

FACHCURRICULUM PHYSIK 7 – 9 GYMNASIUM HARKSHEIDE

in der Fassung vom 18.11.2014

Inhalt:

Teil 1 Übersicht der Themenbereiche

Teil 2 Ausführungen zum Unterricht und Themen

Teil 1

Klassenstufe 7:

- ◆ Magnetismus, Elementarmagnete
- ◆ einfacher elektrischer Stromkreis
- ◆ geradlinige Lichtausbreitung, Licht und Schatten, Reflexionsgesetz (inkl. Mondphasen, Finsternisse)
- ◆ Temperatur, Wärme im Teilchenmodell, Wärmetransport
- ◆ Bewegungen, Geschwindigkeit, Masse, Kraft, Gewichtskraft
- ◆ Elektromagnetismus, E-Motor

Klassenstufe 8:

- ◆ Dichte
- ◆ Druck
- ◆ Kraft, Arbeit, Energie, Leistung
- ◆ Brechung des Lichts
- ◆ elektrische Ladung (mit Atommodell), Stromstärke, Spannung, Widerstand

Klassenstufe 9:

- ◆ Induktion, Induktionsgesetz qualitativ, Trafo, Energieversorgung
- ◆ Radioaktivität, Kernphysik
- ◆ Wärme, Wärmekapazität, Klima
- ◆ „Energieverbrauch“ und Energieerhaltung, Energieumwandlungen
- ◆ Halbleiter, Mikroelektronik, Diode, Transistor, Photovoltaik

Ausführungen zum Unterricht

Vorweg: Die Fachschaft folgt einer nachdrücklichen Empfehlung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft DPG und vermeidet Anlehnungen an den Karlsruher Physikkurs.

Themenbereich: Magnetismus

<p>Pol Magnetfeld der Erde, Kompass, Magnetisieren, Entmagnetisieren Modellvorstellung der Elementarmagnete</p>	<p>Die Begriffe Nordpol und Südpol zur Beschreibung der Eigenschaften eines Magnetpols sind historisch entstanden. Bei der Teilung eines Magneten entstehen stets Magnete mit Nord- und Südpol. Es soll untersucht werden, welche Stoffe im Feld eines Magneten angezogen werden und welche nicht. Die Schüler sollen angeben, dass ein Gegenstand umso stärker angezogen wird, je stärker das Magnetfeld ist und dass das Magnetfeld nahe am Magneten stärker ist als in größerem Abstand. Sie sollen Beispiele für die Verwendung von Magneten (Seifenhalter, magnetische Türhalter, magnetisches Spielzeug) nennen. Das Magnetfeld übt auf einen Magneten eine Kraft aus. Seine Struktur wird mit Feldlinienbildern durch Eisenfeilspäne sichtbar gemacht. Die Schüler sollen die Wirkung eines Magneten im Magnetfeld eines anderen experimentell zeigen und beschreiben</p>
<p>Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule Elektromagnet</p>	<p>Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule Elektromagnet</p>

Themenbereich: Einfacher elektrischer Stromkreis

<p>Der elektrische Stromkreis</p>	<p>Aufbau einfacher elektrischer Stromkreise mit Batterie, Lampe und Schalter. Die Batterie liefert den Antrieb für den Kreisstrom der Elektrizität. Die umgangssprachliche Beschreibung der Batterie als „Stromquelle“ und der Lampe als „Verbraucher“ wird mit den Begriffen Energie bzw. Energietransport präzisiert. Auch das Wassermmodell des Stromkreises ist hier geeignet.</p>
<p>Leiter und Isolatoren, Schalter</p>	<p>Aufbau einer elektrischen Beleuchtungsanlage: Die Schaltung einer Lampe in einem Stromkreis erfordert die Betrachtung von Leitern und Nichtleitern: Zur Führung des Elektrizitätsstroms und zur Isolierung gegen "Stromschlag". In diesem Zusammenhang</p>

