



OTTO-HAHN-GYMNASIUM

GEESTHACHT | EUROPASCHULE

Schulinternes Fachcurriculum

Physik

Stand: 18. September 2025

Inhalt

1. Vorwort.....	4
2. Prüfung und Bearbeitungsstand.....	6
3. Jahrgangsübersicht.....	7
4. Fordern und Fördern	8
Tag der offenen Tür	8
Physikalische Wettbewerbe	8
Förderung leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler	8
Arbeitsgemeinschaft „Durch Raum und Zeit“	8
5. Medien, Lehr- und Arbeitsmaterial	9
Lehrbücher.....	9
Schülerexperimente	9
6. Leistungsbewertung	10
Unterrichtsbeiträge.....	10
Tests	10
Klassenarbeit	10
Referate	10
Klausuren.....	10
7. Themen und Inhalte der Jahrgangsstufen.....	11
Klasse 7	11
Magnetismus.....	11
Qualitativer Energiebegriff.....	13
Temperatur und Wärmetransport.....	14
Einfache elektrische Stromkreise	16
Ausbreitung des Lichts.....	18
Reflexion an ebenen Flächen	19
Klasse 8	22
Geschwindigkeit.....	22
Licht und optische Abbildungen	23
Dichte.....	26
Klasse 9	28
Statische Kräfte.....	28
Druck.....	30
Stromstärke und Spannung	31
Farben.....	33
Klasse 10	35
Elektromagnetismus.....	35
Herausforderungen der Energieversorgung.....	38

Radioaktiver Zerfall und Elementarteilchen.....	39
Kernenergie	41
Beschleunigte Bewegungen.....	43
E-Jahrgang.....	46
Mechanik.....	48
Wellennatur des Lichts.....	52
Qualifikationsphase 1	58
Bewegung in radialsymmetrischen Feldern	60
Homogene elektrische Felder	63
Bewegung in Magnetfeldern	66
Induktion (nur im Profilfach)	69
Qualifikationsphase 2	70
Grundlagen der Quantenmechanik	72
Vertiefungsthemen	74
Relativitätstheorie.....	74
Astronomie	75

1. Vorwort

Das vorliegende schulinterne Fachcurriculum (SiFC) Physik bildet die verbindliche Planungsgrundlage für den Physikunterricht am OHG. Es schafft Transparenz darüber, welche fachlichen Inhalte und Kompetenzen im Idealfall innerhalb des jeweiligen Unterrichtszeitraums erreicht werden sollen – schulintern gleichlaufend und abgestimmt innerhalb der Fachkonferenz. Das SiFC enthält somit die in der Fachschaft Physik verbindlich vereinbarten Zielsetzungen und strukturiert den Rahmen der pädagogischen Arbeit im Fach Physik im Sinne der Bildungs- und Erziehungsziele unserer Schule. Es vermittelt jedoch keine subjektiv-rechtlichen Ansprüche der Schülerinnen und Schüler oder Eltern gegenüber der Schule.

Die Verantwortung für die konkrete Ausgestaltung der einzelnen Unterrichtsstunden liegt weiterhin bei der unterrichtenden Lehrkraft. Das SiFC versteht sich nicht als starres Regelwerk, sondern als lebendiges Dokument, das regelmäßig überprüft und angepasst wird, um zeitgemäßen Unterricht im Sinne der Fachanforderungen des Landes Schleswig-Holstein zu gewährleisten. Die Bindungswirkung des SiFC im schulischen Rahmen impliziert dabei keine terminlich festgelegten Ansprüche auf bestimmte Unterrichtsinhalte.

In diesem Sinne ist das SiFC nicht nur ein Fachpapier, sondern Ausdruck des pädagogischen Selbstverständnisses am OHG – eingebettet in den Zukunftscode unserer Schule. Im Zentrum steht unsere gemeinsame Vision:
„Lernen am OHG: Deine Stärken entfalten, glückliche Zukunft gestalten!“

Der Physikunterricht am OHG ist dabei wesentlich von drei Leitbegriffen geprägt:

- **Miteinander:** durch kooperatives Lernen, demokratische Beteiligung und ein respektvolles Miteinander im Lernraum,
- **Selbstbestimmt:** durch Förderung von Eigenverantwortung, Neugier und reflektierter Urteilsfähigkeit,
- **Vielfältig:** durch die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Lebenswirklichkeiten, Zugängen und Perspektiven auf naturwissenschaftliche Phänomene.

Diese Grundhaltung steht im Einklang mit dem OHG als **Europaschule**: Als Schule in einem vereinten Europa fördern wir eine wissenschaftlich gebildete, weltoffene und verantwortungsvolle Schülerschaft, die sich in einer vielfältigen, zunehmend vernetzten Welt orientieren kann. Der Physikunterricht leistet hierzu einen zentralen Beitrag:

- durch vernetztes Denken in globalen Zusammenhängen (z. B. Energieversorgung, Klimawandel, Digitalisierung),
- durch kritische Auseinandersetzung mit Wissenschaft und Technologie als gesellschaftlicher Gestaltungskraft,
- durch internationale Projekte sowie Inhalte mit europäischer Relevanz (z. B. CERN, ESA, europäische Forschungskooperationen).

Physikunterricht am OHG bedeutet somit nicht nur den Erwerb fachlicher Kompetenzen, sondern auch die Befähigung zur aktiven Teilhabe an einer europäischen Zukunft, die nachhaltig, wertschätzend und demokratisch ist.



2. Prüfung und Bearbeitungsstand

Änderungshistorie

Zuletzt überprüft	Änderungen/Anpassungen	Nächste Überprüfung
07/2025	• Anpassung des SiFC an die neue Kontingentstundenverteilung • Inhaltliche Überarbeitung: Anpassung von Inhalten, Prüfung auf Richtigkeit • Ergänzung/Anpassung Leistungsbewertung • Anpassung Klassenbezeichnungen • Anpassung Deckblatt • Integration eines Vorworts und des Zukunftscodes des OHGs	1. Fachkonferenz im Schuljahr 25/26
...		

3. Jahrgangsübersicht

Die Stoffverteilung auf die unterschiedlichen Jahrgangsstufen orientiert sich an den Fachanforderungen des Landes Schleswig-Holstein und der Kontingenzstundentafel des OHG. Die Reihenfolge der Themen ist verbindlich. Bei Stundenkürzung/Stundenausfall entfallen die Themen vom letzten zum Ersten.

Klasse 7 (2 WS)	- Magnetismus - Qualitativer Energiebegriff - Temperatur und Wärmetransport - Einfache elektrische Stromkreise - Ausbreitung des Lichts - Reflexion an ebenen Flächen Das Protokollieren wird in dieser Klassenstufe eingeübt und bei themenübergreifend angewendet.
Klasse 8 (1 WS)	- Geschwindigkeit (glf. Bewegungen) - Lichtbrechung und optische Abbildungen - Dichte
Klasse 9 (2 WS)	- Statische Kräfte - Druck - Stromstärke und Spannung - Farben
Klasse 10 (2 WS)	- Elektromagnetismus - Herausforderungen der Energieversorgung - Radioaktiver Zerfall und Elementarteilchen - Kernenergie - Beschleunigte Bewegungen
E (3 WS)	- Mechanik - Welleneigenschaften des Lichts
Q1 (3/5 WS)	- Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern - Homogene elektrische Felder - Bewegungen in Magnetfeldern - Elektrodynamik (nur im Profilfach)
Q2 (3/5 WS)	- Grundlagen der Quantenmechanik - Quantenmechanik der Atome
Vertiefungsthemen	- Relativitätstheorie - Astronomie

4. Fordern und Fördern

Tag der offenen Tür

Am OHG findet jedes Jahr der Tag der offenen Tür statt. Dort präsentiert sich die Fachschaft Physik mit Experimentier- und Mitmachstationen. Die Betreuung der einzelnen Stationen wird von interessierten Schülerinnen und Schülern übernommen.

Physikalische Wettbewerbe

Die Schülerinnen und Schüler werden über die Möglichkeiten der Teilnahme an physikalischen Wettbewerben informiert und von der jeweiligen Fachlehrkraft zur Teilnahme motiviert. Diese übernimmt dann auch die Betreuung interessierter Schülerinnen und Schüler.

Förderung leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler

Fördermaßnahmen für leistungsschwache Schülerinnen und Schüler werden von der Fachlehrkraft mit der jeweiligen Schülerin oder dem Schüler bzw. dessen Eltern vereinbart. Über die Notwendigkeit von Fördermaßnahmen entscheidet die Zeugniskonferenz oder die jeweilige Lehrkraft.

Arbeitsgemeinschaft „Durch Raum und Zeit“

Es gibt ein AG-Angebot, welches sich mit der physikalischen und historischen Sicht auf den Weltraum beschäftigt. Es bietet interessierten Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, sich tiefgründig mit dem Weltraum aus geschichtlicher und physikalischer Sicht auseinanderzusetzen und mögliche Zukunftstechnologien zu untersuchen.

5. Medien, Lehr- und Arbeitsmaterial

Lehrbücher

Klasse	Lehrbuch
7	Dorn-Bader 6
8	Fokus Physik 7/8
9	Universum 2 Physik – Cornelsen Verlag
10	Universum 2 Physik – Cornelsen Verlag
E	Metzler Physik Oberstufe vom Schroedel-Verlag
Q1	Physik Oberstufe vom Cornelsen-Verlag
Q2	

Die Fachschaft Physik ist auf der Suche nach neuen Büchern für die **Mittelstufe**, die den Anforderungen des Unterrichts besser gerecht werden.

In der **Oberstufe** werden folgende Bücher eingesetzt:

- Physik Oberstufe von Metzler
- Physik Oberstufe von Cornelsen

In den Physikräumen steht jeweils ein Klassensatz dieser Bücher zur Verfügung. Die Schülerinnen und Schüler des Profulfaches erhalten jeweils ein Exemplar jedes Buches für den Hausgebrauch. Alle anderen SuS der Oberstufe erhalten das Buch von Cornelsen für den Hausgebrauch.

Schülerexperimente

Im Moment verfügt die Fachschaft Physik über Klassensätze der Mekruphy-Experimentierkästen zu folgenden Themen:

- Mechanik I, II, III (Dichte, Kinematik)
- Elektrizitätslehre I, II (Stromkreise, Induktion, Elektromagnetismus, Elektrostatik)
- Optik I, II (Strahlenoptik, Wellenoptik)
- Wellenlehre (Experimente mit Ultraschall)
- Wärmelehre I, II (Grundlagen, Kalometrie)
- Radioaktivität

Zukünftig benötigte Klassensätze:

- Mechanik IV (Druck)

6. Leistungsbewertung

Unterrichtsbeiträge

Schülerinnen und Schüler werden mindestens einmal pro Halbjahr über ihren Leistungsstand informiert. Zwei Informationen sind wünschenswert. Unterrichtsbeiträge im Fach Physik sind unter anderem:

- Mitarbeit und Organisation im Unterricht
- Hausaufgaben
- Heftführung
- Tests bis max. 20min (siehe unten)
- Referate (siehe unten)
- Mitarbeit und Organisation bei Wochenplänen
- Planung und Durchführung von Schülerexperimenten
- ...

Tests

Es wird vorgeschlagen, im Rahmen eines jeden Unterrichtsthemas einen Test zu schreiben. Die Dauer von Tests beträgt bis zu 20 Minuten. Diese Tests sollten alle drei Anforderungsbereiche abdecken. Auch Multiple-Choice-Tests sind denkbar.

Klassenarbeit

Es wurde festgelegt, dass in Physik in der Sekundarstufe 1 eine Klassenarbeit geschrieben wird. Die Länge dieser Arbeit beträgt 45 Minuten. Die Klassenarbeit wird in der Jahrgangsstufe 9 geschrieben.

Referate

Über Referate und deren Bewertung entscheidet die jeweilige Fachlehrkraft. Dabei sind auch äußere Rahmenbedingungen wie das Methodencurriculum des OHG zu berücksichtigen.

Klausuren

Klausuren werden in der Oberstufe nach Maßgabe der OAPVO geschrieben. Die konkreten Termine werden von der Schulleitung festgelegt.

Die Dauer der Klausuren im Fach Physik beträgt 90 Minuten. Ausgenommen hiervon ist die Klausur unter Abiturbedingungen in Q2, deren Dauer 300 Minuten beträgt.

7. Themen und Inhalte der Jahrgangsstufen

Im Folgenden werden die von den [Fachanforderungen des Landes Schleswig-Holstein](#) geforderten fachlichen Inhalte für die verschiedenen Jahrgangsstufen konkretisiert. Neben den zu behandelnden Fachthemen werden sowohl der im Sinne der durchgängigen Sprachbildung gewünschte Wortschatz für jede Einheit sowie die Kompetenzerwartungen an die Schülerinnen und Schüler des OHG festgelegt.

Inhaltliche Vereinbarungen, die nicht verpflichtend von den Fachanforderungen vorgeschrieben sind, aber von der Fachschaft Physik des OHG als obligatorisch festgelegt wurden, sind **grau hinterlegt**. Inhaltliche Vereinbarungen, die zur Erweiterung eines Themengebietes möglich aber nicht verpflichtend sind, sind *kursiv gedruckt*.

