

# Physik

## GRUNDLAGENFACH PHYSIK

Studentafel

5. Schuljahr	6. Schuljahr
3 Wochenstunden	2 Wochenstunden

## BILDUNGSZIELE

### Beitrag der Physik zu den Zielen gemäss MAR

Der Physikunterricht befähigt dazu, die Zustände und Vorgänge in Natur und Technik präzise zu beobachten, Zusammenhänge von Ursachen und Wirkungen klar zu erkennen, nachvollziehbar zu beschreiben und quantitativ zu erfassen. Die Studierenden lernen, physikalische Phänomene mit geeigneten Modellen zu beschreiben, und erkennen, dass diese Modelle kraft ihres reduktiven Charakters es einerseits ermöglichen, Vorgänge vorauszusagen, andererseits aber auch eine spezifische Grenze der Gültigkeit besitzen.

### Der Physikunterricht

- weckt gemeinsam mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern die Neugier und die Freude an der Entdeckung der Naturvorgänge.
- öffnet den Blick auf die Beziehungen zwischen naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung einerseits und gesellschaftlicher Entwicklung andererseits
- thematisiert den Zusammenhang zwischen der naturwissenschaftlich-technischen Entwicklung und der globalen Veränderung unserer Umwelt.

### Beitrag der Physik zu den überfachlichen Kompetenzen

üfK 1 = kritisch-forschendes Denken

üfK 2 = Selbständigkeit und Selbstverantwortung

üfK 3 = Kritikfähigkeit und Reflexion

üfK 4 = Teamfähigkeit

üfK 5 = Anderes

*Teamfähigkeit:* Der Physikunterricht fördert die Fähigkeit sowohl zur individuellen Arbeit als auch zur Arbeit in Gruppen. Schüler-Experimente und die entsprechenden Auswertungen erfolgen in der Regel in Partnerarbeit oder in kleinen Gruppen. Übungsaufgaben werden oft in Einzelarbeit angegangen und später in Gruppen besprochen.

Die Physik fördert die *Selbständigkeit* und die *Selbstverantwortung* im Rahmen von verbindlich vorgegebenen Inhalten und Lernzielen:

- Selbstkontrolle von Übungsaufgaben
- Nachfragen bei Unsicherheiten
- Aktives Einholen von Rückmeldungen
- Effizientes und gezieltes Nutzen von Freiräumen für eigenes Lernen.

Darüber hinaus bietet der Physikunterricht im Rahmen verschiedener Workshops mit Schüler-Experimenten die Möglichkeit, selber Hand anzulegen und in Form eines Praktikumsberichtes erste Erfahrungen mit dem *selbständigen Verfassen naturwissenschaftlicher Arbeiten* zu machen.



Das *kritisch-forschende Denken* fördert der Physikunterricht insbesondere dadurch, dass das eigene Vorwissen und die im Unterricht konstruierten Modelle immer wieder durch Demonstrations- oder Schüler-Experimente oder durch Natur- und Alltagsbeobachtungen hinterfragt werden. Die Schülerinnen und Schüler werden so aufgefordert, die Grenzen der Gültigkeit eigener Vorstellungen und physikalischer Modelle zu umreissen und die Erklärungskraft der Modelle durch deren Weiterentwicklung auszubauen.

Im Physikunterricht setzen die Studierenden ihr mathematisches Grundwissen ein. Beim Experimentieren, Skizzieren und Berechnen sind die Studierenden ständig gefordert, eigene Fehler oder Fehler anderer Studierender zu suchen, zu analysieren und zu verbessern. *Kritikfähigkeit und Reflexion* fördert der Physikunterricht, indem die Studierenden

- konstruktiv mit Lernhindernissen und Fehlern umzugehen lernen
- Lösungsstrategien überdenken, analysieren und verbessern
- ihren individuellen Repetitionsbedarf im Umgang mit Fehlern ermitteln.

