

**Lehrplan des Geschwister-Scholl-Gymnasiums Winterberg und Medebach**

**Fach: Physik**

Stand 21.06.2011

# I. Zuordnung: Inhaltsfelder / fachlicher Kontext – Zeitrahmen, obligatorische Inhalte, schriftliche Übungen

Inhalte	Zeitrahmen <sup>1)</sup>	obligatorische Inhalte <sup>2)</sup>	Schriftliche Übungen <sup>3)</sup>
6.1 Elektrizität	14	o	2
Elektrizität im Alltag	3	o	
6.2 Temperatur und Energie	8	o	1
Sonne – Himmel – Jahreszeiten	2	f	
6.3 Licht und Schall	8	o	1
Sehen und Hören	2	f	
8.1 Optische Instrumente, Farbzerlegung des Lichts	9	o	1
Optik hilft dem Auge auf die Sprünge	2	f	
8.2 Elektrizität	10	o	1
Elektrizität – messen, verstehen, anwenden	2	f	
8.3 Kraft	11	o	2
Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit	3	o	
9.1 Druck, mechanische Arbeit und Leistung, Energie	13	o	2
Tauchen in Natur und Technik	1	f	
9.2 Elektromagnetismus, elektrische Energie und Leistung, innere Energie	12	o	1
Effiziente Energienutzung	3	o	
9.3 Radioaktivität und Kernenergie	6	o	1
Radioaktivität und Kernenergie – Anwendungen und Verantwortung	2	f	

<sup>1)</sup> durchschnittlich wird im Schuljahr von 37 Schulwochen ausgegangen

<sup>2)</sup> o: obligatorisch      f: fakultativ

<sup>3)</sup> Anzahl der schriftlichen Übungen (siehe auch Grundsätze zur Leistungsbewertung)

## II. Grundsätze zur Leistungsbewertung

In der Sekundarstufe I sollen pro Halbjahr zwei schriftliche Übungen im Umfang von 20 Minuten über den Stoff der letzten Unterrichtseinheiten geschrieben werden. Vor allem jedoch die mündliche Mitarbeit bestimmt die Endnote. Die Tests können als Ergänzung zu dieser Mitarbeit bewertet werden. Die sonstige Mitarbeit umfasst neben den schriftlichen Übungen:

- Überprüfung der prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen durch Beobachtung von Schülerhandlungen (Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge)
- Vorstellung von Hausaufgaben
- mündliche Stundenwiederholungen
- Beiträge im Unterrichtsgeschehen
- Protokolle
- Durchführung von Versuchen in Schülerexperimenten

## III. Vernetzung mit anderen Fächern

(Grundlagen und Vertiefung: Fächerübergreifender Unterricht mit Biologie und Chemie wird angestrebt – Zielvereinbarung bis Juli 2013)

### Jahrgangsstufe 6

6.2	Sonne, Himmel, Jahreszeiten	<b>Biologie</b>	Anpassung von Pflanzen und Tieren
6.3	Licht und Schall	<b>Biologie</b>	Das Auge - Strahlengang und Lichtaufnahme; Wirkung von UV-Strahlung auf die menschliche Haut, akustische Wahrnehmung
6.3	s.o.	<b>Kunst</b>	Geradlinige Ausbreitung des Lichts - Licht und Schatten
6.3	s.o.	<b>Biologie</b>	Schallaufnahme durch das Ohr (Trommelfell), Erzeugung von Schall durch die Stimmbänder, Gesundheitsgefährdung durch Schall
6.3	s.o.	<b>Musik</b>	Schallreflektion - Schalldämpfung - „gute Akustik“, schwingende Saiten und schwingende Luftsäulen als Schallquellen, Tonhöhe und Lautstärke

### Jahrgangsstufe 8

8.1	Optische Instrumente, Farbzerlegung	<b>Chemie</b>	Chemische Reaktion mit Lichterzeugung, Flammenfärbung von Alkali- und Erdalkalisalzen
-----	-------------------------------------	---------------	---

8.1	s.o.	<b>Erdkunde</b>	Lichtbrechung in der Atmosphäre, Sonnenstand
8.1	s.o.	<b>Mathematik</b>	Berechnung verschiedener optischer Größen: Abbildungsmaßstab, Gegenstandsweite, Bildweite; Herleitung der Linsenformel
8.2	Elektrizität	<b>Chemie</b>	Leitfähigkeit von Stoffen, Energieumwandlung (chemische Energie - elektrische Energie und/oder Wärmeenergie, Batterie und Akkumulator, Elektrolyse), elektrochemische Reaktionen
8.2	s.o.	<b>Informatik</b>	Einfache Schaltungen als Voraussetzung für informationstechnologische Systeme
8.1 8.2	s.o.	<b>Chemie, Biologie, Erdkunde</b>	Modelle und Wirklichkeit, Arten von Modellen, Einsatz von Modellen
8.3	Kraft	<b>Sport</b>	Zusammenwirken von Kräften, Hebel

### Jahrgangsstufe 9

9.1	Druck, mechanische Arbeit und Leistung, Energie	<b>Chemie</b>	Temperatur bei chemischen Reaktionen, Teilchenmodell zur Erklärung von chemischen Reaktionen, Stoffeigenschaften bei Zimmertemperatur, Aggregatzustände in Abhängigkeit von der Temperatur, Dichte - Volumenänderung bei Erwärmung bzw. Abkühlung, Nutzung verschiedener Energieträger
9.2	Elektromagnetismus, elektrische Energie und Leistung, innere Energie	<b>Erdkunde</b>	Magnetfeld der Erde
9.3	Radioaktivität und Kernenergie	<b>Chemie</b>	Atommodelle, Aufbau der Materie
9.3	s.o.	<b>Biologie</b>	Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper

## IV. Software für den Unterricht

**Dynasys** (Simulationsprogramm für dynamische Systeme)

Einsatz: z.B. Umsetzung der Newtonschen Grundstruktur und der elektrodynamischen Grundstruktur in komplexeren Fragestellungen

**Galileo** (Videoauswertungsprogramm)

Einsatz: Quantitative und qualitative Auswertung physikalisch relevanter Videos

**Cassy** (Messserfassungsprogramm)

Einsatz: Auswertung zentraler Versuche über ein Messwerterfassungssystem

**Java-Applets**

Einsatz: Verdeutlichung komplexer Sachverhalte und nicht vorhandener Versuche

**Geogebra** (Geometrieprogramm)

Einsatz: Simulation von Strahlengängen in der Optik

## V. Methodenkompetenz im Fach Physik

(vergleiche auch Schulprogramm)

### 1. Sachtexte erfassen

Im Fach Physik, wie auch in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern, werden die Schüler mit Hilfe der **5-Schritt-Lesemethode** in das strukturierte Lesen von Sachtexten eingeführt.

#### a) Überblick gewinnen / Überfliegen

Die SchülerInnen sollen einen ersten Eindruck vom Inhalt gewinnen, indem sie

- Überschriften, Absätze und Hervorhebungen beachten,
- Wichtiges unterstreichen (allerdings nicht im Schulbuch).

#### b) Fragen stellen

Die SchülerInnen sollen sich überlegen um welche Fragestellungen es sich in dem Text handelt.

- Was weiß ich bereits?
- Was möchte ich noch wissen?
- Habe ich die Begriffe verstanden?
- anfangs Fragen aufschreiben

#### c) Gründliches Lesen

Die SchülerInnen sollen ihre Aufmerksamkeit auf wichtige Punkte konzentrieren, indem sie

- versuchen ihre Fragen zu beantworten,
- beim Lesen kleine Pausen einlegen, damit sich das Gelesene besser setzen kann.

#### d) Zusammenfassen

Die SchülerInnen sollen die einzelnen Sinnabschnitte zusammenfassen, indem sie

- Schlüsselwörter unterstreichen und/oder auf einem Zettel notieren,

- Überschriften zu den einzelnen Abschnitten erstellen,
- die gelesenen Sinnabschnitte in eigenen Worten zusammenfassen.

### e) Wiederholen

Die SchülerInnen sollen am Schluss noch einmal die wichtigsten Aussagen und Informationen wiederholen, indem sie

- dabei ihre anfangs formulierten Fragen und Unterstreichungen berücksichtigen,
- eventuell ihre Gedanken als lauten Selbstvortrag gestalten
- oder schriftlich zusammenfassen.

## 2. Das Experiment

Gerade für die naturwissenschaftlichen Fächer sind experimentelle Untersuchungen von zentraler Bedeutung.

### Formen des Experimentes:

- **Experiment zur Problemgewinnung (Entdeckende Versuche)**
- **Experiment zur Erkenntnisgewinnung (Systematik)**
- **Experiment zur Bestätigung (Verifizierung)**

Im Unterricht der Sekundarstufe I muss die Vermittlung experimenteller Arbeitsverfahren als gleichrangig mit der Erarbeitung von Inhalten, Begriffen und Gesetzmäßigkeiten angesehen werden.

Auf der Stufe der Einführung dient ein Experiment der Motivation, zur Problemfindung und zur Problemabgrenzung. Bei der Erarbeitung werden durch qualitative und quantitative Experimente Sachverhalte erschlossen. In der Phase der Vertiefung dienen Experimente der Festigung und Erweiterung des Gelernten.

Nach Möglichkeit sollen Schülerexperimente durchgeführt werden, soweit die Geräteausstattung, die Größe der Schülergruppe, die Eignung des Themas, die räumlichen Voraussetzungen und die Ungefährlichkeit der Versuche dies zulassen. Das Lehrerexperiment hat gleichwohl - vor allem unter dem Aspekt des zeitlichen und materiellen Aufwandes - seine Berechtigung. Auch beim Lehrerexperiment sollen die Schülerinnen aktiv in die Planung und Durchführung einbezogen werden.

Das Schülerexperiment stellt eine besondere Form des Gruppenunterrichts dar. Den SchülerInnen wird durch eigenes Tun ein unmittelbarer Zugang zum Sachgegenstand eröffnet. Dabei prägen sich die gelernten Inhalte in besonderer Weise ein. Über die Vermittlung von Inhalten hinaus werden durch Schülerversuche insbesondere folgende Qualifikationen angestrebt:

- **Gedankliches Erfassen von Arbeitsanweisungen**
- **Selbstständiges und sorgfältiges Arbeiten nach Anweisungen**
- **Eigenverantwortliches Handeln, insbesondere Beachten von Sicherheits- und Schutzbestimmungen**
- **Fähigkeit zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit. Verarbeiten von Erfolgen und Misserfolgen**

Alle durchzuführenden Versuche stehen in einem erkennbaren Zusammenhang mit dem Unterricht. Dabei ist wichtig, dass die zugrunde liegenden Fragestellungen und die Arbeitsanweisungen zu Beginn des experimentellen Arbeitens allen Schülerinnen klar sind.

