

## **Fachcurriculum Physik**

Klasse 7 - 10, und Sek II, Schule am Meer, Büsum (2025)  
Gymnasium und Gemeinschaftsschule

### **Inhaltsverzeichnis**

Das schulinterne Fachcurriculum.....	2
Beitrag des Faches Physik zur Gesamtbildung.....	3
Kompetenzen.....	3
Basiskonzepte der Physik.....	4
Lernausgangslage.....	4
Themen und Inhalte des Unterrichts.....	5
Jahrgang 7 (einstündig).....	5
Jahrgang 8 (einstündig).....	7
Jahrgang 9.....	10
Jahrgang 10.....	12
Sekundarstufe II, E-Phase (Jahrgang 11).....	15
Qualifikationsphase Q1 (Jahrgang 12).....	19
Qualifikationsphase Q2 (Jahrgang 13).....	22
Leistungsnachweise.....	26
Lehrwerke.....	27
"Impulse Physik" für Sekundarstufe I.....	27
"Metzler Physik SII" für Sekundarstufe II.....	27
Erklärungen.....	29

## Das schulinterne Fachcurriculum

Der **schulinterne Fachcurriculum** ist die Grundlage für unseren Fachunterricht. Er enthält die Beschlüsse der Fachschaft zu folgenden Punkten:

- Welche **Kompetenzen** die Schülerinnen und Schüler in jeder Jahrgangsstufe erwerben sollen.
- Wie die **Unterrichtsinhalte und Themen** gewichtet und aufgeteilt werden.
- Wie der Unterricht medial **gestaltet** wird.
- Wie **Leistung gemessen und bewertet** wird.

Dieses Fachcurriculum wird regelmäßig evaluiert und weiterentwickelt. Aktuelle Entwicklungen des Faches, der Fachdidaktik, der Fachanforderungen, der Stundenkontingente und der Leistungsbewertung werden in der Fachschaft diskutiert und ins Fachcurriculum aufgenommen.

### Wie arbeitet die Physik?

Physik ist mehr als Zahlen und Formeln – sie ist eine spannende Entdeckungsreise in die Welt, die uns umgibt. In der Schule lernen Kinder in der Physik nicht nur, was passiert, sondern vor allem, warum und wie etwas passiert. Dabei geht es nicht um das bloße Auswendiglernen von Fakten, sondern um das Verstehen von Zusammenhängen. Genau hier setzen die typischen Arbeitsweisen der Physik an – und diese sind auch für interindividuelle **persönliche Entwicklung** Ihres Kindes von großem Wert.

Zentral in der Physik ist das Beobachten und Beschreiben von Phänomenen. Kinder lernen, genau hinzuschauen: Wie bewegt sich ein Ball? Warum wird es in einem Raum warm, wenn man die Heizung einschaltet? Diese Beobachtungen führen zu Fragen – und aus Fragen entsteht Neugier. Die Physik ermutigt dazu, nicht alles als selbstverständlich hinzunehmen, sondern genauer nachzuforschen.

Ein weiterer wichtiger Schritt ist das **Experimentieren**. In der Physik wird viel praktisch gearbeitet: Schülerinnen und Schüler führen Versuche durch, dokumentieren ihre Ergebnisse und diskutieren diese in der Klasse. So erleben sie hautnah, wie Wissenschaft funktioniert – mit Versuch, Irrtum, Korrektur und Erkenntnis. Das fördert Geduld, Genauigkeit und kritisches Denken.

Gleichzeitig lernen die Kinder, mathematische Modelle und Formeln zu nutzen, um Naturgesetze zu beschreiben. Diese Modelle helfen dabei, Vorhersagen zu treffen – etwa wie weit ein Auto bei einer bestimmten Geschwindigkeit in einer Sekunde fährt. Das klingt zunächst abstrakt, ist aber im Alltag sehr nützlich und stärkt das logische Denken.

Ein weiteres wesentliches Element ist das systematische Arbeiten: Hypothesen aufstellen, Messdaten auswerten, Ergebnisse interpretieren. All das geschieht oft im Team, wodurch auch die soziale Kompetenz und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit gestärkt werden.

So vermittelt das Fach Physik nicht nur Inhalte, sondern auch eine bestimmte Haltung: Skepsis gegenüber unbegründeten Behauptungen, Offenheit für neue Erkenntnisse und das Bewusstsein für die prinzipielle Vorläufigkeit allen Wissens. Damit leistet die Physik einen wichtigen Beitrag zu einer reflektierten, kritischen und rationalen Weltsicht.

## Beitrag des Faches Physik zur Gesamtbildung

Physik leistet einen unverzichtbaren Beitrag zur Gesamtbildung, denn sie schärft nicht nur den Blick für die Naturgesetze, die unsere Welt unverhandelbar bestimmen, sondern fördert auch grundlegende Kompetenzen, die weit über das Fach Physik hinausreichen. In einer zunehmend technisierten und komplexen Welt ist das physikalische Verständnis ein Schlüssel, um Zusammenhänge zu erkennen, kritisch zu hinterfragen und fundierte (Lebens-) Entscheidungen zu treffen.

Durch das Erforschen physikalischer Phänomene lernen Schülerinnen und Schüler, systematisch zu beobachten, logisch zu denken und präzise zu argumentieren. Diese Fähigkeiten sind nicht nur in den Naturwissenschaften, sondern in allen Lebensbereichen von großer Bedeutung. Die Physik zeigt, wie aus Beobachtung und Experiment Theorien entstehen, die unsere Realität erklären – vom Fallen eines Apfels bis zur Entstehung des Universums. Damit vermittelt sie ein tiefes Verständnis für Ursache und Wirkung sowie für das Prinzip der Überprüfbarkeit von Wissen.

Gleichzeitig fördert Physik die Neugier und den Forschergeist. Wer sich mit physikalischen Fragen beschäftigt, lernt, nicht bei oberflächlichen Antworten stehen zu bleiben, sondern genauer hinzusehen und weiterzudenken. Das stärkt die Problemlösekompetenz – eine Fähigkeit, die im Berufsleben wie im Alltag unverzichtbar ist.

Auch im gesellschaftlichen Kontext spielt die Physik eine wichtige Rolle. Themen wie Energieversorgung, Klimawandel oder moderne Kommunikationstechnologien sind ohne physikalische Grundlagen nicht zu verstehen. Wer physikalisch gebildet ist, kann technologische Entwicklungen besser einordnen und aktiv an gesellschaftlichen Diskussionen teilnehmen.

Nicht zuletzt fördert Physik auch Werte wie Genauigkeit, Ausdauer und Teamarbeit – Eigenschaften, die in jeder sozialen Gemeinschaft von Bedeutung sind. So trägt die Physik auf vielfältige Weise dazu bei, verantwortungsbewusste, kritisch denkende und weltoffene Menschen auszubilden.

Insgesamt ist die Physik weit mehr als eine „reine“ Naturwissenschaft: Sie ist ein zentraler Bestandteil einer umfassenden Allgemeinbildung und ein wichtiger Wegbereiter für mündige, reflektierte und handlungsfähige Bürgerinnen und Bürger.

## Kompetenzen

Vier Kompetenzbereiche bilden gemeinsam die Grundlage für einen modernen und kompetenzorientierten Physikunterricht, der sowohl fachliches Wissen als auch methodisches und gesellschaftliches Denken fördert. Den Rahmen für unseren Unterricht bilden also die vier Kompetenzbereiche Fachwissen (F), Erkenntnisgewinnung (E), Kommunikation (K) und Bewertung (B), deren genauere Aufgliederung aus den Bildungsstandards hervor geht. ([Bildungsstandards](#))

Der Bereich „**Fachwissen**“ umfasst das Verständnis physikalischer Begriffe, Modelle und Gesetzmäßigkeiten. Schülerinnen und Schüler sollen naturwissenschaftliche Zusammenhänge erkennen und erklären können. Beispiel: Ein Schüler kann den Energieerhaltungssatz erklären und auf einen Aufprallunfall anwenden.

Die Kompetenz „**Erkenntnisgewinnung**“ bezieht sich auf das naturwissenschaftliche Arbeiten: Beobachten, Fragen stellen, Experimente planen und durchführen, Daten auswerten und Schlussfolgerungen ziehen. Beispiel: Eine Schülerin führt ein Experiment zur Pendelschwingung durch, misst Zeiten und erkennt den Zusammenhang zwischen Pendellänge und Schwingungsdauer.

Die Kompetenz „**Kommunikation**“: Hier geht es darum, physikalische Sachverhalte präzise darzustellen – in Fachsprache, Diagrammen, Modellen oder mathematischen Ausdrücken – und sich

darüber auszutauschen. Beispiel: Zwei Schüler diskutieren die Ergebnisse eines Stromkreis-Experiments und halten ihre Beobachtungen in einem Versuchsprotokoll fest.

Beschreibung: Der Bereich „**Bewertung**“ fördert die Fähigkeit, physikalisches Wissen in gesellschaftliche oder technische Kontexte einzuordnen und reflektierte Urteile zu treffen. Beispiel: Eine Schülerin beurteilt die Vor- und Nachteile verschiedener Energiequellen im Hinblick auf Klimaschutz und Versorgungssicherheit.

Eine genauere Aufschlüsselung der einzelnen Kompetenzbereiche liefern die Bildungsstandards

## Basiskonzepte der Physik

Basiskonzepte sind nicht isolierte Unterrichtsthemen, sondern wiederkehrende strukturelle Hilfen, mit denen Schülerinnen und Schüler komplexe Inhalte besser verstehen und fachübergreifend **verknüpfen** können. Sie fördern kumulatives Lernen, modellbasiertes Denken und die Fähigkeit zur Übertragung von Wissen auf neue Situationen; die Basiskonzepte im Einzelnen:

Das Konzept der **Energie** beschreibt die Fähigkeit eines Systems, Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben. Energie tritt in verschiedenen Formen auf (z. B. kinetisch, potenziell, elektrisch, chemisch) und kann umgewandelt, aber nicht vernichtet werden. Beispiel: Beim Rollen eines Fahrrads wird chemische Energie aus der Nahrung in mechanische Bewegungsenergie umgewandelt.

**Materie**: Dieses Konzept bezieht sich auf den Aufbau der Materie aus kleinsten Teilchen (Atome, Moleküle, Elementarteilchen) und deren Wechselwirkungen. Es hilft, Stoffeigenschaften und physikalische Prozesse auf Teilchenebene zu erklären. Beispiel: Die Erklärung, warum Metalle Strom leiten, beruht auf dem freien Elektronenmodell. (Struktur der Materie)

**Wechselwirkung**: Physikalische Veränderungen entstehen durch Wechselwirkungen zwischen Körpern. Diese Wechselwirkungen äußern sich in Kräften, die Bewegungen ändern oder Körper verformen können. Beispiel: Der Apfel fällt vom Baum, weil die Erde durch die Gravitationskraft auf ihn wirkt. (Kräfte und Felder)

**System**: Die Welt ist zu komplex, um sie in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Deshalb arbeitet die Physik mit idealisierten Modellen, um reale Systeme vereinfacht, aber aussagekräftig zu beschreiben.

