

Viktoriaschule Aachen

Curriculum

Physik

Stand: 05.09.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Die Fachgruppe Physik.....	3
2	Schulinterner Lehrplan: Sekundarstufe I	4
2.1	Vorbemerkung	4
2.2	Klasse 6.....	5
2.3	Klasse 7.....	9
2.4	Klasse 8.....	12
2.5	Klasse 9 (in Planung).....	15
2.6	Klasse 10 (in Planung).....	16
2.7	Klasse 9 (G8).....	17
3	Schulinterner Lehrplan: Sekundarstufe II	18
3.1	Vorbemerkung	18
3.2	Einführungsstufe EF	19
3.3	Grundkurs Q1	21
3.4	Grundkurs Q2	23
3.5	Leistungskurs Q1	25
3.6	Leistungskurs Q2.....	28
4	Leistungsbewertung im Fach	30
4.1	Bewertung von Klausuren in der Sekundarstufe II	30
4.2	Bewertung von Facharbeiten und Besonderen Lernleistungen	31
4.3	Bewertung der „Sonstigen Leistungen im Unterricht“ bzw. der „Sonstigen Mitarbeit“	31
5	Fachspezifische Unterrichtsformen	42
5.1	Fächerverbindende und fächerübergreifende Angebote (auch Projektkurse).....	42
5.2	Arbeitsgemeinschaften	42
6	Wettbewerbe.....	43
6.1	Jugend forscht/Schüler experimentieren	43
7	Anhang	44
7.1	Klausurbeispiel	44
Aufgabe 1:	Gitterspektren	44
7.2	Lösung und Punkte.....	46
7.3	Facharbeitsbeurteilungsbogen.....	49
8	Kompetenzerwartung (G8).....	50
8.1	Kompetenzerwartung Sekundarstufe I	50
8.2	Kompetenzerwartung EF	55
8.3	Kompetenzerwartungen Q1-Q2	58

1 Die Fachgruppe Physik

Die Viktoriaschule ist ein Gymnasium in Trägerschaft der evangelischen Kirche im Rheinland. Sie liegt in der Aachener Innenstadt und ist verkehrstechnisch gut erreichbar. Daher setzt sich die Schülerschaft aus dem ganzen Stadtgebiet und den angrenzenden Bereichen der Städteregion Aachen zusammen. Die Schülerinnen und Schüler kommen oft aus bis zu 10 verschiedenen Grundschulen. Dies sollte in der Gestaltung des Unterrichts in der Klasse 6 beachtet werden.

Aufbauend auf der dreizügigen Sekundarstufe I werden die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II in der Einführungsphase in der Regel in zwei Grundkursen unterrichtet.

In der Qualifikationsphase entstehen zumeist je nach Wahlen der Schülerinnen und Schüler ein Grund- und ein Leistungskurse (siehe dazu auch Kapitel 3).

Leistungskurse erhalten 3,75 Zeitstunden Unterricht. Im besonderen Oberstufenmodell der Viktoriaschule wählen die Schülerinnen und Schüler zum 1. Jahr der Qualifikationsphase drei Leistungskurse, von denen sie zu Beginn des 2. Jahres der Qualifikationsphase einen zum Grundkurs abstimmen. Dieser wird dann das 3. Abiturfach, aber weiterhin mit 3,75 Unterrichtsstunden gemeinsam mit den verbleibenden LK-Schülerinnen und -schülern unterrichtet. Im 2. Jahr der Qualifikationsphase soll aber häufiger entsprechend der Schwerpunkte des Kernlehrplans binnendifferenziert unterrichtet werden.

Aufgrund der Blockung liegen normale Grundkurse, die auch als 4. Abiturfach gewählt werden können, auch im Nachmittagsbereich. Hierauf versucht die Fachgruppe Rücksicht zu nehmen, indem sie die verwendeten Unterrichtsmethoden anpasst.

In Übereinstimmung mit dem Schulprogramm setzt sich die Fachgruppe Physik das Ziel, die Schülerinnen und Schüler zu unterstützen, selbstständige, eigenverantwortlich handelnde, selbstbewusste, sozial kompetente und engagierte Persönlichkeiten zu werden. Dazu beitragen sollen die Unterrichtsmethoden und -inhalte, wie sie in den Kapiteln 2 und 3 beschrieben werden, aber auch die individualisierenden Methoden der Kapitel 5 und 6. In der Sekundarstufe II sollen die Schülerinnen und Schüler darüber hinaus auf die zukünftigen Herausforderungen in Studium und Beruf vorbereitet werden. Hier gilt es auch die besondere Rolle der Physik in vielen Lebens- und Arbeitsbereichen hervorzuheben (siehe auch die im Folgenden angesprochenen Punkte).

Schülerinnen und Schüler aller Klassen und Jahrgangsstufen werden zur Teilnahme an Wettbewerben im Fach Physik angehalten, insbesondere gilt dies für die im Kapitel 6 näher beschriebenen.

In allen Stufen sollen sowohl innerhalb des Fachunterrichts als auch in fächerverbindenden und fächerübergreifenden Angeboten Anwendungsbezüge in den Fokus gerückt werden. Im Schuljahr 2013/2014 gab es zum ersten Mal einen Projektkurs MINT in der Qualifikationsphase, der sich mit naturwissenschaftlichen Themen beschäftigte.

Über die jährlich in der ersten Fachkonferenz des Schuljahres stattfindende Evaluation der zentral gestellten Abiturklausuren hinaus tauscht sich die Fachgruppe über Unterricht aus und nutzt die Ergebnisse ggf. zur Verbesserung des schulinternen Curriculums.

Ein Ziel der Fachgruppe ist die Ausweitung der gemeinsamen Planung von Unterrichtsreihen. Hier bietet sich die Umsetzung der neuen Kernlehrpläne im Rahmen der Umstellung auf G) in konkrete Unterrichtsvorhaben an. Dabei gehen auch die in Fortbildungsveranstaltungen erlernten Methoden und erhaltenen Materialien ein. Die Fachgruppe strebt die regelmäßige Teilnahme an den von der Bezirksregierung bzw. dem Schulministerium angebotenen Fortbildungsveranstaltungen an.

Fachvorsitzender: *OStR i.K. Dr. Frank Greschik.*

2 Schulinterner Lehrplan: Sekundarstufe I

2.1 Vorbemerkung

Laut Beschluss der Fachkonferenz Physik (18.11.14) wird in der Sekundarstufe I das Lehrwerk „Focus Physik“ des Cornelsen Schulbuchverlags (möglichst in der jeweils aktuellen Ausgabe) verwendet. Das Schulbuch wird unterstützend verwendet, d.h. es wird durch weiterführende Materialien ergänzt.

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan deckt die im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen ab. Der Physikunterricht sorgt für die Ausbildung und Entwicklung dieser Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans.

In der folgenden tabellarischen Übersicht der Unterrichtsinhalte und der Umsetzungshinweise sind Verweise auf verschiedene allgemeine und konkrete Kompetenzerwartungen angegeben, wie sie in den Kernlehrplänen formuliert sind.

Am Ende der jeweiligen Schulabschnitte sollen die genannten Kompetenzen erreicht sein, d.h. innerhalb dieser Abschnitte kann die Reihenfolge von der Lehrkraft nach ihren Erfahrungen und unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler festgelegt werden.

Ab dem Schuljahr 2018/19 wechselt die Viktoriaschule von G8 zu G9. Der schulinterne Lehrplan wird sukzessive umgestellt.

2.2 Klasse 6

<p><i>Allgemeines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Einführung in die Nutzung der Fachräume, Ordnung, Sauberkeit - Sicherheitsunterweisung, besonders im Umgang mit Elektrizität - Experimentieren, Umgang mit Schüler-Übungsmaterial 		
<i>Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Inhalte und Kompetenzschwerpunkte</i>	<i>Bemerkungen und weitere Vereinbarungen</i>
Temperatur		
<p>Temperaturmessung mit dem Thermometer (ca 7 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Thermische Energie: Wärme, Temperatur und Temperaturmessung - Wirkung: Wärmeausdehnung <p>E2: Beschreibung von Phänomenen E4: Messen physikalischer Größen E6: Modelle zur Erklärung K1: Protokolle nach vorgegebenem Schema, Anlegen von Tabellen</p>	<p><i>Schwerpunkte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung Modellbegriff - Erste Anleitung zum selbstständigen Experimentieren <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Erster Entwurf eines Teilchenmodells (siehe IF9, IF10) <p><i>Synergien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Beobachtungen, Beschreibungen, Protokolle, Arbeits- und Kommunikationsformen (siehe Biologie)
Wärme		
<p>Wärme in Natur und Technik (ca. 8 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Thermische Energie: Wärme, Temperatur - Wärmetransport: Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Wärmedämmung - Wirkung: Aggregatzustände, Wärmeausdehnung <p>UF1: Erläuterung von Phänomenen, Fachbegriffe abgrenzen</p>	<p><i>Schwerpunkte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungen, Phänomene der Wärme im Vordergrund, als Energieform nur am Rande, - Argumentation mit dem Teilchenmodell - Selbstständiges Experimentieren <p><i>Vernetzung</i></p>

	<p>UF4: Physikalische Erklärungen in Alltagssituationen E2: Unterschied Beschreibung – Deutung E6: Modelle zur Erklärung und Vorhersage K1: Tabellen und Diagramme nach Vorgabe</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspekte Energieerhaltung und Entwertung (IF7) - Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF9, IF10) <p><i>Synergien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Anpasstheit an Jahreszeiten und extreme Lebensräume (Biologie) - Teilchenmodell (Chemie)
Elektrizität und Magnetismus		
<p>Elektrizität im Alltag (ca. 10 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Was geschieht in elektrischen Geräten - Unterschiedliche Wirkungsweisen des elektr. Stromes - Leiter / Nichtleiter <p>UF4: physikalische Konzepte auf Realsituationen anwenden E4: Experimente planen und durchführen K1: Schaltskizzen erstellen, lesen und umsetzen K4: Aussagen begründen</p>	<p><i>Nutzung selbstgebaute Experimentiermaterialien</i></p> <p><i>Schwerpunkte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Makroebene, grundlegende Phänomene, Umgang mit Grundbegriffen <p><i>Synergien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - UND-, ODER- Schaltung (siehe Informatik)
<p>Orientierung und Navigation (ca. 4 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Warum zeigt uns der Kompass die Himmelsrichtung <p>E3: Vermutungen äußern E4: Systematisches Erkunden E6: Modelle zur Veranschaulichung K1: Felder skizzieren</p>	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Feld nur als Phänomen (siehe IF9) - erste Begegnung mit dem physikalischen Kraftbegriff <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - elektrisches Feld (IF9) - Elektromotor und Generator (IF11) <p><i>Synergien</i></p>

		- Erdkunde: Bestimmung der Himmelsrichtungen
Physik und Musik		
Musik als physikalisches Phänomen (ca. 5 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe und Lautstärke, Schallausbreitung - Schallquellen und -empfänger: Sender- und Empfängermodell <p>UF4: Fachbegriffe und Alltagssprache E2: Phänomene wahrnehmen und Veränderungen beschreiben E5: Interpretation von Diagrammen E6: Funktionsmodell zur Veranschaulichung</p>	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nur qualitative Betrachtung der Größen, keine Formeln <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Teilchenmodell (IF1)
Lärmbelästigung		
Lärmschutz (ca. 3 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Schwingungen und Schallwellen: Schallausbreitung, Absorption und Reflexion - Schallquellen und -empfänger: Lärm und Lärmschutz <p>UF4: Fachbegriffe und Alltagssprache B1: Fakten nennen und gegenüber Interessen abtrennen B3: Erhaltung der eigenen Gesundheit</p>	<p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Teilchenmodell (IF1)
Schall in Natur und Technik		
Mit Schallwellen sehen (1-2 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe - Schallquellen und -empfänger: Ultraschall in Tierwelt und Medizin und Technik <p>UF4: Kenntnisse übertragen</p>	

	E2: Phänomene aus Tierwelt und Technik mit physikalischen Begriffen beschreiben	
Wahrnehmung mit Licht		
Sicherheit im Straßenverkehr: Sehen und gesehen werden (ca. 4 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und -empfänger, Modell des Lichtstrahls - Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: Streuung und Reflexion, Transmission, Absorption, Schatten <p>UF1: Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen</p> <p>E6: Idealisierung durch Modelllichtstrahl</p> <p>K1: Erstellung präziser Zeichnungen</p>	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reflexion nur als Phänomen <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schall (IF3) - Lichtstrahlmodell (IF5)
Abbildungen mit Licht		
Lochkamera (1-2 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbreitung: Abbildungen <p>UF3: Bilder der Lochkamera verändern</p> <p>K1: Erstellung präziser Zeichnungen</p>	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - nur einfache Abbildungen <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Abbildungen mit optischen Geräten (IF5)
Licht in Natur und Technik		
Nutzen und Gefahren (ca. 3 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Strahlungsarten: IR, UV, Laser, Schutzmaßnahmen <p>UF3: Strahlungsarten vergleichen</p> <p>B1: Gefahren durch Strahlung, Sichtbarkeit von Gegenständen verbessern</p> <p>B3: Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen</p>	