Durch die Anfertigung von Versuchsprotokollen, die u.a. der späteren Wiederholung dienen und auch bei fächerübergreifendem Unterricht zur Verfügung stehen sollen, wird eine typisch naturwissenschaftliche Methode eingeübt.

Eine weitere Möglichkeit zur Förderung der SchülerInnen bieten häusliche Experimente. Sie müssen so gewählt werden, dass in einfachen und ungefährlichen Versuchsanordnungen klare Ergebnisse erzielt werden können. Genaue Arbeitsanweisungen und spätere Überprüfung sind hier besonders wichtig, um den Eindruck zu vermeiden, dass es sich um eine bloße Spielerei handelt.

## **Versuchsprotokoll**

Zur Bearbeitung des Experiments gehört die Anfertigung eines schriftlichen Versuchsprotokolls. Das Protokoll könnte wie folgt gegliedert sein:

- I. Kopf mit Fach, Klasse, Datum**
- II. Thema (Aufgabe - Fragestellung)**
- III. Liste von verwendeten Geräten und Materialien**
- IV. Hinweise zum Versuchsaufbau (evtl. Versuchsskizze)**
- V. Versuchsdurchführung**
- VI. Beobachtungen**
- VII. Auswertung (Gesetzmäßigkeiten, Erklärungen, Deutungen, Folgerungen, Kritik usw.)**
- VIII. Verallgemeinerung**

Alle Ausführungen sollen möglichst kurz und übersichtlich sein.

## **Grundregeln zum physikalischen Experimentieren**

- **Vor dem Experimentieren ist die Versuchsanleitung genau zu lesen. Fragen klären. Gefahrstoffsymbole auf Chemikalien und besondere Hinweise des Lehrers beachten.**
- **Nicht benötigte Schulsachen vom Tisch nehmen.**
- **Versuchsgeräte erst vollständig gemäß der Anleitung zusammentragen. Versuchsaufbau evtl. noch vom Fachlehrer kontrollieren lassen.**
- **Starte den Versuch erst, wenn dein Fachlehrer sein "OK" dazu gibt.**
- **Vorsicht beim Umgang mit dem Brenner:  
Lange Haare zusammenbinden oder in den Pulli stecken. Zündet den Brenner am besten zu zweit an.  
Lösche die Flamme, wenn der Brenner nicht mehr benötigt wird.**
- **Stecke elektrische Kabel nur in die angegebenen Anschlüsse. Verwechslungen mit der Steckdose können tödlich enden!**
- **Defekte/zerstörte Geräte sind sofort dem Fachlehrer zu melden.**
- **Nach dem Experiment sind die Geräte ordentlich in den Schränken zu verstauen.**
- **Hinterlasse deinen Arbeitstisch sauber.**

### 3. Induktion

#### Das Induktionsproblem

Bei der Induktion handelt es sich um einen logischen Zirkelschluss, ohne den allerdings das System der naturwissenschaftlichen Begriffe nicht aufgebaut werden kann. Genau genommen sind die einfachen nicht-quantitativen Gesetze, auch Allsätze genannt, die dadurch gewonnen werden, dass man eine Reihe von Sätzen über singuläre Beobachtungen verallgemeinert (generalisiert), nicht das Ergebnis der Naturwissenschaften, sondern eine ihrer Voraussetzungen; denn der Induktionsschluss von endlich vielen singulären Beobachtungssätzen auf einen Allsatz kann logisch nicht begründet werden. Das Problem, ob es ein Induktionsprinzip als Begründung für induktives Schließen gibt, hat die Wissenschaftstheoretiker verschiedener Richtungen lange beschäftigt. Heute ist man der Meinung, dass es kein nachweisbares Induktionsprinzip gibt. Wäre es als Gesetzmäßigkeit in der Natur enthalten, so müsste es sich empirisch entdecken lassen. Dies würde aber bedeuten, dass man es auf die induktive Weise finden kann, was aber bedeutet, dass man das voraussetzt, was man eigentlich erst entdecken will.

**Der Naturwissenschaftler kümmert sich in seiner Praxis nicht um das Induktionsproblem.** Er nimmt vielmehr an, dass generelle Sätze (nicht-quantitative Sätze) solange als gültig angenommen werden können, bis ihr Gegenteil bewiesen ist. Die Arbeit des Naturwissenschaftlers besteht nun darin, die besonderen Bedingungen festzustellen unter denen generelle Sätze gelten.

#### Beispiel:

Allsatz: Alle Metalle leiten elektrischen Strom.

Untersuchung: Welche besonderen Faktoren spielen bei diesem Vorgang eine Rolle (z.B. Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke)? Untersuchungen heißt genauer, dass man die einzelnen Faktoren als Messgrößen definiert und misst. Dabei müssen die Größen voneinander isoliert werden und bis auf je zwei, deren Abhängigkeit voneinander man feststellen möchte, konstant gehalten werden. Von den zwei zu untersuchenden Größen wird eine variiert, bis man aus der Messreihe den jeweiligen mathematischen Zusammenhang ermitteln kann. Über dieses Verfahren kommt man schließlich zu quantitativen Gesetzen.

Gesetze der Form "je desto" sind in ihrer Stellung zwischen nicht-quantitativen und quantitativen Gesetzen angesiedelt und werden als halb-quantitative Gesetze bezeichnet.

**Beispiel:** Je größer die Spannung, desto größer die Stromstärke.

#### Induktives Vorgehen

Wie oben beschrieben versteht man unter Induktion den Schluss von vielen singulären Sätzen auf Allsätze mit der dargestellten Problematik des Induktionsproblems. Der Naturwissenschaftler bezeichnet häufig als Induktion den Weg vom Experiment zum Gesetz. Dieser Weg ist allerdings ebenfalls mit einigen Schwierigkeiten verbunden, da an mehreren Stellen Idealisierungen erforderlich sind.

### **1. Schritt: Arbeitshypothese**

Die durch Generalisierung gefundenen Allsätze werden auf ihre besonderen Bedingungen hin überprüft. Dieses Überprüfen ist kein planloses Probieren, sondern erfolgt nach Analyse der Bedingungsfaktoren unter der Leitfrage ob überhaupt und ggf. welche mathematischen Zusammenhänge zwischen den am Vorgang beteiligten Messgrößen bestehen. Die Arbeitshypothese "Je größer die Spannung, desto größer die Stromstärke" ist eine triviale Zwischenstufe auf dem Weg zum Ohmschen Gesetz. Ohne eine Hypothese kann letztendlich kein Versuch geplant werden.

### **2. Schritt: Versuchsplanung**

Zur Planung gehört, dass alle den Versuch betreffenden Faktoren isoliert werden und bis auf die zu untersuchenden Messgrößen konstant gehalten werden. Von den für die Messung nicht relevanten Größen setzt der Naturwissenschaftler voraus, dass sie konstant sind und dass sie keinen Einfluss auf die Messung haben, was somit eine erste Idealisierung bedeutet.

Beim Ohmschen Gesetz muss z.B. von der konstanten Temperatur des Leiters ausgegangen werden.

### **3. Schritt: Versuchsdurchführung und Beobachtung**

Im Beispiel zum Ohmschen Gesetz wird die Stromstärke in Abhängigkeit von der variierten Spannung gemessen und die entsprechenden Wertepaare in einem Messprotokoll festgehalten.

### **4. Schritt: Versuchsauswertung**

Die Auswertung führt zu einer Verifikation oder Falsifizierung der Arbeitshypothese und zu einer präzisen Beschreibung des Zusammenhanges zwischen den Messgrößen.

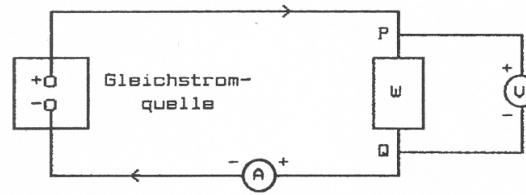
In dem obigen Beispiel werden die Wertepaare (Spannung/Stromstärke) in einem Koordinatensystem dargestellt. Die Punkte verbindet man zu einem Graphen, was aber gleichzeitig eine zweite Idealisierung darstellt. Aus dem Graphen folgert man den proportionalen Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke. Dabei wird der Proportionalitätsfaktor als eine möglichst einfache Zahl angenommen (3. Idealisierung)

### **5. Schritt: Verallgemeinerung**

Unter der Verallgemeinerung versteht man die Annahme, dass die in endlich vielen Versuchen gefundene Gesetzmäßigkeit  $U \sim I$  (bei konstanter Temperatur des Leiters) für alle entsprechenden, auch zukünftigen Versuche gilt. Für den Naturwissenschaftler besitzt dieses Gesetz also solange Gültigkeit, bis evtl. durch ein anderes Experiment diese Gültigkeit widerlegt wird.

**Versuch zum Ohm'schen Gesetz**

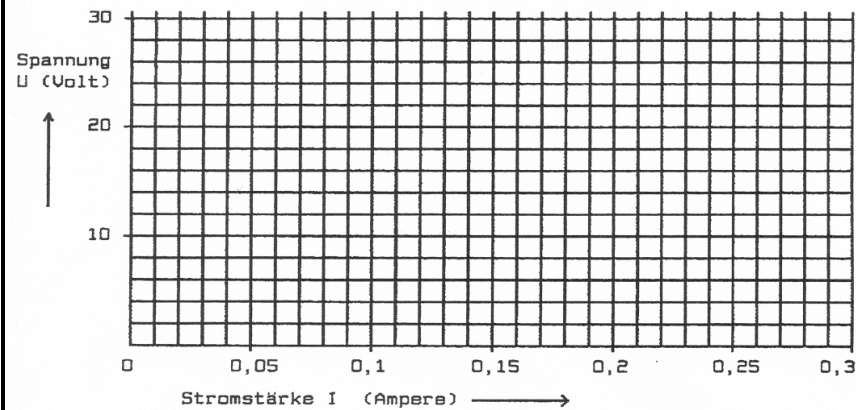
( R )



Wir legen nacheinander verschiedene Spannungen an den Draht W an. Wir messen die Spannungen ( $U_1, U_2, U_3, \dots$ ) zwischen den Enden (P und Q) des Drahtes mit einem Spannungsmesser (Voltmeter) und die entsprechenden Stromstärken ( $I_1, I_2, I_3, \dots$ ) im Draht mit einem Strommesser (Amperemeter). Wir suchen einen Zusammenhang zwischen U und I. Da die Temperatur des Drahtes konstant bleiben soll, wird der Versuch mit kleinen Stromstärken durchgeführt.