Beispiel: Ein Körper wird als „idealer Punkt“ betrachtet, um seine Bewegung einfacher analysieren zu können (Punktmassenmodell). (System und Modellbildung)

## Lernausgangslage

In Klasse 5/6 wird das Fach „Naturwissenschaften“ , (NaWi) erteilt. In diesem Unterricht werden grundlegende Vorstellungen angelegt. Wir können somit mit dem Physik-Unterricht in der Sekundarstufe I auf folgende Themen zurückgreifen.

**Im Bereich Wärmelehre**: Luft (Teilchenvorstellung, Teilchenmodell, Luft als Stoff mit Masse, Dichte-Experimente, Schwimmen und Sinken, Dichte-anomalie des Wassers, Temperaturmessung, Siede- und Schmelztemperatur von Wasser, Energiebegriff, Teilchenbewegung, Celsius-Temperaturskala, **Im Bereich Magnetismus**: magnetische Wechselwirkungen, Magnetische Felder, das Magnetfeld der Erde, Wechselwirkung zwischen Erde und Kompass **Im Bereich Stromkreise**: Lampen, Aufbau eines Stromkreises, Analogie zum Wasserstromkreis

## Themen und Inhalte des Unterrichts

Die Reihenfolge innerhalb der Jahrgangsstufen frei und gegebenenfalls (wo es sich anbietet) an die Inhalte parallel unterrichteter Fächer anzupassen.

### Jahrgang 7 (einstündig)

Jahrgang 7 (Gym., einstündig)			
Unterrichtsthemen	Inhalte	Medien/Methoden	Kompetenzen / Basiskonzept
<b>Energie (Qualitativ)</b>			
	<p>Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben. Sie existiert in verschiedenen <b>Formen</b>, die sich ineinander umwandeln lassen. Mechanische Energie, wie <b>kinetische Energie</b> (Bewegungsenergie) und <b>potenzielle Energie</b> (Lageenergie), beschreibt die Energie von bewegten oder in einer bestimmten Position befindlichen Objekten. <b>Thermische Energie</b> (Wärme) ist die Energie der ungeordneten Bewegung von Teilchen.</p> <p><b>Chemische Energie</b> ist in den Bindungen von Molekülen gespeichert und wird bei chemischen Reaktionen freigesetzt, beispielsweise bei der Verbrennung von Holz. <b>Elektrische Energie</b> wird durch den Fluss von elektrischen Ladungen übertragen und ist die Grundlage für unseren Strom. Auch <b>Lichtenergie</b> (Strahlungsenergie) und <b>Kernenergie</b> sind wichtige Energieformen.</p> <p>Das <b>Gesetz von der Erhaltung der Energie</b> besagt, dass Energie niemals verloren geht oder neu entsteht, sondern sich nur von einer Form in eine andere <b>umwandelt</b>. Ein gutes Beispiel hierfür ist ein Wasserkraftwerk: Hier wird die potenzielle Energie des Wassers in kinetische Energie, dann in mechanische Energie und schließlich in elektrische Energie umgewandelt.</p>	Leifiphysik <sup>1</sup> Impulse Arbeitsblätter Experimente	Energie System
<b>Einfache elektrische Stromkreise</b>			
	<p>Ein einfacher Stromkreis ist ein geschlossener Weg, durch den elektrischer Strom fließen kann. Er besteht aus mindestens drei grundlegenden Bauteilen: einer <b>Spannungsquelle</b>, einem „<b>Verbraucher</b>“ und elektrischen <b>Leitern</b>.</p> <p>Die Spannungsquelle, zum Beispiel eine Batterie, liefert die nötige elektrische Spannung. Man kann sich die Spannung wie den "Druck" vorstellen, der die Ladungsträger antreibt. Der elektrische Strom ist dann der tatsächliche Fluss dieser Ladungsträger durch die Leiter, also die Kabel. Der Verbraucher, wie eine Glühbirne, nutzt diese elektrische Energie und wandelt sie in eine andere Energieform um, zum Beispiel in Licht und Wärme.</p> <p>Damit der Strom fließen kann, muss der Stromkreis immer <b>geschlossen</b> sein. Ein Schalter dient dazu, den Stromkreis zu öffnen oder zu schließen und somit den Stromfluss zu steuern.</p>	Leifiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	System Energie

1 <https://www.leifiphysik.de/>

Ausbreitung des Lichts			
<p>Licht breitet sich von einer Lichtquelle in alle Richtungen <b>geradlinig</b> aus. Wenn dieses Licht auf ein undurchsichtiges Objekt trifft, kann es dieses nicht durchdringen. Hinter dem Objekt entsteht dann ein <b>Schatten</b>.</p> <p>Die Form des Schattens hängt von der Form des Objekts und der Position der Lichtquelle ab. Bei einer sehr kleinen (punktförmigen) <b>Lichtquelle</b> spricht man von einem Kernschatten. Dieser ist an den Rändern scharf begrenzt und vollständig dunkel.</p> <p>Wenn die Lichtquelle größer ist, entstehen zwei verschiedene Bereiche im Schatten: der <b>Kernschatten</b>, der immer noch der am weitesten vom Licht entfernte und am dunkelsten Teil des Schattens ist, und der Halbschatten. Der <b>Halbschatten</b> ist der Bereich, der nur von einem Teil der Lichtquelle beleuchtet wird und daher heller ist als der Kernschatten. Je größer die Lichtquelle, desto größer ist der Halbschatten.</p> <p>Die geradlinige Ausbreitung des Lichts ist auch der Grund für die Entstehung von <b>Finsternissen</b>, bei denen ein Himmelskörper den Schatten eines anderen Himmelskörpers wirft.</p>	Leifiphysik <sup>2</sup> Impulse Arbeitsblätter Experimente	System	
Temperatur und Wärme (optional)			
<p>Obwohl die Begriffe oft verwechselt werden, gibt es einen wichtigen Unterschied zwischen <b>Temperatur</b> und <b>Wärme</b>. Jeder Stoff besteht aus winzigen, ständig in Bewegung befindlichen <b>Teilchen</b>. Die Temperatur ist ein Maß dafür, wie schnell sich diese Teilchen im Durchschnitt bewegen. Je schneller die <b>Teilchenbewegung</b>, desto höher ist die Temperatur eines Körpers, und desto "wärmer" empfinden wir ihn.</p> <p><b>Wärme</b> hingegen ist keine Eigenschaft eines einzelnen Körpers, sondern eine Form von Energie, die zwischen Körpern übertragen wird. Sie fließt immer von einem Körper mit höherer Temperatur zu einem Körper mit niedrigerer Temperatur. Dieser Energiefluss stoppt erst, wenn beide Körper die gleiche Temperatur erreicht haben. Man spricht dann vom <b>Wärmeaustausch</b>. Wenn ein Körper Wärme aufnimmt, nimmt die <b>Bewegungsenergie</b> seiner <b>Teilchen</b> zu, und seine Temperatur steigt. Gibt er Wärme ab, verringert sich die Energie der Teilchen, und die Temperatur sinkt.</p>	Leifiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	Energie Materie System	

2 <https://www.leifiphysik.de/>

**Jahrgang 8 (einstündig)**

<b>Jahrgang 8 (Gym., einstündig)</b>			
<b>optische Abbildungen</b>			
<b>Unterrichtsthemen</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Medien/ Methoden</b>	<b>Kompetenzen Basiskonzept</b>
<b>Farben</b>			
	<p>Das, was wir als "Farben" wahrnehmen, ist eigentlich die Art, wie unser Gehirn verschiedene Wellenlängen des Lichts interpretiert. Weißes Licht ist eine Mischung aus allen sichtbaren Farben, die man mithilfe eines Prismas in ihre Bestandteile zerlegen kann, wie bei einem Regenbogen. Jede dieser Farben hat eine bestimmte Wellenlänge.</p> <p>Farben entstehen, wenn Licht auf ein Objekt trifft. Das Objekt absorbiert einen Teil des Lichts und reflektiert den Rest. Die reflektierten Wellenlängen bestimmen die Farbe, die wir sehen. Ein roter Pullover absorbiert beispielsweise alle Farben außer Rot, das er zurückwirft.</p> <p>Ein besonderes Konzept sind die <b>Komplementärfarben</b>. Das sind Farbenpaare, die sich im Farbkreis direkt gegenüberliegen, wie zum Beispiel Rot und Grün oder Blau und Orange. Mischen sich diese Paare, ergeben sie im Idealfall ein unbuntes Licht, also Weiß. Dieses Prinzip wird in der additiven Farbmischung von Licht, wie bei <b>Computerbildschirmen</b>, genutzt. Sie wirken nebeneinander sehr intensiv und erzeugen einen starken Kontrast, was in der Kunst oft gezielt eingesetzt wird.</p> <p><b>Mögliche Projekt:</b> Augen im Tierreich.</p>	Leifophysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	System Energie
<b>optische Abbildungen</b>			
	<p>Die <b>Lochkamera</b>, auch als <i>Camera obscura</i> bekannt, ist ein klassisches Beispiel für eine <b>optische Abbildung</b>. Sie besteht aus einem lichtdichten Kasten, in dessen einer Wand sich ein sehr kleines Loch befindet. An der gegenüberliegenden Wand dient ein Schirm als Projektionsfläche. Das Prinzip der Abbildung basiert auf der <b>geradlinigen Ausbreitung</b> des Lichts.</p> <p>Jeder Punkt eines Objekts vor der Kamera sendet Lichtstrahlen in alle Richtungen aus. Nur ein winziger Teil dieser Strahlen gelangt durch das kleine Loch ins Innere der Kamera. Dabei kreuzen sich die <b>Lichtwege</b> im Loch. Die Strahlen, die von der Oberseite des Objekts kommen, treffen auf den unteren Teil des Schirms, während die Strahlen von der Unterseite des Objekts am oberen Ende des Schirms ankommen. Dies führt dazu, dass die entstehende <b>Abbildung</b> auf dem Schirm umgekehrt und seitenverkehrt ist. Je kleiner das Loch ist, desto <b>schärfer</b> wird das Bild, aber auch dunkler, weil weniger Licht in die Kamera gelangt.</p>	Leifophysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	System
<b>Elektromagnetismus</b>			
	<p><b>Elektromagnetismus</b> beschreibt die Verbindung zwischen Elektrizität und Magnetismus. Das zentrale Prinzip ist, dass ein elektrischer Strom, der durch einen Leiter fließt, ein Magnetfeld erzeugt. Diese Eigenschaft wird im <b>Elektromotor</b> genutzt, um elektrische Energie in mechanische Bewegung umzuwandeln.</p>	Leifophysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	Wechselwirkung Energie