	lässt sich der Aufbau einer Lampenfassung (für 230 V) oder des "Stromkabels" untersuchen.
Serien- und Parallelschaltungen (halbquantitativ)	Mehrere Lampen: Anhand von Serien- und Parallelschaltungen lassen sich erste Vermutungen über den Verlauf und die Stärke der Ströme treffen und durch Messungen des Elektrizitätsstroms bestätigen. Auf eine genauere Beschreibung des Antriebs mit dem physikalischen Spannungsbegriff soll hier vorerst verzichtet werden.
Teilströme und Gesamtstrom Anwendungen	Helligkeit vorhersagen: Die Phänomene bei der Parallel- und Serienschaltung von Lampen zeigen, welche Anordnungen für die Beleuchtung einer Hauses geeignet sind. Mit dem Transport von Energie und Elektrizität können die beobachteten Phänomene auch beschrieben und ansatzweise begründet werden.

Themenbereich: Geradlinige Lichtausbreitung

Sehen und gesehen werden Lichtquellen Wege der Lichtenergie	Dieses Thema lässt sich gut am Beispiel von Überlegungen zur Verkehrssicherheit realisieren. Die diffuse Reflexion spielt beim Gesehenwerden eine wesentliche Rolle. Es sollten hier verschiedene Lichtquellen zusammengetragen werden. Als Einstieg bietet sich auch ein Streifzug durch die Geschichte der Sehtheorien an.
Geradlinige Ausbreitung des Lichts	Die Geradlinigkeit der Lichtausbreitung fällt besonders bei der Behandlung der Schattenbildung ins Gewicht.
Schatten Lichtbündel und Lichtstrahl	Die Geradlinigkeit der Lichtausbreitung fällt besonders bei der Behandlung der Schattenbildung ins Gewicht.
Finsternisse am Himmel	Hier sollte in jedem Falle mit veranschaulichenden Modellen gearbeitet werden, weil sehr viele Schüler bei diesen Phänomenen erhebliche Vorstellungsschwierigkeiten haben.
Lochkamera	Bei der Lochkamera steht wieder das Modell des Lichtstrahles im Zentrum. Insbesondere hier können Schülerübungen durchgeführt werden. Sehr sinnvoll wäre hier der Bau einer Lochkamera durch jeden Schüler.

Themenbereich: Temperatur und Wärme

Wärme und Temperatur	Der Temperaturbegriff allein reicht zum Verstehen von Wärmephänomenen nicht aus: Beispiel: Zum Füllen einer vollen
----------------------	--

	<p>Wärmflasche benötigt man bei gleicher Temperatur die doppelte Wärme gegenüber einer halbvollen Wärmflasche. Beim Duschbad wird weniger Wärme gegenüber einem Vollbad in der Badewanne benötigt. Hier lässt sich der Bezug zum sparsamen Umgang mit Energieressourcen herstellen.</p>
<p>Temperaturmessungen Eichung eines Thermometers</p>	<p>Temperaturmessungen sind nötig z. B. bei Fieber, Tiefkühlkost, Arzneimitteln und Hitzefrei. Verschiedene Temperaturskalen sollten behandelt werden. ($^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$, K)</p>
<p>Temperaturdifferenz als Antrieb für den Wärmestrom (qualitativ)</p>	<p>Beim Berühren von verschiedenartigen Körpern (Metall, Styropor) kommt es zu Fehlschlüssen über die Temperatur. Dieser Effekt kann als Anlass für die Untersuchung des Wärmestromes genutzt werden. Wärme strömt von selbst von Orten höherer zu Orten niedrigerer Temperatur (Strahlung und Leitung). Die Temperaturdifferenz liefert den Antrieb für den Wärmestrom. Beispiel: Bei einer Zimmertemperatur von $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer Außentemperatur von $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ strömt (etwa) doppelt so viel Wärme hinaus wie bei $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur. Mögliche Schülerübung: Abkühlung warmer Getränke. Aus dem Zeitverhalten lässt sich qualitativ und halbquantitativ auf die Wärmeströme schließen.</p>
<p>Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmewiderstand (qualitativ)</p>	<p>Zahlreiche Beispiele aus der Erfahrungswelt der Schüler, aus der Natur und aus der unmittelbaren Umwelt (Thermojacke, Thermosflasche, Schlafsack, Pelz und Fettschicht von Tieren, Dämmmaterial, Isolierschaum usw.) eignen sich, die Abhängigkeit des Wärmestromes vom Wärmewiderstand zu verdeutlichen und Materialien nach ihrem Wärmewiderstand zu klassifizieren.</p>
<p>Konvektion</p>	<p>Da die Wärme durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung in der Praxis wegen schlechter Wärmeleiter nur sehr langsam strömt, muss man für einen wirkungsvollen Transport auf Konvektion zurückgreifen. Hier wird ein zweiter Antriebsmechanismus eingesetzt, z. B. bei der Warmwasserheizung die Umwälzpumpe.</p>