Klasse 7

Ein qualitativer Energiebegriff soll von Anfang an eine Rolle im Unterricht spielen. Das heißt, der Begriff "Energie" spielt innerhalb aller Themengebiete eine Rolle.

Nicht in den Fachanforderungen geforderte, aber am OHG verbindliche Inhalte sind grau hinterlegt. Inhalte, die am OHG nicht verpflichtend sind, sind *kursiv gedruckt*.

Magnetismus

[Magnetismus](#) (4 Wochen)

Inhalte

Grundphänomene Magnetismus	- Magnetpole - Wirkung von Magneten auf Stoffe (Unterscheidung: Körper/Stoff) - Abschirmung von Magneten - Polregel - Teilen von Magneten => Modellvorstellung der Elementarmagnete - Anwendung des Modells: Magnetisieren/Entmagnetisieren
Modellvorstellung Magnetismus	
Magnetfelder zur Beschreibung der Magnetwirkung	- Magnetfeld von Stabmagnet und Hufeisenmagnet als Raum, in dem eine Kraft auf ferromagnetische Körper wirkt (akkurates Zeichnen dieser Magnetfelder durch Feldlinien) - Abstände zwischen den Feldlinien => Stärke der Magnetkraft - Magnetfeld der Erde, Kompass, Missweisung - Magnetfelder => Wechselwirkung von Magneten (Vorhersage der Wechselwirkung aus den Feldlinien)
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Nordpol/Südpol - Ferromagnetischer Stoff - Elementarmagnet - Magnetfeld - Feldlinien

	- Geographische Pole $\Leftrightarrow$ Magnetpole
Formeln	Berechnungen sind in dieser Einheit nicht vorgesehen.
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - ... untersuchen, welche Stoffe von einem Magneten angezogen werden und durch welche Stoffe die Magnetkraft hindurch wirkt. - ... untersuchen, wie zwei Magneten miteinander wechselwirken. - ... stellen Vermutungen auf, was passiert, wenn man einen Stabmagneten halbiert und prüfen diese Vermutungen. - ... stellen selber Magnete aus ferromagnetischen Stoffen her. Kommunikation - ... beschreiben, dass Magnete nur aus ferromagnetischen Stoffen hergestellt werden können. - ... stellen Vermutungen auf, warum eine (vermeintliche) Kupfermünze (1ct, 2ct, 5ct) ferromagnetisch ist und erklären dieses Phänomen. - ... erklären das Magnetisieren und Entmagnetisieren mit Hilfe des Modells der Elementarmagnete. - ... erklären die Wechselwirkung zweier Magnete anhand ihrer Feldlinien und stellen eine allgemeine Regel dazu auf. - ... veranschaulichen die Magnetkraft von Stabmagneten und Hufeisenmagneten mit Hilfe von Feldlinien. Bewertung - ... erkennen ein physikalisches Problem darin, dass der Nordpol einer Kompassnadel immer zum Nordpol zeigt. - ... erklären dieses Phänomen durch die Unterscheidung zwischen dem geographischen und dem magnetischen Nordpol.
Zentrale Experimente	- Welche Stoffe sind ferromagnetisch? - Durch welche Stoffe wirkt die Magnetkraft hindurch? - Wechselwirkung zweier Magneten - Gedankenexperiment zum Zerteilen eines Stabmagneten
Fächerübergreifendes Arbeiten	Geographie: Magnetfeld der Erde, geographischer und magnetischer Nordpol und Südpol
Themenübergreifendes Arbeiten	Nicht sinnvoll, da es sich um Anfangsunterricht handelt!
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	keine

Qualitativer Energiebegriff (3 Wochen)

Inhalte

Energieformen Energieumwandlung Energieerhaltung Energieentwertung	- Untersuchung von mitgebrachtem Spielzeug - o Steckbriefe zu Energieformen - Zeichnen von Diagrammen mit Energieketten zu Vorgängen in Natur und Technik - Analyse des Pumpspeicherwerks Geesthacht, gespeicherte Energie in Form von Höhenenergie
---	--

Aspekte	Vereinbarung
----------------	---------------------

Wortschatz	Energiequelle, Energiewandler, Energieumwandlung (... wird in ... umgewandelt)
-------------------	--

Formeln	Keine
----------------	-------

Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - ordnen Alltagsbeispielen darin auftretende Energieformen zu - analysieren Vorgänge, in denen Energie umgewandelt wird Kommunikation - erklären, dass bei der Nutzung von Energie nicht die gesamte vorhandene Energie genutzt werden kann. - Beschreiben die Umwandlung in „nicht nutzbare“ Energieformen (z.B. Wärmeenergie) als Energieentwertung und nicht als Energieverbrauch.
------------------------------------	--

Zentrale Experimente	Kleine Freihandexperimente (Aufziehauto,...) - Modell eines Pumpspeicherwerks
-----------------------------	--

Fächerübergreifendes Arbeiten	Geographie: – Nutzung erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energiequellen weltweit Biologie: – Stoffwechsel als „Energieumwandlungssystem“
--------------------------------------	---

Themenübergreifendes Arbeiten	Keine
--------------------------------------	-------

Mögliche Projekte	Energiekette im Alltag (Präsentationsprojekt) – SuS stellen Alltagssituationen (z. B. Toaster, Fahrrad, Pendel) als Energiekette dar (grafisch + mündlich)
--------------------------	---

Außerschulische Lernorte	Keine
---------------------------------	-------

Temperatur und Wärmetransport (6 Wochen)

Inhalte

Temperatur und Wärme	- Temperaturmessung mit Messgeräten (Hand, Thermometer [Analog, Digital],...) - Unterscheidung von Temperatur und Wärme - einfaches Teilchenmodell - Änderung von Aggregatzuständen durch Energie
Wärmeausdehnung	- Ausdehnung von Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen (qualitativ) - Anomalie des Wassers
Wärmeströme	- Wärmestrom als Energiestrom - Temperaturdifferenz als Antrieb für Wärmestrom - Beispiele für Wärmestrom - o Wärmeleitung - o Wärmemitführung (Konvektion) - o Wärmestrahlung - Wärmewiderstände verringern den Wärmestrom
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Temperatur, Temperaturdifferenz - Wärmestrom (Entropiestrom) - Wärmewiderstand - Aggregatzustand - Energiezufuhr
Formeln	Keine
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - messen Temperaturen. - Erkennen den Temperaturunterschied als Ursache für den Wärmestrom. - Wenden die erworbenen Kenntnisse auf thermische Phänomene Kommunikation - Erklären das Verhalten von Stoffen bei verschiedenen Temperaturen mit einem einfachen Teilchenmodell. - Beschreiben den Zusammenhang zwischen Wärme und Temperatur Bewertung - Übertragen ihr Wissen über die Wärmetransporte auf die Wärmedämmung bei Häusern.
Zentrale Experimente	- Ausdehnung einer Eisenkugel und eines Luftballons bei Wärmezufuhr, Funktion eines Thermometers

	- Bolzensprenger - Messungen mit Thermometern und Peltierelementen - Messungen mit der Wärmebildkamera
Fächerübergreifendes Arbeiten	- Biologie: Wärmedämmung bei Tieren (Winterfell,...) - Sport: Messung der Körpertemperatur mit der Wärmebildkamera
Themenübergreifendes Arbeiten	Wetter & Klima (Vorgriff auf geophysikalische Zusammenhänge) - Verknüpfung: Temperaturunterschiede treiben Luft- und Meeresströmungen an → globale Energietransporte.
Mögliche Projekte	- Bau eines Energiesparhauses
Außerschulische Lernorte	Keine

Einfache elektrische Stromkreise (6 Wochen)

Inhalte

Elektrischer Stromkreis	- Leiter und Nichtleiter (Isolatoren) - Anschlussbedingungen, Kurzschluss - Batterie als Antrieb für Elektrizität (Spannungsbegriff erst ab Klasse 8) - Analogien und Stromkreismodelle (Wasserstromkreismodell) - Schaltsymbole - Parallel-, Reihen- und Wechselschaltung - Stromstärke (qualitativ), Knotenregel, Vorhersagen von Helligkeiten - Schaltungen im Haushalt, UND-/ODER-/Wechselschaltungen
elektrische Energie	- Energietransport im einfachen el. Stromkreis, Energieträger Elektrizität, Licht, Wärmestrom
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Leiter, Isolator - elektrische Energiequelle - Energiewandler - Antrieb (Spannung) - elektrischer Strom (Elektronenstrom), Stromstärke - Energieträger - Energietransport
Formeln	Keine
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - untersuchen die Leitfähigkeit von Stoffen. - bauen Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen auf und zeichnen Schaltpläne zu einem vorgegebenen Aufbau. - entwickeln und erproben Schaltungen zu Situationen aus dem Alltag. - schätzen Stromstärken qualitativ ab, indem sie Vorhersagen über Helligkeiten von Glühlampen treffen. Kommunikation - beschreiben die Funktion der Elemente eines elektrischen Stromkreises. - Unterscheiden zwischen dem Transport von Ladung und von Energie Bewertung - bewerten unterschiedliche Schaltungen (Reihe, Parallel) im Hinblick auf Sicherheit, Funktionalität und Energieeffizienz (z. B. bei Hausinstallationen, Fahrradleuchten).

Zentrale Experimente	- Alle Inhalte können im Schülerversuch (Steckkästen) erarbeitet werden.
Fächerübergreifendes Arbeiten	- Kunst: Bau eines Schuhkartonhauses: Unterschiedliche Schaltungen, Klingel, etc. realisieren - Biologie: Blutkreislauf
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Wärmetransport: - Wärmewirkung elektrischer Energie: Heizdraht, Sicherungen, Glühdrahtlampen - Unterschied: elektrische Energie $\neq$ Wärmeenergie, aber übertragbar.
Mögliche Projekte	„Strom aus der Kartoffel“ – alternative Stromquellen erkunden • Bau einfacher Galvanischer Elemente mit Alltagsmaterialien (z. B. Zitrone, Zink, Kupfer). • Einstieg in die Diskussion über Stromerzeugung, Grenzen, Nachhaltigkeit.
Außerschulische Lernorte	Stadtwerke / Energieversorger vor Ort – Einblick in Energieverteilung, Smart Grids, Hausanschluss. – z. B. „Wie kommt der Strom in die Steckdose?“

Ausbreitung des Lichts (4 Wochen)

Inhalte

Lichtquellen und Lichtausbreitung	- Lichtquellen und beleuchtete Körper - Ausbreitung des Lichts (Modell Lichtstrahl) - Sonnen- und Mondfinsternis, Mondphasen - Lichtempfänger (Auge, Lochkamera) - <u>Lichtgeschwindigkeit</u>
Streuung	- Diffuse Reflexion - Streuung als Voraussetzung dafür, dass Licht ins Auge gelangt
Optische Geräte	- Bildentstehung - Bau einer Lochkamera

Aspekte	Vereinbarung
---------	--------------

Wortschatz	- Licht - Lichtstrahl, Lichtbündel - gradlinige, allseitige Ausbreitung - Lichtsender/Lichtempfänger - Streuung als allseitiges Zurückwerfen des Lichts - Absorbieren des Lichts - Schatten (Kernschatten, Halbschatten) - Randstrahl - Sonnenfinsternis, Mondfinsternis - Mondphasen (abnehmend, zunehmend, Vollmond, Halbmond, Neumond) - Bahn der Erde (des Mondes) - Jahreszeiten - Blende - Lochkamera
-------------------	--

Formeln	Die systematische Behandlung von Formeln ist in Klasse 7 nicht vorgesehen.
----------------	--

Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - beobachten und beschreiben verschiedener Lichterscheinungen (gradlinige Ausbreitung, Lichtbündel, Lichtstrahl). - zeichnen Schattenbilder in verschiedenen Konfigurationen. - stellen Lichtstrahlen modellhaft als Geraden mit Richtungspfeilen dar. - konstruieren Strahlengänge an Blenden. Kommunikation
------------------------------------	--

	- beschreiben den Lichtweg von der Quelle über den beleuchteten Gegenstand bis zum Lichtempfänger mithilfe geeigneter Fachbegriffe. - beschreiben und erklären die Entstehung der verschiedenen Mondphasen mithilfe geeigneter Skizzen. - beschreiben und erklären die Entstehung von Finsternissen mithilfe geeigneter Skizzen. - beschreiben und erklären die Entstehung von Jahreszeiten mithilfe geeigneter Skizzen. - Beschreiben qualitativ die Bildeigenschaften an Blenden (Lochkamera). Bewertung - stellen den Zusammenhang zwischen der Augengröße und der Lichtempfindlichkeit des Auges in der Tierwelt her. - widerlegen alternativer Theorien des Sehens durch systematisches Anwenden des Gelernten.
Zentrale Experimente	- gradlinige und allseitige Ausbreitung des Lichts mithilfe eines Siebes - gradlinige Ausbreitung: "Blick durch den Schlauch" - Beleuchten verschiedener Gegenstände mit unterschiedlichen Farben und Betrachtung aus verschiedenen Blickrichtungen zur gleichen Zeit (Streuung) - Zeichnen ebener Schattenbilder einfacher Gegenstände - Klassenexperiment zu den Mondphasen
Fächerübergreifendes Arbeiten	Biologie: - Das Auge - Anpassung von Lebewesen an verschiedene Lichtverhältnisse (Eule, Grottenolm,...) Geographie: - Jahreszeiten
Themenübergreifendes Arbeiten	Keine
Mögliche Projekte	Bau einer Lochkamera
Außerschulische Lernorte	Besuch im Planetarium Hamburg