2.3 Klasse 7

<p><i>Allgemeines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - max. 38 Zstd., Planung 30 - Allgemeine Einführung in die Nutzung der Fachräume, Ordnung, Sauberkeit - Sicherheitsunterweisung, besonders im Umgang mit Elektrizität - Experimentieren, Umgang mit Schüler-Übungsmaterial 		
<i>Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Inhalte und Kompetenzschwerpunkte</i>	<i>Bemerkungen und weitere Vereinbarungen</i>
7.1 Spiegelbilder		
<p>Wie entsteht ein Spiegelbild? (ca. 4 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Spiegelungen, Reflexionsgesetz, Bildentstehung am Planspiegel <p>IF5: Optische Instrumente UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> - mathematische Formulierung eines physikalischen Zusammenhanges <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> - Idealisierung (Lichtstrahlmodell) 	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherheitsaspekte im Straßenverkehr <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen, Reflexion (IF4) - Bildentstehung am Planspiegel → Spiegelteleskope (IF6)
7.2 Optische Systeme		
<p>Das Auge und optische Instrumente (ca. 12 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lichtbrechung an Grenzflächen, Bildentstehung bei Sammellinsen und optischen Instrumenten, Lichtleiter <p>IF5: Optische Instrumente E4: Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bildentstehung bei Sammellinsen <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung Parametervariation bei Linsensystemen UF2: Auswahl und Anwendung</p>	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bildentstehung, Einsatz digitaler Werkzeuge (z. B. Geometriesoftware) - Erstellung von Präsentationen zu physikalischen Sachverhalten <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Linsen, Lochblende ← Strahlenmodell des Lichts, Abbildungen (IF4)

	<ul style="list-style-type: none"> - Brechung - Bildentstehung <p>UF4: Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einfache optische Systeme - Endoskop und Glasfaserkabel <p>K3: Präsentation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Teleskope → Beobachtung von Himmelskörpern (IF6) <p><i>Synergien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Auge → Biologie (IF7) - Mikroskopie von Zellen ↔ Biologie (IF1, IF2, IF6)
7.3 Die Welt der Farben		
Farben, wie kommt es dazu? (ca. 4 ZStd)	<ul style="list-style-type: none"> - Lichtbrechung an Grenzflächen, Spektralzerlegung, Absorption, Farbmischung <p>IF5: Optische Instrumente</p> <p>UF3: Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - digitale Farbmodelle <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parameter bei Reflexion und Brechung <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> - digitale Farbmodelle 	<p><i>Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Erkunden von Farbmodellen am PC <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung, Absorption, Lichtenergie (IF4) - Spektren → Analyse von Sternenlicht (IF6) - Lichtenergie → Photovoltaik (IF11) <p><i>Synergien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schalenmodell ← Chemie (IF1), Farbsehen → Biologie (IF7)
7.4 Licht und Schatten im Sonnensystem		
Wie entstehen Mondphasen, Finsternisse und Jahreszeiten? (ca. 4 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Sonnensystem, Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternis, Jahreszeiten <p>IF6: Sterne und Weltall</p> <p>E1: Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> - naturwissenschaftlich beantwortbare Fragestellungen 	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Naturwissenschaftliche Fragestellungen, ggf. auch aus historischer Sicht <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schatten (IF4)

	<p>E2: Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none">- Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen <p>E6: Modell und Realität</p> <p>Phänomene mithilfe von gegenständlichen Modellen erklären</p>	<p><i>Synergien</i></p> <p><i>Schrägstellung der Erdachse, Beleuchtungszonen, Jahreszeiten ↔ Erdkunde (IF5)</i></p>
--	--	---

2.4 Klasse 8

<p><i>Allgemeines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - max. 38 Zstd., Planung mit 30 - Sicherheitsunterweisung
--

<i>Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Inhalte und Kompetenzschwerpunkte</i>	<i>Bemerkungen und weitere Vereinbarungen</i>
8.1 Objekte am Himmel		
<p>Was kennzeichnet die verschiedenen Himmelsobjekte? (ca. 6 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planeten, Himmelsobjekte, Sternentwicklung IF6: Sterne und Weltall UF3: Ordnung und Systematisierung - Klassifizierung von Himmelsobjekten E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten - gesellschaftliche Auswirkungen B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen - Wissenschaftliche und andere Weltvorstellungen vergleichen - Gesellschaftliche Relevanz (Raumfahrtprojekte) 	<p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fernrohr (IF 5), Spektralzerlegung des Lichts (IF 5)
8.2 Einfache Maschinen und Werkzeuge: Kleine Kräfte, lange Wege		
<p>Wie kann ich mit kleinen Kräften eine große Wirkung erzielen? (ca. 11 Zstd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verformung, Wechselwirkungsprinzip, Gewichtskraft und Masse, Kräfteaddition, Reibung, Goldene Regel und einfache Maschinen IF7: Bewegung, Kraft und Energie UF3: Ordnung und Systematisierung - Kraft und Gegenkraft - Goldene Regel E4: Untersuchung und Experiment 	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimentelles Arbeiten, Anforderungen an Messgeräte <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vektorielle Größen, Kraft \leftarrow Geschwindigkeit (IF 7)

	<ul style="list-style-type: none"> - Aufnahmen von Messwerten - Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ableiten von Gesetzmäßigkeiten (Je-desto-Beziehungen) <p>B1: Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einsatzmöglichkeiten von Maschinen - Barrierefreiheit 	<p><i>Synergien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bewegungsapparat, Skelett, Muskeln ← Biologie (IF 2), Lineare und proportionale Funktionen ← Mathematik (IF Funktionen)
8.3 Druck und Auftrieb		
Was ist Druck? (ca. 6 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Druck, Schweredruck, Luftdruck, Dichte, Auftrieb, Archimedes, Druck und Kraft <p>IF8: Druck und Auftrieb</p> <p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Druck und Kraftwirkungen <p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auftriebskraft <p>E5: Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schweredruck und Luftdruck bestimmen <p>E6: Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> - Druck und Dichte im Teilchenmodell - Auftrieb im mathematischen Modell 	<p><i>Schwerpunktsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendung experimentell gewonnener Erkenntnisse <p><i>Vernetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Druck ← Teilchenmodell (IF 1) - Auftrieb ← Kräfte (IF 7) <p><i>Synergien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dichte ← Chemie (IF 1)
8.4 100 m in 10 Sekunden		
Wie schnell bin ich? (ca. 7 Zstd.)	<ul style="list-style-type: none"> - Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft und Bewegungsänderung <p>IF7: Bewegung, Kraft und Energie</p> <p>UF1: Wiedergabe und Erläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bewegungen analysieren <p>E4: Untersuchung und Experiment</p>	<p><i>Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung von Vektorpfeilen für Größen mit Betrag und Richtung, Darstellung von realen Messdaten in Diagrammen <p><i>Vernetzung:</i></p>

	<ul style="list-style-type: none">- Aufnehmen von Messwerten- Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung <ul style="list-style-type: none">- Erstellen von Diagrammen- Kurvenverläufe interpretieren	<ul style="list-style-type: none">- Vektorielle Größen → Kraft (IF 7) <i>Synergien</i> <ul style="list-style-type: none">- Mathematisierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in Form funktionaler Zusammenhänge ← Mathematik (IF Funktionen)
--	---	--

2.5 Klasse 9 (in Planung)

<p><i>Allgemeines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - max. 38 Zstd., Planung mit 30 - Sicherheitsunterweisung, besonders im Umgang mit Elektrizität
--

<i>Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Inhalte und Kompetenzschwerpunkte</i>	<i>Bemerkungen und weitere Vereinbarungen</i>
9.1 Energie treibt alles an		
Was ist Energie? Wie kann ich schwere Dinge heben? (ca. 6 Zstd.)		
9.2 Blitze und Gewitter		
Warum schlägt der Blitz ein? (ca. 6 Zstd.)		
9.3 Sicherer Umgang mit Elektrizität		
Wann ist Strom gefährlich? (ca. 10 Zstd.)		-
9.4 Versorgung mit elektrischer Energie		
Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt? (ca. 10 Zstd.)		-

2.6 Klasse 10 (in Planung)

<p><i>Allgemeines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ca. 30 ZStd, Planung mit 22 - Sicherheitsunterweisung, besonders im Umgang mit Elektrizität und Radioaktivität

<i>Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Inhalte und Kompetenzschwerpunkte</i>	<i>Bemerkungen und weitere Vereinbarungen</i>
10.1 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung		
Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich? (ca. 11 Zstd.)		-
10.2 Energie aus Atomkernen		
Ist die Kernenergie beherrschbar? (ca. 7 Zstd.)		-
10.3 Energieversorgung der Zukunft		
Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen? (ca. 4 Zstd.)		

2.7 Klasse 9 (G8)

<p><i>Allgemeines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherheitsunterweisung mit besonderem Schwerpunkt Radioaktivität und Strahlung

<i>Inhaltsfelder</i>	<i>Mögliche Kontexte</i>	<i>Bemerkungen, Methoden, Material, Experimente</i>
<p>Energie, Leistung, Wirkungsgrad</p>	<p>Effiziente Energienutzung: eine wichtige Zukunftsaufgabe der Physik</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Elektrik und Wärmelehre M9.1 S9.3 - Aufbau und Funktionsweise eines Kraftwerkes S9.10 - regenerative Energieanlagen E9.8 E9.9 BE.10 - Energieumwandlungsprozesse E9.6 E9.7 - Elektromotor und Generator W9.12 W9.13 - Wirkungsgrad E9.4 	<ul style="list-style-type: none"> - Strom für zu Hause - Das Blockheizkraftwerk E9.3 S9.1 S9.2 - Energiesparhaus E9.1 E9.3 S9.1 S9.2 BE.4 BE.10 - Verkehrssysteme und Energieeinsatz 	<ul style="list-style-type: none"> - Gruppenpräsentation: Energieversorgung und Umweltschutz E9.10 S9.7 S9.9 KO.1 KO.2 KO.4 BE.2 BE.4 BE.10
<p>Radioaktivität und Kernenergie</p>	<p>Radioaktivität und Kernenergie – Grundlagen, Anwendungen und Verantwortung</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau der Atome M9.2 M9.3 EG.10 BE.1 - Spektrum des Lichts W9.8 - ionisierende Strahlung (Arten, Reichweiten, Zerfallsreihen, Halbwertszeit) W9.9 M9.4 M9.5 - Strahlennutzen M9.8 - Strahlenschäden und Strahlenschutz W9.10 - Kernspaltung M9.6 M9.7 - Nutzen und Risiken der Kernenergie 	<ul style="list-style-type: none"> - Radioaktivität und Kernenergie – Nutzen und Gefahren BE.4 BE.8 BE.9 - Strahlendiagnostik und Strahlentherapie BE.5 - Kernkraftwerke und Fusionsreaktoren BE.4 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeit mit Schüler-Experimentiersets EG.8 KO.6 KO.5 EG.4 EG.5 EG.8 EG.9

3 Schulinterner Lehrplan: Sekundarstufe II

3.1 Vorbemerkung

Laut Beschluss der Fachkonferenz Physik wird in der Einführungsphase und in der Qualifikationsphase im Grundkurs das Lehrwerk „Physik“ des Cornelsen Schulverlags (möglichst in der jeweils aktuellen Ausgabe) verwendet.

Im Leistungskurs der Qualifikationsphase verwendet die Fachschaft das Lehrbuch „Metzler Physik“ des Schroedel Schulverlags (möglichst in der jeweils aktuellen Ausgabe).

Für die Einführungsphase (3.2) werden analog zu den Jahrgangsstufen der SI in einer Tabelle den Inhalten des eingeführten Schulbuchs adäquate prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen und Methoden und Materialien zugeordnet.

Mit Wirkung ab dem Schuljahr 2015/2016 folgen im Kapitel 3.3 die aus dem *Beispiel für einen schulinternen Lehrplan zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe* (<http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/hinweise-und-beispiele/schulinterner-lehrplan/schulinterner-lehrplan.html>) entnommenen Übersichtsraster mit Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase, unterteilt in Grund- und Leistungskurse.