Themenbereich: Bewegungen, Masse, Kraft

Weg, Zeit, Geschwindigkeit	Wie schnell ist der Schall? Der
----------------------------	---------------------------------

<p>Definitionen, Einheiten $v = s/t$</p>	<p>Geschwindigkeitsbegriff ist intuitiv vorhanden. Ergebnis eines Versuchs auf dem Sportplatz oder die Kenntnis der Faustformel zur Bestimmung der "Entfernung eines Gewitters": Der Schall legt in der Luft in einer Sekunde ca. 340 m zurück. Die Einheiten 1 Meter und 1 Sekunde werden nicht problematisiert. Die Funktionsweise des Echolots oder einer Ultraschall-Entfernungsmessung zeigen den Nutzen der physikalischen Betrachtungen.</p>
<p>Geschwindigkeiten im Vergleich</p>	<p>Bei gleichem Antrieb schneller? Anhand einfacher Experimente (z.B. Fahrrad, Skateboard, Rollenfahrbahn, Luftkissenfahrbahn) sollen Bewegungen auf Geschwindigkeitsänderungen hin untersucht werden. Die Schülerinnen und Schüler entnehmen ihrer unmittelbaren Anschauung, ob v konstant ist, sich mit der Zeit vergrößert oder verringert. Die Ergebnisse lassen sich als t-v-Graphen skizzieren.</p>
<p>Kraft als physikalische Größe Kraftdefinition, Einheit, $F \sim s$ Messung von Kräften mit einem Kraftmesser Eine Kraft bewirkt eine Verformung oder eine Geschwindigkeitsänderung</p>	<p>Die Einführung des Kraftbegriffs soll an Beispielen (Muskelkraft, Gewichtskraft, Federkraft, Magnetkraft) erfolgen. Dabei wird aus den Wirkungen (elastische und unelastische Verformung, Geschwindigkeits-, besser Bewegungsänderungen) auf die Ursache geschlossen. Die Kräfte können mit einem Kraftmesser gemessen werden, ohne dass die Eichung problematisiert werden muss. Die vom Kraftmesser angezeigten Beschleunigungs- oder Bremskräfte werden mit den Geschwindigkeitsänderungen und oder Verformungen verglichen. Der Zusammenhang zwischen Kraft und Geschwindigkeitsänderung (ohne Reibung) oder Verformung bestätigt die Vorerfahrungen der Schüler.</p>
<p>Reibung und Endgeschwindigkeit</p>	<p>Die der Antriebskraft entgegengesetzte Reibung verringert die Geschwindigkeitsänderung. Wirkt einer Kraft eine gleich große Kraft durch Reibung entgegen, bleibt die Geschwindigkeit konstant</p>
<p>Masse Normierungen, Einheiten, Gewichtskraft Messungen von Masse</p>	<p>Masse wird als Grundgröße eingeführt. Die Masse wird mit einer Balkenwaage gemessen und ist ortsunabhängig. Als Merkmal der Masse wird im Wesentlichen die Gewichtskraft betrachtet, deren Größe mit dem Umrechnungsfaktor 9,8 N/kg angegeben wird.</p>