Reflexion an ebenen Flächen

Reflexion an ebenen Flächen (4 Wochen)

Inhalte

Reflexionsgesetz	- Einfallswinkel α = Ausfallswinkel α' - Einfallslot
Bildentstehung am ebenen Spiegel	- Virtuelle Bilder - Modell Lichtstrahl - Überlegungen zur Bildgröße und Gegenstandsgröße

	- Gegenstandsweite - Bildweite
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Reflexion, reflektieren, Reflexionsgesetz - Lichtstrahl - Gegenstand, (virtuelles) Bild - Gegenstandsweite, Bildweite - ebener Spiegel - reale Welt/Spiegelwelt - seitenverkehrt, seitenrichtig - Einfallswinkel und Reflexionswinkel - Tripelspiegel
Formeln	$\alpha = \alpha'$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - Konstruieren Strahlenverläufe an ebenen Spiegel und kennzeichnen Einfalls- und Reflexionswinkel - erkennen das Bild am ebenen Spiegel als virtuell - lösen einfache Anwendungsprobleme konstruktiv mit Hilfe des Reflexionsgesetzes Kommunikation - Beschreiben Eigenschaften des Spiegelbildes mit Hilfe der Begriffe: seitenverkehrt, Bildweite, Gegenstandsweite, virtuelles Bild - Beschreiben die Bildentstehung, indem sie mit der Wahrnehmung eines gradlinigen Strahlenverlaufs argumentieren Bewertung - Vergleichen Bilder eines Zerrspiegels mit denen eines ebenen Spiegels
Zentrale Experimente	- Spiegelbilder betrachten - Strahlenverlauf am ebenen Spiegel - Tripelspiegel
Fächerübergreifendes Arbeiten	Mit dem Auge (Biologie): - Zusammenhang zwischen Lichtweg und Sehvorgang (z. B. „Warum sehen wir das Bild im Spiegel?“) - Bau und Funktion des Auges, Interpretation des Gesehenen - Begriffe wie virtuelles Bild, seitenverkehrt, Bildentstehung an der Netzhaut Mit Kunst:

	- Einsatz von Spiegeln in Installationen, Kunstwerken oder optischen Illusionen - Zeichnerische Darstellung von Spiegelbildern und Perspektiven
Themenübergreifendes Arbeiten	Keine
Mögliche Projekte	Escape-Room mit Spiegeln
Außerschulische Lernorte	Spiegellabyrinth oder optische Museen - Erleben von Reflexion, Mehrfachspiegelung, visuellen Täuschungen - Anwendung des Reflexionsgesetzes im Alltag und in Unterhaltung

Klasse 8

Nicht in den Fachanforderungen geforderte, aber am OHG verbindliche Inhalte sind grau hinterlegt. Inhalte, die am OHG nicht verpflichtend sind, sind *kursiv gedruckt*.

Geschwindigkeit

Geschwindigkeit (6 Wochen)

Inhalte	
Gleichförmige Bewegung	- die geradlinig gleichförmige Bewegung - die Geschwindigkeit - konstante Geschwindigkeit: t-s-Diagramm - zugehörige t-v-Diagramme - Bestimmung der Schallgeschwindigkeit
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Geschwindigkeit als gerichtete physikalische Größe - Richtung und Betrag der Geschwindigkeit - Zeit-Orts-Diagramm (t-s-Diagramm) - Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm (t-v-Diagramm) - Kilometer pro Stunde (Meter pro Sekunde) - Δs als Ortsänderung oder zurückgelegte Strecke und Δt als Zeitspanne
Formeln	$\overline{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - bestimmen Durchschnittsgeschwindigkeiten aus gemessener Ortsänderung und Zeitspannen - vergleichen verschiedene Geschwindigkeiten (auch Licht- und Schallgeschwindigkeiten) miteinander - wechseln situationsgerecht zwischen Darstellungsformen von Bewegungsabläufen (Diagramm, Tabelle, Text und Formel) - analysieren verschiedene Bewegungsabläufe - erläutern mithilfe von Diagrammen, dass Bewegungen genauer beschrieben werden können, wenn die Zeitintervalle kleiner gewählt werden Kommunikation - beschreiben den Unterschied zwischen Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit - formulieren „Je..., desto...“-Sätze bezüglich der Orts- und Geschwindigkeitsänderung - beschreiben Geschwindigkeitsverläufe von Alltagssituationen (z.B. Wettrennen, Formel-1- Rennen, ...) Bewertung

	- Bewerten Chancen und Risiken von hohen Geschwindigkeiten - Nehmen Stellung zur Zeitersparnis von Geschwindigkeitsüberschreitungen im Straßenverkehr
Zentrale Experimente	- Konstante Bewegungen mithilfe eines Metronoms nachstellen - Geschwindigkeit einer Luftblase im Rohr bei verschiedenen Anstellwinkeln - Diagramme „nachlaufen“ und erstellen mithilfe von Tracker/Viana - Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit Phyphox
Fächerübergreifendes Arbeiten	Filmen und auswerten von Bewegungen im Sportunterricht
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Sport: - Anwendung physikalischer Grundbegriffe im Kontext von Lauf-, Wurf- oder Fahrbewegungen - Projektidee: Geschwindigkeit beim Sprint oder auf Rollern messen und grafisch darstellen
Mögliche Projekte	Lern-/Erklärvideos erstellen zu verschiedenen SuS-Experimenten
Außerschulische Lernorte	Keine

Licht und optische Abbildungen

Lichtbrechung und optische Abbildungen (6 Wochen)

Inhalte	
Lichtbrechung und optische Abbildung	- Brechung und Reflexion an Grenzflächen - Totalreflexion - sammelnde und zerstreue Eigenschaften von Linsen - Brennweite von Sammellinsen - Einfluss der Brennweite auf das reelle Bild - Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung - Auge, Sehfehler - Lupe (virtuelles Bild) - Mikroskop oder Fernglas
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Brechung, Brechungswinkel, Einfallswinkel, Grenzfläche, Lot - Optische dichtere und dünnere Materialien, Brechzahl/Brechungsindex - Totalreflexion, Grenzwinkel - Prisma - Konvex- und Konkavlinse, Hauptstrahlen - Brennweite, Bildweite, Gegenstandsweite - Reelles und virtuelles Bild - Brechung im Alltag: • Optische Hebung, Fatamorgana

	• Lichtleiter, Endoskop • Lupe, Mikroskop, Fernglas - Auge und Sehfehler
Formeln	Auf die mathematische Behandlung mit dem Brechungsgesetz $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_1}{n_2}$ wird hier verzichtet. Eine mathematische Behandlung der Linsengleichung $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ und des Abbildungsmaßstabes $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ kann erfolgen. Auf umfangreiche Rechnungen optischer Systeme wird hierbei aber verzichtet.
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler... Erkenntnisgewinnung - erstellen Diagramme für Einfallswinkel und Reflexionswinkel. - bestimmen Brechungswinkel experimentell und aus Diagrammen. - konstruieren den Verlauf von Lichtstrahlen an Grenzflächen. - konstruieren den Verlauf der Hauptstrahlen an Linsen. - untersuchen und erklären die Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung (experimentell und/oder konstruktiv). - analysieren die Beziehung zwischen Abständen und Brennweite bei der Linsenabbildung (experimentell und/oder konstruktiv). Kommunikation - beschreiben Naturphänomene, die mit Brechung/Totalreflexion zu tun haben (optische Hebung, Fata Morgana,...). - beschreiben das Verhalten von Licht an Grenzflächen. - erläutern das Zustandekommen der Kurz- und Weitsichtigkeit und erklären wie diese mit Hilfe einer Brille behoben werden kann. - beschreiben wichtige optische Geräte im Hinblick auf Aufbau und Funktionsweise (Fernrohr, Mikroskop, Brille). Bewertung - erklären qualitativ und quantitativ optische Systeme aus dem alltäglichen Kontext: Lichtleiter, Endoskop, Auge, Lupe, Mikroskop, Fernrohr.
Zentrale Experimente	Demonstrationsexperimente - Münze im Wasser mit Rohr betrachten Schüler-Experimente - Brechung am Halbkreisprisma (Einfallswinkel einstellen, Brechungswinkel bestimmen)
Fächerübergreifendes Arbeiten	

Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Medienbildung: Digitalkameras und Smartphones: Wie entstehen Bilder? - Vergleich von Auge, Kamera, Mikroskop, Beamer hinsichtlich Abbildungsprinzipien
Mögliche Projekte	Optische Täuschungen analysieren und erklären - SuS präsentieren Phänomene wie gebrochener Stift im Wasser, Luftspiegelung - Erklärung über Brechungsgesetz und Lichtverlauf
Außerschulische Lernorte	Technikmuseum oder Science Center (z. B. Phänomenta): - Stationen zu Brechung, Linsen, Bildentstehung, optischen Täuschungen - Hands-on-Experimente mit Prismen, Linsensystemen

Dichte (3 Wochen)**Inhalte**

Masse, Dichte, Volumen	- Dichtevorstellung als „Gepacktsein der Teilchen“ - Bedeutung und Definition von Masse (m), Volumen (V), Dichte (ρ) - Formel zum Zusammenhang der Größen
Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten	- Schwimmen, Schweben, Sinken

Aspekte**Vereinbarung****Wortschatz**

- Teilchen sind dicht aneinander gepackt
- Masse beträgt...kg/g/...
- Volumen beträgt ...l/Kubikzentimeter/...
- (mittlere) Dichte beträgt ... Gramm pro Kubikzentimeter/...
- Die Dichte...beträgt/ist größer/kleiner...

Formeln

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Prozessbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Erkenntnisgewinnung

- Untersuchen Dichteunterschiede verschiedener Körper und Stoffe (Cola(light); schwebende Tomate,...)
- Bestimmen Massen und Volumina, um Dichten zu bestimmen (siehe zentrale Experimente)
- Berechnen exemplarisch Dichten (Massen und Volumina?) im Rahmen verschiedener Sachaufgaben

Kommunikation

- Beschreiben den Zusammenhang zwischen Masse, Dichte und Volumen; z.B.: *Bei gleichem Volumen ist die Dichte umso höher, je größer die Masse ist*

Bewertung

- Beurteilen die Schwimmfähigkeit verschiedener Körper auf Grund von Dichteunterschieden
- Begründen die Schwebfähigkeit von Fischen

Zentrale Experimente

- Plastikspritze/Ü-Eier zum Schweben/Schwimmen/Sinken
- Stationen zur Dichte
- Dichtebestimmung regelmäßiger Körper durch Längenmessung
- Überlaufmethode zur Volumenbestimmung unregelmäßiger Körper

Fächerübergreifendes Arbeiten

Biologie: Anatomie des Fisches, Funktionsweise der Schwimmblase

Themenübergreifendes Arbeiten

keine

Mögliche Projekte	- 3-D Druck verschiedener Schwimmkörper
Außerschulische Lernorte	-

Klasse 9

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen zum quantitativen Energiebegriff werden im Rahmen der Inhalte der folgenden Klassenstufen immer wieder genutzt, um einen vernetzten Energiebegriff aufzubauen.

Nicht in den Fachanforderungen geforderte, aber am OHG verbindliche Inhalte sind grau hinterlegt. Inhalte, die am OHG nicht verpflichtend sind, sind *kursiv gedruckt*.

