



Deutsch-Luxemburgisches
SCHENGEN-LYZEUM

Lehrplan

PHYSIK

KLASSENSTUFE: 9

Vorwort

Der Lehrplan des Fachs Physik am Schengen-Lyzeum muss verschiedenen Aspekten Rechnung tragen. Als weiterführende Schule, die alle Abschlüsse einschließlich des Abiturs in acht Jahren anbietet, müssen am Lyzeum **alle Themen des gymnasialen G8-Lehrplans des Fachs Physik** angemessene Berücksichtigung finden. In der Klassenstufe 9 wird Physik erstmals als eigenständiges Fach unterrichtet.

Gleichzeitig findet erstmals eine **äußere Differenzierung in drei Niveaus** (A-Kurs, E-Kurs und G-Kurs) statt. Ein problemloser Wechsel zum Halbjahr und zum Jahresende soll zwischen den Kursen möglich sein. Dies wird erreicht, indem die Lerninhalte der drei verschiedenen Kurse thematisch völlig identisch sind. Die Differenzierung findet hier durch eine unterschiedlich tiefgehende Behandlung des Unterrichtsstoffes und durch Wahl geeigneter Übungsaufgaben statt. Um einen Wechsel zum Halbjahr zu ermöglichen, muss die Reihenfolge des Lehrplans unbedingt eingehalten werden. Entsprechendes gilt für den Wechsel zwischen G- und E-Kurs.

Die Stundenzahl in der Klassenstufe 9 entspricht der **Stundenzahl eines sprachlichen Zweiges eines Gymnasiums**. Des Weiteren wurden alle verbindlichen Inhalte, die in den gymnasialen Lehrplänen der Klassenstufe 7 und 8 gefordert werden, ebenfalls in den Lehrplänen des Fachs Naturwissenschaften verbindlich gefordert. Die Lernvoraussetzungen zur Durchnahme der verbindlichen Lerninhalte des gymnasialen Lehrplans Physik sind somit erfüllt. Der Lehrplan richtet sich dementsprechend nach dem G8-Lehrplan eines Gymnasiums im sprachlichen Zweig. Die verbindlichen Inhalte des Lehrplans für den mittleren Bildungsabschluss sind vollständig abgedeckt.

Ein wichtiges Ziel des Physikunterrichts ist der Erwerb experimenteller Fertigkeiten. Diese werden bei der **Durchführung von Schülerexperimenten in kleinen Gruppen** am besten erlernt. Hier werden die Schüler nicht nur durch einen Methodenwechsel aktiviert, sondern die Vorgehensweise kommt auch dem natürlichen Drang nach Eigenständigkeit entgegen. Am Schengen-Lyzeum liegt ein großer Teil der in diesem Lehrplan geforderten Experimente als Schülerexperimente in Klassenstärke vor. Nach Schaffung der Lernvoraussetzungen sollen daher möglichst viele Themen durch Schülerexperimente erarbeitet werden.

Themenfelder Klassenstufe 9

Die verbindlichen Inhalte decken 60 Einzelstunden der Jahresstundenzahl ab.

Themenfeld Klassenstufe 9	Zeitvorschlag (60 Einzelstunden)
Optische Abbildungen und Farben	12 Stunden
Gesetze des elektrischen Stromkreises	24 Stunden
Elektromagnetische Wechselwirkung	15 Stunden
Energieströme	9 Stunden

Aufbau des Lehrplans

Der **Zeitplan** des Lehrplans ist auf **60 Einzelstunden (45 min)** angelegt. Diese stellen ein Minimum an Stunden dar, die mit den vorgegebenen Themen abgedeckt werden müssen. Die angegebenen Themen können also alle ohne Zeitdruck und Abstriche behandelt werden, da ein Spielraum bereits eingeplant ist und die effektive Gesamtzahl an Unterrichtsstunden pro Jahr nicht ausgelastet ist. Auf fakultative Themen wurde bewusst verzichtet.

Der Lehrplan gliedert sich in vier große Themenfelder, die jeweils in mehrere Unterthemen eingeteilt sind. Die Themenfelder sind so aufgebaut, dass nach einem didaktischen Vorwort, welches einen Überblick über das Thema gibt, eine Aufteilung in **verbindliche Inhalte** sowie in **methodische Vorschläge und fachliche Hinweise** folgt.

Unter den **verbindlichen Inhalten** werden **Sachkompetenzen** und **prozessbezogene Kompetenzen** aufgelistet, die von den Regelstandards abgeleitet sind. Der Lehrplan formuliert verbindliche Inhalte und Kompetenzen für alle Schülerinnen und Schüler und in kursiver Schrift jeweils Ergänzungen für den Erweiterungskurs (E-Kurs). Sind diese zusätzlich mit einem „A“ (A-Kurs) gekennzeichnet, liegt ein gymnasiales Anspruchsniveau zugrunde.

Mithilfe von Evaluationsprüfungen und Vergleichsarbeiten kann bei Bedarf überprüft werden, in welchem Ausmaß sich die Schüler¹ einer Klasse bzw. Jahrgangsstufe die entsprechenden Kompetenzen tatsächlich aneignen konnten.

Unter der Spalte **methodische Vorschläge und fachliche Hinweise** findet man Unterrichtseinstiegsmöglichkeiten, historische Versuche, bekannte Naturwissenschaftler, Ideen für Praktikumsarbeiten, Definitionsvorschläge, Hinweise über die Tiefe der Sachinhalte, didaktische Hinweise, Bezüge zur Lebenswelt der Schüler, Experimente, schulinternes Material, Modelle etc., welche nicht verbindlich sind, aber zur methodischen Umsetzung der Lerninhalte herangezogen werden können.

Im Sinne des **Spiralcurriculums** wird der Unterrichtsstoff nicht linear angeordnet, sondern in Form einer Spirale, so dass einzelne Themen im Laufe der Klassenstufen mehrmals auf jeweils höherem Leistungsniveau und in differenzierterer Form wiederkehren. Aus diesem Grund muss die vorgegebene Reihenfolge der Themenfelder eingehalten werden.

Am Ende jedes Themenfeldes folgen unter **fachliche Ergänzungen** Informationen über Differenzierungsmöglichkeiten, Medieneinsatz, Projekte, außerschulische Lernorte, fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge, berufsorientierende Aspekte und Vorschläge für französische Alltagsbegriffe.

Im Anhang befindet sich eine Übersicht über das Kompetenzmodell, welches in **Sachkompetenzen** (Fachwissen kennen und anwenden können) und **prozessbezogene Kompetenzen** (fachspezifische und fächerübergreifende Methoden anwenden können) eingeteilt wird.

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird im Lehrplan der Begriff „Schüler“ geschlechtsneutral für Schülerinnen und Schüler verwendet.

Themenfeld 1: Optische Abbildungen und Farben

Didaktisches Vorwort

Zeitvorschlag: 12 Stunden

Das erste Themenfeld „Optische Abbildungen und Farben“ erweitert die bereits erlernten Grundlagen der Optik durch die Phänomene der Reflexion, der Brechung, der Totalreflexion und der Spektralzerlegung. Das bekannte Strahlenmodell des Lichtes wird um quantitativ beschreibende Größen wie z. B. die Brennweite ergänzt, sodass konstruktive Vorhersagen getroffen werden können. Dabei sollen im A-Kurs Herleitungen zur Abbildungsgleichung- und Linsengleichung durchgeführt und im G-Kurs Phänomene rein qualitativ betrachtet werden. Im ersten Teil wird das Strahlenmodell dazu genutzt die Phänomene der Reflexion, Totalreflexion und Brechung zu erklären. Dabei sollen Schülerexperimente durchgeführt werden, um die theoretischen Inhalte experimentell miteinander zu verknüpfen. Im weiteren Teil des Kapitels werden optische Linsen miteinander verglichen und die Strahlengänge an einer Sammell- und Zerstreuungslinse näher untersucht. Die Konstruktionen der Strahlengänge sollten zunächst mit „Papier und Bleistift“ erfolgen, gerade weil der Aufwand an Zeit und Sorgfalt die Qualität der Ergebnisse bestimmt. Das menschliche Auge wird als Sinnesorgan im Fach Biologie ausführlich besprochen, weshalb die Kenntnis der Abbildung durch Linsen dort vorausgesetzt wird. Im Fach Physik sollen die Schüler den Sehvorgang physikalisch erlernen und Korrekturen von Fehlsichtigkeit durch Sammell- oder Zerstreuungslinsen untersuchen. Das Kapitel schließt mit der Betrachtung der Spektralfarben ab. Die Schüler sollen dabei erkennen, dass es außerhalb des sichtbaren Lichtes noch andere Strahlungen gibt und Risiken und Anwendungen der Infrarot- und UV-Strahlung recherchieren.

