

# RAHMENRICHTLINIEN GYMNASIUM

## PHYSIK

Schuljahrgänge 6 - 12



**KULTUSMINISTERIUM**

# **RAHMENRICHTLINIEN**

## **GYMNASIUM**

(angepasste Fassung gemäß  
Achtem Gesetz zur Änderung des Schulgesetzes  
des Landes Sachsen-Anhalt vom 27.02.2003)

### **PHYSIK**

#### **Schuljahrgänge 6 – 12**

An der Anpassung der Rahmenrichtlinien gemäß Achtem Gesetz zur Änderung des Schulgesetzes haben mitgewirkt:

Dittmer, Frank	Thale
Kaminski, Edda	Halle
Dr. Pommeranz, Hans-Peter	Halle (betreuender Dezernent LISA)
Dr. Riedl, Gerd	Halle (fachwissenschaftlicher Berater)
Dr. Schülbe, Rüdiger	Eisleben
Weber, Christa	Ballenstedt

Die vorliegenden Rahmenrichtlinien entstanden auf der Grundlage der:

- Rahmenrichtlinien Sekundarschule: Förderstufe Physik (1997)

Dittmer, Frank	Thale
Dr. Greiner, Wolfgang	Halle (betreuender Dezernent LISA)
Pabst, Bernd	Wolfen
Stör, Ingrid	Salzmünde
Timm, Hans-Joachim	Ditfurt
  
- Rahmenrichtlinien Gymnasium/Fachgymnasium Physik (1999)

Dr. Greiner, Wolfgang	Halle (betreuender Dezernent LISA)
Prof. Dr. Lichtfeld, Michael (†)	Halle (fachwissenschaftlicher Berater)
Dr. Riedl, Gerd	Halle (fachwissenschaftlicher Berater)
Riemann, Lothar	Magdeburg
Sachtler, Hartmut	Magdeburg
Dr. Stroloke, Winfried	Wittenberg
Dr. Voigt, Klaus	Tollwitz

Verantwortlich für den Inhalt:  
Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt

## Vorwort

Bildung und Ausbildung sind Voraussetzungen für die Entfaltung der Persönlichkeit eines jeden Menschen wie auch für die Leistungsfähigkeit von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft. Schule ist also kein Selbstzweck, sondern hat die jeweils junge Generation so gründlich und umfassend wie möglich auf ihre persönliche, berufliche und gesellschaftliche Zukunft nach der Schulzeit vorzubereiten. Dazu soll sie alle Schülerinnen und Schüler fördern, wo sie Schwächen haben, und in ihren Stärken fordern. Jede(r) soll die ihr bzw. ihm mögliche Leistung erbringen können und die dafür gebührende Anerkennung erhalten.

Dies gilt grundsätzlich nicht nur für Lerninhalte, sondern für alle Bereiche der persönlichen Entwicklung einschließlich des Sozialverhaltens. Gleichwohl haben gerade Rahmenrichtlinien die Schule als Ort ernsthaften und konzentrierten Lernens zu begreifen und darzustellen. Lernen umfasst dabei über solides Grundwissen hinaus alles, was dazu dient, die Welt in ihren verschiedenen Aspekten und Zusammenhängen besser zu verstehen und sich selbst an sinnvollen Zielen und Aufgaben zu entfalten.

Die Rahmenrichtlinien weisen verbindliche Unterrichtsziele und -inhalte aus. Sie können und sollen jedoch nicht die pädagogische Verantwortung der einzelnen Lehrerin und des einzelnen Lehrers ersetzen:

- Die Vermittlung der verbindlichen Unterrichtsinhalte füllt keineswegs alle Unterrichtsstunden aus. Daneben besteht auch Zeit für frei ausgewählte Themen oder Schwerpunkte. Dies bedeutet nicht zwangsläufig neue oder mehr Unterrichtsinhalte. Weniger kann unter Umständen mehr sein. Entscheidend für eine erfolgreiche Vermittlung von Wissen und Schlüsselkompetenzen ist, dass dem Erwerb elementarer Grundkenntnisse und -fertigkeiten ausreichend Zeit und Raum gewidmet wird. Soweit erforderlich, ist länger daran zu verweilen und regelmäßig darauf zurück zu kommen.
- Rahmenrichtlinien beschreiben nicht alles, was eine gute Schule braucht. Ebenso bedeutsam für die Qualität einer Schule ist die Lern- und Verhaltenskultur, die an ihr herrscht. Eine Atmosphäre, die die Lernfunktion der Schule in den Vordergrund stellt und die Einhaltung von Regeln des Miteinanders beachtet, kann nicht über Vorschriften, sondern nur durch die einzelne Lehrkraft und das Kollegium in enger Zusammenarbeit mit Eltern und Schülern erreicht werden.

Ausdrücklich möchte ich darauf hinweisen, dass es sich bei den hier vorliegenden Rahmenrichtlinien um eine - auf den Rahmenrichtlinien von 1999 basierende - Anpassung an die veränderte Schulgesetzgebung handelt, also noch nicht um eine grundsätzliche Überarbeitung. Kurzfristig mussten Konsequenzen aus dem Beginn des Gymnasiums ab Schuljahrgang 5 gezogen werden, und auch in der gymnasialen Oberstufe war den Veränderungen der Einführungsphase jetzt im Schuljahrgang 10 und der Qualifikationsphase in den Schuljahrgängen 11 und 12 Rechnung zu tragen. Einige Hinweise von Lehrkräften und Schulleitern konnten bei dieser kurzfristigen Anpassung daher noch nicht berücksichtigt werden.

Die in diesem Heft enthaltenen Rahmenrichtlinien treten am 1. August 2003 in Kraft. Ich bitte alle Lehrerinnen und Lehrer um Hinweise oder Stellungnahmen, damit wir die Rahmenrichtlinien weiter überarbeiten und Verbesserungen einbringen können. Allen, die an der Entstehung dieser veränderten Rahmenrichtlinien mitgewirkt haben, danke ich herzlich.

Ich wünsche allen Lehrerinnen und Lehrern bei der Planung und Gestaltung ihres Unterrichts viel Erfolg und Freude bei der pädagogischen Arbeit.



Prof. Dr. Jan-Hendrik Olbertz  
Kultusminister

Magdeburg, im Mai 2003



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Aufgaben des Faches Physik am Gymnasium..... 6
2	Qualifikationen und fachdidaktische Konzeption ..... 8
3	Zur Arbeit mit den Rahmenrichtlinien .....14
4	Grundsätze der Unterrichtsgestaltung.....17
4.1	Didaktische Grundsätze.....17
4.2	Unterrichtsverfahren und Unterrichtsorganisation .....18
4.3	Fächerübergreifendes Arbeiten.....20
4.4	Leistungen und ihre Bewertung .....20
5	Inhalte.....22
5.1	Übersichten .....22
5.1.1	Fachspezifische Themen in den Schuljahren 6 bis 10.....22
5.1.2	Fächerübergreifende Themen in den Schuljahren 5 bis 10 .....23
5.1.3	Themen in den Schuljahren 11/12 .....24
5.2	Darstellung der Themen in den Schuljahren 6 - 10 .....26
5.2.1	Fachspezifische Themen im Schuljahr 6.....26
5.2.2	Fächerübergreifende Themen im Schuljahr 6 .....36
5.2.3	Fachspezifische Themen in den Schuljahren 7/8.....42
5.2.4	Fächerübergreifende Themen in den Schuljahren 7/8.....59
5.2.5	Fachspezifische Themen im Schuljahr 9 und im Schuljahr 10 (Einführungsphase) .....66
5.2.6	Fächerübergreifende Themen in den Schuljahren 9 und 10.....80
5.3	Darstellung der Themen in den Schuljahren 11/12 (Qualifikationsphase) .....88
5.3.1	Profilfach (vierstündig) .....88
5.3.2	Wahlpflichtfach (zweistündig) .....114

# 1 Aufgaben des Faches Physik am Gymnasium

Das Fach Physik ist im Fächerkanon des Gymnasiums integraler Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts. In diesem Rahmen zielt der Unterricht darauf ab, Gegenstände der Naturwissenschaften aufzugreifen und zu untersuchen, die für den persönlichen Erfahrungs- und Bildungsbereich sowie den weiteren Bildungsweg der Schülerinnen und Schüler von Bedeutung sind. Das setzt voraus, den Physikunterricht nicht nur als formales Abbild der Inhalte und Struktur der Fachwissenschaft Physik zu gestalten, sondern durch exemplarische Vermittlung von Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten die Voraussetzungen für einen kompetenten Umgang mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen in Natur und Technik zu schaffen.

Der Physikunterricht kann nicht isoliert seinen Beitrag im Fächerkanon leisten. Er hat die übergreifende Aufgabe, Gemeinsamkeiten und Verflechtungen der naturwissenschaftlichen Fächer den Schülerinnen und Schülern sichtbar und verständlich zu machen sowie zu vermitteln, dass die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen häufig über die klassischen Grenzen der naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen hinausgeht. Interdisziplinäres Arbeiten sowie die Gestaltung fächerverbindender und fächerübergreifender Unterrichtsformen müssen damit neben dem fachspezifischen Arbeiten verstärkt Berücksichtigung finden.

Das Fach Physik leistet durch die Auseinandersetzung mit Phänomenen und Vorgängen in der Technik einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Schülerinnen und Schüler für naturwissenschaftliche Erkenntnisse und deren technische Anwendungen. Damit werden wichtige Voraussetzungen für die künftige Bewältigung der technisch geprägten Lebenswelt geleistet sowie Grundlagen für die sachkundige Einflussnahme und die Gestaltung wirtschaftlicher, technischer und sozialer Rahmenbedingungen geschaffen. Ihr Wissen soll die Lernenden befähigen, Möglichkeiten und Grenzen des technischen Fortschritts sowie auch potentielle Gefahren sachkundig beurteilen zu können.

Im Verlauf des Physikunterrichts in den Schuljahrgängen 6 bis 10 werden verstärkt qualitative Betrachtungen von Phänomenen mit physikalischer Theoriebildung verknüpft. Es werden zunehmend höhere Anforderungen an die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler gestellt, von der konkreten Erscheinung zu abstrahieren und die physikalische Fachsprache anzuwenden.

Mit dem Übergang des Physikunterrichts in die Qualifikationsphase werden auf der Grundlage der bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten Erweiterungen und Vertiefungen vorgenommen. Dabei werden exemplarisch Weiterentwicklungen der klassischen Gebiete der Physik bis hin zu Anwendungen und Veränderungen der Denkweisen in der Quantenphysik sowie der Relativitätstheorie vorgenommen.

In diesem Zusammenhang gewinnen komplexe und übergreifende Betrachtungen von physikalischen Problemstellungen und deren vertiefte mathematische Durchdringung an Bedeutung. Insbesondere durch die Beschreibung der Vorgänge in Natur und Technik mit Hilfe der Infinitesimal- und Vektorrechnung werden die Kenntnisse erweitert und vertieft.

Der Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe hat im Sinne wissenschaftspropädeutischen Arbeitens nicht nur die Aufgabe, vertiefte fachliche Kenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln, sondern auch aktuelle Entwicklungen physikalischer Forschungen und Forschungsmethoden sowie deren Anwendung zum Gegenstand des Unterrichts zu machen. Der Verbindung von Realexperiment, Modellbildung, Simulation und Theoriebildung kommt dabei besondere Bedeutung zu. In Verbindung mit historischen und philosophischen Betrachtungen werden vertiefte Einsichten in naturwissenschaftliche Betrachtungsweisen vermittelt.

Zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf lebenslanges Weiterlernen steht auch der Physikunterricht im Fächerkanon vor der Aufgabe, Wege und Verfahren der Gewinnung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und die Nutzung von gedruckten und elektronischen Informationsquellen anzuwenden und die dazu notwendigen Kompetenzen zu vermitteln.



## 2 Qualifikationen und fachdidaktische Konzeption

### Qualifikationen

Aus den im ersten Kapitel beschriebenen Aufgaben lassen sich für den Physikunterricht zu vermittelnde Qualifikationen ableiten, die themenübergreifende Schwerpunkte für die Unterrichtsgestaltung setzen. Die Qualifikationen sind für die Schuljahrgänge 6, 10 und 12 als jeweils anzustrebende Niveaus beschrieben.

Im **Schuljahrgang 6** sollen die Schülerinnen und Schüler folgende Qualifikationen erwerben:

- genau beobachten, das Beobachtete sorgfältig beschreiben und dabei zweckmäßige Darstellungsformen wählen,
- Denk- und Arbeitsweisen der Physik in elementarer Form anwenden und die eigenen Erfahrungen und Vorstellungen in die wissenschaftliche Sichtweise einordnen,
- sich Wissen und Können in durch die Lehrkraft geführter, kooperativer und auch in selbstständiger Auseinandersetzung mit den physikalischen Inhalten aneignen,
- zielstrebig, gewissenhaft und ausdauernd lernen und das Gelernte auf andere Situationen und Sachverhalte anwenden.

Für die Schülerinnen und Schüler der **Schuljahrgänge 7 bis 10** steht die Ausbildung folgender Qualifikationen im Mittelpunkt:

- physikalische Phänomene unter Anwendung physikalischer Begriffe, Zusammenhänge und Gesetze beobachten, beschreiben und erklären,
- physikalische Aufgaben- und Problemstellungen analysieren, bearbeiten und unter Anwendung sicherer Grundkenntnisse lösen,
- naturwissenschaftliche Erkenntnismethoden, wie Naturbeobachtung, Experiment, induktive und deduktive Verfahren, Arbeit mit Analogien, Modellen und Computeranimationen, kennen und anwenden,
- grundlegende Experimente auf der Basis der Kenntnis von Mess- und Experimentiergeräten planen, durchführen und mithilfe von Messreihen, -tabellen, Graphen und Diagrammen interpretieren und unter Berücksichtigung auftretender Fehler auswerten,
- Anwendungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse in der Technik sowie Gefahren des möglichen Missbrauchs oder der unreflektierten Nutzung physikalischer Erkenntnisse für Mensch und Natur kennen und beurteilen,
- die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Problemen auf der Basis physikalischer Erkenntnisse entwickeln,
- gedruckte und elektronische Quellen für die Informationsbeschaffung nutzen,

- physikalische Problem- und Aufgabenstellungen in komplexere, fächerübergreifende Zusammenhänge einordnen und projektartig im Team bearbeiten,
- die Erkenntnis erwerben, dass die spezifische Art und Weise der physikalischen Naturuntersuchung immer nur aspekthafte und damit nicht umfassende Aussagen über die Natur hervorbringen kann, also daneben auch andere, ebenso gültige Betrachtungen der Natur treten müssen.

In den **Schuljahrgängen 11/12** werden die in den Schuljahrgängen 6 bis 10 vermittelten Qualifikationen an physikalisch anspruchsvolleren Sachverhalten erweitert, vertieft und mathematisch durchdrungen. Im Sinne des wissenschaftspropädeutischen Arbeitens ist darüber hinaus die Ausbildung folgender Qualifikationen anzustreben:

- Fragestellungen der Physik und angrenzender Gebiete auf der Basis theoretischer Grundlagen experimentell untersuchen,
- mathematische Methoden und Verfahren zur Beschreibung von Zuständen und Vorgängen anwenden,
- zunehmend ganzheitliche Betrachtungen komplexerer Zusammenhänge auch unter Einbeziehung von Simulationssystemen vornehmen,
- klassische und moderne Informationsmittel der Fachwissenschaft selbstständig auswählen und nutzen.

## **Fachdidaktische Konzeption**

### **Fächerverbindende Inhalte**

Unter Beachtung der Beiträge des Faches zu ganzheitlicher Betrachtung gesellschaftlicher Kernprobleme werden bis zum Schuljahrgang 12 Grundlagen der Optik, Mechanik, Thermodynamik und Elektrizitätslehre mehrmals in jeweils anderen Zusammenhängen und mit ansteigenden Anforderungen behandelt. Grundsätzlich kann im Unterricht – nach der Zusammenstellung diesbezüglich geeigneter Themen und durch die Aufnahme neuer Inhalte – von Fragen der Umwelt und von Lebenssituationen ausgegangen werden. Durch spezielle Inhalte der Themen der Thermodynamik und Mechanik wird die Bezugnahme auf Vorgänge im Körper des Menschen und auf die für die Gesunderhaltung wichtigen Verhaltensweisen des Menschen gefördert. Auch in anderen Themen sind durch Aufnahme bestimmter Inhalte oder Hinweise (z. B. zu den fächerübergreifenden Themen) Möglichkeiten zur Öffnung des Faches zu ganzheitlicher Betrachtung der Natur und Technik aufgezeigt.

Unter zunehmender Einbeziehung der auch in anderen Fächern erworbenen Kenntnisse sollen Systematisierungen und zusammenfassende Verallgemeinerungen das Lernen erleichtern.

## **Energiekonzept**

**Schuljahrgänge 6 bis 10:** Bei der Behandlung der Energie stehen Transportvorgänge im Vordergrund, ohne die eine Nutzung der Energie nicht möglich ist. Themen, die durch die Behandlung der Energie miteinander verknüpft sind, sollen den Schülerinnen und Schülern die folgenden einheitlichen Bedingungen zeigen, unter denen in Natur und Technik Energieübertragungen stattfinden:

Die Energie wird – ohne Ausnahme – mit Hilfe von Objekten (Körper, Stoffe, Teilchen, Felder, Wellen) übertragen, an denen immer auch noch andere Größen gemessen werden können. Hierbei ist wesentlich, dass die Differenz oder das Gefälle einer bestimmten Größe (die wie der Druck oder die Temperatur zur Gruppe der intensiven Größen gehört) dem Transport einer jeweils mengenartigen (extensiven) Größe als Ursache zugrunde liegt, wodurch zusätzlich auch der Energiestrom zustande kommt.

Diese Betrachtungsweise ist auf die Bildung von Analogien gerichtet, die das Lernen erleichtern, da prinzipiell neues Wissen auch bei völlig andersartigen Phänomenen nicht erworben werden muss. Das in einem elektrischen Stromkreis dem Transport der Ladung zugrunde liegende Gefälle heißt elektrische Spannung. Es ist hierbei nicht erforderlich, den aus der Maschinenwelt stammenden Begriff Antrieb hinzuzufügen. Die der elektrischen Ladung entsprechende Transportgröße in der Wärmelehre ist die Entropie.

Im Mittelpunkt der Behandlung der Phänomene der Elektrizität und der technischen Anwendungen stehen der Energietransport und die Verzweigungen der Energieströme in elektrischen Schaltungen. Durch die in den Rahmenrichtlinien vorgegebenen Inhalte kann diesbezüglich vom Anfangsunterricht in der Elektrizitätslehre bis zur Darstellung des Wechselstromkreises im Themenbereich Elektrodynamik ein widerspruchsfreies und einprägsames Bild der Vorgänge in Stromkreisen mit einer klaren Zuweisung der Bedeutung der elektrischen Größen vermittelt werden. Dieses Bild schließt ein: Die Verzweigung der Energieströme findet bereits im elektromagnetischen Feld statt, das die geladenen und stromdurchflossenen Drähte der Stromkreise umgibt. Den Schülerinnen und Schülern ist dies mitzuteilen. Fast alle Erfahrungen, die sie im Umgang mit elektrischen Schaltungen und Elektrogeräten gemacht haben, und die Kenntnisse, die sie im Unterricht über den Energietransport im Gleich- und Wechselstromkreis erwerben, fügen sich ein in dieses Bild.

**Schuljahrgänge 11/12:** Bei der Behandlung der Thermodynamik in den Schuljahrgängen 11 bzw. 12 stehen Nutzungen der zur Verfügung stehenden Energie in offenen Systemen im Vordergrund. Wesentliche Konturen der Beschreibung dieser Systeme sind bereits durch das Begriffssystem der Thermodynamik vorgegeben. Die Rahmenrichtlinien setzen für diese Beschreibung nachstehend erläuterte Schwerpunkte:

Als ohne Einschränkung nutzbare Energie ist die freie Energie anderen Energieformen mit geringerer ökonomischer Bedeutung gegenüberzustellen. Sie kennzeichnet den Teil der in der Natur oder in einem System vorhandenen Energie, welcher zur Verrichtung von Arbeit (mechanische Arbeit, elektrische Arbeit) zur Verfügung steht. Da über Arbeit allgemein die Energie in jede andere Energieform umgesetzt werden kann, stellt sich die freie Energie als frei konvertierbare Energie mit einer für den Ablauf der Vorgänge in der Natur und einer für die Energiewirtschaft gleichermaßen großen Bedeutung dar. Die Inhalte der Thermodynamik, aber auch der anderen Themen sollen den Schülerinnen und Schülern diesbezüglich zeigen: Es gibt keinen Mangel an Energie (weder in der Wirtschaft noch beim Ablauf eines Vorganges in der Natur), sondern „nur“ einen zunehmenden Verlust freier Energie. Dieser Verlust – hervorgegangen durch Energiezerstreuung – ist bei allen spontanen Vorgängen das typische Merkmal jeder Energieumsetzung. Die herausragende Bedeutung der freien Energie und die Rolle der Entropie kommen bei vielen von selbst ablaufenden Vorgängen in einfacher und leicht überschaubarer Weise zur Geltung (Pendelbewegung, Entladung elektrisch aufgeladener Körper). Beide Größen beschreiben den spontanen Ablauf von Vorgängen vom Anfangs- bis zum Endzustand. Bis zu diesem nimmt die freie Energie ab und die Entropie zu, sodass in isolierten Systemen die extremen Werte dieser Größen – das Minimum der freien Energie und das Maximum der Entropie – die erreichten Gleichgewichtszustände charakterisieren, die ihrerseits nur durch erneute Zuführung von freier Energie und Abführung von Entropie (nach Öffnung der Systeme) aufhebbar sind.

### **Größen und Größengleichungen**

**Einführung physikalischer Größen** – Durch die Vorgaben der Rahmenrichtlinien, zuerst die in den Inhaltsspalten an den Anfang gestellten Phänomene zu behandeln, können die physikalischen Größen weitgehend einheitlich eingeführt werden. Diesem Ziel dient auch die in den Schuljahrgängen 7 bis 10 verbindliche Begriffserläuterung. Bei der Größeneinführung ist zu beachten:

Erst die erarbeiteten Beziehungen zu anderen (bereits bekannten) Größen, die Zuhilfenahme anschaulicher Zusammenhänge und der handelnde Umgang mit Naturobjekten, Körpern und Geräten, an und mit denen Größen gemessen werden, erschließen den Lernenden schrittweise den praktischen Sinn der Verwendung der Größe, die theoretische Bedeutung und damit den Begriffsinhalt. Aus Quotienten oder Produkten bekannter Größen ist der Begriffsinhalt einer neuen Größe nicht ableitbar.

Dies bedeutet, dass das Verständnis einer physikalischen Größe in der Regel noch nicht als gegeben betrachtet werden kann, nachdem die Schülerinnen und Schüler in einer Einführungsstunde die jeweilige Einheit, typische Größenwerte und die für die Berechnung von Größenwerten wichtige Größengleichung kennen gelernt haben. Dies betrifft in

besonderer Weise Größen, die als schwer einführbar gelten, wie die Energie, die elektrische Spannung, den elektrischen Widerstand und die Entropie. Diese Größen zeigen, wie wichtig es ist, dass die Inhalte und die erläuternden Beispiele auch bei den nachfolgenden Themen und in den folgenden Schuljahren stets das Gleiche über die Größe aussagen und anfängliche Umschreibungen der Größe in der Einführungsstunde der aus neuen Sachverhalten folgenden Vertiefung des Verständnisses nicht im Wege stehen.

**Größengleichungen und ihre Gültigkeitsbedingungen** – Größengleichungen erfassen die unter bestimmten Voraussetzungen und Bedingungen geltenden Beziehungen zwischen Größen. Diese Beziehungen können auch als Gesetze betrachtet werden, wie z. B.  $s = v \cdot t$  in der Regel als das Weg-Zeit-Gesetz der gleichförmigen Bewegung eingeführt wird. Wenn der Gültigkeitsbereich eines Gesetzes nicht bereits – wie in diesem Falle – durch die Bezeichnung des Gesetzes zum Ausdruck kommt oder wenn er nicht durch andere Vorgaben eindeutig gegeben ist, sollen die Schülerinnen und Schüler – wie in den Rahmenrichtlinien vorgegeben – zusätzlich zur Größengleichung noch die an die Größen gestellten Bedingungen erfassen. Es sind dies die Gültigkeitsbedingungen der Größengleichung, ohne deren Kenntnis die Größengleichung nicht als Gesetz aufgefasst und angewandt werden kann.

### **Theorien und Experimente**

**Theorien** – Die Themen der gymnasialen Oberstufe sind auch mit der Absicht ausgewählt, den Schülerinnen und Schülern Kenntnisse über die Entstehung von Theorien, ihre Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen zu vermitteln. Theorien entstehen aus dem Zusammenfügen vielfältiger Erfahrungen, Beobachtungsdaten, Schlussfolgerungen und nachfolgender Idealisierung, wobei einzelne Experimente zwar eine Theorie stützen, aber nicht beweisen können. Die Schülerinnen und Schüler sollen Größenberechnungen aus vorgegebenen Werten nicht ihrer selbst willen, sondern geleitet von der Überzeugung durchführen, dass viele Ereignisse in Natur und Technik durch Vorausberechnungen dieser Art mit einem hohen Grad von Sicherheit vorausgesagt werden können. Ebenso unerlässlich ist die Einsicht in prinzipielle Abweichungen der Naturvorgänge von den im Rahmen einer Theorie gemessenen oder berechneten Größen. An den Anwendungsgrenzen klassischer Theorien in der Quantenphysik und in der speziellen Relativitätstheorie soll diesbezüglich gezeigt werden, dass die in einer Theorie eingeführten bzw. definierten Begriffe und dementsprechende Gesetze nur so lange ohne Einschränkungen verwendet werden können, so lange die Voraussetzungen, unter denen die jeweilige Theorie aufgestellt wurde, als gegeben oder als sinnvoll betrachtet werden können.

**Experimente** – Variantenreich eingesetzte Experimente sind notwendig und unter Beachtung der Bedeutung des Experiments in der Physik sowie seiner didaktischen Funktionen im Unterricht durchzuführen. Als Bestandteile des empirischen Weges der Erkenntnisgewinnung, der vor allem in den Schuljahrgängen 7 bis 10 typisch ist, gehören das Ordnen von Wahrnehmungen und das Gewinnen von Messdaten in Experimenten zu den typischen Aufgaben des Unterrichts. In einem zunehmenden Umfang sind dann auch Experimente durchzuführen, mit denen theoretisch hergeleitete Gesetze quasi bestätigt werden können. Das Experiment ist folglich methodologisches Mittel und zugleich Gegenstand des Unterrichts, denn die Schülerinnen und Schüler sollen auch das Experimentieren lernen. Unter diesem Aspekt ist im Schuljahrgang 10 ein Experimentalpraktikum unter verbindlichen Vorgaben durchzuführen. Im Praktikum der Qualifikationsphase werden die Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler zum selbstständigen Bearbeiten experimenteller Fragestellungen weiter vervollkommnet.

Die methodischen Funktionen des Experimentes sind vielfältig. Das Experiment dient nicht nur der Erarbeitung neuen Stoffes. Besonders in den Phasen der Zielorientierung bzw. Motivierung können durch Freihandexperimente („Überraschungsversuche“) Interessen geweckt werden. Einsatzmöglichkeiten bieten sich aber auch bei der Sicherung des Ausgangsniveaus, bei der Festigung und Systematisierung sowie in Anwendungsphasen an.

### 3 Zur Arbeit mit den Rahmenrichtlinien

#### Qualifikationen, Themen und Inhalte des Faches

Die Rahmenrichtlinien bilden die Grundlage für die Unterrichtsplanung der Lehrkräfte und beschreiben das angestrebte Qualifikationsniveau.

Die aus den Aufgaben des Faches abgeleiteten *Qualifikationen* sind themenübergreifend angelegt und im Sinne einer fachbezogenen Beschreibung des Abschlussniveaus verbindlich.

Die themenübergreifend dargestellten *Grundsätze der Unterrichtsgestaltung* wurden als Anregung und Unterstützung für die didaktisch-methodische Umsetzung der Rahmenrichtlinien erarbeitet. Entsprechend der konkreten Schul- und Unterrichtssituation bleibt die konkrete Ausgestaltung des Unterrichts gemäß der dargestellten Intentionen in der Verantwortung der Lehrkraft.

Die für die einzelnen Schuljahrgänge beschriebenen *Themen und dazugehörigen Inhalte* sind für den Unterricht verbindlich. Dies gilt auch für die den Inhalten zugeordneten Experimente. Die mit „Exp.“ ausgewiesenen Experimente können sowohl als Schülerexperiment (SE) oder als Demonstrationsexperiment (DE) durchgeführt werden. Die als verbindlich ausgewiesenen Schülerexperimente können auch im Rahmen der Praktika durchgeführt werden.

Von den im

- vierstündigen Kurs ausgewiesenen fünf Addita ist nur eines,
- zweistündigen Kurs ausgewiesenen vier Themenbereichen sind nur zwei verbindlich zu behandeln.

Die Reihenfolge der Themenbereiche, Themen und Inhalte in den einzelnen Schuljahrgängen stellt eine mögliche Handlungsabfolge dar, welche aber innerhalb der didaktischen Einheiten bzw. Schuljahrgänge verändert werden kann. Es ist dem pädagogischen Freiraum der Lehrkräfte überlassen, auf dieser Basis die konkrete Gestaltung des Unterrichts zu planen und Modifizierungen entsprechend der konkreten Unterrichtssituation vorzunehmen.

Die *themenbezogenen Qualifikationen* beschreiben Schwerpunktsetzungen und definieren das anzustrebende Behandlungsniveau.