Themenbereich: Elektromagnetismus

Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule Elektromagnet und Anwendungen	Ausgewählte Geräte (Summer, Klingel, Relais, Reed-Relais) mit ihrer Anwendung besprechen.
Magnetfeld eines stromdurchflossenen geraden Leiters Elektrische Stromstärke, Messung, Einheit Orientierung des Magnetfeldes und Windungssinn bei einer stromdurchflossenen Spule Rechte-Faust-Regel	Die Richtung der Kraft wird bestimmt, ihre Abhängigkeit von der elektrischen Stromstärke beschrieben.
UWV-Regel Prinzip des Lautsprechers Prinzip des Drehspulinstruments	Die Geräte sind sehr motivierend. Mit dem Drehspulinstrument lässt sich die Stromstärkemessung verstehen. Das Verständnis der Funktionsweise des Elektromotors wird vorbereitet.
Elektromotor	Das Verständnis der Funktionsweise des Elektromotors erarbeitet.

Themenbereich: Dichte

Masse und Dichte Normierungen, Einheiten, Gewichtskraft Messungen von Masse und Volumen Definition der Dichte Berechnungen	Gold oder vergoldet? Mit der als Grundgröße eingeführten Masse lassen sich Materialuntersuchungen zur Dichte durchführen. Als Merkmal der Masse wird im Wesentlichen die (ortsabhängige) Gewichtskraft betrachtet, deren Größe mit dem Umrechnungsfaktor 9,8 N/kg angegeben wird. Eine sinnvolle Einführung der Dichte gelingt bei der Untersuchung von unterschiedlichen Bruchstücken erst des gleichen Stoffes, dann unterschiedlicher Stoffe, die in Schülerübungen durchgeführt werden sollten. Zum Erkennen der Stoffe sind große Körper vorzuziehen. Die Kenntnisse lassen sich dann zur Stoffbestimmung einsetzen.
Schwimmen, Sinken, Schweben	Warum schwimmen Fische ohne Anstrengung im Wasser und der Mensch auf dem Wasser? Dichtevergleiche zeigen, dass Körper mit einer geringeren Dichte in Flüssigkeiten oder Gasen mit höherer Dichte aufsteigen bzw. schwimmen. Die Wirkungsweise der Schwimmblase bei Fischen sollte im Experiment gezeigt werden. Die quantitative Behandlung der Auftriebskräfte ist hier noch nicht beabsichtigt. Die als Phänomen erfahrene Zunahme des Wasserdrucks in größeren Tiefen kann als Überleitung zum

folgenden Thema Druck genutzt werden.

Themenbereich: Druck

<p>Luftdruck Druckdifferenz als Antrieb Teilströme und Gesamtstrom Parallel- und Serienschaltung von Druckkolben die Einheit Pa Messung von Druck und Druckdifferenz Vakuum</p>	<p>Pneumatische Antriebe: Der Druck sollte als Grundgröße im Sinn von Gepresstsein phänomenologisch eingeführt werden. Die Größe Druck charakterisiert Flüssigkeiten und Gase, nicht feste Körper. Wesentlich ist die Zusammenführung der umgangssprachlichen Begriffe Überdruck und Unterdruck zum physikalischen Begriff Druck. Experimente zum Trinken mit Trinkhalmen, mit Fahrrad- und PKW-schläuchen bieten sich an. Anschließend kann die Druckdifferenz als Antrieb für die Bewegung erkannt werden. Für die Messung des Drucks kann der Zusammenhang $p=F/A$ eingeführt und genutzt werden.</p>
<p>Druck im Flüssigkeitskreislauf Druckdifferenz und Flüssigkeitsstrom Druckdifferenz als Antrieb</p>	<p>Was bewirkt körperliche Fitness? Der (vereinfachte) Blutkreislauf eignet sich gut, den Flüssigkeitsstrom abhängig von der Druckdifferenz zu betrachten. Unterschiedliche Aktivitäten des Lebewesens bewirken Änderungen des Strömungswiderstands, die sich auf den Blutstrom auswirken. Eine physiologische Regelung bewirkt eine annähernd konstante Druckdifferenz, unabhängig von der Belastung. Es ändert sich der Blutstrom durch veränderte Pulsfrequenz. (Ein ähnliches Verhalten zeigen Batterie und (Konstant-)Spannungsquelle in der Elektrizitätslehre.) Auch hier erfolgt eine Regelung, die bei begrenzter Belastung eine konstante Spannung erzielt. Die Verwendung der Begriffe Strömungswiderstand, Schalter für den Flüssigkeitsstrom, Teilstrom und Gesamtstrom verdeutlicht die Übertragbarkeit der Zusammenhänge. Modelle zum Blutkreislauf lassen sich in geschlossenen Systemen mit "Wasserwächtern" zur Strommessung nutzen. In offenen Systemen ist die Höhe der Flüssigkeitssäule ein Maß für den Druck.</p>