### **Beitrag der Physik als Vorbereitung der Maturaarbeit**

Nebst den oben beschriebenen überfachlichen Kompetenzen vermittelt der Physikunterricht klassische Kompetenzen, welche wegen ihrer verbreiteten Anwendung in allen Wissenschaften ebenfalls als überfachlich bezeichnet werden können. So werden z.B. in den meisten physikalischen Stoffgebieten Tabellen und Diagramme gelesen, interpretiert, erstellt und als Lösungsstrategie eingesetzt. Beim Lösen physikalischer Probleme werden jeweils im Kleinen Strategien geübt, welche auch für grössere Projekte taugen. Zum Beispiel werden etwa komplexe Fragestellungen in kleine überschaubare Teilprobleme zerlegt. Der Physikunterricht fördert so das strukturierte Denken.

Das Kennenlernen unterschiedlicher (Bau-)Stoffe mit ihren spezifischen Eigenschaften und ihrem unterschiedlichen Verhalten, der Einbezug von Alltags- und Naturbeobachtung, die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Fragen zu stellen und entsprechende Versuche zu planen und durchzuführen, führen die Studierenden besonders auf die Arbeitsweisen und Methoden der Technischen Produktion und der Untersuchung hin.

## **RICHTZIELE**

### **Grundkenntnisse**

Der Physikunterricht vermittelt Kenntnisse

- zu den Körpern, ihren Grundeigenschaften, ihren Bewegungen und den Kräften zwischen ihnen
- zu den physikalischen Prozessen in der Natur, ihren Ursachen und ihren Wirkungen
- zur qualitativen und mathematischen Beschreibung von Naturvorgängen
- zur Nutzbarmachung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in der Technik
- zur Energieproblematik im Zusammenhang mit Umweltschutz.

### **Grundfertigkeiten**

Die Studierenden können

- Gesetze erkennen, die einer Naturerscheinung zugrunde liegen. Sie können diese Gesetze deduktiv auf einen konkreten Sachverhalt anwenden
- sicher mit Symbolen, Masseinheiten und mathematischen Gleichungen beim Lösen einer Problemstellung umgehen
- experimentelle und theoretische Resultate im Vergleich mit Erfahrungswerten aus Alltag und Technik interpretieren und diskutieren
- Vorgänge und Sachverhalte aus anderen Wissensgebieten physikalisch erklären

- bei der Darlegung von Zusammenhängen bildhaft-anschauliche Vorstellungen entwickeln und Modelle als Ersatzobjekte der komplizierteren Wirklichkeit benutzen (z.B. Wasserwellen an Stelle von Lichtwellen)
- mit unterschiedlichen Medien umgehen
- selbständig und im Team arbeiten.

### **Grundhaltungen**

Die Studierenden:

- haben Achtung und Respekt vor der Natur
- nehmen gegenüber den modernen Naturwissenschaften eine konstruktive und kritische Haltung ein
- sind sich bewusst, dass die Entwicklung neuer technischer Möglichkeiten nicht nur Nutzen, sondern auch Gefahren mit sich bringt
- entwickeln Neugierde, Interesse und Verständnis für Natur und Technik
- sind bereit, ihr physikalisches Wissen mit anderen Fächern zu vernetzen
- sind sich der Notwendigkeit und des Nutzens des besonderen präzisen und systematischen Vorgehens bei physikalischen Fragen bewusst.

### **FACHDIDAKTISCHE GRUNDSÄTZE**

Im Physikunterricht werden den Studierenden physikalische Inhalte näher gebracht. Im Unterricht wird jedoch darauf geachtet, dass die Studierenden ihr Vorwissen und Vorverständnis einbringen können. Insbesondere geht der Unterricht auf die Unterschiede zwischen Alltags- und Fachsprache, auf mitgebrachte einfachere Konzepte und Methoden sowie auf Interesse und Einstellungen der Studierenden ein. Dieses Vorwissen wird oft anhand einfacher, alltagsnaher Experimente und Beobachtungen wachgerufen und diskutiert, auf deren Basis dann weitere Untersuchungen theoretischer und experimenteller Art aufbauen.

In den physikalischen Problemstellungen und Übungsaufgaben werden immer wieder physikalische Naturphänomene (z.B. Regenbogen) thematisiert und das Verständnis technischer Anwendungen (z.B. Glasfaserkabel) gefördert. Den Studierenden wird es dadurch ermöglicht, zwischen dem sinnvoll strukturierten Begriffsgebäude der Physik und ihrer eigenen Lebenswelt eine Beziehung zu schaffen.