Inhalte und Kompetenzerwartungen

Methodische Vorschläge und fachliche Hinweise

Reflexion und Brechung

Sachkompetenzen

Die Schüler

- geben das Reflexionsgesetz wieder.
- erläutern die wesentlichen Bestandteile des geometrischen Modells der Lichtreflexion mit einfallendem Lichtstrahl, Einfallslot, Einfallswinkel, reflektiertem Strahl und Reflexionswinkel.
- nennen Eigenschaften von Spiegelbildern.
- zeichnen Lot, Einfallsstrahl, reflektierter Strahl, Einfalls- und Reflexionswinkel zur Konstruktion der Reflexion am Spiegel korrekt ein und benennen diese.
- bezeichnen die Richtungsänderung eines Lichtstrahls an der Grenzfläche beim Übergang in ein anderes Material als Brechung.
- erläutern die wesentlichen Bestandteile des geometrischen Modells der Lichtbrechung mit einfallendem Lichtstrahl, Einfallslot, Einfallswinkel, gebrochenem Lichtstrahl und Brechungswinkel.
- erklären Alltagsphänomene mit Hilfe des Modells der Lichtreflexion und mit Hilfe des Modells der Lichtbrechung.
- erläutern das Phänomen der Totalreflexion.

Wiederholung: Licht und Sehen

Optische Phänomene der Reflexion: z. B. Wasserspiegelung

Versuch: Brennende Kerze im Wasser

Optische Phänomene der Brechung: z. B. Verkürzte Beine im Schwimmbad, abgeknickter Löffel im Wasserglas, abgeknickte Pflanzen im See, Fischefangen

Z. B. Lichtleiter, Fata Morgana, Gastroskop

Scheinbare Abplattung der tiefstehenden Sonne, scheinbarer und wirklicher Standort eines Gestirns

<p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>leiten das Reflexionsgesetz mit Hilfe eines Experimentes her.</i> • <i>schließen aus entsprechenden Versuchen auf die Eigenschaften von Spiegelbildern und konstruieren mit Hilfe des Strahlenmodells die Bildentstehung an einem ebenen Spiegel.</i> • wenden das Reflexionsgesetz zeichnerisch bei Aufgaben an. • führen Experimente zur Lichtbrechung durch. • planen ein Experiment zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Einfallswinkel und Brechungswinkel, führen dieses durch und werten ihre Ergebnisse in Form eines Brechungsdiagramms aus. • folgern aus einem Experiment die Umkehrbarkeit des Lichtweges. • ordnen mit Hilfe eines Brechungsdiagramms Einfallswinkel und Brechungswinkel einander zu. • <i>konstruieren den Strahlengang durch ein Prisma und eine planparallele Platte.</i> • recherchieren Anwendungen der Totalreflexion. 	<p>Experimentierkästen zur Reflexion und Brechung in der Sammlung vorhanden Schülerübung: Betrachtung eines Bleistiftes und Anvisieren einer Münze im wassergefüllten Becherglas</p> <p>Kein Snelliussches Brechungsgesetz</p> <p>Lichtleitung in Pflanzen, Lichtleiter in Technik und Medizin</p>
<p>Abbildungen durch Linsen</p> <p>Sachkompetenzen</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben ihre Erfahrungen mit optischen Linsen (z. B. Brille, Lupe, Fotoapparat). • nennen verschiedene Linsenformen. • unterscheiden Sammell- und Zerstreuungslinsen hinsichtlich ihrer Bauform. • erklären den Strahlengang an Linsen mit Hilfe der Brechung. • beschreiben die unterschiedliche Wirkung verschiedener Linsen auf parallel einfallende Lichtstrahlen. • <i>erklären die Bildentstehung durch Zeichnen typischer Strahlen und unterscheiden dabei reelle und virtuelle Bilder.</i> • erklären die wesentlichen Bestandteile des geometrischen Modells einer Abbildungssituation mit optischer Achse, Linsenebene, Brennpunkt F, Brennweite f, Gegenstandsweite g, Gegenstandsgröße G, Bildweite b, Bildgröße B. • nennen Parallelstrahl, Mittelpunktstrahl und Brennstrahl als ausgezeichnete Strahlen und erläutern ihren Verlauf beim Durchgang durch eine Linse. 	<p>Mindmap zum Thema optische Linsen</p> <p>Betrachtung dünner Linsen</p> <p>Modellhaftoptik, Magnettafel</p> <p>Laser mit Strahlengang</p>

<ul style="list-style-type: none"> • geben die Abbildungsgleichung $G/B = g/b$ an. <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestimmen experimentell Brennpunkte und Brennweite verschiedener Sammellinsen. • zeichnen den Strahlengang an Sammel- und Zerstreuungslinsen für parallel einfallende Lichtstrahlen. • führen einfache Experimente zur Bildentstehung an Sammellinsen durch. • <i>konstruieren mit Hilfe ausgezeichneter Strahlen reelle und virtuelle Bilder an Sammellinsen.</i> • <i>leiten experimentell die Abbildungsgleichung her.</i> • <i>stellen die Abbildungsgleichung nach den gesuchten Größen um und führen Rechenaufgaben dazu durch.</i> • <i>A: leiten die Linsengleichung $1/f = 1/g + 1/b$ her und bestätigen diese anhand von Strahlenkonstruktionen.</i> • <i>A: erklären mit Hilfe des geometrischen Modells, unter welchen Bedingungen eine Sammellinse von einem Gegenstand ein reelles Bild, kein Bild oder ein virtuelles Bild erzeugt.</i> • <i>A: erklären mit Hilfe des geometrischen Modells, unter welchen Bedingungen eine Sammellinse von einem Gegenstand ein vergrößertes Bild, ein Bild in Originalgröße oder ein verkleinertes Bild erzeugt.</i> 	<p>Schülerexperimentierkisten zu Optik</p> <p>Herleitung auch über Ähnlichkeit von Dreiecken möglich</p> <p>Ähnlichkeit von Dreiecken oder experimentelle Herleitung</p>
<p>Augenmodell und Geräte zur Vergrößerung</p> <p>Sachkompetenzen</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben anhand eines Modells den Bau und die Funktionsweise des menschlichen Auges. • stellen durch geeignete Experimente und an Hand optischer Täuschungen die Bedeutung des Gehirns beim Sehvorgang heraus. • beschreiben Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit und Korrekturmöglichkeiten durch geeignete Brillen. • erklären die Ursachen der Fehlsichtigkeit. • erläutern die Grenzen der Vergrößerung durch Annäherung an ein Objekt. • nennen Lupe, Fernrohr und Mikroskop als Vergrößerungsgeräte. • <i>A: beschreiben den Aufbau und erklären die Funktionsweise des Mikroskops.</i> <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p>	<p>Vereinfachung des Augenmodells, ausführliche Betrachtung des Auges in Biologie, hier steht physikalischer Bezug zur Optik im Vordergrund. Optisches System des Auges und optischer Teil des Sehvorgangs</p> <p>Akkommodation des Auges</p> <p>Eigene Erfahrungen der Schüler, Brillenpass</p> <p>Einheit Dioptrien</p> <p>Schülerexperimente: Selbstversuche zur Hell-Dunkel-Adaption, zum Schwarz-Weiß- und</p>

<ul style="list-style-type: none"> • <i>A: erklären die Wirkungsweise von Brillen durch Zeichnen von Strahlengängen.</i> • <i>untersuchen die vergrößerte Wirkung einer Lupe in Abhängigkeit von der Gegenstandsweite und vom eigenen Standpunkt und schätzen die Vergrößerung.</i> 	Farbsehen, zur Ermittlung des Nahpunktes und der deutlichen Sehweite, zur Existenz des blinden Flecks.
<p>Spektralfarben</p> <p>Sachkompetenzen</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bezeichnen die bei der Zerlegung von Licht auftretenden Farben als Spektralfarben und ihre Gesamtheit als Spektrum. • bezeichnen die unsichtbare Strahlung, die sich im Spektrum an das rote bzw. violette Licht anschließt als Infrarot-Strahlung (IR-Strahlung) bzw. Ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung). • geben Wirkungen von IR-Strahlung und UV-Strahlung an. <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beobachten die Zerlegung des weißen Lichts am Prisma. • <i>beobachten den Nachweis der IR- und der UV-Strahlung.</i> • recherchieren Anwendungen und Phänomene im Zusammenhang mit IR- und UV-Strahlung. 	<p>Newton'sche Farbversuche</p> <p>Laserlicht wird nicht mehr zerlegt</p> <p>UV-Lampe</p> <p>Wärmebildkamera Wärmestrahler</p> <p>Infrarotkabine</p> <p>Modellversuch zum Regenbogen: Wassergefüllte Glaskugel als „Wassertropfen“ im Parallellichtbündel der Halogenlampe.</p> <p>Anwendung: Temperatursensoren der Haut, IR-Fotografie, IR-Detektoren, Wärmebildkamera (Isolierung von Häusern, Feuerwehr, Sichtbarmachung von exorzierten Prozessen)</p>
Fachliche Ergänzungen	
<p>Medieneinsatz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • http://www.leifiphysik.de • https://www.zum.de • www.planet-schule.de (die Eislupe Film) <p>Projekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glasfaserkabel in der Datenübertragung • Klassisches Fotografieren • Himmelsbeobachtungen mit und ohne optische Geräte • Optische Täuschungen (z. B. Fata Morgana) • Hautschäden durch UV-Licht <p>Außerschulische Lernorte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamiken Primasens • Planetarien • Weinlese • Besuch eines Optikers <p>Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge:</p> <p>Biologie: Augen im Tierreich, Lupe und Mikroskop als Arbeitsmaterial Mathematik: Konstruktionen mit und ohne dynamische Geometrie-Software Gesellschaftswissenschaften: Bewegung der Fixsterne, Planeten am Himmel Bildende Kunst: Farbkreis</p> <p>Berufsorientierende Aspekte: Optiker</p> <p>Vorschläge für französische Basisbegriffe: <i>réfraction</i> (Lichtbrechung), <i>réflexion de la lumière</i> (Lichtreflexion), <i>lentilles optiques</i> (Optische Linsen), <i>foyer</i> (Brennpunkt)</p>	