Spannung U ( Volt )																				
Stromstärke I ( Ampere )																				

Stelle die Spannung in Abhängigkeit von der Stromstärke graphisch dar!



**Ergebnis:**

#### 4. Deduktion

Naturwissenschaftliche Gesetze können auch durch Deduktion hergeleitet werden. Allgemein versteht man unter Deduktion die logische Herleitung neuer Sätze aus vorgegebenen Sätzen, die man bereits als wahr erkannt hat oder deren Wahrheit man voraussetzt. In den Naturwissenschaften sind die vorgegebenen Sätze, Gesetze, die bereits induktiv oder deduktiv hergeleitet wurden sowie Definitionsgleichungen (Beziehungen zwischen bereits definierten Grundgrößen oder auch abgeleiteten Größen, durch die man neue abgeleitete Größen definiert). In diesem Fall spricht man von einer **Deduktion der ersten Art**.

Geht man von Sätzen aus, deren Wahrheit nur angenommen wird, also von Beziehungen zwischen Größen, deren Gültigkeit weder auf induktivem noch auf deduktivem Wege erwiesen werden kann, dann spricht man von einer **Deduktion der zweiten Art**.

Das Ergebnis einer Deduktion muss durch ein Experiment überprüft werden. Erst dann kann man es als Gesetz betrachten.

Warum ist überhaupt eine experimentelle Überprüfung erforderlich?

Erstens darf man nicht ohne weiteres annehmen, dass die Rechenregeln und die Gesetze der Mathematik auf Gleichungen zwischen naturwissenschaftlichen Größen, also für Voraussagen über das Verhalten realer Körper angewandt werden dürfen.

Zitat: "Die Mathematik handelt nicht von Sinnendingen. Sie handelt von dem, was wir denken können, was der Geist -griechisch der Nus - erfassen kann. Wie kann dann das was wir denken können, die Gesetze hergeben für das, was wir mit den Sinnen wahrnehmen? Das ist das Problem." C.F. Weizsäcker

So führt z.B. die Riemannsche Geometrie auf einer Kugeloberfläche zu anderen naturwissenschaftlichen Gesetzen als die Euklidische Geometrie in der Ebene.

Zweitens muss man deduktiv gefundene Ergebnisse im Experiment überprüfen, weil u.U. die induktiven Gesetze, von denen man bei der Deduktion ausgeht, mit Hilfe mehrerer Idealisierungen gefunden wurden. Es könnte sein, dass bei der mathematischen Verknüpfung der Ausgangsgesetze sich die Idealisierung (etwa die Bevorzugung einfacher Zahlen) gegenseitig so verstärken, dass sie sich dadurch als Fehler bemerkbar machen.

#### Beispiel für eine Deduktion:

Herleitung des Gesetzes über den Ersatzwiderstand bei einer Parallelschaltung:

Induktiv gewonnene Voraussetzungen:

(a) Ohmsches Gesetz ( $U \sim I$ ;  $T = \text{const.}$ ) bzw. die Folgerung daraus:  $U = R \cdot I$ ;  $I = U/R$

Die Spannung  $U$  ist also proportional zur Stromstärke  $I$ , wenn angenommen wird, dass die Temperatur in dem Leiter konstant bleibt. Der Proportionalitätsfaktor  $R$  wird als Widerstand des Leiters bezeichnet.

(b) Erstes Kirchhoffsches Gesetz:  $I = I_1 + I_2$

Bei einer Stromverzweigung (Parallelschaltung) ist der Gesamtstrom  $I$  im unverzweigten Stromkreis gleich der Summe der Zweigströme  $I_1, I_2$ .

(c) Die angelegte Spannung ist gleich der Spannung in den verzweigten Stromkreisen:  $U = U_1 = U_2$

Neben diesen Voraussetzungen gelten die Regeln der Analysis.

Aus  $I = I_1 + I_2$  folgt durch Einsetzen von  $I = U/R$

$$U/R = U_1/R_1 + U_2/R_2$$

Mit  $U = U_1 = U_2$  gilt:  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$

Also ist der Kehrwert des Ersatzwiderstandes gleich der Summe der Kehrwerte der Widerstände in den verzweigten Stromkreisen.

## 5. Modellbildung

Es erscheint zweckmäßig, drei Arten von Modellen zu unterscheiden:

### 1. Reale Modelle

### 2. Ikonische Modelle oder Modellvorstellungen

### 3. Symbolische Modelle oder abstrakt-mathematische Modelle

Zu 1)

Unter realen Modellen versteht man die Nachbildung realer Gegenstände, die zur Demonstration, also für Zwecke der Anschauung angefertigt werden. Beispiele: Globus, Landkarte, Modell des Planetensystems, Motorenmodelle usw.

Zu 2)

Ikonische Modelle sind Vorstellungen, die sich der Mensch von etwas Realem macht, wobei zwischen zwei Arten ikonischer Modelle unterschieden wird. Im ersten Fall handelt es sich um eine Idealisierung der Realität.

Beispiele für Modelle dieser Art sind: Massenpunkt, Starrer Körper, Periodischer Vorgang, Lichtstrahl usw.

Diesen Modellen liegen Realitäten zugrunde, die man durch bestimmte Abstraktion und Idealisierung zu Vorstellungen gemacht hat. Obwohl diesen Modellen ebenfalls etwas Reales entspricht, sind sie grundsätzlich von den realen Modellen zu unterscheiden. Zwar kann man sich den "Massenpunkt" als kleine Kugel vorstellen oder den "Lichtstrahl" als genügend dünnes Lichtbündel, jedoch handelt es sich bei diesen Realitäten keinesfalls um Objekte, die konkret "anfassbar" sind.

Die zweite Art ikonischer Modelle hat nur noch eine geringe Beziehung zur Realität. Es sind bloße Vorstellungen, reine Denkmodelle, die entwickelt werden um Unanschauliches anschaulich zu machen.

Beispiele: Lichtwellen, Lichtquanten, Bohrsches Atommodell, wellenmechanisches Atommodell, Elektron usw.

Eine unmittelbare Beziehung zur Realität, sofern man etwas Beobachtbares darunter versteht, ist nicht mehr gegeben.

Zu 3)

Symbolische oder abstrakt-mathematische Modelle sind Gleichungen zwischen Größen, die nicht oder nur zum Teil unmittelbar beobachtet und auch nicht anschaulich gedeutet werden können. Solche Gleichungen werden als Symbole für Sachverhalte aufgefasst und deshalb auch als symbolische Modelle der Wirklichkeit bezeichnet. Ein typisches Beispiel ist die Schrödingergleichung für das Wasserstoffatom.

Häufig existieren für dieselbe Realität verschiedene Modelle. Unzulässig ist dabei die Frage „Welches ist das grundsätzlich bessere Modell?“. Die Güte eines Modells hängt einzig von der Fragestellung an die Realität ab.

**Beispiel 1:** Globus und Landkarte als Modell der Realität "Erde".

**Beispiel 2:** Wellenmodell und Teilchenmodell für die Realität "Licht".

Es handelt sich bei diesen beiden Modellen um ikonische Modelle der zweiten Art,

d.h. um Erzeugnisse des menschlichen Geistes. Irgendwelche Konsequenzen über die wahre Natur des Lichts dürfen aus diesen Modellen nicht gezogen werden. Nie hat jemand Lichtwellen im Gegensatz zu Wasserwellen gesehen. Es gibt allerdings Beobachtungsergebnisse, die man nicht anders erklären kann als mit der Annahme, dass Licht eine Welle ist. Genau so wenig hat nie jemand Lichtkorpuskeln oder Lichtquanten unmittelbar beobachtet. Aber bestimmte Versuchsergebnisse bei der Wechselwirkung von Licht und Materie lassen sich nur mit der Vorstellung erklären, dass Licht aus kleinsten Partikeln besteht (Welle -Teilchen -Dualismus).

**Beispiel 3:** Merkwürdigerweise gilt dieser Dualismus von Welle und Teilchen auch für die Materie. Schnell bewegte Teilchen (Elektronen, Protonen) verhalten sich unter bestimmten Versuchsbedingungen so, dass man sie als "Wellen" auffassen muss. Schrödinger gelang es, für das Wasserstoffatom eine Wellengleichung aufzustellen. Er ordnete den "Materiewellen" eine Amplitude  $\Psi$  zu, die man formal als Produkt der Funktion der Zeit und des Ortes auffassen kann.

$$\Psi = \Psi(x, y, z) \cdot f(t)$$

### Beispiel für einen Modellbildungsprozess

Schon im Physik-/Chemieunterricht der Sekundarstufe I lässt sich auf einfache Weise das Thema "Festkörper, Flüssigkeiten und Gase" behandeln. Als typische Eigenschaft der drei Aggregatzustände bei konstanter Temperatur kann festgehalten werden:

	Volumen	Form
Festkörper	Unveränderlich	Unveränderlich
Flüssigkeit	Unveränderlich	Veränderlich
Gas	Veränderlich	Veränderlich

Wenn den Schülern die Vorstellungen vom Aufbau der Materie aus Atomen, Molekülen oder Ionen bekannt sind, sollten sie in der Lage sein, die Aggregatzustände bezüglich Volumen und Form durch den Abstand und die Lage der kleinsten Teilchen zu erklären.

	Abstand der kleinsten Teilchen	Lage der kleinsten Teilchen
Festkörper	Unveränderlich	Unveränderlich
Flüssigkeit	Unveränderlich	Veränderlich
Gas	Veränderlich	Veränderlich

Benötigt wird also eine elementare Form des **Atombegriffs**. Piaget und Inhelder kommen zu dem Ergebnis, dass sich die Vorstellungen vom atomistischen Aufbau der Körper zusammen mit der Bildung der Begriffe von der Erhaltung der Materie, des Gewichts und des Volumens in mehreren Stadien entwickelt. In einem ersten Stadium haben Kinder keinerlei Vorstellungen von der Erhaltung dieser Größen und keine Beziehung zu einem atomistischen Schema.

#### Ab 7 bis 8 Jahre:

In einem zweiten Stadium bilden sich in gegenseitiger Abhängigkeit ein Erhaltungsbegriff der Materie und eine atomare Vorstellung heraus. Beim aufgelösten Zucker nehmen die Kinder an, dass er das Gewicht verliere und aufhöre, den ganzen Platz im Wasser zu belegen, dass er aber fortfahre als Materie zu existieren.