Themenbereich: Kraft, Arbeit, Energie, Leistung

<p>Die Energie Richtung von Kraft und Weg Einheit der Energie typische Werte</p>	<p>Das Produkt aus Kraft und Weg liefert für einen gegebenen Anfangs- und Endwert der Geschwindigkeit eine Konstante. Das Produkt ist gibt die Arbeit (bzw. Bewegungsenergie) an. Mit diesem Zusammenhang</p>
--	---

	lassen sich die behandelten Vorgänge strukturieren. Kräfte senkrecht zur Bewegungsrichtung leiten zum nächsten Thema über.
Vektoreigenschaft der Kraft	Die Vektoreigenschaft der Kraft kann an geeigneten Beispielen behandelt werden.
Einfache Maschinen	Hier ist die Behandlung von Hebel, Rolle, Flaschenzug, etc. möglich.

Themenbereich: Brechung des Lichts

Brechung des Lichtes Abhängigkeit des Brechungswinkels vom Einfallswinkel und vom Material Totalreflexion	Das Phänomen der Brechung des Lichtes an den Grenzflächen optischer Medien soll insbesondere an den Übergängen Luft-Wasser und Luft-Glas sowohl qualitativ als auch quantitativ untersucht werden. Da die mathematischen Voraussetzungen noch fehlen, bietet sich hier für spätere quantitative Konstruktionen beim Verlauf der gebrochenen Strahlen die graphische Methode an, bei der Brechungswinkel in Abhängigkeit vom Einfallswinkel - aufgetragen wird. Beispiele für Brechung bzw. Totalreflexion: Glasfaser, Endoskop, Prisma, Schwimmbad, Fata Morgana, Form der Sonne beim Sonnenuntergang
Optische Abbildungen durch Linsen $B/G = b/g$	Die Vergleiche von Abbildungsqualität und Belichtungszeiten bei Lochkamera und Linsenkamera motivieren eine Beschäftigung mit optischen Linsen. Optische Bauelemente lassen sich aus Gelatine schneiden. Damit lässt sich der Zugang zur Linse über Prismenteile in Schülerübungen erarbeiten.
Bildentstehung durch Linsen	Ein scharfes Bild zeichnet sich durch maximalen Kontrast aus.
Linsengleichung $1/f = 1/b + 1/g$ Konstruktion von Linsenabbildungen	In einer Kombination von Experiment (Schülerübung), Anwendung des Strahlenmodells und der Brechung lässt sich die Linsengleichung bestätigen. Eine Reihe von Anwendungsbeispielen verschiedener Sammel- und Zerstreuungslinsen sowie Kombinationen von Linsen sollte für das Folgende die Voraussetzungen schaffen. Die explizite Behandlung des Strahlensatzes ist hier keine Voraussetzung.
Das menschliche Auge Augenfehler und Brillen Optische Geräte	Die Behandlung des menschlichen Auges ist speziell bei Fehlfunktionen oder Unzulänglichkeiten der wichtigste Anlass für die Optik. Deshalb ist alles zuvor Behandelte hier unbedingt umzusetzen. In jeder Klasse gibt es einige Brillenträger, so