Themenfeld 2: Gesetze des elektrischen Stromkreises

Didaktisches Vorwort

Zeitvorschlag: 24 Stunden

Das Themenfeld 2 „Gesetze des elektrischen Stromes“ wird eingeleitet mit der Einführung der elektrischen Ladung, da diese die grundlegende Eigenschaft jedes Körpers ist, der an der elektromagnetischen Wechselwirkung teilhat. Die Einheit der Ladung 1 C als Vielfaches der Elementarladung kann als vorläufig angesehen werden, die Anbindung an die SI-Basiseinheit 1 A wird zweckmäßig erst bei deren Einführung diskutiert. Eine Ausbildung eines tragfähigen Atommodells, das zusammen mit der Coulomb-Kraft die Erklärung vieler physikalischer Sachverhalte ermöglicht, stellt ein Schwerpunkt dar, sodass die Schüler zwischen der makroskopischen Ebene der Phänomene und der atomistischen Deutung unterscheiden lernen. Aufbauend auf die Klassenstufen 7 und 8 werden die Formeln für die Stromstärke, die Spannung und die elektrische Arbeit in gleicher Art und Weise angegeben. Die elektrische Energie wird äquivalent zu den mechanischen Energieformen in Klassenstufe 8 als Speicherform der elektrischen Arbeit behandelt.

In diesem Themenfeld ist besonders darauf zu achten, dass Alltagsformulierungen wie „Energieverbrauch“ und die korrekte Fachsprache gegenübergestellt werden und den Schülern bewusst wird, dass das Verwenden der Fachsprache notwendig ist.

Aufbauend auf die Klassenstufe 7 wird die Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen um die Formeln der Ersatzwiderstände erweitert und vertieft.

Inhalte und Kompetenzerwartungen

Methodische Vorschläge und fachliche Hinweise

Elektrische Ladung und elektrischer Strom

Sachkompetenzen:

Die Schüler

- unterscheiden zwischen positiver und negativer Ladung und Neutralität.
- *bezeichnen die zwischen ruhenden elektrischen Ladungen auftretende Kraft als Coulomb-Kraft F_C .*
- erläutern die wesentlichen Bestandteile eines Atommodells mit positivem Atomkern und einer Atomhülle aus negativen Elektronen mit Bindung an den Kern.
- bezeichnen die elektrische Ladung eines Elektrons als Elementarladung e .
- formulieren das Gesetz der Ladungserhaltung: Bei allen physikalischen Vorgängen ist die Summe der beteiligten Ladungen konstant.
- definieren die physikalische Größe Ladung Q als Vielfaches der Elementarladung und geben ihre Einheit an:

$$Q = n \cdot e \quad [Q] = 1 \text{ C}$$

- nennen das Elektroskop als Nachweisgerät für Ladungen und beschreiben seinen Aufbau und seine Funktionsweise.
- beschreiben die Funktionsweise eines Faraday'schen Käfigs.

Vergleich der bisher bekannten Wechselwirkungskräfte: Schwerkraft, magnetische Kraft, elektrische Kraft
Beschreibung der Wechselwirkungen mit Hilfe der Feldvorstellung

Unterscheidung der Driftgeschwindigkeit der Ladungsträger von der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Kraftwirkung längs des Leiters

Verhalten bei Gewitter und Blitzen

Deutsches Museum in München: Faraday'scher Käfig

<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben elektrischen Strom als durch Kräfte bewegte Ladung. • unterscheiden zwischen technischer Stromrichtung und Bewegungsrichtung der Elektronen. • definieren die physikalische Größe Stromstärke als Quotient aus der transportierten Ladung ΔQ und dem zum Transport benötigten Zeitintervall Δt und geben ihre Einheit an: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad [I] = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ A}$ <ul style="list-style-type: none"> • formulieren das Gesetz: $Q = I \cdot t$, $[Q] = 1 \text{ As} = 1 \text{ C}$ • nennen die Stromstärke als Basisgröße im SI – Einheitensystem. <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen einfache Versuche zur Berührungselektrizität durch. • schließen vom Vorhandensein anziehender und abstoßender Kräfte zwischen elektrischen Ladungen auf die Existenz zweier unterschiedlicher Ladungsarten. • <i>erklären die Leitfähigkeit von Metallen mit Hilfe der Beweglichkeit einzelner Elektronen.</i> • rechnen gebräuchliche Ladungseinheiten ineinander um. • <i>erläutern ein Modell des elektrischen Stromes mit Ladungsträgern, deren gerichtete Bewegung vom Ladungsunterschied zwischen zwei Polen angetrieben wird.</i> • messen die Stromstärke in einem einfachen Stromkreis für verschiedene Elektrizitätsquellen und verschiedene „Verbraucher“ mit einem Multimeter. 	<p>Stäbe aus Graphit und Glas, Katzenfell</p> <p>Elektroskop</p> <p>Bandgenerator</p> <p>Multimeter und analoge Amperemeter.</p>
<p>Elektrische Spannung, Arbeit, Energie und Leistung</p> <p>Sachkompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen die elektrische Spannung als Ursache für den Ladungstransport im Stromkreis. • definieren die physikalische Größe Spannung als Quotient aus der zur Ladungstrennung benötigten elektrischen Arbeit W_{el} und der getrennten Ladung ΔQ und geben ihre Einheit an: $U = \frac{W}{Q}, \quad [U] = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}} = 1 \text{ V}$ <ul style="list-style-type: none"> • formulieren die Gesetzmäßigkeit für die elektrische Arbeit: 	<p>Veranschaulichung der elektrischen Größen durch das Wasserstrommodell</p> <p>„Arbeitsfähigkeit“ der fließenden Ladung als Maß für die Spannung</p> <p>Analogie Höhe/Höhendifferenz und Potential/Potentialdifferenz</p>

<p>$W_{el} = Q \cdot U = U \cdot I \cdot t$, $[W_{el}] = 1 \text{ VAs} = 1 \text{ J}$</p> <ul style="list-style-type: none"> • bezeichnen die in der Trennung von Ladungen gespeicherte elektrische Arbeit als elektrische Energie. • <i>A: formulieren die Energieerhaltung im abgeschlossenen System: $m \cdot g \cdot h = U \cdot I \cdot t$ bzw. $c \cdot m \cdot \Delta\theta = U \cdot I \cdot t$.</i> • formulieren die Gesetzmäßigkeit für die elektrische Leistung: $P_{el} = \frac{W_{el}}{t} = U \cdot I, [P_{el}] = 1 \text{ VA} = 1 \text{ W}.$ <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>begründen, dass zur Trennung von elektrischen Ladungen Arbeit verrichtet werden muss.</i> • führen Experimente zu Schaltungen von Elektrizitätsquellen, Strom- und Spannungsmessgeräten durch. • messen die Spannung an den Polen verschiedener Elektrizitätsquellen mit einem Multimeter. • <i>rechnen gebräuchliche Energieeinheiten ineinander um.</i> • <i>rechnen Ober- und Untereinheiten der Leistung in einander um.</i> • lösen einfache Aufgaben zur Stromstärke, Spannung, elektrischen Arbeit und elektrischen Leistung. • <i>A: leiten folgende Gesetzmäßigkeiten her:</i> $U = R \cdot I; P = I^2 \cdot R \text{ oder } P = \frac{U^2}{R}.$ <ul style="list-style-type: none"> • <i>vergleichen Fachsprache und Alltags- sprache hinsichtlich der Begriffe im Wort- feld „elektrische Energie“ und beurteilen deren Gebrauch in verschiedenen Kontexten.</i> • recherchieren und vergleichen die elektrischen Leistungen von Haushaltsgeräten, Industrieanlagen, Großstädten. 	<p>Wirkungsgrad $\eta < 1$ bei realen Vorgängen</p> <p>Energieeinsparung im Haushalt</p> <p>Rückgriff auf Leistung als Arbeit pro Zeit aus Klassenstufe 8</p> <p>Schülerexperimente mit Steckkästen und digitalen Multimetern</p>
<p>Serien- und Parallelschaltung von Widerständen</p> <p>Sachkompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren die physikalische Größe elektrischer Widerstand als Quotient aus anliegender Spannung U und erzielter Stromstärke I und geben ihre Einheit an: $R = \frac{U}{I} \quad [R] = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 1 \Omega \text{ (Ohm)}$ <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Serien- und Parallel- schaltung von Widerständen. 	<p>Ohm'sches Gesetz bereits in Klassenstufe 7</p> <p>Anwendung: Weihnachtsbaumbeleuchtung, Serienschaltung von Monozellen</p>