Die für die Behandlung der Themen angegebenen Zeitrichtwerte (ZRW) weisen etwa zwei Drittel der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit aus und bilden eine Orientierung für die Wichtung der einzelnen Themen im Gesamtrahmen. Die Nutzung des verbleibenden Drittels der Unterrichtszeit liegt in der Eigenverantwortung der Lehrkräfte. Die Zeit sollte genutzt werden, um unter Anwendung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen weitere Themen,

Addita oder einzelne Inhalte zu behandeln bzw. verbindliche Themen und Inhalte zu erweitern, zu vertiefen sowie fachinterne, fächerverbindende und fächerübergreifende Betrachtungen anzustellen. Die Anordnung der Inhalte in den Thementabellen ist keine verbindliche Vorgabe für die Abfolge der Unterrichtsstunden. Auch können aus der Aufzählung notwendiger Inhalte gleichgroße Zeitanteile für die Behandlung der genannten Inhalte nicht abgeleitet werden. Die für die Behandlung der genannten Inhalte jeweils angemessenen Zeitanteile werden von der Lehrkraft bestimmt.

### **Hinweise zum Unterricht**

Mit den Hinweisen zum Unterricht werden themen- und inhaltsbezogene Anregungen zur Unterrichtsgestaltung gegeben. Darin eingeschlossen sind auch Hinweise zur Erweiterung und Vertiefung der verbindlichen Inhalte. Die Hinweise stellen keine verbindlichen Vorgaben dar. Es ist in das Ermessen der Lehrkraft gestellt, noch andere Beispiele, Lernformen, Arbeitsmittel oder Experimente einzusetzen oder auf die Nutzung der angegebenen Hinweise ganz zu verzichten.

### **Fächerübergreifendes Arbeiten**

Neben den fachspezifischen Themen enthalten die Rahmenrichtlinien auch Anregungen und Hinweise für *fächerübergreifendes Arbeiten*. Der Abschnitt 5.1.2 gibt eine Übersicht der übergreifenden Themenkomplexe und Themen mit Zuordnung zu den einzelnen Schuljahrgängen, die für alle Fächer aus dem Bildungs- und Erziehungsauftrag des Landes Sachsen-Anhalt abgeleitet wurden. Die graue Hinterlegung verdeutlicht, an welchen fächerübergreifenden Themen des Gesamtkonzeptes die Beteiligung des Physikunterrichts besonders sinnvoll ist. Die vorgesehenen sechs Themen wurden des Weiteren in den Rahmenrichtlinien an verschiedenen Stellen verankert:

In den fachspezifischen Thementabellen (Abschnitte 5.2.1, 5.2.3 und 5.2.5) weisen grau gekennzeichnete Felder auf solche Fachinhalte hin, die auch in einem fächerübergreifenden Thema behandelt werden können.

Die integrativen Darstellungen der Themen (Abschnitte 5.2.2, 5.2.4 und 5.2.6) stellen ein Angebot dar, Themen lebensweltbezogen und komplex zu bearbeiten, wobei die betreffenden Fachinhalte eine Verlagerung, eine Erweiterung, Ergänzung bzw. Vertiefung z. B. durch ein Projekt erfahren können.

In der fächerverbindenden Paralleldarstellung (ebenfalls Abschnitte 5.2.2, 5.2.4 und 5.2.6) sind die spezifischen inhaltlichen Beiträge aller am jeweiligen fächerübergreifenden Thema beteiligten Fächer zusammengestellt. Sie soll die Abstimmung zwischen den Fächern unterstützen.



Inwieweit grau hinterlegte Inhalte im Fachunterricht, im Rahmen des fächerübergreifenden Arbeitens oder auch als Mischung beider Formen unterrichtet werden, wird je nach pädagogischer Intention der Gesamtkonferenz bzw. der Lehrkräfte der jeweiligen Fachkonferenzen an der Schule entschieden.

## **4 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung**

### **4.1 Didaktische Grundsätze**

Für die Realisierung der Aufgaben und Ziele des Unterrichts im Fach Physik gelten die folgenden didaktischen Grundsätze:

#### **Orientierung an Phänomenen der Umwelt und an der Lebenserfahrung**

Bei der Behandlung der verbindlichen Inhalte des Faches ist von den Erlebnissen und von der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler auszugehen. Die wachsende Anzahl technischer Einrichtungen und Geräte in Bereichen alltäglicher Handlungen ermöglicht die Erschließung vieler Unterrichtsgegenstände aus den Alltagserfahrungen. Zum Grundbestand der Erfahrungen gehören auch die am eigenen Körper erlebbaren Vorgänge. In vielen Fällen können die in der Physik formulierten Gesetze solche Körpererfahrungen näher beschreiben und die Schülerinnen und Schüler zu bewusster Lebensgestaltung führen. Eine besondere Bedeutung kommt der medienvermittelten Erfahrung zu. Die Auseinandersetzung mit physikalischen Problemen ist stets so zu führen, dass Verständnis erzielt und die Bereitschaft zum Lernen gefördert wird.

#### **Handlungsorientierung**

Im Mittelpunkt der Planung und Gestaltung des Unterrichts steht die Aufgabe, eine ganzheitliche, d. h. die Schülerinnen und Schüler mit allen Sinnen ansprechende Lern- und Arbeitsweise zu sichern.

Eine aktive, konstruktive und zunehmend selbstständige Haltung der Schülerinnen und Schüler ist durch jeweils geeignete Ziele und Teilziele des Unterrichts sowie durch entsprechende Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren, z. B. durch Einbeziehung von Schülerexperimenten, zu fördern. Handlungsorientierter Unterricht soll die Grundlage für entdeckendes und forschendes Lernen sein, wobei auch das Lernen in Gruppen, z. B. bei der Arbeit an Projekten, einzubeziehen ist.

#### **Wissenschaftsorientierung**

Das aus der Alltagserfahrung stammende Vorverständnis erweist sich in vielen Fällen als unzureichend, um weiterführende Einsichten zu erzielen und Handlungen in begründeter Weise abzuleiten. Die Orientierung des Unterrichts an der Fachwissenschaft Physik schließt dementsprechend die Einbeziehung fachlicher Grundlagen ebenso ein wie die Zugrundelegung wesentlicher Sicht- und Arbeitsweisen der Physik, wie sie für das Verständnis der elementaren Erscheinungen und Vorgänge in Natur und Technik jeweils

erforderlich sind. Im Rahmen des exemplarischen Vorgehens bei der Auswahl der Inhalte des Unterrichts ist es nicht möglich, alle Aspekte der physikalischen Beschreibung der Wirklichkeit zu beachten. Demzufolge erlangt die Berücksichtigung der wesentlichen Schritte bei der Erkenntnisgewinnung eine besondere Bedeutung. Die Schülerinnen und Schüler sollen jeweils die zum ausgewählten Thema gehörenden zentralen Ordnungselemente der Physik (Begriffe, Gesetze) kennen lernen, damit sie diese in den naturwissenschaftlichen Fächern einsetzen und auf Situationen des Alltags anwenden können.

### **Entwicklung und Förderung der Diskursfähigkeit**

Zu den Aufgaben des Physikunterrichtes gehört es, die Schülerinnen und Schüler an der Präzisierung der Beschreibung der Lebenswirklichkeit, d. h. an der Entwicklung der Begriffe und Gesetze teilhaben zu lassen. Sie erhalten die Möglichkeit, Fragen zu stellen. Sie werden aufgefordert, Hypothesen zu formulieren und die Ergebnisse des Lernens in sprachlich einwandfreier Form darzustellen. Auf der Basis zunehmender sprachlicher Kompetenz sind sie zu befähigen, Geltungsbereiche und Geltungsansprüche von Regeln, Normen, Werten und Argumenten der Lebenspraxis zu diskutieren und hierbei das im Fach erworbene Wissen einzusetzen. Insbesondere bei der Bearbeitung fächerübergreifender Themen sollen die Schülerinnen und Schüler die in der Physik behandelten Begriffe und Gesetze anwenden und auch Anwendungsgrenzen formulieren können. Das Sprechen über Physik, z. B. das Fällen von Urteilen über die Bedeutung sowie über Bedingungen und Voraussetzungen der Anwendung physikalischer Gesetze, fördert die Aneignung von Wissen, und es trägt zur Persönlichkeitsentwicklung bei.

## **4.2 Unterrichtsverfahren und Unterrichtsorganisation**

### **Umsetzung didaktischer Grundsätze**

Der Unterricht ist – den didaktischen Grundsätzen folgend – als ein Interesse weckender und problemorientierter Unterricht zu gestalten, der auf zunehmend selbstständige Erkenntnisfindung und Erkenntnisanwendung der Schülerinnen und Schüler gerichtet ist. Das Unterrichtsgespräch, Vorträge und Berichte, Demonstrationen, Schülerexperimente und Schülertätigkeiten in Phasen der Arbeit mit Lehrbüchern, Arbeitsblättern und anderen Medien sind im Wechsel einzusetzen und durch geeignete Kombinationen zu ergänzen. Bei der Anwendung der Mathematik sind Fähigkeiten der Interpretation von Größengleichungen, Proportionen und Diagrammen schrittweise zu entwickeln. Verfahren, die die Bedeutung und Aussagekraft der in Form von Gleichungen dargestellten Zusammenhänge der Physik zeigen, wie das Umstellen bekannter und das Herleiten neuer Größengleichungen, Fallunterscheidungen und die Verwendung richtiger Einheiten, sind zu üben.

### **Demonstrations- und von Schülerinnen und Schülern durchzuführende Experimente**

Der Unterricht muss von dem in den Naturwissenschaften typischen Herangehen an die Objekte der Wirklichkeit getragen sein und demzufolge die Schülerinnen und Schüler dazu anregen, Wissen fragend, vermutend und durch eigene Untersuchungen gestützt selbstständig zu erwerben.

In den Schuljahrgängen 6 bis 10 steht die empirische Untersuchung im Vordergrund, bei der in der Regel (mindestens) eine vorgefasste Theorie aufgrund von Erfahrungen bereits existiert, die mit den Schülerinnen und Schülern zu diskutieren ist. Experimente überprüfen in diesem Falle abgeleitete Vermutungen im Hinblick auf die Stützung einer Theorie. Die Schülerinnen und Schüler sollen durch den Umgang mit Geräten und messend diesen Weg zu Erkenntnissen der Physik selbst erleben.

In den Schuljahrgängen 11/12 wird die Arbeit mit Experimenten fortgesetzt, wobei das Zusammenwirken von induktivem und deduktivem Verfahren im Unterricht auch dann zur Geltung zu bringen ist, wenn zu behandelnde Experimente (wie Experimente der Quantenphysik oder Relativitätstheorie) nur beschrieben werden können.

### **Binnendifferenzierung**

Der Physikunterricht bietet auf der Basis vielfältiger physikalischer und fächerübergreifender Fragestellungen zahlreiche Möglichkeiten der Binnendifferenzierung. Zu diesen gehören:

- die differenzierte Aufgabenstellung mit gefächertem Schwierigkeitsgrad bei gleichem Inhalt,
- die differenzierte Anleitung mit Hilfen in Abhängigkeit vom Grad der Selbstständigkeit der Lernarbeit der Einzelnen,
- der variable Einsatz der Sozialformen des Lernens, z. B. die Organisation von Partner- und Teamarbeit,
- die angemessene Differenzierung der Mittel und Methoden der Leistungsermittlung.

Aufgabe und Ziel des Unterrichts im Schuljahrgang 10 ist es, die Schülerinnen und Schüler schrittweise auf die Anforderungen der Qualifikationsphase in den Schuljahrgängen 11/12 vorzubereiten. Dies geschieht durch die Behandlung von Gegenständen, die in größerem Umfang abstrakteres und problemlösendes Denken erfordern. Den Schülerinnen und Schülern ist der Grad der weiterführenden Vertiefung der Behandlung neuer Gebiete in Kursen deutlich zu machen. Es sind ihnen, differenziert nach Leistungsstand und Neigung, Hinweise und Hilfen für eine Wahl des Profil- bzw. Wahlpflichtfaches Physik zu geben.

### **Richtlinien und Empfehlungen zur Organisation des Unterrichts**

Für den Aufenthalt in Physikkabinetten und für das Experimentieren sind Verhaltensregeln und Festlegungen durchzusetzen. Diesbezügliche mündliche Belehrungen sind regelmäßig

vorzunehmen und zu protokollieren. Hierbei ist von den Bestimmungen und Empfehlungen auszugehen, wie sie in den jeweils gültigen Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht verbindlich dargestellt sind. Je nach Themenstellung und örtlichen Möglichkeiten sind Veranstaltungen außerhalb der Unterrichtsräume, z. B. Besichtigungen, Exkursionen und die Projektarbeit an der Schule, einzuplanen.

### **4.3 Fächerübergreifendes Arbeiten**

Ein Physikunterricht, der aktuelle Fragestellungen der Lebenswirklichkeit berücksichtigt, muss der Komplexität der Sachverhalte gerecht werden. Das Erkennen komplexer Probleme und in diesem Zusammenhang das Entwickeln von Lösungsstrategien gehören zu den Verfahren, die nur durch ein fächerübergreifendes Arbeiten vermittelt werden können. Dabei wird das Ziel verfolgt, Querverbindungen zwischen Gebieten der Physik untereinander sowie zu den Fächern Biologie, Chemie und anderen Fächern zu nutzen, damit aus der umfassenden Sicht der Naturwissenschaften insgesamt Lösungsmöglichkeiten vernetzter Probleme diskutiert werden können.

Die Behandlung fächerübergreifender Themen zeichnet sich durch einen festen Bezug zu Kenntnissen und Methoden aus, die in den einzelnen Unterrichtsfächern vermittelt werden. Das fächerübergreifende Unterrichten darf nicht zu einer Vernachlässigung konsistenter Begriffsbildungen in den Unterrichtsfächern führen. Dies bedeutet nicht, dass fächerübergreifende Themen prinzipiell erst nach der Behandlung der Grundlagen der Bezugsfächer eingeplant werden können. In vielen Fällen wird es vorteilhaft sein, fachliche Grundlagen eher aus der Sicht von lebenspraktischen Problemstellungen zu behandeln und weniger im fest gefügten Rahmen der Fachsystematik. Neben oder anstelle der Übernahme einzelner fächerübergreifender Themen aus dem Angebot in den vorliegenden Rahmenrichtlinien können auch andere Themen behandelt werden, soweit in ihnen grundlegende Inhalte verschiedener Themen des Faches Physik und anderer Fächer in einem ganzheitlichen Zusammenhang stehen.

### **4.4 Leistungen und ihre Bewertung**

Lernkontrollen sind Bestandteile des Unterrichts. Sie beziehen sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse und Fähigkeiten und sollen zeigen, inwieweit die Qualifikationen bei der Behandlung der Themen erreicht worden sind. Lernkontrollen verfolgen das Ziel, den Lehrkräften, den Schülerinnen und Schülern sowie den Eltern Informationen über die Lernergebnisse und den Leistungsstand zu vermitteln. Bei der Leistungsbewertung ist neben

der Bewertung des aktuellen Standes der Fähigkeiten und Kenntnisse auch der individuelle Lernfortschritt festzustellen. In allen Fragen, die Leistungsnachweise und die Leistungsbewertung betreffen, ist der jeweils gültige Erlass zu beachten. Über Formen und die Anzahl von Leistungskontrollen entscheidet – soweit nicht bereits durch Erlasse festgelegt – die Lehrkraft eigenverantwortlich auf der Basis der Beschlüsse und Empfehlungen der Fachkonferenz und der Gesamtkonferenz der Schule.

### **Formen der Bewertung und Zensierung sowie ihre Schwerpunkte sind:**

#### **Schriftliche Form**

Bewertet werden reproduktive Leistungen (Wiedergeben von Fakten, Daten, Aussagen aus abgegrenzten Gebieten, Beschreiben und Ausführen geübter Arbeitstechniken und Verfahren), Leistungen der Reorganisation (selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte und Übertragen des Gelernten auf vergleichbare bzw. neue Situationen) und Leistungen, die bei der Lösung von im Unterricht noch nicht gestellten Fragen und komplexen Problemen erbracht werden (problemlösendes Denken).

#### **Mündliche Form**

Die Aufträge (Fragen, Aufforderungen zur Wiederholung und Systematisierung, vorgegebene Gliederungen für Vorträge) sind so zu erteilen, dass Leistungen in den o. g. Anforderungsbereichen erbracht werden können. Darüber hinaus sind auch zu bewerten: Beiträge zum Unterrichtsgespräch und der Grad der Selbstständigkeit, z. B. bei der experimentellen Arbeit in einer Gruppe, sowie die Kooperationsfähigkeit.

#### **Fachspezifische Formen**

Folgende fachspezifische Leistungen sind bei der Leistungsbewertung zu berücksichtigen:

- Anfertigen von Modellen und Präsentationen,
- Auswerten von Daten in Tabellen, graphischen Darstellungen und Übersichten,
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten,
- Recherchieren mithilfe gedruckter und elektronischer Quellen.

## 5 Inhalte

### 5.1 Übersichten

#### 5.1.1 Fachspezifische Themen in den Schuljahren 6 bis 10

<b>Themen des Schuljahrgangs 6</b>	<b>ZRW in Std.</b>
Physik – was ist das?	4
Licht – woher es kommt und wie es sich ausbreitet	10
Wie wir sehen – das Auge und die Verwendung von Sehhilfen	6
Wir ermitteln das Volumen, die Masse und die Dichte von Körpern	12
Wie schnell sind Tiere, Menschen, Autos und Raketen?	7
Schall – wie er entsteht und wie er sich ausbreitet	6
Es ist kalt, es ist heiß – die Temperatur sagt mehr	4
Wärme – woher sie kommt und wer sie braucht	5
<b>Themen der Schuljahrgänge 7/8</b>	
Energie in Natur und Technik	6
Kräfte verändern die Form und die Bewegung von Körpern	14
Leben unter Druck - Druck und Druckausbreitung in Natur und Technik	10
Schwimmen, Schweben, Fliegen – Ergebnisse von Kraftwirkungen	8
Arbeit und Leistung in Technik und Sport	8
Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken	14
Wärme in der Technik	12
Elektrizität – elektrischer Strom und elektrische Spannung	12
Helligkeit nach Wunsch – Energieverteilung in Stromkreisen	14
Magnetismus - Magnete und die magnetischen Wirkungen des elektrischen Stroms	10
<b>Themen des Schuljahrgangs 9</b>	
Gesetze der mechanischen Bewegung – Bewegungsänderungen und Kräfte im Straßenverkehr	16
Elektromagnetische Induktion – Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie	12
Elektrische Leitungsvorgänge	12
Atome – Atomkerne – Kernenergie	14
<b>Themen des Schuljahrgangs 10 (Einführungsphase)</b>	
Schwingungen – mehr als nur mechanische Bewegung	16
Wellen – wie sie entstehen, sich ausbreiten und wie die Technik sie nutzt	14
Ausbreitung, Eigenschaften und Entstehung des Lichtes	16
Physikalisches Praktikum	8

## 5.1.2 Fächerübergreifende Themen in den Schuljahren 5 bis 10

Übergreifende Themenkomplexe	Fächerübergreifende Themen	Schuljahrgänge Fächer
Die Erde bewahren und friedlich zusammenleben	Miteinander leben	5/6 Mu, Ku, RU/EU
	Wir leben mit Menschen anderer Kulturen zusammen	7/8 Geo, Sk, Mu, RU/EU
	Europa – vom Schlachtfeld zur guten Nachbarschaft	9/10 Ge, Sk, Eng
Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen	Luft, Wasser und Boden als natürliche Lebensgrundlagen	7/8 Ch, Bio, Ph, Geo, EU
	Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen	9/10 Ph, Bio, Geo, EU, Astro
Eine Welt von Ungleichheiten	Herr-liche Zeiten vorbei? Ist die Gleichberechtigung verwirklicht?	7/8 Sk, RU/EU, Ge
	Arme Welt – reiche Welt – Eine Welt	9/10 Geo, Sk, kath. RU, Eng
Leben mit Medien	Mit Technik und Medien leben	5/6 Deu, Ku, Ph, Mu
	Kreatives Handeln mit Medien	7/8 Deu, Ku, Mu, Eng
	Medien als wirtschaftliche und politische Faktoren der Gesellschaft	9/10 Deu, Sk, ev. RU/EU
	Informations- und Kommunikationstechnik anwenden	9/10 Ma, Ph, Deu, Ku, Sk
Gesundes Leben	Gesund leben in einer gesunden Umwelt	5/6 Bio, Ph, Ma, ev. RU/EU
	Sicher und gesund durch den Straßenverkehr	7/8 Ph, Bio, Ma, VE*, Sp
	Gesund und leistungsfähig ein Leben lang – Lebensgestaltung ohne Sucht und Drogen	9/10 Sp, Ch, Bio, ev. RU/EU
Aktiv das Leben gestalten	Zwischen Vergangenheit und Zukunft leben	5/6 Geo, Ge, Ma, Mu, RU/EU
	Freizeit – sinnvoll gestalten	7/8 Mu, Sk, Sp
	Mit Kultur und Künsten leben	9/10 Mu, Ku, Deu, Eng
	Demokratie im Nahraum – nachhaltige Raumentwicklung	9/10 Sk, Geo, Deu, Ku

\* ist in Sachsen-Anhalt kein Unterrichtsfach, sondern eine alle Fächer umfassende Aufgabe der Schule

Abkürzungen:

<b>Astro</b>	Astronomie	<b>ev. RU</b>	Religionsunterricht, evangelisch	<b>Mu</b>	Musik
<b>Bio</b>	Biologie	<b>Ge</b>	Geschichte	<b>Ph</b>	Physik
<b>Ch</b>	Chemie	<b>Geo</b>	Geographie	<b>RU</b>	Religionsunterricht, ev. und kath.
<b>Deu</b>	Deutsch	<b>kath. RU</b>	Religionsunterricht, katholisch	<b>Sk</b>	Sozialkunde
<b>Eng</b>	Englisch	<b>Ku</b>	Kunsterziehung	<b>Sp</b>	Sport
<b>EU</b>	Ethikunterricht	<b>Ma</b>	Mathematik	<b>VE</b>	Verkehrserziehung



### 5.1.3 Themen in den Schuljahrgängen 11/12

<b>Profilfach (vierstündig)</b>	<b>ZRW in Std.</b>
<b>Themenbereich: Mechanik</b> Fundamentum: Thema 1: Kinematik der Punktmasse Thema 2: Dynamik der Punktmasse Thema 3: Gravitationsfeld Additum I: Kinematik und Dynamik des starren Körpers	 40    15
<b>Themenbereich: Thermodynamik</b> Fundamentum: Thema 1: Zustandsänderungen idealer Gase und erster Hauptsatz der Thermodynamik Thema 2: Kinetisch-statistische Gastheorie Additum II: Temperaturstrahlung Additum III: Wärmemaschinen	 40   15 15
<b>Themenbereich: Elektrodynamik</b> Fundamentum: Thema 1: Elektrisches Feld Thema 2: Magnetisches Feld Thema 3: Elektromagnetische Induktion Additum IV: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	 40    15
<b>Praktikum</b>	10
<b>Themenbereich: Ausgewählte Gebiete der nichtklassischen Physik</b> Fundamentum: Thema 1: Spezielle Relativitätstheorie Thema 2: Quantenphysik Additum V: Kernphysik	 35  15

<b>Wahlpflichtfach (zweistündig)</b>	<b>ZRW in Std.</b>
<b>Themenbereich: Mechanik</b> Thema 1: Kinematik der Punktmasse Thema 2: Dynamik der Punktmasse Thema 3: Physik im Straßenverkehr und im Sport Thema 4: Gravitationsfeld	45
<b>Themenbereich: Thermodynamik</b> Thema 1: Energie und Energieerhaltung Thema 2: Wärmeübertragungsprozesse Thema 3: Wärmemaschinen Thema 4: Möglichkeiten einer zukunftsfähigen Energieversorgung	45
<b>Themenbereich: Elektrodynamik</b> Thema 1: Elektrisches Feld Thema 2: Magnetisches Feld Thema 3: Elektromagnetische Induktion Thema 4: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	45
<b>Themenbereich: Quanten- und Kernphysik</b> Thema 1: Quantenphysik Thema 2: Kernphysik	45

## 5.2 Darstellung der Themen in den Schuljahrgängen 6 - 10

### 5.2.1 Fachspezifische Themen im Schuljahrgang 6

Thema: Physik – was ist das?

ZRW: 4 Std.

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Vorgänge und Erscheinungen aus Natur und Technik beobachten und das Beobachtete beschreibend wiedergeben,
- aus dem Alltag und aus dem Sach- und Mathematikunterricht bekannte Einheiten verwenden,
- das Messen als Vergleich mit der Einheit an einfachen Beispielen erläutern.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Vorgänge und Erscheinungen in der Natur</b> – Naturbeobachtungen	Demonstrationen beispielhafter Effekte der Physik Beschreibung von Beobachtungen, Erlebnissen, Ereignissen
<b>physikalische Größen aus dem Alltag</b> – Länge, Zeit, Volumen, Masse, Temperatur	Schätzen und Vergleichen von Größen Einbeziehung der physikalischen Größen des eigenen Körpers: Körpergröße, Masse, Körpertemperatur, Blutmenge
<b>Experiment als Frage an die Natur</b> SE	
<b>Einheiten – Messen als Vergleich</b>	Methoden der Messung von Längen und Zeiten; Messübungen, Messgenauigkeit
<b>Physik und Technik</b>	z. B.: Stromkreise und ihre Anwendung

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Lichtquellen kennen und diese von beleuchteten Körpern unterscheiden,
- die Bedeutung des Lichtes und der Farben für die Übertragung von Informationen an Beispielen erläutern,
- bewusst vom räumlichen Lichtbündel zum eindimensionalen Lichtstrahl abstrahieren,
- die Entstehung des Schattens mit Hilfe des Modells „Lichtstrahl“ erklären,
- die Reflexion des Lichtes beschreiben und das Reflexionsgesetz anwenden,
- die Bedeutung von Reflektoren an Fahrrädern und Schultaschen und spezieller Körperfarben im Straßenverkehr begründen,
- verschiedene Erscheinungen in der Natur und die Wirkung der Sammellinse auf die gemeinsame Ursache der Lichtbrechung zurückführen sowie das Brechungsgesetz qualitativ anwenden,
- Strahlengänge an Spiegeln und Sammellinsen zeichnerisch darstellen und daraus Bildeigenschaften ableiten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Licht informiert</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtquellen und beleuchtete Körper DE</li> <li>- farbige Lichter</li> <li>- Körperfarben</li> </ul>	<p>z. B.: Regenbogen, Farbenkreisel, Ampel</p>
<p><b>Wo Licht ist, ist auch Schatten</b> DE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtausbreitung</li> <li>- Schatten</li> <li>- Lichtbündel, Lichtstrahl</li> </ul>	<p>Beobachtungen der Lichtausbreitung in der Natur Kern- und Halbschatten, Sonnen- und Mondfinsternis, Schattenspiele – Silhouetten</p>
<p><b>Strahlenmodell</b></p>	<p>Bewusstmachen der Entwicklung eines physikalischen Modells anhand des Strahlenmodells und dessen Nutzung</p>
<p><b>Reflexion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phänomene in der Natur DE</li> <li>- Reflexionsgesetz SE</li> <li>- Bildentstehung am ebenen Spiegel</li> <li>- Anwendungen</li> <li>- Reflektoren im Straßenverkehr</li> <li>- Strahlengang am Hohl- oder Wölbspiegel</li> </ul>	<p>Spiegelungen im Wasser, „geknickte“ Körper</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Brechung</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phänomene</li> <li>- Brechungsgesetz verbale Fassung</li> </ul> <p><b>Strahlengang durch Sammellinsen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brennweite</li> <li>- Verlauf von Parallel-, Brennpunkt- und Mittelpunktstrahlen SE</li> <li>- Bildentstehung an der Sammellinse SE</li> </ul> <p>- Abbildungsmaßstab <math>\frac{B}{G} = \frac{b}{g}</math></p> <p>- Bestimmung von Bild- und Gegenstandsweite Exp.</p>	<p>z. B.: Fischstechen, Fehleinschätzung der Wassertiefe, Fata Morgana, Schlieren</p> <p>Übergang von der realen Linse zur Hauptebendarstellung</p> <p>Ableitung der Gesetzmäßigkeiten bei der Bildentstehung durch experimentelle Untersuchung</p> <p>reelle, virtuelle Bilder und deren Eigenschaften</p> <p>zeichnerische Darstellung</p>

**Thema: Wie wir sehen – das Auge und die Verwendung von Sehhilfen      ZRW: 6 Std.**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Bildentstehung im Auge beschreiben,
- die Lupe und das Mikroskop als Sehhilfen kennen und ihre jeweilige Aufgabe an Beispielen erläutern,
- den Aufbau eines Mikroskops beschreiben und den Strahlengang kennen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Gegenstände und Bilder</b>                      Exp.</p> <p><b>Bilder auf der Netzhaut des Auges</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau des Auges</li> <li>– Bildentstehung</li> </ul> <p><b>Mikroskop als Sehhilfe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– prinzipieller Aufbau</li> <li>– Strahlengang</li> </ul>	<p>Lochkamera (Bau oder Demonstration), Camera obscura Einsatz von Linsen in Fotoapparaten Größenvergleiche von Gegenständen Begriff Vergrößern</p> <p>Einsatz von Sehtafeln in Gruppen- und Partnerarbeit, Sehproben ⇒ Biologie Thema: „Informationsverarbeitung beim Menschen“ Einsatz von Aufbausätzen</p> <p>Vergleich: Bildentstehung in der foto- grafischen Kamera und im Auge Fehlsichtigkeit und Korrektur</p> <p>⇒ Biologie Thema: „Bau der Zelle und Handhabung des Mikroskops“</p>

