

## Fachlehrpläne

Berufsoberschule: Physik 12 (T)

**Ph12 Lernbereich 1: Beschreibung von Bewegungen (ca. 18 Std.)**

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ermitteln aus Stroboskopbildern krummlinig bewegter Körper, die in ihrer Alltagserfahrung vorkommen, nach Festlegung eines geeigneten Bezugssystems Orte und Ortsänderungen durch Messen und ziehen anhand unterschiedlicher Zeitauflösungen der Bilder Rückschlüsse auf Betrag und Richtung mittlerer und momentaner Geschwindigkeiten.
- planen einfache Experimente zu gleichförmigen und beschleunigten linearen Bewegungen und führen diese mit dem Ziel durch, funktionale Abhängigkeiten zwischen zwei kinematischen Größen zu formulieren oder zu bestätigen. Dazu werten sie ihre Messdaten vorteilhaft in Tabellen oder geeigneten Diagrammen aus und führen Abhängigkeiten, ggf. auch mit transformierten Werten, auf direkte Proportionalitäten zurück.
- erstellen und interpretieren Zeit-Ort-, Zeit-Geschwindigkeit- und Zeit-Beschleunigung-Diagramme von linearen Bewegungen auch mit nicht konstanter Beschleunigung in alltagsrelevanten Kontexten. Sie stellen Zusammenhänge zwischen diesen Diagrammen her, um Aussagen über Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsänderungen sowie über mittlere und momentane Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte zu treffen. Dabei setzen sie elementare geometrische und analytische Verfahren zur Berechnung von Maßzahlen von Flächeninhalten und Steigungen ein.
- verwenden lineare und quadratische Funktionen zur quantitativen Beschreibung geradliniger Bewegungen aus ihrer Lebensumwelt, deuten die dabei auftretenden Parameter im jeweiligen Sachzusammenhang physikalisch und legen einen sinnvollen Gültigkeitsbereich ihrer Modellierung fest. Auf der Grundlage abgeschätzter und berechneter Werte beurteilen und bewerten sie auch kritische Situationen im Straßenverkehr.
- führen krummlinige Bewegungen, exemplarisch aus dem Bereich des Sports, auf einen schießen Wurf zurück. Um das Bewegungsverhalten unter Verwendung von Vektoren und Koordinatengleichungen zu prognostizieren, legen Sie geeignete Bezugssysteme fest und überprüfen ihre Prognosen beispielsweise unter Einsatz der digitalen Videoanalyse.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Ein- und zweidimensionale Bewegungen, Ortsvektor, Koordinaten, Ortsänderung
- Bezugssystem
- Vektorcharakter der Geschwindigkeit und der Beschleunigung, Geschwindigkeitsbetrag, Beschleunigungsbetrag, Geschwindigkeitskoordinate, Beschleunigungscoordinate
- Mittlere und momentane Geschwindigkeit, mittlere und momentane Beschleunigung
- Lineare Bewegungen auch mit nicht konstanter Beschleunigung in alltagsrelevanten Kontexten, z. B. 100 m-Sprint, Fahrtenschreiber, Beschleunigungs- und Überholvorgänge, Fallbewegungen mit und ohne Luftwiderstand, Beschleunigungsvorgang eines anfahrenden Autos oder Fahrrads
- Koordinatengleichungen für eine geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit bzw. konstanter Beschleunigung, t-x-, t-v- und t-a-Diagramme
- Freier Fall, Fallbeschleunigung
- Video- und Stroboskopaufnahmen von krummlinigen Bewegungen
- Schiefer Wurf (z. B. Weitsprung, Fußballflanke, Basketballwurf), Koordinatengleichungen, Bahnkurve, Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektor

---

### Ph12 Lernbereich 2: Dynamik, Newton'sche Gesetze (ca. 17 Std.)

---

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- treffen Vorhersagen über die Änderung der Geschwindigkeit eines Körpers durch eine Kraftwirkung und überprüfen diese durch selbst geplante und durchgeführte Experimente. Sie verwenden dabei geeignete Messwerterfassungssysteme wie beispielsweise die Videoanalyse und stellen ihre Ergebnisse sprachlich, grafisch und mathematisch dar.
- setzen bei der Betrachtung von alltagsnahen Situationen (z. B. Fahrt mit einem Personenaufzug) gezielt die Newton'schen Gesetze ein, um die Auswirkungen von Kräften auf den Bewegungszustand eines Körpers vorherzusagen. Im Rahmen ihrer Aussagen ermitteln sie die Kraft, die bei dem jeweiligen Körper den Bewegungszustand verändert, indem sie rechnerische und zeichnerische Strategien mithilfe von Kräfteplänen verfolgen.
- treffen physikalisch fundierte Vorhersagen über reibungsbehaftete bzw. reibungsfreie Bewegungsabläufe bei ausgewählten Beispielen, insbesondere die Bergauf- und Bergabbewegung von Fahrzeugen mit oder ohne eigenen Antrieb entlang einer geneigten Ebene sowie die Atwood'sche Fallmaschine.

- analysieren die Kraftwirkungen und die damit verbundenen Impulsänderungen bei ein- und zweidimensionalen Stoßvorgängen unter Anwendung des Wechselwirkungsprinzips. Dabei ermitteln Sie die Impulsänderungen der beteiligten Stoßpartner bei zweidimensionalen Vorgängen zeichnerisch und bei eindimensionalen Vorgängen zeichnerisch und rechnerisch, um damit z. B. Geschwindigkeitsänderungen und dabei auftretende Beschleunigungen beim Zusammenstoß von Fahrzeugen zu diskutieren.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Beharrungsprinzip (1. Newton'sches Gesetz)
- Newton'sche Bewegungsgleichung (2. Newton'sches Gesetz)  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$  bzw.  $\vec{a} = \vec{F}/m$
- Wechselwirkungsprinzip (3. Newton'sches Gesetz)
- Reibungskraft
- Impuls als Vektorgröße
- Gesetz der Impulserhaltung
- Kräftepläne
- Antriebs- und Bremsvorgänge für Bewegungen auf horizontaler und geneigter Ebene mit und ohne Reibung

## Ph12 Lernbereich 3: Energie und Arbeit (ca. 14 Std.)

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben bei mechanischen Vorgängen in Alltagssituationen die auftretenden Energieumwandlungen zwischen unterschiedlichen Formen mechanischer Energie verbal und anhand geeigneter grafischer Darstellungen. Sie bilanzieren diese quantitativ unter Anwendung des Prinzips der Energieerhaltung, um beispielsweise das Bewegungsverhalten von Körpern vorherzusagen, z. B. Höhe eines Stabhochsprungs, maximal erreichbare Geschwindigkeit eines Speedski-Fahrers. Dabei beziehen Sie die Größe Arbeit in ihre Überlegungen und Berechnungen mit ein.
- bestimmen mithilfe elementarer geometrischer Überlegungen die verrichtete Arbeit als Maßzahl des Flächeninhalts der Fläche unter dem Graphen im gegebenen Weg-Kraft-Diagramm auch für Situationen, in denen nichtkonstante Kräfte entlang eines Weges wirken, um damit die zu verrichtende Arbeit abzuschätzen, z. B. beim Spannen einer Feder oder beim Beschleunigen eines Fahrzeugs unter Einbeziehung des Luftwiderstands.

- setzen den Energieerhaltungssatz zusätzlich zum Impulserhaltungssatz und dem Kraftkonzept vorteilhaft ein, um realitätsnahe Situationen (z. B. Loopingfahrt, zentraler Zusammenstoß zweier Fahrzeuge) quantitativ zu analysieren und präsentieren ihre Ergebnisse unter sicherer Verwendung der physikalischen Fachsprache.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Zusammenhang  $W = \Delta E$  zwischen der Arbeit  $W$ , welche von äußeren Kräften an einem System verrichtet wird, und der Änderung  $\Delta E$  der Energie  $E$  des Systems
- Mechanische Energieformen: kinetische Energie, potenzielle Energie der Erdanziehung (Lageenergie) und potenzielle Energie der Elastizität (Spannenergie)
- Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, Spannarbeit und Reibungsarbeit
- Arbeit bei konstanter Kraft als Skalarprodukt von Kraft und Wegvektor
- Arbeit bei nicht konstanter Kraft als Maßzahl des Flächeninhalts der Fläche unter dem Graphen im x-F-Diagramm
- Erhaltung der mechanischen Gesamtenergie in einem abgeschlossenen, reibungsfreien System