#### Ab 9 bis 10 Jahre:

Dieses Stadium ist durch die Erhaltung des Gewichts gekennzeichnet, aber noch nicht durch die Erhaltung des Volumens. Der Kaffee mit aufgelöstem Zucker hat dasselbe Gewicht wie vor der Auflösung des Zuckers, d.h. die kleinen unsichtbaren Körner behalten ihr Gewicht.

### Ab 11 bis 12 Jahre:

Die vierte Etappe ist durch das Erscheinen der Volumenerhaltung gekennzeichnet. Das Niveau des gezuckerten Kaffees darf nach der Auflösung nicht wieder absinken, da jedes unsichtbare Korn in der Flüssigkeit einen elementaren Platz beansprucht. Die Summe dieser Räume entspricht also dem ursprünglichen Zuckervolumen. Man stellt dabei ein Schema fest, das den Beginn des systematischen Atomismus ankündigt.

Als einfachstes Modell für einen aus Teilchen aufgebauten Festkörper kann man sich die Vorstellung des "Gitters" machen. Die Teilchen sind in festem Abstand und in unveränderlicher Lage miteinander verbunden. Das einfachste Modell der Flüssigkeit wäre ein Gefäß mit leicht gegeneinander verschiebbaren Kugeln. Ein Gas kann man sich als Teilchenmenge vorstellen, die sich wie ein Mückenschwarm bewegt.

Nach den Griechen war es 1808 Dalton, der die Teilchenvorstellung als Erklärung zum Aufbau der Materie wieder aufgriff. Er wollte damit das verschieden große Lösungsvermögen von Flüssigkeiten auf Gase übertragen.

Bekannter ist allerdings die Erklärung für ein anderes Phänomen:

Verbinden sich zwei Stoffe A und B miteinander, dann bleibt das Massenverhältnis  $A : B$  konstant.

Das Daltonsche Atommodell besitzt wie jedes Modell Grenzen, die auch bei einer entsprechenden Erweiterung Vorstellungen über bestimmte Erscheinungen nicht zulassen. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ließen sich Versuche zur Elektrolyse, zu Kathodenstrahlen sowie zur Radioaktivität mit dem Daltonschen Atommodell nicht mehr erklären.

Mit dem Thomsonschen Atommodell wurde die Vorstellung eingeführt, dass bei einem Atom kleine negativ geladene Teilchen (Elektronen) in Kugeln eingelagert sind, die gleichmäßig mit Masse und positiver Ladung gefüllt sind. Als anschaulicher Vergleich für dieses Atommodell kann man ein Rosinenbrötchen heranziehen.

Der Rutherfordsche Streuversuch führte zu der Vorstellung, dass ein Atom aus einem vergleichsweise winzigen positiv geladenen Kern besteht, um den in relativ großem Abstand die negativ geladenen Elektronen kreisen. Der größte Teil des Raums, den das Atom einnimmt, ist nach diesem Modell leer.

Das Bohrsche Atommodell und seine Erweiterung zum Bohr-Sommerfeld-Modell kann man wiederum als Verfeinerung des Rutherfordmodells ansehen.

Einen ganz neuen Denkansatz bezüglich der Atomistik brachte das wellenmechanische Atommodell.

<b>Erfahrung</b>	<b>Denken in Modellen</b>
Gesetz der festen Massenverhältnisse Gesetz der vielfachen Massenverhältnisse	Atommodell von Dalton
Versuche zur Wärmelehre	Atommodell von Dalton und kinetische Wärmetheorie
Elektrolyse, Kathodenstrahlen, Radioaktivität	Atommodell von Thomson
Streuversuch von Rutherford	Atommodell von Rutherford
Spektralanalyse, Balmer-Formel	Atommodell von Bohr
Feinstruktur der Spektrallinien	Atommodell von Bohr-Sommerfeld
Versuche zur "Beugung" und "Interferenz" von Teilchenstrahlen	Wellmechanisches Atommodell

Unter Berücksichtigung des oben beschriebenen Entwicklungsstands der SchülerInnen wird die Thematisierung des Begriffs „Modell“ am Geschwister-Scholl-Gymnasium Winterberg und Medebach in folgenden Klassenstufen und Fächern festgeschrieben.

<b>Klasse</b>	<b>Fächer</b>	<b>Unterrichtsinhalte</b>
5	Bi	Der Mensch (reale Modelle: Skelett, Herz usw.)
6	Ph	Vergleich elektrischer Stromkreis mit einem Wasserstromkreis Licht und Schatten (ikonisches Modell: Lichtstrahl)
7	Ch	Aggregatzustände, Teilchenvorstellung
8	Ph	Kern-Hülle-Modell des Atoms
9	Ch	Schalenmodell des Atoms, Periodensystem, Bindungsarten
Oberstufe	Ph	Vergleich optische Wellen mit mechanischen Wellen

## Jahrgangsstufe 6

Inhaltsfelder/Fachlicher Kontext	Konzeptbezogene Kompetenzen Basiskonzepte	Prozessbezogene Kompetenzen
<p><b>6.1 Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherer Umgang mit Elektrizität</li> <li>• Stromkreise</li> <li>• Leiter und Isolatoren</li> <li>• UND - , ODER - und Wechselschaltung</li> <li>• Dauermagnete und Elektromagnete</li> <li>• Nennspannungen von elektrischen Quellen und Verbrauchern</li> <li>• Wärmewirkung des elektrischen Stroms, Sicherung</li> <li>• Einführung der Energie über Energiewandler und Energietransportketten</li> </ul> <p><b>Fachlicher Kontext: Elektrizität im Alltag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülerinnen und Schüler experimentieren mit einfachen Stromkreisen</li> <li>• Was der Strom alles kann (Geräte im Alltag)</li> <li>• Schülerinnen und Schüler untersuchen ihre eigene Fahrradbeleuchtung</li> <li>• Ohne Energie läuft gar nichts !</li> <li>• Messgeräte erweitern die Wahrnehmung</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen...</p> <p><b>Basiskonzept „System“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt.</li> <li>• den Energiefluss in Stromkreisen beschreiben.</li> <li>• einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „Energie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen.</li> <li>• in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen.</li> <li>• an Beispielen zeigen, dass Energie, die als Wärme in die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter genutzt werden kann.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „Wechselwirkung“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können.</li> <li>• an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stroms aufzeigen und unterscheiden.</li> <li>• geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beobachten und beschreiben Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung (z.B. <b>Magnetismus</b>).</li> <li>• stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheitsaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus (z.B. <b>Leiter und Isolatoren</b>).</li> <li>• tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus (z.B. <b>Schaltskizzen</b>), kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und reflektieren ihre Arbeit auch als Team (z.B. <b>Schülerübungen zum Thema Stromkreise</b>).</li> <li>• stellen Anwendungsbereiche dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind (z.B. <b>UND - bzw. ODER Schaltung bei Computern</b>).</li> <li>• beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit (z.B. <b>Gefahren des elektrischen Stroms</b>).</li> <li>• benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in gesellschaftlichen und historischen Zusammenhängen (z.B. <b>eine Gesellschaft ohne Strom</b>).</li> <li>• beschreiben und beurteilen die Auswirkung menschlicher Eingriffe in die Umwelt (z.B. <b>Energieerzeugung - Kraftwerke</b>).</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise (z.B. <b>Glühlampe</b>).</li> </ul>
<p><b>6.2 Temperatur und Energie, elementare Himmelsbeobachtungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermometer, Temperaturmessung</li> <li>• Volumen- und Längenänderung bei Erwärmung und Abkühlung</li> <li>• Aggregatzustände (Teilchenmodell)</li> <li>• Energieübergang zwischen Körpern verschiedener Temperatur</li> <li>• Sonnenstand</li> </ul> <p><b>Fachlicher Kontext: Sonne – Himmel – Jahreszeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was sich mit der Temperatur alles ändert</li> <li>• Leben bei verschiedenen Temperaturen</li> <li>• Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle</li> <li>• Orientierung am Himmel</li> </ul>	<p><b>Basiskonzept „Energie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen energetische Veränderungen an Körpern (Temperaturänderung, Verformung, Bewegungsänderung, ...) und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „Struktur der Materie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern.</li> <li>• Aggregatzustände, Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „System“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Entstehung von Tag und Nacht sowie den Wechsel der Jahreszeiten durch periodische Vorgänge in unserem Sonnensystem erklären.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führend qualitative und einfache quantitative Experiment durch und protokollieren diese (z.B. <b>Temperaturmessungen</b>).</li> <li>• dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Tabellen und/oder Diagrammen und veranschaulichen die Daten mit mathematischen Gestaltungsmitteln (z.B. <b>Zeit – Temperatur – Kurven im Koordinatensystem</b>).</li> </ul>
<p><b>6.3 Das Licht und der Schall</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licht und Sehen</li> <li>• Lichtquellen und Lichtempfänger</li> <li>• geradlinige Ausbreitung des Lichts, Schatten, Mondphasen</li> <li>• Schallquellen und Schallempfänger</li> <li>• Reflektion, Spiegel</li> <li>• Schallausbreitung</li> <li>• Tonhöhe und Lautstärke</li> </ul> <p><b>Fachlicher Kontext: Sehen und Hören</b></p>	<p><b>Basiskonzept „Wechselwirkung“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildentstehung mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären.</li> <li>• Schwingungen als Ursachen von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren.</li> <li>• geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdung durch Schall und Strahlung nennen.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „System“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundphänomene der Akustik nennen.</li> <li>• Auswirkung von Schall auf Menschen im Alltag erläutern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab (z.B. <b>geradlinige Ausbreitung des Lichts</b>)</li> <li>• beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte mit Hilfe von Modellen und beurteilen und bewerten Modelle kritisch hinsichtlich ihrer Grenzen und ihrer Anwendbarkeit (z.B. <b>Modell Lichtstrahl</b>).</li> <li>• erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind (z.B. <b>Spiegelbild - Reflektion</b>).</li> <li>• nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicher im Straßenverkehr - Augen und Ohren auf!</li> <li>• Sonnen- und Mondfinsternis</li> <li>• Physiker mach Musik</li> <li>• „Um die Ecke hören, sehen“</li> </ul>		<p>von Risiken im Alltag und bei modernen Technologien (z.B. <b>Schallschutz</b>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit (z.B. <b>Sicherheit im Straßenverkehr</b>).</li> </ul>
--	--	---