Statische Kräfte

<u>Statische Kräfte</u> (10 Wochen)	
Inhalte	
Kraft und Wirkungen auf Körper	- Kraft, Gewichtskraft und Kraftmessung
Masse eines Körpers	- Unterschied Masse und Gewichtskraft - Ortsfaktor
Kraft und Masse	- Kräfte als mechanische Wechselwirkungen - Erkennen und Messen von Kräften - Kraft als gerichtete physikalische Größe - Wirkung mehrerer Kräfte auf denselben Körper, Kräfteaddition - Wechselwirkungsgesetz als Newtonsches Axiom - Kräftegleichgewicht
Kraft und Energie	- Kraft als Energie pro Weg - Energiegehalt beim Heben = Lageenergie: $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ als zugeführte Energie beim Heben - Unabhängigkeit der Lageenergie vom zurückgelegten Weg
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- mechanische Wechselwirkung, Kraft - Kraft als Wechselwirkung - Wechselwirkungspartner - Kräfte ausüben, „Kräfte wirken...“ - Kräfteaddition - Formänderung - Gewichtskraft - Masse - Newton - Kräftegleichgewicht - Kräfte und Bewegungen - gerichtete physikalische Größe - Betrag und Richtung von Kraft und Geschwindigkeit - Federkraftmesser - Federkonstante Angriffspunkt

Formeln	$F = mg$ $F_{Feder} = Ds$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - erkennen mechanischer Wirkungen als Wechselwirkungen. - messen Kräfte mit Hilfe eines Federkraftmessers. - messen Kräfte aus Zeichnungen und zeichnen Kräftepfeile (Kräfteaddition). - berechnen Gewichtskräfte/Massen. - Skizzieren das Zusammenspiel von mehreren Kräften als Kräftepfeile, die auf einen Körper wirken (Kräfteaddition). - entscheiden, ob ein Körper im Kräftegleichgewicht ist oder nicht. Kommunikation - beschreiben die Kraft als Ursache einer Geschwindigkeitsänderung (Betrag oder Richtung) oder Verformung - beschreiben mechanische Wirkungen als Wechselwirkungen und benennen die Wechselwirkungspartner. - beschreiben Kräfte als Wechselwirkungen zweier Körper. - erklären die Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft und benennen auch hier den Wechselwirkungspartner - unterscheiden zwischen ortsunabhängiger Masse und ortabhängiger Gewichtskraft Bewertung - entscheiden, ob ein Körper im Kräftegleichgewicht ist oder nicht. - differenzieren Masse und Gewichtskraft klar in Sachzusammenhängen. - erkennen Kräfte auf Grund ihrer Wirkungen und können diesbezüglich einfache Vorhersagen machen
Zentrale Experimente	- Freihand-Experimente zu Wechselwirkungen (Metallkugel + Schwamm, Magnet und rollende Kugel, ...) - Kräfteaddition und Kräftezerlegung (z.B. Spiderman) - Messung der Gewichtskraft als SuS Experiment (Mekruphy) - Messung der Federkraft/Bestimmung der Federkonstante
Fächerübergreifendes Arbeiten	Keine
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Energie (qualitativer Energiebegriff): - Heben eines Körpers erfordert Energie → Energieübertragung durch Kraft auf eine Strecke ($E_{pot} = m \cdot g \cdot h$)

	- Vergleich von „Arbeit“ im Alltag (z. B. Treppensteigen) mit physikalischer Arbeit
Mögliche Projekte	Bau von Brücken aus Nudeln (Fokus Physik S.183)
Außerschulische Lernorte	Kooperation mit Feuerwehr oder THW: - Hebekissen, Spreizer und andere Werkzeuge → Anwendung des Prinzips „Kraft wirkt über Fläche“ - Einblicke in die Bedeutung von Kräften im Katastropheneinsatz

Druck

<u>Druck</u> (3 Wochen)	
Inhalte	
Druck	- Druck und Kraft - Druck als Gepresstsein von Flüssigkeiten und Gasen (Zustandsgröße!) - Druck kann man erhöhen, indem man - o Das Volumen verkleinert, - o Die Temperatur erhöht - o Die Anzahl der Teilchen erhöht - Schweredruck in Flüssigkeiten - Luftdruck - $p = F/A$
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Druck herrscht - Gas/Flüssigkeiten sind gepresst
Formeln	- $p = \frac{F}{A}$ - Schweredruck in Wasser - $p = \rho gh$ beschränkt auf einfache Rechenbeispiele; (induktive Herleitung aus $p = \frac{F}{A}$)
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinn: - Erklären die Entstehung des Schweredrucks in der Atmosphäre und in Flüssigkeiten. - Die Schülerinnen und Schüler können den physikalischen Begriff des Drucks auf Alltagssituationen anwenden, Berechnungen durchführen und den Einfluss der Fläche auf die Druckwirkung erklären
Zentrale Experimente	Messung des Schweredrucks
Fächerübergreifendes Arbeiten	Mit dem Fach Geographie: Wie wirkt sich der Luftdruck auf das Wetter aus?

Themenübergreifendes Arbeiten	Luftdruck und Wetter Auftrieb in Flüssigkeiten
Mögliche Projekte	Bau eines Barometers zur Messung des Luftdrucks
Außerschulische Lernorte	Kooperation mit Feuerwehr / Technischem Hilfswerk (THW): - Verwendung von hydraulischen Geräten (z. B. Spreizer, Hebekissen) → Druckprinzipien praktisch erleben - Sicherheitsschulung zum Thema Gasflaschen, Überdruck Schifffahrtsmuseum oder Werftbesichtigung: - Anwendung von Dichte und Auftrieb in der Konstruktion schwimmender Körper

Stromstärke und Spannung

Stromstärke und Spannung (10 Wochen)

Inhalte	
Stromstärke und Spannung	- elektrische Stromstärke - elektrische Spannung - elektrische Energie und Leistung - elektrische Ladung - Knoten- und Maschenregel - Ohm'sches Gesetz - Drähte als Widerstände - Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Elektrische Ladung Q [C] - <i>Rutherfordsches Atommodell, Elementarladung</i> - Elektrische Stromstärke I [A] - Elektrisches Potential φ [V] - Elektrische Spannung U [V] als Potentialdifferenz - Kirchhoffschen Gesetze: Knotenregel und Maschenregel - Kennlinien von elektrischen Leitern - Ohmsches Gesetz - Elektrischer Widerstand $R[\Omega]$ - Widerstände in Reihen und Parallelschaltungen - Elektrische Energie E [J] und Energiestromstärke P [W]
Formeln	- Elektrische Spannung als Potentialdifferenz $U = \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ - Kirchhoffschen Gesetze: ○ Knotenregel $I_{ges} = I_1 + I_2 + \dots$ ○ Maschenregel $U_1 + U_2 + \dots = 0$ - Ohmsches Gesetz $R = \frac{U}{I}$ - Widerstände in ○ Reihenschaltungen: $R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots$ ○ Parallelschaltungen: $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$

Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler... Erkenntnisgewinnung - messen Stromstärke und Spannung in einfachen Stromkreisen mithilfe geeigneter Messgeräte (z. B. Multimeter). - stellen Zusammenhänge zwischen Stromstärke und Spannung experimentell her (z. B. bei der U-I-Kennlinie). - erkennen die Bedeutung der Reihenfolge und Position von Messgeräten (Strommesser in Reihe, Spannungsmesser parallel). Kommunikation - erläutern die Funktion elektrischer Bauteile im Kontext des Stromflusses (z. B. Batterie, Schalter, Verbraucher). - unterscheiden zwischen den Begriffen Strom, Stromstärke, Spannung, Ladung und wenden diese zielgerichtet an. - beschreiben und interpretieren Versuchsabläufe, Messwerte und Zusammenhänge anhand von Diagrammen Bewertung - bewerten elektrische Geräte hinsichtlich ihres Stromverbrauchs und erklären daraus resultierende Energiekosten. - reflektieren sicherheitsrelevante Aspekte im Umgang mit Strom (z. B. Kurzschluss, Isolierung, Netzspannung).
Zentrale Experimente	Messung der Stromstärke in Reihen- und Parallelschaltungen - mit Amperemeter an verschiedenen Stellen im Stromkreis - Vergleich der Teilstromstärken und Gesamtstromstärke Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Stromstärke und Spannung (U-I-Kennlinie) - z. B. mit Glühlampe oder Widerstandsdraht - graphische Auswertung und Interpretation
Fächerübergreifendes Arbeiten	Biologie: - Nervenleitung als bioelektrisches Phänomen - Vergleich mit technischen Stromkreisen (Signalübertragung) Wirtschaft / Politik: - Stromverbrauch von Haushaltsgeräten - Reflexion über Energiequellen, Kosten, Strompreis und Nachhaltigkeit
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit einfachem Stromkreis (KI. 7): - Vertiefung: Stromstärke als Maß für den Fluss elektrischer Ladung - Spannung als Voraussetzung für Stromfluss → Rolle der „elektrischen Höhe“
Mögliche Projekte	„Wieviel Strom verbraucht mein Alltag?“ – Energiekostenprojekt

	- SuS recherchieren typische Stromverbraucher im Haushalt - Erstellung eines Energiebudgets / Stromspar-Tipps-Plakat
Außerschulische Lernorte	Besuch in einem Umspannwerk / Stadtwerk: - Bedeutung von Spannungstransformation - Stromverteilung, Netzspannung, Schutzsysteme

Farben

Farben(4 Wochen)

Inhalte	
Farben	- spektrale Zerlegung des Lichts - Grundfarben, Mischung von Farben: Farbaddition - Absorption bestimmter Farben: Farbsubtraktion
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Spektralzerlegung, sichtbares Licht, UV und IR - charakteristisches Linienspektrum - Grundfarben, Farbaddition - Absorption, Farbsubtraktion - Farberscheinungen in der Natur und im Alltag: • Regenbogen • Mehrfachbrechung - Handy-/Computerdisplays und Fernseher
Formeln	Auf Formeln wird in diesem Kontext verzichtet (siehe Lichtbrechung und optische Abbildung).

Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler... Erkenntnisgewinnung - erzeugen ein Prismenspektrum mittels einer weißen Lichtquelle - beobachten, dass die Spektralfarben nicht weiter zerlegt werden können - beobachten, dass leuchtende Stoffe charakteristische Linienspektren erzeugen (z.B. Quecksilber, Wasserstoff und Natrium) - weisen UV-Strahlung mittels eines weißen Blattes nach (im Hg-Spektrum?) - beschreiben Infrarot-Licht als Wärmestrahlung Kommunikation - beschreiben die Entstehung des Spektrums als Zerlegung des weißen Lichts - erklären die Entstehung des Spektrums mit der unterschiedlich starken Brechung verschiedener Lichtfarben - erläutern das Zustandekommen unterschiedlicher Farben durch die Addition von Grundfarben, z.B. an einem Display. - erläutern die verschiedenen Farben von Gegenständen durch Absorption unterschiedlicher Farben. Bewertung - deuten die Entstehung des Regenbogens als Spektralzerlegung des Sonnenlichts
Zentrale Experimente	- Erzeugung eines Prismenspektrums im SE - Zerlegungsversuch der Spektralfarben durch ein 2. Prisma - Nachweis der UV-Strahlung mittels eines weißen Blattes (ev. Quecksilberspektrum) - Bau eines Handspektroskops
Fächerübergreifendes Arbeiten	Keine
Themenübergreifendes Arbeiten	Keine
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Klasse 10

Nicht in den Fachanforderungen geforderte, aber am OHG verbindliche Inhalte sind **grau hinterlegt**. Inhalte, die am OHG nicht verpflichtend sind, sind *kursiv gedruckt*.

In Klassenstufe 9 wird der Energiebegriff auch quantitativ verwendet. Energieberechnungen finden in den Themengebieten Mechanik und Energieversorgung statt.

Elektromagnetismus

Elektromagnetismus (12 Wochen)

Inhalte

Elektromagnetismus	Magnetfelder von Leiter und Spule: - Magnetfeld von Stabmagnet und Hufeisenmagnet und deren Darstellung durch Feldlinien (Wdh. aus „Magnetismus“) - Wechselwirkung, wenn sich Feldlinien zweier Magnetfelder in gleicher/entgegengesetzter Richtung begegnen (Wdh. aus „Magnetismus“) - Magnetfeld ohne Magnetpole beim Strom durchflossenen Leiter - LHR für Strom durchflossene Leiter - Kraftwirkung auf einen Strom durchflossenen Leiter im Magnetfeld (WW der Magnetfelder) - Ableitung der Drei-Finger-Regel der linken Hand - Magnetfeld einer Spule (Analogie zum Magnetfeld eines Stabmagneten) Elektromotor/Generator: - Außenpolmaschine als WW zwischen dem Magnetfeld der Spule und dem äußeren Magnetfeld - Beschreibung der Energieumwandlung Generator als direkte Umkehrung der Energieumwandlung des Elektromotors
Induktion	- Bedingungen für die elektromagnetischen Induktion - Betrag der Induktionsspannung - Induktionsgesetz - Lenzsche Regel
Wechselstromgenerator	- Erzeugung von Wechselspannungen - Frequenz der Wechselspannung - Wechselstrom-Generator: Aufbau, Wirkungsweise
Transformator	- Aufbau, Wirkungsweise - Übersetzungsverhältnisse - Wirbelströme
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Nordpol/Südpol vs. Pluspol/Minuspole (saubere Unterscheidung) - Magnetfeld - Feldlinien

	- Richtung des Elektronenstroms vs. (technische Stromrichtung) - Linke-Hand-Regel (LHR) für einen Strom durchflossenen Leiter - Drei-Finger-Regel der linken Hand (siehe Tafelwerk S. 126) - Magnetkraft (Ggf. kann diese auch schon als „Lorentzkraft“ bezeichnet werden. Eine Unterscheidung zwischen Magnetkraft und Lorentzkraft erfolgt erst in der Sek.II.) - elektromagnetischen Induktion - Induktionsspannung - Induktionsgesetz - Lenzsche Regel - Wechselspannungen - Frequenz der Wechselspannung - Wechselstrom-Generator - Wirbelströme
Formeln	Berechnungen sind in dieser Einheit nicht vorgesehen.
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler... Erkenntnisgewinnung - untersuchen experimentell die Wirkung eines elektrischen Stroms auf einen Magneten (z. B. Kompassnadel) und umgekehrt. - bauen einfache Elektromagnete und analysieren Einflussfaktoren (z. B. Windungszahl, Stromstärke, Eisenkern) - Untersuchen die Umwandlung zwischen mechanischer und elektrischer Energie mithilfe geeigneter Experimente - Vergleichen Gleich- und Wechselspannung Kommunikation - beschreiben die Wirkungsweise eines Elektromagneten und seiner technischen Anwendungen mithilfe geeigneter Fachbegriffe. - erklären anhand geeigneter Modelle (z. B. Feldlinienbild, Rechte-Hand-Regel) die Richtung und Wirkung elektromagnetischer Felder. - Beschreiben und erklären Phänomene mithilfe der Induktion, z.B. Mikrofon/Lautsprecher, Elektromotor/Generator, Schrittmotor - Erläutern Energieumwandlungen mithilfe des Elektromagnetismus - Erläutern Aufbau und Funktionsweise eines Wechselstromgenerators Bewertung - beurteilen Vor- und Nachteile des Elektromagnetismus im technischen Alltag (z. B. gegenüber Permanentmagneten). - bewerten Risiken und Nutzen elektromagnetischer Felder im Lebensumfeld (z. B. Stromleitungen, MRT, Mobilfunk).