Die Themen des Physikunterrichts sind naturgemäss stark mit den anderen Naturwissenschaften vernetzt. Besonders sorgfältig ist der Physikunterricht mit demjenigen der Mathematik abgestimmt. So wird z.B. das Thema Strahlenoptik in der Physik zeitgleich mit der Trigonometrie in der Mathematik behandelt und im Thema Bewegungslehre greift der Physikunterricht auf das Grundwissen aus der Differential- und Integralrechnung zurück. In einem intensiven Austausch zwischen den Lehrpersonen der naturwissenschaftlichen Fächer und der Mathematik wird eine gemeinsame Sprache gesucht und gepflegt. Die Vernetzung mit anderen Fächern aus den Bereichen Sprache, Kunst sowie Sozial- und Geisteswissenschaften wird vor allem in verschiedenen Projektarbeiten (Projektwoche) angestrebt.

Entsprechend den zur Verfügung stehenden Lektionen und den Platzverhältnissen im Physiklabor sollen die Studierenden in der Regel einmal pro Semester die Gelegenheit erhalten, im Physikunterricht auch das naturwissenschaftliche Experimentieren zu üben. Dabei lernen sie Fragestellungen und Vermutungen zu formulieren, Versuche zu planen und durchzuführen, Beobachtungen und Messwerte übersichtlich darzustellen, auszuwerten, zu interpretieren und ihre Vorgehensweise zu reflektieren.

Schüler- und Demonstrationsexperimente müssen aber nicht immer direkt zu quantitativen Aussagen führen. Das Ziel einfacherer Experimente ist oft auch, die Definition physikalischer Begriffe zu motivieren und die Studierenden zum qualitativen Argumentieren anzuregen.

## BEURTEILUNG

Für die Leistungsbeurteilung sind vor allem die schriftlichen Prüfungen massgebend. In ihnen werden die im Unterricht erarbeiteten Methoden angewendet, wobei immer auch ein Transferanteil vorhanden ist. Die schriftlichen Prüfungen bestehen aus quantitativen und qualitativen Aufgaben und Fragestellungen. Prüfungsaufgaben können folgende Aspekte enthalten:

Gleichungen umformen, Einheiten korrekt bestimmen, Informationen zur Problemlösung aus einem Text zusammensuchen, etwas in mathematische Sprache übersetzen, nötige Annahmen zur Lösung eines Problems zusammenstellen, Grössen aus Tabellenwerten herausuchen, Informationen von Diagrammen ablesen, Grössen abschätzen, Messunsicherheiten bestimmen, kurze Texte verfassen, Experimentieranordnungen entwerfen, Messwerte aus einer Photographie herauslesen, eine Formel interpretieren, ...

Es können auch weitere Leistungen beurteilt werden, beispielsweise:

- Praktikumsberichte oder andere Auswertungen von Experimenten
- mündliche Vorträge oder Repetitionen
- der mündliche Beitrag im Unterricht
- die Bearbeitung von Aufträgen, z.B. der Hausaufgaben oder Prüfungsverbesserungen