<p>Ein einfacher Elektromotor besteht aus einem feststehenden Magneten, dem sogenannten <b>Stator</b>, und einer drehbaren Spule mit einem Eisenkern, dem <b>Rotor</b>. Wenn Strom durch die Spule des Rotors fließt, wird dieser zu einem Elektromagneten, der seine eigenen Magnetpole entwickelt.</p> <p>Die Pole des Rotors und des Stators stoßen sich nun ab oder ziehen sich an, wodurch eine Drehbewegung entsteht. Damit sich der Rotor kontinuierlich dreht und nicht in einer bestimmten Position stehen bleibt, muss seine magnetische Polung immer im richtigen Moment umgekehrt werden. Dafür sorgt ein spezielles Bauteil, der <b>Kommutator</b>, der die Stromrichtung in der Spule genau im richtigen Moment ändert. So wird die Anziehung und Abstoßung ständig aufrechterhalten und es entsteht eine durchgängige Rotation:</p> <p><b>Mögliche Projekt:</b> Bau eines Elektromotors, s. <a href="#">Beispiel</a>.</p>		
--	--	--

Geschwindigkeit		
<p>In der Physik ist die Geschwindigkeit ein Maß dafür, wie schnell sich ein Körper bewegt. Sie beschreibt das <b>Verhältnis</b> der zurückgelegten Strecke zur dafür benötigten Zeit. Die grundlegende Formel zur Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit lautet: <math>v=s/t</math>, wobei <math>v</math> für die Geschwindigkeit, <math>s</math> für die Strecke und <math>t</math> für die Zeit steht.</p> <p>Die Einheit der Geschwindigkeit ist eine zusammengesetzte Einheit. Im Internationalen Einheitensystem (SI) ist die <b>Basiseinheit</b> für die Strecke der Meter (m) und für die Zeit die Sekunde (s). Daraus ergibt sich die <b>SI-Einheit</b> der Geschwindigkeit als Meter pro Sekunde (m/s). Im Alltag wird jedoch häufig die Einheit Kilometer pro Stunde (km/h) verwendet. Eine Umrechnung ist einfach: 1 m/s entspricht 3,6 km/h.</p> <p>Es ist wichtig, zwischen Durchschnittsgeschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit zu unterscheiden. Die <b>Durchschnittsgeschwindigkeit</b> gibt die Geschwindigkeit über einen gesamten Zeitraum an, während die <b>Momentangeschwindigkeit</b> die Geschwindigkeit zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt beschreibt, wie sie beispielsweise von einem Tachometer im Auto angezeigt wird. Die Betrachtung von Geschwindigkeit und ihrer Veränderung (Beschleunigung) ist die Grundlage der Kinematik, einem Teilgebiet der Mechanik.</p>	<p>Leifiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente <a href="#">Phyphox</a><sup>1</sup></p> <p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	<p>Energie</p>

## Jahrgang 9

Jahrgang 9 (zweistündig)			
Unterrichtsthemen	Inhalte	Medien/Methoden	Kompetenzen Basiskonzept
<b>Stromstärke und Spannung</b>			
	<p>In der Elektrizitätslehre sind <b>Spannung</b> und <b>Stromstärke</b> zwei grundlegende, aber unterschiedliche Größen, die oft miteinander verwechselt werden. Die Spannung, deren Einheit das Volt (V) ist, kann man sich als den "Druck" oder die treibende Kraft vorstellen, die die elektrischen Ladungsträger (Elektronen) durch einen Stromkreis bewegt. Ohne diese Spannung, die zum Beispiel eine Batterie bereitstellt, würde kein Strom fließen. Die Stromstärke, deren Einheit das Ampere (A) ist, beschreibt dagegen die Menge der Ladungsträger, die pro Zeiteinheit durch einen bestimmten Querschnitt eines Leiters fließt. Sie ist also ein Maß für den tatsächlichen Elektronenfluss. Ein hoher Druck (hohe Spannung) führt bei geringem Widerstand zu einem starken Fluss (hohe Stromstärke).</p> <p>Ein anschauliches Beispiel für das Zusammenspiel dieser Größen ist der <b>Transformator</b>. Dieses Bauteil kann eine Wechselspannung in eine höhere oder niedrigere Spannung umwandeln. Dabei ändert sich die Stromstärke umgekehrt proportional. Das bedeutet: Erhöht ein Transformator die Spannung, verringert sich die Stromstärke und umgekehrt. Dieses Prinzip ist entscheidend für die Übertragung von elektrischer Energie über weite Strecken: Indem die Spannung stark erhöht wird (Hochspannung), kann die Stromstärke sehr gering gehalten werden, was die Energieverluste durch den Widerstand der Leitungen minimiert.</p>	<p>Simulationen Leifiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	Wechselwirkung Energie
<b>Beschleunigte Bewegung</b>			
	<p>Eine <b>beschleunigte Bewegung</b> zeichnet sich dadurch aus, dass sich die Geschwindigkeit eines Körpers ändert. Im Gegensatz zur gleichförmigen Bewegung, bei der die Geschwindigkeit konstant bleibt, nimmt sie hier zu oder ab. Die Änderung der Geschwindigkeit pro Zeiteinheit wird als Beschleunigung (a) bezeichnet.</p> <p>Die quantitative Beschreibung der Beschleunigung erfolgt über die Formel: <math>a = \Delta v / \Delta t</math>, wobei <math>\Delta v</math> die Geschwindigkeitsänderung und <math>\Delta t</math> das dafür benötigte Zeitintervall ist. Die Einheit der Beschleunigung ist Meter pro Sekunde im Quadrat (<math>m/s^2</math>). Ein positives Vorzeichen steht für eine Zunahme der Geschwindigkeit, während ein negatives Vorzeichen eine Abnahme (Verzögerung) bedeutet.</p> <p>Ein alltägliches und lebenswichtiges Beispiel für eine negative Beschleunigung ist der Bremsvorgang eines Fahrzeugs. Hierbei ist der Bremsweg die Strecke, die ein Fahrzeug vom Moment des Einsetzens der Bremskraft bis zum vollständigen Stillstand zurücklegt. Der Bremsweg ist direkt abhängig von der Ausgangsgeschwindigkeit und der Bremsverzögerung.</p> <p>Der Anhalteweg ist die gesamte Strecke, die von der Wahrnehmung eines Hindernisses bis zum Stillstand zurückgelegt wird. Er setzt sich aus zwei Teilen zusammen: dem Reaktionsweg (Strecke, die während der Reaktionszeit zurückgelegt wird) und dem Bremsweg. Formel: <b>Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg</b>. Die Kenntnis</p>	<p>Leifiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente PhyPhox  Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	Wechselwirkung Energie

<p>dieser Zusammenhänge ist essenziell für die Fahrsicherheit im täglichen Leben, da sich der Bremsweg mit der Geschwindigkeit <b>überproportional</b> erhöht.</p>		
<b>Optik</b>		
<p>Linsen spielen eine entscheidende Rolle in der Optik und ermöglichen es, Bilder von Objekten zu erzeugen. Die Grundlage dafür ist die <b>Brechung des Lichts</b>. Eine Linse bündelt oder zerstreut die Lichtstrahlen, die von einem Objekt ausgehen. Der <b>Brennpunkt</b> (F) ist ein zentraler Begriff: Bei einer <b>Sammellinse</b> ist es der Punkt, in dem sich parallel einfallende Lichtstrahlen nach der <b>Brechung</b> treffen. Der Abstand von der Linsenmitte zum Brennpunkt wird als <b>Brennweite</b> (f) bezeichnet.</p>	Leifophysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	Energie Wechselwirkung
<p>Die quantitative Beschreibung der Abbildung erfolgt durch die Linsengleichung: <math>\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}</math> Hierbei steht g für die</p>	Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)	
<p><b>Gegenstandsweite</b> (Abstand Objekt-Linse) und b für die <b>Bildweite</b> (Abstand Linse-Bild). Diese Gleichung ermöglicht es, die Position eines Bildes zu berechnen, sobald zwei der drei Größen bekannt sind.</p>		
<p>Die Anwendung von Linsen ist vielfältig. Eine <b>Lupe</b> ist eine einfache Sammellinse, die ein vergrößertes, aufrechtes und virtuelles Bild erzeugt, wenn das Objekt zwischen Linse und Brennpunkt steht. Ein Mikroskop hingegen nutzt ein System aus zwei Sammellinsen: dem Objektiv und dem Okular. Das Objektiv erzeugt ein vergrößertes reelles Zwischenbild, das dann vom Okular wie durch eine Lupe weiter vergrößert wird.</p>		
<p>Im <b>menschlichen Auge</b> übernimmt die Linse eine ähnliche Funktion. Sie bündelt die Lichtstrahlen auf die Netzhaut, wo ein <b>reelles</b>, umgekehrtes und verkleinertes <b>Bild</b> erzeugt wird. Die Brennweite der Augenlinse kann durch Muskeln verändert werden, um Objekte in unterschiedlichen Entfernungen scharf abzubilden. Dieser Vorgang wird <b>Akkommodation</b> genannt.</p>		
<b>Mechanische Kräfte</b>		
<p>In der Physik beschreibt eine Kraft die Wechselwirkung zwischen zwei Körpern. Sie kann die Bewegung eines Körpers ändern (ihn beschleunigen, abbremsen oder seine Richtung ändern) oder seine Form verändern. Kräfte sind vektorielle Größen, das heißt, sie haben einen <b>Betrag</b>, eine <b>Richtung</b> und einen <b>Angriffspunkt</b>.</p>	<u>Phyphox</u> Leifophysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	Wechselwirkung
<p>Die Einheit der Kraft ist das Newton (N), benannt nach Isaac Newton, dem Begründer der klassischen Mechanik. Ein Newton ist quantitativ definiert als die Kraft, die benötigt wird, um eine Masse von 1 Kilogramm (1 kg) um 1 Meter pro Sekunde im Quadrat (1 m/s<sup>2</sup>) zu beschleunigen. Dies lässt sich in der grundlegenden Formel <math>F = m \cdot a</math> ausdrücken.</p>	Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)	
<p>Ein oft verwechseltes Begriffspaar sind Masse und Gewicht. Die Masse ist eine unveränderliche Eigenschaft eines Körpers, die seine Trägheit beschreibt. Ihre Einheit ist das Kilogramm (kg). Das <b>Gewicht</b> hingegen ist eine <b>Kraft</b>: die Gewichtskraft (<math>F_g</math>), mit der ein Körper von einem Himmelskörper angezogen wird. Das Gewicht eines Körpers hängt also vom Ort ab, während seine Masse konstant bleibt. Auf der Erde wird die Gewichtskraft mit der Formel <math>F_g = m \cdot g</math> berechnet, wobei g die Fallbeschleunigung ist (auf der Erde etwa 9,81 m/s<sup>2</sup>). Eine <b>Federwaage</b> ist ein Messinstrument für Kräfte, das zum Beispiel die Gewichtskraft eines Körpers misst und über die</p>		

Skaleneinteilung direkt das Gewicht in Newton oder die Masse in Kilogramm anzeigt.		
--	--	--