3.2 Einführungsstufe EF

<i>Allgemeines</i>		
<i>Inhaltsfeld Mechanik</i>	<i>Mögliche Umsetzung / Kontexte</i>	<i>Bemerkungen, Methoden, Material, Experimente</i>
Gleichförmige und gleichförmig beschleunigte Bewegung	Bewegungen im Verkehr / in der Natur	
<ul style="list-style-type: none"> - Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung EF.UFD1EF.UFD2 - Freier Fall - Kraft als Ursache der Beschleunigung - Wdh.: Kräfteaddition und -zerlegung - 2.Newtonsches Axiom 	<ul style="list-style-type: none"> - Daten einer Fahrradfahrt - Auswertung eines Fallexperiments - g-Bestimmung 	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertung von GPS-Daten EF.ED1 - Fallexperiment mit Lichtschranke oder Videoanalyse EF.UFD2EF.ED1
Arbeit und Energie		
<ul style="list-style-type: none"> - Wdh.: Arbeit und Energie - Freier Fall: Energieumwandlung - Bewegungen im erdnahen Gravitationsfeld 	<ul style="list-style-type: none"> - Achterbahnfahrt 	-
Impuls		
<ul style="list-style-type: none"> - Zentraler elastischer und unelastischer Stoß - Impulserhaltung - (Impulsänderung als Folge einer Kraft) 	<ul style="list-style-type: none"> - Verkehrsunfalls, Billard - (Raketenantrieb) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrbahnversuch mit Lichtschranken
Kreisbewegung		
<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung der Kreisbewegung - Zentripetalkraft als Zentralkraft, Zentrifugalkraft als Scheinkraft 	<ul style="list-style-type: none"> - Satelliten- und Planetenbewegung - Gravitationsgesetz - Keplersche Gesetze 	-
Schwingungen		
<ul style="list-style-type: none"> - Wdh.: Federkraft und Hookesches Gesetz - Federschwingung, Größen x, v, T, f - Schwebpendel - (theoretische Beschreibung als harmonische Schwingung) 	-	<ul style="list-style-type: none"> - Schülerexperimente, Auswertung mit Tabellenkalkulation - Anleitung bei Federschwingung, selbstständig bei Schwebpendel - Historische Bedeutung des Schwebpendels (Galilei)
Wellen		

<ul style="list-style-type: none">- Ebene Wellen (1D)- Kreiswellen (2D)- Huygensches Prinzip (qualitativ)- (theoretische Beschreibung als eindimensionale harmonische Welle)	<ul style="list-style-type: none">- Oberflächen-Wasserwellen- Wellen bei einer Federkette- Wellen in der Natur	<ul style="list-style-type: none">- Wellenwanne- Referate zu Schall, seismischen Wellen, Tsunami, Musikinstrumenten, ...
---	--	---

3.3 Grundkurs Q1

Allgemeines (Quelle: Cornelsen-Verlag)

<i>Experimente</i>	<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
Fotoeffekt: 13.2 Wellenwanne: 9.3; 9.5; 9.6 Doppelspalt: 10.4 Gitterbeugung: 10.5	Erforschung des Photons Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden? (14 Ustd.)	Quantenobjekte Photon (Wellenaspekt)	E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung K3 Präsentation
Millikanversuch: 5.13 Fadenstrahlrohr: 6.6	Erforschung des Elektrons Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? (15 Ustd.)	Quantenobjekte Elektron (Teilchenaspekt)	UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E5 Auswertung E6 Modelle
Elektronenbeugung: 13.6	Photonen und Elektronen als Quantenobjekte Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? (8 Ustd.)	Quantenobjekte Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt) Quantenobjekte und ihre Eigenschaften	E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen K4 Argumentation B4 Möglichkeiten und Grenzen
Oszilloskop: 5.15 Leiterschleife: 7.1 Thomson'scher Ringversuch: 7.1; 7.7 Leiterschaukel: 7.2 Generator: 7.4 Transformator: 7.5 Fernleitung: 7.5	Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? (18 Ustd.)	Elektrodynamik Spannung und elektrische Energie Induktion Spannungswandlung	UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E2 Wahrnehmung und Messung E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien

<i>Experimente</i>	<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
	Wirbelströme im Alltag Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen? Zeitbedarf: (4 Ustd.)	Elektrodynamik Induktion	UF4 Vernetzung E5 Auswertung B1 Kriterien

3.4 Grundkurs Q2

Allgemeines (Quelle: Cornelsen-Verlag)

<i>Experimente</i>	<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
Linienspektren: 13.8 Resonanzabsorption: 13.12 Fraunhofer-Linien: 13.12; 20.4 Franck-Hertz-Versuch: 13.11 Röntgenspektren: 13.4; 14.7	Erforschung des Mikro- und Makrokosmos Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? (13 Ustd.)	Strahlung und Materie Energiequantelung der Atomhülle Spektrum der elektromagnetischen Strahlung	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E2 Wahrnehmung und Messung
Geiger-Müller-Zählrohr: 16.2; 16.6 Absorption: 16.6; 16.10	Mensch und Strahlung Wie wirkt Strahlung auf den Menschen? Zeitbedarf: (9 Ustd.)	Strahlung und Materie Kernumwandlungen Ionisierende Strahlung Spektrum der elektromagnetischen Strahlung	UF1 Wiedergabe B3 Werte und Normen B4 Möglichkeiten und Grenzen
	Forschung am CERN und DESY Bausteine der Materie? Zeitbedarf: (6 Ustd.)	Strahlung und Materie Standardmodell der Elementarteilchen	UF3 Systematisierung E6 Modelle
Michelson und Morley: 19.3 Lichtuhr: 19.5 Myonenzerfall: 19.6	Navigationssysteme Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: (5 Ustd.)	Relativität von Raum und Zeit Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Zeitdilatation	UF1 Wiedergabe E6 Modelle
Zyklotron: 6.6	Teilchenbeschleuniger Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Zeitbedarf: (6 Ustd.)	Relativität von Raum und Zeit Veränderlichkeit der Masse Energie-Masse Äquivalenz	UF4 Vernetzung B1 Kriterien

<i>Experimente</i>	<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
	<p>Das heutige Weltbild Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt? Zeitbedarf: (2 Ustd.)</p>	<p>Relativität von Raum und Zeit Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Zeitdilatation Veränderlichkeit der Masse Energie-Masse Äquivalenz</p>	<p>E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation</p>

3.5 Leistungskurs Q1

Allgemeines (Quelle: Cornelsen-Verlag)

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
<p>Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? (4 Ustd.) <i>Alternative: Referate</i></p>	<p>Relativitätstheorie Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Problem der Gleichzeitigkeit</p>	<p>UF2 Auswahl E6 Modelle</p>
<p>Höhenstrahlung Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche? (4 Ustd.) <i>Alternative: Referate</i></p>	<p>Relativitätstheorie Zeitdilatation und Längenkontraktion</p>	<p>E5 Auswertung K3 Präsentation</p>
<p>Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? (8 Ustd.) <i>Alternative: Referate</i></p>	<p>Relativitätstheorie Relativistische Massenzunahme Energie-Masse-Beziehung</p>	<p>UF4 Vernetzung B1 Kriterien</p>
<p>Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit? (4 Ustd.) <i>Alternative: Referate</i></p>	<p>Relativitätstheorie Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung</p>	<p>K3 Präsentation</p>
<p>Das heutige Weltbild Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?</p>	<p>Relativitätstheorie Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Problem der Gleichzeitigkeit</p>	<p>B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
(4 Ustd.) <i>Alternative: Referate</i>	Zeitdilatation und Längenkontraktion Relativistische Massenzunahme Energie-Masse-Beziehung Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung	
Untersuchung von Elektronen Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? (24 Ustd.)	Elektrik Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet? (22 Ustd.)	Elektrik Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern	UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E1 Probleme und Fragestellungen E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? (22 Ustd.)	Elektrik Elektromagnetische Induktion	UF2 Auswahl E6 Modelle B4 Möglichkeiten und Grenzen
Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden? (28 Ustd.)	Elektrik Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung

<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
		E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen

3.6 Leistungskurs Q2

Allgemeines (Quelle: Cornelsen-Verlag)

<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
Erforschung des Photons Besteht Licht doch aus Teilchen? (10 Ustd.)	Quantenphysik Licht und Elektronen als Quantenobjekte Welle-Teilchen-Dualismus Quantenphysik und klassische Physik	UF2 Auswahl E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen
Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons Was ist Röntgenstrahlung? (9 Ustd.)	Quantenphysik Licht und Elektronen als Quantenobjekte	UF1 Wiedergabe E6 Modelle
Erforschung des Elektrons Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? (6 Ustd.)	Quantenphysik Welle-Teilchen-Dualismus	UF1 Wiedergabe K3 Präsentation
Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie Was ist anders im Mikrokosmos? (10 Ustd.)	Quantenphysik Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation Quantenphysik und klassische Physik	UF1 Wiedergabe E7 Arbeits- und Denkweisen
Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? (10 Ustd.)	Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik Atomaufbau	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E7 Arbeits- und Denkweisen
Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie) Wie nutzt man Strahlung in der Medizin? (14 Ustd.)	Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik Ionisierende Strahlung Radioaktiver Zerfall	UF3 Systematisierung E6 Modelle UF4 Vernetzung
(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen	Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik	UF2 Auswahl

<i>Kontext und Leitfrage</i>	<i>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</i>	<i>Kompetenzschwerpunkte</i>
<p>Wie funktioniert die 14C-Methode? (10 Ustd.) <i>Alternative: Würfelsimulation des radioaktiven Zerfalls</i></p>	<p>Radioaktiver Zerfall</p>	<p>E5 Auswertung</p>
<p>Energiegewinnung durch nukleare Prozesse Wie funktioniert ein Kernkraftwerk? (9 Ustd.)</p>	<p>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik Kernspaltung und Kernfusion Ionisierende Strahlung</p>	<p>B1 Kriterien UF4 Vernetzung</p>
<p>Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? (11 Ustd.)</p>	<p>Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen</p>	<p>UF3 Systematisierung K2 Recherche</p>

4 Leistungsbewertung im Fach

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 6 APO-SI, §§ 13 – 17 APO-GOST sowie 5 des *Kernlehrplans Sekundarstufe I Gymnasium Physik* und Kapitel 3 des *Kernlehrplans Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule Physik* hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem allgemeinen Konzept der Viktoriaschule die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen.

4.1 Bewertung von Klausuren in der Sekundarstufe II

Für die Anzahl und Dauer von Klausuren in der Sekundarstufe II gelten die allgemeinen Vorgaben der Viktoriaschule:

Jahrgangsstufe / Kursart	Anzahl der Klausuren im Halbjahr	Dauer der Klausuren
EF / GK	1-2	90 min
Q1 / GK	2	90 min
Q1 / LK und Q2.1 / GK	2	140 min
Q2.1 / LK	2	210 min
Q2.2 / GK (3. Abiturfach)	1	180 min
Q2.2 / LK	1	255 min

Zur bestmöglichen Vorbereitung der SchülerInnen auf die Abiturprüfung sollen möglichst die Operatoren der Aufgaben des Zentralabiturs verwendet werden. Diese sind mit den SchülerInnen zu besprechen.

Alle Anforderungsbereiche müssen in einer Klausur berücksichtigt werden; die Verteilung sollte annähernd dem Verhältnis 40 : 50 : 10 für die Anforderungsbereiche I : II : III entsprechen (siehe auch Beispiel in Kapitel 7.1).

Sollte in der Stufe EF nur eine Klausur im Halbjahr geschrieben werden, wird diese Klausur im Verhältnis 1:2 zur Sonstigen Mitarbeit des Halbjahres gewertet

Zur Notenfindung wird das Schema des Zentralabiturs übernommen (Beispiel mit 100 Punkten):

S II		
Die angegebenen Punktzahlen sind jeweils die Mindestpunktzahlen für die jeweilige Note.		
Prozent	Punkte	Note
100	100,0	
95	95,0	1+
90	90,0	1
85	85,0	1-
80	80,0	2+
75	75,0	2
70	70,0	2-
65	65,0	3+
60	60,0	3
55	55,0	3-
50	50,0	4+
45	45,0	4
39	39,0	4-
33	33,0	5+
27	27,0	5
20	20,0	5-
0	0,0	6

Bei der Bewertung können gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der deutschen Sprache und gegen die angemessene Darstellung nach § 13 Abs. 2 APO-GOST berücksichtigt werden.

4.2 Bewertung von Facharbeiten und Besonderen Lernleistungen

Grundlegende Aussagen zu Facharbeiten und besonderen Lernleistungen enthält das allgemeine Konzept der Leistungsbewertung der Viktoriaschule. Darüber hinaus einigte sich die Fachschaft Physik auf ein mögliches Raster zur Bewertung der jeweils abzugebenden Arbeit (s. 7.3 Facharbeitsbeurteilungsbogen).

(Projektkurs?)

4.3 Bewertung der „Sonstigen Leistungen im Unterricht“ bzw. der „Sonstigen Mitarbeit“

Über die im Leistungsbewertungskonzept der Viktoriaschule beschriebenen fächerübergreifenden Kriterien hinaus sollen hier fachschaftsinterne Kriterien und besonders auf das Fach Physik bezogene Kompetenzen (Schülerexperimente, Werkzeuge, ...) aufgeführt werden.

Das Konzept orientiert sich zu großen Teilen an der Leistungsbewertung im Fach Mathematik, wird aber durch fachspezifische Elemente ergänzt.