## 5. Schuljahr: Grobziele

Inhalte / Themen	Handlungsziele / fachliche und überfachliche Kompetenzen Die Studierenden können...
<b>Arbeitsweise der Physik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>... das Zusammenspiel von Beobachten, Vermuten, Modell und Experiment bewusst wahrnehmen und einordnen.</li> <li>... zu ausgesuchten Naturphänomenen physikalische Fragestellungen formulieren und entsprechende Experimente beschreiben.</li> <li>... selbständig Beobachtungen beschreiben und eigene Erklärungsversuche (Modelle) formulieren.</li> <li>... ein Experiment durchführen, dokumentieren und die Messergebnisse strukturiert darstellen.</li> <li>... Tabellen, Diagramme und Bilder mit einem Experiment in Beziehung setzen.</li> <li>... die Basisgrössen des Internationalen Einheitensystems (SI) nennen und in kleinere oder grössere Einheiten umrechnen.</li> <li>... die Methode der linearen Regression als Hilfsmittel zur Auswertung von Experimenten einsetzen.</li> <li>... den geschichtlichen Hintergrund der physikalischen Arbeitsweise exemplarisch nachvollziehen.<sup>1</sup></li> </ul>
<b>Optik</b>	
Ausbreitung von Licht	<ul style="list-style-type: none"> <li>... den Unterschied zwischen Lichtbündel und Lichtstrahl (Modell – Wirklichkeit) erklären.</li> <li>... das Modell der Lichtstrahlen in Anwendungsproblemen als Teil einer Lösungsstrategie einsetzen.</li> <li>... Experimente und Beobachtungen nennen und erklären, mit denen die ungestörte Durchdringung von Lichtstrahlen belegt wird.</li> <li>... selbstleuchtende und beleuchtete Körper (Lichtquellen) unterscheiden.</li> </ul>
Reflexion und Brechung	<ul style="list-style-type: none"> <li>... Reflexion und Streuung in einfachen Beobachtungen und Experimenten unterscheiden.</li> <li>... die Phänomene der Reflexion und der Brechung in einfachen Experimenten erkennen und den Strahlengang mit Skizzen beschreiben.</li> <li>... das Reflexions- und das Brechungsgesetz formulieren.</li> <li>... den Strahlengang bei der Reflexion konstruieren.</li> <li>... den Strahlengang bei der Brechung in Anwendungsaufgaben berechnen.</li> <li>... das Phänomen der Totalreflexion mit Beispielen aus Natur (<i>Fata Morgana</i>) und Technik (<i>Glasfaserkabel</i>) erklären und im konkreten Fall einen Grenzwinkel berechnen.</li> <li>... den Brechungsindex von Glas beziehungsweise Plexiglas in einem angeleiteten Versuch bestimmen.</li> </ul>

<sup>1</sup> Kursiv gesetzte Inhalte und Ziele sind optional.

---

Optische Abbildungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>... den Brennpunkt einer Sammellinse experimentell bestimmen.</li> <li>... Form und Strahlengang von Sammel- und Streulinse unterscheiden.</li> <li>... Fallunterscheidungen bei Abbildungen an der Sammellinse <i>und Streulinse</i> (Vergrösserung – Verkleinerung; reelles und virtuelles Bild) machen.</li> <li>... können Bilder an Linsen <i>und Linsensystemen</i> konstruieren.</li> <li>... das Linsengesetz und das Gesetz des Abbildungsmassstabs formulieren, herleiten und die dafür relevanten Fachbegriffe erklären und richtig verwenden.</li> <li>... anwendungsbezogene Übungsaufgaben (<i>Fotographie, Diaprojektor, ...</i>) lösen.</li> <li>... Aufbau und Funktionsweise des menschlichen Auges erklären, Sehfehler unterscheiden und erklären sowie geeignete Korrekturmaassnahmen (Brille) vorschlagen.</li> </ul>
Farben	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die drei Versuche von Newton beschreiben und ihre Konsequenzen für den Gültigkeitsbereich des Lichtmodells der Geometrischen Optik erklären</li> <li>... Experimente der additiven und subtraktiven Farbmischung beschreiben und die Beobachtungen mit dem Farbmodell von Newton erklären.</li> <li>... mit einem Spektrometer die Farbspektren von Natrium- und Quecksilberdampfampe untersuchen</li> <li>... das Zustandekommen von Farbwahrnehmung mit Hilfe des Aufbaus und der Funktionsweise der menschlichen Netzhaut erklären.</li> </ul>
Schwingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>... ein Experiment zur Bestimmung einer Federkonstante beschreiben und entsprechende Messdaten auswerten.</li> <li>... die Bedeutung der Federkonstante und ihrer Einheit erklären.</li> <li>... die Parameter einer harmonischen Schwingung nennen und erklären.</li> <li>... den Zusammenhang zwischen Schwingungsdauer und Frequenz erklären.</li> <li>... für das Federpendel den Zusammenhang zwischen Masse, Federkonstante, Amplitude und Schwingungsdauer mit Worten und formal beschreiben und diesen Zusammenhang in Berechnungen verwenden.</li> <li>... für das Fadenpendel den Zusammenhang zwischen Masse, Fadlänge, Amplitude und Schwingungsdauer mit Worten und formal beschreiben und diesen Zusammenhang in Berechnungen verwenden.</li> <li>... die Bedingungen für das Zustandekommen von ungedämpften und gedämpften Schwingungen formulieren, die entsprechenden Weg-Zeit-Diagramme zeichnen und Gleichungen formulieren.</li> </ul>

