

TALLINNA SAKSA GÜMNAASIUM  
DEUTSCHSPRACHIGE ABTEILUNG

Sütiste tee 20 13411 Tallinn Telefon: 00372 652 1343 E-Mail: [TSGsaksa@gmx.de](mailto:TSGsaksa@gmx.de)

Lehrplan  
für  
Physik

Stand: 14. Februar 2015



# Inhaltsverzeichnis

1	Zur Kompetenzentwicklung im Physikunterricht für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife	4
1.1	Lernkompetenzen	5
1.2	Naturwissenschaftliche und fachspezifische Kompetenzen	6
1.3	Benutzerhinweise zu diesem Lehrplan	7
2	Ziele des Kompetenzerwerbs in den Klassenstufen 8/9	9
2.1	Klassenstufen 8/9	9
2.1.1	Themenbereich: Lichtausbreitung und Bildentstehung	9
2.1.2	Themenbereich: Kraft, mechanische Energie und Druck	11
2.1.3	Themenbereich: Temperatur, Wärme und Zustandsänderungen	12
2.1.4	Themenbereich: Geladene Körper, Stromkreise, elektrische Größen und elektrische Leitungsvorgänge	14
2.2	Klassenstufe 10	16
2.2.1	Themenbereich: Bewegungen, Kräfte und Erhaltungssätze	16
2.2.2	Themenbereich: Elektromagnetische Wechselwirkungen	18
2.2.3	Themenbereich: Radioaktivität	19
3	Eingangsvoraussetzungen für die Qualifikationsphase	20
3.1	Sachkompetenz	20
3.2	Methodenkompetenz	21
4	Curriculum für das Fach Physik in der Qualifikationsphase	22
4.1	Leitgedanken zum Kompetenzerwerb	22
4.2	Curriculum	22
4.3	Themenbereiche	24
4.3.1	Themenbereich: Felder und Wechselwirkungen	25
4.3.2	Themenbereich: Schwingungen und Wellen	27
4.3.3	Themenbereich: Optik	28
4.3.4	Themenbereich: Quantenphysik	29
4.3.5	Themenbereich: Physik der Atomhülle und des Atomkerns	30
4.3.6	Themenbereich: Spezielle Relativitätstheorie *	33
4.7	Themenbereich: Thermodynamik *	33
4.8	Verbindliche Schwerpunkte für Schülerexperimente	34
5	Leistungseinschätzung	35
5.1	Grundsätze	35
5.2	Kriterien	36

\* Die Punkte 4.3.6 und 4.7 sind schulspezifische Themen, die nach dem Abitur behandelt werden.

# 1 Zur Kompetenzentwicklung im Physikunterricht für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife

Der Unterricht im Fach Physik ermöglicht dem Schüler (Personenbezeichnungen gelten für beide Geschlechter) den Erwerb überfachlicher sowie naturwissenschaftlicher und fachspezifischer Kompetenzen. Diese Kompetenzen haben gleichermaßen Zielstatus. Sie bedingen einander, durchdringen und ergänzen sich gegenseitig und werden in der Auseinandersetzung mit physikalischen und fächerübergreifenden Inhalten des Unterrichts erworben.

Das Fach Physik verbindet bei der Kompetenzentwicklung naturwissenschaftliche Herangehensweisen mit vielfältigen Aspekten der belebten und unbelebten Umwelt. Dabei werden verschiedene Bezüge zu gesellschaftlichen, mathematischen, historischen und ethischen Sachverhalten hergestellt. Das Fach vertieft dadurch das Interesse an der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Frage- bzw. Problemstellungen und fördert eine positive Einstellung zu Naturwissenschaften und Technik.

Die naturwissenschaftliche Grundbildung gehört in unserer durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt unverzichtbar zu einer zeitgemäßen Allgemeinbildung. Sie bietet im Sinne eines lebenslangen Lernens eine wichtige Grundlage für die Auseinandersetzung mit der sich ständig verändernden Welt und ist Voraussetzung für die Aneignung neuer Erkenntnisse sowie sachgerechter Entscheidungen in vielen persönlichen und alltäglichen Situationen. Der Physikunterricht, der auf den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife ausgerichtet ist, bietet dem Schüler eine vertiefte Allgemeinbildung und eine wissenschaftspropädeutische Bildung, die für eine qualifizierte berufliche Ausbildung oder ein Hochschulstudium vorausgesetzt werden.

Bei der Bearbeitung physikalischer Problemstellungen sind mathematische Kompetenzen unverzichtbar, um physikalische Vorgänge und Begriffe mit Hilfe von Formeln, grafischen Darstellungen, Tabellen und Symbolen beschreiben und diese unter Nutzung physikalischer Gesetze sowie Gesetzmäßigkeiten erklären zu können. Durch Abstrahieren und Quantifizieren wird das Verständnis für physikalische Probleme unterstützt und die Vergleichbarkeit z. B. von Strukturen, Prozessen und Eigenschaften ermöglicht. Mit Hilfe der Mathematik können Analogien und Zusammenhänge aufgezeigt werden, wodurch sich Wissen ordnen und systematisieren lässt. Mathematische Werkzeuge, z. B. Formelsammlungen, Taschenrechner, nehmen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht eine wichtige Rolle ein. Die Nutzung dieser Werkzeuge beeinflusst und unterstützt den Erwerb der allgemeinen Kompetenzen.

Für die heutige Wissensgesellschaft ist es notwendig, in allen Fächern eine Medienkompetenz bei dem Schüler auszubilden. Elektronische Medien sind auch im Physikunterricht zur Gewinnung physikalischer Erkenntnisse, zum Lösen von Problemen, zur Modellbildung, zur Informationsbeschaffung und zur Ergebnispräsentation unverzichtbar, z. B. für Simulationen und Messwerterfassung. Darüber hinaus bieten sich erweiterte Möglichkeiten des individuellen und kooperativen Lernens in virtuellen Arbeits- und Lernplattformen an.

Der Lehrplan ist verbindliche Grundlage für die schulinterne Lehr- und Lernplanung. Die didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts, die Wahl der Unterrichtsformen sowie die Anordnung von Lerninhalten obliegen dem Lehrer. Zu beachten ist grundsätzlich, dass der Unterricht Möglichkeiten bietet, Schüler mit Lernschwierigkeiten und Schüler mit besonderen Begabungen gleichermaßen zu fördern. Fachübergreifende Themen wie auch die Bereitstellung von Lernvoraussetzungen erfordern eine gezielte Abstimmung zwischen beteiligten Fächern.

## 1.1 Lernkompetenzen

Alle Unterrichtsfächer zielen gleichermaßen auf die Entwicklung von Lernkompetenzen, da sie eine zentrale Bedeutung für den Umgang mit komplexen Anforderungen in Schule, Beruf und Gesellschaft haben. Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung der Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenzen, die einen überfachlichen Charakter aufweisen. Lernkompetenzen werden im Kontext mit geeigneten Fachinhalten entwickelt und erhalten so eine naturwissenschaftliche- bzw. fachspezifische Ausprägung.

### Methodenkompetenz - effizient lernen

Der Schüler kann

- Aufgaben und Probleme analysieren und Lösungsstrategien entwickeln,
- geeignete Methoden für die Lösung von Aufgaben und Problemen auswählen und anwenden sowie Arbeitsphasen zielgerichtet planen und umsetzen,
- zu einem Sachverhalt relevante Informationen aus verschiedenen Quellen (z. B. Lehrbuch, Lexika, Internet) sachgerecht und kritisch auswählen,
- Informationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Symbole, Diagramme, Tabellen, Schemata) erfassen, diese verarbeiten und interpretieren,
- Informationen geeignet darstellen und in andere Darstellungsformen übertragen,
- unter Nutzung der Methoden des forschenden Lernens Erkenntnisse über Zusammenhänge, Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten gewinnen und anwenden,
- Definitionen, Regeln und Gesetzmäßigkeiten formulieren und verwenden,
- sein Wissen systematisch strukturieren sowie Querbezüge zwischen Wissenschaftsdisziplinen herstellen,
- Arbeitsergebnisse verständlich und anschaulich präsentieren,
- Medien sachgerecht nutzen und
- Vorgehensweisen, Lösungsstrategien und Ergebnisse reflektieren.

### Selbst- und Sozialkompetenz – selbstregulierend und mit anderen lernen

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen, -den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten, -respektvoll mit anderen Personen umgehen,
- Konflikte angemessen bewältigen,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler reflektieren und einschätzen und
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
  - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt sachgerecht zu bewerten,
  - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten,
  - sein Weltbild weiterzuentwickeln.

## 1.2 Naturwissenschaftliche und fachspezifische Kompetenzen

Die Fächer des naturwissenschaftlichen Aufgabenfeldes gewährleisten eine solide naturwissenschaftliche Grundbildung. Bei der Bearbeitung von Fragestellungen erschließt, verwendet und reflektiert der Schüler naturwissenschaftliche Methoden und Fachwissen. Die nachfolgend ausgewiesenen naturwissenschaftlichen und fachspezifischen Kompetenzen umfassen die Methodenkompetenz und die Sachkompetenz.

Die Entwicklung der Methodenkompetenz versteht sich als gemeinsame Zielsetzung aller naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer und erhält im konkreten Fach ihre fachspezifische Ausprägung. Sie wird in fachlichen Kontexten erworben.

Sie bezieht sich insbesondere auf

- Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, also auf experimentelles und theoretisches Arbeiten,
- Kommunikation,
- Reflexion und Bewertung naturwissenschaftlicher Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten.

Der Schüler kann

- geeignete Methoden der Erkenntnisgewinnung auswählen und anwenden, d. h.
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte analysieren (z. B. auf der Grundlage von Beobachtungen und Experimenten) und beschreiben,
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte vergleichen und ordnen,
  - kausale Beziehungen ableiten und naturwissenschaftliche Aussagen bzw. Entscheidungen begründen,
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte mit Hilfe von Fachwissen erklären,
  - Modellvorstellungen und Modelle entwickeln und nutzen,
  - mathematische Verfahren sachgerecht anwenden,
  - sachgerecht induktiv und deduktiv Schlüsse ziehen,
  - Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten sowie protokollieren bzw. dokumentieren,
  - Fehlerbetrachtungen vornehmen,
  - naturwissenschaftliche Arbeitstechniken sachgerecht ausführen und die dazu erforderlichen Geräte, Materialien, Chemikalien und Naturobjekte sachgerecht verwenden,
  - die Schrittfolge der experimentellen Methode anwenden
    - Fragen formulieren und Hypothesen aufstellen,
    - Beobachtungen und Untersuchungen, qualitative und quantitative Experimente zur Prüfung der Hypothesen planen, durchführen, dokumentieren und auswerten,
    - aus den Ergebnissen Erkenntnisse ableiten und die Gültigkeit der Hypothesen prüfen bzw. Fragen beantworten,
- kritisch reflektieren und sachgerecht bewerten, d. h.
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte mit Gesellschafts- und Alltagsrelevanz (z. B. die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, Forschungsmethoden, persönliche Verhaltensweisen)
    - aus naturwissenschaftlicher Sicht und aus weiteren Perspektiven (z. B. wirtschaftlichen, ethischen, gesellschaftlichen) unter Verwendung geeigneter Kriterien reflektieren,
    - Ergebnisse wichten und sich einen persönlichen Standpunkt bilden,
  - Informationen und Aussagen hinterfragen, auf fachliche Richtigkeit prüfen und sich eine Meinung bilden,

- sachgerecht kommunizieren, d. h.
  - fachlich sinnvolle Fragen, Hypothesen und Aussagen formulieren,
  - Fachinformationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Formelsammlungen, Diagramme, Tabellen, Schemata, Formeln, Gleichungen) zielgerichtet entnehmen, auswerten bzw. interpretieren und ggf. kritisch bewerten,
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte übersichtlich darstellen (z. B. als Skizze, Diagramm) und dabei die Fachsprache (z. B. Fachbegriffe, Formelzeichen, chemische Gleichungen) korrekt verwenden,
  - zwischen Fachsprache und Alltagssprache unterscheiden,
  - mathematische Werkzeuge sinnvoll einsetzen.