<ul style="list-style-type: none"> • formulieren die Maschenregel: Die Summe der Spannungen entlang jedes Weges von einem Punkt zu einem anderen Punkt eines Netzwerkes ist gleich groß: $U_s = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ • geben an, dass in einer Serienschaltung die Stromstärke durch alle Bauteile gleich ist. • definieren den Ersatzwiderstand eines Netzwerkes als den Widerstand, der an derselben Spannung denselben Strom bewirken würde. • geben die Formel für den Ersatzwiderstand R_s einer Serienschaltung aus n Einzelwiderständen an: $R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ • formulieren die Knotenregel: Die Summe der Stromstärken, der in einen Knoten hineinfließenden Ströme ist gleich der Summe der Stromstärken der Ströme, die aus ihm hinausfließen: $I_s = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ • geben an, dass in einer Parallelschaltung die an allen Bauteilen anliegende Spannung gleich ist. • geben die Formel für den Ersatzwiderstand R_p einer Parallelschaltung aus n Einzelwiderständen an: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ 	<p>Schülerexperimente mit Steckkästen und digitalen Multimetern</p> <p>Wiederholung UND- und –ODER-Schaltung</p> <p>Lichterkette</p> <p>Anwendung: Stromnetz im Haushalt</p> <p>Anwendung der Kirchhoff'schen Knotenregel auf Sachaufgaben aus Alltag und Technik</p>
<p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • lösen einfache Aufgaben unter Verwendung der Beziehung $U = R \cdot I$. • zeichnen das Schaltbild einer Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen. • setzen Messgeräte zur Messung von Spannung bzw. Stromstärke sachgerecht in die Schaltung ein. • <i>untersuchen den Einfluss von Reihen - und Parallelschaltung auf Spannung und Stromstärke an jedem einzelnen Verbraucher in geeigneten Versuchsanordnungen.</i> • <i>A: begründen die Maschenregel mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes.</i> • <i>planen ein Experiment zur Überprüfung der Formel für den Ersatzwiderstand einer Serienschaltung von Widerständen und führen es durch.</i> • <i>A: begründen die Knotenregel in einem Netzwerk mit Hilfe des Gesetzes der Ladungserhaltung.</i> • <i>planen ein Experiment zur Überprüfung der Formel für den Ersatzwiderstand einer Parallelschaltung von Widerständen und führen es durch.</i> 	<p>Knotenregel nicht experimentell ermitteln</p> <p>Ersatzwiderstand einer Serienschaltung größer als größter Einzelwiderstand</p> <p>Ersatzwiderstand einer Parallelschaltung kleiner als kleinster Einzelwiderstand</p> <p>Weihnachtsbaumbeleuchtung als Serienschaltung mit parallel geschalteten Heißeleitern</p>

- recherchieren Anwendungen der Serien- und Parallelschaltung von Widerständen im Alltag.
- *A: berechnen Ersatzwiderstände, Teilspannungen und Teilströme an parallel oder in Serie geschalteten Widerständen.*

Fachliche Ergänzungen

Medieneinsatz:

- Software: Crocodile Physics (zur Simulation elektrischer Schaltungen und zum Einüben der Darstellung als Schaltplan)
- www.leifiphysik.de

Projekte:

- Der Mensch als elektrischer Leiter
- Lametta-Elektroskop
- Widerstände im Eigenbau: gewickelter Draht als fester Widerstand oder als Schiebewiderstand
- Kunststoffrecycling: Elektrostatische Trennung chemisch verschiedener Kunststoffteilchen ähnlicher Dichte (z. B. PET und PVC)
- Gewitterentstehung und Blitzschutz
- Funktionsweise von Laserdruckern oder Kopiergeräten
- Messung des Körperwiderstandes

Außerschulische Lernorte:

- Unterrichtsgang zu örtlichen Energieversorgern

Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge:

Mathematik: Gleichungen lösen, proportionale und antiproportionale Zuordnungen

Arbeitslehre, Fahrrad-AG, Makerspace

Chemie: Coulomb-Kraft als Ursache für Ionenbindung, Elektrolyse (historische Festlegung von 1 A), chemische Vorgänge in Batterien

Biologie: Reizweiterleitung in den Nerven

Berufsorientierende Aspekte:

Elektroinstallateur, Mechatroniker, Elektroanlagenmonteur, Elektroniker, Physiker

Vorschläge für französische Basisbegriffe:

tension (Spannung), circuit électrique (Stromkreis), pile (Batterie), conducteur (Leiter), ampoule (Glühlampe), intensité électrique (Stromstärke), résistance (Widerstand)

Themenfeld 3: Elektromagnetische Wechselwirkung

Didaktisches Vorwort

Zeitvorschlag: 15 Stunden

Das Themenfeld 3 „Elektromagnetische Wechselwirkung“ stellt das für die Schüler anspruchsvollste Thema dar. Zu Beginn werden Grundphänomene des Magnetismus aus der Klassenstufe 5 wiederholt und vertieft. Anschließend wird in den Elektromagnetismus eingeführt, in dem Magnetfelder eines stromdurchflossenen Leiters betrachtet werden. Mit dem Leiterschaukelversuch wird die erste UVW-Regel thematisiert. Aufbauend auf diesem Versuch wird der Aufbau und die Funktionsweise des Elektromotors behandelt. Die Umkehrung des Leiterschaukelversuchs dient der Einführung der Induktion. Das Induktionsgesetz wird qualitativ formuliert über „die Änderung des Magnetfeldes, das eine Spule durchsetzt“. Die Schüler sollten dabei das Bild der Feldlinien, die durch die Leiterschleife „hindurchgehen“, vor Augen haben. Eine quantitative Fassung des Induktionsgesetzes und die Definition des magnetischen Flusses erfolgen erst in der Klassenstufe 11. Bei der Beschreibung des Wechselstroms kann auf die Formulierung „sinusförmig“ verzichtet werden. Die experimentell gewonnenen $U(t)$ -Diagramme sind in der Regel nicht sinusförmig und den Schülern ist der sinusförmige Verlauf bisher noch unbekannt. Dennoch können Maximalwerte, Periode und Frequenz als Kennzeichen sich wiederholender Zeitabläufe angegeben, aus Diagrammen abgelesen oder in sie ein- gezeichnet werden. Ohne mathematische Kenntnisse der Sinusfunktion kann auch der Umrechnungsfaktor zwischen Scheitelwerten und Effektivwerten nicht hergeleitet werden. Es genügt daher die einfache Angabe für die Wechselspannung des öffentlichen Stromnetzes ohne weitere Problematisierung. Den Abschluss des Kapitels bildet der Aufbau und die Funktionsweise des Transformators. Der Trafo verknüpft die gewonnenen Lerninhalte und zeigt schülernahe Anwendungen (wie z. B. die Umwandlung der Spannung der Steckdose von 230 V auf 5 V eines Handyakkus).

Inhalte und Kompetenzerwartungen

Methodische Vorschläge und fachliche Hinweise

Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld

Sachkompetenzen:

Die Schüler

- bezeichnen einen Raum, in dem ein Probemagnet durch eine Kraftwirkung ausgerichtet wird, als magnetisches Feld.
- *erläutern das Modell der magnetischen Feldlinien, deren Richtung in jedem Raumpunkt mit der Richtung der magnetischen Kraft auf den Nordpol eines Probemagneten an dieser Stelle übereinstimmt.*
- beschreiben ein Experiment zur Veranschaulichung magnetischer Feldlinien.
- nennen die wesentlichen Eigenschaften magnetischer Feldlinien.
- bezeichnen einen Raumbereich, in dem ein Feld überall gleich stark und gleichgerichtet ist, als homogenes Feld.
- beschreiben ein Experiment zur Kraftwirkung auf einen geraden stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld (Leiterschaukelversuch).
- formulieren die erste UVW-Regel: Zeigt der Daumen der rechten Hand in die technische Stromrichtung (von + nach -) und der ausgestreckte Zeigefinger in die Richtung des Magnetfeldes, so zeigt der abgewinkelte Mittelfinger in die Richtung der Kraft auf den stromdurchflossenen Leiter.