---

---

Wellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die Begriffe der Transversalwelle und der Longitudinalwelle erklären und Beispiele nennen.</li> <li>... den Zusammenhang zwischen Wellenlänge, Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Schwingungsdauer bzw. Frequenz in Worten und formal beschreiben.</li> <li>... die grundlegenden Eigenschaften (ungestörte Überlagerung, Übergang von einem Medium in ein anderes, Brechung, Beugung und Interferenz am Beispiel der Wasserwellen) erklären.</li> <li>... das Huygenssche Prinzip (Wellenfläche – Elementarwelle – Überlagerung) formulieren und damit das Brechungsgesetz als Zusammenhang zwischen Ein- und Ausfallswinkel einerseits und den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten (Fermatsches Prinzip) andererseits herleiten.</li> </ul>
Wellenoptik	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die Analogie Wasserwelle – Lichtwelle anhand von Spaltexperimenten (Einfachspalt, Doppelspalt, Gitter) beschreiben.</li> <li>... Lichtgeschwindigkeiten bzw. Wellenlängen in verschiedenen Medien mit Hilfe des Brechungsgesetzes berechnen.</li> <li>... die Zusammenhänge zwischen Wellenlänge, Gitterstruktur (Spaltabstand) und Interferenzmuster im Fernfeld beschreiben und zu konkreten Beugungsexperimenten Wellenlänge bzw. Gitterstruktur bestimmen.</li> <li>... die einzelnen Terme der mathematischen Darstellung einer Welle erklären.</li> </ul>

---

**Wärmelehre**

Dichte, Temperatur als Grundbegriffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die Definition der Dichte und ihre Einheit erklären und für Massen- bzw. Volumenberechnungen anwenden.</li> <li>... die Celsius- und die Kelvin-Temperaturskala erklären und Temperaturangaben umrechnen.</li> <li>... aufgrund von Modellannahmen die Interpretation der Temperatur als Mass für die Brownsche Teilchenbewegung begründen.</li> </ul>
Ausdehnung von Festkörpern	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die Längen- und Volumenausdehnung von Festkörpern mathematisch beschreiben und die Gesetzmässigkeiten in Anwendungsaufgaben als Teil einer Lösungsmethode einbringen.</li> <li>... Experimente zur Bestimmung von Längen- bzw. Volumenausdehnungskoeffizient selbständig durchführen und auswerten.</li> <li>... Phänomene und technische Anwendungen (<i>Dehnungsfugen, Leitungsspanner, ...</i>), bei denen der Effekt der Ausdehnung von Körpern eine bedeutende Rolle spielt, nennen und erklären.</li> <li>... den Zusammenhang zwischen Volumen-/Flächen- und Längenausdehnung erklären und herleiten.</li> </ul>