**Thema: Wir ermitteln das Volumen, die Masse und die Dichte von Körpern**

**ZRW: 12 Std.**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Reinstoffe und Stoffgemische unterscheiden und typische Stoffeigenschaften angeben,
- Aggregatzustände unterscheiden,
- die Größensymbole der Größen Masse, Volumen und Dichte kennen und deren Einheiten umrechnen,
- mit Messzylindern, Messbechern und Waagen umgehen,
- bei der Bestimmung der Masse und des Volumens von Körpern geeignete Bestimmungs- bzw. Messverfahren anwenden,
- Dichten von Stoffen fester, flüssiger und gasförmiger Körper aus Tabellen entnehmen und mittels gemessener Masse und gemessenem Volumen berechnen und vergleichen,
- die Masse eines Körpers bei gegebener Dichte ermitteln,
- die Brown'sche Teilchenbewegung als Folge der Stöße der Moleküle erfassen,
- die Aggregatzustände mit Hilfe der Kenntnisse über die Teilchen der Körper beschreiben.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Begriff Körper in der Physik</b>	Beispiele, Abgrenzung gegenüber Alltagsbegriffen
<b>Aufbau der Körper aus Stoffen</b>	Beispiele aus dem Erfahrungsbereich (Umwelt, Haushalt, Technik)
- Reinstoffe und Stoffgemische	z. B.: destilliertes Wasser, Kohlenstoff, Eisen, Teig, Lösungen, Luft
- Eigenschaften der Stoffe (Auswahl)	z. B.: Farbe, Geruch, Elastizität, Härte, Leitfähigkeit (Wärme, Strom)
<b>Aggregatzustände</b>	Form und Volumen fester, flüssiger und gasförmiger Körper
<b>Volumen von Körpern</b>	
- Symbol, Einheiten	Vielfache und Teile der Einheit $1 \text{ m}^3$ , Umrechnungen von Einheiten
- Volumenbestimmung	Schätzen des Volumens von verschiedenen Körpern
SE	Volumenbestimmung von regelmäßigen und unregelmäßigen Körpern mit unterschiedlichen Methoden

Inhalte		Hinweise zum Unterricht
<b>Masse von Körpern</b> – Symbol, Einheiten  – Massebestimmung	SE	Beispiele für Körper mit großer und kleiner Masse aus Natur, Haushalt und Technik; Zusammenstellungen von Vergleichskörpern mit den Massen 1 mg, 1 g, 1 kg Abgrenzung gegenüber dem ortsabhängigen Gewicht der Körper
<b>Dichte von Stoffen</b>  – Symbol, Einheiten  $\rho = \frac{m}{V}$ – Dichtebestimmung	SE	Gegenüberstellung: feste und flüssige Körper mit gleichem Volumen Aufsuchen von Dichten aus Tabellen mittlere Dichte des Menschen (Hausexperiment) Vergleiche von Dichten Umrechnungen: $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ einfache Dichteberechnung  Berechnung von Massen mit $m = \rho \cdot V$
<b>Teilchen</b> – Teilchenmodell – Brown'sche Teilchenbewegung – Diffusion	Exp. Exp.	Computeranimation  Unterscheidung von Partikel- und Molekülbewegung Vermischung von Gasen bzw. Flüssigkeiten



**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Beispiele für Bewegungen von Körpern in Natur und Technik nennen,
- gleichförmige und ungleichförmige Bewegungen der Körper unterscheiden,
- an einfachen Beispielen Geschwindigkeiten berechnen,
- Experimente zur Bestimmung der Geschwindigkeit planen und durchführen,
- Weg-Zeit-Diagramme anlegen sowie Wege, Zeiten und Geschwindigkeiten ablesen,
- Durchschnittsgeschwindigkeiten von Tieren, Menschen, Fahrzeugen und Raketen angeben und vergleichen,
- Verhaltensregeln im Straßenverkehr begründen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Bewegung als Ortsveränderung</b></p> <p><b>verschiedene Bewegungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewegungsarten DE</li> <li>- Bewegungsformen DE</li> </ul> <p><b>gleichförmige Bewegung</b> SE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschwindigkeit: Symbol, Einheiten, <math>v = \frac{s}{t}</math></li> <li>- Anwendung der Größengleichung</li> </ul> <p><b>Weg-Zeit-Diagramm</b></p>  <p><b>Durchschnittsgeschwindigkeit als Gesamtweg durch Gesamtzeit</b> SE</p>	<p>Beispiele aus Natur und Technik</p>  <p>Je-desto-Aussagen Geschwindigkeiten im Straßenverkehr und im Sport Beobachtungen aus der Tierwelt Aufzeichnung mit Fahrtenschreiber</p> <p>Ablesen von Wegen, Zeiten und Geschwindigkeiten, Anlegen von Diagrammen Vergleich von Geschwindigkeiten durch verschiedene Anstiege im Diagramm graphischer Fahrplan Überholvorgänge</p> <p>z. B.: funkferngesteuertes Fahrzeug; Modelleisenbahn Ermittlung und Berechnung von Durchschnittsgeschwindigkeiten, z. B. beim Skating, Jogging, 100 m-Lauf, Spazierengehen</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Entstehung des Schalls an Beispielen aus der Technik und dem Tierreich erläutern,
- die Voraussetzungen für die Ausbreitung des Schalls nennen und auf Beispiele anwenden,
- das Echo und andere Erscheinungen aus Natur und Technik mit Hilfe der Reflexion des Schalls erklären,
- die experimentelle Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft beschreiben,
- Möglichkeiten der Veränderung der Tonhöhe und der Lautstärke an Beispielen erläutern,
- Beispiele für Schallerzeugungen mit kleiner, mittlerer und großer Lautstärke nennen,
- die Gefahren, die durch Lärm entstehen, beschreiben und Schutzmaßnahmen nennen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Schallquellen</b> DE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schallquellen in der Technik</li> <li>- Schallerzeugung in der Natur</li> <li>- Sprechen</li> </ul>	<p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Mit Technik und Medien leben“ Beispiele: Blattfeder, Membran, Saite, Stimmgabel, Pfeife, Blasinstrument, Klingel, Stimmband, Flügelschlag, Verkehrslärm, Wind, Lochsirene, Lautsprecher, Hupe</p>
<p><b>Schallausbreitung</b> DE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schallgeschwindigkeit Exp.</li> <li>- Reflexion des Schalls</li> </ul>	
<p><b>Ton, Klang, Geräusch, Knall</b> DE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hoch, tief</li> <li>- laut, leise</li> <li>- Hörschwelle, Schmerzgrenze</li> <li>- Lärmschutz</li> </ul>	

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- typische Temperaturwerte aus dem Alltag sowie die Körpertemperatur des Menschen und einiger Tiere angeben,
- an Beispielen begründen, dass die Wärme- bzw. Kälteempfindung für die Angabe von Temperaturen nicht ausreicht,
- Zusammenhänge zwischen Temperaturänderungen und den daraus resultierenden Volumenänderungen angeben sowie Auswirkungen in Natur und Technik und Vorkehrungen zur Vermeidung von Schäden erläutern,
- Temperaturen messen und Temperaturänderungen graphisch darstellen,
- den Aufbau eines Flüssigkeitsthermometers und die Markierung der Fixpunkte beschreiben.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Notwendigkeit der Temperaturmessung</b></p> <p style="text-align: right;">SE</p> <p><b>physikalische Größe Temperatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Symbol, Einheit, Messgerät</li> </ul>	<p>Erfahrungen aus dem Alltag („gefühlte“ Temperatur) – Wärme- und Kältepunkte der Haut</p> <p>subjektive Temperaturempfindung</p> <p>Hervorhebung der im Alltag gemessenen Temperatur als Celsius-Temperatur</p> <p>Hinweis auf andere Temperaturskalen</p>
<p><b>Temperaturmessung</b> SE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zeitlicher Verlauf der Temperatur</li> <li>- Diagramme</li> </ul>	<p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Gesundes Leben in einer gesunden Umwelt“</p> <p>Temperatur-Zeit- und Temperatur-Ort-Diagramme zur Beschreibung der Raumtemperatur</p>
<p><b>Volumenänderung von Flüssigkeiten und Gasen</b> Exp.</p>	<p>Versuche mit Luftballon, Wirkungsweise des Flüssigkeitsthermometers, Anomalie des Wassers als Besonderheit</p>
<p><b>Volumen- und Längenänderung fester Körper</b> Exp.</p>	<p>Notwendigkeit von Dehnungsfugen und Dehnungsbögen</p> <p>Rohrbrüche und Schienenverwerfungen</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Wärmequellen kennen und Beispiele für deren Nutzung angeben,
- im Überblick die drei Formen des Wärmetransports kennen und dafür Beispiele angeben,
- die Wärmeleitung beschreiben, gute und schlechte Wärmeleiter kennen und den Einsatz dieser begründen,
- Ursachen für die Abgabe der Körperwärme kennen, das Frieren und Schwitzen erklären sowie praktische Maßnahmen der Anpassung an Temperaturänderungen begründen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Wärmequellen</b> DE</p> <p><b>Wärmeleitung – Wärmeströmung – Wärmestrahlung (Überblick)</b></p> <p><b>Abgabe von Körperwärme durch Lebewesen</b></p> <p><b>Wärmeleitung</b> SE                      - gute und schlechte Wärmeleiter</p>	<p>Erwärmung von Körpern durch mechanische, elektrische oder chemische Vorgänge sowie durch Sonnenstrahlung                      Wärmeentzug aus der Umgebung beim Verdunsten einer Flüssigkeit, Frieren nach dem Baden, Fieberbehandlung</p> <p>Anwendungsbeispiele aus Natur und Technik                      Wärmestrahlung als hauptsächliche Form der Abgabe der Körperwärme, schlechte Wärmeleitung durch die Luft und durch die Kleidung, Kühlung und Frieren durch Wärmeströmung, Verhinderung der Wärmeströmung durch Haare, die Kleidung des Menschen, das Gefieder und das Fell der Tiere                      Bedeutung der Schweißbildung, Schwitzen, Hitzschlag</p> <p>Beispiele aus dem Haushalt</p> <p>biologische Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit der Luft                      Abhängigkeit der durch Leitung transportierten Wärme vom Temperaturunterschied</p>
<p><b>Untersuchung des Raumklimas</b></p>	<p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Gesund leben in einer gesunden Umwelt“                      verschiedene Heizungsarten                      „Wohlfühltemperatur“                      Lüften</p>

## 5.2.2 Fächerübergreifende Themen im Schuljahrgang 6

### Themenkomplex: Leben mit Medien

#### Thema: Mit Technik und Medien leben

##### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen die Bedeutung von Print- und Hörmedien für den Alltag der Menschen erfahren. Sie lernen Möglichkeiten der Informationsübermittlung aus Vergangenheit und Gegenwart kennen. Neben analytischer Betrachtung finden auch handlungs- und produktionsorientierte Ansätze zu Text-Bild-Beziehungen sowie Text-Ton-Beziehungen Anwendung. Sie nutzen moderne Medien zur Informationsbeschaffung, Informationsspeicherung und Informationsnutzung. Am Beispiel entsprechender Medien erfahren sie Vor- und Nachteile technischer Entwicklungen und reflektieren darüber. Die Schülerinnen und Schüler stellen einfache Medien unter Anleitung her. Exkursionen zu Produktionsstätten vor Ort (Verlag, Druckerei, Studio) werden empfohlen.

##### Anmerkung

Der integrative Darstellungsvorschlag rückt Print- und Hörmedien in den Mittelpunkt. Die Inhaltsblöcke stellen Bausteine für die Unterrichtsplanung dar, die mit Blick auf die jeweilige Lerngruppe durch Schwerpunktsetzungen in Auswahl bzw. auch insgesamt einbezogen werden können.

#### Inhaltsblock 1: Schwarze Kunst mit Tastendruck

Inhalte	Hinweise
Ich und Lesen? Leseverhalten heute	Einbeziehen von Rezeptionserfahrungen und -gewohnheiten der Schülerinnen und Schüler Ermitteln und Beschreiben ihres Umgangs mit Printmedien Reflektieren von Lese- und Schreibgewohnheiten
Leben ohne moderne Medien	Text-Bild-Beziehungen sprachliche und nichtsprachliche Zeichen Fantasieerzählung (Reise in die Vergangenheit, „Auf einer einsamen Insel“)

Inhalte	Hinweise
Beispiele aus der Geschichte der Informationsübermittlung	Höhlenzeichnungen, Runen, Schriften Wörter, Anzeichen, Signale, Symbole, Piktogramme Vergleich Informationsübermittlung im Mittelalter (Klosterbibliotheken)
Erfindung und Bedeutung des Buchdrucks	Druck mit beweglichen Lettern Bibel, Flugschriften, Kalender, Zeitungen Beschreiben des Druckvorgangs Anfertigen einfacher Drucke
Moderne Printmedien	Zeitungen, Zeitschriften, Comics Vergleich von Printmedien (Text-Bild-Beziehungen) Anfertigen von Bildgeschichten für Schülerzeitung

## Inhaltsblock 2: Vom Hörensagen und Sagen Hören

Inhalte	Hinweise
Hörst du überhaupt zu? Hörgewohnheiten	Einbeziehen von Rezeptionserfahrungen und -gewohnheiten der Schülerinnen und Schüler Befragung der Eltern und Großeltern zu Hörgewohnheiten Hören-Horchen-Lauschen Übungen zum konzentrierten Zuhören Märchenerzähler und Märchenaufschreiber Sagenüberlieferung
Text-Ton-Beziehungen Gestaltungselemente	Schreiben und Sprechen von Dialogen Wirkung von Stimme, Sprechweise, Geräusch, Stille Produzieren einer Hörspielsequenz
Formen der Hörmedien	Märchen, Sagen in Hörspielsequenzen Vergleichen und Kommentieren von Text- und Hörspielfassung
Moderne Hörfunktechnik	Nutzen moderner Aufnahme- und Wiedergabetechnik Aufzeichnen der Produktion Präsentieren von Hörspielsequenzen Reflektieren von Wirkungselementen

### Tabellarische Paralleldarstellung

<b>Themen und Inhalte in den Rahmenrichtlinien der Fächer</b>	<b>Printmedien</b> Bildgeschichten, Comics  <b>Hörmedien</b> Hörspielsequenz	<b>Visuelle Medien</b> elementare Gestaltungsübungen mit einfachen Grafikprogrammen  <b>Grafisches Gestalten</b> Zeichnen und Schreiben	<b>Umgang mit Stimme und Instrumenten</b> Bau einfacher Instrumente Spielweise selbstgebauter Instrumente erproben	<b>Schall – wie er entsteht und sich ausbreitet</b> Schallquellen Schallausbreitung Ton, Klang, Geräusch, Knall
<b>Fächer</b>	<b>Deutsch</b>	<b>Kunsterziehung</b>	<b>Musik</b>	<b>Physik</b>

## Themenkomplex: Gesundes Leben

### Thema: Gesund leben in einer gesunden Umwelt

#### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen Verantwortungsbewusstsein für ihre eigene Gesundheit und für ihre Mitmenschen entwickeln. Sie sind mit dem Grundsatz des engen Zusammenhangs zwischen Gesundheits- und ökologischer Erziehung vertraut und erkennen die Wechselwirkungen zwischen Gesundheit und Umwelt. Daraus leiten sie ab, dass ein umweltgerechtes Verhalten der Menschen erforderlich ist und dass sie selbst zu einem verantwortlichem Handeln gegenüber Gesundheit und Umwelt fähig sein müssen. Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Grundkenntnisse über die Bestandteile der Nahrung, über gesunde Ernährung und ein gesundes Raumklima. Zunehmend selbstständig festigen sie Fähigkeiten im Hinblick auf das Durchführen und Auswerten von Experimenten. Sie begreifen Experimente, Messungen, Befragungen und die dazugehörigen Auswertungen als naturwissenschaftliche Erkenntniswege. Gewonnene Erkenntnisse benutzen sie zur kritischen Betrachtung bisheriger Essgewohnheiten und leiten Grundregeln für eine gesunde Ernährung und Lebensweise ab.

Inhalte	Hinweise
<b>Gesunde Ernährung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bestandteile unserer Nahrung</li><li>- Nachweis von Nährstoffen in Nahrungsmitteln</li><li>- Ernährungsgewohnheiten und Esskultur</li><li>- Auswirkungen falscher Ernährung</li><li>- Regeln gesunder Ernährung</li></ul>	<p>Nutzung von Fachkenntnissen aus dem Biologieunterricht Nachweisreaktionen Bau der Nährstoffe</p> <p>Durchführung von Schülerexperimenten (Beobachtung, Protokollieren, Auswerten)</p> <p>Durchführung von Befragungen (Schule, zu Hause, Wohngebiet) Erarbeitung eines Fragebogens Darstellung und Vergleich von Gruppenergebnissen in Übersichten, Tabellen, Plakaten, Collagen, Wandzeitungen</p> <p>Ernährungsstörungen (Übergewicht, Magersucht, Mangelkrankungen) Diskussion über gentechnisch veränderte Nahrungsmittel</p> <p>Erarbeitung von Regeln für eine gesunde Ernährung</p>



Inhalte	Hinweise
<p><b>Zusammenstellung und Zubereitung einer gesunden Mahlzeit</b></p> <p><b>Wechselwirkung zwischen Gesundheit und Umwelt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umweltgerechtes Verhalten und Leben</li> <li>- Gesundes Raumklima</li> <li>- Heiztechniken</li> <li>- Lüftung</li> </ul>	<p>Gesundes Frühstück, alternatives Pausenbrot  Einbeziehung von Verbraucherzentrale, Krankenkassen, Eltern  Planung, Gestaltung und Durchführung eines gemeinsamen Essens  Werbung für gesunde Ernährung  Verkauf gesunder Speisen (Schulbasar)</p> <p>Wohnumwelt, Natürliche Umwelt  Temperaturmessung im Raum  grafische Darstellung von Temperaturänderungen  Untersuchung des Raumklimas im Experiment (Luftzirkulation, Temperaturdifferenzen – Wohlfühltemperatur, Luftfeuchtigkeit  Farbgebung von Wohn- und Klassenräumen  Erfassen, Darstellen und Auswerten von Daten  Erarbeitung von Heizungs- und Lüftungsgewohnheiten in Gruppenarbeit  Wirkung der Einflussfaktoren auf die Gesundheit</p>

## Tabellarische Paralleldarstellung

<p><b>Themen und Inhalte</b> in den Rahmenrichtlinien der Fächer</p>	<p><b>Bedeutung der Samenpflanzen für die menschliche Ernährung</b>          Welche Bestandteile enthält unsere Nahrung?          Nährstoffe          Wirk- und Ergänzungsstoffe          Wir weisen Nährstoffe in Nahrungsmitteln nach          Wie wird eine gesunde Mahlzeit zusammengestellt und zubereitet?          Wir überprüfen unsere Esskultur</p>	<p><b>Erfassen, Darstellen und Auswerten von Daten</b>          Strichlisten, Tabellen, Strecken- und Streifen-diagramme          arithmetisches Mittel</p> <p><b>Zuordnungen und Proportionalität</b>          Darstellung von Zuordnungen (Tabellen, Grafiken)</p>	<p><b>Es ist kalt, es ist heiß – die Temperatur sagt mehr</b>          Temperaturmessung          zeitlicher Verlauf der Temperatur          Diagramme</p> <p><b>Wärme – woher sie kommt und wer sie braucht</b>          Untersuchung des Raumklimas</p>	<p><i>Ethikunterricht</i>  <b>Ein Entscheidungen treffendes Wesen</b>          Wonach entscheide ich?          Bewerten des eigenen Verhaltens          Der Mensch ist ein Ganzes: ein gesunder Geist in einem gesunden Körper/ein gesunder Körper in einem gesunden Geist</p> <p><i>Evangelischer RU</i>  <b>Schöpfung</b>          der eigene Ursprung, ägyptische, babylonische und indianische Schöpfungsgeschichten,          1. Mose 1, 1-2, 4 a, Weltentstehungstexte</p>
<p><b>Fächer</b></p>	<p><b>Biologie</b></p>	<p><b>Mathematik</b></p>	<p><b>Physik</b></p>	<p><b>EU/ev. RU</b></p>

### 5.2.3 Fachspezifische Themen in den Schuljahrgängen 7/8

**Thema: Energie in Natur und Technik**

**ZRW: 6 Std.**

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Energiequellen nennen und beschreiben sowie Licht, Wärme und Arbeit als Formen der Übertragung der Energie erkennen,
- für die Nutzung der in der Natur vorhandenen Energiequellen und Transportformen der Energie Beispiele angeben und Vor- bzw. Nachteile diskutieren,
- die Stromkreise als Mittel der Übertragung der Energie und die elektrische Energie als vielseitig verwendbare Transportform der Energie erläutern,
- das Betreiben von Generatoren, Motoren, Heizgeräten und Lampen mit Energieflussdiagrammen veranschaulichen,
- den Anteil sinnvoll verbrauchter Energie beim Einsatz von Geräten und Lampen erkennen und den Begriff Wirkungsgrad erläutern,
- Wirkungsgrade bei verschiedenen technischen Geräten angeben, berechnen und vergleichend beurteilen,
- erkennen, dass beim Betreiben von Geräten Energie entwertet wird,
- die Energieabgabe der Wärmequelle Mensch beim Grund- und Leistungsumsatz begründen und diesbezügliche Größenwerte angeben,
- Energiewerte ausgewählter Nahrungsmittel angeben und Energieangaben auf Lebensmittelverpackungen beurteilen.

Inhalte		Hinweise zum Unterricht
<b>Arbeit</b> (ohne Berechnung) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hubarbeit</li> <li>- Verformungsarbeit</li> <li>- Bewegungsänderung von Körpern</li> </ul>	Exp.	Regel: Die an einem Körper verrichtete Arbeit ist gleich der dem Körper und/oder der Umgebung zugeführten Energie. Reibungsarbeit
<b>Energie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Symbol</li> <li>- Einheiten: 1 J; 1 kWh</li> <li>- Transportformen der Energie Energiestrom</li> </ul>		Arbeit, Wärme(-strahlung, -leitung, -strömung), Licht; Stromkreise übertragen Energie; elektrische Energie als weitere Transportform
Energieflussdiagramm		

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiequellen in Natur und Technik</li> <li>- Energieumsetzung in technischen Geräten (Überblick)      Exp.</li> </ul> <p><b>Wirkungsgrad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Symbol</li> <li>- Gleichung</li> </ul> <p><b>Erhaltung und Entwertung der Energie</b></p>	<p>Akkumulatoren, galvanische Elemente Umsetzung gelieferter Energie in genutzte und nicht nutzbare Energie</p> <p>Bestimmung aus genutzter und eingesetzter Energie mit Hilfe von Energieflussdiagrammen und durch Rechnung</p> <p>Geschichte des Energiebegriffs Perpetuum mobile Energieerhaltung trotz Energieverbrauch</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Gewichtskraft eines Körpers mit der durch die Massen der Körper hervorgerufenen Anziehung erklären,
- die Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft eines Körpers und den Unterschied zwischen Gewichtskraft und Masse eines Körpers erklären,
- die Gewichtskraft von Körpern berechnen,
- das Prinzip der Kraftmessung mit einem Federkraftmesser erläutern und Kraftmessungen bei Verformungen und Bewegungsänderungen ausführen,
- Zugkräfte und Schubkräfte unterscheiden,
- Kräfte mittels Pfeildarstellung addieren und subtrahieren,
- das Zustandekommen von Reibungskräften und die Notwendigkeit der Reibung im Straßenverkehr begründen,
- Verhaltensregeln im Straßenverkehr aus den Eigenschaften der Körper und aus den Wirkungen der Kräfte ableiten.

Inhalte		Hinweise zum Unterricht
<b>Übersicht zu Arten von Kräften und Beispiele für ihre Wirkungen</b>	Exp.	magnetische und elektrische Kräfte, Gewichtskräfte, Reibungskräfte, Adhäsionskräfte und Kohäsionskräfte Beispiele: Biegen, Dehnen, Drücken
<b>Kräfte zwischen Teilchen</b> - Kohäsion - Adhäsion - Kapillarität	Exp.	➤ fächerübergreifendes Thema: „Luft, Wasser und Boden als natürliche Lebensgrundlagen“
<b>Kraft und Formveränderung</b> - elastische Verformungen - plastische Verformungen - Zerschneiden und Zerreißen	Exp.	➤ fächerübergreifendes Thema „Sicher und gesund durch den Straßenverkehr“ Crash, Abschleppseil
<b>Anziehung der Körper auf Grund ihrer Masse</b>		Sonne ↔ Erde (Planetensystem) Erde ↔ Mond (Gezeiten) Erde ↔ Körper (Gewicht)
<b>Kraft</b> - Symbol - Einheiten, Messgerät - Hooke'sches Gesetz - Kraft als vektorielle Größe Pfeildarstellung zeichnerische Addition und Subtraktion	SE	Beträge über verschiedene Maßstäbe

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Gewichtskraft und Masse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewichtskraft</li> <li>Ortsfaktor g</li> <li>- Gleichung: <math>F_G = g \cdot m</math>; <math>g_{\text{Erde}} \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}</math></li> <li>- Gewichtlosigkeit</li> </ul>	<p>Gegenüberstellung der Messverfahren der Kraft und der Masse</p> <p>Berechnungen der Gewichtskraft auf Erde und Mond und Vergleiche</p> <p>Gewichtskräfte bei Abwärtsbewegungen von Körpern (Fahrstuhl, freier Fall)</p>
<p><b>Kräfte bei Änderungen von Bewegung</b> (ohne Berechnung)</p>	<p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Sicher und gesund durch den Straßenverkehr“</p> <p>Zugkraft</p> <p>Reibungskraft</p> <p>Zugkraft beim Kettenkarussell</p>

**Thema: Leben unter Druck – Druck und Druckausbreitung  
in Natur und Technik**

**ZRW: 10 Std.**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Erfahrungen über Vergrößerungen und Verkleinerungen des Druckes mithilfe der Gleichung  $p = \frac{F}{A}$  erläutern,
- die gebräuchlichen Einheiten des Druckes zweckmäßig bei Berechnungen zu praktischen Anwendungen nutzen,
- Beispiele für die allseitige Ausbreitung des Druckes in Flüssigkeiten und Gasen angeben und die allseitige Ausbreitung erklären,
- das Prinzip der Kraftverstärkung in einer hydraulischen Anlage an einem Beispiel begründen und die Kraft auf einen Kolben in einer hydraulischen Anlage berechnen,
- die Entstehung des Blutdruckes und die Blutdruckmessung beschreiben und die eigenen Blutdruckwerte angeben,
- die Nutzung bzw. Beachtung des Schweredruckes von Wasser an Beispielen erkennen und erklären,
- den Luftdruck erklären und Luftdruckwerte angeben.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Druck</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phänomene</li> <li>- Symbol, Einheit, Gleichung</li> <li>- Messgerät</li> </ul> <p><b>Auflagedruck</b></p> <p><b>Druck und Druckausbreitung in Flüssigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schweredruck</li> <li>- Kolbendruck</li> <li>- hydraulische Anlagen</li> <li>- Blutdruck</li> </ul>	<p>Exp. Reifendruck, Luftballon, Druck in Flaschen (Überdruck), vakuumverpackte Lebensmittel, Saugwirkung (Unterdruck), Nadelstich, Blutdruck</p> <p>Je-desto-Beziehungen bei <math>F = \text{konst.}</math> und <math>A = \text{konst.}</math></p> <p>Exp. Druckdose mit Manometer</p> <p>Exp. Tauchboot, Fische, cartesischer Taucher</p> <p>Exp. <math>p \sim h</math> (Wassertiefe) – hydrostatisches Paradoxon, Computersimulation</p> <p>Exp. Glaskolben mit Spritzdüsen – Modellversuch, hydraulische Bremse, Wasserturm</p> <p>Kraftverstärkung bei einer Hebebühne oder hydraulischen Presse</p> <p>goldene Regel der Mechanik</p> <p>Herz und Blutkreislauf (Überblick)</p> <p>Blutdruckwerte (normal)</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Luftdruck</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schweredruck der Atmosphäre</li> <li>- Messgeräte</li> <li>- Normaldruck</li> <li>- historische Experimente</li> <li>- Überdruck, Unterdruck</li> </ul>	<p>Exp. Luft hat ein Gewicht, Abhängigkeit von der Höhe (Tiefe im Luftmeer)  Luftdruck und Wetter: Tief und Hoch – Isobare, Wetterkarte (Computersimulation)  Arten: Dosenbarometer, Flüssigkeitsbarometer  Guericke, Torricelli, Pascal</p> <p>Exp. Reifendruck, Druck in Gasflaschen  Saugwirkung, Stechheber, Saugpumpe</p>



**Thema: Schwimmen, Schweben, Fliegen –  
Ergebnisse von Kraftwirkungen**

**ZRW: 8 Std.**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das Schweben, Sinken und Aufsteigen (Schwimmen) von Körpern in einer Flüssigkeit erklären,
- das Entstehen von Auftriebskräften auf Druckunterschiede zurückführen,
- das Archimedes'sche Gesetz anwenden,
- Zusammenhänge zwischen der Dichte des Stoffes, in welchem der Körper den Auftrieb erfährt, und der Dichte des Körpers an Beispielen erläutern,
- die Luftströmung sowie die Kräfte an einem Tragflügel beschreiben.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>schwimmende Körper</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– statischer Auftrieb, Auftriebskraft <math>F_A</math></li> </ul>	<p>Beobachtung der Eintauchtiefen von homogenen und Hohlkörpern</p>
<p><b>Sinken, Schweben, Aufsteigen</b>                      Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vergleich von <math>F_A</math> und <math>F_G</math></li> <li>– Zusammenhang zwischen der Dichte des Stoffes und der Dichte des eingetauchten Körpers</li> <li>– Entstehung der Auftriebskraft</li> </ul>	<p>Aräometer, cartesischer Taucher, Heißluftballon, Ballons mit Füllgasen (leichter als Luft), Luftschiff (Zeppelin) Druckunterschiede/Allseitigkeit des Schwere- druckes</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Archimedes'sches Gesetz                      Exp.</li> <li>– Anwendungen</li> </ul>	<p>Tiefgang von Schiffen Tauchen und Auftauchen von U-Booten und Fischen Sporttauchen Berechnung von Auftriebskräften Größengleichung: <math>F_A = \rho_{St} \cdot V_{St} \cdot g</math></p>
<p><b>Fliegen (Überblick)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– statischer Auftrieb</li> </ul>	<p>Heißluftballon, Luftschiff historische und zukünftige Bedeutung der Luftschiffe</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– dynamischer Auftrieb                      DE</li> <li>– Kräfte am Flugzeugflügel</li> </ul>	<p>Vogelflug, Segelflugzeug, Flugzeuge, Drachenflieger, Samenflug Entwicklung der Luftfahrt (Lilienthal, Gebrüder Wright, Junkers)</p>



**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- den Einfluss der Sonne auf Temperaturen und Temperaturunterschiede auf der Erde erklären,
- die Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität von Stoffen und insbesondere die des flüssigen Wassers in der Natur begründen,
- die drei Aggregatzustände der Stoffe beschreiben und Aggregatzustandsänderungen des Wassers mit der Zuführung bzw. der Abgabe von Wärme und mit Hilfe des Teilchenmodells begründen,
- die Ausdehnung flüssiger und fester Körper anhand von Tabellen der linearen und kubischen Ausdehnungskoeffizienten berechnen,
- Zusammenhänge zwischen dem Verdunsten von Wasser, dem Abkühlen von Körpern und der Luftfeuchtigkeit erkennen,
- Nebel, Tau und Reif, Regen, Hagel und Schneefall auf die von wechselnden Temperaturen abhängigen Aggregatzustandsänderungen zurückführen,
- das Aufsteigen der Luft, das Schweben der Wolken und die Entstehung des Windes erklären,
- Möglichkeiten und Probleme der Vorhersage des Wetters erkennen.