Begriffe des Magnetismus (Klassenstufe 5)

Deutung des Spulenfeldes als Überlagerung aus den Feldern kleiner gerader Leiterstücke

Leiterschaukelversuch

<ul style="list-style-type: none"> • bezeichnen die Kraft, die auf bewegte Ladungsträger im Magnetfeld wirkt, als Lorentzkraft F_L. • geben die Winkel zwischen der Richtung des Magnetfelds und Bewegungsrichtung der Ladungsträger an, bei denen die Lorentzkraft maximal bzw. minimal wird. • beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise eines Gleichstrommotors. <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeichnen die Feldlinienbilder für gerade stromdurchflossene Leiter und Spule. • <i>A: beobachten die Ablenkung eines Elektronenstrahls im Magnetfeld und protokollieren die Kraftwirkung in Abhängigkeit vom Winkel zwischen der Bewegungsrichtung der Elektronen und der Richtung des Magnetfeldes.</i> • <i>wenden die UVW-Regel zur Erklärung der Funktionsweise eines Gleichstrommotors an.</i> 	<p>Anwendung: Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen geladene Teilchen aus dem Weltraum</p> <p>Technik: Magnetisches Ablensystem in der Fernsehöhre</p> <p>Drehmoment bei Drehspulmessinstrument</p> <p>Gleichstrommotor: Stator („Ständermagnet“), Rotor („Anker“), Kommutator mit Bürsten</p>
<p>Elektromagnetische Induktion und Wechselspannung</p> <p>Sachkompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Umkehrung des Leiterschaukelversuches. • bezeichnen das Auftreten einer Spannung auf Grund der Bewegung eines Leiters im Magnetfeld als Induktion. • formulieren das Induktionsgesetz: Induktion tritt in einer Leiterschleife auf, wenn sich das Magnetfeld, das die Leiterschleife durchsetzt, zeitlich ändert. • formulieren die zweite UVW-Regel für elektromagnetische Induktion: Zeigt der Daumen der rechten Hand in Krafrichtung und der ausgestreckte Zeigefinger in die Richtung des Magnetfeldes, so zeigt der abgewinkelte Mittelfinger in die Richtung der technischen Stromrichtung. • beschreiben den Aufbau eines Wechselspannungsgenerators. • nennen Generator und Elektromotor als Energiewandler und geben die Energieumwandlungen jeweils an. • bezeichnen die Dauer einer Wiederholung als Periodendauer T. • definieren die physikalische Größe Frequenz f als Quotienten aus der Anzahl Δn von Wiederholungen und der dazu benötigten Zeit Δt und geben ihre Einheit an: 	<p>Umkehrung des Leiterschaukelversuches</p> <p>Michael Faradays historische Versuche</p> <p>Kochen mit Induktionsfeldern</p> <p>Technik: Fahrraddynamo, Lichtmaschine</p>

$$f = \frac{\Delta n}{\Delta t} \quad [f] = \frac{1}{s} = 1 \text{ Hz}$$

- geben die mathematische Beziehung zwischen der Frequenz und der Periodendauer wieder:

$$f = \frac{1}{T}$$

- nennen den Maximalwert und die Frequenz der Wechselspannung des öffentlichen Stromnetzes.
- erläutern anhand eines $U(t)$ -Diagramms, dass eine Wechselspannung an einem Widerstand keine konstante Leistung erbringt.
- geben an, dass von Wechselspannungen immer „Leistungsmittelwerte“ angegeben werden, die kleiner als der Maximalwert sind (Effektivwerte).
- nennen den Effektivwert der Spannung des öffentlichen Stromnetzes.

Prozessbezogene Kompetenzen:

Die Schüler

- führen ein Experiment zum Nachweis der Induktionsspannung in einer Leiterschleife (oder Spule) bei der Relativbewegung von Magnet und Leiterschleife durch und protokollieren dieses.
- beobachten das Auftreten der Induktion in einer Leiterschleife (oder Spule) beim Ein- und Ausschalten einer „benachbarten“ Spule.
- *A: beteiligen sich an einem Experiment zum zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung bei der gleichförmigen Drehung einer Leiterschleife (oder Spule) in einem homogenen Magnetfeld und dokumentieren das Ergebnis in Form eines $U(t)$ -Diagramms.*
- *bestimmen Periodendauer und Maximalwerte von Wechselspannungen aus $U(t)$ -Diagrammen.*

Schülerübung: Drehen eines Generators über eine Handkurbel mit und ohne Last (z.B. Glühlampe)

Demonstration anderer Formen der Wechselspannung

Demonstration einer pulsierenden Gleichspannung mit Hilfe eines Kommutators

Schülerübung: Ableseübungen am Oszilloskop

Technischer Wechselstrom

Transformator

Sachkompetenzen:

Die Schüler

- beschreiben den Aufbau und die Funktion eines Transformators.
- formulieren die beiden Transformatorgesetze:
Bei einem unbelasteten Transformator verhalten sich die Spannungen wie die Windungszahlen:

Vorversuche: Ein- und Ausschalten eines Gleichstromes auf der Primärseite eines Transformators

Geeigneter Kontext: Bereitstellung beliebiger Spannungen (z. B. Laptop, Handy) unter Nutzung des öffentlichen Stromnetzes

$$\frac{U_s}{U_p} = \frac{n_s}{n_p}$$

Bei einem belasteten Transformator verhalten sich die Stromstärken in guter Näherung umgekehrt wie die Windungszahlen:

$$\frac{I_s}{I_p} \approx \frac{n_p}{n_s}$$

- geben die Bedingungen für die Windungszahlen beim Hochspannungs- und Hochstromtransformator an.
- nennen technische oder industrielle Anwendungen des Transformators.

Prozessbezogene Kompetenzen:

Die Schüler

- *beobachten das Auftreten einer Induktionsspannung an der Sekundärspule eines Transformators in Abhängigkeit von der Art der angelegten Primärspannung (Gleichspannung / geschaltete Gleichspannung / Wechselspannung).*
- *beobachten bei einem unbelasteten Transformator die Sekundärspannung in Abhängigkeit von der Primärspannung.*
- *lösen einfache Aufgaben zu den Transformatorgesetzen.*
- beobachten Experimente zu den Wirkungen von Hochspannungstransformator und Hochstromtransformator.

Herleitung des zweiten Transformatorgesetzes nicht erforderlich, Angabe genügt

Technik: Netzgeräte für die Unterhaltungselektronik, Ladegeräte für Akkus, Modelleisenbahn, Hochspannungstrafo, Zündspule, Induktionsofen, Elektroschweißen

Generatorprinzip und Transformatorprinzip als "Spezialfälle" des Induktionsgesetzes

Fachliche Ergänzungen

Medieneinsatz:

- www.leifiphysik.de

Projekte:

- Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes vor dem "Sonnenwind", Entstehung von Polarlichtern
- Magnetische Ablenkung von Strahlung (z. B. Fernrohr, Zyklotron)
- Bau eines Elektromotors
- Bürstenlose Motoren als Antrieb im Modellbau

Außerschulische Lernorte:

- Umspannwerk

Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge:

Mathematik: Quotientenbildung

Gesellschaftswissenschaften: Das europäische Verbundnetz unter wirtschaftsgeographischen Gesichtspunkten
 Projektvorschläge: Elektrisches Verbundnetz, Besuch einer Umspannstation, Verteilung elektrischer Energie im Wohnort bzw. in der Wohnregion

Berufsorientierende Aspekte:

Berufe im orthopädischen Bereich, im Fitnessbereich, im Gesundheitswesen, Ingenieurberufe

Vorschläge für französische Basisbegriffe:

Champ magnétique (Magnetfeld), moteur électrique (Elektromotor), induction électromagnétique (Induktion), tension alternative (Wechselspannung), transformateur (Transformator)

Themenfeld 4: Energieströme

Didaktisches Vorwort

Zeitvorschlag: 9 Stunden

Das letzte Themenfeld „Energieströme“ soll den Schülern Gelegenheit geben an der Diskussion um die heutige und zukünftige Energieversorgung verantwortlich teilzunehmen. Dazu ist von relevanten Energiewandlern vom Typ Kraftwerk ein hinreichendes Faktenwissen unbedingt von Nöten. Die Beschaffung dieses adressatengerechten Wissens soll von den Schülern möglichst eigenständig geleistet werden, sodass sie ihre Ergebnisse in Form von Referaten oder Portfolios präsentieren können. Den anschließenden Diskussionen muss dabei genügend Zeit zur Verfügung gestellt werden und sie müssen ergebnisoffen geführt werden.

Inhalte und Kompetenzerwartungen

Methodische Vorschläge und fachliche Hinweise

Energieumwandlung und Energieentwertung

Sachkompetenzen:

Die Schüler

- unterscheiden verschiedene Energieformen (mechanische Energie, elektrische Energie, chemische Energie und Wärme).
- bezeichnen eine Vorrichtung, die die Energie zwischen zwei Systemen austauscht, als Energiewandler.
- nennen verschiedene Energiewandler und die jeweiligen Formen der zugeführten und abgegebenen Energie.
- unterscheiden bei der abgegebenen Energie zwischen Nutzenergie und Energieverlust.
- bezeichnen Körper, die nur untereinander Energie austauschen, als abgeschlossenes System.
- formulieren den allgemeinen Energieerhaltungssatz: In einem abgeschlossenen System ist die Gesamtenergie konstant.
- definieren den Wirkungsgrad eines Energiewandlers als Quotient aus der abgegebenen Nutzenergie und der ihm in der gleichen Zeit zugeführten Energie:

$$\eta = \frac{W_{\text{nutz}}}{W_{\text{zu}}}$$

- geben typische Wirkungsgrade häufig gebrauchter Energiewandler an.
- geben an, dass für jeden Energiewandler gilt: $\eta \leq 1$.
- geben den jährlichen Bedarf an elektrischer Energie für einen durchschnittlichen Haushalt an.