## Jahrgang 10

Jahrgang 10 (Gym., zweistündig)			
Unterrichtsthemen	Inhalte	Medien/Methoden	Kompetenzen Basiskonzept
<b>Quantitativer Energiebegriff</b>			
In der Physik ist Energie eine <b>zentrale Größe</b> , die die Fähigkeit beschreibt, Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben. Sie ist eine Erhaltungsgröße, was bedeutet, dass sie weder erzeugt noch vernichtet, sondern nur von einer Form in eine andere umgewandelt werden kann. Dies wird durch das Gesetz von der Erhaltung der Energie ausgedrückt. Die Standard-Einheit der Energie ist das Joule (J), benannt nach dem Physiker James P. Joule. Es gibt verschiedene <b>Energieformen</b> , die sich ineinander umwandeln lassen. Die wichtigsten sind: <b>Kinetische Energie</b> ( $E_{kin}$ ): Die Energie der Bewegung. Ein Körper mit der Masse m, der sich mit der Geschwindigkeit v bewegt, hat die kinetische Energie $E_{kin}=1/2mv^2$ . <b>Potenzielle Energie</b> ( $E_{pot}$ ): Auch als Lageenergie bekannt. Ein Körper der Masse m im Gravitationsfeld der Erde besitzt in der Höhe h die potenzielle Energie $E_{pot}=mgh$ , wobei g die Erdbeschleunigung von ca. $9,81\text{m/s}^2$ ist. <b>Chemische Energie</b> : Sie ist in den Bindungen von Molekülen gespeichert. Bei chemischen Reaktionen, wie einer Verbrennung, wird diese Energie freigesetzt. <b>Thermische Energie</b> : Die ungeordnete Bewegung von Teilchen. Je schneller die Teilchen schwingen, desto höher ist die thermische Energie. <b>Elektrische Energie</b> : Die Energie von fließenden Ladungsträgern. <b>Strahlungsenergie</b> : Auch bekannt als Licht- oder elektromagnetische Energie. Die <b>Umwandlung</b> von Energie ist allgegenwärtig. Beispielsweise wird in einem <b>Wasserkraftwerk</b> die potenzielle Energie des gestauten Wassers in kinetische Energie umgewandelt, die wiederum über eine <b>Turbine</b> und einen <b>Generator</b> in elektrische Energie überführt wird. Die quantitative Betrachtung dieser Umwandlungen ist für die moderne Technik unerlässlich.	Leifiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente	Energie	
<b>Energieversorgung</b>			
Die Energieversorgung ist ein <b>komplexes System</b> , das die Bereitstellung, den <b>Energietransport</b> und die Verteilung von Energie für Haushalte, Industrie und Verkehr sicherstellt. Im Zentrum dieses Systems stehen <b>Kraftwerke</b> , die primäre Energiequellen in nutzbare elektrische Energie umwandeln. Dabei gibt es einen Wandel von fossilen und atomaren Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien. Konventionelle Kohle- oder Gaskraftwerke erhitzen Wasser, um Dampf zu erzeugen, der Turbinen antreibt. Diese Turbinen sind mit <b>Generatoren</b> verbunden, die Strom erzeugen. Ihr <b>Wirkungsgrad</b> liegt oft nur bei 40 %, da ein Großteil der eingesetzten Energie als Abwärme verloren geht. Erneuerbare Energien nutzen <b>natürliche Ressourcen</b> . Eine <b>Windkraftanlage</b> wandelt die <b>kinetische Energie</b> des Windes in	Leifiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente  Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)	Energie	

<p><b>Rotationsenergie</b> um. Die Rotorblätter drehen einen Generator, der Strom erzeugt. Die erzeugte Leistung <math>P</math> hängt stark von der Windgeschwindigkeit (<math>v</math>) ab: <math>P \propto v^3</math>. Eine Verdopplung der Windgeschwindigkeit vervierfacht also nicht, sondern verachtacht die Leistung. Moderne Anlagen erreichen einen Wirkungsgrad von bis zu 50 %.</p> <p>Solarzellen nutzen den <b>photovoltaischen Effekt</b> (qualitativ behandelt), um Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umzuwandeln. Ein Modul besteht aus vielen Zellen, die in Reihe und parallel geschaltet sind, um die gewünschte Spannung und Stromstärke zu erreichen. Die Leistung einer Zelle ist <b>direkt proportional</b> zur bestrahlten Fläche und zur Intensität des Sonnenlichts.</p> <p>Nach der Erzeugung muss der Strom über den Energietransport zu den Verbrauchern gelangen. Dies geschieht in einem komplexen Netzwerk aus Hochspannungsleitungen und Transformatoren. Um die Energieverluste, die proportional zum <b>Quadrat der Stromstärke</b> sind, zu minimieren, wird die Spannung für den <b>Transport</b> auf bis zu 380.000 Volt erhöht. Beim Endverbraucher wird sie wieder auf 230 Volt gesenkt.</p> <p>Dieser Wandel zu erneuerbaren Energien erfordert einen Ausbau des Stromnetzes und <b>neue Speichertechnologien</b>, um die schwankende Einspeisung von <b>Wind- und Solarenergie auszugleichen</b>.</p>		
---	--	--

### **Elektromagnetismus (elektromagnetischen Induktion)**

<p>Das Grundprinzip der <b>elektromagnetischen Induktion</b> besagt, dass eine elektrische Spannung in einem <b>Leiter</b> entsteht, wenn sich das Magnetfeld, das ihn umgibt, ändert. Dies wurde von Michael Faraday entdeckt. Die Induktion ist sozusagen der umgekehrte Effekt zur Stromwirkung, bei der ein elektrischer Strom ein Magnetfeld erzeugt.</p> <p>Es gibt zwei Hauptwege, um eine solche Spannungsinduktion hervorzurufen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Bewegung eines <b>Leiters</b> in einem <b>Magnetfeld</b>: Wenn Sie einen Draht durch die Feldlinien eines Magneten bewegen, wirken Kräfte auf die freien Elektronen im Draht, die diese in eine Richtung bewegen. Dadurch entsteht ein Ladungsunterschied, also eine Spannung.</li> <li>2. Die Änderung der <b>Magnetfeldstärke</b>: Ein ruhender <b>Leiter</b> in einem <b>Magnetfeld</b> kann auch eine Spannung induzieren, wenn sich die Stärke des Magnetfelds ändert. Dies geschieht zum Beispiel, wenn man einen Magneten in eine Spule hinein oder aus ihr heraus bewegt.</li> </ol> <p>Die Höhe der induzierten Spannung hängt von mehreren Faktoren ab: der <b>Geschwindigkeit</b> der Bewegung, der Stärke des Magnetfelds und der Anzahl der <b>Windungen</b> der Spule, wenn der <b>Leiter</b> als Spule gewickelt ist. Je schneller die Bewegung oder je stärker das Magnetfeld, desto größer ist die induzierte Spannung. Dieses Prinzip ist die Grundlage für viele technologische Anwendungen, wie <b>Generatoren</b>, die mechanische Energie in</p>	<p>Leiphysik Impulse Arbeitsblätter Experimente</p>	<p>Wechselwirkung Energie</p>
---	---	-----------------------------------

<p>elektrische umwandeln, <b>Transformatoren</b>, die Spannungen verändern, <b>Lautsprecher</b> und <b>Motoren</b>.</p> <p><b>Mögliche Experimente:</b> Umkehrung des Leiterschaukelversuchs, Induktion an bewegter Leiterschleife, rotierende Leiterschleife im Magnetfeld, rotierender Magnet vor Spule, Kabelgenerator, Darstellung der Wechselspannung am Oszilloskop, Induktion durch Bewegung von Magneten in Spulen, Transformator (ohne und mit Belastung) / Prinzip eines kontaktlosen Ladegerätes (Zahnburste, Handy, Induktionsofen), Lenzsche Regel (Generator mit Glühlampe) Waltenhof-Pendel (Wirbelstrombremse), fallender Magnet in Kunststoff- bzw. Metallrohr, Thomsonscher Ringversuch</p>		
<p><b>Teilchenmodell</b></p> <p>Das <b>Teilchenmodell</b> ist ein grundlegendes Konzept in der Physik und Chemie, das die Materie als aus winzigen, nicht weiter teilbaren Bausteinen, den <b>Atomen</b>, bestehend beschreibt. Jedes Atom besteht aus einem kompakten Kern und einer Hülle, die den <b>Kern</b> umgibt. Der Kern ist der zentrale, dichte Teil des Atoms. Er ist <b>positiv geladen</b> und besteht aus zwei Arten von Teilchen: <b>Protonen</b> und Neutronen, die zusammen als Nukleonen bezeichnet werden. Protonen tragen eine positive Elementarladung, während Neutronen elektrisch neutral sind. Die Anzahl der <b>Protonen</b> im Kern bestimmt, um welches chemische Element es sich handelt. Die Hülle ist der Raum um den Kern, in dem sich die negativ geladenen Elektronen befinden. Elektronen sind sehr viel leichter als Protonen und Neutronen. In einem neutralen Atom ist die Anzahl der Elektronen in der Hülle gleich der Anzahl der Protonen im Kern, wodurch sich die positiven und negativen Ladungen ausgleichen. Die Elektronen kreisen nicht wie Planeten um die Sonne, sondern befinden sich in bestimmten Wahrscheinlichkeitsräumen, den sogenannten Orbitalen. Die <b>Wechselwirkungen</b> zwischen den Elektronen bestimmen die chemischen Eigenschaften des Elements. Das Periodensystem ordnet chemische Elemente physikalisch nach ihrer Ordnungszahl (Anzahl der Protonen) und der Elektronenstruktur, was zu periodisch <b>wiederkehrenden chemischen Eigenschaften</b> führt. Die waagerechten Zeilen (<b>Perioden</b>) zeigen Elemente mit der gleichen Anzahl an Elektronenschalen an, während die senkrechten Spalten (<b>Gruppen</b>) Elemente mit ähnlichen chemischen Eigenschaften zusammenfassen, die sich aus der gleichen Anzahl an Außenelektronen ergeben</p>	Impulse Arbeitsblätter Experimente	Materie
<p><b>Radioaktiver Zerfall</b></p> <p>Das Phänomen des <b>radioaktiven Zerfalls</b> beschreibt den spontanen Umwandlungsprozess von instabilen Atomkernen in stabilere Kerne. Während dieses Zerfalls senden die Kerne <b>ionisierende Strahlung</b> aus, die in drei Hauptarten unterteilt wird: Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Alpha-Strahlung besteht aus Heliumkernen, Beta-Strahlung aus Elektronen und Gammastrahlung aus energiereichen elektromagnetischen Wellen. Jedes radioaktive Isotop hat eine <b>charakteristische Halbwertszeit</b>.</p>	Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen  Wiss. Taschenrechner (siehe FK)	Materie Energie Wechselwirkung