## Jahrgangsstufe 8

<b>Inhaltsfelder/Fachlicher Kontext</b>	<b>Konzeptbezogene Kompetenzen Basiskonzepte</b>	<b>Prozessbezogene Kompetenzen</b>
<p><b>8.1 Optische Instrumente, Farbzerlegung des Lichts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Bildentstehung beim Auge – Funktion der Augenlinse</li> <li>• Lupe als Sehhilfe, Fernrohr</li> <li>• Brechung, Reflexion, Totalreflexion und Lichtleiter</li> <li>• Zusammensetzung des weißen Lichts</li> </ul> <p><b>Fachlicher Kontext: Optik hilft dem Auge auf die Sprünge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit optischen Instrumenten „Unsichtbares“ sichtbar gemacht</li> <li>• Lichtleiter in Medizin und Technik</li> <li>• Die Welt der Farben</li> <li>• Die großen Sehhilfen: Teleskope und Spektroskope</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <p><b>Basiskonzept „Struktur der Materie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffe hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber dem Licht unterscheiden</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „System“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktion von Linsen für die Bildentstehung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben.</li> <li>• mit einer Lupe sowie einem Okular den Sehwinkel vergrößern (Mikroskop, Teleskop).</li> <li>• Lichtleiter (Endoskop, Beleuchtungssysteme) und optische Geräte (Lupe, Mikroskop, Teleskop) hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihre Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „Wechselwirkung“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorption und Brechung von Licht beschreiben.</li> <li>• das Phänomen der Totalreflexion erläutern.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen experimentell die Brechung von Licht beim Übergang von Luft in Plexiglas und protokollieren ihre Ergebnisse.</li> <li>• beschreiben anhand einer Tabelle den Zusammenhang zwischen Brechung und Einfallswinkel und lesen ab, ab welchem Winkel Totalreflexion auftritt.</li> <li>• zeichnen den Strahlengang des Lichts an der Grenzfläche zweier Medien bei gegebenem Einfallswinkel.</li> <li>• recherchieren Informationen über den Einsatz von Lichtleitern in Technik oder Medizin und präsentieren ihre Ergebnisse anschaulich (z.B. anhand einer Power-Point-Präsentation).</li> <li>• zeichnen den Strahlengang durch eine Sammellinse und benennen die drei ausgezeichneten Strahlen (Parallelstrahl, Brennpunktstrahl und Mittelpunktstrahl).</li> <li>• beschreiben den Einfluss von Gegenstandsweite und Brennweite der Linse auf Bildgröße und Bildweite.</li> </ul>

- die Erwärmung von Körpern u.a. durch die Absorption der Sonnenstrahlung erklären.
- „weißes“ Licht mit Hilfe eines Prismas in seine farbigen Bestandteile zerlegen.
- Infrarot - , Licht-, und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und anhand von Beispielen ihre Wirkung beschreiben.
- die Gefahren der UV-Strahlung erkennen.

- beschreiben den Aufbau des menschlichen Auges sowie die Bildentstehung auf der Netzhaut und erläutern die Anpassung des Auges an unterschiedliche Gegenstandsweiten.
- erklären die Korrektur von Kurz- und Weitsichtigkeit mit Hilfe einer Sammel- bzw. Zerstreuungslinse.
- erklären, warum Lupen das Bild eines Gegenstandes auf der Netzhaut vergrößern.
- ermitteln die Brennweite verschiedener Sammellinsen / Lupen und beschreiben ihre Vorgehensweise.
- beschreiben den Aufbau eines optischen Geräts sowie den Strahlenverlauf durch die Linsen des Geräts (Fotoapparat, Diaprojektor oder Mikroskop).
- beschreiben ihre Beobachtungen beim Durchgang von weißem Licht durch ein Prisma.
- kennen den Begriff der Spektralfarben und nennen diese in der richtigen Reihenfolge.
- erläutern die Entstehung eines Regenbogens.
- nennen die wesentlichen Eigenschaften von infrarotem und ultraviolettem Licht und beschreiben geeignete Nachweismethoden.
- erläutern das Prinzip der additiven und der subtraktiven Farbmischung und bestimmen (z. B. anhand einer Farbtafel) die aus der Mischung verschiedener Farben entstehende Farbe.
- recherchieren Informationen zur Dreifarben-theorie des Sehens und stellen ihre Ergebnisse anschaulich dar (z. B. anhand von Lernplakaten).
- zeichnen und beschreiben den Aufbau eines astronomischen (keplerschen) Fernrohres.
- bauen mit zwei Sammellinsen das Modell eines Fernrohres auf.
- recherchieren Informationen zu modernen Spiegelteleskopen sowie zu damit sichtbaren

		weit entfernten Himmelsobjekten und präsentieren ihre Ergebnisse anschaulich (z. B. anhand einer Power-Point-Präsentation). <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Linienspektren von Gasen und das kontinuierliche Spektrum der Sonne.</li> </ul>
--	--	--

<b>Inhaltsfelder/Fachlicher Kontext</b>	<b>Konzeptbezogene Kompetenzen Basiskonzepte</b>	<b>Prozessbezogene Kompetenzen</b>
<p><b>8.2 Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung von Stromstärke und Ladung</li> <li>• Eigenschaften von Ladungen, elektrische Quelle und elektrischer Verbraucher</li> <li>• Unterscheidung und Messung von Spannungen und Stromstärken</li> <li>• Reihen- und Parallelschaltungen</li> <li>• Elektrischer Widerstand, Ohm'sches Gesetz</li> </ul> <p><b>Fachlicher Kontext: Elektrizität – messen, verstehen, anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektroinstallationen und Sicherheit im Haus</li> <li>• Autoelektrik</li> <li>• Hybridantrieb</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <p><b>Basiskonzept „Energie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Spannung als Voraussetzung für den Stromfluss und damit für die Übertragung von Energie benennen.</li> <li>• die Gewinnung elektrischer Energie durch Umwandlung aus anderen Energieformen erläutern.</li> <li>• beschreiben, dass in elektrischen Bauteilen und Geräten (z.B. Glühlampe) elektrische Energie in andere Energieformen (z.B. Licht, Wärmeenergie) umgewandelt wird.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „Struktur und Materie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Stoffe bezüglich ihrer elektrischen Leitfähigkeit vergleichen.</li> <li>• die elektrischen Eigenschaften von Stoffen mit Hilfe des Kern-Hülle-Modells erklären.</li> <li>• elektrische Felder als Form der Materie mit dem Modell „Feldlinienbild“ beschreiben.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „System“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben.</li> <li>• den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau eines Atoms mit Hilfe des Kern-Hülle-Modells.</li> <li>• erläutern, wann Körper positiv bzw. negativ geladen sind und kennen Möglichkeiten, Körper aufzuladen.</li> <li>• kennen Möglichkeiten, Ladungen nachzuweisen (Glimmlampe, Elektroskop).</li> <li>• beschreiben, wie gleichnamig und ungleichnamig geladene Körper aufeinander reagieren und schließen umgekehrt aus der Reaktion auf die Ladung eines Körpers.</li> <li>• erklären das Phänomen der Influenz anhand eines geeigneten Versuchs.</li> <li>• nennen Formelzeichen und Einheit der Ladung sowie die Definition von 1 C.</li> <li>• führen einfache Berechnungen zur Ladungsmenge durch.</li> <li>• erklären die Entstehung von Blitz und Donner.</li> <li>• nennen und erläutern Möglichkeiten, sich vor Blitzeinschlägen zu schützen (u. a. faradayscher Käfig).</li> <li>• Zeichnen die Feldlinienbilder von Ladungen verschiedener Form (Kugel, Plattenkondensator ...).</li> <li>• veranschaulichen die Vorgänge im elektrischen Stromkreis mit Hilfe des Modells „Wasserstromkreis“.</li> <li>• nennen Formelzeichen und Einheit der Stromstärke und erläutern, wie 1 A definiert</li> </ul>

- die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden.

### **Basiskonzept „Wechselwirkung“**

- die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen.

ist.

- beschreiben den Aufbau und das Wirkungsprinzip eines Gerätes zur Messung der Stromstärke (z. B. Drehspulinstrument).
- können mit Stromstärkemessgeräten umgehen und führen Messungen der Stromstärke durch.
- beschreiben und erklären verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung von Kurzschluss und Überlastung und der Vermeidung von Stromunfällen bei der Hausinstallation.
- erläutern die Verhaltensregeln bei einem Stromunfall.
- erklären, was man unter elektrischer Spannung versteht.
- nennen Formelzeichen und Einheit der Spannung.
- können mit Spannungsmessgeräten umgehen und führen Messungen der Spannung durch.
- berechnen in Reihen- und Parallelschaltungen die Gesamtspannung aus den Einzelspannungen mehrerer elektrischer Quellen.
- planen ein Experiment zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Spannung und Stromstärke und stellen die Messergebnisse anschaulich dar.
- mathematisieren ihre Versuchsergebnisse.
- nennen das Formelzeichen und die Einheit des Widerstandes.
- interpretieren verschiedene U-I-Kennlinien und entscheiden, ob das ohmsche Gesetz gilt.
- berechnen den Widerstand eines Leiters.
- beschreiben verschiedene technische Widerstände.
- recherchieren Informationen über die Anwendung von Widerständen als Sensoren und präsentieren ihre Ergebnisse anschaulich (z. B. mit Hilfe eines Lernplakates).
- berechnen die Stromstärke in unverzweigten

		<p>und verzweigten Stromkreisen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen die Spannung in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen.</li> <li>• berechnen den Widerstand bei der Reihenschaltung und bei der Parallelschaltung zweier Widerstände.</li> <li>• wenden ihr Wissen auf eine Fragestellung der Autoelektrik an, führen weitergehende Experimente bzw. Recherchen durch und präsentieren ihre Ergebnisse anschaulich (Experiment und Vortrag, Lernplakat ...).</li> </ul>
--	--	---