Energieform Wärme umfasst hier auch Licht und Kernenergie

Elektromotor, Generator, Verbrennungsmotor, Bremse, Wärmekraftwerk, Solarzelle, Batterie, Elektroheizung, Fossilbrennstoffheizung, Brennstoffzelle

Historische Bemühungen um das „perpetuum mobile“

Energieflussdiagramme

<ul style="list-style-type: none"> • geben die elektrischen Leistungen verschiedener Haushaltsgeräte an. • berechnen den jährlichen Energiebedarf und die Kosten von selbst genutzten Geräten. • ordnen Energieformen eine Wertigkeit zu, entsprechend ihrer Wandelbarkeit in andere Energieformen. • nennen innere Energie von Körpern mit Umgebungstemperatur als niederwertigste Energieform. • unterscheiden Energieerhaltung und Energieentwertung bei Energiewandlern. <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen Energiewandler als Bausteine eines Energieflussdiagramms dar. • zeichnen das Energieflussdiagramm eines einfachen Stromkreises aus Batterie und Glühlampe. • zeichnen die Energieflussdiagramme von Solarzelle und Leuchtdiode als Umkehrung voneinander. • diskutieren Maßnahmen zur Energieeinsparung auf lokaler und globaler Ebene. 	<p>Konzept der Energieentwertung als angemessene Umschreibung des Prinzips der Entropieerhöhung</p> <p>Erzeugung höherwertiger Energie (mechanische und elektrische Energie) aus minderwertiger Energie (Wärme) nur unter Abwärmeproduktion</p>
<p>Wärme kraftwerk</p> <p>Sachkompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Wärmekraftwerke als Energiewandler. • beschreiben Bau und Funktion eines Wärmekraftwerks. • unterscheiden Wärmekraftwerke hinsichtlich der eingesetzten Primärenergieträger. • unterscheiden bei Wärmekraftwerken zwischen fossilen und regenerativen Primärenergieträgern. <p>Prozessbezogene Kompetenzen:</p> <p>Die Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren die Gesamtwirkungsgrade von verschiedenen Wärmekraftwerken. • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Wasser-, Wind- oder Solarkraftwerken. • recherchieren die Umwelteinflüsse durch die Rohstoffgewinnung und den Betrieb verschiedener Kraftwerkstypen. 	<p>Wichtige Gesichtspunkte neben dem „Gütekriterium“</p> <p>Wirkungsgrad:Verfügbarkeit, Kraftwerksgesamtleistung, Energieerntefaktor, Umweltverträglichkeit</p> <p>Informationsmaterialien von Bundes- und Länderministerien, Forschungsinstituten, Umweltschutzverbänden und Unternehmen der Energiewirtschaft</p> <p>Häufig gebrauchte Energiewandler (maximaler Wirkungsgrad Stand 2013): Elektromotor (90%), Batterie (Bleiakku 60%, Lithium-Ionen-Akku 90%), Generator (99%), Verbrennungsmotor (Ottomotor 40%, Pkw-Diesel 50%, Schiffsdiesel 55%)</p> <p>Kraftwerke (typischer Wirkungsgrad Stand 2013): Kohlekraftwerk (veraltete 25%, moderne 38%),</p>

- diskutieren verschiedene Kraftwerkstypen und ihren Anteil an der Stromerzeugung in ökonomischer und ökologischer Hinsicht.

Gas- und Dampfkraftwerke (58%), Solarzellen (16%), Windkraftanlagen (bis 50%), Wasserkraftwerke (80–90%), Kernkraftwerke (30%)

Fachliche Ergänzungen

Medieneinsatz:

- <http://www.leifiphysik.de>

Projekte:

- Energiedetektive 1: Wofür wird die Energie in unserem Haushalt bzw. unserer Schule aufgewandt?
- Energiedetektive 2: Wo „verliert“ unser Haus bzw. unsere Schule Energie?
- Kraftwerksutopien: Wie sieht unsere Energieversorgung in 100 Jahren aus?
- Energie ernten: Wie sammelt man „freie“ Energie?
- Bau eines Modells zur Nutzung regenerativer Energie
- Schuleigene Photovoltaikanlage

Geeignete Kontexte:

- Von den Sinnen zum Messen
- Energiepass eines Hauses
- Funktionskleidung
- Expedition in die Antarktis oder in die Wüste

Außerschulische Lernorte:

- Besichtigung eines Kraftwerks (z. B. Kohle, Wind)
- Schülerlabore (z. B. EnerTec)

Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge:

Gesellschaftswissenschaften: Bürgerbeteiligung an Genehmigungsverfahren für Windkraft- oder Photovoltaikanlagen, politische Entscheidungen zur Energieversorgung auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene. Lagerstätten und Transportwege der Primärenergieträger, Länderspezifische Unterschiede in der Energieversorgung (Industrienationen/Entwicklungsländer oder Exportnationen/Importnationen), Geothermie Standorte, regenerativen Energieformen als Wirtschafts- und Standortfaktor.

Chemie: Chemische Abgasreinigung

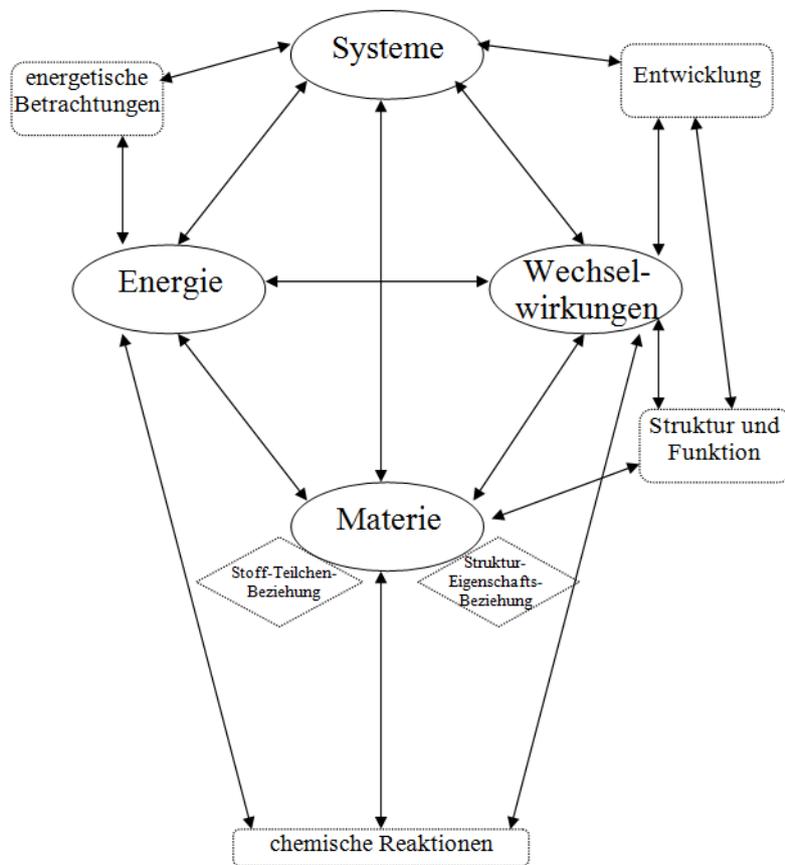
Berufsorientierende Aspekte:

Berufe und Tätigkeiten im Bereich Gebäudetechnik, z. B.: Anlagenmechaniker, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, Betriebsmanager, Umweltwissenschaftler

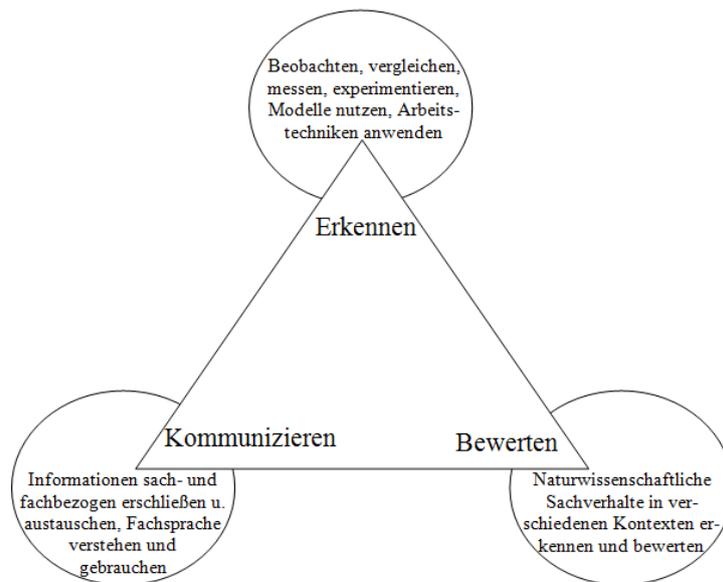
Vorschläge für französische Basisbegriffe:

énergie (Energie), centrales électriques (Kraftwerke), énergie régénérative (regenerative Energie)

Sachbezogenes Kompetenzmodell



Prozessbezogenes Kompetenzmodell



Prozesskompetenzen

Prozesskompetenzen werden in die Kompetenzen Erkenntnisgewinn (A), Kommunikation (B) und Bewertung (C) eingeteilt. Die nachfolgende Liste stellt eine Progression einzelner Kompetenzen innerhalb von Doppeljahrgängen dar.

A. Erkenntnisgewinn

Die Schüler können...