Die Sachkompetenz weist einen starken Bezug zum konkreten Fach auf. Sie ist durch das Fachwissen geprägt. Zur Strukturierung und Vernetzung des Fachwissens dienen Basiskonzepte. Sie sind Grundlage für das Verständnis von naturwissenschaftlichen Prinzipien. Die Sachkompetenz im Physikunterricht orientiert sich an nachfolgenden Basiskonzepten.

### ***Materie***

Der Schüler kann die Strukturiertheit der Materie und den Zusammenhang zwischen dem inneren Aufbau der Materie und den Körpereigenschaften, Naturphänomenen sowie technischen Prozessen erfassen.

### ***Wechselwirkungen***

Der Schüler kann sowohl direkte als auch über Felder vermittelte Wechselwirkungen von Körpern beschreiben und erklären. Dabei ist wichtig, dass nicht nur ein Körper eine Wirkung erfährt, sondern alle beteiligten Körper erfasst werden bzw. sich die wirkende Strahlung verändert.

### ***System***

Der Schüler kann komplexe Systeme aus Natur und Technik in fassbare Teilsysteme zerlegen, wobei Systemgrenzen bzw. Wirkungsbedingungen unter Beachtung physikalischer Gesetze zweckmäßig festzulegen sind. Dadurch ist er in der Lage, das gewählte System abzugrenzen und modellhaft zu beschreiben. Diese Einschränkung ermöglicht das Erfassen komplexer Abläufe.

### ***Energie***

Der Schüler kann Energie als wesentlichen Aspekt aller natürlichen und technischen Prozesse erfassen. Der Betrag der Energie bleibt grundsätzlich erhalten. Sie kann transportiert, in andere Energieformen umgewandelt bzw. in verschiedenen Energieformen gespeichert werden. Dabei kann Energie auch als Träger von Informationen fungieren bzw. ein Stoff beim Transport Träger der Energie sein. Der Schüler kann nachvollziehen, dass nicht alle nach dem allgemeinen Energieerhaltungssatz theoretisch möglichen Energieumwandlungen bzw. -Übertragungen in Natur und Technik real existieren.

Die im Weiteren bei den Sach- und Methodenkompetenzen angegebenen Zeiten beziehen sich auf Unterrichtsstunden pro Schuljahr.

### 1.3 Benutzerhinweise zu diesem Lehrplan

Die den Themen zugeordneten Zeitrichtwerte sind nicht verbindlich. Sie geben eine Orientierung über Umfang und Intensität für die Behandlung der Themenbereiche.

Die Reihenfolge der Behandlung der Stoffgebiete innerhalb der einzelnen Klassenstufen kann der Lehrer in Abstimmung mit anderen Fächern ändern.

Die fächerübergreifenden Themen sind wie folgt abgekürzt:

UE	Umwelterziehung,
GE	Gesundheitserziehung,
UMI	Umgang mit Medien und Informationstechniken,
VE	Verkehrserziehung.

Das Zeichen ✂ verweist auch auf fächerübergreifende Themen.

Das Zeichen → markiert Bezüge zu anderen Fächern, die z. B. Vorleistungen erbringen.

Für die Fächer gelten die üblichen Abkürzungen.

Hinweise zu fächerübergreifenden Themen und zu Bezügen zu anderen Fächern sind jeweils bei den zugehörigen verbindlichen Lerninhalten angegeben (in Klammern, blau und kleiner).



## 2 Ziele des Kompetenzerwerbs in den Klassenstufen 8-10

Grundlage des Kompetenzerwerbs des in der Klassenstufe 8 einsetzenden Fachs Physik bilden vor allem die bereits erworbenen Sach- und Methodenkompetenzen des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Nach ersten Erfahrungen aus dem Heimat- und Sachkundeunterricht bis Klassenstufe 6 bestimmen hier vor allem die entwickelten Kompetenzen im Fach Natur und Technik der Klassenstufe 7 die Lernausgangslage. Der Schüler kann ausgewählte physikalische Begriffe und naturwissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden (Grundverständnis). Auf dieser Grundlage kann er altersgerechte Fragen und Vermutungen aufstellen, Messwerte erfassen und grafisch darstellen.

Dem experimentellen Charakter des Fachs Physik wird durch die Angabe verpflichtender Schwerpunkte für Schülerexperimente Rechnung getragen. Diese werden mit dem Symbol „➤“ gekennzeichnet. Zusätzlich zu diesem angegebenen Minimum an verbindlichen experimentellen Schülertätigkeiten weist der Lehrplan über die Angabe geeigneter Operatoren (messen, experimentell bestimmen, aufbauen, prüfen usw.) weitere Gelegenheiten zum Experimentieren aus.

Innerhalb jedes Themenbereichs werden Vorschläge für Projekte bzw. projektartige Unterrichtssequenzen angeboten. Diese sind nicht verpflichtend, sondern stellen Angebote für Erweiterungen dar. Hier ergeben sich Möglichkeiten zur individuellen Förderung und es entstehen vielfältige Gelegenheiten für die Einbindung schulischer und gesellschaftlicher Kontexte. Um die Jugendlichen noch stärker für physikalische Fragestellungen zu sensibilisieren, ist dabei auch die Integration außerschulischer Lernorte (z. B. regionaler Einrichtungen, Firmen oder Ausstellungen) anzustreben.

Der Unterricht findet in den Klassenstufen 8 bis 10 zweistündig statt.

### 2.1 Klassenstufen 8/9

Den Zielbeschreibungen für die einzelnen Themenbereiche sind Ausführungen zur Lernausgangslage vorangestellt. Dabei werden in knapper Form die aus der Sicht der Kompetenzentwicklung im Physikunterricht der Klassenstufen 8/9 wesentlichen Lernvoraussetzungen aufgeführt. Diese haben orientierende Funktion, da sich Schüler am Ende der Klassenstufe 7 auf unterschiedlichen Kompetenzstufen befinden können und der beschriebenen Lernausgangslage sowie den damit verbundenen Erwartungen in differenzierter Weise gerecht werden.

#### 2.1.1 Themenbereich: Lichtausbreitung und Bildentstehung

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Lichtausbreitung</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichtquellen und beleuchtete Körper unterscheiden und Beispiele zuordnen,</li> <li>- die allseitige und geradlinige Ausbreitung des Lichts unter Verwendung des Modells Lichtstrahl beschreiben,</li> <li>- die Schattenbildung an Körpern zeichnerisch darstellen,</li> <li>- die Entstehung der Mond- und Sonnenfinsternis beschreiben und erklären.</li> </ul> <p>➤ <i>Schülerexperiment</i> zur Schattenbildung</p>	<b>8</b>	<b>4</b>

<p><b><u>Reflexion</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strahlenverläufe bei der Reflexion am ebenen Spiegel zeichnen,</li> <li>- die Gültigkeit des Reflexionsgesetzes experimentell bestätigen,</li> <li>- Beispiele aus Natur und Technik nennen und mit Hilfe der Reflexion erklären. (✂ VE Reflektoren im Straßenverkehr, → Ma 7 Geometrische Grundbegriffe)</li> </ul> <p>➤ <i>Schülerexperiment</i> zur Reflexion des Lichts</p>	8	4
<p><b><u>Brechung</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Brechung des Lichts beschreiben und Strahlenverläufe zeichnen,</li> <li>- für den Übergang des Lichts von Luft in Glas sowie Luft in Wasser und umgekehrt den Einfallswinkel und Brechungswinkel messen,</li> <li>- das Brechungsgesetz qualitativ für den Übergang des Lichts vom optisch dichteren zum optisch dünneren Medium und umgekehrt formulieren,</li> <li>- die Totalreflexion und ihre Bedingungen beschreiben.</li> </ul> <p>(✂ UMI Informationsübertragung mit Lichtleitkabel)</p> <p>➤ <i>Schülerexperiment</i> zur Brechung des Lichts</p>	8	6
<p><b><u>Bildentstehung an optischen Linsen</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- optische Linsen unterscheiden und einen Überblick über deren Einsatz geben (✂ GE Sehhilfen, → Bi 8 Sinnesorgane),</li> <li>- den Strahlenverlauf an Sammellinsen mit Hilfe der Hauptstrahlen unter Verwendung des Brennpunkts sowie der Linsenebene beschreiben und zeichnen (✂ UMI Simulation mit dem Computer),</li> <li>- reelle Bilder an Sammellinsen konstruieren und Eigenschaften der Bilder bestimmen,</li> <li>- virtuelle Bilder an Sammellinsen konstruieren und Eigenschaften der Bilder bestimmen,</li> <li>- virtuelle und reelle Bilder bezüglich ihrer Eigenschaften unterscheiden,</li> <li>- seine Kenntnisse über die Bildentstehung zur Erklärung der Wirkungsweise eines optischen Gerätes (z. B. Projektor, Fotoapparat) anwenden (✂ UMI, → Bi 7 (Mikroskop)).</li> </ul> <p>➤ <i>Schülerexperiment</i> zur Bildentstehung an Sammellinsen</p>	8	10
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- seine Beobachtungen und eingesetzten Arbeitsmethoden reflektieren,</li> <li>- optische Sachverhalte exakt darstellen und konstruieren,</li> <li>- seine Erkenntnisse bzgl. optischer Sachverhalte unter Verwendung der physikalischen Fachsprache dokumentieren und adressatengerecht präsentieren,</li> <li>- in kooperativen Arbeitsformen lernen und Verantwortung für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen.</li> </ul>		

### Projektvorschläge

- Strahlenverlauf am Prisma
- Entstehung des Regenbogens
- Aufbau, Funktion sowie Bau von optischen Geräten
- Sehfehlerkorrektur und Sehhilfen
- Gekrümmte Spiegel im Alltag