	dass ein unmittelbarer Anlass gegeben ist, Kurz- und Weitsichtigkeit zu thematisieren. Es bieten sich die Behandlung von Fotoapparat, Diaprojektor, Tageslichtprojektor, Fernrohr oder Mikroskop an.
Farben Infrarot und Ultraviolett	Zerlegung des weißen Lichtes, Prisma, Regenbogen, Fernsehbild, Farbsehen, bunte Schatten sind mögliche Themen, die insbesondere durch ihre eindrucksvollen Effekte hohe Motivation haben können. Die physikalische Beschreibung von Farben des Lichts kann mit Wellenlängen erfolgen, ohne dass weitere Hintergründe aufzuzeigen sind.

Themenbereich: El. Ladung, Stromstärke, Spannung, Widerstand

Einführung der Spannung Einheit	Definieren einer Größe (Spannung als Grundgröße oder auch elektrisches Potential) Elektrische Stromkreise mit unterschiedlichen Spannungen
Spannung als Antrieb für den elektrischer Strom	Man kann auch formulieren: „Der elektrische Strom fließt vom hohen Potential zum niedrigen Potential.“ Damit wird der Vergleich zum Druck und zur Temperatur erleichtert. Ein Stromkreis mit einer (kleinen) 9 V Batterie und einem (großen) 6 V Akku zeigt, dass nicht die vermuteten Ladungsmengen an den Polen, sondern die Spannung den Antrieb bestimmt.
Knoten- und Maschenregel	Anhand von Schülerexperimenten mit vorerst gleichen Lampen oder Widerständen lassen sich die Begriffe elektrischer Strom und Spannung gegeneinander abgrenzen. Die farbige Kennzeichnung von Leitungen mit gleichem Potential vereinfacht die Schaltungsbeschreibung. LED dienen zur Anzeige der Stromrichtung. Die Stromaufteilung (Knotenregel) lässt sich mit dem Flüssigkeitsstromkreis verdeutlichen, die Maschenregel mit der Druckverteilung und der Temperaturverteilung.
Elektrischer Widerstand $R=U/I$ Parallel- und Serienschaltung $R = 1/R_1 + 1/R_2$, $R = R_1 + R_2$	Mit dem elektrischen Widerstand werden Anwendungsbeispiele behandelt, die eine Berechnung erfordern. Die Formeln für die Parallel- und Serienschaltung können durch die Spezialfälle mit gleichen Widerständen vorbereitet werden.
Nichtelektrische Stromkreise	Die Übertragung der Zusammenhänge auf nichtelektrische Beispiele verdeutlicht die

	grundlegenden Prinzipien: Herz-Kreislauf-System, Wasserversorgung, Versorgung mit Fernwärme.
Modellvorstellung des elektrischen Stroms Elektronen Glühelektrischer Effekt Elektronenstrahlröhre	An der Elektronenstrahlröhre lässt sich das Elektronenmodell entwickeln, welches den Leitungsmechanismus in Metallen und im Vakuum beschreibt. Die Bewegung im Vakuum sollte im Vergleich zu den Bewegungen mit und ohne Reibung betrachtet werden.