Da im Fach Physik in der Sekundarstufe I keine Klassenarbeiten geschrieben werden, besteht die Möglichkeit, schriftliche Überprüfungen (Tests) zu Notenfindung im Bereich der Sonstigen Leistungen heranzuziehen. Der Inhalt eines Tests soll die vorangegangenen, wenigen Unterrichtsstunden umfassen und in ca. 20 Minuten bearbeitet werden.

1. Unterrichtsgespräch

Grundlegende Vorüberlegungen zum Unterrichtsgespräch

Das Unterrichtsgespräch ist im Rahmen der „Sonstigen Leistungen“ (S I) bzw. der „Sonstigen Mitarbeit“ (S II) ein wesentlicher Bestandteil der Leistung und somit auch eine wesentliche Grundlage der Leistungsbewertung. Im Unterrichtsgespräch können zum einen physikalische Gedankengänge, die Genauigkeit physikalischer Begriffsbildungen und die darauf beruhende Eindeutigkeit der Beschreibung von natürlichen Vorgängen erfahren werden, wenn Schülerinnen und Schüler im Gespräch miteinander physikalische Sachverhalte erörtern. Zum anderen erlauben die Beiträge der Schülerinnen und Schüler dem Lehrer Rückschlüsse auf den momentanen Erkenntnisstand und die Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler. Sicherheit in der Kenntnis von Definitionen, Sätzen und Verfahren, Überblick über Zusammenhänge und Methoden, die Fähigkeit Beziehungen zu sehen und zu formulieren, die Fähigkeiten zu spezialisieren, anzuwenden und zu verallgemeinern, Analogien zu finden, für einen Lösungsansatz angemessene Vorstellungen zu entwickeln etc. können speziell im Unterrichtsgespräch vielfältig und umfassend beobachtet werden.

Damit das Unterrichtsgespräch „funktionieren“ kann, ist es eine Voraussetzung, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Lehrer sowie auch miteinander verständigen können. Dabei kommt es im Wesentlichen auf die Kenntnis der Fachsprache und auf die Fähigkeit an, logische Beziehungen und anschauliche Vorstellungen mit Hilfe der Umgangssprache möglichst klar wiederzugeben. Beiträge zum Unterrichtsgespräch können in Formelsprache oder in einer geometrischen Darstellung (Anfertigung, Weiterführung oder Veränderung einer Zeichnung oder Skizze) geleistet werden.

Von der Anzahl und vor allem der Qualität von Schülerbeiträgen zum Unterrichtsgespräch hängt auf die Dauer ganz wesentlich die Wirkung des Physikunterrichts ab. Dennoch ist von der Lehrperson darauf zu achten, dass das Ausbleiben von Beiträgen zum Unterrichtsgespräch nicht automatisch bedeutet, dass einer Schülerin oder einem Schüler höhere physikalische Qualifikationen fehlen, da hieran auch vielfältig bedingte Hemmungen schuld sein können. Dies impliziert, dass versucht werden soll, Schülerinnen und Schüler, die sich nicht spontan am Unterrichtsgespräch beteiligen, ins Unterrichtsgespräch zu integrieren. Sind von einer Schülerin oder einem Schüler trotzdem keine wesentlichen Beiträge zu erhalten, muss sie oder er Gelegenheit bekommen, ihre bzw. seine Fähigkeiten in anderen Formen der "Sonstigen Leistungen" bzw. der „Sonstigen Mitarbeit" nachzuweisen.

Kriterienraster für das Unterrichtsgespräch

Kriterien	Kriterienerfüllung
<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksames Folgen des Unterrichtsgeschehens • Bereitschaft, auf Fragestellungen einzugehen • Sachgerechtes Einbringen von Fachkenntnissen und -methoden • Zusammenfassen von Ergebnissen 	
<ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung und präzise Formulierung von Beiträgen • Einbringen von sinnvollen Beiträgen zu schwierigen und komplexen Fragestellungen • Entwickeln von problemorientierten Fragestellungen 	ungenügend  sehr gut
<ul style="list-style-type: none"> • Begründung des eigenen Standpunkts, diesen der Kritik anderer stellen und ggf. korrigieren • Aufgreifen, Prüfen, Fortsetzen und Vertiefen von Beiträgen und Fragestellungen anderer • Reflexion von Ergebnissen und Vornahme einer Standortbestimmung 	

2. Kooperative Lernformen

Zur Leistungsbeurteilung in kooperativen Lernformen kann das folgende Kriterienraster herangezogen werden. Es versteht sich als Beobachtungshilfe und sollte nicht zu festgefügt gesehen und bei der Leistungsbewertung nicht zu schematisch angewendet werden.

Insbesondere sollte die Leistungsbewertung (als zwischenzeitliche Rückmeldung) auch eine Hilfe in Lernprozessen darstellen, also prozessorientiert praktiziert werden und so der Befähigung zur Selbstständigkeit, zur Selbststeuerung und Selbstbeurteilung dienen.

Selbstgesteuertes Lernen verlangt von den SchülerInnen, ihre eigenen Leistungen beurteilen zu können, um dann die Kompetenzen gezielt zu erweitern. Lerntagebücher (evtl. in Verbindung mit Beurteilungsrastern) können hier sinnvoll eingesetzt werden.

Aspekt	
sozial-kommunikatives Lernen	<ul style="list-style-type: none"> • aktive und kontinuierliche Beteiligung an Planung, Arbeitsprozess und Ergebnisfindung: Aufgaben in einer Arbeitsgruppe werden übernommen und die Arbeit maßgeblich mitgestaltet • vereinbarte Kommunikations- und Gesprächsregeln werden eingehalten • Kommunikation verläuft zielgerichtet • Argumentation ist sachlich und partnerorientiert, die eigene Meinung wird begründet • Kommunikation verläuft gleichberechtigt • auf Widerspruch wird angemessen reagiert • Beiträge werden aufmerksam und aufgeschlossen angehört • Beiträge anderer werden gewürdigt und im Hinblick auf die Aufgabenstellung genutzt • Konflikte werden erkannt und in der Gruppe wird nach Lösungen gesucht • anderen Schülern wird Hilfe angeboten und Hilfe von anderen wird angenommen
methodisch-strategisches Lernen	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsmaterialien werden beschafft, gesichtet, analysiert und interpretiert • Arbeitsschritte werden selbstständig geplant und im Rahmen des Zeitbudgets ausgeführt (z.B. Erstellung eines Arbeits- und Zeitplans) • Thesen werden formuliert, gegensätzliche Meinungen werden einander gegenübergestellt und gewertet • Eine geeignete Präsentationsform wird gewählt
zielerreichendes, fachliches Lernen	<ul style="list-style-type: none"> • Lern- und Arbeitsergebnisse werden sach- und fachgerecht dargestellt • Fachspezifische Kenntnisse, Informationsquellen, Arbeitsmittel und Methoden werden genutzt • Fragen und Problemstellungen werden erfasst oder selbstständig entwickelt • Zusammenhänge zu anderen Themenbereichen werden erkannt und dargestellt • Wesentliches wird von Unwesentlichem unterschieden • Die Darstellung ist folgerichtig und nachvollziehbar gegliedert, prägnant und aufs Lernziel konzentriert, abwechslungsreich und interessant

selbsterfahrendes, selbstbeurteilendes Lernen	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse werden selbstständig auf Angemessenheit bzw. Richtigkeit überprüft • eigene Lernfortschritte und vorhandene Defizite werden erkannt • die eigene Arbeit kann selbstkritisch eingeschätzt werden • Hinweise zur Verbesserung der Arbeits- und Lernplanung werden aufgegriffen und umgesetzt • die eigene Stellung und der eigene Beitrag in der Gruppe kann beschrieben werden • es werden sich selbst angemessene Arbeits- und Verhaltensziele gesetzt
---	--

3. Schülerexperimente

Das Schülerexperiment ist ein zentrales Element in Physikunterricht, besonders in der SI. Die produktive und erfolgreiche Durchführung erfordert ein besonders Augenmaß des Lehrers hinsichtlich der Balance des Freiraums für selbstständiges motivierendes Forschen und Arbeiten und einer klar umrissenen, erfüllbaren Aufgabenstellung, um eben diese Motivation nicht zu dämpfen.

Gerade mit der Unabhängigkeit des Arbeitens der Schülerinnen und Schüler ergibt sich die Frage der angemessenen Leistungsbewertung, da der Lehrer nicht bei allen Arbeitsschritten präsent sein kann. Da Schülerexperimente in der Regel Partner- oder Gruppenarbeiten sind, gelten grundsätzlich die in 2. (s.o.) genannten allgemeinen Kriterien für kooperative Arbeitsformen. Konkret auch folgende Qualitätsmerkmale für ein erfolgreiches Schülerexperiment, die durch den Lehrer beobachtbar sind.

Organisation

Es gilt, ggfs. eine klare Arbeitsaufteilung in der Gruppe zu etablieren. Dazu kann je nach Komplexität der Aufgabe die Benennung eines Moderators und eines Protokollanten zählen. Auch der Umgang mit dem benötigten Material (Beschaffung, Aufbau, Abbau) gehört dazu. Gleichzeitig muss gewährleistet bleiben, dass alle Schülerinnen und Schüler der Experimentiergruppe stets auf dem aktuellen Stand der Arbeit sind. Zur Organisation gehört sicherlich ebenfalls einfristungsgerechte und der Aufgabe angemessener Abschluss der Arbeit.

Selbstständigkeit

Der Lernerfolg hängt maßgeblich davon ab, inwieweit Schülerinnen und Schüler bereit sind, sich eigenständig in physikalische Sachverhalte und komplexe Zusammenhänge hineinzudenken und zu –arbeiten. Daher ist die eigene Initiative zur Nutzung von Informationsquellen (eigene Aufzeichnungen, Lehrbücher, Internet, aber auch Mitschüler und nicht zuletzt der Lehrer) ein wichtiges Merkmal der Leistungsbewertung.

Kooperation

Zusammenhängend mit der Selbstständigkeit ist der konstruktive fachliche Austausch innerhalb der Arbeitsgruppe ein wichtiges Element des Lernerfolgs. Innerhalb einer Arbeitsgruppe verringert sich der von Schülerinnen und Schülern gefühlte Druck des Noch-Nicht-Könnens oder des Noch – Nicht-Verstanden-Habens, so dass ein Freiraum für einen klärenden Austausch entstehen kann. Dieser Freiraum sollte zum gegenseitigen Erklären, idealerweise unter Übung der Fachsprache, genutzt werden.

Eigenverantwortung

Auch in einer Experimentiergruppe bleiben Aufgaben, die von jedem einzelnen Gruppenteilnehmer bewältigt werden müssen. Dazu zählen konkrete Arbeitsaufträge, die in der Gruppe abgesprochen wurden, aber auch die individuelle Vor- und Nachbereitung des Arbeitsstandes bei längeren Experimenten. Gerade dieser Aspekt ist durch den Lehrer nicht immer einfach zu bewerten, bleibt aber Qualitätsmerkmal für ein gelungenes Experiment.

Ergebnis und fachliche Qualifikation, Auswertung

Wenn Messwerte ermittelt wurden, werden sie zunächst graphisch dargestellt. Alle Beobachtungen und Ergebnisse werden gedeutet. Dazu muss die Ursache für die festgestellte Veränderung angegeben und Beziehungen zum bisherigen Wissen und dem theoretischen Zusammenhang hergestellt werden. Mit den gewonnenen Ergebnissen soll die zu Beginn formulierte Fragestellung beantwortet bzw. beurteilt und ggf. aufgestellte Hypothesen bewertet werden. Zur Sicherung der Ergebnisse kann ein Protokoll oder eine Präsentation (vgl. 6.) erstellt werden.

4. Werkzeuge

Werkzeuge sind Hilfsmittel, die den Schülerinnen und Schülern den Zugang zu und Umgang mit mathematischen Inhalten erleichtern sollen. Dementsprechend ist es ein Ziel des Unterrichts, den Umgang mit solchen Werkzeugen zu vermitteln und auch den Grad der Nutzungskompetenz zu bewerten.

Dieser Abschnitt behandelt zunächst die Grundlagen der Leistungsbewertung für den Einsatz von Werkzeugen und nennt anschließend spezielle Maßstäbe für zentrale Werkzeuge im Physikunterricht.

Zu den im Alltag des Physikunterrichts häufig eingesetzten Werkzeugen zählen das Schulbuch, Zirkel und Geodreieck bzw. Lineal, der wissenschaftliche Taschenrechner (WTR), der grafikfähige Taschenrechner (GTR) und der Computer. Weiterhin können zu den Werkzeugen auch Hilfsmittel der Veranschaulichung und Präsentation gezählt werden, die z.B. in verschiedenen Projekten der SI zum Einsatz kommen (vgl. Methodencurriculum). Grundsätzlich sind auch die physikspezifische Nutzung von Schulheften und Ordnern in den Bereich der Werkzeugnutzung einzuordnen, ferner die Verwendung von fachverwandter Literatur (Formelsammlung, Lexikon, Atlas etc.).