### 2.1.2 Themenbereich: Kraft, mechanische Energie und Druck

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Körper und Stoffe</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Körper als abgegrenzte Menge eines Stoffs oder mehrerer Stoffe charakterisieren,</li> <li>- Masse und Volumen als physikalische Größen beschreiben (→ Ma (Größen)),</li> <li>- den Zusammenhang zwischen Masse und Volumen eines Körpers grafisch darstellen und interpretieren,</li> <li>- die Dichte eines Körpers mit Hilfe seiner Kenntnisse über Volumen und Masse als physikalische Größe beschreiben, berechnen und experimentell bestimmen (→ Ch 8 (Eigenschaften von Stoffen), → Ma 6 (Bruchrechnung), → Ma 7 (Proportionalität), → Ma 8 (Gleichungen)).</li> </ul> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zur Bestimmung der Dichte eines Körpers</p>	<b>8</b>	<b>10</b>
<p><b><u>Kraft</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Kraft als physikalische Größe charakterisieren,</li> <li>- mechanische Wechselwirkungen zwischen Körpern beschreiben,</li> <li>- Kraftwirkungen unterscheiden,</li> <li>- Reibungs- und Gewichtskraft sowie weitere Kraftarten charakterisieren,</li> <li>- Reibungs- und Gewichtskraft messen (✂ VE (Bremsen, Steuern im Winter)),</li> <li>- den Zusammenhang zwischen Kraft und Längenänderung einer Feder grafisch darstellen, das hookesche Gesetz interpretieren und anwenden,</li> <li>- die Kraft als gerichtete physikalische Größe zeichnerisch darstellen,</li> <li>- eine kraftumformende Einrichtung beschreiben, erklären und Berechnungen durchführen.</li> </ul> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zur Wirkungsweise einer kraftumformenden Einrichtung (z. B. lose Rolle)</p>	<b>8</b>	<b>14</b>
<p><b><u>Mechanische Energie</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die mechanische Arbeit, die mechanische Leistung und die mechanische Energie als physikalische Größen charakterisieren,</li> <li>- die mechanische Arbeit und mechanische Leistung berechnen,</li> <li>- zwischen potentieller und kinetischer Energie unterscheiden,</li> <li>- die potentielle Energie (Lageenergie) berechnen,</li> <li>- den Energieerhaltungssatz der Mechanik an einem ausgewählten Beispiel (z. B. geneigte Ebene) anwenden,</li> </ul>	<b>8</b>	<b>10</b>

- den Wirkungsgrad charakterisieren und bei der Beschreibung von Energieumwandlungen anwenden.		
<p><b><u>Druck</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Druck als physikalische Größe charakterisieren,</li> <li>- zwischen Druckkraft und Druck unterscheiden und beide Größen berechnen (→ Bi 8 (Blutkreislauf), ✖ VE (Anwendung bei Fahrzeugen),</li> <li>- die Ursachen des Schweredrucks und seine Abhängigkeit von anderen physikalischen Größen qualitativ beschreiben (→ Bi 8 (Stoffwechsel)),</li> <li>- den Auftrieb als Folge des Schweredrucks beschreiben (✖ GE (Gefahren beim Tauchen), → Sp (Schwimmen, Tauchen),</li> <li>- den Druck als eine Eigenschaft von Flüssigkeiten und Gasen mit Hilfe des Teilchenmodells erklären,</li> <li>- seine Kenntnisse über den Druck an einem ausgewählten Beispiel (z. B. hydraulische Anlage) anwenden.</li> </ul>	<b>9</b>	<b>16</b>
<b>Selbst- und Sozialkompetenz</b>		
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimente einzeln und im Team vorbereiten, durchführen und auswerten,</li> <li>- den sparsamen und umweltschonenden Umgang mit Energie und Materialien begründen und daraus Konsequenzen für das eigene Handeln ableiten,</li> <li>- seine Erkenntnisse unter Verwendung der physikalischen Fachsprache dokumentieren und präsentieren,</li> <li>- sich in Fachräumen und beim Experimentieren regelgerecht verhalten und arbeiten.</li> </ul>		

### **Projektvorschläge**

- Reibungsvorgänge in Natur und Technik
- Kraftumformende Einrichtungen im Alltag
- Sinken - Schweben - Steigen - Schwimmen

### **2.1.3 Themenbereich: Temperatur, Wärme und Zustandsänderungen**

<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Temperatur und Wärme</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Temperatur als physikalische Größe charakterisieren,</li> <li>- verschiedene Temperaturskalen vergleichen,</li> <li>- den absoluten Nullpunkt der Temperatur mit Hilfe seiner Kenntnisse über das Teilchenmodell charakterisieren (✖ GE, ✖ UMI (Messen mit dem Computer), → Ch 10 (chemische Reaktion),</li> <li>- Wärme und thermische Energie als physikalische Größen charakterisieren und voneinander unterscheiden,</li> <li>- an ausgewählten thermodynamischen Prozessen Energieumwandlungen und -Übertragungen beschreiben,</li> <li>- die Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität von Stoffen erklären,</li> </ul>	<b>9</b>	<b>10</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Grundgleichung der Wärmelehre interpretieren und bei der Lösung von einfachen Aufgaben anwenden,</li> <li>- komplexe Aufgabenstellungen (z. B. Mischungstemperatur) mit Hilfe der Grundgleichung der Wärmelehre lösen,</li> <li>- anhand praktischer Beispiele die temperaturabhängige Volumenänderung von Körpern beschreiben und erklären,</li> <li>- Volumenänderungen rechnerisch bestimmen (z. B. eindimensional als Längenänderung bei festen Körpern),</li> <li>- die Anomalie des Wassers beschreiben.</li> </ul>		
<p><b><u>Wärme und Aggregatzustandsänderungen</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verschiedene Aggregatzustände vergleichen und Aggregatzustandsänderungen mit Hilfe des Teilchenmodells erklären,</li> <li>- Umwandlungswärmen bei Aggregatzustandsänderungen experimentell nachweisen,</li> <li>- das Temperatur-Wärme-Diagramm interpretieren,</li> <li>- Aggregatzustandsänderungen unter energetischen Gesichtspunkten beschreiben,</li> <li>- Umwandlungswärmen rechnerisch ermitteln.</li> </ul> <p>(→ Ch 8 (Eigenschaften von Stoffen), → Ch 9 (Destillation), → Bi 9 (Lebensprozesse))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Schülerexperiment</b> zur Aufnahme eines Temperatur-Zeit-Diagramms für das Sieden oder Schmelzen</li> <li>➤ <b>Schülerexperiment</b> zur spezifischen Wärmekapazität eines festen Stoffs</li> </ul>	<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">9</h1>	<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">8</h1>
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entscheidungen im Hinblick auf Energie unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit bewerten und Konsequenzen für das eigene Handeln ableiten,</li> <li>- die Bedeutung physikalischer Erkenntnisse für persönliche und gesellschaftliche Entscheidungen einschätzen,</li> <li>- die Bedeutung der Anomalie des Wassers für die Natur beurteilen,</li> <li>- konzentriert, selbstständig und verantwortungsbewusst Messungen durchführen und auswerten,</li> <li>- sich beim Experimentieren regelgerecht verhalten und die Festlegungen des Arbeitsschutzes einhalten.</li> </ul>		

**Projektvorschläge**

- Wettererscheinungen -Aggregatzustandsänderungen in der Natur
- Geschichte der Temperaturmessung
- Bau eines Celsiusthermometers
- Wärmedämmung beim Hausbau
- Wärmekraftmaschinen - Technische Anwendungen der Thermodynamik
- Wirkungsweise und Anwendung von Wärmepumpen

## 2.1.4 Themenbereich: Geladene Körper, Stromkreise, elektrische Größen und elektrische Leitungsvorgänge

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Ladung als elektrische Grunderscheinung</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ladungsarten anhand von Kraftwirkungen charakterisieren,</li> <li>- die Ladung eines Körpers als Elektronenmangel oder -überschuss erklären,</li> <li>- das elektrische Feld im Sinne der berührungsfreien Kraftwirkung im Raum beschreiben,</li> <li>- das elektrische Feld mit Hilfe von Feldlinien modellhaft beschreiben.</li> </ul>	<b>9</b>	<b>3</b>
<p><b><u>Stromkreise</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den grundlegenden Aufbau eines Stromkreises beschreiben und mit Hilfe von Schaltzeichen skizzieren,</li> <li>- Stromkreise aufbauen,</li> <li>- zwischen Leitern und Nichtleitern (Isolatoren) unterscheiden,</li> <li>- den Stromfluss in Metallen beschreiben (→ Ch 9 (chemische Bindung)),</li> <li>- die Reihen- und Parallelschaltung von Bauelementen unterscheiden,</li> <li>- die Wirkungen des elektrischen Stroms beschreiben, elektrische Energie und Arbeit im Zusammenhang mit den dabei auftretenden Energieumwandlungen charakterisieren.</li> </ul>	<b>9</b>	<b>6</b>
<p><b><u>Größen und Elektrizität</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die elektrische Stromstärke, die elektrische Spannung und den elektrischen Widerstand als physikalische Größen charakterisieren (☒ GE, → Ch 10 (elektrochemische Spannungsreihe, → Ch 11 (Elektrochemie), → Ma 8 (Bruchgleichungen)),</li> <li>- die elektrische Stromstärke und die elektrische Spannung messen,</li> <li>- den elektrischen Widerstand als Quotient aus Spannung und Stromstärke berechnen,</li> <li>- das ohmsche Gesetz experimentell nachweisen, grafisch darstellen und interpretieren,</li> <li>- Gesetzmäßigkeiten für die Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen ermitteln und anwenden,</li> <li>- die Abhängigkeit des Widerstands von Länge, Querschnitt und Material qualitativ beschreiben,</li> <li>- die elektrische Leistung als Produkt aus Spannung und Stromstärke berechnen.</li> </ul> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zum Messen elektrischer Größen</p> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zur Kennlinie eines Bauelements</p>	<b>9</b>	<b>12</b>

<p><b><u>Elektrische Leitungsvorgänge</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitungsvorgänge in Gasen und Halbleitern anhand je einer ausgewählten Anwendung beschreiben (z. B. Leuchtstofflampe, Fotowiderstand, Thermistor),</li> <li>- am Beispiel der Halbleiterdiode die Leitungsvorgänge am pn-Übergang beschreiben und erklären.</li> </ul> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zum charakteristischen Verhalten eines ausgewählten Bauelements (z. B. Temperaturabhängigkeit)</p>	<p><b>9</b></p>	<p><b>3</b></p>
<p><b>Selbst- und Sozialkompetenz</b></p>		
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- seine Beobachtungen und Erkenntnisse unter Verwendung der physikalischen Fachsprache dokumentieren und adressatengerecht präsentieren,</li> <li>- seine Beobachtungen und Arbeitsmethoden reflektieren,</li> <li>- die Gefahren des elektrischen Stroms beurteilen und situationsgerechtes Handeln ableiten,</li> <li>- Experimente einzeln und im Team vorbereiten, durchführen und auswerten.</li> </ul>		

**Projektvorschläge**

- Anwendung und Berechnung elektrischer Schaltungen
- Elektrische Energie im Haushalt
- Elektroinstallation in Gebäuden
- Anwendung von Halbleiterbauelementen (z. B. Transistor, LED, Solarzelle)
- Anwendung von Leitungsvorgängen in Flüssigkeiten