	- Beschreiben und erklären die Voraussetzungen für die Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Haushalt.
Zentrale Experimente	- Elektromotor (Außenpolmaschine) - Oerstedtversuch - Leiterschaukelversuch (Lorentzkraft auf stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld)
Fächerübergreifendes Arbeiten	Informatik: - Elektromagnetismus als Grundlage für Speichertechnologien (Festplatten, Magnetsensoren, Induktionsspulen) - Ansteuerung einfacher elektromagnetischer Komponenten (z. B. Relais) über Microcontroller (z. B. Arduino) - Aufbau und Steuerung von Schaltungen mit Elektromagneten im Rahmen kleinerer Programme Musik / Akustik / Kunst: - Funktionsweise von Lautsprechern und Mikrofonen → elektromagnetische Schwingungsumwandlung - Kreative Anwendungen: Klangerzeugung mit Spulen, Membranen, Elektromagneten
Themenübergreifendes Arbeiten	- Elektromotorisches Prinzip (Energie): E-Motor/Generator als ein Gerät, bei dem die Energieumwandlung in zwei Richtungen erfolgen kann.) - Wechselwirkung (WW) von Kräften beim Leiterschaukelversuch (Kraft), Wdh. Von WW-Kräften - Im Anschluss an diese Einheit bietet sich die Einheit „Herausforderungen der Energieversorgung“ an
Mögliche Projekte	Im Rahmen des Themengebietes findet ein Fachtag "Bau eines Elektromotors" statt. Die Organisation des Fachtages obliegt den Lehrkräften, die im jeweiligen Schuljahr in der Klassenstufe eingesetzt sind. Es empfiehlt sich den Bausatz der Firma Leopold Eschke zu nutzen: www.eschke.com Die Lieferfrist beträgt ca. 2 Wochen. Die Kosten sind von den SuS zu tragen. In diesem Zusammenhang sollten die Eltern mit einem Elternbrief informiert werden.
Außerschulische Lernorte	Keine

Herausforderungen der Energieversorgung (4 Wochen)

Inhalte

Umwandlung, Speicherung und Transport von Energie	- Transport und Speicherung nutzbarer Energie - Trafo im Energieversorgungsnetz - Akkus - Solarzellen
Probleme der Energieversorgung	- Treibhauseffekt - Energiegewinnung aus nicht-regenerativen Energieträgern
Lösungsansätze	- Verantwortungsvoller Umgang mit Energie: - Nutzung regenerativer Energien - Energiesparen
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Photovoltaik - Energiestromstärke (Leistung) und Energie“menge“ - Hochspannungstransformator - Akku(mulator)
Formeln	Keine
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - erläutern die Probleme bei der Übertragung von elektrischer Energie über lange Strecken. - Erläutern die Funktionsweise von Hochspannungstransformatoren im Energienetz. - Beschreiben das Funktionsprinzip einer Photovoltaikzelle. Kommunikation - Beschreiben die Schwierigkeiten beim speichern elektrischer Energie und benennen Lösungsmöglichkeiten. - Beschreiben Auf- und Entladevorgänge von Akkus Bewertung - Wägen Chancen und Risiken der Nutzung regenerativer und fossiler Energieträger ab (sowohl im Haushalt als auch bei der E-Mobilität).
Zentrale Experimente	Energieumwandlung mit dem Fahrraddynamo - mechanische Energie → elektrische Energie → Licht
Fächerübergreifendes Arbeiten	Geographie: - Globale Erwärmung, Treibhauseffekt, Gewinnung fossiler Energieträger und Nutzung regenerativer Energien
Themenübergreifendes Arbeiten	Keine

Mögliche Projekte	Besuch bei Herrn Weichel und seiner Wallbox, der auch gerne mal zu VW fahren würde.
Außerschulische Lernorte	Keine

Radioaktiver Zerfall und Elementarteilchen

Radioaktiver Zerfall und Elementarteilchen (6 Wochen)

Inhalte	
Atombau und Isotope	- Aufbau des Atoms aus Protonen, Neutronen und Elektronen (Wdh. aus Chemie) - Eigenschaften (Ladung und Masse) und Ort dieser Bausteine - Kernladungszahl (=Ordnungszahl), Massenzahl
α -, β -, γ -Zerfall	- α-Teilchen als zweifach positiv geladene Heliumkerne mit der Aufstellung von Kernzerfallsgleichungen - β-Teilchen als Elektronen mit der Aufstellung von Kernzerfallsgleichungen. Erklärung der Herkunft der Elektronen aus dem Kern durch eine weitere Kernzerfallsgleichung - γ-Strahlung als energiereiche Strahlung (ähnlich zu Röntgenstrahlung)
Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung	- Beschreibung des Kernzerfalls als statistisches Ereignis - Zerfallsreihen - Nullrate, Zählrate, Aktivität
Schutz vor radioaktiver Strahlung	- Abschirmung durch geeignete Materialien - Zeitliche Abnahme der Aktivität - Abstand als Schutz vor Radioaktivität
Exponentielle Abnahme der Radioaktivität und der nicht zerfallenen Kerne	- Zerfallsgesetz
Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Alpha-, Beta- und Gammastrahlung - Proton, Neutron, Elektron - Isotop, Kernbauschreibweise - Aktivität, Zählrate - Halbwertszeit - Zerfallsgesetz - Strahlenexposition (natürlich und künstlich) - Strahlenschutzverordnung - Dosis (und damit in Zusammenhang stehende Begriffe)

Formeln	Einführung einer Formel zur Abnahme der Radioaktivität durch eine exponentielle Zerfallsgleichung zur Basis 0,5 (siehe Tafelwerk S.140). Berechnungen mit dieser Zerfallsgleichung, um die Folgen der Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt abzuschätzen. Auf eine Einführung der Zerfallskonstante sollte verzichtet werden.
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - beobachten und beschreiben die Messung radioaktiver Ereignisse mit dem Geiger-Müller-Zählrohr. - beobachten und beschreiben und vergleichen die Abschirmung der unterschiedlichen Strahlungsarten - beschreiben und vergleichen die Ablenkung der Strahlungsarten im Magnetfeld und im elektrischen Feld Kommunikation - erklären die Herkunft der Strahlung durch statistische Kernzerfallsprozesse und stellen diese in Kernzerfallsgleichungen dar. - erklären das Messprinzip der Radiokarbonmethode. Bewertung - bewerten die Folgen des Ausstoßes radioaktiver Materialien in die Umwelt bei nuklearen Katastrophen für die Gegenwart. - bewerten die Lagerung von Atommüll für die Zukunft.
Zentrale Experimente	- Messung der Zerfallsereignisse mit dem Geiger-Müller-Zählrohr - Abschirmung der einzelnen Strahlungsarten mit verschiedenen Materialien
Fächerübergreifendes Arbeiten	Chemie: - Atombau sollte gegen Ende der 10. Klasse bereits im Chemieunterricht behandelt worden sein. Mathematik: - Berechnung der exponentiellen Abnahme der Zählrate.
Themenübergreifendes Arbeiten	Ablenkung der verschiedenen Strahlungsarten im Magnetfeld (Drei-Finger-Regel, Lorentzkraft)
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Mögliche Exkursion ins Schülerlabor des DESY (Kurs Radioaktivität).

Inhalte

Bestandteile des Atomkerns	- Aufbau des Atomkerns
Isotope Kernreaktionen	- Verschiedene Kernbestandteile, gleiches Element - Natürlicher Zerfall als statistischer Prozess
Strahlungsarten	- Vorgänge bei der Entstehung der verschiedenen Strahlungsarten - Orientierung auf der Nuklidkarte
Folgen radioaktiver Strahlung	- Dosisbegriffe, Wirkungen der Strahlungsarten auf verschiedene Lebewesen/Organe
Anwendung von Strahlung in Medizin und Umwelt	- Strahlentherapie, Kontrastmittel,...
Künstliche Kernspaltung in Reaktoren und Atombomben	- Künstliche Kernspaltung: Meitner+Hahn - Grundsätzlicher Aufbau eines Kernreaktors (einer A-Bombe) - Chancen und Risiken der Kernenergiegewinnung
Fusion	- Fusion auf der Sonne/im Kraftwerk

Aspekte**Vereinbarung****Wortschatz**

- Proton, Neutron, Elektron
- Kernladungszahl, Massenzahl, Isotop
- Alpha, Beta- und Gammastrahlung
- Teilchenstrahlung, Energiestahlung
- Halbwertszeit, Zerfallsgesetz
- Aktivität, Dosis
- Zählrohr
- Induzierte Spaltung
- Moderator
- Über- und unterkritisch
- Fusion

Formeln

Zusammenhänge der verschiedenen Dosisbegriffe?

Prozessbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Erkenntnisgewinnung

- Simulieren den radioaktiven Zerfalls mit Würfelementen
- Weisen radioaktive Strahlung mit verschiedenen Methoden nach
- Untersuchen die verschiedenen Strahlungsarten experimentell (Nebelkammer, Magnetfeld,...)
- Untersuchen die Vorgänge auf Atomkernebene, die bei der Entstehung der Strahlungsarten ablaufen
- Benennen Zerfallsprodukte mit Hilfe der Nuklidkarte

Kommunikation

	- Beschreiben radioaktiven Zerfall als statistischen Prozess - Beschreiben den Radioaktiven Zerfall mit Hilfe von Kernreaktionen - Benennen verschiedene Anwendungsgebiete der radioaktiven Strahlung - Beschreiben den prinzipiellen Aufbau von KKW und Atombombe Bewertung - Bewerten die Chancen und Risiken der Energiegewinnung durch Kernkraft - Schätzen die pathologische Wirkung verschiedener Strahlungsquellen m.H. der Dosisbegriffe ein.
Zentrale Experimente	- Nebelkammer - Fensterzählrohr - Strahlung im Magnetfeld - „Zerfallswürfel“
Fächerübergreifendes Arbeiten	Wirtschaft / Politik (WiPo): – Diskussion über Energiepolitik, Versorgungssicherheit, Kosten und Risiko von Kernenergie – Pro- und Kontra-Debatte zur Nutzung von Kernkraft im internationalen Vergleich Geschichte: – Entwicklung der Kerntechnik im 20. Jahrhundert: von Forschung über Rüstung zur Energieerzeugung – Atomwaffen, Kalter Krieg, zivile Nutzung der Kernenergie
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit elektrischer Energie und Netztechnik: – Kernkraftwerk als Großgenerator → Einspeisung in Hochspannungsnetz
Mögliche Projekte	Planspiel „Energie der Zukunft – Region XY entscheidet“ – SuS schlüpfen in die Rollen von Politik, Energieversorgern, Umweltverbänden, Industrie und Bürgern. – Ziel: Entscheidung über Bau, Stilllegung oder Nachnutzung eines Kernkraftwerks.
Außerschulische Lernorte	Informationszentren ehemaliger oder bestehender Kernkraftwerke – z. B. Infozentrum Kernkraftwerk Krümmel

Beschleunigte Bewegungen (6 Wochen)

Inhalte

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung	- Experimentelle Untersuchung, s-t-Diagramm, v-t-Diagramm - Definition und Einheit der Beschleunigung, a-t-Diagramm - Bremsen als negative Beschleunigung
Grafische Darstellungen von beschleunigten Bewegungen	- t-s, t-v und t-a Diagramme - qualitative Betrachtungen dominieren das Thema
Kraft und Bewegung	- Zusammenhang: $F = m \cdot a$ - Grundgesetz der Mechanik
Mechanische Leistung und Energie $W = F_s \cdot s$	- Richtung von Kraft und Weg - Zusammenhang Energie und Zeit (Energiestromstärke/Leistung) - Einheit der Energie und Energiestromstärke/Leistung

Aspekte

Vereinbarung

Wortschatz	- Beschleunigung - Bremsen als Beschleunigung - Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen - Energieänderung ist Kraft mal Weg? - Reibungskraft
Formeln	Die quantitative Analyse der beschleunigten Bewegungen ist der Sek. II vorbehalten. Der Schwerpunkt in Sek.I liegt auf der qualitativen Beschreibung. Mögliche Formeln? - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $\Delta E = F \Delta s \Leftrightarrow F = \frac{\Delta E}{\Delta s}$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - zeichnen und interpretieren t-s/t-v-Diagramme. - ermitteln Beschleunigungen aus dem t-v-Diagramm . - wenden das Trägheitsprinzip zur Beschreibung und Erklärung einfacher Alltagssituationen an Kommunikation - beschreiben beschleunigte Bewegungen im Sachzusammenhang. - Erläutern den Zusammenhang zwischen Krafteinwirkung, Beschleunigung und Bewegungsänderung - Erklären die Abnahme der Geschwindigkeit von Fahrzeugen mit Reibungskräften - Beschreiben einen Sachzusammenhang, z.B. Crashtest, im Hinblick auf die physikalischen Grundprozesse Bewertung