<p>Dies ist die Zeitspanne, in der die Hälfte der vorhandenen radioaktiven Atomkerne zerfällt. Die Halbwertszeit ist unabhängig von äußeren Einflüssen wie Temperatur oder Druck und dient als eine Art „atomare Uhr“. So hat Kohlenstoff-14 (<math>^{14}\text{C}</math>) eine Halbwertszeit von etwa 5730 Jahren, während Uran-238 (<math>^{238}\text{U}</math>) eine Halbwertszeit von 4,5 Milliarden Jahren besitzt.</p> <p>Die konstante Halbwertszeit macht den radioaktiven Zerfall zu einem wertvollen Werkzeug in der Altersbestimmung. Die bekannteste Methode ist die <b>C14-Methode</b>, die zur Datierung von organischen Materialien wie Holz, Knochen oder Textilien verwendet wird. Solange ein Lebewesen lebt, nimmt es ständig Kohlenstoff auf, darunter auch eine sehr geringe, aber konstante Menge an radioaktivem Kohlenstoff-14. Nach dem Tod hört die Aufnahme auf. Da das C14 mit seiner bekannten Halbwertszeit zerfällt, nimmt die Menge im toten Material kontinuierlich ab. Durch den Vergleich der verbleibenden C14-Menge im Fund mit der Menge in lebenden Organismen können Wissenschaftler das Alter des Fundstücks bestimmen. Je weniger C14 noch vorhanden ist, desto älter ist das Material.</p>	Mathematik)	
--	-------------	--

## Sekundarstufe II, E-Phase (Jahrgang 11)

E Phase, Jahrgang 11			
Unterrichtsthemen	Inhalte	Medien/Methoden	Kompetenzen Basiskonzept
<b>Mechanik – Kinematik und Dynamik</b>			
<p>In der <b>Kinematik</b>, einem grundlegenden Teilgebiet der Mechanik, geht es darum, die Bewegung von Objekten zu beschreiben, ohne dabei die zugrunde liegenden Kräfte zu betrachten, die diese Bewegung verursachen. Die drei zentralen Größen, die für die Beschreibung einer Bewegung entscheidend sind, sind der Ort, die Geschwindigkeit und die <b>Beschleunigung</b>.</p> <p>Der Ort gibt an, wo sich ein Objekt zu einem bestimmten Zeitpunkt befindet. Die Geschwindigkeit hingegen beschreibt, wie sich der Ort des Objekts zeitlich ändert. Für Physiker ist die Geschwindigkeit die erste <b>Ableitung</b> der Ortsfunktion nach der Zeit, also die Steigung der <b>Orts-Zeit-Kurve</b> in einem Diagramm. Sie gibt also an, wie schnell und in welche Richtung sich das Objekt bewegt.</p> <p>Die <b>Beschleunigung</b> wiederum beschreibt, wie sich die Geschwindigkeit eines Objekts mit der Zeit ändert. Sie ist die erste Ableitung der Geschwindigkeitsfunktion bzw. die zweite Ableitung der Ortsfunktion nach der Zeit. Eine positive Beschleunigung bedeutet, dass die Geschwindigkeit zunimmt, wie bei einem Auto, das auf der Autobahn beschleunigt. Eine negative Beschleunigung, oft als</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen GeoGebra  (optional Metzler- Physik)</p> <p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	<p>Energie System</p>	

<p>Verzögerung bezeichnet, liegt vor, wenn die Geschwindigkeit abnimmt, wie bei einem Bremsvorgang.</p> <p>Für die Beschreibung verschiedener Bewegungsarten verwendet die Kinematik sogenannte <b>Bewegungsgleichungen</b>. Diese Gleichungen stellen einen direkten Zusammenhang zwischen Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit her. Für eine gleichförmig beschleunigte Bewegung, bei der die Beschleunigung konstant bleibt, lassen sich diese Gleichungen verwenden, um die Position oder die Geschwindigkeit eines Objekts zu jedem beliebigen Zeitpunkt zu bestimmen. Dies ist besonders nützlich, um die Bewegung eines frei fallenden Objekts oder eines sich fortbewegenden Fahrzeugs zu analysieren. Die Verwendung dieser mathematischen Konzepte ermöglicht es, Bewegungen präzise und quantitativ zu analysieren.</p> <p><b>Mögliche Experimente:</b> Luftpinnenbahn, Fallröhre; Wurfapparate, Physik und Verkehr, Videoanalyse von Bewegungen, Gefahrensituationen</p>		
<h3>Felder (Gravitation)</h3>		
<p>Die <b>Gravitation</b> ist die fundamentale Anziehungskraft, die zwischen allen Körpern mit Masse wirkt. Diese <b>Kraft</b> ist allgegenwärtig und verantwortlich dafür, dass wir auf der Erde bleiben, der Mond die Erde umkreist und die Planeten die Sonne umrunden. Sir Isaac Newton beschrieb als Erster quantitativ, wie stark diese Anziehung ist.</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen GeoGebra<sup>3</sup></p> <p>(optional Metzler- Physik)</p> <p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	<p>Wechselwirkung</p>
<p>Die Stärke der Gravitationskraft hängt von <b>zwei Faktoren</b> ab: der Größe der beteiligten Massen und ihrem Abstand. Je größer die Massen, desto stärker ziehen sie sich an. Je größer der Abstand, desto schwächer wird die Anziehung. Das Besondere an dieser Beziehung ist das <b>1/r-Quadrat-Gesetz</b>: Die Gravitationskraft nimmt quadratisch mit dem Abstand ab. Wenn man den Abstand zwischen zwei Objekten verdoppelt, verringert sich die Anziehungskraft auf ein Viertel. Verdreifacht man den Abstand, sinkt die Kraft auf ein Neuntel.</p>		
<p>Jede Masse erzeugt in ihrer Umgebung ein <b>Gravitationsfeld</b>. Man kann sich dieses Feld als einen unsichtbaren Einflussbereich vorstellen, der andere Massen anzieht. Ein in diesem Feld platziertes Objekt erfährt eine Kraft, die es zum erzeugenden Körper hin zieht. Diese Kraft bewirkt, dass der Körper beschleunigt wird. Das Gravitationsfeld der Erde ist in erster Näherung <b>homogen</b> nahe der Oberfläche, was bedeutet, dass die Anziehungskraft an jedem Ort in gleicher Höhe annähernd gleich stark ist. In größerer Entfernung ist es ein <b>radiales</b> Feld, dessen Kraftlinien auf das Zentrum der Erde</p>		

<sup>3</sup> GeoGebra ist eine kostenlose, dynamische Mathematiksoftware, die Geometrie, Algebra, Tabellenkalkulation, Statistik und Analysis vereint, um das mathematische Lernen und Lehren zu unterstützen. Sie ermöglicht die dynamische Darstellung und Untersuchung mathematischer Konzepte, sowohl in 2D als auch in 3D, und bietet Werkzeuge zur Erstellung interaktiver Materialien für den Unterricht.

<p>ausgerichtet sind.</p> <p>Ein frei fallender Körper in der Nähe der Erdoberfläche wird durch das Gravitationsfeld der Erde kontinuierlich angezogen. Diese Anziehungskraft verursacht eine ständige Geschwindigkeitszunahme, also eine <b>Beschleunigung</b>. Auf der Erde ist diese Erdbeschleunigung, oft als <math>g</math> bezeichnet, nahezu konstant und beträgt etwa <math>9,81 \text{ m/s}^2</math>. Die <b>Beschleunigung</b> eines Körpers im Gravitationsfeld ist unabhängig von seiner eigenen Masse. Das bedeutet, dass ein schwerer Stein und eine leichte Feder im Vakuum, also ohne Luftwiderstand, gleich schnell fallen würden. Dieses Phänomen unterstreicht das Zusammenspiel zwischen <b>Gravitationskraft</b>, <b>Masse</b> und <b>Beschleunigung</b>.</p>		
<p><b>Schwingungen und Wellen</b></p> <p>In der Physik ist eine <b>Schwingung</b> eine zeitlich periodische Bewegung eines Körpers um eine Ruhelage. Ein klassisches Beispiel dafür ist das <b>Pendel</b>, das hin und her schwingt. Eine Schwingung lässt sich durch mehrere physikalische Größen beschreiben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die <b>Periodendauer</b>: Dies ist die Zeit, die für eine vollständige Schwingung benötigt wird, zum Beispiel, um von der einen Seite zum höchsten Punkt auf der anderen Seite und wieder zurückzuschwingen. Die Einheit dafür ist die Sekunde.</li> <li>• Die <b>Frequenz</b>: Das ist die Anzahl der Schwingungen, die pro Sekunde stattfinden. Die Frequenz ist das Gegenteil der Periodendauer und wird in Hertz gemessen.</li> <li>• Die <b>Amplitude</b>: Das ist die maximale <b>Auslenkung</b> eines schwingenden Körpers aus seiner Ruhelage.</li> </ul> <p>Beim <b>Pendel</b> ist es überraschend, dass die Periodendauer unter idealen Bedingungen nur von der Länge des Pendels und der Fallbeschleunigung abhängt. Sie wird nicht von der Masse des Pendels oder der Größe seiner <b>Auslenkung</b> beeinflusst, solange diese gering ist.</p> <p>In der Realität gibt es verschiedene Arten von Schwingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine <b>ungedämpfte Schwingung</b> würde unendlich lange dauern, da die Amplitude konstant bleibt. Dies kommt in der Natur nicht vor, da es immer Reibung gibt.</li> <li>• Eine <b>gedämpfte Schwingung</b> ist realistischer. Hier nimmt die</li> </ul>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen GeoGebra<sup>4</sup> PhyPhox(s. S. 30)</p> <p>(optional Metzler- Physik)</p> <p>Wiss. Taschenrech ner (siehe FK Mathematik)</p>	<p>Energie</p>

<sup>4</sup> GeoGebra ist eine kostenlose, dynamische Mathematiksoftware, die Geometrie, Algebra, Tabellenkalkulation, Statistik und Analysis vereint, um das mathematische Lernen und Lehren zu unterstützen. Sie ermöglicht die dynamische Darstellung und Untersuchung mathematischer Konzepte, sowohl in 2D als auch in 3D, und bietet Werkzeuge zur Erstellung interaktiver Materialien für den Unterricht.