## 2.2 Klassenstufe 10

### 2.2.1 Themenbereich: Bewegungen, Kräfte und Erhaltungssätze

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Bewegungen</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Begriff der Bewegung definieren,</li> <li>- den Weg, die Zeit, die Geschwindigkeit sowie die Beschleunigung als physikalische Größen charakterisieren, messen und berechnen,</li> <li>- die geradlinig gleichförmige Bewegung mit Hilfe von Gleichungen und Diagrammen beschreiben (✂ VE, → Ma 8 (lineare Funktionen)),</li> <li>- die geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Hilfe von Gleichungen und Diagrammen beschreiben (→ Ma 9 (quadratische Funktionen), ✂ UMI (Messen und Auswerten mit dem Computer möglich)),</li> <li>- die Bewegungsgesetze auf den freien Fall und andere Beispiele anwenden sowie Diagramme interpretieren (✂ UMI (Computersimulation)),</li> <li>- den waagerechten Wurf als überlagerte Bewegung (Superposition) beschreiben und auf Beispiele anwenden,</li> <li>- die Bewegungsformen und -arten unterscheiden,</li> <li>- die gleichförmige Kreisbewegung mit Hilfe von Bahngeschwindigkeit, Umlaufzeit und Drehzahl beschreiben,</li> <li>- die Winkelgeschwindigkeit als eine physikalische Größe zur Beschreibung von Kreisbewegungen charakterisieren,</li> <li>- Schwingungen als periodische Bewegungen mit Hilfe ihrer Kenngrößen sowie der grafischen Darstellung beschreiben,</li> <li>- periodische Energieumwandlungen bei Schwingungen qualitativ beschreiben,</li> <li>- eine Welle als Ausbreitung einer Schwingung im Raum mit Hilfe ihrer Kenngrößen beschreiben und Beispiele benennen,</li> <li>- die Welle als besondere Form der Energieübertragung definieren,</li> <li>- Beispiele für die Ausbreitung von Wellen und ihre Anwendungen beschreiben.</li> </ul> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zur Untersuchung eines Bewegungsvorgangs</p> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zur Schwingungsdauer</p>	<h1>10</h1>	<h1>14</h1>
<p><b><u>Kräfte</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilkräfte und resultierende Kräfte bestimmen (z. B. an der geeigneten Ebene) (→ Ma 11 (Vektorbegriff, Addition von Vektoren)),</li> <li>- Alltagsvorgänge mit Hilfe der newtonschen Gesetze erklären,</li> <li>- das newtonsche Grundgesetz zur Berechnung von Beschleunigungen und Kräften bei Bewegungsvorgängen anwenden,</li> <li>- das newtonsche Grundgesetz in komplexen Berechnungen anwenden,</li> <li>- die Dynamik der gleichförmigen Kreisbewegung mit Hilfe der Radialkraft und Radialbeschleunigung erklären und quantitativ beschreiben,</li> <li>- die Gravitation als elementare Grunderscheinung beschreiben,</li> <li>- das Gravitationsgesetz interpretieren und quantitativ anwenden,</li> <li>- Beispiele für das Wirken der Gravitation beschreiben (z. B. Gewichtskraft, Gezeiten, Planetenbewegung).</li> </ul>	<h1>10</h1>	<h1>12</h1>



<p><b><u>Erhaltungssätze</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verschiedene Energieformen benennen und Beispielen zuordnen,</li> <li>- die Energie als Zustandsgröße definieren,</li> <li>- den Zusammenhang zwischen Arbeit und Energie darstellen und mit Hilfe von Beispielen erklären,</li> <li>- die Energieumwandlung, -Übertragung und -speicherung am Beispiel der Versorgung mit elektrischer Energie beschreiben,</li> <li>- die Gleichung zur Berechnung der kinetischen Energie anwenden,</li> <li>- den Wirkungsgrad von Energieumwandlungen an ausgewählten Beispielen beschreiben und berechnen,</li> <li>- den allgemeinen Energieerhaltungssatz auf verschiedene Prozesse anwenden,</li> <li>- den Energieerhaltungssatz der Mechanik rechnerisch anwenden,</li> <li>- den Kraftstoß und den Impuls als physikalische Größen charakterisieren und auf verschiedene Sachverhalte anwenden,</li> <li>- den Zusammenhang zwischen Kraftstoß und Impuls darstellen,</li> <li>- den Impulserhaltungssatz auf verschiedene Prozesse anwenden,</li> <li>- die Erhaltungssätze auf zentrale elastische und unelastische Stoßprozesse rechnerisch anwenden.</li> <li>- verschiedene Energieformen benennen und Beispielen zuordnen,</li> <li>- die Energie als Zustandsgröße definieren,</li> <li>- den Zusammenhang zwischen Arbeit und Energie darstellen und mit Hilfe von Beispielen erklären,</li> <li>- die Energieumwandlung, -Übertragung und -speicherung am Beispiel der Versorgung mit elektrischer Energie beschreiben,</li> <li>- die Gleichung zur Berechnung der kinetischen Energie anwenden,</li> <li>- den Wirkungsgrad von Energieumwandlungen an ausgewählten Beispielen beschreiben und berechnen,</li> <li>- den allgemeinen Energieerhaltungssatz auf verschiedene Prozesse anwenden,</li> <li>- den Energieerhaltungssatz der Mechanik rechnerisch anwenden,</li> <li>- den Kraftstoß und den Impuls als physikalische Größen charakterisieren und auf verschiedene Sachverhalte anwenden,</li> <li>- den Zusammenhang zwischen Kraftstoß und Impuls darstellen,</li> <li>- den Impulserhaltungssatz auf verschiedene Prozesse anwenden,</li> <li>- die Erhaltungssätze auf zentrale elastische und unelastische Stoßprozesse rechnerisch anwenden.</li> </ul>	<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">10</h1>	<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">14</h1>
<p><b>Selbst- und Sozialkompetenz</b></p>		
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,</li> <li>- aus seinen Kenntnissen über die Kinematik und Dynamik Konsequenzen für das Verhalten (z. B. im Straßenverkehr) ableiten,</li> <li>- konzentriert, selbstständig und verantwortungsbewusst Messungen planen, durchführen und auswerten,</li> <li>- ausgehend von seinen Kenntnissen über die newtonschen Gesetze das Wirken von kausalen Zusammenhängen verallgemeinern und in seine persönlichen Entscheidungen einbeziehen,</li> <li>- im Team eine Diskussionsrunde zur Effizienz der Nutzung verschiedener Energien vorbereiten und führen.</li> </ul>		

### Projektvorschläge

- Bewegungen im Alltag und im Sport
- Lärm und Lärmschutz
- Bau von Musikinstrumenten -Strömungen und Fliegen -Anwendung regenerativer Energiequellen
- Bestimmung astronomischer Größen
- Bestimmung des Wirkungsgrads technischer Geräte -Möglichkeiten der sinnvollen Energieeinsparung im Haushalt

### 2.2.2 Themenbereich: Elektromagnetische Wechselwirkungen

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnete durch das Vorhandensein zweier untrennbar verbundener Pole und die Kraftwirkung auf ferromagnetische Stoffe, stromdurchflossene Leiter und andere Magnete charakterisieren,</li> <li>- das magnetische Feld mit Hilfe von Feldlinien modellhaft beschreiben,</li> <li>- das magnetische Feld im Sinne der berührungsfreien Kraftwirkung im Raum beschreiben und mit dem elektrischen Feld vergleichen,</li> <li>- das Magnetfeld der Erde beschreiben,</li> <li>- den Aufbau und die Wirkungsweise von Elektromagneten beschreiben,</li> <li>- die Abhängigkeit der Stärke des Magnetfeldes von Stromstärke, Windungszahl und Spulenlänge quantitativ beschreiben,</li> <li>- den Einfluss des Eisenkerns auf die Stärke des Magnetfeldes einer Spule beschreiben und erklären,</li> <li>- die Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld beschreiben,</li> <li>- eine Anwendung magnetischer Wirkungen (z. B. Elektromotor, Lautsprecher, Relais, Türöffner) beschreiben (✂ GE (Beachtung von Sicherheitsvorschriften beim Umgang mit elektrischen Geräten)),</li> <li>- die Induktionsbedingungen benennen und das Induktionsgesetz qualitativ formulieren,</li> <li>- den Aufbau eines Generators und Transformators beschreiben sowie die Wirkungsweise erklären (✂ GE),</li> <li>- Gleich- und Wechselspannung anhand des zeitlichen Verlaufs vergleichen,</li> <li>- die Kenngrößen Frequenz, Periodendauer und Amplitude am Beispiel der Wechselspannung beschreiben,</li> <li>- die Energieübertragung im Stromverbundnetz beschreiben und erklären.</li> </ul> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zu Kraftwirkungen von Magneten</p> <p>➤ <b>Schülerexperiment</b> zu den Induktionsbedingungen</p>	<h1>10</h1>	<h1>18</h1>
<h3>Selbst- und Sozialkompetenz</h3>		
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- konzentriert und verantwortungsbewusst Experimente im Team vorbereiten, durchführen und auswerten,</li> <li>- in kooperativen Arbeitsformen lernen und Verantwortung für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,</li> <li>- auf der Grundlage seiner physikalischen Kompetenz Schlussfolgerungen für den Umgang mit elektrischer Energie ableiten,</li> <li>- den Elektromagnetismus als eine wesentliche Quelle des hohen gesellschaftlichen Lebensstandards einschätzen.</li> </ul>		

### **Projektvorschläge**

- Entwicklung der elektrischen Lichttechnik
- Photovoltaik als eine technische Nutzung der Solarenergie
- Alternative Antriebskonzepte
- Anwendungen von Elektromagneten in der Technik
- Elektrische Messgeräte im Wandel der Zeit
- Anwendungen der Induktion in der Technik

### **2.2.3 Themenbereich: Radioaktivität**

<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	Klassenstufe	Zeit
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none"><li>- die Bestandteile eines Atomkerns unterscheiden,</li><li>- die Zusammensetzung von Atomkernen mit Hilfe der Symbolschreibweise bestimmen,</li><li>- Isotope unterscheiden,</li><li>- <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung mit Hilfe ihrer Eigenschaften unterscheiden,</li><li>- Nachweismöglichkeiten radioaktiver Strahlung nennen.</li></ul>	<b>10</b>	<b>4</b>
<b>Selbst- und Sozialkompetenz</b>		
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none"><li>- sich unter Verwendung naturwissenschaftlicher Kenntnisse und unter Berücksichtigung ökonomischer sowie ökologischer Gesichtspunkte einen persönlichen Standpunkt zur Anwendung radioaktiver Strahlung bilden,</li><li>- sich mit den Meinungen anderer zum Thema Radioaktivität sachlich und tolerant auseinandersetzen,</li><li>- in Bezug auf den Strahlenschutz Konsequenzen für das eigene Handeln ableiten.</li></ul>		

### **Projektvorschlag**

- Biologische Wirkungen radioaktiver Strahlung

### 3 Eingangsvoraussetzungen für die Qualifikationsphase

Der Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie und Physik der Qualifikationsphase baut systematisch auf dem gesamten vorausgegangenen naturwissenschaftlichen Unterricht auf.

Der Physikunterricht in der Qualifikationsphase setzt Kenntnisse aus folgenden Themenbereichen voraus:

- Mechanik
- Optik
- Elektrizitätslehre und Magnetismus
- Atom- und Kernphysik

Die Kenntnisse werden entsprechend den EPA-Schwerpunkten in der Qualifikationsphase systematisch weiter entwickelt.