---

### Ph12 Lernbereich 4: Kreisbewegung (ca. 17 Std.)

---

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- führen Drehbewegungen von Körpern aus ihrer Alltagserfahrung (z. B. Windrad, Karussell, Datenträger) auf Kreisbewegungen punktförmiger Körper mit konstanter Winkelgeschwindigkeit zurück. Sie verwenden die Größen Umlaufdauer, Frequenz, Bahnradius, Drehwinkel, Bahn- und Winkelgeschwindigkeit sowie Zusammenhänge zwischen diesen Größen zur quantitativen Beschreibung dieser Bewegungen und erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.
- zeigen durch die Auswertung von Messreihen die Zusammenhänge zwischen den Größen Radialbeschleunigung, Radialkraft, Winkelgeschwindigkeit und Radius auf. Dabei formulieren sie mathematische Zusammenhänge unter Verwendung der Newton'schen Gesetze.
- beschreiben Bewegungen von Körpern aus dem Bereich des Straßenverkehrs als Kreisbewegungen mit konstanten Winkelgeschwindigkeiten und ermitteln die Kräfte, die an einem Körper angreifen und in ihrer Summe als Zentripetalkraft wirken. Auf Grundlage dieser Analysen und geeigneter berechneter Werte hinterfragen und

beurteilen sie die Notwendigkeit von Geschwindigkeitsbegrenzungen im Straßenverkehr und Kurvenüberhöhungen.

- modellieren mithilfe des Gravitationsgesetzes von Newton die Bewegung von natürlichen und künstlichen Himmelskörpern (Satelliten) als Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit. Sie beurteilen die Einsatzmöglichkeiten von Satelliten, z. B. Nachrichtenübertragung, Navigation, Wetterbeobachtung, Kartographie.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit
- Umlaufdauer, Frequenz, Ortsvektor, Betrag und Richtung der Bahngeschwindigkeit, Drehwinkel im Bogenmaß, Betrag der Winkelgeschwindigkeit, Betrag und Richtung der Zentripetalbeschleunigung bzw. Zentripetalkraft
- Kurvenfahrt mit Fahrrad bzw. Motorrad und PKW, Haftkraft, optimale Kurvenüberhöhung
- Gravitationsgesetz von Newton, geostationärer Satellit

## Ph12 Lernbereich 5: Mechanische Schwingungen und Wellen (ca. 46 Std.)

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben Schwingungen mit den physikalischen Größen Amplitude, Periodendauer sowie Frequenz und bestimmen diese Größen in selbst geplanten und durchgeführten Experimenten unter Verwendung eines geeigneten Messverfahrens, z. B. digitale Videoanalyse, Bewegungssensor.
- modellieren unter Berücksichtigung der Anfangsbedingungen die zeitliche Entwicklung von Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungskoordinaten harmonisch schwingender Körper mit trigonometrischen Funktionen. Sie verwenden für die Beschreibung harmonischer Schwingungen auch Zeigerdiagramme.
- identifizieren bei schwingenden Systemen diejenigen Größen, von denen die Periodendauer abhängt und ermitteln mithilfe gezielter grafischer Auswertungen die auftretenden funktionalen Zusammenhänge.
- ermitteln bei periodischen Bewegungen die rücktreibende Kraft (Rückstellkraft) und entscheiden beim Vorliegen eines linearen Kraftgesetzes, ob es sich bei der betrachteten Bewegung um eine harmonische Schwingung handelt, z. B. Federschwerependel, Fadenpendel, Flüssigkeitspendel. Sie identifizieren die

Richtgröße harmonischer Schwingungen und stellen Zusammenhänge zwischen dieser und anderen charakteristischen Schwingungsgrößen (Eigenfrequenz, Periodendauer, Schwingungsenergie, Amplitude, Masse) her.