<b>Inhaltsfelder/Fachlicher Kontext</b>	<b>Konzeptbezogene Kompetenzen Basiskonzepte</b>	<b>Prozessbezogene Kompetenzen</b>
<p><b>8.3 Kraft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeit</li> <li>• Kraft als vektorielle Größe</li> <li>• Zusammenwirkung von Kräften</li> <li>• Gewichtskraft und Masse</li> <li>• Hebel und Flaschenzug</li> </ul> <p><b>Fachlicher Kontext: Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Maschinen: Kleine Kräfte, lange Wege</li> <li>• 100 m in 10 Sekunden (Physik und Sport)</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <p><b>Basiskonzept „Struktur der Materie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen, dass Körper aus Stoffen und Stoffe aus Teilchen bestehen.</li> <li>• Eigenschaften von Materie mit Hilfe eines angemessenen Atommodells deuten.</li> <li>• Reibung, Druck und Erhöhung der inneren Energie mit dem Atommodell beschreiben.</li> <li>• die Dichte als Stoffeigenschaft charakterisieren.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „System“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruhe und Bewegung in Abhängigkeit vom jeweiligen System (Bezugskörper) betrachten.</li> <li>• „technische“ Geräte (Hebel, Rolle, Flaschenzug, geneigte Ebene) hinsichtlich ihres Nutzen für Mensch und Gesellschaft beurteilen.</li> </ul> <p><b>Basiskonzept „Wechselwirkung“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsänderung oder Verformung von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen verschiedene Arten von Kräften.</li> <li>• beschreiben die Wirkungen von Kräften.</li> <li>• nennen Formelzeichen und Einheit der Kraft.</li> <li>• beschreiben den Aufbau und das Wirkungsprinzip eines Federkraftmessers.</li> <li>• stellen Kräfte mit Hilfe von Pfeilen dar.</li> <li>• addieren Kräfte zeichnerisch.</li> <li>• zerlegen Kräfte zeichnerisch in ihre Komponenten.</li> <li>• erläutern den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft.</li> <li>• beschreiben und erklären das Funktionsprinzip verschiedener Waagen.</li> <li>• berechnen die Gewichtskraft, die auf verschiedene Körper auf unterschiedlichen Planeten wirkt.</li> <li>• erklären, welche Auswirkungen eine geringere Gewichtskraft (wie z. B. auf dem Mond) auf einen Menschen hat.</li> <li>• unterscheiden die verschiedenen Arten der Reibung.</li> <li>• nennen Beispiele für erwünschte und unerwünschte Reibung.</li> <li>• begründen, warum Hebel Kraftwandler sind.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen erkennen.</li> <li>• die Bewegung eines Körpers in Abhängigkeit von der auf ihn wirkenden Kraft beschreiben.</li> <li>• die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen erläutern.</li> <li>• die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft verdeutlichen.</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Unterschied zwischen einseitigen und zweiseitigen Hebeln.</li> <li>• nennen Beispiele für die Anwendung von einseitigen und zweiseitigen Hebeln.</li> <li>• berechnen Drehmomente.</li> <li>• nennen das Hebelgesetz und wenden es an.</li> <li>• beschreiben den Einfluss von festen und losen Rollen bzw. von Flaschenzügen auf Angriffspunkt, Richtung und Betrag von Kräften.</li> <li>• bestimmen die aufzuwendende Kraft (Zugkraft) bei verschiedenen Rollenkombinationen / Flaschenzügen.</li> <li>• bestimmen die Länge des einzuholenden Seils (Zugweg), wenn eine Last um eine bestimmte Strecke <math>s</math> angehoben werden soll.</li> </ul>
--	--	---

## Jahrgangsstufe 9

Inhaltsfelder/Fachlicher Kontext	Konzeptbezogene Kompetenzen Basiskonzepte	Prozessbezogene Kompetenzen
<p><b>9.1 Druck, Mechanische Arbeit und Leistung, Energie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichte der Stoffe</li> <li>• Druck</li> <li>• Auftrieb in Flüssigkeit</li> <li>• Mechanische Arbeit und Energie</li> <li>• Energieerhaltung</li> <li>• Mechanische Leistung</li> </ul> <p>• Anwendung der Hydraulik</p> <p>• Tauchen in Natur und Technik</p> <p><b>Fachlicher Kontext:</b></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <p><b>Basiskonzept „Wechselwirkung“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck als physikalische Größe quantitativ erfassen.</li> <li>• Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden.</li> <li>• die Abhängigkeit des Schweredrucks von der Eintauchtiefe und der Dichte des Stoffes erkennen.</li> <li>• die Auftriebskraft mit der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit gleichsetzen.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Formel zur Berechnung der Dichte an und stellen diese nach Masse und Volumen um.</li> <li>• beschreiben, von welchen Größen der Schweredruck in einer Flüssigkeit abhängt und von welchen gerade nicht (hydrostatisches Paradoxon) und können diesen Sachverhalt an geeigneten Beispielen veranschaulichen.</li> <li>• Wenden die Formel zur Berechnung des Schweredrucks an.</li> <li>• nennen Beispiele für hydraulische Anlage-</li> </ul>

- **Tauchen in Natur und Technik**

**Basiskonzept „Energie“**

- Energie als Fähigkeit eines Körpers mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszusenden charakterisieren.
- die an einem Körper oder von einem Körper verrichtete Arbeit mit der Änderung seiner Energie gleichsetzen.
- Lageenergie und kinetische Energie formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.
- in Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.
- Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.
- die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.
- die Notwendigkeit zum Energiesparen sowie Möglichkeiten dazu aus ihrem persönlichen Umfeld erläutern.

nund erläutern, weshalb mit Hydraulik Kraft gespart wird.

- Wenden die Formel zur Berechnung des Kolbendrucks an.
- beschreiben des Luftdruck als Schweredruck der Luft.
- beschreiben das Experiment von Torricelli zur Ermittlung des Luftdrucks.
- lesen Wetterkarten und beschreiben die Luftströmungen zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten.
- beschreiben des Aufbau verschiedener Druckmessgeräte (Dosenbarometer, Manometer) und erklären ihre Funktionsweise.
- erklären die geringere Kraft auf einen Körper in einer Flüssigkeit mit der der Gewichtskraft entgegengesetzt gerichteten Auftriebskraft.
- beschreiben des Zusammenhang zwischen der Auftriebskraft und der Gewichtskraft der erdrängten Flüssigkeit (archimedisches Gesetz).
- wenden die Formel zur Berechnung der Auftriebskraft an.
- beschreiben und erklären das Experiment des Archimedes, um herauszufinden, ob die Krone des Königs aus reinem Gold bestand.
- entscheiden sowohl anhand der Dichten als auch anhand von Auftriebskraft und Gewichtskraft, ob ein Körper sinkt, schwebt, steigt oder schwimmt.
- beschreiben die Arbeit als Produkt aus Kraft und Weg unter der Bedingung, dass die Kraft konstant ist und in Richtung des Weges wirkt.
- begründen Aussagen über die verrichtete Arbeit bei einfachen Maschinen (z.B. Flaschenzug).
- berechnen die Kraft bzw. den zurück gelegten Weg anhand der Arbeit.
- bewerten Aussagen zur Arbeit beim Überwinden einer Höhendifferenz (Wandern) und beim Schieben einer Kiste auf ebener Unterlage.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verknüpfen die Begriffe Arbeit und Energie über den Zusammenhang zwischen der an einem Körper oder von einem Körper verrichteten Arbeit und der Änderung seiner Energie.</li> <li>• unterscheiden zwischen verschiedenen mechanischen Energieformen und dokumentieren Energieumwandlungsprozesse.</li> <li>• beschreiben abgeschlossene mechanische Systeme über die Energieerhaltung.</li> <li>• benennen Energieformen aus ihrem Erfahrungsbereich und deuten die jeweiligen Energieumwandlungen.</li> <li>• beurteilen die Leistung eines Geräts, einer Anlage oder eines Lebewesens nach dem Kriterium, wie schnell wird Energie umgesetzt bzw. Arbeit verrichtet.</li> <li>• definieren die Leistung als Quotient aus umgesetzter Energie und Zeit bzw. Arbeit und Zeit.</li> <li>• recherchieren Leistungen in Natur und Technik und stellen die Ergebnisse in einer Tabelle zusammen.</li> <li>• benutzen ihre Kenntnisse über Arbeit, Energie und Leistung um Sachprobleme zu mathematisieren und Lösungen aufzuzeigen.</li> </ul>
--	--	---

<b>Inhaltsfelder/Fachlicher Kontext</b>	<b>Konzeptbezogene Kompetenzen Basiskonzepte</b>	<b>Prozessbezogene Kompetenzen</b>
<p><b>9.2 Elektromagnetismus, elektrische Energie und Leistung, innere Energie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetfelder stromdurchflossener Leiter</li> <li>• Kräfte auf stromdurchflossene Leiter</li> <li>• Induktionsgesetz</li> <li>• Elektromotor, Generator, Transformator</li> <li>• Energie und Leistung in der Elektrik</li> <li>• Energieumwandlung, Energieerhaltung</li> <li>• Innere Energie, Wirkungsgrad, Energieentwer-</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <p><b>Basiskonzept „Energie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Zuführung von Wärme oder die Abgabe von Wärme an die Umgebung als Änderung der inneren Energie eines Körpers erkennen.</li> <li>• darstellen, dass die Änderung der inneren Energie eines Körpers mit der Verrichtung von Arbeit verbunden sein kann.</li> <li>• die Möglichkeit der Änderung der inneren</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planen und strukturieren Experimente zur Untersuchung des Magnetfelds eines stromdurchflossenen Leiters bzw. einer Spule.</li> <li>• planen und führen ein Experiment durch, mit denen sie Aussagen über die Stärke eines Elektromagneten machen können.</li> <li>• veranschaulichen Magnetfelder mit Hilfe von Feldlinienbildern.</li> <li>• schließen aus den Feldlinienbildern auf die</li> </ul>

tung

**Fachlicher Kontext:  
Effiziente Energienutzung - eine wichtige  
Zukunftsaufgabe der Physik**

- Strom für zu Hause
- Das Blockheizkraftwerk
- Energiesparhaus
- Verkehrssysteme und Energieeinsatz

Energie eines Körpers durch mechanische Arbeit aufzeigen.

- erkennen, dass es nicht möglich ist, innere Energie vollständig in eine andere Energieform umzuwandeln (Energieentwertung).
- an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen.
- Temperaturdifferenzen als Voraussetzung für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.
- die durch den elektrischen Strom transportierte Energie formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.
- die elektromagnetische Induktion als Umwandlung von mechanischer Energie in elektrische Energie (Generator) beschreiben.
- die Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische Energie (Elektromotor) erläutern.
- Energieerhaltung als Grundprinzip des Energiekonzepts zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.
- die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z.B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.
- in Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport- und Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.
- beschreiben, dass die Energie die wir nutzen, aus sich erschöpfenden Energiequellen oder aus regenerativen Quellen genutzt werden kann.
- verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, Energieaufbereitung und Energienutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten.
- Energiegewinnung im Hinblick auf gesell-

Art und Form des Magneten.