Themenbereich: Induktion, Energieversorgung

Grundversuche zur Induktion Historische und aktuelle Aspekte Magnetfeldänderungen durch Bewegung oder Elektromagnete	Beispiele: Tonkopf zur Datenwiedergabe, Anwendung in der Informationsspeicherung, Hinweis auf Diskette und Festplatte im Computer, Messwertgeber am elektronischen Fahrradtachometer
$U \sim$ Magnetfeldänderung pro Zeit bei stückweise linearen Änderungen Konstruktion des zeitlichen Verlaufs von B aus den Messergebnissen von U	Eine (aus Sicht der Leiterschleife) vorliegende Änderung von B erzeugt einen Antrieb für die elektrischen Ladungen. Fahrraddynamo (schematisiert)
Regelung von B_{max} für konstante Induktionsspannung	Lichtmaschine am Auto, Generator im Kraftwerk
Elektrische Energieübertragung	Wege der Energie vom Generator zum Elektrogerät, Wege des elektrischen Stroms im Stromkreis. Mit Serien- und Parallelschaltungen von Generatoren und Lampen lassen sich Energiemessungen durch Helligkeitsvergleiche bei gleichen Lampen vorbereiten.
$P = U \cdot I$, $E = U \cdot I \cdot t$, Transformatoren bei der Energieübertragung $P = R \cdot I^2$ Hochspannung	Der Begriff Energiestrom parallel zum Begriff Leistung kann helfen, den Transport der Energie zu verdeutlichen. Die Berechnung der Leistung wird mit doppeltem Energiestrom bei gleichem Ladungsstrom (Serienschaltung) und doppeltem Energiestrom bei doppeltem Ladungsstrom (Parallelschaltung) vorbereitet. Der Vergleich der Graphen von Q , I , U , E , P im zeitlichen Verlauf festigt die Zusammenhänge zwischen den Größen. Die Erzeugung von Wärme in einem gegebenen Kabel sollte über den Strom I berechnet werden.

Themenbereich: Radioaktivität, Kernphysik

Nachweis radioaktiver Strahlung Geschichte der Kernphysik Entwicklung der Kernenergienutzung	Fotoplatte, Ionisationskammer, Zählrohr
Abschirmung von Strahlung, Absorptionsgesetz,	Die chemische Analyse der Zerfallsprodukte gibt Hinweise auf Zerfallsreihen. Das

Strahlungsarten Kernbausteine p, n, e	Zerfallsgesetz lässt sich mit einem Würfelexperiment plausibel machen. Die Experimente ohne Zurücklegen liefern im Vergleich mit der Messung das richtige Modell der Kernzerfalls.
Kernwaffen Ungeregelte Kettenreaktion	Für Kernwaffen ist eine kritische Masse des spaltfähigen Stoffes erforderlich. Hier bieten sich historische Betrachtungen an.
Kernkraftwerk Geregelte Kettenreaktion ${}_{92}^{235}\text{U}, {}_{92}^{238}\text{U}, {}_{94}^{239}\text{Pu}$ ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \Rightarrow {}_{56}^{144}\text{Ba} + {}_{36}^{89}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n} + \gamma$ Energiebereitstellung in Abhängigkeit von den regionalen Ressourcen Entsorgung der Spaltprodukte Risiken und Chancen	Aktuelle Ereignisse liefern häufig geeignete Ansatzpunkte für den Unterricht. Der Moderator bewirkt, ähnlich einem Katalysator, eine Veränderung des Reaktionswiderstands und steuert damit den Reaktionsverlauf.
Die Sonne als Fusionsreaktor Risiken und Chancen	Es sollte Kernfusion und Kernspaltung gegeneinander abgegrenzt werden. Die Behandlung eines Reaktionszyklus ist nicht beabsichtigt. Die Steuerung der Kettenreaktion erfolgt durch Dichte und Temperatur.
Biologische Strahlenwirkung Medizinische Diagnose Bestrahlung eines Tumors Sterilisierung, z. B. von Lebensmitteln	Bei der biologischen Strahlenwirkung sind Schäden und Nutzen zu vergleichen. Auch bei der medizinischen Anwendung sind beide Effekte miteinander gekoppelt.