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<p><b>Wärmestrahlung der Sonne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Licht und Wärmestrahlung</li> <li>- Temperaturen auf der Erde</li> <li>- Wärmestrahlung und Kleidung</li> </ul> <p><b>Temperaturskala nach Kelvin</b></p> <p><b>Energieaufnahme in Form von Wärme Exp.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Symbol, Einheiten</li> <li>- spezifische Wärmekapazität Symbol, Einheit</li> <li>- Gleichung <math>Q = m \cdot c \cdot \Delta T</math></li> <li>- Bestimmung und Bedeutung von <math>c_{\text{Wasser}}</math></li> </ul>	<p>Gesetz: Körper mit höherer Temperatur als die Umgebung (Sonne, Ofen, Mensch) geben Wärmestrahlung ab</p> <p>Abhängigkeit der Temperatur von der Jahreszeit, der Tageszeit und dem Ort</p> <p>Schutz vor Wärmeabstrahlung und Wärmeeinstrahlung durch die Kleidung und die Haut</p> <p>Arbeit mit Tabellen- und Formelsammlung</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Aggregatzustände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Form und Volumen der Körper</li> <li>– Verhalten der Teilchen</li> <li>– Temperaturerhöhung und Ausdehnung gasförmiger, flüssiger und fester Körper</li> </ul> <p>– <math>\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T</math>    <math>\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Anomalie des Wassers</li> </ul>	<p>Unterscheidung von Stoffumwandlung und Aggregatzustandsänderung eines Stoffes</p> <p>Arbeit mit Tabellen Tabellenwerte von Ausdehnungskoeffizienten Schlussfolgerungen für die Ausdehnung aus Tabellenwerten</p> <p>Bedeutung in der Natur</p>
<p><b>Eis und Schmelzen des Eises</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eis und Reif in der Natur</li> <li>– Temperaturverhalten beim Schmelzen</li> <li>– spezifische Schmelzwärme <math>q_s</math>      Exp.</li> </ul>	<p>➤ fächerübergreifendes Thema „Luft, Wasser und Boden als natürliche Lebensgrundlagen“</p> <p>Volumenvergrößerung bei der Bildung von Eis und die Folgen in der Natur</p> <p>Arbeit mit Diagrammen</p>
<p><b>Wasser, Wasserdampf, Nebel und Tau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verdunsten, Verdampfen, Kondensieren</li> <li>– spezifische Verdampfungswärme <math>q_v</math></li> </ul>	<p>Wasser auf verschiedenen Wegen: vom Meer zum Gebirgsfluss, vom Kochtopf und der nassen Wäsche in die Luft der Umgebung</p> <p>Luftfeuchtigkeit Sättigungsmengen von Wasserdampf</p>
<p><b>Wetter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wind</li> <li>– Wolken und Niederschläge</li> </ul>	<p>Ursachen, Windstärken Landwind und Seewind, Aufwind und Föhn, Wirbelstürme Regen, Hagel, Schneefall Wetterbeobachtung, Wettervorhersage Geräte zur Wetterbeobachtung: Windstärkenmesser, Barometer, Hygrometer</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Inhalte des 1. und 2. Hauptsatzes der Wärmelehre auf praxisorientierte Beispiele anwenden,
- einen Überblick über Arten von wärmetechnischen Anlagen, ihrer geschichtlichen Entwicklung und gegenwärtigen Bedeutung besitzen,
- den Aufbau und die Arbeitsweise von Viertaktmotoren kennen,
- den prinzipiellen Aufbau von Kühlaggregaten und Wärmepumpen kennen und einen Überblick über ihre Wirkungsweise besitzen,
- die Aufgabe und das Zusammenspiel der einzelnen Baugruppen einer Sonnenkollektoranlage und eines Kraftwerkes erläutern.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Hauptsätze der Wärmelehre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Hauptsatz <math>W + Q = \Delta E_{\text{therm}}</math></li> <li>- 2. Hauptsatz</li> </ul>	<p>Die Zuführung/Abgabe von Arbeit und/oder Wärme führt zur Änderung der thermischen Energie. Selbstständiger Wärmeübergang erfolgt nur von Körpern höherer zu Körpern tieferer Temperatur.</p>
<p><b>wärmetechnische Anlagen und Maschinen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einteilung nach Verwendungszweck</li> <li>- Energiefluss</li> </ul>	<p>Dampfmaschine, Verbrennungsmotor, Dampfturbine, Wärmeübertragungsanlage, Warmwasserheizung, Sonnenkollektoranlage</p>
<p><b>4-Takt Otto- und Dieselmotor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau</li> <li>- Arbeitszyklen</li> <li>- Energiebetrachtungen</li> </ul>	<p>historische Betrachtungen zu den Wärmekraftmaschinen Gemeinsamkeiten und Unterschiede beider Motoren Energieflussdiagramme, Wirkungsgrad, Schadstoffproblematik – Bezug auf technische Neuerungen (Turbolader, Katalysator, Direkteinspritzer)</p>
<p><b>Kompressionskühlschrank und Wärmepumpe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau</li> <li>- Wärmeübertragung</li> </ul>	<p>Blockschema des Aufbaus und Aufgabe der Baugruppen, Energieflussdiagramme</p>
<p><b>Sonnenkollektoranlage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau</li> <li>- Wärmeübertragung</li> </ul>	<p>Verdeutlichung der besonderen Rolle des Wärmetauscherprinzips; Bedeutung von <math>c_{\text{Wasser}}</math> hervorheben Energiefluss und Wärmedämmung einbeziehen</p>
<p><b>Kraftwerke, die fossile Brennstoffe nutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau (Blockschema)</li> <li>- prinzipielle Wirkungsweise</li> <li>- Umweltproblematik</li> </ul>	<p>Energieflussdiagramm</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Phänomene der Elektrizität, wie die Abstoßung und Anziehung von Körpern, auf die Eigenschaften dieser Körper zurückführen, Ladungen zu speichern,
- das Feldlinienmodell für die Beschreibung des entsprechenden Feldes selbst bzw. für die Erläuterung von elektrostatischen Erscheinungen nutzen,
- Beispiele für Entladungsströme angeben,
- Batterien und Generatoren als Quellen erkennen, mit denen Ladungen in Bewegung gebracht werden können,
- die unterschiedliche Aufladung der Pole der Quellen und den elektrischen Strom in einem geschlossenen Stromkreis erklären,
- wissen, dass zwischen den Polen der Quelle und zwischen Drähten, wenn diese unterschiedlich aufgeladen sind, elektrische Spannung vorhanden ist,
- die Funktionen der Teile des einfachen Stromkreises erläutern,
- Fertigkeiten im Messen der elektrischen Spannung und der elektrischen Stromstärke besitzen,
- Größenwerte der elektrischen Spannung und der elektrischen Stromstärke bei elektrostatischen Phänomenen und in Stromkreisen angeben.

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<p><b>Phänomene der Elektrizität</b></p> <p><b>Ladungsbewegung, Ladungstrennung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reibungselektrizität und Influenz</li> <li>- Ladungstransport</li> <li>- Ladungsspeicherung</li> <li>- Ladungsmenge                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Symbol, Einheit</li> <li>Elementarladung</li> </ul> </li> <li>- elektrisches Feld                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchung der Umgebung geladener Körper Exp.</li> <li>Feldlinienmodell</li> </ul> </li> <li>- elektrischer Strom Exp.</li> <li>- verschiedene Quellen</li> </ul>	<p>Gewitter, Auf- und Entladung von Körpern, elektrische Schläge und Signale bei Tieren Galvani, Volta</p> <p>elektrochemische Quellen Fotovoltaik, Dynamo</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Stärke des elektrischen Stromes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Symbol, Einheit</li> <li>- Schutzvorkehrungen</li> <li>- Wirkungen des elektrischen Stromes <ul style="list-style-type: none"> <li>magnetische Wirkung</li> <li>Wärme</li> <li>Licht</li> </ul> </li> </ul> <p><b>einfacher elektrischer Stromkreis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau</li> <li>- elektrische Spannung</li> </ul> <p>Symbol, Einheit</p> <p><b>Messungen im Stromkreis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messgerät und Messung der elektrischen Stromstärke</li> <li>- Messgerät und Messung der elektrischen Spannung</li> </ul>	<p>Herausarbeitung des Zusammenhangs von elektrischem Strom und Ladungsmenge</p> <p>typische Stromstärken bei elektrostatischen Phänomenen und in geschlossenen Stromkreisen mit Energiequellen  Beispiel: lebensgefährlicher Strom durch den Körper des Menschen: ab 20 mA in Abhängigkeit von der Dauer des Stromes</p> <p>Exp.</p> <p>SE</p> <p>Spannung infolge einer Ladungsbewegung mit Ladungstrennung  ergänzend: Einsatz von Energie bei der Erzeugung von Spannung – Vergrößerung der elektrischen Spannung zwischen zwei Kondensatorplatten durch Auseinanderziehen der Platten (Nachweis: Glimmlampe)  typische Spannungen bei elektrostatischen Phänomenen, an Quellen und in Stromkreisen</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>Messungen der Leerlaufspannung, der Klemmenspannung bei Stromfluss, der Spannung zwischen den Verbindungsleitungen und am Verbraucher</p> <p>Exp.</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- wissen, dass die Energie in einer Reihenschaltung von Bauelementen nach dem Verhältnis der elektrischen Widerstände dieser Bauelemente aufgeteilt wird, und die Veränderung dieser Aufteilung mit Hilfe regelbarer Vorwiderstände beschreiben,
- wissen, dass die Energie in Parallelschaltungen von Verbrauchern nach den Verhältnissen der durch die Verbraucher fließenden elektrischen Ströme aufgeteilt wird,
- Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen elektrischem Widerstand, der anliegenden elektrischen Spannung und den Energieumsätzen in einer Reihenschaltung von Bauelementen besitzen,
- elektrische Widerstände, elektrische Spannungen und elektrische Stromstärken berechnen und den Einfluss zu großer elektrischer Widerstände der Verbindungsleitungen auf die Energieversorgung der Verbraucher begründen,
- wissen, dass die elektrische Leistung  $P_{el}$  die in einer Sekunde von einem Gerät verbrauchte elektrische Energie angibt,
- elektrische Leistungen berechnen und Zusammenhänge zwischen elektrischer Leistung, elektrischer Energie und dem aus dem Verbrauch elektrischer Energie entstehenden Kosten erkennen,
- Rückschlüsse auf energiebewusstes Handeln beim Einsatz der Elektroenergie ziehen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Reihenschaltung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesetze der Reihenschaltung</li> </ul>	<p>zwei Lampen (z. B. 25 W; 100 W) veränderbarer Widerstand und Lampe Energieflussdiagramme Zusammenhang mit Energiesatz</p>
<p><b>Parallelschaltung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromnetze im Haus und in der Wohnung</li> <li>- Messungen</li> <li>- Gesetze der Parallelschaltung</li> </ul>	



Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>elektrischer Widerstand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Symbol, Einheiten</li> <li>– Ohm'sches Gesetz Exp.  <math display="block">R = \frac{U}{I}</math></li> <li>– Gesamtwiderstand bei Reihenschaltungen: <math>R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots</math> Exp.</li> <li>– Gesamtwiderstand bei Parallelschaltung  <math display="block">\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots</math> Exp.</li> <li>– Widerstandsgesetz <math>R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}</math> Exp.</li> <li>– Potentiometer, Potentiometerschaltung SE</li> <li>– weitere Anwendungen</li> </ul> <p><b>elektrische Leistung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Symbol  <math display="block">P_{\text{el}} = \frac{W_{\text{el}}}{t}</math></li> <li>– Einheiten: <math>1 \text{ W} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}</math></li> <li>– Reihenschaltung  <math display="block">P_{\text{el}} = (U_1 + U_2 + U_3 + \dots) \cdot I</math></li> <li>– Parallelschaltung  <math display="block">P_{\text{el}} = (I_1 + I_2 + I_3 + \dots) \cdot U</math></li> </ul> <p><b>Entwertung elektrischer Energie im Haushalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gesamtenergieumsatz oder elektrische Arbeit in der Zeit  <math display="block">W_{\text{el}} = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots) \cdot t</math></li> <li>– Einheiten für umgesetzte Energien - (elektrische Arbeit): 1 Ws; 1 kWh</li> </ul>	<p>Begriffserläuterung an einer Reihenschaltung</p> <p>z. B.: von mehreren Faktoren abhängiger Hautwiderstand – Lügendetektor</p> <p>Computeranimation: Sicherheit im Umgang mit elektrischer Energie</p> <p>Analogie: <math>P_{\text{mech.}} = \frac{W_{\text{mech}}}{t}</math></p> <p>Beispiele für Energieumsätze pro Sekunde:  1 mW – Laser, 2 kW – Waschmaschine, 1000 MW – Kraftwerk</p> <p>Beispiel: Bestimmung der Stärke der Energieströme bei Reihenschaltung und bei Parallelschaltung einer 25 W-Lampe und einer 100 W-Lampe</p> <p>mögliche Aufträge: Datensammlungen zu kW-Angaben auf Geräten, Motoren, Lautsprechern, Elektrogeräten des Haushalts  kWh-Zähler, Energierechnung  Sparmaßnahmen  Energieverbrauch nach Leistung und Zeitdauer des Einsatzes von Elektrogeräten</p>

**Thema: Magnetismus – Magnete und die magnetischen Wirkungen des elektrischen Stroms**

**ZRW: 10 Std.**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Eigenschaften von Magneten kennen und für die Erklärung von magnetischen Erscheinungen nutzen,
- wissen, dass im Raum um Dauermagnete oder stromdurchflossene Leiter ein Magnetfeld besteht, welches durch Wechselwirkungen mit anderen Objekten nachgewiesen werden kann,
- das Magnetfeld als Speicher von Energie erkennen,
- das Feldlinienmodell für ein magnetisches Feld in seinem strukturellen Aufbau kennen und für die Beschreibung des entsprechenden Feldes selbst bzw. für die Erläuterung von magnetischen Erscheinungen nutzen,
- das elektromotorische Prinzip durch experimentelle Untersuchungen inhaltlich erfassen und formulieren,
- die Bedeutung von Dauermagneten und Elektromagneten in Natur und Technik an ausgewählten Beispielen erläutern,
- die Wirkungsweise technischer Anwendung von Elektromagneten erklären.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Dauermagnete</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nord- und Südpol</li> <li>- Elementarmagnete in Werkstoffen</li> <li>- Kraftwirkungen zwischen Magneten und Körpern</li> </ul> <p style="text-align: right;">Exp.</p>	<p>keramischer Magnet im Fahrraddynamo, elektrische Messgeräte, Lautsprecher</p> <p>Wirkungen von Magneten auf ferromagnetische Stoffe und andere Metalle bzw. Nichtmetalle</p>
<p><b>Magnetfeld der Erde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erde - ein Magnet</li> <li>- Kompass</li> <li>- Naturscheinungen und Magnetfeld der Erde</li> </ul>	<p>Lage von geographischen und magnetischen Polen der Erde</p> <p>Polarlicht</p>
<p><b>Elektromagnet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stromdurchflossener Leiter</li> <li>- stromdurchflossene Spule</li> </ul> <p style="text-align: right;">Exp.</p>	

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Magnetfeld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechselwirkungen mit anderen Objekten</li> <li>- Feldlinienmodell <span style="float: right;">DE</span></li> <li>- Magnetfeld als Speicher von Energie</li> <li>- Stärke des Magnetfeldes in einer Spule <span style="float: right;">Exp.</span></li> <li>- Anwendung von Elektromagneten</li> </ul> <p><b>elektromotorisches Prinzip</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenhang zwischen: <span style="float: right;">Exp.</span>  Stromstärke und Kraftbetrag  Stromrichtung und Krafrichtung  Magnetfeldstärke und Kraftbetrag</li> <li>- UVW-Regel</li> </ul> <p><b>Elektromotor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prinzipieller Aufbau</li> <li>- prinzipielle Wirkungsweise <span style="float: right;">Exp.</span></li> <li>- Zusammenhang von: <span style="float: right;">Exp.</span>  Drehrichtung und Polung des Stromanschlusses  Drehzahl und Stärke des Stromes</li> </ul> <p><b>elektrische Messgeräte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Wirkungsweise eines Drehspulmessgerätes</li> </ul>	<p>Magnetfeld als real existierendes Objekt, das unsichtbar und nur an seinen Wechselwirkungen erkennbar ist</p> <p>Bedeutung von Modellen für die Erkenntnisgewinnung</p> <p>Feldlinienbilder für homogene und inhomogene Magnetfelder um Dauermagnete und stromdurchflossene Leiter</p> <p>Versuche zur Kraftwirkung auf stromführende Leiter unter dieser Sicht analysieren</p> <p>Einfluss der Windungszahl, des Aufbaus der Spule und des Stoffes in der Spule</p> <p>Lautsprecher, Relais</p> <p>Begriffe Rotor und Stator</p> <p>Motortypen zur Information und Anwendungsgebiete des Elektromotors</p> <p>notwendiger Stromwender beim Gleichstrommotor</p> <p>Nutzung des elektromotorischen Prinzips zur Erklärung der Drehrichtung und Drehzahl des Motors</p> <p>Aufstellen eines Energieflussdiagrammes unter Einbeziehung des Wirkungsgrades</p> <p>Bezug zum Elektromotor und zum elektromotorischen Prinzip</p> <p>geschichtlicher Hintergrund zur Strommessung</p> <p>Vielfachmessgeräte</p>

## 5.2.4 Fächerübergreifende Themen in den Schuljahrgängen 7/8

### Themenkomplex: Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen

#### Thema: Luft, Wasser und Boden als natürliche Lebensgrundlagen

##### Ziele

Anknüpfend an den Sachunterricht der Grundschule und den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht sollen zielgerichtete fächerübergreifende Betrachtungen am Behandlungsgegenstand in seinen komplexen Wechselbeziehungen deutlich gemacht werden. Durch geeignete Unterrichtsgestaltung werden die Schülerinnen und Schüler verstärkt zur Mitplanung und Organisation, aber auch zum selbstständigen Handeln und Schlussfolgern befähigt.

Methoden zur Erkundung der Zusammensetzung und der Eigenschaften von Luft, Wasser und Boden sollen die Schülerinnen und Schüler kennen und bei praktischen Untersuchungen in einem ausgewählten Lebensraum anwenden können.

An konkreten Beispielen werden die Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt und deren Auswirkungen verdeutlicht, und daraus werden eigene Vorschläge zum Schutz natürlicher Ressourcen durch die Lernenden entwickelt.

Inhalte	Hinweise
<b>Natürliche Grundlagen des Lebens von Pflanzen, Tieren und Menschen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Wasser, Boden und Luft als wichtige Lebensgrundlagen</li><li>– Auswahl eines Untersuchungsgebietes</li><li>– Fragestellungen zur Projektwoche</li></ul>	Problemdiskussion zum angegebenen Thema Lebensräume vor Ort auswählen (z. B. Wald, Fluss, Park, Schulgelände, Teich) Unterrichtsgang zu möglichen Biotopen Ideenbörse – Was sollen wir tun? gemeinsame Planung von Inhalt und Ablauf der Projektwoche
<b>Untersuchungen in einem ausgewählten Lebensraum</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Untersuchungen zu abiotischen Faktoren; Einflüsse auf Pflanzen- und Tierwelt</li><li>– Ermittlung von schädigenden Faktoren</li></ul>	Bodenkoffer, Wasserkoffer, Luftspürgerät nutzen einfache Mess- und Experimentiertechnik Messen, Datenerfassung und Experimente in einem konkreten Lebensraum; Zusammenhänge erkennen

Inhalte	Hinweise
<p><b>Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt und deren Wirkung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wirkung ökologischer Maßnahmen im Untersuchungsgebiet (lokaler Bezug)</li> <li>– mögliche Verursacher von Schädigungen in dem untersuchten Lebensraum (lokaler Bezug)</li> <li>– Auswirkungen des Wirtschaftens auf Mensch und Natur: Bodenzerstörung am Beispiel der Sahelzone; Flussregulierung am Beispiel des Assuan-Staudamms</li> </ul> <p><b>Aktivitäten zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wirken gesellschaftlicher und staatlicher Institutionen</li> <li>– Planung weiterer möglicher praktischer Schritte</li> </ul>	<p>Vergleich der Veränderungen in den letzten Jahrzehnten, Befragung</p> <p>Beobachtung, Befragung, Materialanalysen</p> <p>Pro-und-Kontra-Diskussion zu Nutzungskonflikten durchführen Ursachen und Folgen aufzeigen, mit lokalen Eingriffen vergleichen</p> <p>für die Region solche Institutionen ermitteln, die sich für den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen einsetzen, z. B. Umweltamt, Umweltvereine und Umweltverbände</p> <p>gemeinsame Aktionen planen Untersuchungsergebnisse öffentlich präsentieren (über die Schule hinaus)</p>

## Tabellarische Paralleldarstellung

<p><b>Themen und Inhalte</b> in den Rahmenrichtlinien der Fächer</p>	<p><b>Stoffe erkennt man an ihren Eigenschaften</b> Stoffgemische und reine Stoffe in Natur und Alltag Trennverfahren</p> <p><b>Chemische Reaktionen</b> Zusammensetzung der Luft als Stoffgemisch Bedingungen für chemische Reaktionen praktisch bedeutsame Oxidationen</p> <p><b>Wasser – ein besonderes Oxid</b> Wasser als Lösungsmittel Wasser als Lebensgrundlage Wasser als chemische Verbindung</p> <p><b>Nichtmetalle – Nichtmetalloxide - Säuren</b> Schwefel und Schwefeldioxid Schwefeldioxid als Luftschadstoff Saure Lösungen</p>	<p><b>Vom Einzeller zum Vielzeller</b> Untersuchung eines stehenden Gewässers</p>	<p><b>Kräfte verändern die Form und die Bewegung von Körpern</b> Kräfte zwischen den Teilchen Kohäsion Adhäsion Kapillarität</p> <p><b>Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken</b> Eis und Schmelzen des Eises Wasser, Wasserdampf, Nebel und Tau Wetter</p>	<p><b>Im Orient</b> Assuan-Staudamm – Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt</p> <p><b>In Schwarzafrika</b> Bodenerosion in der Sahelzone: Ursachen, Folgen, Maßnahmen</p>	<p><b>Natur und Mensch</b> (un-)verantwortlicher Umgang mit der Natur Ökonomie und Ökologie</p>
<p><b>Fächer</b></p>	<p><b>Chemie</b></p>	<p><b>Biologie</b></p>	<p><b>Physik</b></p>	<p><b>Geographie</b></p>	<p><b>Ethikunterricht</b></p>

## **Themenkomplex: Gesundes Leben**

### **Thema: Sicher und gesund durch den Straßenverkehr**

#### **Ziele**

Bei den Schülerinnen und Schülern wird in zunehmendem Maße ein Verkehrsverhalten ausgeprägt, das von einer sicherheitsorientierten, umweltbewussten, gesundheitsbewussten und sozialverträglichen Teilnahme am Straßenverkehr gekennzeichnet ist. Zugleich sollen die Schülerinnen und Schüler durch vielfältige praktische Übungen auch ihre motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Bewältigung der Anforderungen des Straßenverkehrs vervollkommen.

Insbesondere kennen die Schülerinnen und Schüler wesentliche Gesetze, Vorschriften und Regeln zur sicheren Teilnahme am Straßenverkehr und können diese anwenden. Dabei erkennen sie auch die Wirkung wichtiger Sicherheitsmaßnahmen und werden zu einem sicherheitsgerechten Gebrauch angeregt. Durch vielfältige Übungen sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Fähigkeiten zur sicheren und verkehrsgerechten Benutzung des Fahrrades vervollkommen und in diesem Zusammenhang auch zum Ausführen kleinerer Reparaturen am Fahrrad befähigt werden.

Die Schülerinnen und Schüler lernen den Einfluss unterschiedlicher Verkehrsmittel auf die Umwelt und die Gesundheit des Menschen, auch anhand von eigenen Messungen, beurteilen und werden zu einem umweltgerechten Verhalten angeregt.

Durch die Analyse und Bewertung unterschiedlicher Verhaltensweisen von Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern wird das sozialverträgliche Verhalten der Schülerinnen und Schüler weiterentwickelt.

#### **Bemerkungen**

Das fächerübergreifende Thema „Sicher und gesund durch den Straßenverkehr“ ordnet sich ein in den Gesamtprozess der schulischen Verkehrserziehung. Deshalb sind zur Bestimmung des Zielniveaus und der konkreten Inhalte die Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler sowie die Inhalte, die erst in den folgenden Schuljahren zum Gegenstand des Unterrichts gemacht werden, zu beachten (vgl. Vorläufige Rahmenrichtlinien Verkehrserziehung).

Inhalte	Hinweise
<p><b>Rad fahren als Verkehrsteilnahme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Gesetze, Vorschriften und Regeln</li> <li>- Sicherheitsmaßnahmen und deren Wirkung (Kleidung, Helm, Bremsen, Beleuchtung)</li>   <li>- kleine Reparaturen am Fahrrad</li> <li>- besondere Verkehrsanlagen (Radwege, Kreuzungen, Haltestellen)</li> </ul> <p><b>Verkehr und Umwelt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich Individual- und Massenverkehr nach Gesichtspunkten, wie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltverträglichkeit</li> <li>• Sicherheit</li> <li>• Preis</li> <li>• Bequemlichkeit</li> </ul> </li>   <li>- Lärm und Luftverschmutzung durch Verkehr und deren Wirkungen auf die Gesundheit des Menschen</li> </ul> <p><b>Verkehrsunfälle – Ursachen und Folgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unfallursachen</li> <li>- unterschiedliches Verkehrsverhalten <ul style="list-style-type: none"> <li>• unangepasste Geschwindigkeit (Fahrbahn, Witterung u. a.)</li> <li>• Aggressivität</li> </ul> </li>   <li>- Sofortmaßnahmen bei Unfällen</li>   <li>- erste Hilfe</li> <li>- soziale Folgen von Verkehrsunfällen</li> <li>- Sachschäden durch Verkehrsunfälle</li> </ul>	<p>Festigung der Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler experimentelle Untersuchungen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Wirksamkeit verschiedener Bremsen</li> <li>• zur optischen und akustischen Wahrnehmung verschiedener Signale</li> <li>• zu Eigenschaften bestimmter Textilien bei Witterungseinflüssen</li> </ul> <p>praktische Übungen</p> <p>Befragung Expertengespräch Verkehrszählungen (Häufigkeitstabellen, Verteilung auf unterschiedliche Tageszeiten, Fahrgäste pro Fahrzeug u. Ä.)</p> <p>einfache experimentelle Untersuchungen (z. B.: Staubtest, Lärmmessungen) Expertengespräche Befragungen Eingehen auf solche Maßnahmen, wie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgehungsstraßen</li> <li>• Lärmschutzwälle</li> <li>• Lärmschutzgutachten</li> </ul> <p>Auswertung von Statistiken Beobachtungen, Medien Interviews mit Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern Expertengespräch</p> <p>praktische Übungen der erforderlichen Maßnahmen wie Absicherung der Unfallstelle, Erstversorgung der Verletzten, Meldung an Polizei einfache Maßnahmen zur Wundversorgung Besuch einer Gerichtsverhandlung Expertengespräch (Krankenkassen, Versicherungen), z. B. über Rehabilitationsmaßnahmen und über finanzielle Folgen von selbstverschuldeten Verkehrsunfällen für die eigene Familie</p>



Inhalte	Hinweise
<p><b>„Skateboarding“ und „Inlineskating“ – neue Sportarten*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>vollständige Schutzausrüstung (Helm, Knie-, Ellenbogen- und Handgelenkschutz)</i></li> <li>– <i>sozialverträgliches Verhalten</i></li>   <li>– <i>besondere Räume</i></li> </ul>	<p>besondere Verletzungsgefahren  Maßnahmen der ersten Hilfe  Geschicklichkeitsübungen  Beobachtungen, z. B. in Fußgängerzonen  Film drehen  Interview von Kindern, Jugendlichen, Passanten  Erarbeitung einer Gestaltungsvariante für ein Übungsgelände, z. B. auf dem Schulhof, im Stadtpark</p>

\* Die kursiv gedruckten Inhalte sollten nur dann einbezogen werden, wenn die konkreten schulischen Bedingungen und Erfordernisse gegeben sind.