- **A.1. Beobachtungen und Untersuchungen in Natur und Alltag planen, durchführen und dokumentieren, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
problem-, sach- und zielgemäß Fragestellungen für eine Beobachtung/Untersuchung formulieren	geeignete Beobachungskriterien zur Beantwortung einer Fragestellung aufstellen	
bei der Beobachtung/Untersuchung naturwissenschaftliche Arbeitstechniken anwenden wie z. B. Messen, Zählen, Befragen, gezieltes Sammeln	Proben nehmen, Kartieren	analysieren
die Beschaffenheit und Erscheinung eines gegebenen Objekts nach Anleitung in vorgegebener Form beschreiben und dabei trennen zwischen Beschreibung und Erklärung/Interpretation	dto., aber selbstständig	
die bei Untersuchungen gewonnenen Informationen anhand einer vorgegebenen Struktur darstellen und für ihre Fragestellung zielführend auswerten	Informationen selbstständig und nach selbst gewählten Kriterien strukturieren	

A.2. vergleichen und messen, d. h. sie können

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
	aus erlernten Vergleichskriterien und -methoden zu einer Fragestellung geeignete auswählen	selbst Vergleichskriterien und -methoden entwickeln
Randbedingungen nennen, die das Ergebnis einer Beobachtung beeinflussen können	mit Hilfestellung ihre Vergleichs- oder Messanordnung sowie die Randbedingungen so einrichten, dass die beobachtbaren Größen einen sinnvollen und reproduzierbaren Vergleich bzw. eine ebensolche Messung erlauben	ihre Vergleichs- oder Messanordnung sowie die Randbedingungen so einrichten, dass die beobachtbaren Größen einen sinnvollen und reproduzierbaren Vergleich bzw. eine ebensolche Messung erlauben
	unterscheiden, wann ein qualitativer Vergleich zur Beantwortung einer Frage ausreicht und wann eine quantitative Messung sinnvoll/erforderlich ist	
Maßeinheiten zu gegebenen Messgrößen nennen; zwischen Maßzahl und Einheit unterscheiden	zu Messversuchen passende Maßeinheiten nennen, in Untereinheiten umrechnen und Einheiten auf bereits bekannte Maßeinheiten zurückführen	geeignete Messgrößen zu Versuchen definieren
Messgeräte mithilfe einer Anleitung richtig verwenden	Messgeräte selbstständig aufbauen und verwenden	geeignete Messgeräte auswählen
Messwerte korrekt ablesen, richtig erfassen und nach vorgegebenem Schema protokollieren	nach eigenem Schema selbstständig protokollieren	
Vergleichs- und Messergebnisse nach Anleitung übersichtlich und für die Fragestellung zielführend darstellen	dto., aber selbstständig	

A.3. Experimente planen, durchführen und auswerten, d. h. sie können

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen Versuchsanordnungen erläutern	Versuchsanordnungen mit Hilfestellung selbst entwickeln	dto., aber für einfache Versuche selbstständig
Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Versuchsaufbau und durch ihn repräsentierter Wirklichkeit darstellen		
einfache, ungefährliche Experimente unter ständiger Anleitung durchführen	dto., aber selbstständig	auch komplexere Experimente selbstständig durchführen
den Ablauf eines Versuches aufmerksam und an der Fragestellung orientiert beobachten		
ihre Beobachtungen in vorgegebener Form (z. B. Textprotokoll, Skizze, Tabelle, Diagramm) wiedergeben und dokumentieren	ihre Beobachtungen in angemessener, strukturierter Form (z. B. Textprotokoll, Skizze, Tabelle, Diagramm nach eigener Wahl) wiedergeben und dokumentieren	
streng zwischen Beobachtungen und Erklärungen/Interpretationen unterscheiden		
Versuchsergebnisse im Hinblick auf die Fragestellung analysieren und vorgegebene einfache Gesetzmäßigkeiten daraus begründen	auch komplexere Gesetzmäßigkeiten aus Versuchsergebnissen begründen; einfache Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge mit Anleitung selbst daraus herleiten	Versuchsergebnisse selbstständig analysieren und interpretieren und so Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge erarbeiten
gefundene Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge auf einfache Beispiele aus dem Alltag anwenden		gefundene Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge auch auf komplexere Alltagsbeispiele anwenden, dabei ggf. Vereinfachungen vornehmen und diese begründen

A.4. Modelle nutzen, d. h. sie können

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
den Begriff „Modell“ definieren und Beispiele für Modelle aus Alltag und Naturwissenschaft nennen		
den abstrakten Charakter eines vorgegebenen Modells erläutern	die Notwendigkeit der Abstraktion im Hinblick auf eine Fragestellung begründen	
verschiedene Möglichkeiten der materiellen Repräsentation eines Modells (z. B. Modellskizzen, Anschauungsmodelle, Funktionsmodelle, virtuelle Modelle) unterscheiden und Beispiele dazu nennen	Modelle von einer Repräsentationsform (z. B. Funktionsmodell) in eine andere (z. B. Skizze) überführen	
Gemeinsamkeiten und Unterschiede eines konkreten Modells zur dargestellten Wirklichkeit darstellen	zu einem gegebenen Modell Grenzen seines Erklärungswerts aufzeigen	die Eignung eines Modells für eine Fragestellung beurteilen
zu ausgewählten, einfachen Sachverhalten mit Anleitung selbst geeignete Modelle entwerfen	dto., auch zu komplexeren Sachverhalten	
ein gegebenes Modell zur Klärung oder Veranschaulichung eines Sachverhalts bzw. zum Beantworten einer Frage verwenden		selbst geeignete Modelle zur Klärung oder Veranschaulichung eines Sachverhalts bzw. zum Beantworten einer Frage auswählen

B. Kommunizieren

Die Schüler können...

B.1. Informationsquellen nennen und Informationen daraus erschließen

- naturwissenschaftlich relevante Informationsquellen, -formen und –strategien nennen, *d. h. sie können*

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
relevante Informationsquellen, sowohl klassische (z. B. Fachbücher, Beobachtungen in Natur und Alltag, Experimente und Messungen, Modelle...) als auch technikgestützte (z. B. Internet, DVDs, Simulationsprogramme) nennen	zu einer Fragestellung geeignete Informationsquellen auswählen	
relevante Informationsformen/Medien (z. B. Realbegegnung, Versuchsaufbauten, Fotos, Zeichnungen, Modellskizzen, Anschauungs- und Funktionsmodelle, virtuelle Modelle, Zahlenwerte, Text, Diagramme, Tabellen...) nennen	unter mehreren Informationsformen/Medien für eine Fragestellung besonders geeignete auswählen	

- Informationen zur Behandlung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen gewinnen, *d. h. sie können*

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
problem-, sach- und zielgemäß Informationen aus gegebenen Texten, Bildern, Modellen, Statistiken, Diagrammen, Tabellen usw. auswählen	selbst geeignete Informationsquellen recherchieren und beschaffen	
problem-, sach- und zielgemäß nach Anleitung Informationen in Natur und Alltag (z. B. Beobachten, Protokollieren, Messen, Proben nehmen, Befragen...) oder durch Versuche und Experimente gewinnen		dto., aber nach selbst erstellter Anleitung

- **Informationen zur Behandlung naturwissenschaftlicher Fragestellungen auswerten, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
naturwissenschaftlich relevante Informationen aus klassischen und technisch gestützten Informationsquellen sowie aus eigener Informationsgewinnung strukturieren	bedeutsame Einsichten aus selbst strukturierten Informationen herausarbeiten	
Informationen mit Hilfestellung zielorientiert miteinander verknüpfen	dto., aber selbstständig	
	die gewonnenen Informationen in andere Formen der Darstellung (z. B. Messdaten in Tabellen oder Diagramme, Beobachtungsprotokolle in Versuchsskizzen usw.) umwandeln	

- **naturwissenschaftliche Texte erschließen, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
mit Hilfestellung geeignete Texte recherchieren (Schulbuch, Bibliothek, Internet, Presse,...)	dto., aber selbstständig	
verschiedene Textarten (z. B. wissenschaftliche Publikation, Lehrbuch, populärwissenschaftlicher/journalistischer Text, interessengeleiteter Text/Öffentlichkeitsarbeit, ...) unterscheiden	Intention und Standpunkt des Verfassers herausarbeiten	die Qualität der Informationen in einem Text (auch mit Blick auf Intention und Standpunkt des Verfassers) beurteilen
durch gezieltes Nachfragen und/oder weitere Recherche unbekannte Fachbegriffe klären		
einen naturwissenschaftlichen Text in Sinnabschnitte gliedern		
den Inhalt eines kurzen, einfachen naturwissenschaftlichen Textes in eigenen Worten wiedergeben	dto. auch für längere, komplexere Texte	
für Fragestellung relevante Informationen aus einem Text auswählen und (ggf. vereinfachend) zusammenfassen	Informationen aus einem Text mit anderen Informationen zum jeweiligen Thema (z. B. aus einem anderen Text, einem eigenen Versuch, einem Diagramm...) vergleichen und ergänzen	