Generell sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, die zur Verfügung stehenden Werkzeuge selbstständig zu nutzen. Die Bewertung, inwieweit die Kompetenz der selbstständigen Nutzung entwickelt ist, orientiert sich dabei an folgenden grundlegenden Fragen:

- Sind die Wahl und Nutzung des Werkzeugs angemessen?
- Wird es zweckmäßig und sachgerecht eingesetzt?
- Ist sein Einsatz zielgerichtet?
- Kommt das Werkzeug effektiv zum Einsatz?

Die Nutzung von Werkzeugen durch die Schülerinnen und Schüler geschieht vorwiegend parallel zum Unterrichtsgeschehen, so dass sich im Allgemeinen auch die Bewertung der Schülerleistung in diesem Bereich aus den gezielten Beobachtungen der Lehrerin oder des Lehrers während der verschiedenen Unterrichtsphasen ergibt. Diese Bewertungen fließen also in die Beurteilung der Sonstigen Leistungen (SI) bzw. der Sonstigen Mitarbeit (SII) im Unterricht ein. Weiterhin werden auch Werkzeuge in schriftlichen Arbeiten eingesetzt, so dass deren Nutzung das Ergebnis der Arbeit direkt oder indirekt beeinflusst. Ferner erfordern spezielle Unterrichtsprojekte und –vorhaben verstärkt den gezielten Einsatz einzelner Werkzeuge, so dass hier die Qualität des Projekt- oder Präsentationsergebnisses maßgeblich von der Nutzung dieser Werkzeuge abhängen kann.

Schulbuch

Das Schulbuch stellt ein zentrales Werkzeug im Physikunterricht dar. Neben der Funktion als Quelle für Übungsaufgaben für den Unterricht dient es als Basis für die selbstständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler. Eine kompetente Nutzung umfasst:

- Das Nacharbeiten von Unterrichtsinhalten,
- das Vorbereiten von Unterrichtsinhalten
- das Vorbereiten von Prüfungen (z.B. Wiederholung),
- Planung und Durchführung von Projekten,
- das Erarbeiten von gesellschaftlichen, wissenschaftlichen oder historischen Kontexten.

Während Schülerinnen und Schüler der SI an die Möglichkeiten der selbstständigen Nutzung des Schulbuchs herangeführt werden, sollten Schülerinnen und Schüler der SII diese Möglichkeiten auch bei neuen Büchern eigenständig erfassen und nutzen können.

Zirkel und Geodreieck

Zirkel und Geodreieck gehören zu den traditionellen, sehr häufig genutzten Werkzeugen des Physikunterrichts in jeder Jahrgangsstufe der SI, aber auch in der SII. Die Schülerinnen und Schüler benötigen diese Werkzeuge, um mit einfachen Mitteln mathematisch-physikalische Sachverhalte zu veranschaulichen oder Problemstellungen anschaulich zu lösen und sie damit für sich „begreifbar“ zu machen, z.B. bei Messungen, geometrischen Konstruktionen (z.B. Kräfteaddition) oder Diagrammen. Unterstützend kann der Einsatz von Millimeter- oder Logarithmuspapier sein.

Bei der Beurteilung der Qualität einer Schülerleistung beim Einsatz dieser Werkzeuge berücksichtigt die Lehrerin oder der Lehrer folgende Aspekte:

- Die sachliche Richtigkeit einer Messung, Konstruktion oder Zeichnung,
- die Genauigkeit bzw. Präzision von Messungen, Konstruktionen und Zeichnungen,
- die allgemeine Sauberkeit,
- die Übersichtlichkeit. Dabei können z.B. auch die Wahl der Darstellungsart, Beschriftungen, die Größe und die Wahl des Maßstabs einer Zeichnung eine Rolle spielen.

Besonders für ältere Schülerinnen und Schüler gilt es auch in schriftlichen Arbeiten oder Präsentationen Entscheidungen zu treffen, ob eine Zeichnung oder Konstruktion erforderlich ist oder inwieweit Skizzen zum Verständnis eines Lösungswegs beitragen. Gerade Schülerinnen und Schüler der SII sollten bei der skizzenhaften Darstellung von physikalischen Inhalten ein angemessenes Maß an Exaktheit und Vollständigkeit wählen können.

Da die erfolgreiche Anwendung dieser Werkzeuge maßgeblich den Lern- und Verstehensprozess schon während der Nutzung unterstützt, ist ebenfalls zu prüfen, ob diese Werkzeuge der Nutzung eines Computers, GTRs oder Tablets ggfs. vorzuziehen sind.

Wissenschaftlicher Taschenrechner

An der Viktoriaschule wird der WTR in der zweiten Hälfte der Jahrgangsstufe 7 eingeführt. Mit der Einführung sollen umfangreiche Rechnungen erleichtert werden (z.B. Wurzelziehen), so dass komplexere Aufgabenstellungen möglich sind.

Beim Schülereinsatz des Taschenrechners achtet die Lehrerin oder der Lehrer vorwiegend auf:

- Die Kenntnis der grundlegenden und allgemeinen Funktionen und deren routinierte Anwendung (Bsp.: Eingabe und Editierung, interner Speicher, Lesen der Anzeige, Umgang mit Vorzeichen und Klammern, Brücheingabe, ...),
- die Kenntnis und Nutzung der für den aktuellen Unterricht benötigten speziellen Funktionen (Wurzeln, Sinus/Kosinus, Umschaltung Winkelmaß-Bogenmaß, ...),
- die Fähigkeit zur Auswahl der angemessenen Funktionalität für die gegebene Problemstellung.

Zum letzten Punkt gehört sicherlich auch die effektive und zielgerichtete Nutzung des Werkzeugs, die in vielen Fällen auch bedeutet, dass man auf das Werkzeug verzichtet. So besteht für die Lehrerin oder den Lehrer die Möglichkeit, die Nutzung des Taschenrechners in einzelnen Unterrichtsphasen oder schriftlichen Arbeiten einzuschränken.

Graphikfähiger Taschenrechner

Der Einsatz des GTRs beginnt in der Jahrgangsstufe EF. Er erleichtert wiederum komplexe Rechnungen, z.B. das Lösen von linearen Gleichungssystemen oder das Arbeiten mit Matrizen. Damit bietet sich die Möglichkeit, mathematische Routine zu verkürzen und den Schwerpunkt auf neue mathematische Inhalte zu legen. Zusätzlich erlaubt die unmittelbare Visualisierung innerhalb der

Analysis eine verstärkt anschauliche und intuitive Herangehensweise an mathematische Problemstellungen.

Ähnlich wie beim Einsatz eines WTRs achtet die Lehrerin oder der Lehrer vorwiegend auf:

- Die Kenntnis der grundlegenden und allgemeinen Funktionen und deren routinierte Anwendung (Bsp.: Eingabe und Editierung, Arbeitsblätter, Speicher- und Ladevorgänge, ...),
- die Kenntnis und Nutzung der weitergehenden Funktionen je nach Unterrichtsinhalt (Funktionen, Ableitungen usw. und deren Graphen, Gleichungssysteme, Matrizen, ...),
- die Fähigkeit zur Auswahl der angemessenen Funktionalität für die gegebene Problemstellung.

Bei der Nutzung des GTRs für Routineaufgaben muss gewährleistet bleiben, dass die Schülerin oder der Schüler weiterhin in der Lage ist, grundlegende Arbeiten wie z.B. das Lösen von Gleichungssystemen, die Skizzierung von Graphen einer Funktion, deren Ableitungen und Stammfunktionen oder die Auswertung von statistischen Daten auch ohne GTR durchzuführen (s. auch Computersoftware).

Computersoftware

Die vielfältigen Möglichkeiten der Computernutzung konzentrieren sich in der SI und SII auf zwei wesentliche Bereiche: Verwendung einer dynamischen Geometriesoftware einschließlich eines Funktionenplotters (z.B. Geogebra) und die Nutzung einer Tabellenkalkulation (z.B. LibreOffice-Calc). Ergänzt wird diese Computernutzung durch weitere Anwendungen wie der Internetrecherche und Präsentationstechniken (z.B. LibreOfficeImpress), in der SII steht die Nutzung eines Computer-Algebra-Systems (CAS) als Option zur Verfügung. Auch die Anwendung spezieller Lernprogramme, teils mit dem Lehrbuch zur Verfügung gestellt, kann Bestandteil des Unterrichts sein.

Noch stärker als beim Taschenrechner tritt bei der Nutzung des Computers die gezielte Auswahl der vielfältigen Möglichkeiten und Funktionalitäten in den Vordergrund. Daher bewertet die Lehrerin oder der Lehrer besonders folgende Fähigkeiten und Aspekte:

- Die Kenntnis und Anwendung der im Unterricht vorgestellten Funktionalitäten,
- die gezielte und sachgerechte Umsetzung einer Problemstellung mit Hilfe einer Software,
- dazu gehört die zweckmäßige und effektive Auswahl der zur Verfügung stehenden Funktionalitäten,
- die mathematische und inhaltliche Interpretation der vom Computer gelieferten Ergebnisse,
- die Initiative zur selbstständigen Einarbeitung in weiterreichende Funktionen der Software.

Wie schon bei der Nutzung des Taschenrechners stellt sich immer die Frage nach der Notwendigkeit des Einsatzes einer Software zur Problemlösung. So ist z.B. im Rahmen eines Schülervortrags einerseits die Kenntnis der Statistik- und Diagrammfunktionen einer Tabellenkalkulation wünschenswert, andererseits behindert die automatisierte Auswertung von statistischen Daten ggfs. das Verständnis der mathematischen Grundlagen. Beim Einsatz eines CAS muss gewährleistet bleiben, dass die Schülerinnen und Schüler die durch das CAS automatisierten mathematisch-handwerklichen Fähigkeiten trotzdem sicher beherrschen.

Die Grundlagen zur Nutzung von Präsentationsprogrammen werden allgemein im Methoden-Curriculum zusammengefasst. Speziell für den Physikunterricht kann die Nutzung eines Formeleditors besprochen werden.

Für die Qualität einer Internetrecherche gelten ebenfalls ähnliche Kriterien wie in anderen Fächern. Der Physikunterricht stellt hier jedoch eine besondere Anforderung an die Schülerinnen und Schüler, im Internet die Information zu finden und aufzubereiten, die dem eigenen Kenntnisstand entsprechen. Leistungen in diesem Bereich sind daher sicherlich von der Lehrkraft zu berücksichtigen.

Präsentationswerkzeuge

Als Ergebnis eigenständiger Schülerarbeiten und Projekten sind häufig Poster-, Folien- oder Tafelpräsentationen nötig (s.a. 5. Referate und Präsentationen). Die Grundlagen zur Nutzung dieser Medien sind im Methoden-Curriculum festgelegt. Im Fach Physik wird die Qualität einer solchen Präsentation zusätzlich beeinflusst durch:

- Die mathematisch-physikalisch korrekte Darstellung der Inhalte.
- Die sinnvolle und angemessene Auswahl der Darstellungsobjekte (Diagramme, Formeln, Texte).
- Die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Darstellung.

Beim letzten Punkt ist zu berücksichtigen, dass mit Blick auf eine bessere Verständlichkeit gerade die Präsentation von physikalischen Inhalten erfordert, zwischen umfassender Vollständigkeit einerseits und Übersichtlichkeit andererseits abzuwägen.