### Tabellarische Paralleldarstellung

<p><b>Themen und Inhalte</b> in den Rahmenrichtlinien der Fächer</p>	<p><b>Kräfte verändern die Form und die Bewegung von Körpern</b> Kraft und Formveränderung Kräfte bei Änderungen von Bewegung</p>	<p><b>Atmung, Stofftransport und Ausscheidung</b> Selbst und gegenseitige Hilfe</p> <p><b>Informationsverarbeitung beim Menschen</b> Auge – ein wichtiges Sinnesorgan Auge und Ohr als „Fenster zur Umwelt“ Leistungen des Nervensystems bei der Informationsverarbeitung</p>	<p><b>Zufällige Ereignisse</b> grafisches Darstellen von Häufigkeiten in Diagrammen Häufigkeitsverteilung</p>	<p><b>Inline-Skating Komplex I</b> Bewegen, Spielen, Erleben Erlernen, Üben, Anwenden</p>
<p><b>Fächer</b></p>	<p><b>Physik</b></p>	<p><b>Biologie</b></p>	<p><b>Mathematik</b></p>	<p><b>Sport</b></p>

## 5.2.5 Fachspezifische Themen im Schuljahrgang 9 und im Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)

### Schuljahrgang 9

**Thema: Gesetze der mechanischen Bewegung –  
Bewegungsänderungen und Kräfte im Straßenverkehr**

**ZRW: 16 Std.**

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Grundannahmen des Modells „Punktmasse“ angeben und dieses Modell bei der Beschreibung der Bewegungsvorgänge anwenden,
- die Bewegung von Körpern in verschiedenen Bezugssystemen beschreiben,
- die Bewegungsgesetze der Translation der Punktmasse auf einfache Fälle in der Natur und in der Technik anwenden,
- die gleichförmige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung erkennen,
- die Größengleichung für die Zentralkraft und die Größengleichung für die kinetische Energie eines Körpers mithilfe des Grundgesetzes der Mechanik herleiten,
- die in den drei Newton'schen Gesetzen zusammengefassten Erfahrungen erläutern und diese Gesetze in ihrem Zusammenhang anwenden,
- in der Lage sein, das Trägheitsgesetz aus dem Grundgesetz der Mechanik abzuleiten,
- auf den Straßenverkehr bezogene Sach- und Anwendungsaufgaben selbstständig lösen und eine sachgerechte Beurteilung der ermittelten Ergebnisse vornehmen,
- Verhaltensregeln im Straßenverkehr aus den Bewegungsgesetzen und aus den Wirkungen der Kräfte ableiten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Modell Punktmasse</b> <b>Bezugssysteme</b> <b>Bewegungsformen und -arten</b> <b>Beschleunigung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Symbol, Einheit</li> <li>– <math>\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}</math></li> </ul> <b>gleichmäßig beschleunigte Bewegung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sonderfall für <math>v_0 = 0</math> ; <math>s_0 = 0</math></li> <li><math>v = a \cdot t</math> ; <math>s = \frac{a}{2} \cdot t^2</math>      Exp.</li> <li>Weg-Zeit-Diagramm</li> <li>Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm</li> <li>Beschleunigung-Zeit-Diagramm</li> <li>– Beispiele für Bewegungen mit <math>v_0 \neq 0</math> ; <math>s_0 \neq 0</math></li> </ul>	Vergleich von Augenblicksgeschwindigkeiten  Anfahrbeschleunigung von Pkw und Motorrad – Beispiele  annähernd gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als gleichmäßig beschleunigte Bewegungen behandeln  Fallunterscheidung für Vorgänge im Straßenverkehr

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Fallbewegung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– freier Fall</li> <li>– Fallgesetz Exp.</li> <li>– Fallbeschleunigung g Exp.</li> <li>– Computersimulation und computerunterstützte Messwerterfassung und -aufzeichnung</li> </ul>	<p>Fallröhre, Gedankenversuch Galilei</p> <p>g unabhängig von der Masse des Körpers          &gt; fächerübergreifendes Thema: „Informations- und Kommunikationstechnik anwenden“</p>
<p><b>Newton'sche Gesetze (Axiome)</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wechselwirkungsgesetz</li> <li>– Grundgesetz              Einheit der Kraft <math>1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}</math></li> <li>– Trägheitsgesetz</li> </ul> <p><b>gleichförmige Kreisbewegung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bahngeschwindigkeit und Radialbeschleunigung</li> <li>– Radialkraft <math>F_r = m \cdot \frac{v^2}{r}</math>              Bestätigung der Abhängigkeiten Exp.</li> </ul>	<p>Kräfte, die an verschiedenen Körpern angreifen: Spanabhebung (Werkzeug, Tauziehen, Magnet – Eisenstück)              dynamische Kraftmessung: Kraft F als Größe, die bei Reibungsfreiheit der Beschleunigung eines Körpers proportional ist.</p> <p>Beispiel: Betrag der Geschwindigkeit bei der Bewegung eines Satelliten              Die Begriffe „Radial“ und „Zentral“ werden synonym verwendet.              Gleichung für die Radialkraft als Spezialfall des Newton'schen Grundgesetzes              Radialkraftmesser              Beispiele: Hammerwerfer, Kettenkarussell</p>
<p><b>Mechanik im Straßenverkehr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kraft, Beschleunigungsarbeit und kinetische Energie  <math>E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2</math></li> <li>– Gewichtskraft <math>F_G</math> und potentielle Energie  <math>E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h</math></li> <li>– Reibung und Adhäsion</li> <li>– Normalkraft <math>F_N</math></li> <li>– Reibungskräfte <math>F_R = \mu \cdot F_N</math>  <math>\mu</math>-Bestimmung SE</li> <li>– Kurvenfahrt</li> <li>– Trägheitskräfte</li> <li>– Verformungskräfte</li> </ul>	<p>Anfahren eines Fahrzeuges aus der Ruhe mit <math>F = \text{konst.}</math></p> <p>Änderungen potentieller Energie bei Berg- und Talfahrten</p> <p>Rollreibung, Gleitreibung, Haftkraft              Kräftegleichgewicht: Gleichheit der Beträge der Reibungskraft und der Antriebskraft bei <math>v = \text{konst.}</math>              Bremsen, Intervallbremsen, ABS</p> <p>Haftkraft größer als Zentralkraft              Zentralkraft wird von Schiene aufgebracht              Auto, Motorrad, Schienenfahrzeug</p> <p>Kräfte in beschleunigten Fahrzeugen (Anfahren, Bremsen), Gurtpflicht</p> <p>Crash, Sicherheitsmaßnahmen: Gurt, Airbag, Knautschzone, Kopfstützen</p>

**Thema: Elektromagnetische Induktion – Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie**

**ZRW: 12 Std.**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Bedingungen für die Entstehung der Induktionsspannung und die Bedingungen für die Entstehung des Induktionsstromes kennen sowie die UVW-Regel beherrschen,
- die Abhängigkeiten des Betrages der Induktionsspannung von anderen Größen zusammenfassend darstellen und interpretieren,
- die Lenz'sche Regel und den Energieerhaltungssatz anwenden,
- technische Anwendungen der Induktion kennen, die Wirkungsweisen des Generators und Transformators sowie die Bedeutung der Hochspannung für die Energiefernleitung erklären,
- für ideale Transformatoren Berechnungen der Spannung, der elektrischen Stromstärke, der Windungszahl von Spulen und der übertragenen Leistung in einfachen Fällen ausführen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>elektromagnetische Induktion bei der Bewegung eines Leiters in einem Magnetfeld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– gerader Leiter Abhängigkeit der Induktionsspannung von der Geschwindigkeit Exp.</li> <li>– Spule lineare Abhängigkeit von der Windungszahl Exp.</li> </ul> <p><b>Induktionsstrom und seine Richtung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lenz'sche Regel Exp.</li> <li>– UVW-Regel</li> </ul> <p><b>Induktion durch zeitliche Änderung des Magnetfeldes in ruhenden Spulen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Abhängigkeit von Änderungsgeschwindigkeit Exp.</li> <li>– Selbstinduktion Exp.</li> </ul>	<p>Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch Faraday</p> <p>Bewegung des Leiters senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Feldes</p> <p>bifilar aufgehängter Aluminiumring, Magnet</p> <p>Wirkungen von Spulen mit Eisenkern auf Glühlampen (Einschalten) und Glimmlampen (Ausschalten)</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Induktionsgesetz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betrag der Induktionsspannung</li> <li>- Anwendungen in der Technik</li> </ul> <p><b>Generator und Wechselstrom</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Außen- oder Innenpolmaschine</li> <li>- Erzeugung von Wechselstrom</li> <li>- zeitlicher Verlauf von Spannung und Stromstärke Exp.</li> <li>- Effektivwerte Exp.</li> </ul> <p><b>Transformator</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prinzipieller Aufbau</li> <li>- prinzipielle Wirkungsweise</li> <li>- idealer Transformator</li> <li>- Spannungs- und Stromstärkeübersetzung</li> </ul> <p><b>Energiefernleitung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verluste durch Leitungswiderstände Exp.</li> <li>- verlustarme Energiefernleitung durch höhere Spannung Exp.</li> </ul>	<p>Induktionsspannung als Spannung zwischen den Anschlüssen der Spule Je-desto-Aussagen Telegraf von Gauß und Weber, Tastkopf im Diskettenlaufwerk, Lautsprecher, Zähler, Induktionsschleifen, Zündspulen, Drosselspule, Induktionskochherd, Wirbelstrombremse</p> <p>Bedeutung: Starkstromtechnik Siemens Lichtmaschine, Fahrraddynamo Modell: Drehung einer Leiterschleife im homogenen Magnetfeld</p> <p>Spannungen z. B. 380 kV, 220 kV übertragene Leistung z. B. 200 MW</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Leitungsvorgänge in verschiedenen Medien und im Vakuum kennen und in der Lage sein, die Leitungsvorgänge mit dem allgemeinen Leitungsmodell zu beschreiben,
- Kenntnisse über die Bedeutung der Eigen- und Störstellenleitung besitzen und diese bei der Beschreibung von Halbleiterbauelementen anwenden,
- die Aufgaben von Dioden, Thermistoren und Fotowiderständen in Grundschaltungen kennen und die von den Bauelementen hervorgerufenen Vorgänge jeweils beschreiben,
- die Funktionen eines Transistors bei Schaltvorgängen und in einer Verstärkerschaltung erklären.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Leitungsvorgänge in verschiedenen Medien und im Vakuum</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metalle</li> <li>- Flüssigkeiten</li> <li>- Gase</li> <li>- Vakuum</li> </ul> <p>- Einflussfaktoren Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatur</li> <li>Ladungsträgerdichte</li> <li>Stärke des elektrischen Feldes</li> </ul> <p>- Anwendungen in Gasen und im Vakuum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leuchtstoffröhre Exp.</li> <li>Elektronenstrahlröhre Exp.</li> </ul> <p><b>Halbleiter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenleitung, Störstellenleitung</li> <li>- Bauelemente:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Thermistor oder Fotowiderstand Exp.</li> <li>Dioden, Kennlinie Exp.</li> <li>Transistor als Schalter und Verstärker, Stromverstärkung <math>\Delta I_C / \Delta I_B</math> Exp.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Modellvorstellungen</p> <p>⇒ Chemie Thema „Elektrochemie“</p> <p>Dotierungsverfahren mit Wärme, Licht und elektrischer Energie steuerbare Widerstände Gleichrichter- und Leuchtdiode Solarzelle</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- anhand eines Überblicks über die im Verlaufe der Geschichte gewonnenen Vorstellungen vom Aufbau der Atome erkennen, dass physikalische Erkenntnisse einer Entwicklung unterliegen,
- die Elementarteilchen Proton und Neutron als Bestandteile der Atomkerne kennen,
- die Entstehung, die Eigenschaften und biologische Wirkungen, Nachweismöglichkeiten sowie Anwendungen radioaktiver Strahlung erläutern,
- die prinzipielle Wirkungsweise des Geiger-Müller-Zählrohres erklären,
- den radioaktiven Zerfall einer Substanz beschreiben und dabei auf die Besonderheiten statistischer Gesetze eingehen,
- wissen, dass nicht nur die Spaltung schwerer, sondern auch die Vereinigung leichter Kerne zur Energiefreisetzung führt,
- den prinzipiellen Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise eines Druckwasserreaktors und eines Kernkraftwerkes erläutern sowie damit im Zusammenhang stehende Umwelt- und Sicherheitsprobleme kennen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Atome und Atommodelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massenzahl und Ordnungszahl</li> <li>- Nukleonen, Elektronen</li> <li>- Rutherford'scher Streuversuch</li> <li>- Isotope                             <ul style="list-style-type: none"> <li>stabile, radioaktive</li> </ul> </li> <li>- Bestandteile der Kerne</li> </ul>	<p>Anknüpfung an das PSE Kern-Hülle-Modelle: Rutherford, Bohr</p> <p>chemische Elemente als Gemische aus mehreren Isotopen</p>



Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>radioaktiver Zerfall (Spontanzerfall)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung Zerfallsgleichungen</li> <li>- Nachweis mit Geiger-Müller-Zählrohr</li> <li>- Eigenschaften: Reichweite, Durchdringungsfähigkeit, Ionisationsvermögen der Komponenten, Ablenkung in Feldern</li> <li>- radioaktive Isotope und Halbwertszeiten</li> <li>- Gesetz des radioaktiven Zerfalls</li> </ul> $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungen und Folgen Bestrahlungs-, Durchstrahlungs- und Markierungsverfahren in Medizin und Technik Strahlenschäden</li> </ul>	<p>fotografische Schichten, Nebelkammer</p> <p>Exp. Exp.</p> <p>Teilchen-Zeit-Diagramme Altersbestimmung: C14-Methode</p> <p>Mutationen</p>
<p><b>künstliche Kernumwandlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erzeugung neuer Elemente</li> <li>- Entdeckung der Kernspaltung</li> <li>- Kernspaltung</li> </ul> ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{144}\text{Ba} + {}_{36}^{89}\text{Kr} + 3 {}_0^1\text{n} + \Delta E$ $\Delta E = 3 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ungesteuerte und gesteuerte Kettenreaktion</li> </ul>	<p>Rutherford, Curie</p> <p>Meitner, Straßmann, Hahn</p> <p>Kernbrennstoff U 235-Isotopentrennung</p> <p>kritische Masse</p>
<p><b>Kernkraftwerk</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckwasserreaktor</li> <li>- Kernkraftwerk (Blockschema)</li> <li>- Sicherheitsvorkehrungen</li> <li>- Umweltaspekte</li> <li>- Betriebssicherheit und Endlagerung</li> </ul>	<p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“</p> <p>Vergleich mit anderen Kraftwerksarten</p>
<p><b>Kernfusion (Überblick)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinzip</li> <li>- technische Probleme</li> </ul>	<p>Verbindung leichter Elemente in der Sonne und in den Fixsternen</p>

## Schuljahrgang 10 (Einführungsphase)

Thema: Schwingungen – mehr als nur mechanische Bewegung

ZRW: 16 Std.

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- spezielle Phänomene in Natur und Technik als Schwingungen verstehen und mithilfe der Kenngrößen der Schwingung beschreiben,
- die Schwingungsdauer experimentell bestimmen und die Frequenz einer Schwingung berechnen,
- gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen anhand energetischer Betrachtungen unterscheiden und beschreiben,
- Eigenschwingungen von erzwungenen Schwingungen unterscheiden, das Zustandekommen der Resonanz erklären und an einem Beispiel experimentell nachweisen sowie Beispiele für deren Auftreten erläutern,
- den Hörvorgang beschreiben, Hörgrenzen angeben und Maßnahmen des Lärmschutzes erläutern,
- Erzeugung von Wechselstrom erläutern und die Größen des Wechselstromkreises mit Hilfe der Kenntnisse über die Schwingungen interpretieren,
- die prinzipielle Erzeugung von elektromagnetischen Schwingungen und technische Anwendungen erläutern.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Schwingungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Merkmale</li><li>– Voraussetzungen für die Entstehung</li><li>– Kenngrößen einer Schwingung Gleichung <math>f = \frac{1}{T}</math> Einheit: <math>1 \text{ Hz} = 1 \frac{1}{\text{s}}</math></li></ul>	Federschwingungen, Drehschwingungen  Energiezufuhr, Auslenkung vom Gleichgewichtszustand, rücktreibende Kraft Herzschlag und Puls, Drehung einer Spule im Magnetfeld  Zungenfrequenzmesser
<b>Federschwinger oder Fadenpendel</b> SE $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$ oder $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$	
<b>ungedämpfte und gedämpfte Schwingung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– ungedämpft</li><li>– gedämpft</li></ul>	Diagramm, Gleichung Diagramm

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>erzwungene Schwingung und Resonanz</b></p> <p style="text-align: right;">Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erzwungene und Eigenschwingungen</li> <li>- Resonanz und Resonanzkurve</li> </ul> <p><b>Schallschwingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Wirkungsweise des menschlichen Ohrs</li> <li>- Amplitude und Lautstärke</li>   <li>- Frequenz und Tonhöhe</li> <li>- Hörbereiche</li> <li>- Lärm und Lärmschutz</li> </ul> <p><b>Erzeugung elektrischer Schwingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- periodischer Vorgang bei der Erzeugung von Wechselstrom</li> <li>- u-t- und i-t-Diagramm</li> <li>- Frequenzen</li> </ul> <p><b>Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prinzipieller Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise eines Schwingkreises</li> <li>- technische Anwendungen</li> </ul>	<p>Eigenschwingungen von Bauwerken (Brücken) und Fahrzeugen Schwingungen von Fahrzeugteilen in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und bei Musikinstrumenten</p> <p>⇒ Biologie „Informationsverarbeitung beim Menschen“ Schallpegelmesser: Zahlenwerte der Dezibel-Skala 10 – 140 als Größenangaben für den Lärm</p> <p>Vergleich mit Hörleistungen von Tieren Ultraschall</p> <p>Wiederholung: Aufbau Generator</p> <p>Einsatz von Oszilloskopen Brummen des Transformators Netzfrequenz 50 Hz, Deutsche Bahn <math>16\frac{2}{3}</math> Hz</p>

**Thema: Wellen – wie sie entstehen, sich ausbreiten und wie die Technik sie nutzt**

**ZRW: 14 Std.**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- wissen, dass bei einer Welle ein Schwingungszustand transportiert wird und ein Energiestrom auftritt,
- die Kenngrößen und Eigenschaften einer Welle kennen und an Beispielen deuten können,
- den Einfluss verschiedener Medien auf die Ausbreitung von Wellen kennen und wissen, dass sich elektromagnetische Wellen auch im Vakuum ausbreiten können,
- die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen berechnen,
- Wellenlängenbereiche elektromagnetischer Wellen bei technischen Anwendungen angeben,
- wissen, dass Wellen bestimmter Wellenlängenbereiche den Organismus schädigen können.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>mechanische Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voraussetzung für ihre Entstehung Exp.</li> <li>- Energietransport Exp.</li> <li>- Darstellung               <ul style="list-style-type: none"> <li>y-t-Diagramm</li> <li>y-s-Diagramm</li> </ul> </li> <li>- Kenngrößen               <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen: <math>v = \lambda \cdot f</math></li> </ul> </li> </ul> <p><b>Eigenschaften mechanischer Wellen</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausbreitung von Transversal- und von Longitudinalwellen</li> <li>- Reflexion, Brechung</li> <li>- Beugung, Interferenz</li> <li>- Polarisierung bei Transversalwellen</li> </ul> <p><b>Wellen in Natur und Technik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schallwellen und deren Kenngrößen</li> <li>- Schallgeschwindigkeit</li> <li>- Computer unterstützte Messung der Schallgeschwindigkeit</li> </ul>	<p>schwingungsfähige Systeme, Kopplung, Energiezufuhr</p> <p>Demonstration von Wasserwellen und von Seilwellen</p> <p>Darstellung an Wasserwellen</p> <p>Darstellung an Seilwellen</p> <p>Wellenbrecher, Wellenkraftwerk, Seismograph, Echolot, Ultraschall, Fledermaus, Delfin</p> <p>➤ fächerübergreifendes Thema: „Informations- und Kommunikationstechnik anwenden“</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>elektromagnetische Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Voraussetzungen für die Entstehung einer Funkenstrecke                      Exp.</li> <li>– Energietransport in elektrischen und magnetischen Wechselfeldern</li> <li>– Ausbreitungsgeschwindigkeit im Vakuum  <math>c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}</math></li> </ul> <p><b>Eigenschaften elektromagnetischer Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchdringungsvermögen</li> <li>– Absorption</li> <li>– Reflexion</li> <li>– Anwendungen in verschiedenen Wellenlängenbereichen <ul style="list-style-type: none"> <li>Informationstransfer</li> <li>Medizintechnik</li> </ul> </li> <li>Haushalt</li> </ul>	<p>elektrische Schwingungen in Dipolen und in Funkenstrecken  Begriff: Rundfunk</p> <p>Linienführung von langwelliger zu kurzwelliger Strahlung  Rundfunk, Fernsehen, Radar, Fernsteuerung  Kurzwellen, Infrarotbestrahlung, Röntgenstrahlung  Mikrowelle</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das Brechungsgesetz formulieren und Anwendungen diskutieren,
- die Abbildungsgleichung für Linsen anwenden,
- die Abbildung im Auge und die Korrektur von Sehfehlern erklären,
- den Aufbau des Fernrohrs beschreiben und den Strahlengang angeben,
- die Anwendungsgrenzen des Strahlenmodells begründen,
- das Wellenmodell zur Beschreibung der Beugungs- und Interferenzerscheinungen und Anwendungen nutzen,
- die Phänomene blauer Himmel, Morgen- und Abendrot erklären,
- die Wellenlänge einfarbigen Lichtes experimentell bestimmen,
- das Licht als Bestandteil des elektromagnetischen Spektrums charakterisieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Brechungsgesetz</b></p> $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtleiter</li> <li>- Bildentstehung mit Linsen</li> <li>- Abbildungsgleichung (Herleitung)</li> <math display="block">\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}</math> <li>- Aufbau und Wirkungsweise des menschlichen Auges</li> <li style="padding-left: 20px;">Sehfehler-Korrekturen</li> <li>- Fernrohr</li> </ul>	<p>Exp. Wiederholung Strahlenmodell Anwendungen des Brechungsgesetzes zur Erklärung der stoffabhängigen Grenzwinkel der Totalreflexion</p> <p>Anwendung geometrischer Kenntnisse auf den Sachverhalt</p> <p>Weit- und Kurzsichtigkeit Bedeutung der Dioptrie</p> <p>Exp. Strahlengang</p>
<p><b>Anwendungsgrenzen des Strahlenmodells</b></p> <p>Exp.</p>	<p>Beugungsphänomene, Farben an dünnen Schichten, Polarisation des Lichtes</p>
<p><b>Wellenmodell des Lichtes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interferenz am Doppelspalt und Gitter</li> <li>- Gleichung <math>d \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda</math> (Herleitung)</li> <li style="padding-left: 20px;">Exp.</li> <li>- <math>c = \lambda \cdot f</math></li> <li>- Dispersion</li> <li style="padding-left: 20px;">Exp.</li> <li>- Wellenlänge und Frequenz einfarbigen Lichtes</li> <li style="padding-left: 20px;">SE</li> <li>- Licht als Teil des elektromagnetischen Spektrums</li> </ul>	<p>Analogiebetrachtungen zu mechanischen Wellen – Wellenmodell des Lichtes</p> <p>Veranschaulichungen der modellbezogenen Grundidee für die Herleitung</p> <p>elektromagnetischer Charakter des Lichtes: Energietransport in gekoppelten elektrischen und magnetischen Wechselfeldern</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Wellenlängenbereiche des Spektrums im Überblick</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sichtbares Licht, infraroter und ultravioletter Teil des Spektrums</li> <li>- Spektralanalyse (Überblick)</li> </ul> <p><b>Streuung des Lichtes (Überblick)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Himmelsblau, Abend- und Morgenrot</li> </ul> <p><b>Grenzen des Wellenmodells (Ausblick)</b></p>	<p>Erkundung und Zusammenstellung für Radio- und Mikrowellen, Wärme- und Röntgenstrahlung sowie kosmische Strahlung</p> <p>sichtbares Licht als schmaler Bereich im Spektrum der temperaturabhängigen Wärmestrahlung oder als „kaltes Licht“ bei Erscheinungen der Lumineszenz</p> <p>Licht als Träger von Informationen</p> <p>Anwendungsgebiete</p> <p>Abhängigkeit des Streuwinkels von der Spektralfarbe, Einfluss der Länge des Lichtweges</p>

**Vorbemerkungen**

Das physikalische Praktikum dient der Wiederholung, Systematisierung und Anwendung bereits erworbenen Wissens und Könnens sowie der Entwicklung von Fertigkeiten im Lösen experimenteller Aufgaben.

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- experimentelle Aufgaben nach vorgegebenen Anleitungen lösen,
- selbstständig Protokolle zu den experimentellen Aufgaben anfertigen,
- ihr Wissen in bestimmten Gebieten der Physik reaktivieren und festigen,
- ihr mathematisches Wissen und Können auf die vorgegebenen physikalischen Probleme anwenden und zur Bestimmung physikalischer Größen nutzen,
- mit Messgeräten sicher umgehen,
- Begriffe Messgröße, Einheit, Messwert, Messergebnis und Messunsicherheit benutzen,
- Fehlerbetrachtungen ausführen sowie systematische und zufällige Fehler unterscheiden.

Mögliche Experimente sind:

- Bestimmung der Fallbeschleunigung
- Bestimmung der Federkonstanten
- Bestimmung von Reibungszahlen
- Bestimmung der Schallgeschwindigkeit
- Bestimmung der Wellenlänge monochromatischen Lichts
- Bestimmung der Gitterkonstanten
- Bestimmung der Brennweite von Linsen
- Bestimmung des Wirkungsgrades von technischen Geräten
- Messungen in Reihen- und Parallelstromkreisen
- Untersuchungen zum Widerstandsgesetz
- Aufnahme der Kennlinien von Bauelementen
- Aufnahme des Temperaturverlaufs bei thermischen Prozessen



## 5.2.6 Fächerübergreifende Themen in den Schuljahrgängen 9 und 10

### Themenkomplex: **Ökologisch verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen**

#### Thema: **Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen**

##### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass die für das Leben von nahezu 6 Milliarden Menschen auf der Erde erforderlichen Mittel begrenzt sind und bei wachsender Weltbevölkerung sowie bei gleich bleibendem und sich ausbreitendem üppigen Konsumverhalten nicht ausreichen werden. Sie sind mit dem Grundsatz vertraut, dass die von den Menschen einer Generation übernommene Natur so hinterlassen werden muss, dass sie auch künftigen Generationen für ein Leben mit hoher Lebensqualität zur Verfügung steht. Sie leiten hieraus ab, dass die Umwelt als natürliche Lebensgrundlage des Menschen nicht schwerwiegenden Gefährdungen ausgesetzt werden darf und Energie im Prinzip nur in dem Maße genutzt werden kann, wie sie als wertvolle Energie von der Sonne zur Verfügung gestellt wird. Sie können in Diskussionen über die ansteigende Produktion von Gebrauchsgütern und die wachsenden Erträge der Landwirtschaft Zusammenhänge zwischen den Bedürfnissen der Menschen und der zunehmenden Ausbeutung und Belastung von Boden, Luft und Wasser darstellen.

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Verfahren und Beispiele für den sparsamen Einsatz von Stoffen und Energie zu nennen, und sie können für das eigene Verhalten Grundsätze ableiten, die der nachhaltigen Entwicklung dienen.