Die Eingangsvoraussetzungen sind die im Folgenden ausgewiesenen Kompetenzen.

#### 3.1 Sachkompetenz

Das für die Entwicklung von Sachkompetenz erforderliche Fachwissen bezieht sich schwerpunktmäßig auf die eingangs genannten Themenbereiche.

In Spalte 3 der folgenden Tabelle wird die Klassenstufe aufgeführt, in der die genannte Sachkompetenz erreicht wird.

Themenbereich	Die Schülerinnen und Schüler können	Klassenstufe
Mechanik	<ul style="list-style-type: none"><li>- mit der physikalischen Größe „Kraft“ und dem Hookschen Gesetz sicher umgehen</li><li>- mit Grundbegriffen und Kenngrößen der Kinematik sicher umgehen</li><li>- mit dem Energiebegriff und dem Energieerhaltungssatz sicher umgehen</li><li>- mit der physikalischen Größe „Impuls“ und dem Impulserhaltungssatz sicher umgehen</li></ul>	8/10
Optik	<ul style="list-style-type: none"><li>- das Strahlenmodell des Lichtes auf die Brechung und Reflexion anwenden und mit diesem Modell optische Erscheinungen beschreiben und erklären</li><li>- Strahlenverläufe an ausgewählten durchsichtigen Körpern konstruieren und die Bildentstehung an dünnen Sammellinsen konstruieren und berechnen</li></ul>	8
Elektrizitätslehre und Magnetismus	<ul style="list-style-type: none"><li>- mit den physikalischen Größen „Strom“, „Spannung“ und „ohmscher Widerstand“ sicher umgehen</li><li>- das ohmsche Gesetz erläutern</li><li>- den Feldbegriff anhand des Magnetfeldes von Dauer- und Elektromagneten erläutern</li><li>- Feldlinienbilder von Magneten, stromdurchflossenen Leitern und Spulen sicher interpretieren</li><li>- bewegte Ladung als Ursache für Magnetfelder identifizieren</li></ul>	9/10
Atom- und Kernphysik	<ul style="list-style-type: none"><li>- die Eigenschaften radioaktiver Strahlen nennen und effektive Nachweisverfahren beschreiben</li><li>- den Aufbau von Atomkernen angeben und die Existenz von Isotopen erklären</li></ul>	10

## 3.2 Methodenkompetenz

### Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methoden

Schülerinnen und Schüler können

- physikalische Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente planen, durchführen, protokollieren und auswerten sowie Fehlerbetrachtungen vornehmen
- experimentelle Methoden anwenden
  - physikalische Fragestellungen entwickeln
  - Hypothesen bilden
  - Hypothesen experimentell überprüfen
  - Ergebnisse im Hinblick auf die Fragestellung prüfen
- Einfache physikalische Modelle für Erkenntnisprozesse nutzen
  - Merkmale und Grenzen von Modellen sowie die Bedeutung ihrer Weiterentwicklung erläutern
  - Modellvorstellungen entwickeln und Modelle anwenden
- physikalische Sachverhalte beschreiben, vergleichen und klassifizieren sowie Fachtermini definieren
- kausale Beziehungen erkennen und physikalische Sachverhalte begründen und interpretieren.

### Kommunikation

Schülerinnen und Schüler können

- Informationen sachkritisch analysieren, strukturieren und adressatengerecht präsentieren
- Informationen aus Texten, Schemata, Grafiken, symbolischen Darstellungen, Gleichungen, Diagrammen und Tabellen in andere Darstellungsformen umwandeln
- Methoden und Ergebnisse physikalischer Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente in geeigneter Form darstellen und damit argumentieren
- zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden und physikalisch-naturwissenschaftliche Fachbegriffe sachgerecht anwenden.

### Reflexion

Schülerinnen und Schüler können

- physikalische Sachverhalte in angemessenen Kontexten erkennen
- Entscheidungen, Maßnahmen und Verhaltensweisen auf der Grundlage von physikalischen Fachkenntnissen unter Beachtung verschiedener Perspektiven ableiten und bewerten
- Bedeutung, Tragweite und Grenzen physikalischer Erkenntnisse, Methoden einschließlich deren Anwendungen bewerten.

### Selbst- und Sozialkompetenz

Schülerinnen und Schüler können

- selbstständig und situationsbezogen Lernstrategien und Arbeitstechniken anwenden sowie eigene Lernwege reflektieren und Lernergebnisse bewerten
- das eigene Arbeits- und Sozialverhalten sowie das anderer Personen einschätzen.

## 4 Curriculum für das Fach Physik in der Qualifikationsphase

Der Physikunterricht in der Qualifikationsphase basiert auf den Eingangsvoraussetzungen der drei naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik.

### 4.1 Leitgedanken zum Kompetenzerwerb

Der Physikunterricht in der Qualifikationsphase leistet seinen Beitrag zur vertieften Allgemeinbildung: Er umfasst fachlich-inhaltliche, methodisch-strategische, sozial- kommunikative und persönliche Dimensionen des Lernens.

Hierfür basiert die Physik in der Oberstufe des Gymnasiums auf vier Säulen:

- Experiment
- Modellbildung
- Anwendung
- Aspekte der Weltbetrachtung

Grundlage der Naturforschung sind prinzipiell das Experiment und die exakte Beobachtung von Naturvorgängen. Im Unterricht ist dafür angemessener Raum einzuräumen. Die Schülerinnen und Schüler müssen im Unterricht und außerhalb experimentieren sowie beobachten, Beobachtungen und Ergebnisse erfassen sowie auswerten. Darüber hinaus sollen selbstständig Experimente geplant und durchgeführt werden, wozu auch eine Messfehlerbetrachtung gehört.

Eine wesentliche Denkebene der Physik neben der Ebene der Phänomene ist die Ebene der physikalischen Modelle. Das Denken in Modellen muss immer wieder trainiert werden. Grenzen und Geltungsbereich der Modelle sind zentrale Aspekte der Auseinandersetzung mit der Physik.

Moderner Physikunterricht kann nicht auskommen ohne die Tatsache, dass experimentelle Ergebnisse sowie etablierte physikalische Modelle auf technische Anwendungen bezogen werden und umgekehrt.

Da die heutige Physik in vieler Hinsicht weit über Alltagserfahrungen hinausgeht und teilweise scheinbar paradoxe Ergebnisse liefert, ist die philosophische Komponente der Physik nicht zu vernachlässigen.

Die Themen sollen den Wissensaufbau gewährleisten und damit eine vertikale Vernetzung bilden. Gleichzeitig bildet die Bereitstellung von Fachbegriffen für die anderen naturwissenschaftlichen Fächer die Basis für eine horizontale Vernetzung.

Um die teilweise komplexen Zusammenhänge zu vermitteln, bedarf es einer guten Strukturierung und oftmals einer sorgfältig gewählten didaktischen Reduktion. Die Physiklehrkräfte ergänzen die angegebenen Themen durch Themen aus dem Schulcurriculum und eigene Schwerpunkte so, dass ein geschlossener Unterrichtsgang entsteht. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen, selbstverantwortlichem und handlungsorientierten Arbeiten, Teamarbeit, sozialer Kompetenz, Kommunikations- und Präsentationsfähigkeit. Bilinguale Elemente können vor allem an Schulen im Ausland mit deutschsprachigem Fachunterricht eine starke Rolle spielen. Durch die Vermittlung physikalischer Inhalte und Kompetenzen werden die Schülerinnen und Schüler auf ein Leben in einer von Naturwissenschaft und Technik geprägten Welt vorbereitet.

### 4.2 Curriculum

In der Qualifikationsphase gewinnen die wachsende Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler, das zielorientierte und bewusste Arbeiten, das gewachsene Problembewusstsein und das vertiefte Urteilsvermögen zunehmend an Bedeutung. In den Klassenstufen 11 und 12 erwerben die Schülerinnen und Schüler einen Kompetenzzuwachs vor allem qualitativer Art. Dies bedeutet, dass die im Unterricht der vorangegangenen Schuljahre erworbenen Kompetenzen stärker ausgeprägt und bewusst vernetzt werden, um dem Anspruch an eine wissenschaftspropädeutische Bildung gerecht zu werden.

Im Sinne des Lernkompetenzmodells sind Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz als Elemente zu betrachten, die miteinander verflochten sind.

### **Sachkompetenz**

Die Entwicklung der Sachkompetenz erfordert Fachwissen unter besonderer Berücksichtigung grundlegender physikalischer Modelle wie dem *Wellenmodell*, dem *Modell des Massenpunkts*, dem *Feldbegriff* etc. Das strukturiert erworbene Fachwissen schafft Voraussetzungen für anwendungsbezogene Kenntnisse und sicheres Reflexions- und Urteilsvermögen.

### **Methodenkompetenz**

Der Methodenkompetenz sind die Schwerpunkte *Methoden*, *Kommunikation* und *Reflexion* zugeordnet:

#### **Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methoden:**

Die Analyse komplexer naturwissenschaftlicher Phänomene, das Verstehen naturwissenschaftlicher Sachverhalte und die Auseinandersetzung mit Erkenntnissen bzw. deren Anwendungen beinhaltet die folgenden Komponenten:

- Beobachtung physikalischer Phänomene und Vorgänge sowie Erkennen von Fragestellungen, die auf physikalische Kenntnisse und Untersuchungen zurückführbar sind
- Planen und Durchführen von komplexeren qualitativen und quantitativen Experimenten und Untersuchungen unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten
- Herstellen von Zusammenhängen zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen
- Diskussion erkenntnistheoretischer Fragen

#### **Kommunikation:**

Kommunikation umfasst das Aufnehmen und Einordnen von Informationen sowie das angemessene Dokumentieren, Präsentieren und Diskutieren von Ergebnissen und Erkenntnissen in unterschiedlichen Kommunikationssituationen unter Verwendung der spezifischen Fachsprache. Hierzu gehört auch der sinnvolle Umgang mit modernen Medien, der im Unterricht Anwendung findet.

#### **Reflexion**

Sachgerechtes und sachkritisches Urteilen, Entscheiden und Handeln im individuellen und gesellschaftlichen Bereich ist von physikalisch-naturwissenschaftlichen Fachkenntnissen abhängig. Daraus resultiert die Bedeutung der Reflexionsfähigkeit. Reflektieren verlangt solide fachspezifische und fachübergreifende Kompetenzen. Folgende Komponenten finden Berücksichtigung:

- Beurteilung und Bewertung empirischer Ergebnisse und Modelle hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten
- Urteilsvermögen auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe
- Stellung beziehen zu gesellschaftlich relevanten Fragen unter physikalischer Perspektive
- Kritische Reflexion der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden
- Nutzung physikalischer Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge
- Analysieren und Systematisieren durch kriteriengeleitetes Vergleichen

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Selbst- und Sozialkompetenz zeigt sich in der Bereitschaft und Fähigkeit, den eigenen Lern- und Arbeitsprozess selbstständig zu gestalten sowie Leistungen und Verhalten zu reflektieren.

Schülerinnen und Schüler müssen in der Bereitschaft und Fähigkeit trainiert werden, im Team zu lernen und zu arbeiten, angemessen miteinander zu kommunizieren und das Lernen und Arbeiten sowie das Sozialverhalten im Team zu reflektieren.