5. Lerndokumentationen

Aspekt	
Formal	<ul style="list-style-type: none"> • Vollständigkeit • Ordnung (z.B. Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Arbeitsblätter, Datum) und Sorgfalt (Schriftbild, Übersichtlichkeit, Sauberkeit)
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • sachliche Richtigkeit • sinnvoll strukturiert • gedanklich nachvollziehbar • sprachlich angemessen • kreativ ausgestaltet
Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse werden selbstständig auf Angemessenheit bzw. Richtigkeit überprüft • eigene Lernfortschritte und vorhandene Defizite werden erkannt • die eigene Arbeit kann selbstkritisch eingeschätzt werden • Hinweise zur Verbesserung der Arbeits- und Lernplanung werden aufgegriffen und umgesetzt • die eigene Stellung und der eigene Beitrag in der Gruppe kann beschrieben werden • es werden sich selbst angemessene Arbeits- und Verhaltensziele gesetzt

6. Referate und Präsentationen

Aspekt	positiv	negativ
Vortragsweise	<ul style="list-style-type: none"> • freier Vortrag, unabhängig vom Manuskript • Verwendung von Fachsprache • Erklärung neuer Begriffe • (Blick-)Kontakt mit den Zuhörern • deutliche Aussprache, laut und verständlich • angemessene Länge • Verwendung korrekter Sprache • abwechslungsreich, angemessenes Tempo • Redner wirkt interessiert 	<ul style="list-style-type: none"> • abgelesener Vortrag, manuskriptabhängig • Keine Verwendung der Fachsprache • neue Begriffe nicht erklärt • kein Kontakt zu den Zuhörern bzw. lehrerfixiert • undeutliche Aussprache, leise und unverständlich • Vortrag zu kurz / zu lang • häufige sprachliche Fehler • monoton, zu schnell / zu langsam vorgetragen • Redner wirkt gelangweilt bzw. teilnahmslos
Aufbau und Verwendung von Medien	<ul style="list-style-type: none"> • klare Gliederung der Punkte • logischer und leicht nachvollziehbarer Aufbau • sinnvolle Verwendung von Farben • Übersichtlichkeit • sinnvoller Einsatz von Medien wie Bilder, Videos, Tabellen, Tonaufnahmen etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • keine erkennbare Gliederung • unlogischer oder nicht nachvollziehbarer Aufbau • keine Hervorhebungen durch Farben • Unübersichtlichkeit • kein bzw. unsinniger Einsatz von Medien
Sachliche Richtigkeit und Vollständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Richtigkeit der Informationen • Darstellung und Analyse der Zusammenhänge sind vollständig • korrektes und vollständiges Recherchieren der Informationen • ausgedehntes Hintergrundwissen 	<ul style="list-style-type: none"> • fehlerhafte Informationen • Darstellung und Analyse der Zusammenhänge sind lückenhaft • fehlerhaftes bzw. unvollständiges Recherchieren der Informationen • kein Hintergrundwissen
Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholen der wichtigsten Aspekte und Fakten 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Zusammenfassung
Kontakt zu den Zuhörern	<ul style="list-style-type: none"> • korrektes Antworten auf Nachfragen (am Schluss) • Zuhörer durch Fragen einbeziehen • Zuhörer zu Kommentaren ermutigen 	<ul style="list-style-type: none"> • kein bzw. falsches Antworten auf Nachfragen • keine Interaktionen mit den Zuhörern

Thesenpapier	<ul style="list-style-type: none"> • Thesenpapier erstellt • wichtige Sachverhalte sind in ihm enthalten • übersichtliches Layout 	<ul style="list-style-type: none"> • Thesenpapier ist nicht erstellt bzw. unzureichend (zu kurz / zu lang) • wichtige Sachverhalte fehlen • unübersichtliches Layout
Einhalten der Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • termingerechte Fertigstellung • Einhaltung von Zeitvorgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Einhaltung von Terminen bzw. Zeitvorgaben

7. Projekte

Das hier beschriebene Bewertungskonzept bezieht sich nicht nur auf Projekte (fächerverbindend, fachübergreifend, fachimmanent) im eigentlichen Sinne, sondern auch auf längere Phasen projektartigen Arbeitens im Physikunterricht.

Beim projektartigen Arbeiten ist neben dem eventuell erstellten Produkt die Gestaltung des Arbeitsprozesses ein wesentliches Ziel des Unterrichts und daher auch zu bewerten. Dies nimmt immer mehr Raum ein, je höher die Klassenstufe ist und je mehr die Lerngruppe in die Planung einbezogen wurde. Zu beachtende Kriterien werden auch im Unterthema *Kooperative Lernformen* beschrieben. Grundlagen zur Bewertung des Arbeitsprozesses können *Lerndokumentationen* wie ein Lerntagebuch, eine Mappe mit Protokollen oder Ähnliches sein, z.B. auch wenn der Prozess nicht durch den Lehrenden im Unterricht beobachtet werden kann. Weitere Kriterien beziehen sich auf die Methoden-Kompetenz (Angemessenheit und Ergebnisorientierung), Selbstständigkeit (bei der Erarbeitung des Themas, nötige Hilfestellung, eigene Ideen, umfassende Recherche, Planung im Team, konstruktiv-kritische Beurteilung der eigenen Arbeit) und das Zeitmanagement.

Bewertungsbereiche	Kreativität	Korrektheit
Gestaltung	interessante Darstellungsform, plastische Illustrationen	klare äußere Form, übersichtliche Struktur
Nutzung von Mathematik	unerwartete Ansätze, Kombination von Ideen aus verschiedenen Bereichen, Neuschöpfungen	richtige Berechnungen, mathematische Aspekte des Themas konsequent verfolgt
Sprache	ausdrucksreiche und interessante Sprache, begriffliche Neuschöpfungen	sachlich richtige und schlüssige Argumentation, präzise Ausdrucksweise, korrekte Fachsprache
Gründlichkeit	Sonderfälle und Probleme erkannt, Reflexion von Alternativen („Was wäre, wenn ...“)	alle geforderten Aufgabenteile behandelt, ausführliche Rechnungen

Präsentationen (z.B. in elektronischer Form, als Computerprogramm, als Broschüre oder Zeitung, als Film, als Podiumsdiskussion, Streitgespräch oder Interview), Ausstellungen mit Plakaten, Postern oder gebastelten Modellen können Produkte eines Projektes sein, die mithilfe der oben genannten Kriterien bewertet werden sollen.

5 Fachspezifische Unterrichtsformen

5.1 Fächerverbindende und fächerübergreifende Angebote (auch Projektkurse)

1. Projekte in der Projektwoche

Sowohl im Rahmen der seit einigen Schuljahren stattfindenden Fahrten- und Projektwoche als auch früher in speziell angesetzten Projektzeiten finden und fanden verschiedene mathematische Themen Einzug in fächerverbindende und –übergreifende Projekte.

Im Bereich der Sekundarstufe I sind beispielhaft zu nennen: „Geld“, „Tourismus“, „Kreise“.

In der Sekundarstufe II wird seit vielen Jahren ein großes Projekt in der Q1 durchgeführt. Hier beteiligt sich die Mathematik in vielfältiger Weise. Im Schuljahr 2011/12 beschäftigten sich die Q1-SchülerInnen in der Projektwoche z.B. mit statistischen Zusammenhängen im weitesten Sinne. Es wurden in zwei Tagen die mathematischen Grundlagen aufgearbeitet bzw. gelegt, die dann in den weiteren drei Tagen in vielen Fachbereichen (z.B. Biologie, Physik, Sport, Sozialwissenschaften, Erdkunde, Geschichte) angewendet wurden. Als ein weiteres typisches Projekt sei hier beispielhaft das folgende genannt:

Simulationen von Vielteilchensystemen

- (Beteiligte Fächer: Physik, Mathematik, Informatik)
- Beschreibung:
- Wie entsteht eigentlich die Wettervorhersage? Wie können die globalen Klimaveränderungen erfasst und prognostiziert werden? Wie lassen sich Verbrennungsvorgänge in Motoren optimieren? Funktioniert die Kernfusion? Bei der Beantwortung dieser Fragen hat die rasante Entwicklung der Computertechnik eine entscheidende Rolle eingenommen. Mit ihrer Hilfe können immer schneller immer größere physikalische Systeme im Modell simuliert werden und so häufig kostspielige Experimente ersetzen.
- Physikalisch-mathematisch betrachtet geht es in den oben genannten Beispielen um das Verhalten sehr vieler Teilchen (Atome, Moleküle), die untereinander wechselwirken und ein Gas oder Plasma bilden. Da die Zahl der Teilchen unfassbar groß ist ($\approx 10^{23}$ oder mehr), kann ihr Verhalten nicht einzeln mathematisch berechnet werden.
- Stattdessen betrachtet man eine deutlich geringere repräsentative Zahl von Teilchen und lässt den Computer mit Hilfe der physikalischen Gesetzmäßigkeiten deren Bewegung berechnen. Alternativ können auch gemittelte Größen wie Druck, Temperatur und Dichte an möglichst vielen Punkten eines Systems erfasst werden. Diese Informationen dienen dann dazu, den Computer die weitere Entwicklung berechnen zu lassen.
- In einem Projekt sollen die Grundlagen für solche Computersimulationen anhand von einfachen Beispielen erarbeitet werden. Zu diesen Grundlagen zählen gewisse Aspekte der Thermodynamik, gängige Computer-Algorithmen wie die Monte-Carlo-Methode, die Particle-In-Cell-Simulation oder der Runge-Kutta-Algorithmus, und gewisse mathematische Kenntnisse zu Statistik sowie die Differential- und Integral-Rechnung. Sicherlich kann eine Schwerpunktsetzung dieser Grundlagen variabel sein.

5.2 Arbeitsgemeinschaften

(...)

6 Wettbewerbe

Zielsetzung und Begründung

Nicht zuletzt das Schulgesetz NRW verpflichtet die Schulen zur individuellen Förderung von Schülerinnen und Schülern. Darunter zählt auch die Förderung von Begabungen, z.B. durch Wettbewerbe.

6.1 Jugend forscht/Schüler experimentieren

Im Rahmen von mathematisch-naturwissenschaftlichen Wettbewerben (Jugend forscht, Schüler experimentieren) arbeiten die Schüler autonom und eigenverantwortlich an selbstgewählten Forschungsprojekten.

Interessierte Schüler können sich damit auch zusätzlich zum normalen Physik-Unterricht mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen beschäftigen, die über die Themen der Lehrpläne in NRW hinausgehen.

Ziel ist es, im Rahmen dieser Forschungsprojekte den Schülerinnen und Schülern die Rolle des Gestaltenden zu eröffnen. Sowohl die Themenfindung als auch die eigentliche Arbeit können die Schüler komplett eigenverantwortlich und damit selbstständig durchführen. Dabei stehen die betreuenden Lehrkräfte den Jungforschern beratend und unterstützend zur Seite:

- Fachlich bei der Wahl oder Eingrenzung des geplanten Forschungsthemas,
- fachmethodisch bei der Wahl von Untersuchungsmethoden oder der Interpretation der erhaltenen Ergebnisse,
- arbeitsmethodisch, wie bei der Einhaltung eines selbstgewählten Zeitplans, der Zusammenfassung der Ergebnisse oder der mündlichen Präsentation vor einer Fachjury.

Die Beratung erfolgt dabei individuell, so dass sie auf das Vorwissen oder die Vorerfahrungen der Schüler abgestimmt werden kann. Die fertiggestellten Arbeiten würdigen wir im Rahmen von Präsentationen in den eigenen Klassen und bei einem externen Wettbewerbstag mit Fachjury.

In den letzten Jahren haben unsere Schülerinnen und Schüler so über 30 Forschungsarbeiten aus den unterschiedlichsten Themenbereichen erstellt.

7 Anhang

7.1 Klausurbeispiel

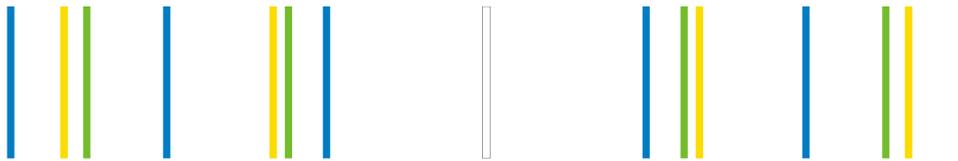
Es folgt ein Beispiel für eine Klausuraufgabe in der Sekundarstufe II:

Aufgabe 1: Gitterspektren

(I) Eine Natriumdampfampe liefert Licht mit einer Wellenlänge von $\lambda = 589 \text{ nm}$. Die Lampe beleuchtet eine Schlitzblende, deren Abbild auf ein Beugungsgitter fällt.

- a) Eine Abstandsmessung der Interferenzmaxima 0. und 1. Ordnung auf einem $d = 4 \text{ m}$ entfernten Schirm ergibt $a = 2,8 \text{ m}$. Berechnen Sie die Gitterkonstante g des Gitters (zur Kontrolle: $g \approx 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$).

Dasselbe Gitter aus a) wird nun mit einer Quecksilberdampfampe beleuchtet. Eine solche Lampe liefert im sichtbaren Bereich Licht mit drei unterschiedlichen Wellenlängen. Das Bild zeigt schematisch das Interferenzmuster auf dem Schirm mit dem Abstand $d = 4 \text{ m}$.



- b) Interpretieren Sie das Bild in Hinsicht auf die relative Lage und Abstände der unterschiedlich farbigen Interferenzmaxima und berechnen Sie die Frequenzen der drei Farbkomponenten, aus denen das Quecksilberlicht zusammengesetzt ist.

(II) Ein optisches Gitter mit 500 Spalten pro **cm** wird mit einem **Laserstrahl** mit der Wellenlänge $\lambda = 633 \text{ nm}$ senkrecht beleuchtet. Ein zum Gitter paralleler Schirm fängt das Interferenzbild in einer Entfernung von $d = 2 \text{ m}$ mit dem Zentrum in der Schirmmitte auf.

- c) Berechnen Sie den Abstand des Maximums 2. Ordnung vom zentralen Maximum 0. Ordnung.
- d) Leiten Sie die Bedingung zur Bestimmung der Lage eines Maximums 1. Ordnung bei der Interferenz am Gitter mit Hilfe einer Zeichnung her, die zwei benachbarte Spalte des Gitters berücksichtigt.
- e) Wird der gleiche Versuch aus c) komplett **unter Wasser** durchgeführt, so findet sich das Maximum 1. Ordnung in einem Abstand $a = 4,75 \text{ m}$ zum Zentralmaximum. Berechnen Sie die Lichtgeschwindigkeit in Wasser.