- erklären die bei Schwingungen ablaufenden Energieumwandlungen und stellen die schwingungsrelevanten Energieformen sowie die gesamte Schwingungsenergie in Abhängigkeit von der Zeit und der Elongation grafisch dar. Auf Grundlage des Energieerhaltungsprinzips führen Sie quantitative Energiebetrachtungen durch und erklären qualitativ Dämpfungseffekte, z. B. bei Schwingungsdämpfern.
- beschreiben die Entstehung und das Ausbreitungsverhalten von Longitudinal- und Transversalwellen. Sie veranschaulichen grafisch die Phasenlagen zu bestimmten Zeitpunkten und treffen quantitative Vorhersagen über das räumliche Fortschreiten der Welle sowie über das Schwingungsverhalten an einem festen Ort. Dabei nutzen sie Zeigerdiagramme und die Gleichung einer fortschreitenden linearen Welle.
- prognostizieren den Einfluss von Hindernissen auf das Phänomen der Beugung einer ebenen Wellenfront. Bei einem Einfachspalt verschiedener Breite nutzen sie dafür das Huygens'sche Prinzip sowie das Superpositionsprinzip und stellen anhand von Simulationen oder auch Experimenten einen qualitativen Zusammenhang zwischen der Veränderung der ebenen Wellenfront und der Spaltbreite her.
- führen quantitative Betrachtungen zu Interferenzexperimenten durch. Bei Doppelspaltversuchen bzw. zwei kohärent schwingenden Erregern entscheiden sie durch Rechnung, auch mithilfe von Zeigerdiagrammen, an welchen Orten Interferenzmaxima und Interferenzminima bestimmter Ordnung auftreten. Bei zwei entgegenlaufenden Wellenzügen stellen sie einen Zusammenhang zwischen der Lage von Knoten/Bäuchen bei der resultierenden stehenden Welle und der Wellenlänge der Wellenzüge her.
- erklären qualitativ das Phänomen der Resonanz schwingungsfähiger Körper bei diskreten Frequenzwerten anhand von Experimenten oder Animationen und beurteilen Maßnahmen, um Resonanzeffekte bei Alltagsphänomenen zu beeinflussen, z. B. Funktionsweise von Musikinstrumenten, Vibrationen bei Fahrzeugen oder Maschinen.
- erläutern für den Fall eindimensionaler Eigenschwingungen das Zustandekommen von Resonanzschwingungen durch die mathematische Betrachtung der Phasenausbreitung. Dabei unterscheiden sie Reflexionen am festen und losen Ende und stellen einen quantitativen Zusammenhang zwischen den Abmessungen eindimensionaler Resonatoren und möglichen Eigenfrequenzen her, um beispielsweise die Tonerzeugung in Orgelpfeifen nachzuvollziehen.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Amplitude, Elongation, (Eigen-)Frequenz, (Eigen-)Kreisfrequenz, Periodendauer, Rückstellkraft
- Zeigerdiagramme

- Liniendiagramme von Elongation, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Rückstellkraftkoordinaten
- Koordinatengleichungen für verschiedene Anfangsbedingungen
- Lineares Kraftgesetz, Richtgröße
- Energieumwandlungen, Abhängigkeit der Gesamtenergie von der Richtgröße und der Amplitude
- Entstehung und Ausbreitung der Längs- und Querwelle bei harmonisch schwingendem Erreger, Wellenfront
- Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit/Phasengeschwindigkeit
- Versuche mit Wellenmaschine, Federwurm
- Beugung und Interferenz am Einfachspalt (nur qualitativ), Elementarwelle, ebene Welle als Überlagerung mehrerer gleichphasig schwingender punktförmiger Erreger mit gleicher Amplitude und Frequenz, z. B. Versuch mit Wellenwanne
- Gleichung der fortschreitenden harmonischen Querwelle, Momentanbilder
- Beugung und Interferenz am Doppelspalt, konstruktive/destruktive Interferenz ebener Kreiswellen, Versuch mit Wasserwellen oder Schallwellen
- Gangunterschied, Bedingungen für Maxima und Minima der Überlagerungsamplitude
- Stehende Welle als Überlagerung gegenläufiger Wellen gleicher Frequenz und Amplitude,  $\lambda/2$  als Abstand der Knoten/Bäuche
- Eigenschwingungen und Eigenfrequenzen, Reflexion am festen und freien Ende, Versuch mit eingespanntem Seil, Alltagsphänomene, z. B. Orgelpfeifen (Kundt'sche Röhre), Vibrationen im Auto