Themenbereich: Wärme, Wärmekapazität, Klima

Wärmeenergie Wärmekapazität von Wasser	Für quantitative Energiemessungen wird die Temperaturerhöhung eines Körpers bei Energiezufuhr, z.B. mit einem 1000 W Tauchsieder, entsprechend $\Delta E = m \cdot c \cdot \Delta T$ gezeigt. Die Vorgabe des ΔT - ΔE -Graphen für 1 kg Wasser erleichtert die Auswertung der Messung. Der ΔT - ΔS -Graph für 1 kg Wasser erleichtert die Auswertung der Messung. Die Schülerinnen und Schüler sollten mit typischen Experimenten und Ergebnissen in J/s bzw. W vertraut sein.
Temperaturdifferenz als Antrieb für den Wärmestrom (quantitativ)	Wärme strömt von selbst von Orten höherer zu Orten niedrigerer Temperatur (Strahlung und Leitung). Die Temperaturdifferenz liefert den Antrieb für den Wärmestrom.
Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmewiderstand (quantitativ)	Thermojacke, Thermosflasche, Schlafsack, Pelz und Fettschicht von Tieren, Dämmmaterial, Isolierschaum usw. eignen sich, die Abhängigkeit des Wärmestromes vom Wärmewiderstand zu verdeutlichen und Materialien nach ihrem Wärmewiderstand zu

	klassifizieren.
--	-----------------

Themenbereich: Energieerhaltung, Energieumwandlungen

Quantitative Betrachtungen zu Energieumwandlungen ausgewählte Energieumwandlungen Quantitative Beispiele der lokalen Energieversorgung	Berechnung von Energie und Leistung für ausgewählte Umwandlungsketten, z. B. elektrische Energie \leftrightarrow mechanische Energie (Motor, Generator), elektrische Energie \leftrightarrow Wärmeenergie (Solarzelle, Lampe), Wärmeenergie \leftrightarrow mechanische Energie (Verbrennungsmotor, Reibungswärme).
Energiespeicherung und lokaler Energiemangel in physikalischen, chemischen und biologischen Systemen Energietransport und Antrieb Fehlender Antrieb oder fehlende Umsetzer bei Energiemangel	Chemische Systeme ermöglichen kompakte Energiespeicher, z.B. Latentwärmespeicher, Kraftstoffe. Die Schüler sollten typische Werte in J/kg mit eigenen Experimenten bestimmen. Wüstenbewohnern fehlt es nicht an Energie, sondern an geeigneten Umformern. So behindert der Wassermangel die Energieumsetzung in biologischen Systemen entscheidend. Solarkraftwerke sind auf das Wasser nicht angewiesen, liefern die Energie aber in einer für den menschlichen Organismus nicht unmittelbar verwertbaren Form.
Gegenwärtige Situation der Energieversorgung Quantitative Angaben zum lokalen und globalen Energieumsatz Konsequenzen für das lokale und globale Klima Klimaprognosen	Mit geringem mathematischen Aufwand und wenigen plausiblen Annahmen lassen sich wesentliche Aussagen über die zukünftige Nutzung fossiler Brennstoffe und die daraus resultierende Klimagefährdung gewinnen.

Themenbereich: Halbleiter, Mikroelektronik

Zeitabhängige Schalter Kondensator und Widerstand im Stromkreis Der Feldeffekt-Transistor als Schalter	Der Kondensator wird als Bauelement beschrieben, dessen Spannungsänderung mit einem Ladungsstrom gekoppelt ist. Die Verringerung des Antriebs (Potentialdifferenz) in der RC-Schaltung bewirkt im zeitlichen Verlauf eine geringere Stromstärke am gleichen Widerstand
Steuerungen mit Sensoren Spannungsteiler mit LDR, NTC u. a. Sensoren	Abhängig von der Messgröße wechselt der Transistor seinen Schaltzustand. Es sollten verschiedene Sensoren in sonst gleichen Schaltungen behandelt werden.
Automatisiertes Messen physikalischer Größen Auswertung von Messdaten	Anhand von Tabellen und graphischen Darstellungen der Messwerte (z. B. Zeitschalter, Temperaturregelung) werden Wirkungszusammenhänge quantitativ beschrieben.