(III) Das Licht einer **Wasserstofflampe** besteht aus Lichtanteilen, deren Wellenlängen in der Tabelle dargestellt sind:

Rot	Grün-Blau	Blau-Violett	Violett
656,3 nm	486,1 nm	434,1 nm	410,2 nm

Die Gitter-Schirm-Kombination aus **(II)** (nun wieder in Luft) wird mit einer ebenen Wellenfront des Wasserstoff-Lichts (anstelle des Lasers) beleuchtet. Das Interferenzbild zeigt im Zentrum eine Maximum 0.Ordnung in der Mischfarbe des Wasserstoff-Lichts. Daneben zeigen sich farbige Streifen der Maxima 1.Ordnung entsprechend ihrer Wellenlänge (ähnlich der Abb. oben).

- f) Fertigen Sie eine Zeichnung an, welche die Lage der farbigen Punkte 1.Ordnung auf dem Schirm quantitativ richtig zeigt (eine Hälfte reicht aus, s.o.).

(IV) In einem anderen Versuch durchläuft der obige **Laserstrahl** aus **(II)** einen Schirm durch ein Loch und trifft auf eine parallel zum Schirm aufgestellt **CD**. Auf dem Schirm erscheint ein Interferenzmuster, welches aufgrund der Reflexion an den Spurrillen der CD entsteht („Reflexionsgitter“) und dessen Maximum 2.Ordnung unter dem Winkel $\alpha_2 = 23^\circ$ zum Einfallslot zu sehen ist.

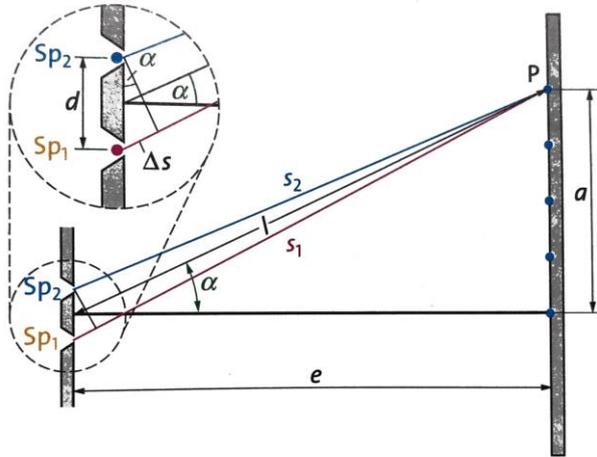
- g) Erklären Sie kurz das Zustandekommen eines Interferenzmusters. Erklären Sie ebenfalls, dass bei Beleuchtung mit weißem Licht die CD in den Regenbogenfarben schimmert.
- h) Berechnen Sie die Gitterkonstante, d.h. den Spurrillenabstand g der CD.

7.2 Lösung und Punkte

<p>a) Mit $d \gg a$ gilt in guter Näherung:</p> $a_1 \approx \frac{\lambda \cdot d}{g} \approx 2,83 \text{ cm}$ $\Rightarrow g \approx \frac{\lambda \cdot d}{a_1} \approx 8,33 \cdot 10^{-5} \text{ m}$	3 Punkte
<p>b) Das Licht der Lampe besteht im sichtbaren Bereich aus drei Komponenten: blau (kurze Wellenlänge), grün und gelb.</p> <p>Wegen $a_n \approx \frac{n \cdot \lambda \cdot d}{g}$ proportional zu λ finden sich Maxima der Lichtkomponenten mit großer Wellenlänge in einem größeren Abstand zum Zentrum als die mit kleiner Wellenlänge.</p> <p>Aus der Abbildung lässt sich ablesen:</p> $a_{1,\text{blau}} \approx 2,1 \text{ cm}$ $a_{1,\text{grün}} \approx 2,6 \text{ cm}$ $a_{1,\text{gelb}} \approx 2,8 \text{ cm}$ <p>Daraus ergeben sich folgende Wellenlängen:</p> $\lambda_{\text{blau}} \approx 437 \text{ nm}$ $\lambda_{\text{grün}} \approx 541 \text{ nm}$ $\lambda_{\text{gelb}} \approx 583 \text{ nm}$ <p>und mit $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{d \cdot c}{a \cdot g}$</p> $f_{\text{blau}} \approx 6,86 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ $f_{\text{grün}} \approx 5,54 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ $f_{\text{gelb}} \approx 5,14 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$	12 Punkte
<p>c) Es gilt in guter Näherung:</p> $\frac{a_2}{d} = \frac{2\lambda}{g}$ <p>und mit $g = \frac{0,01 \text{ m}}{500} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ folgt $a_2 \approx 0,125 \text{ m}$</p>	5 Punkte

- d) Bedingung für konstruktive Interferenz 1. Ordnung auf dem Schirm ist ein Gangunterschied benachbarter Elementarwellen von $\Delta s = \lambda$.

12 Punkte



Die Abbildung (aus: Metzler Physik Oberstufe) zeigt exemplarisch den wesentlichen Sachverhalt:

Die Dreiecke mit den Seiten e , a , α und d , Δs , α sind ähnlich, daher gilt (hier bei Verwendung der Beschriftung aus der Abbildung):

$$\sin(\alpha) = \frac{\lambda}{d} = \frac{a_1}{s} = \frac{a_1}{\sqrt{a_1^2 + e^2}} \approx \frac{a_1}{e}$$

- e) Da die Frequenz unter Wasser gleichbleibt, gilt:

8 Punkte

$$c_w = \frac{\lambda_w}{\lambda} \cdot c$$

Mit

$$\lambda_w = \frac{a_1}{\sqrt{a_1^2 + d^2}} = g \approx 474 \text{ nm}$$

folgt

$$c_v \approx 2,25 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- f) Die Abstände der Maxima 1. Ordnung lassen sich mit $a_1 \approx \frac{\lambda \cdot d}{g}$ berechnen:

10 Punkte

λ (nm)	a_1 (cm)
656,3	6,56
486,1	4,86
434,1	4,34
410,2	4,10

(1:1-Zeichnung des Interferenzbildes)

g) Die Spuren der CD wirken wie ein Reflexionsgitter als Ausgangspunkt für Elementarwellen, die interferieren. Die Lage der Interferenzmaxima ist von der Wellenlänge, also der Lichtfarbe, abhängig.	6 Punkte
h) Wegen $\sin(\alpha_2) = \frac{2\lambda}{g}$ ergibt sich $g \approx 1,6\mu\text{m}$.	4 Punkte
- Gesamtpunktzahl:	60 Punkte

7.3 Facharbeitsbeurteilungsbogen

Kriterien zur Beurteilung einer Facharbeit in Physik

Grundsätze:

- Das Verhältnis Form und Inhalt in der Notengebung beträgt 50:50.
- Dieser Beurteilungsbogen ersetzt ein schriftliches Gutachten nicht.

Formale Leistung (50 Punkte)

Der Prüfling

max. S.

1	legt eine vollständige Arbeit vor: korrektes Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Literaturverzeichnis, Erklärung.	4	
2	hält sich an den vereinbarten Umfang.	2	
3	hält typographische Vorgaben ein: Einband, Seitenspiegel, Seitenangaben, gliedernde Abschnitte und Überschriften, Schriftgrad.	10	
4	hält sich an seine Gliederung: Inhaltsverzeichnis und Textteil stimmen überein.	3	
5	ordnet der Darstellung Quellen zu.	5	
6	zeigt einen formal korrekten Umgang mit seinen Quellen.	5	
7	legt ein Literaturverzeichnis (ggf. Anhang) mit allen Angaben zu den benutzten Hilfsmitteln vor (Literatur, Abbildungen, Materialien).	6	
8	schreibt sprachlich richtig (Grammatik, Syntax, Orthografie, Zeichensetzung) sowie syntaktisch und stilistisch sicher sowie variabel.	10	
9	verwendet den Formeleditor angemessen.	5	
	Summe	50	

Inhaltliche und gedankliche Leistung (50 Punkte)

Der Prüfling

1	wählt in Absprache mit dem Lehrer ein eigenständiges Thema und eine eigenständige Problemstellung.	4	
2	strukturiert seinen Text schlüssig, stringent sowie gedanklich klar und stellt durchgängig und konsequent einen Themenbezug her.	5	
3	nutzt genügend, sinnvolle und sachgemäße Quellen; recherchiert umfangreich.	5	
4	verwertet seine Quellen im Sinne des Themas und der Problemstellung: verknüpft seine Argumentation sinnvoll mit Nachweisen.	6	
5	argumentiert sinnvoll und nachvollziehbar, bezieht beschreibende, deutende und wertende Aussagen schlüssig aufeinander, unterscheidet gewissenhaft zwischen Faktendarstellung, fachwissenschaftlichen Positionen und der eigenen Meinung.	6	
6	formuliert unter Beachtung der Fachsprache sachlich, präzise und begrifflich differenziert	8	
7	kommt zu gehaltvollen Erarbeitungen sowie Teil- und Gesamtergebnissen. [Kommentar dazu: siehe Korrekturbemerkungen in der Arbeit und beiliegendes Gutachten]	16	
	Summe	50	

	Summe der formalen und inhaltlichen Leistung	100	
	Note		

8 Kompetenzerwartung (G8)

8.1 Kompetenzerwartung Sekundarstufe I ¹

1. Kompetenzen zum Basiskonzept „Energie“

<i>bis Ende von Jahrgang 6</i>	<i>bis Ende von Jahrgang 9</i>	
	<i>Stufe I</i>	<i>Stufe II</i>
Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept auf der Grundlage einfacher Beispiele so weit entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept erweitert und soweit auch formal entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Energiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...
<p>E6.1 an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen</p> <p>E6.2 in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen</p> <p>E6.3 an Beispielen zeigen, dass Energie, die als Wärme in die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter genutzt werden kann</p>	<p>E9.1 in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen</p> <p>E9.2 die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen</p> <p>E9.3 die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben</p> <p>E9.4 an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen</p>	
<p>E6.4 an Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen</p>	<p>E9.5 den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen</p> <p>E9.6 Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen</p> <p>E9.7 Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen</p> <p>E9.8 beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann</p> <p>E9.9 die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern</p> <p>E9.10 verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren</p>	

¹ vgl. Kernlehrplan Physik Gymnasium Sekundarstufe I NRW

2. Kompetenzen zum Basiskonzept „Struktur der Materie“

Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept an Hand von Phänomenen hinsichtlich einer einfachen Teilchenvorstellung soweit entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept durch die Erweiterung der Teilchenvorstellung soweit formal entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Materiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...
<p>M6.1 an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern</p> <p>M6.2 Aggregatzustände, Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben</p>	<p>M9.1 verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen</p>	
	<p>M9.2 die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mit Hilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären</p>	<p>M9.3 Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben</p> <p>M9.4 die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben</p> <p>M9.5 Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen</p> <p>M9.6 Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben</p> <p>M9.7 Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren</p> <p>M9.8 Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten</p>

3. Kompetenzen zum Basiskonzept „System“

Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept auf der Grundlage ausgewählter Phänomene aus Natur und Technik so weit entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept soweit erweitert, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Systemkonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben, sodass sie ...
<p>S6.1 den Sonnenstand als eine Bestimmungsgröße für die Temperaturen auf der Erdoberfläche erkennen</p>		<p>S9.1 den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung)</p> <p>S9.2 Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben</p>
<p>S6.2 Grundgrößen der Akustik nennen</p>		

S6.3 Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltag erläutern		
S6.4 an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt S6.5 einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen	S9.3 die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben S9.4 den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen S9.5 die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden S9.6 umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen	
	S9.7 technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen S9.8 die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben	S9.9 technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern S9.10 die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären

4. Kompetenzen zum Basiskonzept „Wechselwirkung“

Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept an einfachen Beispielen so weit entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und so weit formal entwickelt, dass sie ...	Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...
	W9.1 Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen W9.2 Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben W9.3 die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben W9.4 Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden W9.5 Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden W9.6 die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben	
W6.1 Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären W6.2 Schwingungen als Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren	W9.7 Absorption, und Brechung von Licht beschreiben W9.8 Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben	W9.9 experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben W9.10 die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der

W6.3 geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Schall und Strahlung nennen		Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären
W6.4 beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können		
W6.5 an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stromes aufzeigen und unterscheiden W6.6 geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben	W9.11 die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen	W9.12 den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären W9.13 den Aufbau von Generator und Transformator beschreiben und ihre Funktionsweisen mit der elektromagnetischen Induktion erklären

5. Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Schülerinnen und Schüler ...
EG.1 beobachten und beschreiben physikalische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung
EG.2 erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind
EG.3 analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen und systematisieren diese Vergleiche
EG.4 führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten
EG.5 dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt
EG.6 recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus
EG.7 wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht
EG.8 stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus
EG.9 interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf
EG.10 stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen
EG.11 beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen.