Inhalte	Hinweise
<b>Agenda 21 (Überblick)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Weltbevölkerung</li><li>– Ressourcenvielfalt (regionale Verbreitung, Nutzung und Folgen, Bedeutungswandel)</li><li>– Entwicklungsprobleme</li><li>– Prinzip der Nachhaltigkeit</li></ul>	Einzelaufträge für Gruppen und Vorträge: Sammlung von Übersichten und von Material sowie Zusammenstellung von Daten über den aktuellen Stand, den Bedarf, über Prognosen und Probleme der Ressourcennutzung, über Umweltgefährdungen und die Klimaentwicklung

Inhalte	Hinweise
<p><b>Nachhaltiges Wirtschaften in einem ausgewählten Problemfeld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- soziale Erfahrungen</li> <li>- Information und Daten über die aktuelle und zukunftsfähige Entwicklung</li>   <li>- Diskussionen: Verhältnis Mensch-Natur, Lebensqualität, Umweltgefährdungen, Klimaentwicklung</li> <li>- nachhaltiges Handeln: Aktionen von Verbänden des Landes, von Unternehmen, Teilnahme und eigene Vorschläge</li> </ul> <p><b>Energiebedarf und nachhaltige Entwicklung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- soziale Erfahrungen</li> <li>- Energieträger und ihre gegenwärtige Nutzung (Systematisierung)</li> <li>- Energiebedarf und Energieeinsparung an je einem Beispiel aus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrie</li> <li>• Landwirtschaft</li> <li>• Verkehrswesen</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Umgang mit Stoffen und Material – Recycling</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verpackung und Entsorgung</li>   <li>- Bewertung technischer Produkte als Grundlage der Kaufentscheidung</li> </ul> <p><b>Aktionsplan „Ökologisch verantwortlich mit Ressourcen umgehen“</b> zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktionsplan für die Schule</li> <li>- Aktionsplan für den Haushalt der Familie</li> <li>- Aktionsplan für die Stadt oder Gemeinde</li> </ul>	<p><b>Problemfelder und mögliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Boden, Bodennutzung und nachwachsende Rohstoffe (Bedeutung von Anpflanzungen für den Wasserverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Bindung, für Futter und Nahrungsmittel, Nutzholz, Biomasse)</p> <p>Ressource(n) im Heimatraum (Abbau, Gewinnung von Grundstoffen, Verarbeitung) biologische Vielfalt (Gesetze und Schutzgebiete für die Erhaltung gefährdeter Arten – Biotope)</p> <p>Wasser, Wasserverbrauch und Gewässerschutz (Abwasser, Reinigung, Sparmaßnahmen)</p> <p>energieintensive Nahrungsmittelproduktion, Verhältnis von Energieaufwand und Energiegehalt, z. B. Gewächshausgemüse 600 : 1 Rinderzucht: 3 : 1</p> <p>Wirkungsgrade von Motoren und Turbinen Schadstoffausstoß (Umweltbelastung) Einsatz von Elektro- und Solarmobilen Energieumsätze bei Flugzeug und PKW im Vergleich, Sparmaßnahmen</p> <p>Sammeln von Textilien, Metallschrott, Glas, Kunststoffen und von organischen Abfallstoffen in Spezialcontainern Entscheidung nach Umweltzeichen Beispiele: Blauer Engel, Blume, Prädikat der Stiftung Warentest, ökologischer Anbau, recycelbare Kunststoffe</p> <p>Anwendungen des Prinzips der Nachhaltigkeit im jeweils gewählten Bereich</p> <p>Zusammenarbeit mit zuständigen Behörden Vorschläge für die Stadtplanung, Verkehrswege, Grünanlagen etc.</p>

## Tabellarische Paralleldarstellung

<p><b>Themen und Inhalte in den Rahmenrichtlinien der Fächer</b></p>	<p><b>Atome – Atomkerne – Kernenergie</b>            Kernkraftwerke            Sicherheitsvorkehrungen            Umweltaspekte            Betriebssicherheit und Endlagerung</p>	<p><b>Ressourcen und ihre Nutzung</b>            Vielfalt an Ressourcen, regionale Verbreitung, Ressourcen in ihrer (Un)Endlichkeit;            Ressource als raumprägender Faktor:            Beispiel(e) aus dem Nahraum</p>	<p><b>Die Sonne</b>            die Sonne als Energiespender            Aufbau, Aktivitätszyklen, Strahlungsarten, Strahlungsleistung, Leuchtkraft            Einfluss der Sonne auf die Bedingungen auf der Erde (Licht, Temperatur)            ökologische Wirkungen der Sonnenstrahlung:            Erdatmosphäre als Schutzschild (Ozonschicht, Treibhauseffekt, Schutz vor Strahlung)</p>	<p><b>Wald als Ökosystem</b>            Bedeutung und Schutz des Waldes</p> <p><b>Belastbarkeit und Schutz der Ökosysteme</b>            Belastbarkeit von Ökosystemen            Schutz der Arten und Lebensräume</p>	<p><b>Aufbrechen - menschliche Hoffnungen und gesellschaftliche Utopien</b>            Utopien in der Praxis            die Wende zur Nachhaltigkeit            die Methode „Zukunftswerkstatt“</p>
<p><b>Fächer</b></p>	<p><b>Physik</b></p>	<p><b>Geographie</b></p>	<p><b>Astronomie</b></p>	<p><b>Biologie</b></p>	<p><b>Ethikunterricht</b></p>

## **Themenkomplex: Leben mit Medien**

### **Thema: Informations- und Kommunikationstechnik anwenden**

#### **Ziele**

Mit diesem Thema soll eine vergleichbare Ausgangsbasis für die berufliche und vertiefende informatische Bildung für alle Schülerinnen und Schüler angestrebt werden. Das heißt, sie sollen ihr in den einzelnen Fächern erworbenes Wissen und Können bzgl. der Informations- und Kommunikationstechnischen Grundbildung zur Bearbeitung fachspezifischer oder fächerübergreifender Aufgaben komplex anwenden können. Das bedeutet insbesondere, dass sie Geräte des Computerarbeitsplatzes selbstständig und zielgerichtet bedienen sowie Standardsoftware zur Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Bildbearbeitung, Simulation und zur Verwaltung von Datenbanken auch im Zusammenhang anwenden können. Des Weiteren sollen die Schülerinnen und Schüler Messwerte mit dem Computer erfassen, bearbeiten und darstellen.

Mit der Bearbeitung der Aufgaben erweitern die Schülerinnen und Schüler ihre Einsicht in die Möglichkeiten des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnik und die damit verbundenen Qualifikationen.

Die bei der Aufgabenbearbeitung angestrebte Gruppenarbeit soll auch zur weiteren Ausprägung solcher Sozialkompetenzen wie Kooperations- und Teamfähigkeit, aber auch Zuverlässigkeit, Kompromiss- und Kritikfähigkeit führen.

#### **Bemerkungen**

Im Folgenden werden als Anregung Beispiele für solche Aufgaben dargestellt, bei deren Bearbeitung unterschiedliche Computeranwendungen auf verschiedene Weise miteinander verbunden werden sollen. In einem Block A werden Beispiele aufgeführt, die typisch für schülerbezogene „Verwaltungsprobleme“ sind, während der Block B Beispiele für naturwissenschaftlich-technische Problemstellungen beinhaltet. Um die Breite der in den Zielen formulierten Computeranwendungen zu sichern, ist von den Schülerinnen und Schülern *jeweils eine Aufgabe aus jedem Block* zu bearbeiten. Dazu können die angegebenen Beispiele oder *Aufgaben auf einem analogen Niveau* ausgewählt werden. Bei der konkreten Festlegung der Aufgabenstellung sind neben den technischen Voraussetzungen der Schule auch die Vorkenntnisse und das Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen.

## Block A

Inhalte	Hinweise
<p><b>Beispiel 1:</b>  <b>Vorbereitung, Durchführung und Auswertung einer Befragung zum Freizeitangebot der Gemeinde und dessen Nutzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellung eines Fragebogens</li> <li>– numerische Auswertung und Darstellung der Befragungsergebnisse</li> <li>– Präsentation, z. B. in einer Mappe oder als Wandzeitung</li> </ul>	<p>Kombination von Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Bildbearbeitung</p> <p>Zur Gestaltung des Fragebogens sollten Text-, Tabellen- und Bildelemente eingebunden werden.</p> <p>Berechnung von absoluten und relativen Häufigkeiten, Mittelwerten geeignete grafische Darstellung</p> <p>Interpretation (Wertung) der Befragungsergebnisse und Schlussfolgerungen Gestaltung von Illustrationen, Überschriften, Piktogrammen</p>
<p><b>Beispiel 2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Entwicklung von Materialien zur Auswertung eines Sportfestes</b></li> <li>– Erstellung von Teilnehmerlisten</li> <li>– Berechnung der Endpunkte und der Platzierung</li> <li>– Gestaltung und Druck von Urkunden</li> </ul>	<p>Kombination von Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Bildbearbeitung</p> <p>Diese Teilnehmerlisten sollten von der Gestaltung (z. B. Schriftgrößen) und dem Aufbau (z. B. Größe der einzelnen Spalten) her zum realen Einsatz brauchbar sein. Die Teilnehmerlisten sollten genutzt und mit Hilfe der Tabellenkalkulation bearbeitet werden.</p> <p>Kombination verschiedener Schriftarten und -größen sowie Einbinden von selbst gestalteten Grafiken (z. B. Schullogo)</p>
<p><b>Beispiel 3:</b>  <b>Erstellen einer Datenbank zur Erfassung und Beschreibung der Schülerbetriebspraktikumsplätze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellen einer Datenbank nach gegebenen Kriterien (z. B. Betrieb, Anschrift, Einsatzzeiten, Berufsbilder)</li> <li>– Beschreibung des Inhalts und Hinweise zur Arbeit mit der Datenbank</li> <li>– Gestaltung einer Titelseite</li> </ul>	<p>Kombination der Arbeit mit Datenbanken, Textverarbeitung und Bildbearbeitung</p> <p>Im Vorfeld sollten ähnliche Datenbanken (z. B. beim Arbeitsamt, im Internet) analysiert werden.</p> <p>Zur Nutzung der Datenbank an der Schule sollte eine Dokumentation angefertigt werden.</p> <p>Gestaltung als Bildschirmseite oder Deckblatt der Dokumentation</p>

Inhalte	Hinweise
<p><b>Beispiel 4:</b>  <b>Vergleichende Analyse zur Finanzierung des Kaufs eines hochwertigen Konsumgegenstandes (z. B. Fahrrad, Moped, Stereoanlage)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Recherche der Angebote verschiedener Kreditinstitute</li> <li>– vergleichende Analyse und Entscheidungsfindung</li> <li>– Präsentation der Ergebnisse, z. B. als Wandzeitung oder Dokumentation</li> </ul>	<p>Kombination von Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Bildbearbeitung</p> <p>Konditionen für Kredite (Zins, Laufzeit, Sondertilgungen) und Sparanlagen (Zins, Festschreibung)</p> <p>Einsatz der Tabellenkalkulation zur Berechnung der monatlichen Belastung und der Gesamtkosten in Abhängigkeit von den Zinsen und der Laufzeit  geeignete graphische Darstellung des Vergleichs</p> <p>In der Beschreibung des Vorgehens und der Begründung der getroffenen Entscheidung sollten Graphiken eingebunden werden.</p>

## Block B

Inhalte	Hinweise
<p><b>Beispiel 1:</b>  <b>Untersuchung zur effektiven Nutzung von Solarzellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau eines Experimentes mit Sensoren zur Messwerterfassung</li> <li>– Messwertbearbeitung und -darstellung</li> <li>– Beschreibung der technischen Anlage (technische Dokumentation)</li> <li>– Beschreibung der Untersuchungsergebnisse</li> </ul>	<p>Kombination der Arbeit mit Software zur Messwerterfassung (Tabellenkalkulation), Textverarbeitung und Bildbearbeitung</p> <p>Wenn an der Schule ein geeignetes Messinterface nicht zur Verfügung steht, sollten die Daten über Tastatur eingegeben und mit der Tabellenkalkulation bearbeitet werden.</p> <p>Anlegen von Messwerttabellen, eventuell notwendige Berechnungen und graphische Darstellung der Ergebnisse</p> <p>Zu den Beschreibungen des Aufbaus und der Wirkungsweise der Anlage, der Durchführungen der Messungen und der Ergebnisse sollten technische Skizzen und Diagramme eingebunden werden.</p>

Inhalte	Hinweise
<p><b>Beispiel 2:</b>  <b>Nutzung eines Simulationsprogrammes zur Untersuchung des Einflusses der Luft auf das Fallen von Körpern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchung des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Fallen von Körpern</li>   <li>- Vergleich des Fallens von Körpern in Abhängigkeit von der Art und der Größe der Einflussfaktoren</li>   <li>- Dokumentation der durchgeführten Untersuchung</li> </ul>	<p>Kombination der Arbeit mit Simulationssoftware, Tabellenkalkulation, Textverarbeitung und Bildbearbeitung</p> <p>Zielgerichtete Variation der Parameter entsprechend der konkreten Aufgabenstellung (z. B. Form, Größe, Dichte des fallenden Körpers, Dichte des Mediums)</p> <p>Exemplarisch sollte das durch Simulation erhaltene Ergebnis mit Messwerten aus einem Realexperiment verglichen werden.</p> <p>Wertetabellen, Diagramme zur Darstellung der Wirkung bestimmter Einflussfaktoren</p> <p>In die Dokumentation sollten insbesondere bei der Beschreibung des Aufbaus Skizzen der Experimentieranordnung eingefügt werden.</p>

## Tabellarische Paralleldarstellung

<p><b>Themen und Inhalte</b> in den Rahmenrichtlinien der Fächer</p>	<p><b>Nutzen der Tabellenkalkulation</b> Wertetabellen Im Aufgabenpraktikum</p>	<p><b>Gesetze der mechanischen Bewegung</b> Computersimulation zu Fallbewegungen Messwerteerfassung und computergestützte Aufzeichnung</p> <p><b>Wellen in Natur und Technik</b> Computer unterstützte Messung der Schallgeschwindigkeit</p>	<p><b>Arbeitstechniken und Medienrecherche</b> Informationsbeschaffung (Datenbanken, Onlinedienste) Informationsentnahme (CD-ROM, Dateimanager)</p> <p>Informationsspeicherung und -darbietung (multimediale Präsentation)</p> <p>elektronische Textverarbeitung (Schriftgestaltung, Formatierung, Silbentrennung, Rechtschreibkontrolle)</p>	<p><b>Grafisches Gestalten</b> Druckgrafik und Grafikdesign</p> <p><b>Visuelle Medien</b> Fotografie</p>	<p><b>Medien</b> Medien in der Gesellschaft</p>
<p><b>Fächer</b></p>	<p><b>Mathematik</b></p>	<p><b>Physik</b></p>	<p><b>Deutsch</b></p>	<p><b>Kunsterziehung</b></p>	<p><b>Sozialkunde</b></p>



## 5.3 Darstellung der Themen in den Schuljahrgängen 11/12 (Qualifikationsphase)

### 5.3.1 Profulfach (vierstündig)

Themenbereich: Mechanik

Fundamentum

ZRW: 40 Std.

Thema 1: Kinematik der Punktmasse

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das Modell „Punktmasse“ sicher anwenden und die Grenzen seiner Anwendung kennen,
- Bewegungen verbal, mittels geeigneter physikalischer Größen und mithilfe von Diagrammen beschreiben,
- Würfe als ungestörte Überlagerung verschiedener Bewegungen erkennen, Bahngleichungen entwickeln und daraus Charakteristika mathematisch ableiten können,
- Vorsichtsmaßnahmen im Straßenverkehr mit physikalischen Gesetzen begründen können.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Modell „Punktmasse“</b>  <b>Beschreibung von Bewegungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bezugssysteme – Inertialsystem; beschleunigte Systeme</li> <li>– Relativbewegungen</li> </ul> <p><b>Größen der Translation</b>  <math>\vec{s}</math>; <math>\vec{v}</math>; <math>\vec{a}</math></p> <p><b>Momentangrößen von Geschwindigkeit und Beschleunigung</b> Exp.  <b>Radial- und Tangentialbeschleunigung</b></p> <p><b>Herleitung und Interpretation der Bewegungsgesetze (<math>\vec{F} = \text{konst.}</math>)</b>  <math>\vec{a} = \text{konst.}</math>  <math>\vec{v} = \vec{a} \cdot t + \vec{v}_0</math>  <math>\vec{s} = \frac{\vec{a}}{2} \cdot t^2 + \vec{v}_0 \cdot t + \vec{s}_0</math></p> <p><b>ungestörte Überlagerung von Bewegungen</b> Exp.  <ul style="list-style-type: none"> <li>– senkrechter Wurf</li> <li>– waagerechter Wurf</li> <li>– schräger Wurf</li> </ul> </p>	<p>Bewegungsarten, Bewegungsformen</p> <p>Deutung in Diagrammen</p> <p>gleichförmige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung  Anwendungen im Straßenverkehr  Anfertigen und Auswerten von Bewegungsdiagrammen</p> <p>Vergleich von Faustregeln für Bremswege, Sicherheitsabstand, Anfahren, Überholen, Abrollvorgänge, Drehbewegungen</p> <p>Unabhängigkeits-, Trägheits- und Relativitätsprinzip  Bahngleichungen, Wurfdauer, Wurfweite, Wurfhöhe  Diskussion: Folgen verschiedener Abwurfwinkel, Unterschiede in Abwurf- und Auffanghöhe  chaotische Bewegungen</p>

## **Thema 2: Dynamik der Punktmasse**

### **Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Newton'schen Axiome begründet anwenden,
- die vektorielle Größe Kraft in ihren verschiedenen Erscheinungen erkennen und verschiedenen Bezugssystemen zuordnen,
- den Impuls als Zustandsgröße und seine Änderung durch die Prozessgröße Kraftstoß kennen und anwenden,
- zentrale elastische und unelastische Stöße beschreiben und für diese jeweils Bilanzgleichungen für die Erhaltungsgrößen Energie und Impuls aufstellen,
- Stoßvorgänge im Straßenverkehr und bei Schienenfahrzeugen analysieren und die den Ablauf der Vorgänge bestimmenden Größen berechnen,
- das Rückstoßprinzip auf die Impulserhaltung zurückführen,
- anhand von komplexen Anwendungsaufgaben den Energie- und Impulserhaltungssatz als Grundlage für die Entwicklung von Lösungsstrategien begreifen und dies bewusst anwenden,
- für ausgewählte mechanische Systeme erkennen, ob chaotisches Verhalten eintreten kann, und deren Verhalten beschreiben.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Kraft als Wechselwirkungsgröße</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wechselwirkungskraft</li> <li>– Gleichgewichtskraft</li> <li>– Trägheitskräfte</li> <li>– vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften</li> <li>– Anwendungsaufgaben mit Kraftansätzen</li> <li>– skalare und vektorielle Größen</li> </ul> <p><b>Energieerhaltungssatz der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Energie als Erhaltungsgröße in einem abgeschlossenen System</li> <li>– Perpetuum mobile (1. Art) und seine Unmöglichkeit</li> <li>– Energiebilanzgleichungen unter Einbeziehung der thermischen Energie</li> </ul> <p><b>mechanische Leistung und Wirkungsgrad</b> Exp.</p> <p><b>Impuls und Impulserhaltung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Impuls als Erhaltungsgröße <math>\vec{p} = m \cdot \vec{v}</math></li> <li>– Impulsänderung und Kraftstoß <math>\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t</math></li> <li>– zentrale elastische und unelastische Stoßvorgänge</li> <li>– Bilanzgleichungen für Impuls und Energie</li> <li>– Impulserhaltung in einem abgeschlossenen System <math>\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{konst.}</math></li> <li>– Stoßvorgänge im Straßenverkehr</li> <li>– Rückstoßprinzip</li> </ul> <p><b>Verallgemeinerung des Grundgesetzes der Mechanik</b></p> <p><b>deterministisches Chaos</b>      Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– starke und schwache Kausalität</li> <li>– Bedingungen für das Eintreten chaotischer Bewegungen</li> <li>– Beschreibung chaotischer Bewegungen</li> </ul>	<p>Beispiele für Wechselwirkungs- und Gleichgewichtskräfte, verschiedene Kraftarten (Antriebs- und Reibungskräfte, Kräfte an geneigter Ebene, Schwerkraft, Federkraft) Kräfte in verschiedenen Bezugssystemen bei der Kreisbewegung</p> <p>systematisierende Betrachtungen</p> <p>Durchschnitts- und Momentanleistung von mechanischen Einrichtungen und Anlagen</p> <p>Herausarbeitung der Kennzeichen für die jeweilige Stoßart</p> <p>Frontalzusammenstoß und Auffahrunfall</p> <p>Diskussion: klassische Physik: <math>m = \text{konst.}</math> relativistische Physik: <math>m = m(v)</math></p> <p>Grenzen der Vorhersagbarkeit des Verlaufs physikalischer Prozesse</p> <p>Beispiele: Doppelpendel, Magnetpendel, Doppelmulde</p> <p>Attraktordarstellungen, nichtlineare Gleichungen, Phasenraumdarstellungen Hinweis auf Wachstum von Tierpopulationen logistische Gleichung: <math>x_{n+1} = r \cdot x_n \cdot (1 - x_n)</math> Computersimulation</p>

### Thema 3: Gravitationsfeld

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das Gravitationsfeld qualitativ mit dem Feldlinienmodell und quantitativ mit der Gravitationsfeldstärke beschreiben,
- Formeln zur Berechnung der 1. und 2. kosmischen Geschwindigkeit herleiten und vielfältige Berechnungen im Gravitationsfeld ausführen,
- die Raketenbewegung vom Start bis zum Brennschluss beschreiben und Berechnungen der Schubkraft und Geschwindigkeit einer Rakete ausführen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Gravitationsfeld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kepler'sche Gesetze</li> <li>- Feldlinienmodell</li> <li>- Gravitationsfeldstärke</li> </ul> <p><b>Gravitationsgesetz</b></p> $F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massebestimmung von Zentralkörpern</li> <li>- Bahnradien und Umlaufzeiten</li> <li>- 1. kosmische Geschwindigkeit</li> <li>- Bahnformen von Himmelskörpern im Zentralfeld</li> </ul> <p><b>Verschiebungsarbeit im Gravitationsfeld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herleitung der Arbeit</li> <li>- 2. kosmische Geschwindigkeit</li> <li>- Raketenbewegung</li> <li>- Raketenstart</li> </ul> $v(t) = v_0 + c_{\text{Gas}} \ln \frac{m_0}{m(t)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Raketenflug zum Mond</li> </ul>	<p>⇒ Astronomie „Unser Sonnensystem“</p> <p>Berechnung von Feldstärken</p> <p>historische Experimente zum Gravitationsgesetz</p> <p>Schwerpunkte: Planeten und künstliche Satelliten – geostationäre Satelliten Drei-Körper-Problem, Computersimulation</p> <p>Diskussionen: Raumfahrtforschung europäisches Raumfahrtprogramm</p> <p>ergänzender Inhalt: 3. kosmische Geschwindigkeit</p>

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das Modell „starrer Körper“ anwenden und seine Grenzen kennen,
- das Grundgesetz der Dynamik der Translation auf die Rotation übertragen,
- den Drehimpulserhaltungssatz anwenden.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Modell „starrer Körper“</b></p> <p><b>Beschreibung von Bewegungen</b></p> <p><b>Größen der Rotation</b>  <math>\vec{\varphi}; \vec{\omega}; \vec{\alpha}</math></p> <p><b>Herleitung und Interpretation der Bewegungsgesetze</b> (<math>\vec{M} = \text{konst.}</math>)  <math>\vec{\alpha} = \text{konst.}</math>  <math>\vec{\omega} = \vec{\alpha} \cdot t + \vec{\omega}_0</math>  <math>\vec{\varphi} = \frac{\vec{\alpha}}{2} \cdot t^2 + \vec{\omega}_0 \cdot t + \vec{\varphi}_0</math></p> <p><b>Drehmoment:</b> <math>M = r \cdot F \cdot \sin \angle(\vec{r}, \vec{F})</math></p> <p><b>Trägheitsmoment</b></p> <p><b>Berechnung und experimentelle Bestimmung von Trägheitsmomenten</b>                      Exp.</p> <p><b>Grundgesetz der Rotation</b>  <math>M = J \cdot \alpha</math></p> <p><b>Energieerhaltungssatz der Mechanik</b>  <math>\frac{m}{2} \cdot v^2 + \frac{J}{2} \cdot \omega^2 + m \cdot g \cdot \Delta h = \text{konst.}</math></p> <p><b>Drehimpuls und Drehimpulserhaltungssatz</b>                      Exp.  <math>\vec{L} = J \cdot \vec{\omega}</math>  <math>\vec{L}_{\text{ges}} = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 + \dots + \vec{L}_n</math>  <math>\vec{L}_{\text{ges}} = \text{konst.}</math></p> <p>- Anwendungen</p>	<p>experimentelle Hinführung zu <math>\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}</math></p> <p><math>J = \int r^2 dm</math> für starre Körper</p> <p>einfache geometrische Körper bezüglich verschiedener Achsen</p>

## Themenbereich: Thermodynamik

### Fundamentum

ZRW: 40 Std.

### Thema 1: Zustandsänderungen idealer Gase und erster Hauptsatz der Thermodynamik

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Zustandsgleichung idealer Gase aus den Gasgesetzen von Gay-Lussac, Amontons und Boyle-Mariotte ableiten und anwenden,
- die aus den Zustandsgrößen bei  $T = \text{konst.}$ ,  $V = \text{konst.}$ ,  $p = \text{konst.}$  und  $S = \text{konst.}$  ableitbaren Zustandsänderungen des idealen Gases beschreiben und hierbei die Energieumsätze angeben,
- zugeführte und von Gasen bei konstantem Druck und bei konstantem Volumen abgegebene Wärmemengen und Entropien berechnen,
- den 2. Hauptsatz der Thermodynamik auf geschlossene und offene Systeme anwenden,
- Aggregatzustandsänderungen unter der Sicht der Energieerhaltung erklären,
- für thermodynamische Mischungsprozesse Energiebilanzgleichungen aufstellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Gase</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– reale Gase</li><li>– Kohäsion und Eigenvolumen</li><li>– Modell „ideales Gas“ Grundaussagen</li></ul> <p><b>Größe, Anzahl und Massen der Moleküle und Atome; Moleküldurchmesser</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Stoffmenge: Symbol, Einheit</li><li>– Avogadrokonstante <math>N_A</math></li></ul> <p><b>empirische Gasgesetze und ihre Idealisierung</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– absoluter Nullpunkt</li><li>– Isothermen eines Gases <math>p \cdot V = \text{konst.}</math></li></ul> <p><b>universelle Zustandsgleichung</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– universelle Gaskonstante <math>R = \frac{p_n \cdot V_{n,m}}{T_n}</math></li><li>– <math>p \cdot V = n \cdot R \cdot T</math></li><li>– Berechnungen: Druck, Volumen, Temperatur, Stoffmenge</li></ul>	<p>Unterscheidung von universeller Gaskonstante <math>R</math> und stoffspezifischer Gaskonstante <math>R_s</math> weitere Darstellungen: <math>p \cdot V = N \cdot k \cdot T</math> bzw. <math>p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T</math></p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>1. Hauptsatz der Thermodynamik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zustandsgrößen: p, V, T, U</li> <li>- Zustandsgröße Entropie S</li> <li>- Prozessgrößen (quasistatische Prozessführung bei p = konst. bzw. T = konst.) <ul style="list-style-type: none"> <li>Volumenarbeit</li> <li>Wärme: <math>Q = T \cdot \Delta S</math></li> </ul> </li> <li>- erster Hauptsatz <math>W + Q = \Delta U</math></li> </ul> <p><b>spezielle Zustandsänderungen des idealen Gases</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Zuführung von Wärme (quantitativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>isotherm: <math>Q = -W \quad \Delta U = 0</math></li> <li>isochor: <math>Q_V = \Delta U \quad W_V = 0</math></li> <li>isobar: <math>Q_p = \Delta U + p \cdot \Delta V</math></li> </ul> </li> <li>- adiabatische Zustandsänderung (nur qualitativ): <math>\Delta S = 0</math> und <math>Q = 0</math></li> </ul> <p><b>spezifische Wärmekapazitäten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- spezifisch oder molar</li> <li>- Herleitung R oder <math>R_s</math></li> </ul> <p><b>2. Hauptsatz der Thermodynamik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärme und Entropieproduktion</li> <li>- 2. Hauptsatz nach Prigogine</li> <li>- Selbstorganisation <span style="float: right;">Exp.</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bedingungen (offenes System, Gleichgewichtsferne, Rückkopplung)</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Grundgesetz des Wärmeaustausches</b> <span style="float: right;">SE</span></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiebilanzen für Mischungsprozesse</li> <li>- Wärmekapazität eines Kalorimeters</li> </ul> <p><b>Energiebilanzgleichungen zur Bestimmung ausgewählter Größen</b> <span style="float: right;">SE</span></p> <p><math>Q_s = q_s \cdot m \quad Q_v = q_v \cdot m</math></p>	<p>ergänzender Inhalt: Systematisierung zu Formen der Energieübertragung</p> <p>Einführung</p> <p>Gedankenexperiment nach J. R. Mayer: Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents</p> <p>Diskussion: „Wärmetod“ im Modell „abgeschlossenes Universum“</p> <p>Bernard-Effekt</p> <p>ohne und mit Aggregatzustandsänderungen</p> <p>Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität fester und flüssiger Stoffe oder der spezifischen Schmelz- bzw. Verdampfungswärme</p>

## Thema 2: Kinetisch-statistische Gastheorie

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Kenntnisse über die statistische Verteilung der Geschwindigkeit der Teilchen eines Gases besitzen und Beziehungen zwischen Größen der Teilchen und den Zustandsgrößen des Gases herstellen,
- die mittlere Geschwindigkeit und die mittlere kinetische Energie berechnen und Zusammenhänge mit makrophysikalischen Größen zur Lösung praktischer Aufgaben anwenden,
- die räumliche Verteilung der Teilchen eines Gases mit den Begriffen Irreversibilität und Entropie beschreiben.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>räumliche Verteilung und Irreversibilität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffusion als Phänomen</li> <li>- Drosselversuch von Gay-Lussac</li> <li>- Erzeugung von Entropie</li> </ul> <p><b>Geschwindigkeitsverteilung</b></p> <p><math>\frac{\Delta N}{N}</math> -v-Diagramm (Maxwell-Boltzmann)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellgas Exp.</li> </ul> <p><b>mittlere Geschwindigkeit und mittlere kinetische Energie eines Teilchens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundgleichung <math>p \cdot V = \frac{1}{3} N \cdot m_T \cdot \bar{v}^2</math></li> </ul> $\bar{v} \approx \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$ <p>Messung: Experiment von Stern</p> $\bar{E} = \frac{3}{2} k \cdot T \text{ (eiatomiges Gas)}$ $\bar{E} = \frac{5}{2} k \cdot T \text{ (zweiatomiges Gas)}$ <p><b>Anwendungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffusion von Gasen durch halbdurchlässige Wände Exp.</li> </ul>	<p>Computersimulation</p> <p>Computersimulation</p> <p>Erklärung des Drosselversuches von Gay-Lussac</p> <p>Ergänzung: dritter Hauptsatz der Thermodynamik <math>T \neq 0</math></p> <p>Experiment mit Tonzelle Osmose</p>