---

---

Ausdehnung von Flüssigkeiten	<p>... Die Volumenausdehnung von Flüssigkeiten mathematisch beschreiben und die Gesetzmässigkeiten in Anwendungsaufgaben als Teil einer Lösungsmethode einbringen.</p> <p>... den linearen Zusammenhang zwischen Volumenausdehnung und Temperatur von Alkohol in einem Experiment nachweisen und den entsprechenden Volumenausdehnungskoeffizient bestimmen.</p> <p>... die Dichteanomalie des Wassers beschreiben und erklären und damit die im Winter und Sommer unterschiedlichen Temperaturschichtungen sowie die daraus resultierende halbjährliche Durchmischung von Seewasser erklären.</p>
Ausdehnung von Gasen	<p>... das Modell eines idealen Gases beschreiben und erklären und es gegenüber realen Gasen unterscheiden.</p> <p>... die drei Gesetze von Gay-Lussac, Amonton und Boyle-Mariotte anwenden.</p> <p>... den Zusammenhang zwischen den drei Spezialfällen und der Zustandsgleichung für ideale Gase erklären.</p> <p>... mit Hilfe von Graphiken entsprechender Experimente den absoluten Temperaturnullpunkt ermitteln und den absoluten und relativen Fehler ihrer Messung bestimmen.</p> <p>... die Grössenordnungen der Wärmeausdehnungskoeffizienten von Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern grob einschätzen und zuordnen.</p>
Kalorik	<p>... den Zusammenhang zwischen Temperatur und Wärme darlegen.</p> <p>... die Grundgleichung der Kalorik formulieren.</p> <p>... Wärme als eine Energieform beschreiben und erklären.</p> <p>... in Experimenten die spezifische Wärmekapazität unterschiedlicher Stoffe bestimmen.</p> <p>... in Mischexperimenten mit Temperaturmessungen den Energiesatz anwenden.</p> <p>... die Bedeutung der Wärmekapazität des Wassers für das Weltklima erklären.</p> <p>... eine Analogiebetrachtung zwischen Hubarbeit und Wärme anstellen.</p>
Aggregatzustandsänderung	<p>... die Energie messen, die nötig ist, um eine bestimmte Menge eines Stoffes von einem in einen anderen Aggregatzustand zu überführen.</p> <p>... die Fachbegriffe für Aggregatzustandsänderungen erklären und korrekt verwenden.</p> <p>... Phasendiagramme lesen und Anwendungen nennen, bei denen die Druckabhängigkeit von Phasenübergängen wichtig ist.</p>

---



---

**Mechanik**

## Kinematik

- ... die Bewegungsgrössen Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung und die entsprechenden Einheiten erklären.
- ... beschleunigte und gleichförmige Bewegungen unterscheiden.
- ... Weg-Zeit-, Geschwindigkeit-Zeit- und Beschleunigung-Zeit-Diagramme lesen, interpretieren, diese für einfache Bewegungen selber erstellen und formal beschreiben.
- ... den Zusammenhang zwischen den Diagrammen und Formeln mit den Grundbegriffen der Differential- und Integralrechnung erklären.
- ... Bewegungsaufgaben mit Hilfe von Diagrammen und entsprechenden Formeln lösen.
- ... das Unabhängigkeitsgesetz und das Zusammenspiel der Bewegungsgesetze in Wurfbewegungen mit Hilfe der Grundbegriffe der Vektorrechnung erklären.
- ... Aufgaben zu Wurfbewegungen lösen.

## Kraft

- ... die drei Axiome von Newton formulieren.
  - ... die Einheit der Kraft nennen und erklären.
  - ... Kräfte als Vektoren interpretieren und mit Kraftvektoren rechnen.
  - ... den Zusammenhang zwischen Gewichtskraft, Normalkraft, Hangabtriebskraft und Reibungskraft an der Schiefen Ebene formulieren und in Anwendungsaufgaben berücksichtigen.
  - ... das Hooksche Gesetz formulieren und in Anwendungsaufgaben verwenden.
  - ... mit einigen wichtigen Kräften (Gewicht, Federkraft, Reibung, etc.) korrekt umgehen.
-