### **4.3 Themenbereiche**

Im Folgenden werden die Themenbereiche aufgeführt, die nach dem „Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe der Deutschen Schulen im Ausland“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 29.04.2010) für die Qualifikationsphase verpflichtend sind (fett gedruckt). Sie wurden ergänzt durch Präzisierungen und fachliche Inhalte des estnischen Lehrplans.

Da an Schulen mit deutschsprachigem Fachunterricht das Kollegium öfter wechselt als im Inland, soll vor allem durch die Präzisierungen eine kontinuierliche Qualität erreicht werden.

Darüber hinaus wurde zu jedem Themenbereich die von den Schülerinnen und Schüler zu erreichenden Selbst- und Sozialkompetenzen aufgeführt, die sie in diesem Themenbereich im Besonderen erreichen sollen.

Darüber hinaus versteht es sich von selbst, dass die unterrichtende Lehrkraft Methoden anwendet, die es den Schülerinnen und Schüler ermöglichen, die geforderten Kompetenzen zu erwerben. Sie berücksichtigt dabei die vor Ort gegebenen Möglichkeiten. Sie berücksichtigt vor allem die Anwendung folgender Methoden:

- Erkenntnisgewinn durch Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten (sowohl Lehrer- als auch Schüler- als auch Simulationsexperimente);
- Informationen aus Texten, Schemata, Grafiken, symbolischen Darstellungen, Gleichungen, Diagrammen und Tabellen in andere Darstellungsformen umwandeln;
- physikalische Fragestellungen entwickeln;
- Ergebnisse im Hinblick auf die Fragestellungen prüfen;
- Selbstständig Arbeitstechniken anwenden;
- Zusammenhang zwischen Alltagserscheinung und physikalischem Sachverhalt



### 4.3.1 Themenbereich: Felder und Wechselwirkungen

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Elektrisches Feld</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die elektrische Ladung als physikalische Größe definieren und als ganzzahliges Vielfaches der Elementarladung darstellen,</li> <li>- den Zusammenhang von elektrischer Stromstärke und transportierter Ladung anhand der Gleichung <math>\bar{I} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}</math> beschreiben,</li> <li>- <b>elektrische Felder quantitativ und durch Feldlinienbilder beschreiben,</b></li> <li>- <b>Analogiebetrachtungen zum Gravitationsfeld durchführen,</b></li> <li>- <b>das Coulombsche Gesetz interpretieren und anwenden,</b></li> <li>- <b>ausgewählte Gleichungen und Diagramme zur elektrischen Feldstärke und elektrischen Energie interpretieren und anwenden</b></li> </ul> <p>(die elektrische Feldstärke mit Hilfe der Gleichung <math>E = \frac{F_{el}}{Q}</math> definieren, die Feldstärke in homogenen Feldern und im elektrischen Radialfeld berechnen,)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Experimente zur Bestimmung elektrischer Größen selbstständig planen, durchführen und auswerten</b></li> <li>- die elektrische Spannung als physikalische Größe mit Hilfe der elektrischen Verschiebungsarbeit definieren,</li> <li>- <b>Kondensatoren hinsichtlich ihrer Bauform und ihrer spezifischen Anwendungen mit Hilfe physikalischer Größen beschreiben</b></li> <li>- die Stärke des homogenen elektrischen Feldes im Kondensator aus der Spannung zwischen den Platten und ihrem Abstand ermitteln,</li> <li>- die Vorgänge beim Laden und Entladen eines Kondensators beschreiben und ihren zeitlichen Verlauf anhand der Diagramme I(t) und U(t) grafisch darstellen,</li> <li>- <b>die Kenngröße „Kapazität“ eines Kondensators charakterisieren,</b></li> </ul> <p>(die Gleichung <math>C = \frac{Q}{U}</math> anwenden,)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Einfluss eines Dielektrikums auf die Kapazität beschreiben,</li> <li>- den Einfluss des Plattenabstands und der Plattenfläche auf die Kapazität eines Plattenkondensator qualitativ und quantitativ beschreiben und die Gleichung <math>C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}</math> anwenden,</li> <li>- an einem ausgewählten Beispiel das elektrische Feld als Energiespeicher charakterisieren,</li> <li>- <b>den Millikanversuch beschreiben und interpretieren</b> (den Millikan-Versuch als grundlegendes Experiment zur Bestimmung der Elementarladung einordnen,)</li> <li>- <b>die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld beschreiben</b> und erklären (✂ UMI (Elektronenstrahlröhre)),</li> <li>- <b>technische Anwendungen unter Nutzung der Gesetzmäßigkeiten der elektrischen Felder erklären.</b></li> </ul>	<h1>11</h1>	<h1>16</h1>

<p><b><u>Magnetisches Feld</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anhand des Oerstedt-Versuchs die bewegte elektrische Ladung als Ursache für Magnetfelder kennzeichnen,</li> <li>- <b>magnetische Felder quantitativ beschreiben</b>, (die magnetische Flussdichte als physikalische Größe zur quantitativen Beschreibung des Magnetfeldes mit Hilfe der Gleichung <math>B = \frac{F}{I \cdot l}</math> definieren und damit die magnetische Feldkräfte ermitteln,)</li> <li>- <b>die Gesetzmäßigkeiten des magnetischen Feldes bei Anwendungen nutzen</b> (den Einfluss der Stromstärke, der Windungszahl und Achsenlänge der Spule und eines Stoffes auf die Stärke des homogenen Magnetfeldes einer zylinderförmigen Spule qualitativ und quantitativ beschreiben,)</li> <li>- <b>die Ablenkung bewegter Ladungen im homogenen Magnetfeld mit Hilfe der Lorentzkraft erklären und unter speziellen Bedingungen berechnen</b></li> <li>- die Kreisbewegung geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld erklären und ihre Anwendung bei der Bestimmung der spezifischen Ladung von Elektronen beschreiben.</li> <li>- <b>technische Anwendungen unter Nutzung der Gesetzmäßigkeiten der magnetischen Felder erklären</b></li> </ul>	<h1>11</h1>	<h1>10</h1>
<p><b><u>Induktion</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>das Auftreten einer Induktionsspannung unter Verwendung des Induktionsgesetzes für vielfältige Anordnungen qualitativ erklären und quantitativ bestimmen</b>, (den Zusammenhang zwischen dem Entstehen einer Induktionsspannung und der zeitlichen Änderung der magnetischen Flussdichte oder der wirksam durchsetzten Fläche qualitativ beschreiben, den magnetischen Fluss als physikalische Größe definieren, das faradaysche Induktionsgesetz in der Form <math>U_i = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}</math> qualitativ und quantitativ bei Berechnungen und Interpretationen von Diagrammen anwenden, in bewegten elektrischen Leitern die Polarität der Induktionsspannung ermitteln, den Zusammenhang zwischen dem faradayschen Induktionsgesetz und der Wirkungsweise von Generator und Transformator beschreiben,</li> <li>- die lenzsche Regel auf ausgewählte Beispiele anwenden,)</li> <li>- <b>die Kenngröße „Induktivität“ einer Spule charakterisieren und berechnen</b> (die Selbstinduktion erklären und die Wirkungen beschreiben, mit Hilfe der Gleichungen <math>U_i = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}</math> und <math>L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A}{l}</math> physikalische Größen ermitteln,)</li> <li>- an einem ausgewählten Beispiel das Magnetfeld als Energiespeicher charakterisieren.</li> </ul>	<h1>11</h1>	<h1>12</h1>
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- auf der Grundlage seiner gewachsenen physikalischen Kompetenz eigenständig gesellschaftsrelevante Schlussfolgerungen für den verantwortungsvollen Umgang mit Energie ableiten,</li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>- sich selbstständig Arbeitsziele setzen und die vorgesehene Experimentier- bzw. Arbeitszeit einhalten,</li> <li>- seine Beobachtungen und Erkenntnisse präzise und sachlogisch darstellen.</li> </ul>		
---	--	--

### 4.3.2 Themenbereich: Schwingungen und Wellen

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Mechanische Schwingungen</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>mit Hilfe von Kenngrößen, Diagrammen und Gleichungen den zeitlichen Ablauf harmonischer Schwingungen beschreiben und die betreffenden Gleichungen interpretieren,</b> (die Gleichungen <math>y(t)</math>, <math>v(t)</math> und <math>a(t)</math> und die zugehörigen grafischen Darstellungen interpretieren und mit ihrer Hilfe den Ablauf einer harmonischen Schwingung beschreiben.) (→ Ma 10 (Winkelfunktionen))</li> <li>- <b>für ausgewählte schwingungsfähige Systeme die Schwingungsdauer in Abhängigkeit von anderen physikalischen Größen ermitteln und die entsprechenden Gleichungen interpretieren,</b></li> <li>- <b>den Ablauf harmonischer Schwingungen und die Ausbreitung von Wellen mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes beschreiben, erklären und voraussagen,</b></li> <li>- Ursachen der Dämpfung einer Schwingung benennen,</li> <li>- Resonanz bei erzwungenen Schwingungen charakterisieren,</li> <li>- <b>bei erzwungenen Schwingungen den Zusammenhang zwischen Erregerfrequenz und Amplitude des Resonators qualitativ beschreiben.</b></li> </ul>	<b>11</b>	<b>7</b>
<p><b><u>Elektromagnetische Schwingungen</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>die Wechselstromstärke und die Wechselspannung graphisch darstellen und zwischen Effektivwerten und Maximalwerten unterscheiden,</b></li> <li>- <b>das Verhalten von Spule, Kondensator und ohmschen Widerstand im Gleich- und Wechselstromkreis beschreiben, vergleichen und erklären,</b></li> <li>- <b>den Aufbau eines elektromagnetischen Schwingkreises beschreiben und seine Wirkungsweise</b> (den Ablauf einer Schwingung im idealen Schwingkreis) <b>erklären,</b></li> <li>- <b>die Thomsonsche Schwingungsgleichung interpretieren und anwenden,</b></li> <li>- Energieumwandlungen im Schwingkreis beschreiben und Ursachen für die Dämpfung nennen,</li> <li>- Beispiele für Resonanz bei Schwingkreisen beschreiben und erklären sowie in diesem Zusammenhang die induktive Kopplung erörtern,</li> <li>- Anwendungsbeispiele für Schwingkreise nennen.</li> </ul>	<b>11</b>	<b>5</b>

