 43, A1)
35 Min	Beispiele zur Newton'schen Bewegungsglei- chung	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung von Beispiel a) Fausten oder Stoppen? im Plenum • Bild 6.1 wird gezeigt <ul style="list-style-type: none"> ○ Soll der Torwart den Ball mit Hinblick auf das Verletzungsrisiko lieber Halten oder Zurückfausten? • Pfeilbilder zu den drei Situationen auf der Folie oder auf der Tafel zeichnen lassen <ul style="list-style-type: none"> ○ In welchem Fall ist der Pfeil der Geschwindigkeitsänderung am kürzesten? ○ Was bedeutet dies für die Kraft? • Besprechung von Beispiel b) Auffahrunfall eines Autos <ul style="list-style-type: none"> ○ Schüler lesen sich den Text auf Seite 19 im Schülertext durch ○ Frage: Welche Faktoren sind in den beiden Fällen (Auto gegen Betonwand und Auto gegen Drahtzaun gleich? Welche sind verschieden? ○ Schüler sollen mit Hilfe der NBG argumentieren, warum im zweiten Fall die Kraft geringer ist. ○ Argumentation wird durch die Lehrkraft an der Tafel anhand der NBG als Sicherung nochmals verdeutlicht. 	Klassengespräch Schülertext S. 19 Folie / Tafel Schülertext S. 19 Tafel

Dauer	Teilabschnitt	Unterrichtsgeschehen/Aufträge/Tafelbild	Material/Medien/Sozialform
		<ul style="list-style-type: none"> • Postererstellung zu Anwendungsbeispielen der NBG • Anleitung zur Postererstellung im Workbook S. 43 Aufgabe 2 • Schüler werden in Gruppen aufgeteilt • Beispiele zur NBG c) bis i) werden auf die Gruppen aufgeteilt • Schüler stellen sich die Beispiele in einem Museumsrundgang dem anderen Gruppen vor 	Gruppenarbeit Workbook S. 43, A2 Beispiele c) bis i) im Schülertext S. 19 bis S. 21 Museumsrundgang
15 Min	Übung zur NBG	<ul style="list-style-type: none"> • Schüler bearbeiten die Aufgaben 3 bis 7 im Workbook (S. 44-45) • Aufgaben werden im Plenum besprochen 	Einzelarbeit Workbook S. 44/45, A3 – A7
5 Min	Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS formulieren mit eigenen Worten, was sie in der Stunde gelernt haben. 	Eigene Notizen / evtl. Tafel
(Optional)	Rückblick über die Reihe	<ul style="list-style-type: none"> • Der Lehrer gibt einen Rückblick über die gelaufen Unterrichtseinheiten und macht die gewonnen Kompetenzen für Schüler nochmal transparent 	Tafel