	- Bewerten den Nutzen von Sicherheitssystemen in Kraftfahrzeugen mithilfe des Zusammenhangs zwischen Kraft und Energie
Zentrale Experimente	Messung gleichmäßig beschleunigter Bewegungen mit der Elektronik-Zeitmessbahn – Ermittlung von Zeit und Weg bei definierter Anfangsgeschwindigkeit – Ableitung von t–s- und t–v-Diagrammen Messung mit Smartphone-Apps (z. B. phyphox, acceleration sensors) – digitale Erfassung von Beschleunigung bei Bewegung des Geräts – Vergleich realer Bewegungsdaten mit Modellvorstellungen
Fächerübergreifendes Arbeiten	Sport: – Analyse von Startphasen, Beschleunigung, Abbremsen in Bewegungsabläufen (z. B. Sprint, Weitsprung)
Themenübergreifendes Arbeiten	Verkehrssicherheit
Mögliche Projekte	Fahrzeugvergleich: „Wer beschleunigt besser?“ – Vergleich von Spielzeugautos, Metallkugeln, Einkaufswagen o. ä. auf geneigter Ebene. Smartphone als Messgerät – Digitale Bewegungsanalyse – SuS nutzen Sensor-Apps (z. B. phyphox, Vernier Graphical Analysis) zur Beschleunigungsmessung. – Anwendungen: Treppensteigen, Fahrradfahrt, U-Bahn-Beschleunigung.
Außerschulische Lernorte	Verkehrsübungsplatz / ADAC-Fahrsicherheitszentrum (je nach Region): – Demonstration von Bremsweg, Reaktionszeit, Anhalteweg – Anwendung der Begriffe Beschleunigung, Verzögerung, Geschwindigkeit in realen Situationen

E-Jahrgang

Nicht in den Fachanforderungen geforderte, aber am OHG verbindliche Inhalte sind grau hinterlegt.

Inhalte, die nur im Profulfach verbindlich sind, sind grün hinterlegt.

<u>Mechanik</u> (20 Wochen)	
Inhalte	Konkretisierung
Kinematik	- Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit und -beschleunigung - gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung - freier Fall - waagerechter Wurf - Energieerhaltung
Dynamik	- Impuls - Impulserhaltung - Masse, Kraft, Beschleunigung - Trägheitsprinzip - Reibungskräfte
Kreisbewegungen	- Bahn- und Winkelgeschwindigkeit - Zentripetalkraft - Kreisbewegungen in Gravitationsfeldern - Drehimpuls und Drehimpulserhaltung

<u>Wellennatur des Lichts</u> (18 Wochen)	
Inhalte	Konkretisierung
Schwingungen und Wellen (mechanisch und elektromagnetisch)	- charakteristische Größen: Schwingungsdauer, Frequenz, Wellenlänge, Amplitude, Elongation, Ausbreitungsgeschwindigkeit - Faden- und Federpendel - Schwingungsgleichung - Lineares Kraftgesetz - Gedämpfte Schwingungen - Resonanz bei erzwungenen Schwingungen -
Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen	- Erzeugung und Ausbreitung von Wellen - Brechung - Beugung, Huygens'sches Prinzip - Interferenzphänomene: Doppelspalt, Gitter, Einfachspalt, dünne Schichten - Kohärenz - Wellengleichung - Longitudinal- und Transversalwellen

	- Dopplereffekt - Polarisation
Spektren	- Farben und Töne - elektromagnetisches Spektrum

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Bezugssystem (das Inertialsystem), Relativgeschwindigkeit - mittlere Geschwindigkeit $\bar{v}$, Momentangeschwindigkeit v - mittlere Beschleunigung $\bar{a}$, Momentanbeschleunigung a - Zeit-Weg-Gesetz, Zeit-Geschwindigkeits-Gesetz - Steigung, Steigungsdreieck, Differenzenquotient, Ableitung, Flächeninhalt - beschleunigen, bremsen als negative Beschleunigung - Superpositionsprinzip
Formeln	- mittlere Geschwindigkeit: $\bar{v} = \frac{s_1 - s_2}{t_1 - t_2} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ - Momentangeschwindigkeit: $v = \frac{ds}{dt}$ - mittlere Beschleunigung: $\bar{a} = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ - Momentanbeschleunigung: $a = \frac{dv}{dt}$ - allgemeine Bewegungsgleichungen bei konstanter Beschleunigung: $s(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0$ $v(t) = at + v_0$ - ...
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - erlernen und benutzen Messverfahren für die Bestimmung von Zeiten, Orten, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen. - verwenden digitale Messwerterfassung zum Beispiel mittels Videoanalyse. - üben das Umrechnung von üblichen Einheiten. - lösen einfache Gleichungen und Gleichungssysteme. - identifizieren gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als Spezialfälle allgemeiner Bewegungen. - bestimmen Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differenzial- und Integralrechnung. - führen komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurück. - führen eine quantitative Analyse des waagerechten Wurfs durch. Kommunikation - stellen Bewegungen mittels Tabellen, Graphen und Funktionen, auch mit Hilfe einer Tabellenkalkulationssoftware dar. - analysieren Graphen hinsichtlich Steigung und Fläche zur Beschreibung und Beurteilung von Bewegungen Bewertung - beurteilen Aussagen über Bewegungsarten (z. B. Medienberichte, Verkehrsunfälle) auf physikalischer Grundlage.

Zentrale Experimente	- Beispiele für gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung - freier Fall - waagerechter Wurf - ...
Fächerübergreifendes Arbeiten	- Sport: Bewegungsanalyse, Bewegungslehre (Bewegungsphasen, Kinematik) beim Werfen, Springen, Hochsprung, Weitsprung, Ballwurf, Speerwurf - Mathematik: Begriff der Steigung und Ableitung bei Bewegungsvorgängen, Begriff der Fläche und des Integrals bei Bewegungsvorgängen, Umgang mit Gleichungen und Gleichungssystemen - ...
Themenübergreifendes Arbeiten	- gleichmäßige Beschleunigung von Ladungsträgern im elektrischen Feld - Ablenkung von Teilchen im homogenen Feld: Analogie von Bewegungen im Gravitations- und Kondensatorfeld (Wurfparabel) - ...
Mögliche Projekte	- Videoanalyse eigener oder alltagsrelevanter Bewegungen, z.B. im Sport, von Verkehrsmitteln, ... - Messung der Schallgeschwindigkeit in Luft und Feststoffen - ...
Außerschulische Lernorte	Keine

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Impuls - Impulserhaltung - Elastischer und unelastischer Stoß - Die drei Newtonschen Axiome: Trägheitsgesetz, Grundgleichung der - Mechanik und Wechselwirkungsgesetz - Inertialsystem - Kraft, Wechselwirkungskräfte, Actio-gleich-Reactio - Kräfteaddition (graphisch) - Kräftezerlegung (graphisch und rechnerisch) - Hooksches Gesetz - Reibungskräfte - Energie als Erhaltungsgröße - Energieformen: Kinetische Energie, potentielle (gravitative) Energie, Spannenergie - ...
Formeln	- Impuls: $p = m \cdot v$ - Impulserhaltung: $p_1 + p_2 + \dots = p'_1 + p'_2 + \dots$ - Elastischer Stoß: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ - (Vollständig) unelastischer Stoß: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'_{12}$ - Grundgleichung der Mechanik: $F = m \cdot a = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{dp}{dt}$ - Hooksches Gesetz: $F = D \cdot s$ - Kräftezerlegung: $F_x = F \cdot \cos \alpha$ und $F_y = F \cdot \sin \alpha$ - kinetische Energie: $E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$ - potentielle Energie: $E_{pot} = m g h$ - Spannenergie einer Feder: $E_s = \frac{1}{2} D s^2$ - mechanische Energiedefinition bei konstanter Kraft: $E = F_s s$ - ...
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an. - berechnen Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen. - nutzen ihr Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und Kräftezerlegung. - unterscheiden zwischen realen und idealisierten Bewegungen. - bestimmen die Endgeschwindigkeit im freien Fall mithilfe des Energieerhaltungssatzes - wenden den Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an. - Kommunikation - erläutern den Impulserhaltungssatz. - beschreiben Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen.

	- Bewertung - beurteilen Alltagssituationen im Hinblick auf Kraftwirkungen, z. B. beim Bremsen, Anfahren, Zusammenstoßen oder bei der Sicherung von Lasten. - hinterfragen mediale Aussagen zu Kräften und Bewegungen (z. B. Werbung, Unfallberichte) auf physikalische Plausibilität.
Zentrale Experimente	- Elastischer und unelastischer Stoß - Freier Fall
Fächerübergreifendes Arbeiten	Biologie: – Muskelkraft, Sehnen und Gelenke als biomechanische Kraftsysteme Sport: – Analyse von Bewegungen und Kräften bei Sprüngen, Würfeln, Kollisionen – Reflexion über Kraftübertragung, Stoßdämpfung und Körperstabilität
Themenübergreifendes Arbeiten	- gleichmäßige Beschleunigung von Ladungsträgern im elektrischen Feld - Ablenkung von Teilchen im homogenen Feld: Analogie von Bewegungen im Gravitations- und Kondensatorfeld (Wurfparabel)
Mögliche Projekte	- Videoanalyse eigener oder alltagsrelevanter Bewegungen, insbesondere Beschleunigungen im Sport, von Verkehrsmitteln, ... - Auswertung von Sensordaten eines Smartphones oder Tablets
Außerschulische Lernorte	Keine

Wellennatur des Lichts

Die Interferenzphänomene lassen sich sowohl mechanisch an der Wellenwanne oder mithilfe von Laserlicht einführen. Die Behandlung dieser Phänomene kann daher auch sinnvoll parallel zueinander verlaufen.

Schwingungen und Wellen

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Elongation, Amplitude, Frequenz, Schwingungsdauer - Zeiger, Phase - Feder- und Fadenpendel - Zeitliche/räumliche Periode, Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit - Superpositionsprinzip, Wellenberg/-tal - Longitudinal- und Transversalwellen - Stehende Wellen - Phasendifferenz, Gangunterschied - Beugung, Huygensches Prinzip - Konstruktive und destruktive Interferenz - - ...
Formeln	- Frequenz $f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$ - Schwingungsgleichung: $f(t) = A \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ - Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = \lambda \cdot f$ - Wellengleichung: $f(x, t) = A \sin(k \cdot x \pm \omega \cdot t + \varphi)$ - - ...
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - ermitteln aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen. - erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren. - erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von Interferenzmustern. - untersuchen Interferenzphänomene experimentell. - berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen. Kommunikation - Beschreiben Schwingungen und Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen - stellen Schwingungen und Wellen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch dar. Bewertung - beurteilen physikalische Anwendungen von Schwingungen und Wellen hinsichtlich Nutzen, Risiken und Grenzen, z. B. bei Ultraschall, Schallisolierung oder Seismografie.
Zentrale Experimente	- Federpendel - Fadenpendel - Wellenwanne

	- Wellenmaschine
Fächerübergreifende s Arbeiten	Musik: – Zusammenhang von Tonhöhe, Lautstärke und Frequenz / Amplitude – Musikinstrumente als schwingungsfähige Systeme (z. B. Saiten, Blasinstrumente, Membranen) Geographie / Physik-Geologie (Sek II): – Seismische Wellen bei Erdbeben – Ausbreitung, Messung und Warnsysteme
Themenübergreifend es Arbeiten	Mit Akustik / Schall: – Schall als mechanische Longitudinalwelle → direkte Anwendung von Wellenmodellen – Verknüpfung: Frequenz ↔ Tonhöhe, Amplitude ↔ Lautstärke
Mögliche Projekte	„Klang sichtbar machen“ – Chladnische Klangfiguren oder Schallplattenversuche – SuS erzeugen stehende Wellen auf Metallplatten oder Lautsprechermembranen (z. B. mit Sand, Mehl)
Außerschulische Lernorte	Keine