**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- einen Einblick in den globalen Energiehaushalt des Systems Erde/Atmosphäre erhalten,
- grundlegende Strahlungsgesetze kennen, interpretieren und anwenden,
- einen Einblick in die Erklärung der Schwarzkörperstrahlung durch Planck gewinnen,
- einen Überblick über die Übertragung und Umwandlung von Strahlung in der Atmosphäre und an der Erdoberfläche erhalten,
- den Treibhauseffekt und anthropogene Einflüsse auf ihn kennen und werten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>der globale Energiehaushalt des Systems Erde/Atmosphäre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schichtung der Atmosphäre, Zusammensetzung der Luft</li> <li>- Energiebilanz der Erde</li> <li>- Solarkonstante <span style="float: right;">Exp.</span></li> </ul>	<p>fächerübergreifende Diskussion: Temperaturprofil der Atmosphäre klimarelevante Spurengase</p> <p>Bestimmung der Solarkonstanten (Ortswert)</p>
<p><b>Strahlungsgesetze und ihre Anwendung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturstrahlung und thermisches Gleichgewicht <span style="float: right;">Exp.</span></li> <li>- Emissions- und Absorptionsvermögen von Strahlung, Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz <span style="float: right;">Exp.</span></li> <li>- Begriff „schwarzer Körper“</li> <li>- Stefan-Boltzmann'sches Gesetz <math display="block">P = \sigma \cdot A \cdot T^4</math></li> <li>- übertragene Strahlungsleistung <math display="block">P = \sigma \cdot A \cdot (T_K^4 - T_U^4)</math></li> <li>- Energieverteilung der Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge</li> <li>- Wien'sches Verschiebungsgesetz</li> </ul>	<p>Nachweis der Temperaturstrahlung mit einer Thermosäule</p> <p>Aufbau und Wirkungsprinzip von Sonnenkollektoren (Farbgestaltung des Kollektors) Radiometer</p> <p>mögliche Anwendungen: Strahlungsleistung eines Menschen, einer Kochplatte, der Sonne</p> <p>Temperatur der Sonnenoberfläche</p>
<p><b>die quantenhafte Emission von Strahlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundaussagen der Planck'schen Strahlungsformel – das Planck'sche Wirkungsquantum <math>h</math></li> <li>- Dimension und Bedeutung des Wirkungsquantums</li> </ul> <p><math>E = h \cdot f</math></p>	<p>Aufnahme und Abgabe von Strahlungsenergie diskontinuierlich in Strahlungsquanten</p> <p>historische Betrachtung: Übertragen der Planck'schen Quantenhypothese auf das Licht durch Einstein</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Absorption und Emission von Strahlung durch die Erde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Absorption von Strahlung in der Atmosphäre</li> <li>- Emission von Strahlung durch die Erde Wärmerückstrahlung und thermographische Anwendungen Spurengase in der Atmosphäre Eigenschaften klimarelevanter Spurengase</li> </ul> <p><b>der Treibhauseffekt und anthropogene Einflüsse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- natürlicher Treibhauseffekt</li> <li>- anthropogener Treibhauseffekt und mögliche Auswirkungen</li> <li>- Emittenten von Spurengasen und Möglichkeiten für eine Reduktion im gesellschaftlichen Kontext</li> </ul>	<p>ergänzende Inhalte: Absorptionsspektrum der Atmosphäre fotochemische Prozesse Absorption kurzwelliger Strahlung durch O<sub>2</sub> und O<sub>3</sub></p> <p>Diskussion der mittleren Temperatur der Erde Aufbau und Wirkungsprinzip von Sonnenkollektoren (Bedeutung der Glasabdeckung) Klimamodelle und Klimaszenarien, Rolle der Mess- und Rechentechnik Überblick über regionale und globale Emissionsquellen und -mengen Klimakonvention der UNO: Diskussion von Reduktionsmöglichkeiten und ihrer technischen sowie politischen Umsetzung Verantwortung des Einzelnen</p>

## Additum III: Wärmemaschinen

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Kenntnisse über die prinzipielle Wirkungsweise einer Wärmekraftmaschine besitzen, im Falle des Otto- bzw. Dieselmotors den jeweils erforderlichen Aufbau kennen und die speziellen Zustandsänderungen des Arbeitsmittels im idealen Otto- und im idealen Diesel-Prozess angeben,
- den idealen Wirkungsgrad und die ideale Leistungszahl im Falle des Einsatzes einer Maschine zwischen zwei Energiereservoirien konstanter Temperatur kennen und hieraus Schlussfolgerungen über den Einsatz von Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen ableiten,
- die im Falle des idealen Stirling-Prozesses gewonnene Nutzarbeit aus vorgegebenen Werten berechnen bzw. mithilfe eines Arbeitsdiagramms graphisch bestimmen,
- den Umlauf des Kühlmittels in einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine beschreiben, die verschiedenen Definitionen der Leistungszahlen und die verschiedenen Einsatzgebiete dieser Maschinen begründen,
- Umweltaspekte bei der Betreibung von Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen bewerten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Kreisprozesse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Gas als Arbeitsmedium</li> <li>- Nutzarbeit <math>W = W_{ab} - W_{zu}</math></li> <li>- p-V-Diagramm (Arbeitsdiagramm)</li> <li>- realer Kreisprozess</li> <li>- Takte, Energieumsätze in einer Kolbenmaschine</li> <li>- Indikator-Diagramm</li> </ul> <p><b>idealer Kreisprozess (idealer Stirling- und Carnotprozess)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phasen und Umkehrbarkeit</li> <li>- ideale Wärmekraftmaschine und ideale Wärmepumpe <math>\eta_{id} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}; \epsilon_{id} = \frac{1}{\eta_{id}}</math></li> <li>- Entropiehaushalt im idealen und realen Kreisprozess</li> </ul>	<p>Gedankenexperiment <math>W_{ab} = -p_2 \cdot \Delta V</math> <math>W_{zu} = -p_1 \cdot \Delta V</math></p> <p>Anwendung auf Wärmekraftwerk</p> <p>historische Betrachtung: Einführung des Modells „idealer Kreisprozess“ durch S. Carnot</p> <p>Diskussion: Kopplung idealer Wärmekraftmaschinen mit idealer Wärmepumpe zwischen zwei „Wärmereservoirien“</p> <p>Formulierung des zweiten Hauptsatzes nach M. Planck</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Wärmekraftmaschinen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau, Wirkungsweise, Leistung von Stirling-Motor Otto-Motor oder Diesel-Motor</li> <li>- realer Wirkungsgrad</li> <li>- technische Möglichkeiten zur Erhöhung des Wirkungsgrades und zur Verbesserung der ökologischen Verträglichkeit</li> <li>- Energieumsätze</li> <li>- Anwendung des ersten Hauptsatzes auf den idealen Kreisprozess</li> <li>- Bestimmung der Nutzarbeit</li> </ul> <p><b>Wärmepumpen – Kältemaschinen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Wirkungsweise</li> <li>- Energieflussdiagramme</li> <li>- Wärmeaustauschprozesse</li> <li>- Leistungszahlen</li> </ul> $\varepsilon_W = \frac{Q_{zu}}{W} ; \varepsilon_K = \frac{Q_{ab}}{W}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatzgebiete</li> </ul>	<p>Präzisierung des Begriffes Kreisprozess: Summe aller Wärmen ist entgegengesetzt gleich der Summe aller Arbeiten</p>

## Themenbereich: Elektrodynamik

### Fundamentum

ZRW: 40 Std.

### Thema 1: Elektrisches Feld

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das elektrische Feld quantitativ beschreiben,
- die Gesetzmäßigkeiten des elektrischen Feldes bei Anwendungen nutzen,
- die Größe Kapazität eines Kondensators charakterisieren,
- die Gleichung der Geschwindigkeit beschleunigter Ladungsträger im elektrischen Feld herleiten,
- den Millikanversuch erklären und seine Ergebnisse deuten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>elektrische Ladung Q</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementarladung e</li> <li>- elektrische Ladung von Körpern: <math>Q = n \cdot e</math></li> </ul> <p><b>elektrostatisches Feld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraftwirkungen zwischen geladenen Körpern Exp.</li> <li>- elektrische Ladungen als Quellen des elektrostatischen Feldes Exp.</li> <li>- Nachweis des elektrischen Feldes in verschiedenen Fällen Exp.</li> <li>- Feldlinienmodell</li> <li>- Definition: elektrische Feldstärke <math>\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_p}</math></li> <li>- homogene und inhomogene Felder Zentralfeld einer Punktladung Feldlinienbilder Exp.</li> <li>- Coulomb'sches Gesetz</li> <li>- Berechnungen von Kräften zwischen Punktladungen und von Feldstärken in Zentralfeldern</li> <li>- Arbeit im elektrischen Feld <math>W = \int_{s_1}^{s_2} \vec{F} \cdot d\vec{s}</math> Berechnungen für <math>E = \text{konst.}</math>: <math>W = Q \cdot E \cdot s</math></li> <li>- potentielle Energie eines geladenen Körpers im elektrischen Feld einer Punktladung <math>E_{\text{pot}} = -Q \int_{\infty}^R \vec{E} \cdot d\vec{r}</math></li> </ul>	<p>Diskussion: Fernwirkungstheorie, Nahwirkungstheorie</p> <p>Feld der Erde (<math>E \approx 100 \text{ V/m}</math>)</p> <p>Analogie zum Gravitationsgesetz</p> <p>Beispiele für Arbeit im homogenen Feld und im Zentralfeld Feldkraft als konservative Kraft</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>elektrische Spannung als Potenzialdifferenz</b> <math>U = \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der Bestimmung des elektrischen Potentials mithilfe der Arbeit im elektrischen Feld</li> </ul> $\varphi = \lim_{Q_p \rightarrow 0} \frac{W}{Q_p}$ <p><b>elektrisches Feld und Kondensator</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Struktur des elektrischen Feldes eines Plattenkondensators</li> <li>Feldstärke im Kondensator</li> <li>Definition der Kapazität eines Kondensators <math>C = \frac{Q}{U}</math></li> <li>Auf- und Entladung eines Kondensators</li> <li>Aufnahme einer Entladekurve SE</li> <li>Einsatz eines Kondensators und einer Glühlampe zur Erzeugung von Kippschwingungen</li> </ul> <p><b>Bewegungen von Ladungsträgern im elektrischen Feld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Betrachtungen <math>\vec{v} \parallel \vec{E}; \vec{v} \perp \vec{E}</math></li> <li>Anwendungen: Elektronenstrahlröhre, Linearbeschleuniger (nichtrelativistische Betrachtung)</li> </ul> $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ <p><b>Bestimmung der Elementarladung e</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Millikanversuch (Fall des Steigens bzw. Sinkens unter Vorgabe der Stokes'schen Reibung)</li> </ul>	<p>Oszilloskop, computergestützte Messwert- erfassung</p> <p>Analogiebetrachtung zum Wurf</p> <p>Ausblick auf relativistische Massenzunahme</p> <p>Computersimulation</p>

## Thema 2: Magnetisches Feld

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das magnetische Feld quantitativ beschreiben,
- die Gesetzmäßigkeiten des magnetischen Feldes bei Anwendungen nutzen,
- die Ablenkung bewegter Ladungen im Magnetfeld mit Hilfe der Lorentzkraft erklären und unter speziellen Bedingungen berechnen,
- die Bestimmung der spezifischen Ladung von Teilchen nach Schuster erläutern und die Ergebnisse werten,
- die Nutzung von Gesetzmäßigkeiten der elektrischen und magnetischen Felder bei technischen Anwendungen erklären.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>magnetisches Feld</b> Exp. – Dauermagnet – Erde – stromdurchflossene Leiter – stromdurchflossene Spule	
<b>magnetische Flussdichte <math>\vec{B}</math></b> Exp. $B = \frac{F}{I \cdot \ell} \text{ für } \vec{I} \perp \vec{B}, \vec{I} \perp \vec{F} \text{ und } \vec{B} \perp \vec{F}$	Richtungsbeziehungen; Schaukelversuch, elektromotorisches Prinzip
<b>Bewegungen von Ladungsträgern im homogenen Magnetfeld</b> – Lorentzkraft Exp. $F_L = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin(\angle(\vec{v}; \vec{B}))$	Handregeln für Krafrichtungen als UVW-Regel
– Halleffekt – Bestimmung der spezifischen Ladung nach Schuster Exp.	Möglichkeit der Bestimmung der Ladungsträgerbeweglichkeit Lorentzkraft in Elektronenstrahlröhre
<b>das homogene magnetische Feld einer stromdurchflossenen Spule</b> Exp. $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot I \cdot \frac{N}{\ell}$	Feldlinienbilder; Energiespeicherung in stromdurchflossenen Spulen
<b>Anwendungen</b> – Bestimmung der Horizontalintensität des Magnetfeldes der Erde Exp. – Aufbau und Wirkungsweise von Massenspektrometer und Zyklotron	Magnetfeld der Erde als Schutz vor kosmischer Strahlung Vorbereitung auf relativistische Betrachtungen (Synchrozyklotron)
<b>Vergleich von Magnetfeldern und elektrischen Feldern</b>	

### Thema 3: Elektromagnetische Induktion

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das Auftreten einer Induktionsspannung unter Verwendung des Induktionsgesetzes für vielfältige Anordnungen qualitativ erklären und quantitativ bestimmen,
- die Größe Induktivität einer Spule charakterisieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Generatorprinzip als Umkehrung des elektromotorischen Prinzips</b></p> $U = -B \cdot \ell \cdot v$ <p>Exp.</p> <p><b>magnetischer Fluss</b></p> $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$ $[\Phi] = 1 \text{ Wb}$ <p><b>Induktionsgesetz</b></p> $U = -\frac{d\Phi}{dt}$ $U = -N \cdot B \frac{dA}{dt}; U = -N \cdot A_0 \frac{dB}{dt}$ <p>Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lenz'sche Regel</li> <li>- Wirbelströme</li> <li>- Selbstinduktion</li> <li>- Induktivität einer Spule</li> </ul> $L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot A}{\ell}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstinduktionsspannung</li> </ul> $U = -L \frac{dI}{dt}$	<p>Schaukelversuch, Induktionsspannung als Ergebnis der wirkenden Lorentzkraft auf die Ladungsträger eines in einem Magnetfeld bewegten Leiters</p> <p>Diskussion der Spezialfälle</p> <p>Thomson'scher Ringversuch Wirbelstrombremse Schaltvorgänge I-t-Verlauf, U-t-Verlauf, Phasendifferenzen Zusammenhang zwischen Baugrößen der Spulen und Induktivität</p>





Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Übertragung elektrischer Energie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieübertragung und Energieumsetzung im realen Transformator Exp.</li> <li>- Gesetze des idealen Transformators SE</li> </ul> <p><b>elektromagnetische Schwingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erzeugung gedämpfter elektromagnetischer Schwingungen im Schwingkreis Exp.</li> <li>- zeitlicher Verlauf von Spannung, Stromstärke, elektrischer und magnetischer Feldenergie einer elektromagnetischen Schwingung</li> <li>- Thomson'sche Schwingungsgleichung</li> <li>- erzwungene Schwingungen, Resonanz Exp.</li> <li>- Aufnahme einer Resonanzkurve SE</li> </ul> <p><b>Erzeugung, Ausbreitung und Eigenschaften Hertz'scher Wellen</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektromagnetische Informationsübertragung</li> </ul> <p><b>Hertz'sche Wellen innerhalb des elektromagnetischen Spektrums</b></p>	<p>Wirkungsgrad des realen Transformators</p> <p>Elektroenergiefernleitung, Schweißtransformator</p> <p>Stromrückwirkung bei Belastung</p> <p>Energieübertragung als Energiestrom im elektromagnetischen Feld</p> <p>Analogie zur mechanischen Schwingung</p> <p>Energie des homogenen Feldes des Kondensators <math>E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2</math></p> <p>Energie des magnetischen Feldes in einer Spule <math>E_{magn} = \frac{1}{2} L \cdot I^2</math></p> <p>Erzeugung ungedämpfter Schwingungen durch Rückkopplung</p> <p>Modulation und Demodulation zur Informationsübertragung</p> <p>Oszillogramm modulierter Schwingungen</p> <p>mögliche biologische Wirkungen</p> <p>Grenzwerte für Feldstärken und Flussdichten</p>

**Vorbemerkungen**

Das physikalische Praktikum dient

- der Wiederholung, Systematisierung und Anwendung bereits erworbenen Wissens und Könnens,
- der Entwicklung von Fertigkeiten im Lösen experimenteller Aufgaben,
- der Fähigkeit der weitgehend selbstständigen Erarbeitung theoretischer Grundlagen,
- der Vorbereitung auf die Abiturprüfung.

Die theoretischen Grundlagen der kursiv angegebenen Experimente sind Gegenstand der Addita.

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- experimentelle Aufgaben nach vorgegebenen Anleitungen selbstständig lösen,
- für einzelne Aufgaben das experimentelle Vorgehen planen, durchführen und auswerten,
- Simulationsmodelle nutzen,
- selbstständig Protokolle zu den experimentellen Aufgaben anfertigen,
- ihr Wissen in bestimmten Gebieten der Physik selbstständig wiederholen, festigen und erweitern,
- Sachverhalte unter Nutzung von Literatur selbstständig erarbeiten,
- ihr mathematisches Wissen und Können auf die vorgegebenen physikalischen Probleme anwenden und zur Bestimmung physikalischer Größen nutzen,
- Begriffe wie Messgerät, Messgröße, Messwert, Messergebnis, systematischer Fehler, zufälliger Fehler und Messunsicherheit sicher benutzen,
- Fehlerbetrachtungen ausführen und dabei die Ursachen der auftretenden Fehler erkennen.

Mögliche Experimente sind:

- Aufnehmen einer Wurfbahn
- Untersuchungen von Stoßvorgängen
- *Bestimmung der Strahlungsleistung einer Strahlungsquelle/Solarkonstante*
- Untersuchung des chaotischen Verhaltens physikalischer Systeme (auch als Computersimulation)
- *Bestimmung von Trägheitsmomenten*
- Bestimmung der Avogadro-Konstanten (Ölfleckversuch)
- kalorimetrische Messungen (auch mit Phasenübergängen)
- Aufnehmen der Entladekurve eines Kondensators
- Ausmessen von E- und B-Feldern

- Bestimmung der Flussdichte in Spulen
- Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetfeldes
- Bestimmung der Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter
- *Bestimmung von Wechselstromgrößen*
- *Messungen am Transformator*
- *Aufnahme einer Resonanzkurve im Schwingkreis*
- Ermittlung des Planck'schen Wirkungsquantums

## Themenbereich: Ausgewählte Gebiete der nichtklassischen Physik

Fundamentum

ZRW: 35 Std.

### Thema 1: Spezielle Relativitätstheorie

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- ausgehend von Erkenntnissen über den nicht möglichen Nachweis der Geschwindigkeit eines Inertialsystems mit Hilfe mechanischer Experimente die Bedeutung analoger Experimente mit Licht erfassen und beschreiben,
- das Relativitätsprinzip und das Postulat der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in allen Inertialsystemen erläutern,
- ausgehend von der Voraussetzung der Synchronisierung von Uhren in einem Inertialsystem Schlussfolgerungen zur Gleichzeitigkeit und zur Relativierung des Zeitbegriffs im Rahmen der Relativitätstheorie ziehen,
- die Zeitdilatation und den damit verbundenen langsameren Uhrengang in bewegten Bezugssystemen als Konsequenzen der speziellen Relativitätstheorie kennen,
- die Abhängigkeit der Masse eines Körpers von seiner Geschwindigkeit an Experimenten erläutern und mit Hilfe der Masse-Energie-Beziehung begründen,
- Berechnungen der dynamischen Masse, der relativistischen kinetischen Energie und der Ruheenergie eines Körpers durchführen und mit Hilfe dieser Größen Phänomene in Natur und Technik erklären,
- Erkenntnisse über die in der speziellen Relativitätstheorie relativierten Begriffe der Kinematik und Dynamik in Diskussionen über Raum und Zeit einbringen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Energie-Masse-Beziehung</b>  <math>E = m \cdot c^2 \quad \Delta E = \Delta m \cdot c^2</math></p> <p><b>relativistische Massenzunahme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abhängigkeit der Masse von Elementarteilchen von der Geschwindigkeit</li> <li>- Bewegungen in elektrischen und in magnetischen Feldern</li> <li>- Synchrotron</li> </ul> <p>- dynamische Masse</p> $m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ <p>Fälle: <math>v \ll c</math>; <math>v \rightarrow c</math></p>	<p>Linearbeschleuniger, Zyklotron, Experiment von Bucherer mit Wien-Filter                      Schwerpunkt: Erzeugung von Elementarteilchen aus kinetischer Energie bzw. dynamischer Masse (Impulsmasse) der Stoßpartner</p> <p>Herleitung aus <math>F = \frac{d\{m(v) \cdot v\}}{dt}</math> und der bei der Beschleunigung eines Körpers zugeführten Energie <math>F \cdot ds = dm \cdot c^2</math></p> <p>Diskussion: <math>c</math> als Grenzgeschwindigkeit</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>relativistische kinetische Energie</b></p> $E_{\text{kin}} = (m - m_0) \cdot c^2$	<p>mögliche Anwendungen: Paarbildung, Erzeugung von Protonen und Antiprotonen Energie-Impuls-Beziehung</p>
<p><b>Ruheenergie und Ruhemasse</b></p> $E_0 = m_0 \cdot c^2$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massendefekt und Bindungsenergie bei der Kernspaltung und Kernfusion</li> </ul>	<p>Diskussionen: Paarzerstrahlung, Materie-Antimaterie, Äquivalenz von Masse und Energie</p>
<p><b>Ausbreitung von Licht und Signalen in und gegen die Bewegung ihrer Quellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ätherhypothese</li> <li>- negativer Ausgang eines Experimentes zum Nachweis des absoluten Raumes bzw. des Äthers</li> </ul>	<p>Äther (im Vakuum) als historisch überholte Voraussetzung für die wellenförmige Ausbreitung des Lichtes Michelson-Experiment, Experimente mit Funksignalen</p>
<p><b>Postulate Einsteins</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativitätsprinzip</li> <li>- Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</li> </ul>	<p>Galilei-Transformation und Lorentz-Transformation</p>
<p><b>Relativität der Zeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uhrensynchronisation</li> <li>- Relativität der Gleichzeitigkeit</li> <li>- Eigenzeit und Zeitdilatation</li> </ul>	<p>mögliche Schwerpunkte: Weltlinien von Lichtsignalen, Ebenen der Gleichzeitigkeit – Lichtsignale im Einstein-Zug experimenteller Nachweis der Zeitdilatation am Myonenzerfall</p>
<p><b>Längenkontraktion</b></p>	<p>Gedankenexperiment zur Längenmessung</p>
<p><b>Ausblick: allgemeine Relativitätstheorie</b></p>	<p>Ablenkung des Lichtes im Gravitationsfeld, Rotverschiebung von Spektrallinien</p>

## Thema 2: Quantenphysik

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Einsicht in die Bedeutung und in die Grenzen des klassischen Wellenmodells und des klassischen Teilchenmodells gewinnen,
- die Ergebnisse des äußeren lichtelektrischen Effekts kennen und die Photonenhypothese anwenden,
- Beispiele für Elektronenbeugung und Grundprinzipien der Elektronenmikroskopie kennen,
- durch die Deutung von Doppelspaltexperimenten erkennen, dass Photonen und Elektronen Mikroobjekte sind, die in der makroskopischen Umgebung keine Analogie haben,
- die Grundaussage der Heisenberg'schen Unschärferelation, ihren prinzipiellen Charakter und ihre Bedeutung für Messprozesse kennen,
- die aus den Streuversuchen und der Quantisierung der Energie folgenden Vorstellungen über den Aufbau der Atomhülle kennen,
- die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches als Bestätigung für die Energiequantelung kennen und auf Emissions- und Absorptionsspektren anwenden,
- Grundlagen der Laser sowie Eigenschaften und Anwendungen von Laserstrahlung kennen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>klassische Beschreibung von Licht und Elektronen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welle – Kontinuität</li> <li>- Teilchen – Diskontinuität</li> </ul> <p><b>quantenhafte Emission von Strahlung und ihre Beschreibung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spektrum der Temperaturstrahlung</li> <li>- Grundaussagen der Planck'schen Strahlungsformel</li> <li>- Planck'sches Wirkungsquantum</li> </ul> <p><b>Licht in der Quantenphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- der äußere lichtelektrische Effekt Exp.</li> <li>- Deutungsversuche mit den klassischen Modellen</li> <li>- Photonenhypothese <math>E = h \cdot f</math></li> <li>- <math>h \cdot f = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + W_A</math> (Einstein'sche Gerade)</li> <li>- Taylor-Experiment</li> </ul>	<p>Merkmale des klassischen Wellenmodells und des klassischen Teilchenmodells</p> <p>Hohlraumstrahlung Schwerpunkt: Aufnahme und Abgabe von Strahlungsenergie diskontinuierlich in Form von Strahlungsquanten</p> <p>Quantisierung der Lichtenergie durch Einstein</p> <p>Wahrscheinlichkeitsaussagen für Auftrefforte der Photonen</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Elektronen in der Quantenphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektronenbeugung De-Broglie-Wellenlänge <math display="block">\lambda = \frac{h}{m \cdot v}</math>Doppelspaltexperiment mit Elektronen (Jönsson'sches Experiment)</li> <li>– stochastische Deutung der Doppelspaltexperimente</li> <li>– Begriff „Mikroobjekt“ („Quantenobjekt“)</li> <li>– Elektronen- und Lichtmikroskopie (Überblick)</li> </ul> <p><b>Heisenberg'sche Unschärferelation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Notwendigkeit der Aufgabe des klassischen Bahnbegriffs für Mikroobjekte</li> <li>– <math>\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h</math></li> <li>– Einfluss des Messvorgangs auf das Messergebnis</li> </ul> <p><b>historische Entwicklung der Vorstellungen vom Atom</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Entdeckung des Aufbaus des Atoms aus Atomkern und Elektronenhülle</li> <li>– Dimensionen im atomaren Bereich</li> </ul> <p><b>Physik der Atomhülle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Quantisierung der Energie (Bohr'sches Atommodell) Anwendung auf Deutung des Spektrums des Wasserstoffatoms – Wesen der Spektralanalyse <span style="float: right;">Exp.</span></li> <li>– Grundzüge der Wellenmechanik – Elektronenverteilung im linearen (eindimensionalen) Potenzialtopf</li> <li>– der Franck-Hertz-Versuch als Bestätigung der Energiequantelung Versuchsprinzip und -ergebnisse Energieniveauschemata/ Energiebilanzen</li> </ul> <p><b>Laser</b> <span style="float: right;">Exp.</span></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Absorption und Emission von Licht</li> <li>– prinzipieller Aufbau und Wirkungsweise</li> <li>– Eigenschaften und Anwendungen</li> </ul>	<p>Experiment von Davisson und Germer; Graphitfolienversuch</p> <p>Schwerpunkt: Vergleich von Doppelspaltexperimenten mit klassischen Teilchen, klassischen Wellen und Mikroobjekten mögliche Vertiefung: Auflösungsvermögen und Anwendungsbereiche Rastertunnelelektronenmikroskop</p> <p>Einschränkung der klassischen Berechenbarkeit des Ablaufs von Naturvorgängen</p> <p>Beispiele und Anwendungen der Unschärferelation</p> <p>Streuversuche und Modellvorstellungen Rutherfords</p> <p>Quantenzahlen Grenzen des Bohr'schen Atommodells</p> <p>Konsequenzen aus der Heisenberg'schen Unschärferelation Wesen des Modells Wellenfunktion und ihre Interpretation durch Born: Aufenthaltswahrscheinlichkeit als „Elektronendichte“ Energiewerte und Energieaustausch im Potenzialtopf Orbitale Exp.</p> <p>induzierte Emission, Besetzungsinversion metastabiler Zustand</p>



**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- grundlegende Eigenschaften des Atomkerns sowie den Zusammenhang zwischen Massendefekt und Bindungsenergie kennen,
- die Bindungsenergiekurve interpretieren und auf Beispiele anwenden,
- Strahlungsarten beim radioaktiven Zerfall und Nachweismöglichkeiten kennen,
- den radioaktiven Zerfall als stochastischen Prozess erfassen und das Zerfallsgesetz anwenden,
- durch Anwendung von Modellvorstellungen das Entstehen radioaktiver Strahlung erklären,
- wichtige dosimetrische Größen, Beispiele für die Strahlenbelastung und Grundregeln für den Strahlenschutz kennen,
- energetische Betrachtungen zur Kernspaltung und Kernfusion durchführen,
- einen Einblick in aktuelle Themenfelder der Teilchenphysik gewinnen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Aufbau des Atomkerns</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radius, Masse, Dichte</li> <li>- atomare Masseneinheit, relative Atommasse</li> <li>- Massendefekt und Bindungsenergie</li> </ul> <p><b>Kernumwandlungen/natürliche Radioaktivität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strahlungsarten</li> <li>- Modellvorstellungen vom Atomkern und Erklärung der Zerfallsarten</li> <li>- Nachweis mit Geiger-Müller-Zählrohr</li> <li>- Gesetz des radioaktiven Zerfalls  <math display="block">N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}</math>                     Messen und Auswerten von stochastischen Größen                      Zerfallskurve                      Halbwertszeit                      Aktivität</li> </ul>	<p>Prinzip der Bestimmung von Atommassen (Massenspektroskopie)</p> <p>Bindungsenergiekurve und Folgerungen aus dem Kurvenverlauf</p> <p>prinzipielle Wirkungsweise                      Computersimulation                      radioaktiver Zerfall und Wahrscheinlichkeit                      Anwenden von Grundlagen der Stochastik:                      Verteilung von Messgrößen, Standardabweichung                      Bestimmen bzw. Anwenden von Halbwertszeiten, z. B. C-14-Methode                      ⇒ Mathematik Thema: „Zufallsgrößen“</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>künstliche Kernumwandlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radioisotope und ihr Zerfall</li> <li>- Kernspaltung und Energiebilanzen</li> <li>- Kernfusion und Energiebilanzen</li> </ul> <p><b>Wirkung radioaktiver Strahlung/ Strahlenschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dosimetrische Größen</li> <li>- Wirkung radioaktiver Strahlung</li> <li>- Strahlenschutz</li> </ul> <p><b>Elementarteilchen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick über Elementarteilchen Teilchen und Antiteilchen Paarbildung und Paarzerstrahlung Quarks</li> <li>- Wechselwirkungen (Einblick)</li> </ul>	<p>Anwendung der Masse-Energie-Beziehung</p> <p>Exp.</p> <p>Überblick über die Strahlenexposition des Menschen Demonstration von Abschirmung und Abstandsabhängigkeit</p> <p>Informationen zu den grundlegenden Fragestellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- „Woraus besteht die Welt?“</li> <li>- „Was hält die Welt zusammen?“</li> </ul> <p>aktuelle (auch technische) Entwicklungen in der Grundlagenforschung Beschleuniger als „Mikroskope“ der Elementarteilchenphysik</p>