- erkennen die Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter innerhalb eines Magnetfeldes.
- nutzen die Rechte – Hand – Regel zur Beschreibung der Krafrichtung.
- beschreiben den Aufbau eines Gleichstrommotors und erklären seine Wirkungsweise.
- charakterisieren den Elektromotor als Energiewandler.
- erstellen eine Tabelle mit Geräten die einen Elektromotor besitzen und erläutern die Funktion dieser Geräte.
- formulieren das Induktionsgesetz.
- messen die induzierte Spannung bei sich verändernden Parametern.
- wenden die Rechte – Hand – Regel (Ursache, Vermittlung, Wirkung) auf die elektromagnetische Induktion an.
- nutzen ihre erworbenen Kenntnisse um den Aufbau, die Wirkungsweise und die Energieumwandlung eines Wechselstromgenerators zu beschreiben.
- erklären die Wirkungsweise eines Induktionsherdes und recherchieren im Internet Vorteile bzw. Nachteile des Geräts im Vergleich zu herkömmlichen Herden.
- beschreiben die Vorgänge bei der so genannten „Nutzbremsung“ eines mit einem Elektromotor angetriebenen Schienenfahrzeugs.
- führen qualitative und quantitative Experimente zum Transformator durch (Planung, Durchführung, Messprotokoll, Auswertung, Verallgemeinerung).
- analysieren die Bedingungen bei denen mit einem Transformator eine große Wechselspannung bzw. ein großer Wechselstrom erzeugt werden können.
- beurteilen die Gefahren, die mit der Anwendung von Hochspannungs- bzw. Hochstromtransformatoren verbunden sind.
- beschreiben den Aufbau eines Stromver-

schaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren.

- die Notwendigkeit zum Energiesparen begründen und Möglichkeiten zur Energieeinsparung erläutern.

### **Basiskonzept „System“**

- erkennen, dass in einem abgeschlossenen System die Gesamtenergie erhalten bleibt.
- beschreiben, dass in einem abgeschlossenen System zwischen Körpern mit unterschiedlicher Temperatur Wärmeübertragung stattfindet und dass sich dabei die innere Energie dieser Körper verändert.
- die umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen.
- den Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen.
- erläutern, dass in Spulen innerhalb eines sich verändernden Magnetfeldes eine Spannung induziert wird.
- die Funktionsweise von Wärmekraftmaschinen, Generatoren und Motoren erklären.
- den Aufbau von Systemen (z.B. Kraftwerke, Energieversorgungssysteme) beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären.
- Energieflüsse in den o.g. Systemen beschreiben.
- Wärmekraftmaschinen, elektrische Geräte und Kraftwerke unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen, bewerten und ggf. Alternativen aufzeigen.

### **Basiskonzept „Wechselwirkung“**

- erkennen, dass auf stromführende Leiter und bewegte Ladungsträger in Magnetfeldern Kräfte wirken

bundnetzes.

- deuten über Proportionalitäten die elektrische Energie als Produkt aus Spannung, Stromstärke und Zeit sowie die elektrische Leistung als Produkt aus Spannung und Stromstärke.
- mathematisieren Sachprobleme zum Thema elektrische Energie und Leistung, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese an.
- vergleichen tabellarisch verschiedene elektrische Leistungen in der Technik.
- erläutern Angaben auf Typenschildern bei elektrischen Geräten.
- stellen Zusammenhänge zwischen elektrischer Leistung und dem Widerstand im Stromkreis (Reihenschaltung, Parallelschaltung) her.
- ermitteln die Kosten bei der Nutzung elektrischer Energie und zeigen Möglichkeiten der Energieeinsparung auf.
- beschreiben die innere Energie eines Körpers über den Wärmebegriff.
- verknüpfen die innere Energie mit der mechanischen Arbeit.
- nennen Methoden mit denen es unseren Vorfahren gelang ein Feuer zu entzünden.
- zeigen anhand einer Luftpumpe, dass das Zusammendrücken der Luft zu einer Erhöhung der Lufttemperatur führt.
- benennen die Möglichkeit mit Hilfe der inneren Energie von Gasen Arbeit zu verrichten.
- beschreiben den Aufbau von Wärmekraftmaschinen, ziehen eine Energiebilanz und zeigen, dass es unmöglich ist, innere Energie vollständig in andere Energieformen umzuwandeln (Energieentwertung).
- nutzen den Begriff des Wirkungsgrades um die Effizienz einer Maschine aufzuzeigen.
- ermitteln experimentell die Abhängigkeit der abgegebenen bzw. aufgenommenen Wärme von der Masse des Körpers und dem Temperaturunterschied.
- dokumentieren ihre Ergebnisse in Form von

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die elektromagnetische Induktion mit sich verändernden Magnetfeldern beschreiben</li> <li>• den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stroms erklären.</li> <li>• den Aufbau von Generator und Transformator beschreiben und ihre Funktionsweisen mit der elektromagnetischen Induktion erklären.</li> </ul>	<p>Diagrammen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die benötigte Konstante als Stoffeigenschaft (spezifische Wärmekapazität).</li> <li>• erläutern die Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität des Wassers für Vorgänge in der Natur (Wasser als Wärmespeicher).</li> <li>• entwickeln ein Projekt zur Energieeinsparung im Haushalt (Energiesparhaus) und dokumentieren bzw. präsentieren ihre Ergebnisse.</li> <li>• beschreiben die Wirkungsweise von Kraftwerken auf der Basis fossiler Brennstoffe und bewerten ihre Auswirkungen auf die Umwelt.</li> <li>• zeigen umweltschonende Methoden der Energiegewinnung auf (Sonne, Wind, Wasser, Wärmepumpen).</li> <li>• veranschaulichen am Beispiel eines Blockheizkraftwerks Energieumwandlungsprozesse.</li> <li>• vergleichen die Umweltbelastung durch verschiedene Verkehrssysteme bzw. durch verschiedene Antriebsmöglichkeiten (Motor der Zukunft).</li> </ul>
--	---	--

<b>Inhaltsfelder/Fachlicher Kontext</b>	<b>Konzeptbezogene Kompetenzen Basiskonzepte</b>	<b>Prozessbezogene Kompetenzen</b>
<p><b>9.3 Radioaktivität und Kernenergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Atome</li> <li>• Ionisierende Strahlung (Arten, Reichweiten, Zerfallsreihen, Halbwertszeit)</li> <li>• Strahlennutzen, Strahlenschäden und Strahlenschutz</li> <li>• Kernspaltung</li> <li>• Nutzen und Risiken der Kernenergie</li> </ul> <p><b>Fachlicher Kontext: Radioaktivität und Kernenergie - Grundla-</b></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <p><b>Basiskonzept „Energie“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Energie ionisierender Strahlen beschreiben.</li> <li>• die Umwandlung der Energie der Elektronen in innere Energie verdeutlichen.</li> <li>• den Energiefluss und die Energieentwertung bei Kernkraftwerken (Wasserdampf, elektrischer Strom, Wärmeabgabe an die Umgebung) aufzeigen.</li> <li>• die Energiebilanz bei Kernspaltung und Kernfusion erläutern.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Rutherford'schen Streuversuch und deuten die Ergebnisse des Versuchs.</li> <li>• charakterisieren den Aufbau von Atomen mit dem Bohrschen Atommodell.</li> <li>• analysieren Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede zwischen den Atomen und systematisieren den Vergleich.</li> <li>• gewinnen Informationen über den Aufbau eines Atoms anhand der Massen- und Kernladungszahlen.</li> </ul>

## gen, Anwendungen und Verantwortung

- Nutzen und Gefahren der Radioaktivität und Kernenergie
- Strahlendiagnostik und Strahlentherapie
- Kernkraftwerke und Fusionsreaktoren

- die Gewinnung von Kernenergie unter wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten mit anderen Energiegewinnungssystemen vergleichen und hinsichtlich der Vor- bzw. Nachteile bewerten.

### Basiskonzept „Struktur der Materie“

- die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung mit Hilfe eines angemessenen Atommodells beschreiben.
- Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen.
- Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion und die damit verbundene Freisetzung von Energie auf atomarer Ebene erläutern.
- Zerfallsreihen mit Hilfe der Nuklidkarte identifizieren.
- Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten.

### Basiskonzept „System“

- Kernphysikalische Systeme also Geräte für die Bestrahlung bzw. Durchstrahlung von Körpern, Kernkraftwerke, Fusionsreaktoren und Atomwaffen beschreiben
- erkennen, dass Moderatoren und Regelstäbe wichtige Elemente zur Steuerung einer Kettenreaktion sind.

### Basiskonzept „Wechselwirkung“

- experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben.
- die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie charakterisieren.
- mögliche medizinische Anwendungen erklären.
- Regeln für den Strahlenschutz kennen.

- stellen in einer Tabelle die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen unter der Annahme neutraler Atome zusammen.
- erklären mit den gewonnenen Informationen den Aufbau eines Eisenatoms.
- entnehmen einer Nuklidkarte die Isotope von Helium und Kohlenstoff.
- beschreiben den Neutronennachweis (Chadwick 1932) und stellen für diesen Prozess eine Reaktionsgleichung auf.
- beschreiben die Wirkungsweise eines Geiger – Müller – Zählrohrs.
- erstellen eine Übersicht über die wichtigsten Eigenschaften von ionisierender Strahlung und vergleichen sie.
- formulieren Kernumwandlungsprozesse und benennen die physikalischen Größen, die bei einer solchen Kernumwandlung erhalten bleiben.
- beschreiben den zeitlichen Verlauf des radioaktiven Zerfalls.
- stellen die Messwerte für den Zerfall von Barium-137 graphisch dar und ermitteln die Halbwertszeit.
- ermitteln anhand eines Funktionsgraphen die Halbwertszeit eines Radonnuklids.
- bestimmen durch Mathematisierung die Zeit, in der sich bei einer beliebigen Menge Radon-226 ein Viertel aller Radonkerne umgewandelt hat.
- stellen den Zusammenhang zwischen Halbwertszeit und dem Zerfall von Bierschaum her.
- interpretieren ein Diagramm zur Abschirmung von Gammastrahlen durch Bleiplatten unterschiedlicher Dicke.
- ermitteln die benötigte Dicke einer Bleiplatte, wenn damit X% der Strahlung absorbiert werden sollen.
- planen ein Experiment zur Ablenkung ionisierender Strahlung durch 2 elektrisch geladene Platten und reflektieren die Ergebnisse des Experiments.