<p>Amplitude aufgrund von Reibungskräften, zum Beispiel dem Luftwiderstand, mit der Zeit ab. Dabei wird die Energie der Schwingung in andere <b>Energieformen</b>, meist in Wärme, umgewandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eine <b>erzwungene Schwingung</b> wird durch eine äußere, periodisch wirkende Kraft aufrechterhalten oder angeregt, wie wenn man eine Schaukel immer wieder anstößt.</li></ul> <p>Ein wichtiges Phänomen ist die <b>Resonanz</b>, die auftritt, wenn die Frequenz der äußeren Kraft mit der natürlichen Schwingungsfrequenz des Systems übereinstimmt. In diesem Fall kann die Amplitude sehr stark ansteigen. Das ist in Musikinstrumenten erwünscht, kann aber bei Bauwerken wie Brücken sehr gefährlich werden und im schlimmsten Fall zum Einsturz führen.</p> <p><b>Wellen</b> sind eine grundlegende Erscheinung in der Physik, die zur Übertragung von Energie, aber nicht von Materie dienen. Eine Welle beschreibt die Ausbreitung einer Störung in einem Medium oder im Vakuum. Sie können in zwei Haupttypen unterteilt werden:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Transversalwellen:</b> Bei diesen Wellen schwingen die Teilchen des Mediums senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle. Ein Beispiel ist eine Welle auf einem Seil: Die Auslenkung des Seils ist nach oben und unten gerichtet, während sich die Welle horizontal fortbewegt. Auch Licht- und andere elektromagnetische Wellen sind Transversalwellen, da die elektrischen und magnetischen Felder senkrecht zur Ausbreitungsrichtung schwingen.</li><li>2. <b>Longitudinalwellen:</b> Hier schwingen die Teilchen des Mediums parallel zur Ausbreitungsrichtung. Schallwellen sind das bekannteste Beispiel: Die Teilchen der Luft schwingen in dieselbe Richtung wie der Schall, wodurch Bereiche mit höherer und geringerer Dichte entstehen (Kompression und Verdünnung).</li></ol> <p>Jede Welle lässt sich durch quantitative Größen charakterisieren:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die <b>Wellenlänge (<math>\lambda</math>)</b> ist der räumliche Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden, gleichen Schwingungsphasen, zum Beispiel der Abstand von einem Wellenberg zum nächsten. Die Einheit ist der Meter (m).</li><li>• Die <b>Frequenz (f)</b> gibt an, wie viele Schwingungen pro Zeiteinheit an einem festen Ort stattfinden. Sie wird in Hertz (Hz) gemessen.</li><li>• Die <b>Ausbreitungsgeschwindigkeit (c oder v)</b> beschreibt, wie schnell sich die Welle fortbewegt. Sie hängt vom Medium ab,</li></ul>		
--	--	--

<p>in dem sich die Welle ausbreitet.</p> <p>Der fundamentale Zusammenhang zwischen diesen Größen wird durch die Wellengleichung beschrieben: <math>v = \lambda \cdot f</math>. Diese Gleichung zeigt, dass bei konstanter <b>Ausbreitungsgeschwindigkeit</b> die <b>Wellenlänge</b> umgekehrt proportional zur Frequenz ist. Das bedeutet, eine hohe Frequenz führt zu einer kurzen Wellenlänge und umgekehrt.</p> <p>Licht hat eine konstante Geschwindigkeit im Vakuum (<math>c \approx 3 \cdot 10^8</math> m/s), aber in anderen Medien wie Wasser oder Glas ändert sich seine <b>Ausbreitungsgeschwindigkeit</b>. Dies ist die Ursache für die Lichtbrechung. Die Frequenz bleibt dabei konstant, während sich die Wellenlänge anpasst.</p> <p><b>Mögliche Experimente:</b> Wellenwanne, akustische Interferenz mit zwei Lautsprechern, Doppelspalt, Einfachspalt, Farbfilter, Gitterspektrum mit weißem Licht und Wellenlängenbestimmung mit Gitter; Interferenz an einer CD/DVD</p>		
---	--	--

## Qualifikationsphase Q1 (Jahrgang 12)

Q1 (Jahrgang 12)			
Unterrichtsthemen	Inhalte	Medien/Methoden	Kompetenzen Basiskonzept
<b>Homogenes elektrisches Feld</b>			
<p>Ein <b>homogenes elektrisches Feld</b> ist ein spezieller Zustand, in dem die Stärke und Richtung des Feldes an jedem Punkt im Raum gleich ist. Ein solches Feld kann erzeugt werden, indem man zwei große, parallel zueinander angeordnete Metallplatten nimmt und eine elektrische Spannung anlegt. Das Feld verläuft dann von der positiv geladenen Platte zur negativ geladenen Platte, und die Feldlinien sind parallel und gleichmäßig verteilt.</p> <p>Qualitativ betrachtet, übt ein solches Feld auf jede elektrische Ladung eine konstante <b>Kraft</b> aus. Die Richtung der Kraft hängt vom Vorzeichen der Ladung ab: Ein positives Teilchen wird in Richtung der Feldlinien beschleunigt, während ein negatives Teilchen, wie ein <b>Elektron</b>, in die entgegengesetzte Richtung beschleunigt wird. Diese Kraft ist unabhängig vom Ort der Ladung im Feld.</p> <p>Quantitativ wird die Stärke des homogenen Feldes durch die <b>elektrische Feldstärke</b> <math>E</math> beschrieben. Sie ist definiert als das Verhältnis der elektrischen <b>Kraft</b> <math>F</math> auf eine Testladung <math>q</math> zu dieser</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen GeoGebra<sup>5</sup> (optional Metzler- Physik)</p> <p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	Wechselwirkung Energie	

<sup>5</sup> GeoGebra ist eine kostenlose, dynamische Mathematiksoftware, die Geometrie, Algebra, Tabellenkalkulation, Statistik und Analysis vereint, um das mathematische Lernen und Lehren zu unterstützen. Sie ermöglicht die dynamische Darstellung und Untersuchung mathematischer Konzepte, sowohl in 2D als auch in 3D, und bietet Werkzeuge zur Erstellung interaktiver Materialien für den Unterricht.

<p>Ladung selbst: <math>E = F/q</math>. Die Einheit der elektrischen Feldstärke ist <b>Newton pro Coulomb (N/C)</b>. Eine weitere wichtige quantitative Beziehung für ein homogenes Feld ist die Verbindung zur angelegten Spannung <math>U</math> und dem Plattenabstand <math>d</math>: <math>E = U/d</math>. Die Einheit in diesem Fall ist <b>Volt pro Meter (V/m)</b>.</p> <p>Ein <b>Elektron</b> im homogenen elektrischen Feld wird also mit einer konstanten <b>Kraft</b> <math>F_E = e \cdot E</math> beschleunigt, wobei <math>e</math> die Elementarladung ist. Nach dem zweiten Newtonschen Gesetz (<math>F=ma</math>) führt diese konstante Kraft zu einer konstanten <b>Beschleunigung</b>. Die Bewegung eines Elektrons in einem homogenen elektrischen Feld kann daher als <b>gleichmäßig beschleunigte</b> Bewegung behandelt werden, ähnlich wie ein freier Fall im Gravitationsfeld. Aufgrund der extrem geringen Masse eines <b>Elektrons</b> kann es sehr hohe <b>Beschleunigungen</b> erreichen, was in Geräten wie <b>Kathodenstrahlröhren</b> oder <b>Teilchenbeschleunigern</b> genutzt wird.</p> <p><b>Mögliche Versuche:</b> Grundversuche zur Berührungselektrizität (Stab, Tuch, Elektroskop), Simulation zum Millikan-Versuch, Elektronenstrahlablenkröhre, Braunsche Röhre, Feldlinien-Gerät (Grieskörner), Kapazität eines Plattenkondensators (Bestimmung der elektrischen Feldkonstante)</p>		
<h3>Bewegung in Magnetfeldern</h3> <p>Die Bewegung von elektrisch geladenen Teilchen, wie einem <b>Elektron</b>, in einem <b>Magnetfeld</b> ist ein faszinierendes <b>Phänomen</b>. Im Gegensatz zu einem elektrischen Feld, das eine geladene Partikel immer beschleunigt, wirkt ein Magnetfeld nur auf sich bewegende <b>Ladungen</b> und ändert dabei nicht ihren Geschwindigkeitsbetrag, sondern nur ihre Richtung.</p> <p>Qualitativ betrachtet, übt ein Magnetfeld eine <b>Kraft</b> auf ein sich bewegendes <b>Elektron</b> aus. Diese Kraft wird als <b>Lorentzkraft</b> bezeichnet. Sie wirkt stets senkrecht sowohl auf die Bewegungsrichtung des Elektrons als auch auf die Richtung der magnetischen Feldlinien. Aufgrund dieser senkrechten Wirkungsweise zwingt die Lorentzkraft das <b>Elektron</b> auf eine gekrümmte <b>Bahn</b>, ohne es dabei zu beschleunigen oder abzubremsen.</p> <p>Quantitativ wird die Lorentzkraft durch die Formel <math>F_L = q \cdot v \cdot B \cdot \sin(\alpha)</math> beschrieben. Hierbei ist <math>q</math> die Ladung des Teilchens (für ein <b>Elektron</b> die Elementarladung <math>e</math>), <math>v</math> die Geschwindigkeit des Teilchens, <math>B</math> die magnetische Flussdichte und <math>\alpha</math> der Winkel zwischen der Bewegungsrichtung des Teilchens und den magnetischen Feldlinien. Die <b>Kraft</b> ist maximal, wenn das <b>Elektron</b> senkrecht zu den Feldlinien fliegt (<math>\alpha=90^\circ</math>).</p> <p>Wenn ein <b>Elektron</b> senkrecht in ein <b>homogenes Magnetfeld</b> eintritt, führt die Lorentzkraft dazu, dass es sich auf einer kreisförmigen</p>	Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen  (optional Metzler- Physik)  Wiss. Taschenrechn er (siehe FK Mathematik)	Wechselwirkung Energie

<p><b>Bahn</b> bewegt. Die Lorentzkraft spielt dabei die Rolle der <b>Zentripetalkraft</b>, die das <b>Elektron</b> auf seiner Kreisbahn hält. Da die Lorentzkraft immer senkrecht zur Bewegungsrichtung steht, verrichtet sie keine Arbeit, und die kinetische Energie des <b>Elektrons</b> bleibt konstant.</p> <p>Ist die <b>Anfangsgeschwindigkeit</b> nicht senkrecht zum Magnetfeld, sondern hat eine Komponente parallel zu den Feldlinien, dann wird diese Bewegungskomponente nicht von der Lorentzkraft beeinflusst. Die Bewegung senkrecht zum Feld bleibt eine Kreisbewegung, während die Bewegung parallel zum Feld ungestört fortgesetzt wird. Die resultierende <b>Bahn</b> ist dann eine Schrauben- oder Spiralform. Diese Art der Bewegung von Teilchen in Magnetfeldern ist in vielen physikalischen Anwendungen von entscheidender Bedeutung, wie beispielsweise in <b>Teilchenbeschleunigern</b>, <b>Massenspektrometern</b> und der Funktionsweise von <b>Teilchendetektoren</b>.</p>		
<h3><b>Elektrodynamik</b></h3> <p>Die Elektrodynamik befasst sich mit den Wechselwirkungen zwischen elektrischen Ladungen, Strömen und den von ihnen erzeugten elektrischen und <b>magnetischen Feldern</b>. Zwei grundlegende Bauteile, die in der Elektrodynamik eine zentrale Rolle spielen, sind der <b>Kondensator</b> und die <b>Spule</b>.</p> <p>Ein Kondensator ist ein passives Bauteil, <b>das elektrische Energie</b> in einem <b>elektrischen Feld</b> speichert. Er besteht typischerweise aus zwei leitenden Platten, die durch ein Dielektrikum (Isolator) voneinander getrennt sind. Legt man eine Spannung <math>U</math> an, so sammeln sich auf den Platten Ladungen. Die gespeicherte Ladung <math>Q</math> ist direkt proportional zur angelegten Spannung: <math>Q = C \cdot U</math>. Die Proportionalitätskonstante <math>C</math> wird als Kapazität bezeichnet. Ihre Einheit ist das Farad (F). Die im Kondensator gespeicherte Energie <math>W</math> kann quantitativ mit <math>W=1/2 CU^2</math> oder <math>W=1/2 QU</math> berechnet werden. In einem Gleichstromkreis wirkt ein Kondensator nach dem <b>Aufladen</b> wie ein offener Stromkreis, da kein Strom mehr fließen kann. In einem <b>Wechselstromkreis</b> wird er ständig entladen und wieder aufgeladen, wodurch ein Stromfluss ermöglicht wird.</p> <p>Eine Spule ist ein passives Bauteil, das elektrische Energie in einem <b>Magnetfeld</b> speichert. Sie besteht aus einem Draht, der in Form einer Helix gewickelt ist. Fließt Strom durch die Spule, erzeugt sie ein Magnetfeld, dessen Stärke <b>proportional zur Stromstärke</b> ist. Ändert sich der Stromfluss, so ändert sich auch das Magnetfeld. Nach dem Induktionsgesetz wird dadurch eine Spannung in der Spule induziert, die der ursprünglichen Spannungsänderung entgegenwirkt (<b>Lenz'sche Regel</b>). Diese Eigenschaft, die Stromänderung zu verzögern, wird Induktivität <math>L</math> genannt. Ihre Einheit ist das Henry (H). Die in der Spule gespeicherte Energie <math>W</math> kann mit <math>W=1/2 LI^2</math> berechnet werden, wobei <math>I</math> die Stromstärke ist.</p> <p>Das Zusammenspiel von Kondensatoren und Spulen in Wechselstromkreisen ist grundlegend für viele Anwendungen, wie <b>Oszillatoren</b>, <b>Filter</b> und <b>Resonanzkreise</b> in der Funktechnik und Elektronik.</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen  (optional Metzler- Physik)</p> <p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	<p>Wechselwirkung Energie</p>