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Interferenz am Doppelspalt, an mehrfach Spalten und am Gitter - Interferenz am Einzelspalt, dünnen Schichten (auf grundlegendem Niveau nur phänomenologisch) - Kohärenz - Polarisation - ...
Formeln	- Maxima am Doppelspalt $\sin\alpha_n = n \cdot \frac{\lambda}{d}$ - Minima am Doppelspalt $\sin\alpha_n = (n - \frac{1}{2}) \cdot \frac{\lambda}{d}$ - Hauptmaxima am Mehrfachspalt $\sin\alpha_n = n \cdot \frac{\lambda}{g}$ - Maxima am Gitter $\sin\alpha_n = n \cdot \frac{\lambda}{g}$ - Maxima am Einzelspalt $\sin\alpha_n = n \cdot \frac{\lambda}{b}$ - Minima am Einzelspalt $\sin\alpha_n = (n + \frac{1}{2}) \cdot \frac{\lambda}{b}$ - Bragg'sche Gleichung $\sin\alpha_n = n \frac{\lambda}{2d}$ - ...
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von Interferenzmustern. - untersuchen Interferenzphänomene experimentell. - berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen. - untersuchen Polarisationsphänomene experimentell. - ... Kommunikation - erklären den Übergang der Interferenzmuster vom Doppelspalt zum Gitter mithilfe der Interferenz an Mehrfachspalten - erläutern die Voraussetzungen für Interferenz unter Berücksichtigung von Kohärenz. - ... Bewertung - beurteilen die Bedeutung von Interferenz, Beugung und Polarisation für technische Anwendungen (z. B. Antireflexbeschichtungen, Polarisationsfilter, Beugungsgitter in der Spektralanalyse). - hinterfragen mediale oder pseudowissenschaftliche Aussagen (z. B. zur „Lichtenergie“, „Frequenzheilung“ oder „Lichtnahrung“) kritisch auf Grundlage physikalischer Erkenntnisse.
Zentrale Experimente	- Interferenz am Doppelspalt, an Mehrfachspalten und am Gitter

Fächerübergreifendes Arbeiten	Informatik: – Simulation von Interferenz- und Beugungsbildern mit geeigneter Software (z. B. PhET, GeoGebra) Geschichte / Philosophie: – Entwicklung des Lichtverständnisses vom Teilchenmodell (Newton) zum Wellenmodell (Huygens, Young) bis zur Quantenoptik – Erkenntnistheoretische Diskussion: Modell, Wirklichkeit, Messbarkeit
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Schwingungen und Wellen (Mechanik): – Übertragung von Interferenz- und Beugungsphänomenen von mechanischen auf elektromagnetische Wellen Mit der Atomphysik (Folgethema): – Interferenz und Beugung als Grundlage der Spektralanalyse
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Besuch des Helmholtzzentrums oder Uni Hamburg (Lights & School)

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	• Wellenlänge (von Licht) • Dispersion • Klangfarbe • elektromagnetische Welle • elektromagnetisches Spektrum
Formeln	-
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - klassifizieren Bereiche des elektromagnetischen Spektrums anhand von Wellenlängen, Frequenzen und Energien. - nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen. Kommunikation - erklären das Entstehen eines Spektrums bei Interferenz mit weißem Licht. Bewertung
Zentrale Experimente	Keine
Fächerübergreifendes Arbeiten	Biologie: Wahrnehmung von Farbe und Schall (Auge / Ohr), UV-Schäden, Hörbereiche
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Wellenoptik: Farbe als Funktion der Wellenlänge – Spektren, Interferenzfarben, Dispersion
Mögliche Projekte	Farben im Alltag – Untersuchung und Darstellung von Spektralfarben verschiedener Lichtquellen
Außerschulische Lernorte	Keine

Qualifikationsphase 1

Nicht in den Fachanforderungen geforderte, aber am OHG verbindliche Inhalte sind **grau hinterlegt**. Inhalte, die am OHG nicht verpflichtend sind, sind *kursiv gedruckt*.

Inhalte, die nur im Profulfach verbindlich sind. Sind **grün hinterlegt**.

Bewegung in radialsymmetrischen Feldern (6 Wochen)

Inhalte	Konkretisierung
Kreisbewegungen	- Bahn- und Winkelgeschwindigkeit - Zentripetalkraft - Drehimpuls und Drehimpulserhaltung
Radialsymmetrische Felder	- Gravitationsgesetz - (Feldlinien, Äquipotentiallinien) - Kepler'sche Gesetze - Grundlegende Berechnungen zum Sonnensystem (Erdradius, Entfernungsbestimmung,...) - Gezeiten - Coulomb'sches Gesetz - (elektrische Ladung, geladene Körper, Kräfte zwischen Ladungen) - Potentiale radialsymmetrischer Feldern - Energieaustausch im radialsymmetrischen Feld: Fluchtgeschwindigkeit, Ionisationsenergie

Homogene elektrische Felder (6 Wochen)

Inhalte	Konkretisierung
Homogenes elektrisches Feld	- elektrische Feldstärke - Potential, Spannung und potentielle Energie - Influenz - Dielektrische Polarisierung - Abschirmung elektrischer Felder - Eigenschaften des Plattenkondensators: Kapazität, gespeicherte Ladungsmenge, gespeicherte Energie
Ladungen im homogenen elektrischen Feld	- Bewegung im homogenen elektrischen Feld - Beschleunigung und Ablenkung von Ladungen - Millikanversuch zur Bestimmung der Elementarladung

Bewegung in Magnetfeldern (6 Wochen)

Inhalte	Konkretisierung
Homogenes Magnetfeld	- magnetische Feldstärke - homogenes Magnetfeld
Nachweis von Magnetfeldern	- Nachweis von Magnetfeldern durch geeignete Probekörper - Halleffekt
Ladungen in Magnetfeldern	- Lorentzkraft - Bewegungen von Ladungen in homogenen Magnetfeldern - Anwendung elektrischer und magnetischer Felder: Fadenstrahlrohr, Kreisbeschleuniger, Massenspektrometer - e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr - Masse des Elektrons

Elektrodynamik (6 Wochen, nur Profulfach)

Inhalte	Konkretisierung
Induktion	- Magnetfeld einer Spule - Induktionsgesetz - Wirbelströme - Induktivität einer Spule - Selbstinduktion - Anwendungen der Induktion

Bewegung in radialsymmetrischen Feldern
Kreisbewegungen

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit - Zentripetalkraft und -beschleunigung - die Behandlung von Scheinkräften in beschleunigten Bezugssystemen ist nicht vorgesehen. - Drehimpuls - Drehimpulserhaltung
Formeln	- Zusammenhang zwischen Bahn- und Winkelgeschwindigkeit: $v = \omega r$ - Zentripetalkraft: $F_Z = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$ - Zentripetalbeschleunigung: $a_Z = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ - Drehimpuls: $L = mr_{\perp} v = mrv_{\perp} = mrv \sin \varphi$ - Drehimpulserhaltung: $L_{vorher} = L_{nachher}$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen. - berechnen die nötigen Zentripetalkräfte bzw. -beschleunigungen bei Kreisbewegungen - berechnen den Drehimpuls bei einfachen Drehbewegungen. Kommunikation - beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung. - erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen. - benutzen den Drehimpulserhaltungssatz um einfache Drehbewegungen zu erläutern (z.B. Pirouette einer Eiskunstläuferin). Bewertung - beurteilen Alltagssituationen mit Kreisbewegungen (z. B. Kurvenfahrt, Loopings, Fliehkraftsysteme) unter physikalischen Gesichtspunkten hinsichtlich Sicherheit, Stabilität und Belastung. - reflektieren die Bedeutung von Kreisbewegungen im Natur- und Technikbereich, z. B. in der Satellitentechnik, Teilchenphysik oder Medizintechnik (Zentrifugation).
Zentrale Experimente	Smartphone-Experiment (z. B. mit phyphox-App) – Kreisbewegung auf Drehscheibe → Beschleunigungssensor misst Radialbeschleunigung
Fächerübergreifendes Arbeiten	Technik / Arbeitslehre: – Anwendung in Maschinen (z. B. Zentrifuge) – Anforderungen an Material und Sicherheit bei schnell rotierenden Bauteilen
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Dynamik ($F = m \cdot a$): – Zentripetalkraft als Spezialfall der Newtonschen Gesetze
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Radialsymmetrische Felder

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Feld und Feldlinie - Kraftwirkung auf geeignete Probekörper - radialsymmetrisch vs. Homogene Felder - Kepler'sche Gesetze (große und kleine Halbachse, Umlaufzeit, Ekliptik) - Gravitationsgesetz - Coulomb'sches Gesetz - Zentralkörper - potentielle Energie im Gravitationsfeld - Gravitationspotential - Äquipotentiallinien - Energieaustausch im radialsymmetrischen Feld: Fluchtgeschwindigkeit (1. und 2. kosmische Geschwindigkeit), Ionisationsenergie
Formeln	- $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} = const.$ - $F_G = G \cdot \frac{Mm}{r^2} = \gamma \cdot \frac{Mm}{r^2}$ - $E_{pot} = GmM \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ - $V(r) = GM \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$ Bezugspunkt P(R) - $V(r) = GM \frac{1}{r}$ Bezugspunkt im Unendlichen
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - vergleichen das Gravitationsgesetz mit dem Coulomb'schen Gesetz. - analysieren und berechnen Kreisbewegungen im Gravitations- und im elektrischen Feld. - führen Rechnungen zur Bestimmung von Fluchtgeschwindigkeit und Ionisationsenergie mittels Energiebilanzen durch. - Kommunikation - nennen das Gravitationsgesetz und das Coulomb'sche Gesetz. Bewertung - beurteilen die Reichweite, Stärke und Wirkung radialsymmetrischer Felder (z. B. Gravitations- oder elektrisches Feld) im Kontext realer Anwendungen
Zentrale Experimente	- Bestimmung der Gravitationskonstante - Experimente zur Unterscheidung verschiedener Ladungen - Messung der Coulombkraft
Fächerübergreifendes Arbeiten	Geographie: Stellung der Erde im Sonnensystem und Einfluss auf das System Erde
Themenübergreifende s Arbeiten	Mechanik und E-Lehre werden über den Feldbegriff miteinander vernetzt; Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Felder können herausgearbeitet werden

Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Homogene elektrische Felder
Homogenes elektrisches Feld

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Positive und negative elektrische Ladungen $Q[C]$ - Geladene Körper - Influenz - Dielektrische Polarisierung - Kräfte zwischen Ladungen - Abschirmung elektrischer Felder - Elektrische Feldstärke $E[V/m]$ - Elektrisches Potential $\varphi[V]$ und potentielle Energie $E_{pot}[J]$ - Spannung $U[V]$ als Potentialdifferenz - Feldlinien und Äquipotentiallinien - Eigenschaften des Plattenkondensators: Kapazität $C[F]$, gespeicherte Ladungsmenge und Energie
Formeln	- elektrische Feldstärke $\vec{E} = \vec{F}/q_{pr}$ - elektrisches Potential $\varphi = E_{pot}/q_{pr}$ - Elektrische Spannung $U = \Delta\varphi$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen. - zeichnen elektrische Feldlinien zu vorgegebenen Ladungsverteilungen oder Äquipotentiallinien. - zeichnen Äquipotentiallinien zu vorgegebenen Feldlinien. - berechnen Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators. Kommunikation - beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern. - erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt beziehungsweise abgelenkt werden. Bewertung - beurteilen die technische Nutzung homogener Felder, z. B. in Kondensatoren, Elektronenstrahlröhren, elektrostatischer Abschirmung.
Zentrale Experimente	Bewegung geladener Teilchen im homogenen Feld (z. B. Öltröpfchen, Kondensator mit Polystyrolkugeln): – geladene Kugeln oder Tröpfchen in Plattenkondensator → Ablenkung durch Feld
Fächerübergreifendes Arbeiten	Biologie / Medizin: – elektrische Felder an Zellmembranen / Nervenzellen Wirtschaft / Politik: – Felder in Hochspannungstechnik, Isolation, Sicherheitsvorschriften
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Ladung und Kraft (elektrische Wechselwirkung): – Zusammenhang: Kraft auf Ladungen im Feld → $F=q \cdot E$
Mögliche Projekte	Keine

Außerschulische Lernorte	Keine
-------------------------------------	-------

Ladungen im homogenen elektrischen Feld

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- elektrische Ladung - homogenes, elektrisches Feld - Plattenabstand/Plattenkondensator - Elektrisches Potenzial - Dielektrikum
Formeln	$E = \frac{U}{d}$ $F = q \cdot E; F = q \cdot U$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - analysieren die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld. - berechnen die Geschwindigkeit von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes. - vergleichen die Bewegungen im homogenen elektrischen Feld mit denen im Gravitationsfeld. Kommunikation - beschreiben Versuchsanordnungen und Felddarstellungen (z. B. Plattenkondensator, Feldlinienbilder, Potenzialverläufe) fachsprachlich korrekt. - erläutern den Zusammenhang zwischen Spannung, Feldstärke und Kraft mithilfe geeigneter Begriffe und Formeln. Bewertung - beurteilen den Einfluss elektrischer Felder auf geladene Teilchen in technischen Anwendungen (z. B. Teilchenbeschleuniger, Kathodenstrahlröhre, Tintenstrahldrucker).
Zentrale Experimente	Feldlinienabbildung mit Gieß oder Öl-Tröpfchen (Faraday-Versuch) – zwei parallele Platten werden mit Hochspannung verbunden – Gießkörner oder Öltröpfchen im Isolator visualisieren das Feld
Fächerübergreifendes Arbeiten	Biologie / Medizin: – Bedeutung elektrischer Felder in Zellen, z. B. an Membranen (Ruhepotenzial, Aktionspotenzial)
Themenübergreifendes Arbeiten	Analogie zwischen waagerechtem Wurf in der Mechanik und beschleunigter Ladung im Plattenkondensator
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Bewegung in Magnetfeldern
Homogenes Magnetfeld