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• wählen Daten aus einer Nuklidkarte, ordnen sie in den physikalischen Kontext ein und beschreiben mit Hilfe der Nuklidkarte den Zerfall von Radon-220.</li><li>• beurteilen das Alter einer Mumie mit Hilfe der C-14 Methode.</li><li>• erklären anhand eines Textes den physikalischen Begriff der Nullrate.</li><li>• begründen mit Hilfe des Nulleffekts, warum die Messung einer Zählrate unterschiedliche Werte ergeben können und ermitteln die durchschnittliche Zählrate.</li><li>• vergleichen Energiedosis und Äquivalenzdosis.</li><li>• analysieren die Wirkung ionisierender Strahlung auf Materie und bewerten die biologische Wirksamkeit von Strahlung.</li><li>• erklären medizinische Anwendungen ionisierender Strahlung.</li><li>• recherchieren die Eigenschaften einer Röntgenröhre.</li><li>• beschreiben mit eigenen Worten die Vorgänge in einer Röntgenröhre.</li><li>• erläutern die Aussage: Röntgenstrahlen umfassen einen Energiebereich von ca. 10keV bis mehr als 1MeV.</li><li>• dokumentieren die Energietransportkette bei einer Röntgenröhre.</li><li>• diskutieren und bewerten die Vorschriften des Strahlenschutzes.</li><li>• bewerten die Aussage: Eine Röntgenuntersuchung unter ärztlicher Kontrolle ist prinzipiell ungefährlich.</li><li>• vergleichen das Bestrahlungs-, Durchstrahlungs- und Markierungsverfahren und nennen Anwendungen.</li><li>• formulieren Fragen an einen Arzt bezüglich der Untersuchung mit radioaktiven Präparaten.</li><li>• erläutern den Begriff der Kettenreaktion (ungesteuert, gesteuert).</li><li>• veranschaulichen die Prozesse der Energie-</li></ul> |
|--|--|--|

		<p>gewinnung aus Kernenergie.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• erstellen eine Diskussionsplattform zum Thema „Schaden und Nutzen der Kernenergie“.</li><li>• informieren sich im Internet über Julius Robert Oppenheimer und diskutieren die Frage: „Darf der Mensch forschen, wenn man mit den Ergebnissen der Forschungen anderen Menschen Schaden zufügen kann?“.</li><li>• informieren sich über die Fakten zur Reaktor-katastrophe in Tschernobyl 1986 und stellen die Gefahren von radioaktivem Niederschlag am Beispiel des Jods (Schilddrüse) dar.</li><li>• interpretieren eine Radonkarte der Bodenluft für NRW und vergleichen sie mit anderen Bundesländern (Internet).</li><li>• bewerten die Strahlenbelastung für Flugzeugpassagiere.</li><li>• erkennen die Strahlenbelastung eines Menschen durch Kalium-40 und nehmen Stellung zur Aussage: Es ist sehr sinnvoll, sich besonders kaliumarm zu ernähren.</li></ul> <p>legen eine Präsentation über die Lebensumstände und die Leistungen von Marie Curie an.</p>
--	--	--

# Vorläufiger Lehrplan Physik

## Einführungsphase

Inhalte		Wochen
<b>Geradlinige Bewegungen und Kräfte</b>	Das Trägheitsgesetz Kräftegleichgewicht Kraftmessung – Kraftvektoren Gleichförmige Bewegungen Bewegungen im Schaubild Die Momentangeschwindigkeit Beschleunigte Bewegungen Die Grundgleichung der Mechanik Actio und Reactio Reibung	11
<b>Fall- und Wurfbewegungen</b>	Der freie Fall Fall und Luftwiderstand Geschichte der Bewegungslehre Rechenmodelle für Bewegungen mit Luftwiderstand Bewegungen in verschiedenen Bezugssystemen Waagerechter Wurf	5
<b>Erhaltungssätze</b>	Energieerhaltung; Energieumwandlung Messen und Berechnen von Energie Arbeit: Energie überschreitet die Systemgrenzen Leistung Impulserhaltung Stöße werden berechenbar Der Schwerpunkt ist Zentrum des Geschehens Kräfte ändern den Impuls	11
<b>Kreisbewegungen</b>	Beschreibung der Kreisbewegung Zentripetalkraft Physik und Verkehr Physik auf dem Volksfest	4
<b>Gravitation und Planetenbewegung</b>	In drei Schritten zum Gravitationsgesetz Die Kepler – Gesetze Die Macht des Computers Potenzielle Energien im Gravitationsfeld	4
<b>Mechanische Schwingungen</b>	Beschreibung von Schwingungen Das Federpendeln – ein harmonischer Schwinger	2

# Vorläufiger Lehrplan Physik

## Qualifikationsphase

*Unterrichtsinhalte, die nur im Leistungskurs behandelt werden, sind kursiv gedruckt*

### Teil I: Elektrodynamik (Q1)

#### Unterrichtseinheit 1: Ladungen und elektrische Felder

- Unterscheidung zwischen dem physikalischen System Feld und Feldstärke bzw. Flussdichte
- Elektrische Feldstärke
- Gravitationsfeldstärke
- Analogiebetrachtungen zwischen elektrischem und Gravitationsfeld
- Visualisierung von Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien)
- Potenzial und Spannung im elektrischen Feld
- Quantitativer Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen Feld
- Kondensator, Kapazität,
- Auf- und Entladung
- Materie im elektrischen Feld,  $\epsilon_r$
- Elektrisches und Gravitationsfeld als Energiespeicher
- Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld
- Quantisierung der elektrischen Ladung

#### Unterrichtseinheit 2: Magnetisches Feld, elektromagnetische Induktion

- Unterscheidung zwischen dem physikalischen System Feld und Feldstärke bzw. Flussdichte
- Magnetische Feldkonstante
- Magnetische Flussdichte
- Materie im Magnetfeld,  $\mu_r$
- Lorentzkraft, Betrag und Richtung
- Magnetisches Feld als Energiespeicher
- Visualisierung von Feldstärkeverteilungen (auch Feldlinien)
- Analogiebetrachtungen zwischen elektrischem magnetischem und Gravitationsfeld
- Bewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld

- Kräftegleichgewicht zwischen elektrischer und magnetischer Kraft
- Magnetischer Fluss
- Induktion, Induktionsgesetz
- Magnetisches Feld und magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule
- Induktivität
- Einschalt- und Ausschaltvorgang
- *Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen, Generatorprinzip*

### Unterrichtseinheit 3: Rund um die Maxwell'schen Gleichungen

- *Positive Ladung als Quelle und negative Ladung als Senke des E-Feldes*
- *Quellenfreiheit des magnetischen B-Feldes*
- *Ein sich veränderndes B-Feld erzeugt ein E-Feld (Induktion)*
- *Ein elektrischer Strom bzw. ein sich veränderndes E-Feld erzeugt ein B-Feld*
- *Phänomen des Energietransportes durch elektromagnetische Felder*
- *Grundlegendes Prinzip eines Transformators*
- *Informationstechnologie und elektronische Schaltungen*

## Teil II: Schwingungen und Wellen (Q1)

### Unterrichtseinheit 4: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen

- Beispiele für mechanische und elektromagnetische Schwingungen
- Frequenz, Periodendauer & Amplitude
- Analogie der Größen und Bauteile bei mechanischen Schwingungen und elektromagnetischen Schwingungen
- *Energiebilanz in schwingenden Systemen*
- Elektromagnetischer Schwingkreis
- Herleitung & Lösung der entsprechenden Differenzialgleichung für harmonische Schwingungen
- Einbeziehung der Dämpfung

### Unterrichtseinheit 5: Mechanische und elektromagnetische Schwingungen

- Mechanische Wellen als Phänomen
- Eigenschaften von Wellen
- Lineare harmonische Querwelle
- *„Herleitung“ & Lösung der Differentialgleichung für harmonische Wellen*
- Elektromagnetische Wellen als Phänomen

- Hertzscher Dipol
- Ausbreitungsgeschwindigkeit mechanischer und elektromechanischer Wellen
- Analogie mechanischer und elektromagnetischer Wellen, insbesondere Vergleich von Schall und Licht
- Reflexion
- Brechung
- Beugung
- *Polarisation*

### Unterrichtseinheit 6: Interferenz von Wellen

- Überlagerung von Wellen
- Interferenz
- Stehende Welle
- *Eigenschwingung*
- Einzelspalt, Doppelspalt, Mehrfachspalt, Gitter
- Wahrnehmung von Helligkeit, Messung von Intensitätsverteilungen

### Unterrichtseinheit 7: Thermodynamik (Q1)

- *1. Hauptsatz der Thermodynamik*
- *Entropie & 2. Hauptsatz der Thermodynamik*
- *Dissipative Strukturen*

### Teil III: Quantenphysik und Struktur der Materie (Q2)

#### Unterrichtseinheit 8: Relativitätstheorie

- *Folgerungen aus der speziellen Relativitätstheorie*
  1. *Energie-Masse-Äquivalenz*
  2. *Längenkontraktion*
  3. *Zeitdilatation*
  4. *Gleichzeitigkeit & Kausalität*

#### Unterrichtseinheit 9: Grundlagen der Quantenphysik

### Quantenobjekte:

- Interferenzfähigkeit (Superposition der Möglichkeiten)
- Komplementarität (Ort-Impuls-Unbestimmtheit und Welcher-Weg-Information)
- Stochastisches Verhalten
- Verhalten beim Messprozess (Präparation von Quantenobjekten, Determiniertheit der Wellenfunktion, Kollaps der Wellenfunktion)
- Nichtlokalität, insbesondere Verschränktheit
- Erkenntnistheoretische Aspekte (Kausalität)
- Zusammenhang Energie-Frequenz
- Planck'sches Wirkungsquantum
- Zusammenhang Impuls-Wellenlänge
- Fotoeffekt

### Unterrichtseinheit 10: Vertiefung der Quantenphysik: Atomphysik

- Linearer Potenzialtopf
- Atomhülle und Energiequantisierung
- Linienspektren
- *Röntgenstrahlung*
- *Grundlegende Gedanken der Schrödingergleichung und ihre Bedeutung für die Atomphysik*

### Unterrichtseinheit 11: Kernphysik

- Strahlungsarten
- Nachweismethoden
- Zerfallsprozesse
- Zerfallsgesetz
- Methoden der Altersbestimmung
- *Absorptionsgesetz*
- Kernspaltung & Kernfusion
- Gefahren radioaktiver Strahlung