## Ph12 Lernbereich 6: Klassische Felder (ca. 34 Std.)

### Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- fertigen für klassische Felder auf Grundlage experimenteller Befunde oder auch unter Einsatz geeigneter Computersoftware aussagekräftige Feldlinienbilder an. Im Falle von Quellenfeldern verwenden sie dazu insbesondere das ihnen vertraute Superpositionsprinzip. Auf Basis der gewonnenen Feldlinienbilder treffen sie fundierte qualitative Aussagen über spezifische Eigenschaften der analysierten Felder, insbesondere Homogenität und Symmetrie.
- berechnen ausgehend von einer allgemeinen Feldstärkedefinition die Feldstärke bzw. die Flussdichte an einem Raumpunkt im Feld mithilfe der Kraftwirkung auf eine Probeladung bzw. einen stromdurchflossenen Leiter.
- gewinnen im Falle von homogenen klassischen Quellfeldern aus den Größen Lageenergie und Kraft die funktionalen Abhängigkeiten der feldbeschreibenden

Größen Potenzial und Feldstärke. Dazu gehen sie mit den entsprechenden mathematischen Zusammenhängen sicher um.

- modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrisch geladener Körper im homogenen elektrostatischen Feld. Dazu setzen Sie gezielt ihnen vertraute Prinzipien wie etwa den Energieerhaltungssatz, die Newton'schen Gesetze oder auch die ungestörte Überlagerung von Bewegungen und Arbeitsweisen wie das Erstellen von Kräfteplänen ein.
- berechnen relevante Größen (Kapazität, Ladung und Energieinhalt von Kondensatoren mit und ohne Dielektrika), um die Dimensionierung von Kondensatoren für vorgegebene Einsatzbereiche als Ladungs- oder Energiespeicher abzuschätzen. Dabei berücksichtigen sie verschiedene Bauformen von Kondensatoren, z. B. Drehkondensatoren, Elektrolytkondensatoren, Superkondensatoren.
- planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Entladekurve), und führen diese mit dem Ziel durch, signifikante Größen wie Kapazität, Ladung und Energieinhalt unter sicherer Verwendung elektronischer Messgeräte zu ermitteln (auch indirekt).

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Veranschaulichung von Feldern durch Feldlinien, z. B. Versuch mit Grießkörnern/ Eisenfeilspänen, Computersimulation
- Magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke
- Magnetisches Kraftgesetz in vektorieller Form (Dreifingerregel)
- Elektrische Ladung
- Magnetischer Dipol
- Anziehende und abstoßende Kraft zwischen elektrisch geladenen Körpern bzw. magnetischen Polen
- Coulombkraft
- Radialsymmetrisches elektrostatisches Feld einer Punktladung (Coulombfeld), Betrag der elektrischen Feldstärke im Coulombfeld
- Homogenes elektrostatisches Feld
- Spannung als Potenzialdifferenz im elektrischen Feld
- Kapazität, z. B. eines Plattenkondensators
- Flussdichte, z. B. einer langgestreckten Spule
- Energieinhalt des elektrischen Feldes eines Kondensators

## Ph12 Lernbereich 7: Elektromagnetische Induktion (ca. 22 Std.)

### Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ermitteln aus vorgegebenen und experimentell gewonnenen t-Φ-Diagrammen den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung. Sie nutzen dabei das Induktionsgesetz und ihre mathematischen Kenntnisse hinsichtlich der Differentialrechnung.
- berechnen Induktionsspannungen mit dem Induktionsgesetz für die Sonderfälle einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte bzw. einer zeitlich konstanten vom Magnetfeld durchsetzten Fläche, um die Erzeugung von Spannungen in technisch anwendbaren Größenordnungen zu realisieren.
- beschreiben für Stromkreise, die eine Spule enthalten, den zeitlichen Verlauf von Spannungen und Stromstärken beim Ein- und Ausschalten qualitativ und beurteilen bei technischen Anwendungen Nutzen und Risiken hoher Induktionsspannungen bei Ausschaltvorgängen unter Einbeziehung des Energieinhaltes des Magnetfeldes einer Spule. Bei Einschaltvorgängen ermitteln sie unter Verwendung des Induktionsgesetzes Induktivitäten und Leitungswiderstände realer Spulen.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Definition des magnetischen Flusses
- Lenz'sche Regel
- Induktionsgesetz in differenzieller Form
- Erzeugung sinusförmiger Wechselspannung und Gleichspannung
- Selbstinduktion, Definition der Induktivität
- Energieinhalt des Magnetfeldes einer Spule