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Magnetische Feldstärke $\vec{B}[T]$ - Homogenes Magnetfeld
Formeln	$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - untersuchen den Verlauf und die Wirkung homogener Magnetfelder (z. B. zwischen Helmholtzspulen). Kommunikation - stellen das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule dar. Bewertung - beurteilen die Aussagekraft idealisierter Felder (z. B. homogene Felder zwischen Spulen) für reale technische Anwendungen. - reflektieren die Bedeutung der Lorentzkraft z. B. in der Teilchenphysik, Messtechnik, Energietechnik.
Zentrale Experimente	Ablenkung von Elektronen in einem Magnetfeld (Kathodenstrahlröhre)
Fächerübergreifendes Arbeiten	Biologie / Medizin: - Magnetresonanztomographie (MRT)
Themenübergreifendes Arbeiten	Verbindung zu „Ladung im elektrischen Feld“: - Gegenüberstellung der Kräftewirkung im elektrischen und magnetischen Feld
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Nachweis von Magnetfeldern

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Nachweis von Magnetfeldern durch geeignete Probekörper - Hall-Effekt, Hall-Spannung, Hall-Konstante
Formeln	- Hallspannung: $U_H = A_H \frac{IB}{d}$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - erklären den Halleffekt zur Messung der magnetischen Feldstärke. - messen die Stärke homogener Magnetfelder quantitativ mit Sensoren oder über den Hall-Effekt. - untersuchen das Magnetfeld im Innenraum von Spulen, besonders bei Helmholtz-Spulen. Kommunikation - beschreiben die Erzeugung homogener Magnetfelder formal, grafisch und verbal Bewertung - beurteilen die Eignung verschiedener Messverfahren (Kompass, Hall-Sensor, Eisenfeilspäne) hinsichtlich Präzision, Anwendbarkeit, Sicherheit.
Zentrale Experimente	Messung des Magnetfelds innerhalb einer langen Spule
Fächerübergreifendes Arbeiten	Geschichte / Philosophie: - Entwicklung des Feldkonzepts (Faraday, Maxwell)
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit elektrischen Feldern: - Vergleich: elektrische vs. magnetische Feldwirkung
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Ladungen in Magnetfeldern

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Fadenstrahlrohr - Kreisbeschleuniger - Massenspektrometer
Formeln	$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}; F = q \cdot v \cdot B$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - berechnen die Kräfte auf elektrische Leiter und bewegte Ladungen im Magnetfeld. - analysieren die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern. - Kommunikation - beschreiben die Kräfte auf elektrische Leiter und bewegte Ladungen im Magnetfeld. - erläutern den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Feldstärke. - erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen in Magnetfeldern abgelenkt werden. - Bewertung - beurteilen die Bahnformen geladener Teilchen in technischen und naturwissenschaftlichen Anwendungen (z. B. Massenspektrometer, Zyklotron, CRT, Polarlichter).
Zentrale Experimente	Massenspektrometer (Modellversuch oder rechnerisch) – Kombination aus E- und B-Feld zur Bestimmung von Teilchenmasse
Fächerübergreifendes Arbeiten	Chemie: – Isotopenanalyse mit Massenspektrometern
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Kreisbewegung (Mechanik): – Lorentzkraft als Zentripetalkraft → Herleitung des Bahnradius
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Induktion (nur im Profulfach)

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Magnetfeld einer Spule - Magnetisches Fluß $\Phi [Wb]$ - zeitliche Änderung des magnetischen Flusses - Induktionsgesetz, Induktionsspannung - Skalarprodukt von B und A - Flächenvektor, Magnetfeldvektor - orientierte Fläche - Lenz'sche Regel - Wirbelströme - Induktivität einer Spule $L [H]$ - Selbstinduktion
Formeln	- Induktionsspannung einer Spule $U_i = N \frac{d\Phi}{dt} = N \frac{d(B \cdot A)}{dt}$ - Selbstinduktivität $U = L \frac{dI}{dt}$ - Induktivität einer Spule $L = \frac{N \cdot \Phi}{I}$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - erläutern das Induktionsgesetz. - analysieren technische Anwendungen der Induktion mit Blick auf das Induktionsgesetz (welche Teile des Gesetzes sind bedeutsam für Generator/Transformator?). - berechnen die Induktivität einer Spule. - berechnen Induktionsspannungen in verschiedenen Kontexten. Kommunikation - beschreiben Experimente zur Größe der Induktionsspannung - erläutern das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis - erläutern die Lenz'sche Regel - nutzen die Lenz'sche Regel, um Beobachtungen in verschiedenen Experimenten zu erklären - beschreiben den Vorgang der Selbstinduktion Bewertung - schätzen die Folgen der Selbstinduktion in technischen Anwendungen ein - schätzen die Bedeutung der Induktion für das Alltagsleben ein
Zentrale Experimente	- Basisversuche zu den Abhängigkeiten der Induktionsspannung - Railgun zur Lenz'schen Regel - Glimmlampe zur Selbstinduktion - Wirbelstrombremse
Fächerübergreifendes Arbeiten	Keine
Themenübergreifendes Arbeiten	Keine
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Qualifikationsphase 2

Nicht in den Fachanforderungen geforderte, aber am OHG verbindliche Inhalte sind **grau hinterlegt**. Inhalte, die am OHG nicht verpflichtend sind, sind *kursiv gedruckt*.

Inhalte, die nur im Profilfach verbindlich sind. Sind **grün hinterlegt**.

Grundlagen der Quantenmechanik (8 Wochen)

Inhalte	Konkretisierung
Teilcheneigenschaften des Lichts	- Photoeffekt - Röntgenstrahlung - Eigenschaften von Photonen: Energie, Masse, Impuls
Quantenobjekte	- Eigenschaften von Quantenobjekten - Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen
Welleneigenschaften der Materie	- Materiewellen - De-Broglie-Wellenlänge · Bragg-Reflexion - Unschärferelation - linearer Potentialtopf

Quantenmechanik der Atome (8 Wochen)

Inhalte	Konkretisierung
Quantenphysikalische Atommodelle	- Grenzen des Bohr'schen Atommodells - Energieniveaus des Wasserstoffatoms - Orbitale des Wasserstoffatoms - Quantenzahlen - Pauli-Prinzip - Aufbau des Periodensystems
Spektren	- Linienspektren - diskrete und kontinuierliche Spektren - Emissions- und Absorptionsspektren

Astronomie (8 Wochen)

Inhalte	Konkretisierung
Grundlagen	- Entwicklung des astronomischen Weltbildes von der Antike bis in die Neuzeit - Entfernungsbestimmung mit Hilfe der Fixsternparallaxe - Leuchtkraft und Temperatur - scheinbare und absolute Helligkeit - Entfernungsbestimmung mittels Cepheiden-Veränderlichen)

Sterne	- Leuchtkraft und Temperatur (Wien'sches Verschiebungsgesetz) - HRD - Sterneigenschaften (Masse, Dichte, Radius) - interstellare Materie und Sternentstehung/-entwicklung
Kosmologie	- Großräumige Struktur des Universums - Expansion des Universums - Urknall - Dunkle Materie/Energie

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Photoeffekt • Hallwachsexperiment • Quantelung des Lichts • Quant als Energieportion - Photoeffekt • Austrittsenergie • Einsteingerade • plancksches Wirkungsquantum - Masse, Energie und Impuls von Photonen - Compton-Effekt • Compton-Wellenlänge • Compton-Streuung - Wesenszüge der Quantenmechanik • Stochastische Vorhersagbarkeit (Determiniertheit der Zufallsverteilung) • Fähigkeit zur Interferenz • Komplementarität • Eindeutige Messergebnisse, Kausalität • Superposition - Verschränkung - Wellenlänge des Elektrons, DeBroglie (sprich: Brogliie) - Bragg-Reflexion, Bragg-Gleichung - Materiewellen, Wellenfunktion des Elektrons - Wahrscheinlichkeitsverteilung am Doppelspalt - Wellenpakete, Lokalität - Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation (Komplementarität)
Formeln	Keine
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Aufgabe: Formuliere die inhaltsbezogenen Kompetenzen gemäß der Fachanforderungen und ordne den Kompetenzbereiche (E, K, S, B) zu.
Zentrale Experimente	- Hallwachs-Versuch - Photoeffekt (h-Bestimmung) - Compton-Streuung am Al-Kristall (ACHTUNG: Das Demo-Experiment entspricht nicht 1:1 der Darstellung in den Lehrbüchern) - Interferenz von Einzelphotonen am Doppelspalt - EPR-Experiment - Elektronenbeugung - Koinzidenzexperimente zum Nachweis von Einzelphotonen - Michelson-Interferometer (oder Mach-Zehnder); Delayed-Choice-Experimente mit Einzelphotonen
Themenübergreifendes Arbeiten	• E-Lehre: Masse und Ladung des Elektrons
Außerschulische Lernorte	• Light & Schools Universität HH

Atomvorstellungen

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Quantenobjekt, Quantenzustand - Wahrscheinlichkeiten
Formeln	Keine
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen- Dualismus durch eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation beheben lässt. - treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen. - Kommunikation - beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt. Bewertung - beurteilen die Erklärungsreichweite verschiedener Atommodelle (z. B. Bohr, Schalenmodell, Orbitalmodell) im Hinblick auf beobachtbare Phänomene wie Spektrallinien oder Ionisierungsenergie.
Zentrale Experimente	- Doppelspalt-Experimente - Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen
Fächerübergreifendes Arbeiten	- Mathematik: Bedingte Wahrscheinlichkeit und Verschränkung
Themenübergreifendes Arbeiten	Keine
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Vertiefungsthemen

Im Folgenden werden einige mögliche Vertiefungsthemen für die Oberstufe aufgeführt und beispielhafte Inhalte vorgestellt. Mögliche Themen sind:

Astronomie, Astrophysik, Relativitätstheorie, Kernphysik, Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik, Thermodynamik, ...

Relativitätstheorie

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- (Licht)Äther - Michelson-Morley-Experiment, Michelson-Morley-Interferometer - Konstanz der Lichtgeschwindigkeit - Relativitätsprinzip - Relativität der Gleichzeitigkeit - Zeitdilatation - Längenkontraktion
Formeln	- Zeitdilatation: $\Delta t' = \frac{1}{\gamma} \Delta t = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Delta t$ - Längenkontraktion: $\Delta l' = \frac{1}{\gamma} \Delta l = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Delta l$
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - analysieren experimentelle Grundlagen der Relativitätstheorie (z. B. Michelson-Morley) - wenden die Transformationsgesetze an, um Zeit- und Längenvergleiche zwischen Bezugssystemen vorzunehmen Kommunikation - beschreiben relativistische Effekte (Zeitdilatation, Längenkontraktion) mit angemessener Fachsprache - interpretieren experimentelle Ergebnisse (z. B. Myonenzerfall, GPS-Zeitdifferenzen) Bewertung - beurteilen die Grenzen klassischer Modelle und die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels - reflektieren den Einfluss der Relativitätstheorie auf Naturwissenschaft, Technik und Weltbild
Zentrale Experimente	- Michelson-Morley-Experiment (historisch/Simulation) - Simulation von Zeitdilatation anhand von Myonenzerfall
Fächerübergreifendes Arbeiten	Philosophie / Ethik: – Reflexion über Zeit, Raum, Realität – Paradigmenwechsel in den Naturwissenschaften (von Newton zu Einstein)
Themenübergreifendes Arbeiten	Kinematik & Dynamik: – Vergleich klassische vs. relativistische Bewegung – Bedeutung von Trägheit und Bezugssystemen
Mögliche Projekte	Keine
Außerschulische Lernorte	Keine

Astronomie

Aspekte	Vereinbarung
Wortschatz	- Hertzsprung-Russell-Diagramm - Spektralanalyse - Parallaxe - Rotverschiebung - Wien'sches Verschiebungsgesetz - Stefan-Boltzmann-Gesetz - Standardkerze - Hubble-Gesetz - Urknallmodell - Dunkle Materie
Formeln	Keine
Prozessbezogene Kompetenzen	Die Schülerinnen und Schüler ... Erkenntnisgewinnung - analysieren astronomische Beobachtungsdaten (z. B. Lichtkurven, Spektren, Parallaxen) - wenden physikalische Gesetzmäßigkeiten (z. B. Planck- oder Hubble-Gesetz) zur Bestimmung von Sternparametern an Kommunikation - beschreiben Phänomene und Modelle in der Astronomie mit Fachsprache, Diagrammen, Skizzen - erläutern astronomische Theorien argumentativ im Kontext historischer Entwicklungen Bewertung - bewerten die Reichweite und Grenzen astronomischer Modelle (z. B. Urknall, Dunkle Materie) - beurteilen die Bedeutung astronomischer Erkenntnisse für Weltbild, Technik und Philosophie
Zentrale Experimente	Keine
Fächerübergreifendes Arbeiten	Geschichte / Philosophie: Wandel des Weltbildes, kulturelle Bedeutung von Himmelsbeobachtung Kunst / Deutsch: Darstellung des Universums in Literatur, Kunst, Film
Themenübergreifendes Arbeiten	Mit Quantenphysik: Spektralanalyse, Energiequanten, Schwarzkörperstrahlung
Mögliche Projekte	Modellierung eines HR-Diagramms mit realen Sternendaten
Außerschulische Lernorte	Planetarium oder Sternwarte