6. Kompetenzbereich Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
--

Schülerinnen und Schüler ...
KO.1 tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus
KO.2 kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht
KO.3 planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.
KO.4 beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien , ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
KO.5 dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien
KO.6 veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder(und) bildlichen Gestaltungsmitteln wie Graphiken und Tabellen auch mit Hilfe elektronischer Werkzeuge
KO.7 beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien
KO.8 beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.

7. Kompetenzbereich Bewertung

Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, beurteilen und bewerten
Schülerinnen und Schüler ...
BE.1 beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten
BE.2 unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen
BE.3 stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind
BE.4 nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten im Alltag
BE.5 beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung
BE.6 benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen
BE.7 binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an
BE.8 nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge
BE.9 beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells
BE.10 beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt.

8.2 Kompetenzerwartung EF ²

1. Übergeordnete Kompetenzerwartungen

Umgang mit Fachwissen	
Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...	
EF.UF1	physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
EF.UF2	zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
EF.UF3	physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
EF.UF4	Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.
Erkenntnisgewinnung	
Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität ...	
EF.E1	in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,
EF.E2	kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
EF.E3	mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
EF.E4	Experimente auch mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,
EF.E5	Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
EF.E6	Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
EF.E7	naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
Kommunikation	
Schülerinnen und Schüler können ...	
EF.K1	Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge,
EF.K2	in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig physikalisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen, auch einfachen historischen Texten, bearbeiten,
EF.K3	physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen,
EF.K4	physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
Bewertung	
Schülerinnen und Schüler können ...	
EF.B1	bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben,
EF.B2	für Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen,

EF.B3 in bekannten Zusammenhängen Konflikte bei Auseinandersetzungen mit physikalisch-technischen Fragestellungen darstellen sowie mögliche Konfliktlösungen aufzeigen.

2. Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen	
EF.UFD1	erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),
EF.UFD2	unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2),
EF.UFD3	beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1),
EF.UFD4	beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),
EF.UFD5	stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7),
EF.UFD6	beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),
EF.UFD7	erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1).
Erkenntnisgewinnung	
EF.ED1	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),
EF.ED2	vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition (E1),
EF.ED3	berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6),
EF.ED4	planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1),
EF.ED5	verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6),
EF.ED6	entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4),
EF.ED7	reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4),
EF.ED8	erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5),
EF.ED9	analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6),
EF.ED10	bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6),
EF.ED11	erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6),
EF.ED12	ermitteln mithilfe der Keplerschen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6),

EF.ED13	beschreiben an Beispielen Veränderungen im Weltbild und in der Arbeitsweise der Naturwissenschaften, die durch die Arbeiten von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton initiiert wurden (E7, B3).
Kommunikation	
EF.KD1	stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u.a.t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3),
EF.KD2	begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4),
EF.KD3	bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),
EF.KD4	entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2,K4).
Bewertung	
EF.BD1	geben Kriterien (u.a. Objektivität, Reproduzierbarkeit, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit) an, um die Zuverlässigkeit von Messergebnissen und physikalischen Aussagen zu beurteilen, und nutzen diese bei der Bewertung von eigenen und fremden Untersuchungen (B1),
EF.BD2	erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3).

8.3 Kompetenzerwartungen Q1-Q2 ³

1. Übergeordnete Kompetenzen

Schülerinnen und Schüler können ...

Umgang mit Fachwissen	
Q.UF1	physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
Q.UF2	zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
Q.UF3	physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
Q.UF4	Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissenserschließen und aufzeigen.
Erkenntnisgewinn	
Q.E1	in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,
Q.E2	kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
Q.E3	mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
Q.E4	Experimente auch mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,
Q.E5	Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
Q.E6	Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
Q.E7	naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
Kommunikation	
Q.K1	bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,
Q.K2	zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,
Q.K3	physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
Q.K4	sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
Bewertung	
Q.B1	fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,
Q.B2	Auseinandersetzungen und Kontroversen in physikalisch-technischen Zusammenhängen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten,

Q.B3	an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,
Q.B4	begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

2. Kompetenzerwartung Grundkurs

3. Konkretisierte Kompetenzerwartung Quantenobjekte

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen	
QD.QU.UF1	erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5),
QD.QU.UF2	bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2),
QD.QU.UF3	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1),
QD.QU.UF4	erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).
Erkenntnisgewinnung	
QG.QU.E1	erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7),
QG.QU.E2	modellieren Vorgänge im Fadenstrahlrohr (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),
QG.QU.E3	bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5),
QG.QU.E4	demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),
QG.QU.E5	untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).
Kommunikation	
QG.QU.K1	veranschaulichen mithilfe der Wellenwanne qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3),
QG.QU.K2	verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3).
Bewertung	
QG.QU.B1	zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4),
QG.QU.B2	beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4).

4. Konkretisierte Kompetenzerwartung Elektrodynamik

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen	
QG.ED.UF1	zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4),
QG.ED.UF2	definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2),
QG.ED.UF3	bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),
QG.ED.UF4	erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6),
QG.ED.UF5	führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),
QG.ED.UF6	ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2).
Erkenntnisgewinnung	
QG.ED.E1	erläutern anhand des Thomson'schen Ringversuchs die Lenz'sche Regel (E5, UF4),
QG.ED.E2	erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),
QG.ED.E3	geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4),
QG.ED.E4	werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).
Kommunikation	
QG.ED.K1	verwenden ein physikalisches Modellexperiment zu Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3),
QG.ED.K2	recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2),
QG.ED.K3	erläutern adressatenbezogenen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3).
Bewertung	
QG.ED.B1	bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),
QG.ED.B2	bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1),
QG.ED.B3	beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).

5. Konkretisierte Kompetenzerwartung Strahlung und Materie

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen	
QG.SM.UF1	erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2),
QG.SM.UF2	erklären die Energie absorbiertes und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6),
QG.SM.UF3	unterscheiden α -, β -, γ -Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3),

QG.SM.UF4	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),
QG.SM.UF5	erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1,K1),
QG.SM.UF6	beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1),
QG.SM.UF7	erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6),
QG.SM.UF8	erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1).
Erkenntnisgewinnung	
QG.SM.E1	erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),
QG.SM.E2	erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten(E4, E5),
QG.SM.E3	erläutern die Bedeutung von Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse, die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches sowie die charakteristischen Röntgenspektren für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),
QG.SM.E4	stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),
QG.SM.E5	begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4),
QG.SM.E6	vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).
Kommunikation	
QG.SM.K1	interpretieren Spektraltafeln des Sonnenspektrums im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1),
QG.SM.K2	bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf(K2, K3, B3, B4),
QG.SM.K3	recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2).
Bewertung	
QG.SM.B1	bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),
QG.SM.B2	bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),
QG.SM.B3	erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1,K2).

6. Konkretisierte Kompetenzerwartung Relativität

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen

QG.RE.UF1	interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4),
QG.RE.UF2	erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),
QG.RE.UF3	begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2),
QG.RE.UF4	erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1).
Erkenntnisgewinnung	
QG.RE.E1	erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7),
QG.RE.E2	erläutern qualitativ den Myonenzerfall in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1).
Kommunikation	
QG.RE.K1	erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3),
QG.RE.K2	erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4),
QG.RE.K3	beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3).
Bewertung	
QG.RE.B1	diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7),
QG.RE.B2	bewerten die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für die Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3).

7. Kompetenzerwartung Leistungskurs

Konkretisierte Kompetenzerwartung Relativitätstheorie

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen	
QL.RE.UF1	begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6),
QL.RE.UF2	erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),
QL.RE.UF3	erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1),
QL.RE.UF4	erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2),
QL.RE.UF5	erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1),
QL.RE.UF6	berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2),

QL.RE.UF7	beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4),
QL.RE.UF8	beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4),
QL.RE.UF9	begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2).
Erkenntnisgewinnung:	
QL.RE.E1	leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5),
QL.RE.E2	begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6),
QL.RE.E3	bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1),
QL.RE.E4	reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7).
Kommunikation:	
QL.RE.K1	erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),
QL.RE.K2	beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),
QL.RE.K3	veranschaulichen mithilfe eines einfachen gegenständlichen Modells den durch die Einwirkung von massebehafteten Körpern hervorgerufenen Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung sowie die „Krümmung des Raums“ (K3).
Bewertung:	
QL.RE.B1	beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3),
QL.RE.B2	bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).

8. Konkretisierte Kompetenzerwartung Elektrizität

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen:	
QL.EL.UF1	erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),
QL.EL.UF2	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1),
QL.EL.UF3	erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6),

QL.EL.UF4	wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a.Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2),
QL.EL.UF5	bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),
QL.EL.UF6	ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator, Spule) (UF2),
QL.EL.UF7	beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3),
QL.EL.UF8	ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),
QL.EL.UF9	bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2,UF4,E6),
QL.EL.UF10	erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2),
QL.EL.UF11	beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2,E5),
QL.EL.UF12	beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6),
QL.EL.UF13	erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6),
QL.EL.UF14	beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6),
QL.EL.UF15	beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6).
Erkenntnisgewinnung	
QL.EL.E1	beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),
QL.EL.E2	leiten physikalische Gesetze (u.a.die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen Spannung und Feldstärke und den Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),

<p>QL.EL.E3 wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrizität (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),</p>
<p>QL.EL.E4 beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5, UF1, UF4),</p>
<p>QL.EL.E5 erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4),</p>
<p>QL.EL.E6 schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),</p>
<p>QL.EL.E7 führen das Auftreten einer Induktionsspannung auf die zeitliche Änderung der von einem Leiter überstrichenen gerichteten Fläche in einem Magnetfeld zurück (u.a. bei der Erzeugung einer Wechselspannung) (E6),</p>
<p>QL.EL.E8 identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße B in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),</p>
<p>QL.EL.E9 planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5),</p>
<p>QL.EL.E10 begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),</p>
<p>QL.EL.E11 erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),</p>
<p>QL.EL.E12 beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n-ter Ordnung her (E6, UF1, UF2),</p>
<p>QL.EL.E13 ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5).</p>
<p>Kommunikation</p>
<p>QL.EL.K1 erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),</p>
<p>QL.EL.K2 erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3),</p>
<p>QL.EL.K3 erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),</p>

<p>QL.EL.K4 erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6).</p>
<p>Bewertung</p>
<p>QL.EL.B1 erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4),</p>
<p>QL.EL.B2 treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1),</p>
<p>QL.EL.B3 entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),</p>

9. Konkretisierte Kompetenzerwartung Quantenphysik

Die Schülerinnen und Schüler ...

<p>Umgang mit Fachwissen</p>
<p>QL.QU.UF1 erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3),</p>
<p>QL.QU.UF2 beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1),</p>
<p>QL.QU.UF3 stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1),</p>
<p>QL.QU.UF4 erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3),</p>
<p>QL.QU.UF5 erklären die deBroglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),</p>
<p>QL.QU.UF6 deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4),</p>
<p>QL.QU.UF7 erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4),</p>
<p>QL.QU.UF8 erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3),</p>
<p>QL.QU.UF9 ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).</p>
<p>Erkenntnisgewinnung</p>
<p>QL.QU.E1 erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1),</p>

QL.QU.E2	ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6),
QL.QU.E3	deuten die Entstehung der kurzwelligigen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts(E6),
QL.QU.E4	erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6),
QL.QU.E5	legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Weltbildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können (E7),
QL.QU.E6	interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),
QL.QU.E7	erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7).
Kommunikation	
QL.QU.K1	führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),
QL.QU.K2	beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2),
QL.QU.K3	diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6).
Bewertung	
QL.QU.B1	diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7),
QL.QU.B2	bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).

Konkretisierte Kompetenzerwartung Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik

Die Schülerinnen und Schüler ...

Umgang mit Fachwissen	
QL.AKE.UF1	geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder(UF1),
QL.AKE.UF2	benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),

QL.AKE.UF3	identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),
QL.AKE.UF4	erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3),
QL.AKE.UF5	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),
QL.AKE.UF6	erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),
QL.AKE.UF7	erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1),
QL.AKE.UF8	stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4),
QL.AKE.UF9	beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4),
QL.AKE.UF10	systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3),
QL.AKE.UF11	erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1).
Erkenntnisgewinnung	
QL.AKE.E1	erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),
QL.AKE.E2	stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7),
QL.AKE.E3	benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),
QL.AKE.E4	leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),
QL.AKE.E5	entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5),
QL.AKE.E6	erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6),

QL.AKE.E7	vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6).
Kommunikation	
QL.AKE.K1	nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3),
QL.AKE.K2	erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),
QL.AKE.K3	recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),
Bewertung	
QL.AKE.B1	bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),
QL.AKE.B2	formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),
QL.AKE.B3	bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1),
QL.AKE.B4	beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),
QL.AKE.B5	beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4),
QL.AKE.B6	hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).