## 6. Schuljahr: Grobziele

Inhalte / Themen	Handlungsziele / fachliche und überfachliche Kompetenzen Die Studierenden können...
<b>Erhaltungssätze</b>	
Arbeit	<p>... die Definition der mechanischen Arbeit, ihre Einheit und einige konkrete Beispiele nennen und erklären (Reibungsarbeit, Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, etc.).</p> <p>... die Arbeit als Fläche im Kraft-Weg-Diagramm interpretieren, diesen Zusammenhang erklären und in Anwendungsbeispielen einsetzen (z.B. Spannarbeit einer Feder).</p> <p>... die mechanische Arbeit in Aufgaben berechnen.</p>
Leistung	<p>... die Definitionen von Leistung, ihre Einheit und einige Beispiele nennen und erklären.</p> <p>... den Begriff Wirkungsgrad erklären und Anwendungsaufgaben dazu lösen.</p>
Energie	<p>... verschiedene Energieformen nennen und berechnen.</p> <p>... die Schwierigkeit einer Definition des Begriffs Energie nachvollziehen.</p> <p>... den Energieerhaltungssatz erklären und die Energieerhaltung anhand von Beispielen (Feder, Fadenpendel, Maxwellrad, Freier Fall, etc.) begründen.</p> <p>... Messresultate in Bezug auf die Energiebilanz analysieren, interpretieren und dabei auf fehlende, in der Messung nicht berücksichtigte Energieanteile schliessen.</p> <p>... Energie-Graphen von Experimenten zeichnen, interpretieren und anhand eines Graphen Rückschlüsse auf das Experiment ziehen.</p>
Impuls	<p>... den Begriff Impuls und seine Einheit mathematisch-physikalisch definieren.</p> <p>... den Impulserhaltungssatz aus Newtons Axiomen herleiten.</p> <p>... den Impulserhaltungssatz in verschiedenen Situationen anwenden und Aussagen über den Ausgang von Experimenten machen.</p> <p>... vollkommen elastische und vollkommen unelastische zentrale Stösse unterscheiden und Aufgaben dazu lösen.</p> <p>... Stossversuche in der Ebene (zweidimensional) analysieren.</p> <p>... konkrete Stossversuche mit einem Mess- und Auswertungsprogramm untersuchen.</p>

---

## Hydro- und Aerostatik

### *Hydrostatischer Druck*

... den Begriff Druck und die entsprechenden Einheiten erklären und in unterschiedliche Einheiten umrechnen.

### *Hydraulik*

... verschiedene Anwendungen der Hydraulik (Obstpresse, Wagenheber, etc.) erklären.

### *Hydrostatisches Paradoxon*

... das hydrostatische Paradoxon erklären.

... anwendungsbezogene Aufgaben (Stausee, Wassertanks, etc.) lösen.

... die Begriffe „schwimmen“, „schweben“ und „sinken“ in Bezug auf die wirkenden Kräfte unterscheiden und die Bedingungen dazu nennen.

... den Auftrieb formal berechnen und die entsprechenden Formeln dazu nutzen, um

... anwendungsbezogene Aufgaben (Schiffe, Aräometer, etc.) zu lösen.

### *Luftdruck (Barometerformel)*

... den Unterschied zwischen der Höhenabhängigkeit des Drucks in einer Flüssigkeit und derjenigen eines Gases in eigenen Worten erklären.

... die Barometerformel als Modell zur Berechnung des Luftdrucks anwenden.

... mit Hilfe der Barometerformel und der Zustandsgleichung idealer Gase komplexere Aufgaben lösen.

---

## Drehbewegungen

### *Zentripetalkraft*

... aufgrund der Bewegungsgesetze und der Gesetze von Newton auf die Notwendigkeit der Zentripetalkraft bei einer Drehbewegung schliessen.

... die Ursache der Zentripetalkraft in verschiedenen Anwendungen benennen und Berechnungen dazu anstellen.

... die Begriffe Geschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Umlaufzeit unterscheiden und mit den entsprechenden Grössen umgehen.

### *Scheinkräfte*

... Das Zustandekommen der Zentrifugalkraft und der Corioliskraft als Konsequenz einer Bewegung eines Körpers relativ zu einem rotierenden Bezugssystem in Grundzügen erklären.

... in verschiedenen Bezugssystemen die dort (scheinbar) wirkenden Kräfte benennen.

### *Gravitationskraft*

... das Gravitationsgesetz mit der Gewichtskraft in Verbindung bringen.

... die im Gravitationsgesetz beteiligten Grössen erklären.

... das Gravitationsgesetz in verschiedenen Aufgaben anwenden.

### *Kepler-Gesetze*

... die Gesetze mit eigenen Worten formulieren und erklären.

... die Gesetze benutzen, um Voraussagen über die Bewegung von Kometen, Satelliten und Planeten zu machen.

... die unterschiedlichen Weltbilder in ihren geschichtlichen Zusammenhang einordnen und ihren wichtigste Vertretern zuordnen.