## Qualifikationsphase Q2 (Jahrgang 13)

Q2 (Jahrgang 13)			
Unterrichtsthemen	Inhalte	Medien/Methoden	Kompetenzen Basiskonzept
<b>Teilcheneigenschaften des Lichts</b>			
<p>Licht, das wir im Alltag als Welle wahrnehmen, zeigt unter bestimmten Bedingungen auch <b>Teilcheneigenschaften</b>. Dieses Konzept ist ein Kernstück der Quantenphysik. Die grundlegende Idee ist, dass Licht in diskreten <b>Energiepaketen</b>, den sogenannten <b>Photonen</b>, vorliegt.</p> <p>Qualitativ betrachtet sind <b>Photonen</b> die kleinsten unteilbaren Energieeinheiten des Lichts. Sie haben keine Ruhemasse, bewegen sich aber stets mit Lichtgeschwindigkeit. Jedes <b>Photon</b> trägt eine bestimmte Energie, die direkt proportional zur Frequenz des Lichts ist. Ein blaues Licht<b>photon</b> hat eine höhere Energie als ein rotes, da blaues Licht eine höhere Frequenz hat. Diese Erkenntnis wurde grundlegend von Max Planck und Albert Einstein entwickelt.</p> <p>Der bekannteste quantitative Nachweis für die Teilchennatur des Lichts ist der <b>photoelektrische Effekt</b>. Bei diesem Effekt werden Elektronen aus einer Metalloberfläche herausgelöst, wenn sie mit Licht bestrahlt wird. Entscheidend ist hierbei die Frequenz des Lichts, nicht seine Intensität. Ein einzelnes <b>Photon</b> muss eine Mindestenergie besitzen, um ein Elektron aus dem Metall herauszuschlagen. Diese Mindestenergie wird als <b>Austrittsarbeit</b> bezeichnet. Die kinetische Energie des herausgelösten Elektrons ist gleich der Energie des Photons abzüglich der Austrittsarbeit. Ein helleres Licht (höhere Intensität) bedeutet nur, dass mehr <b>Photonen</b> auftreffen und entsprechend mehr Elektronen freigesetzt werden, die <b>Energie</b> der einzelnen Elektronen bleibt aber gleich.</p> <p>Die quantitative Beziehung zwischen der Energie eines <b>Photons</b> (<math>E_{ph}</math>) und der Frequenz (<math>f</math>) wird durch die Planck-Einstein-Relation beschrieben: <math>E_{ph}=h \cdot f</math>. Die Konstante <math>h</math> ist das <b>Planck'sche Wirkungsquantum</b> (<math>h \approx 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}</math>). Diese Gleichung ermöglicht es, die Energie eines einzelnen Photons exakt zu berechnen.</p> <p>Die Erkenntnis, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften besitzt, wird als <b>Welle-Teilchen-Dualismus</b> bezeichnet und ist eine der fundamentalen Säulen der modernen Physik.</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen (optional Metzler- Physik)</p> <p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	<b>Energie</b>	

Welleneigenschaften der Materie			
<p>Das Verständnis, dass Licht sowohl <b>Wellen- als auch Teilcheneigenschaften</b> besitzt, ist ein Kernstück der modernen Physik. Dieser sogenannte <b>Welle-Teilchen-Dualismus</b> wurde durch bahnbrechende Experimente und Theorien untermauert. Ein zentraler Nachweis für die Welleneigenschaften von Licht ist das <b>Doppelspaltexperiment</b>. Wenn Licht auf zwei schmale Spalte trifft, die eng beieinander liegen, entstehen auf einem dahinterliegenden Schirm nicht nur zwei Lichtstreifen, sondern ein charakteristisches Interferenzmuster aus hellen und dunklen Streifen. Dieses Muster lässt sich nur mit der Überlagerung von Wellen erklären.</p> <p>Doch die Geschichte geht weiter. In der Quantenphysik wird die Teilcheneigenschaft des Lichts durch das <b>Photon</b> repräsentiert, ein unteilbares Energiepaket. Jedes Photon trägt eine bestimmte Energie, die direkt von der Frequenz des Lichts abhängt, wie durch die <b>Planck-Einstein-Relation</b> (<math>E_{ph}=h \cdot f</math>) beschrieben. Das Photoeffekt-Experiment bestätigt diese Teilchennatur, indem es zeigt, dass die Energie der freigesetzten Elektronen von der Frequenz und nicht von der Intensität des Lichts abhängt.</p> <p>Das revolutionärste an diesem Dualismus ist jedoch, dass er nicht nur für Licht gilt. <b>Louis-Victor de Broglie</b> postulierte, dass auch Materie, also Teilchen wie Elektronen oder Protonen, Welleneigenschaften aufweisen, wenn sie sich bewegen. Er leitete eine Beziehung her, die den Impuls (<math>p</math>) eines Teilchens mit seiner <b>Wellenlänge</b> (<math>\lambda</math>) verknüpft. Diese Welle, die ein bewegtes Teilchen begleitet, wird als <b>De Broglie-Welle</b> bezeichnet. Die quantitative Beziehung lautet: <math>\lambda=p \cdot h</math>, wobei <math>h</math> das <b>Planck'sche Wirkungsquantum</b> ist. Die Formel zeigt, dass die Wellenlänge umgekehrt proportional zum Impuls des Teilchens ist.</p> <p>Der endgültige Beweis für die <b>De Broglie-Wellenlänge</b> lieferte das <b>Doppelspaltexperiment</b> mit Elektronen. Elektronen wurden einzeln auf einen Doppelspalt gefeuert. Überraschenderweise ergab sich auch hier ein Interferenzmuster, genau wie bei Lichtwellen. Das bedeutet, dass jedes Elektron eine Welle sein muss, die gleichzeitig durch beide Spalte geht und mit sich selbst interferiert. Da der Impuls makroskopischer Objekte zu groß ist, ist ihre <b>De Broglie-Wellenlänge</b> verschwindend gering und ihre Welleneigenschaften nicht messbar. Doch auf atomarer Ebene sind die Welleneigenschaften von Materie fundamental und die Grundlage für bahnbrechende Technologien wie das <b>Elektronenmikroskop</b>.</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen  (optional Metzler- Physik)</p> <p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	Energie Materie	
Quantenobjekte			
<p>Im Rahmen der modernen Physik, insbesondere der Quantenmechanik, wird das herkömmliche Verständnis von Materie und Energie grundlegend erweitert. Hier treten sogenannte Quantenobjekte in Erscheinung, die sich grundlegend von den Objekten der klassischen Physik <b>unterscheiden</b>.</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen  (optional)</p>	Materie, System	

<p>Ein Quantenobjekt ist ein fundamentales Teilchen (z. B. ein Elektron, ein Photon) oder ein System (z. B. ein Atom), das die Eigenschaften sowohl von Teilchen als auch von Wellen aufweist. Dieses Verhalten wird als <b>Welle-Teilchen-Dualismus</b> bezeichnet. Ein einzelnes Photon verhält sich beispielsweise bei der Wechselwirkung mit einem Elektron wie ein Teilchen, zeigt aber in Experimenten wie dem Doppelspaltexperiment Welleneigenschaften, da es mit sich selbst interferiert. Dieses Verhalten ist nicht intuitiv, da in unserer makroskopischen Welt ein Objekt entweder ein Teilchen oder eine Welle ist, niemals beides gleichzeitig.</p> <p>Ein weiteres zentrales Konzept, das mit Quantenobjekten verbunden ist, ist die <b>Quantisierung</b>. Dies bedeutet, dass bestimmte physikalische Größen, wie Energie oder Drehimpuls, nicht jeden beliebigen Wert annehmen können, sondern nur diskrete, voneinander getrennte Werte. Ein Atom kann beispielsweise nur bestimmte, ganz spezifische <b>Energiezustände</b> einnehmen, und kann nicht einen beliebigen Energiewert zwischen diesen Zuständen haben. Wenn ein Atom von einem höheren in einen niedrigeren Energiezustand wechselt, emittiert es ein Photon, dessen Energie genau dem Energieunterschied zwischen den beiden Zuständen entspricht.</p> <p>Das Verhalten von Quantenobjekten ist zudem von einem <b>grundlegenden Zufall</b> geprägt, der durch die Heisenberg'sche Unschärferelation beschrieben wird. Es ist unmöglich, gleichzeitig den Ort und den Impuls eines Teilchens mit absoluter Genauigkeit zu bestimmen. Je präziser man den Ort misst, desto unbestimmter wird der Impuls, und umgekehrt.</p>	<p>Metzler-Physik) Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	
<p><b>Mögliche Experimente:</b></p> <p>Photoeffekt qualitativ mit Zinkplatte, Elektroskop und Quecksilber-Lampe, Beeinflussung der ausgelösten Elektronen durch eine el. Spannung (Aufbau mit Zinkplatte und Schnekkenelektrode, danach mit Photozelle), h-Bestimmung mit Kompaktgerät (Gegenfeldmethode), Auswertung durch lineare Regression mit Taschenrechner oder Tabellenkalkulation, Taylorversuch, Doppelspalt, Elektronenbeugungsrohre zur Bestätigung der de Broglie-Theorie (Debye-Scherrer-Methode), Jönsson-Versuch (theoretisch) : Elektronenbeugung am Doppelspalt</p>		
<p><b>Quantenphysikalisches Atommodell</b></p> <p>Das quantenphysikalische Atommodell revolutionierte die Vorstellung von Atomen, die bis dahin auf dem anschaulichen Modell von Rutherford und Bohr basierte. Es löste die Widersprüche der klassischen Physik auf und liefert ein deutlich präziseres Bild vom Aufbau der Materie.</p> <p>Qualitativ betrachtet, besteht das quantenphysikalische Atommodell aus einem positiv geladenen Atomkern und einer negativ geladenen Elektronenhülle. Im Gegensatz zum Bohr'schen Modell bewegen sich die Elektronen jedoch nicht auf festen, planetenähnlichen Bahnen um den Kern. Stattdessen sind ihre Aufenthaltsorte durch <b>Wahrscheinlichkeitswolken</b> beschrieben, die sogenannten Orbitale. Ein Orbital ist ein dreidimensionaler Raum, in dem sich ein Elektron mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit von z. B. 90% aufhält.</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen (optional Metzler-Physik) Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	<p>Materie Energie</p>