<p><b><u>Mechanische Wellen</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>das physikalische Phänomen der Welle unter Verwendung von Kenngrößen und Diagrammen beschreiben sowie Erscheinungen bei der Wellenausbreitung mit den für die Wellen charakteristischen Eigenschaften erklären</b> (die Ausbreitung einer Welle anschaulich darstellen (z. B. Diagramme, Wellenfronten und -normalen) und Kenngrößen zuordnen, die Grundgleichung der Wellenlehre <math>c = \lambda \cdot f</math> interpretieren und anwenden, Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz als wesentliche Eigenschaften von Wellen charakterisieren, mit Hilfe des Gangunterschieds Interferenzmaxima und -minima erklären, stehende Wellen als besonderes Phänomen der Wellenausbreitung einordnen und Beispiele dafür nennen).</li> </ul>	<b>11</b>	<b>7</b>
<p><b><u>Hertzische Wellen</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>den Aufbau des hertzischen Dipols als offenen Schwingkreis beschreiben und seine Wirkungsweise (die Vorgänge in ihm) erklären,</b></li> <li>- <b>Analogiebetrachtungen durchführen zwischen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Schwingungen und Wellen,</b></li> <li>- <b>mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen,</b></li> <li>- <b>mechanischen und elektromagnetischen Wellen,</b></li> </ul> </li> <li>- Anwendungen hertzischer Wellen nennen,</li> <li>- <b>Experimente zur Bestimmung von mechanischen und elektrischen Größen selbstständig durchführen und auswerten.</b></li> </ul>	<b>11</b>	<b>5</b>
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Experimentierprozess entsprechend der Aufgabenstellung selbstständig und zielgerichtet planen und durchführen,</li> <li>- seine Beobachtungen und eingesetzten Arbeitsmethoden reflektieren und die Erfahrungen für zukünftige Bearbeitungsstrategien nutzen,</li> <li>- Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei der Nutzung von elektromagnetischer Strahlung (Mobilfunk) in Experimenten, im Alltag und bei modernen Technologien bewerten.</li> </ul>		

### 4.3.3 Themenbereich: Optik

<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Strahlenmodell des Lichts</u></b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Grundlagen des Strahlenmodells nennen,</li> <li>- das Reflexionsgesetz und Brechungsgesetz mathematisch formulieren,</li> <li>- mit Hilfe von Brechzahlen optische Eigenschaften verschiedener Medien vergleichen,</li> <li>- Strahlenverläufe in Prismen, planparallelen Platten und Lichtleitern zeichnen und berechnen,</li> <li>- die Gleichung für den Abbildungsmaßstab und die Abbildungsgleichung für dünne Linsen anwenden,</li> <li>- den Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise eines Fernrohres oder eines Mikroskops beschreiben.</li> </ul>	<b>11</b>	<b>10</b>

<p><b><u>Wellenmodell des Lichts</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>die Notwendigkeit der Einführung des Wellenmodells für das Licht am Beispiel der Dispersion begründen,</b> (mit Hilfe der Dispersion die spektrale Lichtzerlegung am Prisma beschreiben und die Entstehung des Regenbogens diesbezüglich zuordnen.) Beugung und Interferenz am Doppelspalt beschreiben und die Entstehung von Maxima und Minima erklären,</li> <li>- <b>Beugungs- und Interferenzerscheinungen am Doppelspalt beschreiben und</b> (die Entstehung von Maxima und Minima) <b>erklären,</b></li> <li>- <b>die Gleichungen zur Berechnung von Beugungs- und Interferenzerscheinungen beim Berechnen von Wellenlängen und Gitterkonstanten sowie der spektralen Lichtzerlegung anwenden</b></li> </ul> $\Delta x = k \cdot \lambda \qquad \Delta x = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ $\left( \begin{array}{l} \sin(\alpha) = \frac{\Delta x}{b} \\ \tan(\alpha) = \frac{s_k}{e} \end{array} \right.$ <p>Beugungs- und Interferenzerscheinungen an optischen Gittern in Analogie zum Doppelspalt einordnen.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>den Begriff Polarisation erklären,</b></li> <li>- <b>die Farben des sichtbaren Bereiches und weitere Wellenlängenbereiche des Lichtes in das elektromagnetische Spektrum einordnen</b> (✂ GE).</li> </ul>	<h1>11</h1>	<h1>10</h1>
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Unklarheiten fachsprachlich korrekt nachfragen,</li> <li>- seine Beobachtungen und Erkenntnisse unter Verwendung der physikalischen Fachsprache dokumentieren und adressatengerecht präsentieren,</li> <li>- sich selbstständig Arbeitsziele setzen und die vorgesehene Experimentier- bzw. Arbeitszeit einhalten.</li> </ul>		

#### 4.3.4 Themenbereich: Quantenphysik

Mit der Quantenphysik des Lichts und der Quantenphysik des Elektrons gewinnen die Schülerinnen und Schüler Einblicke in Grundlagen von Theorien, die das heutige physikalische Weltbild bestimmen.

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Quantenphysik des Lichts</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>den äußeren lichtelektrischen Effekt beschreiben und ihn aus der Sicht der klassischen Wellentheorie und Quantentheorie deuten,</b></li> <li>- <b>Widersprüche zwischen Beobachtungen beim äußeren lichtelektrischen Effekt und den Grundlagen des Wellenmodells erläutern,</b></li> <li>- mit Hilfe der Begriffe Lichtquant und plancksches Wirkungsquantum die Grundlagen des Quantenmodells vom Licht beschreiben,</li> </ul>	<h1>12</h1>	<h1>5</h1>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>die Einsteingleichung und ihre graphische Darstellung interpretieren und mit ihrer Hilfe das Plancksche Wirkungsquantum als universelle Naturkonstante sowie Energiebeträge und Ablösearbeiten bestimmen,</b></li> <li>- anhand von historischen Experimenten belegen, dass dem Licht gleichermaßen Wellen- und Teilcheneigenschaften zugeordnet werden können.</li> <li>- <b>Licht und Elektronen sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften zuordnen,</b> (<i>anhand von historischen Experimenten</i>)</li> <li>- <b>die Unbestimmtheitsrelation deuten,</b></li> <li>- <b>das stochastische Verhalten quantenphysikalischer Objekte erklären.</b></li> </ul>		
<p><b><u>Quantenphysik des Elektrons</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiewellen in Analogie zum Licht charakterisieren,</li> <li>- die de-Broglie-Gleichung für Materiewellen interpretieren und anwenden,</li> <li>- ein Experiment zum Nachweis der Welleneigenschaften von Elektronen beschreiben.</li> </ul>	<b>12</b>	<b>4</b>
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische und nichtphysikalische Phänomene aufmerksam und bewusst wahrnehmen,</li> <li>- sich eigenständig zusätzliche Informationsquellen für den Wissenserwerb erschließen,</li> <li>- auf Unbekanntes bzw. Unvorhergesehenes angemessen und konstruktiv reagieren,</li> <li>- sich in andere Denkweisen einarbeiten, sie akzeptieren und tolerieren sowie ihre Möglichkeiten und Grenzen erkennen,</li> <li>- sich mit verschiedenen Hypothesen und Postulaten kritisch auseinandersetzen, sachgerecht reflektieren und einordnen.</li> </ul>		

#### 4.3.5 Themenbereich: Physik der Atomhülle und des Atomkerns

<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	Klassenstufe	Zeit
<p><b><u>Physik der Atomhülle</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>den Rutherford'schen Streuversuch beschreiben und die Grundüberlegungen wiedergeben, die zum Rutherford'schen Atommodell führen,</b> (insbesondere Einordnung in die Entwicklung der Vorstellungen vom Atomaufbau,)</li> <li>- <b>einfache quantenmechanische Modelle erläutern</b></li> <li>- <b>die quantenhafte Emission von Licht in einen Zusammenhang mit der Strukturvorstellung der Atomhülle bringen,</b></li> <li>- <b>das Linienspektrum des Wasserstoffatoms und dessen Beschreibung durch Balmer erklären und Berechnungen mit dem Energieniveauschema durchführen</b></li> </ul>	<b>12</b>	<b>12</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- die bohrschen Postulate sowie Vorzüge und Grenzen des bohrschen Atommodells nennen,</li> <li>- <b>die Bohrschen Postulate benennen und das Bohrsche Atommodell erklären,</b> (insbesondere die Vorzüge und Grenzen)</li> <li>- den Aufbau des Franck-Hertz-Versuchs beschreiben und erklären sowie seine Ergebnisse interpretieren,</li> <li>- <b>den Franck-Hertz-Versuch beschreiben, erklären und interpretieren,</b></li> <li>- das Energieniveauschema des Wasserstoffatoms interpretieren sowie Wellenlängen und Frequenzen für das emittierte und absorbierte Licht berechnen,</li> <li>- <b>einen Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Atomhülle und dem Periodensystem herstellen,</b></li> <li>- <b>die Erzeugung von Röntgenstrahlen erklären und Beispiele für Anwendungen und Gefahren erläutern</b> (✗ UE, ✗ GE),</li> <li>- die induzierte Emission von Licht im Hinblick auf die Wirkungsweise eines Lasertyps einordnen,</li> <li>- wesentliche Eigenschaften des Laserlichts und Beispiele seiner Anwendungen nennen,</li> <li>- einen Ausblick auf die Weiterentwicklung der Modellvorstellungen über das Atom geben.</li> </ul>		
<p><b><u>Radioaktivität</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bestandteile eines Atomkerns unterscheiden,</li> <li>- die Zusammensetzung von Atomkernen mit Hilfe der Symbolschreibweise bestimmen,</li> <li>- Isotope unterscheiden,</li> <li>- <b>radioaktive Strahlung in Zusammenhang mit Kernzerfällen bringen und wichtige und typische Kernzerfälle erläutern,</b> (die Kernumwandlung beim radioaktiven Zerfall an einem Beispiel beschreiben, die Entstehung von <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung beschreiben sowie die zugehörigen Zerfallsgleichungen angeben,)</li> <li>- <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- und <math>\gamma</math>-Strahlung mit Hilfe ihrer Eigenschaften unterscheiden,</li> <li>- Nachweismöglichkeiten radioaktiver Strahlung nennen,</li> <li>- <b>einen Überblick über die biologische Wirkung radioaktiver Strahlung geben und Maßnahmen des Strahlenschutzes erläutern,</b></li> <li>- den Begriff der Halbwertszeit definieren,</li> <li>- die grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs eines radioaktiven Zerfalls interpretieren und die Halbwertszeit bestimmen,</li> <li>- ein Beispiel für die Anwendung von Radionukliden beschreiben.</li> </ul>	<h1 style="font-size: 2em;">10</h1>	<h1 style="font-size: 2em;">12</h1>
<p><b><u>Kernphysik</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unter Verwendung seiner erworbenen Kenntnisse über den Aufbau des Atomkerns die Bedeutung der Kernkräfte für die Stabilität des Atomkerns erklären,</li> <li>- <b>einen Überblick über Leptonen, Hadronen und Quarks geben,</b></li> <li>- den Massendefekt beschreiben und berechnen,</li> <li>- mit Hilfe des Massendefekts die Bedeutung der Kernbindungsenergie erklären und die Kernbindungsenergie berechnen,</li> </ul>	<h1 style="font-size: 2em;">12</h1>	<h1 style="font-size: 2em;">12</h1>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- sein Wissen über radioaktive Strahlung zur Beschreibung von Zerfallsreihen anwenden,</li> <li>- den radioaktiven Zerfall mit Hilfe der Gleichung <math>N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}</math> beschreiben, berechnen und dabei seine Kenntnisse über die Halbwertszeit anwenden,</li> <li>- die Aktivität als physikalische Größe zur Beschreibung des Zerfallsvorgangs charakterisieren.</li> </ul>		
<p><b><u>Kernenergie und ihre Nutzung</u></b></p> <p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ausgehend von den Kernkräften und der Kernbindungsenergie die Stabilität der Atomkerne und die Erzeugung von Energie durch Kernspaltung und Fusion erklären (Hierzu können die Schülerinnen und Schüler den Begriff Massendefekt in Zusammenhang bringen.),</b></li> <li>- einen Überblick über die Arbeitsweise von Kernreaktoren geben,</li> <li>- die bei der Kernspaltung und Kernfusion frei werdenden Energien berechnen.</li> <li>- <b>einen Überblick über die technische Realisierung der Energiegewinnung durch Kernspaltung und ihrer Randbedingungen und Gefahren geben.</b></li> </ul>	<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">12</h1>	<h1 style="font-size: 36px; margin: 0;">10</h1>
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- über die Verantwortung der Wissenschaftler sowie Sicherheits- und Umweltaspekte sachgerecht diskutieren,</li> <li>- sich unter Verwendung naturwissenschaftlicher Kenntnisse und unter Berücksichtigung ökonomischer sowie ökologischer Gesichtspunkte einen persönlichen Standpunkt zur Anwendung radioaktiver Strahlung bilden,</li> <li>- sich mit den Meinungen anderer zum Thema Radioaktivität sachlich und tolerant auseinandersetzen,</li> <li>- in Bezug auf den Strahlenschutz Konsequenzen für das eigene Handeln ableiten,</li> <li>- auf der Grundlage seiner gewachsenen physikalischen Kompetenz eigenständig gesellschaftsrelevante Schlussfolgerungen für den verantwortungsvollen Umgang mit Energie ableiten,</li> <li>- sich mit dem „Für und Wider“ der Atomenergienutzung auseinandersetzen.</li> </ul>		