- **Tabellen, Schaubilder / Diagramme und Strukturskizzen erschließen, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
einen Zeitstrahl/eine Zeitleiste anfertigen	ein Flussdiagramm lesen und anfertigen	
das Thema einer in einer Tabelle bzw. einem Graphen dargestellten Information nennen	die dargestellten Variablen, ihre Abhängigkeit voneinander, ihre Skalierung und den Messbereich angeben	
einfache Formen der Veranschaulichung von Tabellen beschreiben und nutzen (Kreis-, Säulen- und Liniendiagramm)	zwischen absoluten und relativen Angaben unterscheiden	relative Angaben von Daten richtig bewerten (Prozentangaben, Quoten, Indexreihen)
wesentliche Aussagen einer Statistik verbalisieren	die Gesamtaussage einer Statistik in Worte fassen und diese in einen Zusammenhang einordnen	
von einem sinnvollen Ausgangspunkt aus ein Diagramm verbalisieren und dabei Legenden korrekt benutzen	in mehreren Tabellen oder Diagrammen dargestellte Veränderungen vergleichend in Beziehung setzen (z. B. Vergleich der Weg-Kraft-Diagramme verschiedener Federn...)	in Tabellen und Graphen dargestellte Daten ohne die Verwendung absoluter Zahlen verbalisieren (z. B. Abhängigkeit des Kraftaufwands von Federhärte und Dehnungsstrecke...) und dazu eine differenzierte Begrifflichkeit anwenden (z. B. Abnahme/Rückgang/ Sinken, Zunahme/Anstieg/ Wachstum, Stagnation, Schwankung (um...), Annäherung (an...), Minimalwert, Maximalwert, Amplitude/Spannweite, Mittelwert etc.)
ein Diagramm in vorgegebener Form und Skalierung anhand von Daten (Statistiken, Messdaten, Tabelle) anfertigen	selbst eine geeignete Diagrammform und Skalierung auswählen	begründet entscheiden, ob in einem konkreten Fall diskrete Messwerte durch eine Kurve interpoliert werden dürfen oder nicht
einer Tabelle bzw. einem Graphen ausgewählte Daten zu einer Fragestellung entnehmen	aus einem Diagramm, einer Messreihe, einer Tabelle einen mathematischen Zusammenhang (z. B. proportional / antiproportional...) herleiten	

B.2. Fachsprache verstehen und gebrauchen

- die Fähigkeit entwickeln, naturwissenschaftlich relevante Mitteilungen zu verstehen,

d. h. sie können

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
naturwissenschaftlich relevante schriftliche und mündliche Aussagen in Alltags- und Fachsprache verstehen	bei naturwissenschaftlich relevanten Aussagen zwischen Tatsachenfeststellungen und Bewertungen sowie zwischen Ursachen und Wirkungen unterscheiden	

- **die Fähigkeit entwickeln, naturwissenschaftlich relevante Mitteilungen sachgerecht auszudrücken, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
naturwissenschaftlich relevante Mitteilungen fach-, situations- und adressatengerecht formulieren		
mit Hilfestellung naturwissenschaftlich relevante Sachverhalte in Form von Text, Bild, Grafik, Vortrag usw. sachlogisch geordnet und unter Verwendung von Fachsprache darstellen	dto., aber selbstständig	

B.3. naturwissenschaftlich relevante Informationen mit anderen austauschen

- sich eine Fragestellung oder ein Thema in Einzelarbeit selbstständig erarbeiten, um es anderen zu präsentieren, d. h. sie können

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
Informationen für ein Referat oder für eine Teilaufgabe eines Arbeitsgruppenthemas aus einem Buch oder einer Internetdarstellung entnehmen	die Unterscheidung sachdienlicher von abwegigen Informationen in einem konkreten Themenzusammenhang im Gespräch klären	die eigene Recherche auswerten und den eigenen Lernprozess ansatzweise reflektieren und eine Selbsteinschätzung durchführen
narrativen Darstellungen von Inhalten eine nachvollziehbare Struktur geben und (u. a. computergestützt) präsentieren		
Mitteilungen, Referate usw. mit Hilfestellung bzw. vorgegebener Struktur fach-, situations- und adressatengerecht organisieren und präsentieren	dto., aber selbstständig	
frei über ein vorgegebenes oder selbstständig erarbeitetes Thema unter Verwendung der gelernten Fachbegriffe sprechen		

- in Gruppen produktiv mitarbeiten, Gruppenprozesse wahrnehmen und ergebnisorientiert mitgestalten, d. h. sie können

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
eine sinnvolle Arbeitsteilung innerhalb einer Arbeitsgruppe nach Anleitung vornehmen	dto., aber selbstständig	nach Abschluss der Arbeit die Arbeitsteilung in der Gruppe kritisch reflektieren
mit Hilfestellung praktische Arbeiten (z. B. Experimente, Beobachtungen, Messungen) in einer Gruppe festlegen, verteilen und arbeitsteilig ausführen	dto., aber selbstständig	nach Abschluss der Arbeit die Arbeitsteilung in der Gruppe kritisch reflektieren
nach klaren Vorgaben zielgerichtet themenbezogen recherchieren (Bibliothek, Internet...),	sinnvolle Vorgaben zur Recherche selbst formulieren	
dem/den Arbeitspartner(n) das eigene Vorhaben und eigene Teilergebnisse sprachlich treffend erläutern		
der Gesamtgruppe die eigenen Arbeitsergebnisse in angemessener sprachlicher Form mitteilen		

C. Bewerten

Die Schüler können...

C.1. Naturwissenschaftliche Sachverhalte identifizieren

- naturwissenschaftliche Sachverhalte und Teilaspekte hinter alltäglichen, technischen, gesellschaftlichen (...) Fragestellungen erkennen, *d. h. sie können...*

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
Zusammenhänge beschreiben zwischen vorgegebenen Fragestellungen aus Alltag, Technik, Gesellschaft usw. und vorgegebenen naturwissenschaftlichen Sachverhalten	untersuchen, ob und inwieweit Fragestellungen aus Alltag, Technik, Gesellschaft usw. naturwissenschaftliche Sachverhalte zugrunde liegen	
	den Einfluss naturwissenschaftlicher Sachverhalte, Phänomene und Fragestellungen auf (tatsächlich oder scheinbar) nicht-naturwissenschaftliche Bereiche der Lebenswelt untersuchen	

- naturwissenschaftliche Sachverhalte und Erkenntnisse für ihren eigenen Alltag und den anderer Menschen adaptieren und nutzen, *d. h. sie können...*

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
Anwendungen vorgegebener naturwissenschaftlicher Erkenntnisse aus ihrem eigenen Alltag nennen	zu derartigen Anwendungen die zugrunde liegenden Naturgesetze identifizieren und korrekt beschreiben	
naturwissenschaftliche Sachverhalte und Erkenntnisse mit Hilfestellung/Anleitung zur Lösung einfacher alltäglicher und technischer Probleme nutzen		dto., aber selbstständig

C.2. Naturwissenschaftliche Sachverhalte beurteilen bzw. bewerten

- **zwischen Eigenschaften und Wertzuschreibungen unterscheiden, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
an einfachen, vorgegebenen Beispielen den Unterschied zwischen Tatsachenbehauptung und Meinung erklären	den Unterschied zwischen empirisch feststellbaren, vom Beobachter unabhängigen Eigenschaften und von der subjektiven Meinung abhängigen Wertzuschreibungen erklären und an Beispielen aufzeigen	sprachlich zwischen Eigenschaften und Wertzuschreibungen differenzieren – als „Sender“ ebenso wie als „Empfänger“ einer Information (z. B.: „Fährt man mit dem Fahrrad einen Berg im höchsten Gang hinauf, <i>ist</i> der Kraftaufwand höher als im kleinsten Gang. Der Radfahrer <i>empfindet</i> daher die Bergfahrt als anstrengender, obwohl die verrichtete Arbeit gleich ist.“)

- **sich mit gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Folgen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und ihrer Anwendung kritisch auseinandersetzen, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
an ausgewählten, einfachen Beispielen gesellschaftliche, wirtschaftliche und ökologische Folgen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und ihrer Anwendung in ihrem räumlichen Ausmaß anhand vorgegebener Kriterien beschreiben	dto. anhand eigener Kriterien	Folgen beurteilen/bewerten
an ausgewählten, einfachen Beispielen gesellschaftliche, wirtschaftliche und ökologische Folgen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und ihrer Anwendung in ihrem zeitlichen Ausmaß anhand vorgegebener Kriterien beschreiben	dto. anhand eigener Kriterien	Folgen beurteilen/bewerten
von derartigen Folgen betroffene Personen und Gruppen benennen und die Folgen für diese Menschen beschreiben	die Folgen aus unterschiedlichen Perspektiven beurteilen/bewerten	ihre Beurteilung bzw. Bewertung in Diskussionen erläutern und vertreten
politische/gesellschaftliche Handlungsoptionen benennen	deren Auswirkungen vor dem Hintergrund naturwissenschaftlicher Erkenntnisse abschätzen und beurteilen	nach Abwägung mehrerer Handlungsoptionen einen eigenen Standpunkt formulieren und begründen

- **die Kriterien, Normen und Wertmaßstäbe ihres Beurteilens und Bewertens erläutern und reflektieren, d. h. sie können**

Klassenstufe 5/6	zusätzlich ab Klassenstufe 7/8	zusätzlich ab Klassenstufe 9/10
einen naturwissenschaftlichen Sachverhalt aus der Perspektive anderer Individuen oder Gruppen betrachten	sich die Subjektivität ihrer Abwägung und ihres Urteils bewusst machen und diese an einem konkreten Beispiel aufzeigen	sachlich fundierte Kritik aufnehmen und die eigene Beurteilung gegebenenfalls modifizieren