---

---

**Elektrostatik**

Elektrische Ladung	<ul style="list-style-type: none"> <li>... ein Experiment beschreiben, mit welchem die Existenz von zwei Ladungsqualitäten nachgewiesen wird.</li> <li>... zwei Ladungsqualitäten (positiv/negativ) unterscheiden und deren Wirkung aufeinander nennen.</li> <li>... erklären, wie unterschiedliche Stoffe durch Reibung elektrisch geladen werden.</li> </ul>
Coulombkraft	<ul style="list-style-type: none"> <li>... mit Hilfe des Coulombgesetzes Ladungsmengen beziehungsweise Kräfte abschätzen.</li> <li>... die Definition und die Einheit der elektrischen Ladung nennen und erklären.</li> </ul>
Elektrisches Feld	<ul style="list-style-type: none"> <li>... das Unabhängigkeitsgesetz für elektrische Kräfte erklären.</li> <li>... den Feldbegriff anhand einfacher Beispiele erklären.</li> <li>... das elektrische Feld einfacher Ladungsverteilungen skizzieren und berechnen.</li> <li>... das Milikan-Experiment zur Bestimmung der elektrischen Elementarladung erklären.</li> </ul>

---

**Elektrische Schaltkreise**

<i>Elektrische Schaltelemente</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>... einfache Schaltpläne lesen und selber zeichnen.</li> </ul>
Spannung und Stromstärke	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die beiden Definitionen von Spannung und Stromstärke und ihre Einheiten erklären.</li> <li>... Wirkungen des elektrischen Stromes nennen.</li> <li>... die Gefahren des elektrischen Stromes richtig einschätzen.</li> <li>... die Fließgeschwindigkeit elektrischer Ladungen experimentell oder rechnerisch bestimmen.</li> </ul>
Elektrischer Widerstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>... zwischen Leiter, <i>Halbleiter</i> und Isolator unterscheiden und deren elektrische Eigenschaften beschreiben.</li> <li>... die Eigenschaften verschiedener elektrischer Widerstände benennen und den Ohmschen Widerstand als Modell eines idealen Widerstandes erklären.</li> </ul>
<i>Arbeit und Leistung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die elektrische Arbeit und die elektrische Leistung von einfachen Schaltkreisen berechnen.</li> </ul>
Serien- und Parallelschaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>... die Regeln von Kirchhoff in einfachen Schaltungen für Berechnungen einsetzen.</li> </ul>

---

**Elektrodynamik**

Magnetisches Feld	<ul style="list-style-type: none"> <li>... den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus anhand von Schülerexperimenten demonstrieren (stromdurchflossener Leiter, Spule, Spule mit Eisenkern, etc.).</li> <li>... die Magnetfeldlinien in einfachen Anordnungen zeichnen und vorhersagen (stromdurchflossener Leiter, Spule, Stabmagnet, Hufeisenmagnet, etc.).</li> <li>... das Erdmagnetfeld zeichnen.</li> </ul>
-------------------	---

---

---

Bewegte Ladung im Magnetfeld	<ul style="list-style-type: none"><li>... die Richtung der Lorentzkraft mit Hilfe der Rechte-Hand-Regel vorhersagen (vgl. Leiterschaukel).</li><li>... qualitativ die Abhängigkeit der Lorentzkraft von elektrischer Stromstärke, Länge des Leiters und Grösse der magnetischen Feldstärke demonstrieren.</li><li>... die Funktionsweise der Braun'schen Röhre darlegen und wissen um ihre technische Verwendung (Fernseher, Oszillator).</li><li>... die prinzipielle Funktionsweise von Lautsprechern, Drehspulinstrumenten und Elektromotoren erläutern.</li></ul>
<i>Elektromagnetische Induktion</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>... die elektrische Induktion als Umkehrung des elektrischen Prinzips begreifen (vgl. Leiterschaukel).</li><li>... in gezielter Weise Voraussagen machen, wie im entsprechenden Experiment eine Erhöhung der Induktionsspannung erzielt werden kann (vgl. auch Selbstinduktion, z.B. Magnetzündung).</li><li>... mit Hilfe des Gesetzes von Lenz das Funktionsprinzip einer Wirbelstrombremse erklären.</li><li>... das Funktionsprinzip eines Generators mit Hilfe einfacher Skizzen aufzeigen.</li><li>... einen einfachen Trafo bauen, um eine gewünschte Spannungs- bzw. Stromstärkeübersetzung zu erzielen.</li></ul>

---