### 4.3.6 Themenbereich: Spezielle Relativitätstheorie

Der Themenbereich Spezielle Relativitätstheorie ist nicht Abiturrelevant und ist Themengebiet für die Unterrichtsphase nach dem Abitur und wird aus schulspezifischen Gründen behandelt.

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><u>Kinematische Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie</u></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das klassische Relativitätsprinzip und das Michelson-Experiment in die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie einordnen,</li> <li>- die einsteinschen Postulate sowie die Zeitdilatation und die Längenkontraktion als grundlegende Effekte der speziellen Relativitätstheorie inhaltlich beschreiben,</li> <li>- Experimente zum Beleg der grundlegenden Effekte der speziellen Relativitätstheorie nennen.</li> </ul>	<b>12</b>	<b>5</b>
<p><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- auf Unbekanntes bzw. Unvorhergesehenes angemessen und konstruktiv reagieren,</li> <li>- sich eigenständig zusätzliche Informationsquellen für den Wissenserwerb erschließen,</li> <li>- sich in andere Denkweisen einarbeiten, sie akzeptieren und tolerieren sowie ihre Möglichkeiten und Grenzen erkennen.</li> </ul>		

### 4.7 Themenbereich: Thermodynamik

Der Themenbereich Thermodynamik ist nicht Abiturrelevant und ist Themengebiet für die Unterrichtsphase nach dem Abitur und wird aus schulspezifischen Gründen behandelt.

Sach- und Methodenkompetenz	Klassenstufe	Zeit
<p><u>Grundlagen der Thermodynamik</u></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zustand und die Zustandsänderungen thermodynamischer Systeme aus phänomenologischer Sicht beschreiben und vereinfacht mit Hilfe der Teilchenvorstellungen deuten.</li> </ul>	<b>12</b>	<b>4</b>
<p><u>Zustandsänderung des idealen Gases</u></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Merkmale des Modells ideales Gas nennen,</li> <li>- die Zusammenhänge zwischen den Zustandsgrößen p, V und T beschreiben und interpretieren sowie die allgemeine Zustandsgleichung in der Form <math>\frac{p \cdot V}{T} = konst.</math> und ihre Spezialfälle (isochor, isobar und isotherm) bei der Berechnung von Zustandsänderungen anwenden,</li> <li>- die verschiedenen Zustandsänderungen grafisch darstellen sowie grafische Darstellungen interpretieren.</li> </ul>	<b>12</b>	<b>8</b>

<p><b><u>Hauptsätze der Thermodynamik</u></b>  Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den ersten Hauptsatz der Thermodynamik auf isotherme, isobare und isochore Zustandsänderungen anwenden,</li> <li>- die adiabatische Zustandsänderung als weitere Möglichkeit für Zustandsänderungen einordnen,</li> <li>- den vereinfachten Aufbau und die prinzipiellen Wirkungsweisen sowie Energieflussdiagramme von Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen/Kältemaschinen im Hinblick auf den 2. Hauptsatz der Thermodynamik miteinander vergleichen,</li> <li>- den thermischen Wirkungsgrad als physikalische Größe in diesem Zusammenhang einordnen.</li> </ul>	<h1 style="font-size: 2em; color: blue;">12</h1>	<h1 style="font-size: 2em; color: blue;">8</h1>
<p><b><u>Selbst- und Sozialkompetenz</u></b></p>		
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gesellschaftspolitische Entscheidungen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit bewerten,</li> <li>- Möglichkeiten und Grenzen der praktischen Umsetzung theoretischer Erkenntnisse in der Technik diskutieren,</li> <li>- aktuelle Vorschläge für den Klimaschutz aus der Sicht der Thermodynamik werten, eigene und fremde Sichtweisen einbeziehen und daraus persönliche Schlussfolgerungen für das Verhalten ableiten.</li> </ul>		

#### 4.8 Verbindliche Schwerpunkte für Schülerexperimente

Die nachfolgend genannten experimentellen Schwerpunkte sind wenn möglich verbindlich. Die von der Lehrkraft ausgewählten Experimente können wahlweise im laufenden Unterricht oder in Form eines Praktikums durchgeführt werden. Die konkreten Experimentieraufgaben zu den einzelnen Schwerpunkten sind eigenverantwortlich und unter Berücksichtigung der schulischen Rahmenbedingungen auszuwählen.

<p>Federschwinger oder Fadenpendel, z. B.: <i>Bestimmen der Federkonstante, Bestimmen der Fallbeschleunigung</i></p>
<p>Brechung des Lichts, z. B.: <i>Bestimmen der Brechzahl, Grenzwinkel der Totalreflexion</i></p>
<p>Abbildung an Sammellinsen, z. B.: <i>Bestimmen der Brennweite, Bestätigung der Abbildungsgleichung</i></p>
<p>Beugung und Interferenz am optischen Gitter, z. B.: <i>Bestimmen einer Wellenlänge, Bestimmen von Gitterkonstanten</i></p>

## 5 Leistungseinschätzung

### 5.1 Grundsätze

Die Einschätzung der Kompetenzentwicklung muss dem Charakter des Physikunterrichts Rechnung tragen. Sie folgt dem Prinzip der Ganzheitlichkeit und basiert auf Selbst- und Fremdeinschätzung. Die Leistung des Schülers wird mit Hilfe vielfältiger Instrumente ermittelt, eingeschätzt bzw. benotet. Die Leistungseinschätzung muss sowohl pädagogische als auch fachliche Grundsätze berücksichtigen. Ziel ist es, die Mehrdimensionalität der Leistungen auf der Grundlage transparenter und für den Schüler nachvollziehbarer Kriterien einzuschätzen (vgl. 4.2).

Bei der Leistungseinschätzung sind folgende Anforderungsbereiche zu beachten:

Anforderungsbereich I (Reproduktion)	Anforderungsbereich II (analoge Rekonstruktion)	Anforderungsbereich III (Konstruktion)
<ul style="list-style-type: none"><li>- das Wiedergeben von bekannten Sachverhalten aus einem abgegrenzten Fachgebiet im gelernten Zusammenhang</li><li>- das Beschreiben und Verwenden gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang</li><li>- selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigem Deuten, Folgern, Begründen oder Werten zu gelangen</li><li>- das Anpassen oder Auswählen gelernter Denkmethode bzw. Lernverfahren zum Bewältigen von neuen Aufgaben</li></ul>

Ein angemessenes Verhältnis der drei Anforderungsbereiche ist umzusetzen. In allen Anforderungsbereichen sind Aspekte der Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz ausgewogen und klassenstufenbezogen zu berücksichtigen. Dabei sind grundsätzlich die Leistungen im schriftlichen, mündlichen und praktischen Bereich zu einem bestimmten Zeitpunkt sowie über einen definierten Zeitraum einzubeziehen.

Zur Einschätzung der Kompetenzentwicklung im Physikunterricht eignen sich z. B.

- besondere Beiträge in Gruppen- und Unterrichtsgesprächen,
- Vorträge und Kurzreferate,
- schriftliche und mündliche Kontrollen,
- fachspezifische und fächerübergreifende Projekte und Wettbewerbe,
- Modelle, Informationstafeln, Dokumentationen, Facharbeiten,
- Schüler- und Demonstrationsexperimente sowie dabei angelegte Versuchsprotokolle.

Naturwissenschaftliche Unterrichtsprojekte und Experimente sind in besonderem Maße geeignet, die verschiedenen Formen der Leistungseinschätzung miteinander zu verknüpfen. Sie werden von Bewertungsphasen begleitet, die Auskunft über das Entwicklungsniveau der Kompetenzen geben.

## 5.2 Kriterien

Die Einschätzung erfolgt auf der Basis transparenter Kriterien und bezieht sich auf die Qualität des zu erwartenden Produkts und des Lernprozesses, ggf. auch der Präsentation des Arbeitsergebnisses. Die Kriterien sind allgemein gültig und gelten für alle Themenbereiche.

### **Produktbezogene Kriterien sind z. B.**

- Aufgabenadäquatheit,
- Korrektheit und Wissenschaftlichkeit,
- Übersichtlichkeit, Vollständigkeit und Strukturiertheit der Darstellung von Lösungswegen und Ergebnissen,
- angemessene Verwendung der mathematisch-physikalischen Fachsprache,
- Einhaltung formaler Gestaltungsnormen.

### **Prozessbezogene Kriterien sind z. B.**

- Anwenden physikalischer Methoden und Arbeitsweisen,
- Effizienz bei der Bearbeitung physikalischer Problemstellungen,
- sachgemäße Auswahl und Anwendung von Geräten und Hilfsmitteln,
- zielgerichtete Beschaffung und Verarbeitung von naturwissenschaftlich-technischen Sachinformationen unter Nutzung geeigneter Medien,
- Reflexion und Dokumentation des methodischen Vorgehens,
- Leistungsbereitschaft bei Einzel- und Gruppenarbeit,
- Qualität der Planung einschließlich Zeitmanagement,
- Gestaltung der Lernumgebung (z. B. Vollständigkeit der Arbeitsmaterialien, Ordnung am Arbeitsplatz, Arbeitsschutz).

### **Präsentationsbezogene Kriterien sind z. B.**

- logischer Aufbau und Strukturiertheit der Lösungswege und Ergebnisse,
- inhaltliche Qualität der Darstellung,
- angemessener und sicherer Umgang mit geeigneten elektronischen Medien,
- Einhalten des vorgegebenen quantitativen Rahmens,
- angemessene Verwendung der mathematisch-physikalischen Fachsprache,
- Vortragsweise (z. B. freies Sprechen),
- dem Produkt und der Zielgruppe angemessene Visualisierung, Darstellung und Präsentationsform,
- kompetente Reaktion auf Rückfragen.