<p>Ein zentrales Konzept ist die <b>Quantisierung der Energie</b>. Das bedeutet, dass die Elektronen im Atom nur ganz bestimmte, diskrete Energiezustände einnehmen können. Sie dürfen nicht jeden beliebigen Energiewert annehmen. Ein Elektron kann nur durch Aufnahme oder Abgabe einer ganz bestimmten Energiemenge, die der Differenz zwischen zwei Energieniveaus entspricht, von einem Zustand in einen anderen springen. Die aufgenommene oder abgegebene Energie wird dabei in Form eines Photons transportiert. Die Energie eines Photons ist umso höher, je größer der Energiesprung des Elektrons ist. Dieses Phänomen erklärt, warum jedes chemische Element ein charakteristisches, <b>linienförmiges Spektrum</b> besitzt.</p> <p>Die genaue Form und Ausdehnung der Orbitale und die Energieniveaus der Elektronen werden durch <b>Quantenzahlen</b> beschrieben. Diese Zahlen ergeben sich aus der mathematischen Lösung der <b>Schrödinger</b>-Gleichung, der fundamentalen Gleichung der Quantenmechanik. Die Quantenzahlen bestimmen die Hauptenergieebene, die Form des Orbitals und seine <b>räumliche Orientierung</b>. Das quantenphysikalische Atommodell ist damit nicht nur ein anschauliches Bild, sondern ein präzises, mathematisches Modell, das die Eigenschaften von Atomen und chemischen Bindungen auf fundamentaler Ebene erklärt.</p>		
<p><b>Spezielle Relativitätstheorie (SRT, optional)</b></p>		
<p>Die Spezielle Relativitätstheorie von Albert Einstein, veröffentlicht 1905, revolutionierte unser Verständnis von Raum und Zeit. Sie basiert auf zwei grundlegenden Postulaten:</p> <p>Erstens, das Relativitätsprinzip, das besagt, dass die Gesetze der Physik in allen <b>Inertialsystemen</b> (Systeme, die sich gleichförmig und ohne Beschleunigung bewegen) dieselben sind.</p>	<p>Impulse Arbeitsblätter Experimente Simulationen  (optional Metzler- Physik)</p>	<p>Materie, System</p>
<p>Zweitens, die <b>Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</b> im Vakuum, die in jedem Inertialsystem unabhängig von der Bewegung der Lichtquelle oder des Beobachters konstant ist.</p>	<p>Wiss. Taschenrechner (siehe FK Mathematik)</p>	
<p>Diese Postulate führen zu scheinbar paradoxen, aber experimentell bestätigten Konsequenzen. Eine davon ist die <b>Zeitdilatation</b>, also die Dehnung der Zeit. Um dies zu veranschaulichen, kann man eine Lichtuhr verwenden: eine Uhr, bei der ein Lichtstrahl zwischen zwei Spiegeln hin und her reflektiert wird. Für einen Beobachter, der sich relativ zur Uhr bewegt, legt der Lichtstrahl einen längeren Weg zurück, während er von einem Spiegel zum anderen läuft. Da die Lichtgeschwindigkeit für beide Beobachter konstant ist, muss die Zeit für den sich bewegenden Beobachter langsamer vergehen, damit diese Konstanz gewahrt bleibt. Das bedeutet: Bewegte Uhren gehen aus der Sicht eines ruhenden Beobachters langsamer.</p>		
<p>Eine weitere faszinierende Konsequenz ist die <b>Längenkontraktion</b>. Sie besagt, dass ein sich bewegendes Objekt in Bewegungsrichtung kürzer erscheint. Ein Objekt, das sich mit sehr hoher Geschwindigkeit bewegt, wird für einen ruhenden Beobachter in Bewegungsrichtung gestaucht. Die Länge des Objekts senkrecht zur Bewegungsrichtung bleibt jedoch unverändert. Auch hier ist die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit der Grund: Wenn die Zeit für ein sich bewegendes Objekt langsamer vergeht, muss sich die Länge</p>		

relativ zur Geschwindigkeit ebenfalls ändern, um die Gesetze der Physik konsistent zu halten.  Diese Effekte der Zeitdilatation und Längenkontraktion treten erst bei Geschwindigkeiten auf, die <b>nahe an der Lichtgeschwindigkeit</b> liegen, weshalb sie in unserem Alltag nicht wahrnehmbar sind. Sie sind jedoch für die moderne Physik von entscheidender Bedeutung, zum Beispiel für die Funktionsweise von <b>GPS-Satelliten</b> , bei denen die relativistischen Effekte berücksichtigt werden müssen, um eine präzise Standortbestimmung zu ermöglichen.		
---	--	--

## Leistungsnachweise

Pro Halbjahr erfolgen **zwei angekündigte schriftliche Wiederholungen** (Tests) von maximal 20 Minuten Dauer, die etwa 30% der Halbjahresnote ausmachen. Die gemäß Fachanforderungen ausschlaggebenden Unterrichtsbeiträge (siehe dort Bewertungskriterien) fließen entsprechend zu 70% in die Halbjahresnote ein. Hierunter fallen auch jederzeit mögliche (**nicht notwendigerweise angekündigte**) schriftliche oder digitale Kurzabfragen, z.B. der Hausaufgaben oder anderer Unterrichtsinhalte.

## Lehrwerke

### "Impulse Physik" für Sekundarstufe I

Das Lehrbuch "Impulse Physik" des Ernst Klett Verlags ist ein weit verbreitetes Lehrwerk für den Physikunterricht an Gymnasien und Gesamtschulen in Deutschland. Die Reihe ist für die Sekundarstufen I und II konzipiert und es gibt separate Ausgaben für verschiedene Bundesländer.

- Titel: Impulse Physik (in der Regel mit dem Zusatz der Klassenstufe oder des Bundeslandes)
- Verlag: Ernst Klett Verlag
- Ausgaben: Es existieren verschiedene Ausgaben für die Mittelstufe (Sek. I) und die Oberstufe (Sek. II), die sich nach den jeweiligen Lehrplänen der Bundesländer richten.
- Einband: Gebundenes Buch

#### Inhalte und didaktisches Konzept

Das Buch hat eine klare Struktur und eine schülerzentrierte Herangehensweise. Es deckt die klassischen Themen der Physik ab, von der Mechanik über die Elektrizitätslehre und Optik bis hin zur Atom- und Kernphysik. Somit passt es zum oben ausgeführten Unterricht. Der Fokus liegt auf der Vermittlung der physikalischen Konzepte durch anschauliche Beispiele und einen lebensnahen Bezug.

Das Konzept "Impulse" will Schülerinnen und Schüler zum Nachdenken anregen. Dazu bietet das Buch:

- Experimente: Eine Vielzahl von Schüler- und Lehrerexperimenten, die die physikalischen Gesetze greifbar machen.
- Aufgaben: Ein breites Spektrum an Aufgaben, von einfachen Verständnisfragen bis hin zu komplexen Rechenaufgaben.
- Praxisbezug: Texte und Beispiele, die den Bezug zwischen den physikalischen Inhalten und dem Alltag der Schüler herstellen.

Es gibt auch Begleitmaterialien und digitale Versionen des Buches, die den Unterricht unterstützen.

### "Metzler Physik SII" für Sekundarstufe II

Das Schulbuch "Metzler Physik" des Westermann Verlags ist ein weit verbreitetes und etabliertes Lehrbuch für den Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe (Sekundarstufe II). Es ist sowohl für Grund- als auch für Leistungskurse konzipiert.

#### Allgemeine Informationen zur aktuellen Ausgabe

- Verlag: Westermann Bildungsmedien
- ISBN-13: 978-3-14-100100-6
- Auflage: 5. Auflage (erschienen 2020)
- Umfang: 592 Seiten

**Inhalte:** Das Buch ist für die Klassenstufen 11 bis 13 konzipiert und deckt alle wesentlichen Bereiche der Schulphysik ab. Typischerweise beinhaltet der Inhalt:

- Mechanik: Kinematik, Dynamik, Gravitation, Energie und Impuls.
- Schwingungen und Wellen: Harmonische Schwingungen, Wellenlehre und Interferenz.
- Elektrizität und Magnetismus: Elektrische Felder, Stromkreise, magnetische Felder und Induktion.
- Quantenphysik: Photonen, Welle-Teilchen-Dualismus und Atommodelle.
- Thermodynamik: Grundlagen der Wärme- und Energielehre.
- Relativitätstheorie: Die Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie.

Das Buch zeichnet sich durch eine fachsystematische Darstellung aus. Es erklärt physikalische Konzepte schrittweise und ist mit zahlreichen Aufgaben und Beispielen versehen, die zur Klausurvorbereitung dienen. Auch zentrale Experimente und Visualisierungen werden detailliert vorgestellt.

Es gibt auch eine digitale Version des Buches (BiBox), die Lehrkräften und Schülern zusätzliche Funktionen wie Animationen, Simulationen und Lösungen bietet.

Das Lehrwerk Bildet somit die oben beschriebenen Themen der Sekundarstufe II ab.

## **Erklärungen**

i Phyphox ist eine kostenlose Handyanwendung, die das Smartphone in ein mobiles Labor verwandelt. Sie nutzt die eingebauten Sensoren des Geräts – wie Beschleunigungsmesser, Gyroskop, Magnetometer, Mikrofon, Lichtsensor oder GPS – um physikalische Messungen durchzuführen.

Mit Phyphox kann man eine Vielzahl von Experimenten durchführen, die die Grundlagen der Physik veranschaulichen. Beispielsweise kann man die Schwingungsdauer eines Pendels messen, die Erdanziehungskraft bestimmen, den Dopplereffekt mit Schallwellen nachweisen oder die Lautstärke messen. Die App kann die Messdaten in Echtzeit aufzeichnen, grafisch darstellen und zur weiteren Analyse exportieren (z. B. als Excel- oder CSV-Datei).

Phyphox ist damit ein nützliches Werkzeug für den naturwissenschaftlichen Unterricht, da es teure Messgeräte ersetzt und Schülerinnen und Schüler ermutigt, physikalische Phänomene eigenständig zu erforschen. Es können sogar eigene Experimente erstellt und mit anderen geteilt werden.