### 5.3.2 Wahlpflichtfach (zweistündig)

Themenbereich: **Mechanik**

**ZRW: 45 Std.**

#### Thema 1: Kinematik der Punktmasse

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- sicher mit dem Modell „Punktmasse“ umgehen können und die Grenzen seiner Anwendung kennen,
- Bewegungen verbal, mittels geeigneter physikalischer Größen und mit Hilfe von Diagrammen beschreiben,
- Würfe als ungestörte Überlagerung verschiedener Bewegungen erkennen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Modell „Punktmasse“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung von Bewegungen</li> <li>- Bezugssysteme – Inertialsysteme beschleunigte Systeme</li> <li>- Relativbewegungen</li> </ul> <p><b>Größen der Translation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\vec{s}</math>; <math>\vec{v}</math>; <math>\vec{a}</math></li> <li>- Momentangrößen von Geschwindigkeit und Beschleunigung <span style="float: right;">Exp.</span></li> </ul> <p><b>gleichförmige Kreisbewegung</b></p> <p><b>Bewegungsgesetze (<math>\vec{F} = \text{konst.}</math>)</b></p> $\vec{a} = \text{konst.}$ $\vec{v} = \vec{a} \cdot t + \vec{v}_0$ $\vec{s} = \frac{\vec{a}}{2} \cdot t^2 + \vec{v}_0 \cdot t + \vec{s}_0$ <p><b>ungestörte Überlagerung von Bewegungen</b> <span style="float: right;">Exp.</span></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- senkrechter Wurf und waagerechter Wurf</li> <li>- schräger Wurf im Überblick</li> </ul>	<p>Bewegungsarten, Bewegungsformen</p> <p>Deutung in Diagrammen</p> <p>gleichförmige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung</p> <p>Anfertigen und Auswerten von Bewegungsdiagrammen</p> <p>Unabhängigkeits-, Trägheits- und Relativitätsprinzip Bahngleichungen, Wurfdauer, Wurfweite, Wurfhöhe</p>

## Thema 2: Dynamik der Punktmasse

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Newton'schen Axiome kennen und auf Beispiele begründet anwenden,
- die vektorielle Größe Kraft in ihren verschiedenen Erscheinungsarten erkennen,
- den Impuls als Zustandsgröße und seine Änderung durch die Prozessgröße Kraftstoß kennen und anwenden,
- die Erhaltungssätze von Energie und Impuls u. a. auf zentrale elastische und unelastische Stöße anwenden,
- anhand von Anwendungsaufgaben den Energie- und Impulserhaltungssatz als Grundlage für die Entwicklung von Lösungsstrategien begreifen und diese bewusst anwenden,
- die Grenzen der Newton'schen Mechanik erfahren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Kraft als Wechselwirkungsgröße</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechselwirkungskraft</li> <li>- Gleichgewichtskraft</li> <li>- Trägheitskräfte</li> <li>- vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften</li> <li>- Anwendungsaufgaben mit Kraftansätzen</li> </ul>	<p>Beispiele für Wechselwirkungs- und Gleichgewichtskräfte, verschiedene Kraftarten (Antriebs- und Reibungskräfte, Kräfte an geneigter Ebene, Schwerkraft, Federkraft), Kräfte in verschiedenen Bezugssystemen bei der Kreisbewegung</p>
<p><b>mechanische Arbeit und mechanische Energie</b></p> <p><math>W = F \cdot s \cdot \cos \angle(\vec{F}; \vec{s}) \quad \vec{F} = \text{konst.}</math></p> <p><math>E_{\text{pot}}</math> und <math>E_{\text{kin}}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenhang zwischen Arbeit und Energieänderung eines Systems</li> </ul>	
<p><b>Energieerhaltungssatz der Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energie als Erhaltungsgröße in einem abgeschlossenen System</li> <li>- Energiebilanzgleichungen unter Einbeziehung der thermischen Energie</li> </ul>	<p>Arbeit als Prozessgröße, Arten mechanischer Arbeit</p> <p>Gültigkeitsbedingungen</p> <p>Energie als Zustandsgröße</p>
<p><b>Impuls und Impulserhaltung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impuls als Erhaltungsgröße</li> </ul> <p><math>\vec{p} = m \cdot \vec{v}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impulsänderung und Kraftstoß</li> </ul> <p><math>\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zentrale elastische und unelastische Stoßvorgänge</li> <li>- Bilanzgleichungen für Impuls und Energie</li> <li>- Impulserhaltung in einem abgeschlossenen System</li> </ul> <p><math>\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{konst.}</math></p>	<p>Perpetuum mobile erster Art</p>
<p><b>Verallgemeinerung des Grundgesetzes der Mechanik</b></p>	<p>Herausarbeitung der Kennzeichen für die jeweilige Stoßart</p> <p>Ableitung aus den Erkenntnissen zu den Stoßvorgängen</p> <p>Diskussion: klassische Physik: <math>m = \text{konst.}</math> relativistische Physik: <math>m = m(v)</math></p>

### Thema 3: Physik im Straßenverkehr und im Sport

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Bewegungen analysieren und die Bewegungsgesetze anwenden,
- Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr mit physikalischen Gesetzen begründen,
- physikalische Besonderheiten ausgewählter Sportarten erkennen und werten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Bewegungsanalysen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– im Straßenverkehr</li><li>– im Sport</li></ul>	Anfahren, Überholen, Bremsen Sprint, Langstreckenlauf, Hammerwurf Wurfweitenanalyse
<b>Analyse von Fahrschulregeln</b>	Faustregeln für Sicherheitsabstände und Bremswege
<b>Reibung bei realen Bewegungsvorgängen</b>	Einfluss der Straßenverhältnisse und des Wetters Kufen, Wachs, Fallschirmspringen
<b>Stoßvorgänge im Straßenverkehr</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– sicherheitstechnische Konsequenzen</li></ul>	Auffahrunfälle, Frontalzusammenstöße Auswertung von Unfallstatistiken, aktive und passive Sicherheitsmaßnahmen
<b>Stoßvorgänge im Sport</b>	Billard, Tennis, Fußball

## Thema 4: Gravitationsfeld

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Kepler'schen Gesetze kennen, Schlussfolgerungen daraus ziehen und damit umgehen,
- das Gravitationsfeld qualitativ mit dem Feldlinienmodell und quantitativ mit der Gravitationsfeldstärke beschreiben,
- Formeln zur Berechnung der 1. und 2. kosmischen Geschwindigkeit herleiten und Berechnungen im Gravitationsfeld ausführen,
- Grenzen der Vorhersagbarkeit der Bewegung von Himmelskörpern erkennen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Gravitationsfeld</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Kepler'sche Gesetze</li><li>– Feldlinienmodell</li><li>– Gravitationsfeldstärke</li></ul> <b>Gravitationsgesetz</b> $F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ <ul style="list-style-type: none"><li>– Massebestimmung von Zentralkörpern</li><li>– Bahnradien und Umlaufzeiten</li><li>– 1. kosmische Geschwindigkeit</li></ul> <b>Verschiebungsarbeit im Gravitationsfeld</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Betrachtungen zur Arbeit</li><li>– 2. kosmische Geschwindigkeit</li></ul> <b>Anwendungen</b>	Vorhersagbarkeit (Determinismus) der Planetenbewegung, Finsternisse Drei-Körper-Problem, Computersimulation  Berechnung von Feldstärken  historische Experimente zum Gravitationsgesetz  Schwerpunkte: Planeten und künstliche Satelliten – geostationäre Satelliten

**Thema 1: Energie und Energieerhaltung**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- den Energieerhaltungssatz auf verschiedene Beispiele anwenden,
- die bekannten Aggregatzustandsänderungen unter der Sicht der Energieerhaltung erklären,
- für thermodynamische Mischungsprozesse Energiebilanzgleichungen aufstellen und experimentell untersuchen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Energiebilanzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieformen</li> <li>- abgeschlossene und offene Systeme</li> <li>- Energiebilanzgleichungen</li> </ul> <p><b>Energieerhaltung und Wärmeaustausch</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundgesetz des Wärmeaustausches</li> <li>- Wärmekapazität</li> <li>- Wärme und ihre Berechnung                             <ul style="list-style-type: none"> <li><math>Q_s = q_s \cdot m</math></li> <li><math>Q_v = q_v \cdot m</math></li> <li><math>Q = m \cdot H</math></li> </ul> </li> <li>- Energiebilanzgleichungen zur Bestimmung ausgewählter Größen SE</li> </ul>	<p>Aufstellen von Gleichungen zur Erfassung/ Berechnung der Energieanteile in Energiestromketten mit Angabe der Gültigkeitsbedingungen</p> <p>Energiebilanzen für Mischungsprozesse ohne und mit Aggregatzustandsänderungen Einfluss des Kalorimetergefäßes auf den Wärmeaustausch</p>

## Thema 2: Wärmeübertragungsprozesse

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Formen der Wärmeübertragung sowie typische Beispiele aus Natur und Technik kennen,
- einen Einblick in den globalen Energiehaushalt des Systems Erde/Atmosphäre erhalten,
- grundlegende Strahlungsgesetze kennen, interpretieren und anwenden,
- einen Überblick über die Übertragung und Umwandlung von Strahlung in der Atmosphäre und an der Erdoberfläche erhalten,
- die Entropie als Größe, welche die Energieentwertung kennzeichnet, kennen,
- den Treibhauseffekt und anthropogene Einflüsse auf ihn kennen und beurteilen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Formen der Wärmeübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmeleitung</li> <li>- Wärmeströmung</li> <li>- Wärmestrahlung (Temperaturstrahlung) Exp.</li> </ul> <p><b>globaler Energiehaushalt des Systems Erde/Atmosphäre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schichtung der Atmosphäre, Zusammensetzung der Luft</li> <li>- Energiebilanz der Erde</li> <li>- Solarkonstante Exp.</li> </ul> <p><b>Strahlungsgesetze und Anwendungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturstrahlung und thermisches Gleichgewicht</li> <li>- Emissions- und Absorptionsvermögen von Strahlung, Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz Exp.</li> <li>- Begriff „schwarzer Körper“</li> <li>- Stefan-Boltzmann'sches Gesetz <math>P = \sigma \cdot A \cdot T^4</math></li> <li>- übertragene Strahlungsleistung <math>P = \sigma \cdot A (T_K^4 - T_U^4)</math></li> <li>- Energieverteilung der Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge</li> <li>- Wien'sches Verschiebungsgesetz <math>\lambda_{\max} \cdot T = \text{konst.}</math></li> </ul>	<p>⇒ Geographie Thema „Globale Menschheitsprobleme und Zukunftsfähigkeit“ Temperaturprofil der Atmosphäre, Spurengase</p> <p>Aufbau und Wirkungsprinzip von Sonnenkollektoren (Farbgestaltung) Thermosäule, Radiometer Anwendungen u. a. Strahlungsleistung des Menschen und 2,7-K-Strahlung</p> <p>Diskussion der Energieverteilung im Spektrum eines schwarzen Körpers</p>



Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Absorption und Emission von Strahlung durch die Erde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorption von Strahlung in der Atmosphäre</li> <li>- Emission von Strahlung durch die Erde</li> <li>- klimarelevante Spurengase</li> <li>- Wärmerückstrahlung und thermografische Anwendungen</li> </ul> <p><b>Energieentwertung im System Erde/Atmosphäre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erde als offenes System, Energiebilanz</li> <li>- Entropie: Symbol, Einheit</li> </ul> $\Delta S = \frac{Q}{T}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entropieimport und Entropieexport</li> </ul> <p><b>Treibhauseffekt und anthropogene Einflüsse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- natürlicher Treibhauseffekt</li> <li>- anthropogener Treibhauseffekt und mögliche Auswirkungen</li> <li>- Emittenten von Spurengasen und Möglichkeiten für eine Reduktion im gesellschaftlichen Kontext</li> </ul>	<p>Veränderungen in den Anteilen (insbesondere CO<sub>2</sub> und Methan)</p> <p>Berechnung der von Körpern (Sonne, Erde) abgegebenen Entropie Energieentwertung und Entropie</p> <p>Diskussion der mittleren Temperatur der Erde Klimamodelle und Klimaszenarien</p> <p>Überblick über regionale und globale Emissionsquellen und -mengen; Klimakonventionen der UNO: Diskussion von Reduktionsmöglichkeiten und ihrer technischen sowie politischen Umsetzung Verantwortung des Einzelnen</p>

### Thema 3: Wärmemaschinen

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Energieflüsse in Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen/Kältemaschinen beschreiben,
- den idealen Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen kennen und anwenden,
- den Prinzipaufbau eines Wärmekraftwerkes beschreiben und Prozesse der Energieentwertung kennen,
- mittels der Entropie die Energieentwertung charakterisieren,
- unter ökonomischen und ökologischen Aspekten das Betreiben von Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen/Kältemaschinen beurteilen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen/Kältemaschinen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Wirkungsweise von realen Maschinen, reale Wirkungsgrade</li> <li>- Energieflüsse</li> <li>- ideale Wärmemaschinen</li> </ul> $\eta_{\text{ideal}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ $\varepsilon_{\text{ideal}} = \frac{1}{\eta_{\text{ideal}}}$ <p><b>Kraftwerksprozess und Energieentwertung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blockschema eines Wärmekraftwerkes</li> <li>- Quellen der Energieentwertung</li> <li>- Energieentwertung und Entropiewachstum technische Konsequenzen: Gasturbine, kombiniertes Gas-Dampf-Kraftwerk, Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>- Wärmekraftmaschinen und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>- Umweltbelastungen bei Wärmekraftwerken</li> </ul>	<p>exemplarische Behandlung (z. B. Otto-Motor, Kühlschrank)</p> <p>Berechnung von idealen Wirkungsgraden, Vergleichen mit realen Wirkungsgraden</p> <p>Analyse des Kraftwerksprozesses bzgl. möglicher Verluste (physikalische Ursachen)</p> <p>historische Entwicklung der Wärmekraftmaschinen, Fragen des Umweltschutzes</p>

## Thema 4: Möglichkeiten einer zukunftsfähigen Energieversorgung

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Energieträger nach verschiedenen Gesichtspunkten systematisieren und wesentliche Vorkommen bzw. Potenziale im Hinblick auf Verwertung und Umweltfragen diskutieren,
- Perspektiven der künftigen Energieversorgung unter Beachtung der bereits realisierten Nutzung von regenerativen Energien erläutern.

Inhalt	Hinweise zum Unterricht
<b>Energieträger und Energieversorgung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger</li><li>– Umwandlung, Übertragung und Speicherung von Energie in der Gegenwart</li><li>– Energienutzung und Umweltprobleme</li></ul> <b>Aspekte einer zukunftsfähigen Energieversorgung</b>	Diskussion der Problematik von Atomkraftwerken (CO <sub>2</sub> -neutral, Problem der Endlagerung von radioaktivem Müll)  Einbeziehen von regionalen Lösungen (z. B. Windkraftanlagen, Fotovoltaiksysteme, Sonnenkollektoren)

**Thema 1: Elektrisches Feld**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das elektrische Feld als Realität erfassen und als Modell quantitativ charakterisieren,
- die Gesetzmäßigkeiten des elektrischen Feldes nutzen,
- die Größe Kapazität eines Kondensators charakterisieren,
- die Gleichung der Geschwindigkeit beschleunigter Ladungsträger im elektrischen Feld herleiten und anwenden.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>elektrische Ladung Q</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementarladung e</li> <li>- elektrische Ladung von Körpern <math>Q = n \cdot e</math></li> </ul> <p><b>elektrostatistisches Feld</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraftwirkungen zwischen geladenen Körpern</li> <li>- elektrische Ladungen als Quellen des elektrischen Feldes</li> <li>- Nachweis elektrischer Felder</li> <li>- Feldlinienmodell</li> <li>- Definition der elektrischen Feldstärke</li> </ul> $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_p}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- homogene und inhomogene Felder</li> <li>- Arbeit im elektrischen Feld</li> <li>- Berechnungen für <math>E = \text{konst.}</math></li> </ul> $W = Q \cdot E \cdot s$ <p><b>elektrisches Feld und Kondensator</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur des elektrischen Feldes eines Plattenkondensators</li> <li>- die Kapazität eines Kondensators</li> </ul> $C = \frac{Q}{U}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auf- und Entladung eines Kondensators</li> <li>- Aufnahme einer Entladekurve SE</li> </ul> <p><b>Bewegung von Ladungsträgern im elektrischen Feld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betrachtungen <math>\vec{v} \parallel \vec{E}, \vec{v} \perp \vec{E}</math></li> <li>- Herleitung <math>v = \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot Q}{m}}</math></li> <li>- Linearbeschleuniger</li> <li>- Elektronenstrahlröhre</li> </ul>	<p>Millikanversuch</p> <p>Größe, die unabhängig vom Probekörper ist</p> <p>Beispiele für Arbeit im homogenen Feld</p> <p>Oszilloskop, computergestützte Messwert- erfassung</p> <p><math>\vec{v} \parallel \vec{E}</math></p> <p>nichtrelativistische Betrachtung Ausblick auf relativistische Massenzunahme Anwendung in Oszilloskopen</p>

## Thema 2: Magnetisches Feld

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das magnetische Feld als Realität erfassen und Darstellungen als Modell charakterisieren,
- die Gesetzmäßigkeiten des magnetischen Feldes bei Anwendungen nutzen,
- die Ablenkung bewegter Ladungen im Magnetfeld mithilfe der Lorentzkraft erklären und unter speziellen Bedingungen berechnen,
- die Bestimmung der spezifischen elektrischen Ladung von Teilchen erläutern und die Ergebnisse werten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>magnetisches Feld</b> Exp. – Dauermagnet – Erde – stromdurchflossener Leiter – stromdurchflossene Spule	
<b>magnetische Flussdichte <math>\vec{B}</math></b> Exp. $B = \frac{F}{I \cdot \ell} \text{ für } \vec{I} \perp \vec{B}, \vec{I} \perp \vec{F} \text{ und } \vec{B} \perp \vec{F}$	Richtungsbeziehungen: Schaukelversuch elektromotorisches Prinzip
<b>das homogene magnetische Feld einer stromdurchflossenen Spule</b> Exp. $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot I \frac{N}{\ell}$	Feldlinienbilder Energiespeicherung in stromdurchflossenen Spulen
<b>Bewegungen von Ladungsträgern im homogenen Magnetfeld</b> – Lorentzkraft Exp. $F_L = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin \angle(\vec{v}; \vec{B})$	Handregeln für Kraftrichtungen als UVW-Regel
<b>Anwendungen</b> – Aufbau und Wirkungsweise von Massenspektrometer und Zyklotron – Bestimmung der Horizontalintensität des Magnetfeldes der Erde Exp.	Bestimmung der spezifischen Ladung nach Schuster, Simulationsprogramm

### Thema 3: Elektromagnetische Induktion

#### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- das Auftreten einer Induktionsspannung unter Verwendung des Induktionsgesetzes für verschiedene Anordnungen qualitativ erklären und quantitativ bestimmen,
- die Größe Induktivität einer Spule charakterisieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Generatorprinzip als Umkehrung des elektromotorischen Prinzips</b></p> <p><math>U = -B \cdot \ell \cdot v</math></p> <p>Exp.</p>	<p>Schaukelversuch, Induktionsspannung als Ergebnis der wirkenden Lorentzkräfte auf die Ladungsträger eines im Magnetfeld bewegten Leiters</p>
<p><b>magnetischer Fluss</b></p> <p><math>\Phi = B \cdot A</math></p>	
<p><b>Induktionsgesetz</b></p> <p><math>U = -\frac{d\Phi}{dt}</math></p> <p>Exp.</p>	<p>sinusförmige Wechselspannung</p>
<p>- Lenz'sche Regel</p> <p>- Generator</p> <p><math>U = -N \cdot B \frac{dA}{dt}</math></p> <p>Exp.</p>	
<p>- Transformator</p> <p><math>U = -N \cdot A_0 \frac{dB}{dt}</math></p>	
<p><b>Spulen und Induktion</b></p> <p>- Selbstinduktion</p> <p>- Induktivität einer Spule</p> <p><math>L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_{rel.} \cdot N^2 \cdot A}{\ell}</math></p> <p>Exp.</p>	<p>Netzgeräte, Schweißtransformator Elektroenergiefernleitung Wirbelströme – Blätterung von technischem Eisen</p> <p>Ein- und Ausschaltvorgänge</p>
<p>- Selbstinduktionsspannung</p> <p><math>U = -L \frac{dI}{dt}</math></p>	
	<p>Anwendungen bei Zünd- und Drosselspulen</p>

## Thema 4: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Momentan- und Effektivwerte des Wechselstromes unterscheiden und charakterisieren,
- die Phasenbeziehungen der Momentanwerte von Stromstärke und Spannung erklären,
- die Entstehung einer gedämpften und ungedämpften elektromagnetischen Schwingung erklären,
- die Ausbreitung der Hertz'schen Wellen erklären und ihre Eigenschaften kennen,
- einen Überblick über Möglichkeiten zur elektromagnetischen Informationsübertragung besitzen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Wechselstromkreis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erzeugung einer Wechselspannung Exp.</li> <li>– zeitlicher Verlauf von Stromstärke und Spannung Exp.</li> <li>– Momentanwerte von Stromstärke und Spannung, Effektivwerte</li> </ul> <p><b>Wechselstromwiderstände</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– induktiver Widerstand <math>X_L = \omega \cdot L</math></li> <li>– kapazitiver Widerstand <math>X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}</math></li> <li>– Phasenbeziehungen zwischen den Momentanwerten von Stromstärke und Spannung an Spulen und Kondensatoren Exp.</li> </ul> <p><b>elektromagnetische Schwingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erzeugung gedämpfter elektromagnetischer Schwingungen im Schwingkreis Exp.</li> <li>– zeitlicher Verlauf von Spannung, Stromstärke, elektrischer und magnetischer Feldenergie einer elektromagnetischen Schwingung</li> <li>– Thomson'sche Schwingungsgleichung</li> <li>– erzwungene Schwingungen</li> <li>– Resonanz Exp.</li> <li>– Aufnahme einer Resonanzkurve SE</li> </ul>	<p>Oszilloskop</p> <p>Oszilloskop</p> <p>Analogie zur mechanischen Schwingung</p> <p>Energie des homogenen Feldes des Kondensators <math>E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2</math></p> <p>Energie des magnetischen Feldes in einer Spule <math>E_{magn} = \frac{1}{2} L \cdot I^2</math></p> <p>Erzeugung ungedämpfter Schwingungen durch Rückkopplung</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Erzeugung, Ausbreitung und Eigenschaften Hertz'scher Wellen</b>    Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektromagnetische Informationsübertragung</li> </ul> <p><b>Hertz'sche Wellen innerhalb des elektromagnetischen Spektrums</b></p>	<p>Modulation und Demodulation zur Informationsübertragung  Oszillogramm modulierter Schwingungen  mögliche biologische Wirkungen  Grenzwerte für Feldstärken und Flussdichten</p>



**Thema 1: Quantenphysik**

**Qualifikationen**

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Einsicht in die Bedeutung und in die Grenzen des klassischen Wellen- bzw. Teilchenmodells gewinnen und auf Photonen und Elektronen anwenden,
- die Grundaussage der Heisenberg'schen Unschärferelation, ihren prinzipiellen Charakter und ihre Bedeutung für Messprozesse kennen,
- die aus den Streuversuchen und dem Franck-Hertz-Versuch folgenden Vorstellungen über den Aufbau der Atomhülle kennen,
- physikalische Grundlagen von mindestens zwei ausgewählten technischen Anwendungen der Quantenphysik kennen und Beispiele erläutern.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>klassische Beschreibung von Licht und Elektronen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welle – Kontinuität</li> <li>- Teilchen – Diskontinuität</li> </ul> <p><b>Licht in der Quantenphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- der äußere lichtelektrische Effekt Exp.</li> <li>- Deutungsversuche mit den klassischen Modellen</li> <li>- Photonenhypothese <math>E = h \cdot f</math></li> <li>- <math display="block">h \cdot f = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + W_A</math>                     (Einstein'sche Gerade)</li> <li>- Taylor-Experiment</li> </ul> <p><b>Elektronen in der Quantenphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektronenbeugung De-Broglie-Wellenlänge</li> <li>- <math display="block">\lambda = \frac{h}{m \cdot v}</math></li> <li>- Doppelspaltexperiment mit Elektronen</li> <li>- Begriff „Mikroobjekt“ („Quantenobjekt“)</li> </ul> <p><b>Elektronenmikroskop und Lichtmikroskop</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prinzipieller Aufbau und Wirkungsweise</li> <li>- Auflösungsvermögen</li> <li>- Anwendungsbereiche</li> </ul>	<p>Merkmale des klassischen Wellenmodells und des klassischen Teilchenmodells</p> <p>Quantisierung der Lichtenergie</p> <p>Wahrscheinlichkeitsaussagen für Auftrefforte der Photonen</p> <p>Jönsson'sches Experiment</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Heisenberg'sche Unschärferelation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Notwendigkeit der Aufgabe des klassischen Bahnbegriffs für Mikroobjekte</li> <li>– <math>\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h</math></li> <li>– Einfluss des Messvorgangs auf das Messergebnis</li> </ul>	<p>Einschränkung der klassischen Berechenbarkeit des Ablaufs von Naturvorgängen Beispiele und Anwendungen der Unschärferelation</p>
<p><b>historische Entwicklung der Vorstellungen vom Atom</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Entdeckung des Aufbaus des Atoms aus Atomkern und Elektronenhülle</li> <li>– Dimensionen im atomaren Bereich</li> </ul>	<p>Streuversuche und Modellvorstellungen Rutherfords</p>
<p><b>Physik der Atomhülle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Quantisierung der Energie (Bohr'sches Atommodell)</li> <li>– Anwendung auf die Deutung des Wasserstoffspektrums</li> <li>– Grenzen des Bohr'schen Atommodells</li> <li>– der Franck-Hertz-Versuch als Bestätigung für die Energiequantelung Versuchsprinzip und -ergebnisse Energieniveauschemata/Energiebilanzen</li> </ul>	<p>Quantenzahlen</p> <p>Hinweis auf Erweiterung der Vorstellungen vom Aufbau des Atoms Exp.</p>
<p><b>Spektralanalyse</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prinzip</li> <li>– Anwendungen</li> </ul>	<p>Konsequenzen aus der Heisenberg'schen Unschärferelation</p> <p>Fraunhofer'sche Linien</p>
<p><b>Laser</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Absorption und Emission von Licht</li> <li>– prinzipieller Aufbau und Wirkungsweise</li> <li>– Eigenschaften und Anwendungen</li> </ul>	<p>induzierte Emission, Besetzungsinversion, metastabiler Zustand</p>
<p><b>Röntgenstrahlen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erzeugung und prinzipieller Aufbau einer Röntgenröhre</li> <li>– Röntgenbremsstrahlung und charakteristische Strahlung</li> <li>– Eigenschaften und Anwendungen</li> </ul>	<p>Vergleich mit Ultraschallverfahren</p>
<p><b>Solarzellen</b> SE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– prinzipieller Aufbau und Wirkungsweise</li> <li>– Absorption von Licht und Erzeugung von Leitungselektronen</li> <li>– Einflüsse auf den Wirkungsgrad</li> </ul>	<p>Energieverteilung im Sonnenspektrum innerer lichtelektrischer Effekt Oberflächenvergütung, Schichtdicken, Güte und Art des Halbleitermaterials, Temperatur, abgegebene Leistung</p>

## Thema 2: Kernphysik

### Qualifikationen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- grundlegende Eigenschaften des Atomkerns und den Zusammenhang zwischen Massendefekt und Bindungsenergie kennen, die Bindungsenergiekurve interpretieren und auf Beispiele anwenden,
- Strahlungsarten beim radioaktiven Zerfall und Nachweismöglichkeiten kennen,
- den radioaktiven Zerfall als stochastischen Prozess erfassen, das Zerfallsgesetz anwenden und das Entstehen radioaktiver Strahlung erklären,
- wichtige dosimetrische Größen, Beispiele für die Strahlenbelastung und Grundregeln für den Strahlenschutz kennen,
- energetische Betrachtungen zur Kernspaltung und Kernfusion durchführen,
- Anwendungen radioaktiver Strahlung erläutern.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Aufbau des Atomkerns</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radius, Masse, Dichte</li> <li>- atomare Masseneinheit, relative Atommasse</li> <li>- Massendefekt und Bindungsenergie</li> </ul> <p><b>Kernumwandlungen/natürliche Radioaktivität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strahlungsarten</li> <li>- Modellvorstellungen vom Atomkern und Erklärung der Zerfallsarten</li> <li>- Nachweis mit Geiger-Müller-Zählrohr</li> <li>- Gesetz des radioaktiven Zerfalls  <math display="block">N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}</math> Messen und Auswerten von stochastischen Größen  Zerfallskurve  Halbwertszeit  Aktivität</li> </ul> <p><b>künstliche Kernumwandlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radioisotope und ihr Zerfall</li> <li>- Kernspaltung/Kernfusion und Energiebilanzen</li> </ul>	<p>Prinzip der Bestimmung von Atommassen (Massenspektroskopie)</p> <p>Masse-Energie-Äquivalenz  Bindungsenergiekurve und Folgerungen aus dem Kurvenverlauf</p> <p>prinzipielle Wirkungsweise  Computersimulation  radioaktiver Zerfall und Wahrscheinlichkeit  Anwenden von Grundlagen der Stochastik:  Verteilung von Messgrößen,  Standardabweichung  ⇒ Mathematik „Zufallsgrößen“</p> <p>exemplarische Anwendung der Masse-Energie-Beziehung</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Wirkung radioaktiver Strahlung/Strahlenschutz</b> Exp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dosimetrische Größen</li> <li>- Eigenschaften radioaktiver Strahlung</li> <li>- Strahlenschutz</li> </ul> <p><b>Anwendungen radioaktiver Strahlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestrahlungs-, Durchstrahlungs- und Markierungsverfahren</li> <li>- Einsatz zur Altersbestimmung</li> </ul>	<p>Überblick über die Strahlenexposition des Menschen</p> <p>Demonstration von Abschirmung und Abstandsabhängigkeit</p> <p>Einsatz von Simulationsexperimenten</p> <p>Grenzwerte</p> <p>Problem: Wirkung schwacher Dosen</p> <p>Modell- und Simulationsexperimente</p> <p>C-14-Methode</p>