Schulinterner Lehrplan des Pestalozzi-Gymnasiums zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Physik

(Fassung vom 01.08.2022)

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit am Pestalozzi Gymnasium

Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

An Pestalozzis Gedanken knüpfen das Selbstverständnis und auch die Unterrichtspraxis unserer Schule und des Faches Physik an: Wir lehren und lernen in der Gemeinschaft, nach besten Möglichkeiten in Übereinstimmung mit individuellen Interessen und Voraussetzungen. Wir lehren und lernen das Lernen, das selbstständige Erarbeiten und Verarbeiten von Wissen. Kenntnisse und Fertigkeiten werden im Unterricht nicht isoliert und fundamentlos vermittelt, sondern auf der Grundlage der Anlagen und Möglichkeiten, die in den Schüler.innen wurzeln, die aber auch neu zu entwickeln sind.

Wie Johann Heinrich Pestalozzi haben wir uns der Aufgabe gewidmet, den Menschen, die in unserer Schule arbeiten und lernen, durch Bildung zu einem erfüllten Leben zu verhelfen.

Pestalozzis erzieherisches Leitmotiv "Mit Kopf, Herz und Hand" ist Maßstab des pädagogischen Handelns an unserer Schule, die seinen Namen trägt. Alle, die hier tätig sind, die hier leben und arbeiten, sollen und möchten "Köpfchen haben", mit dem "Herzen bei der Sache" sein und mit "Hand anlegen", um zum gemeinsamen Erfolg und zur gemeinsamen Freude beizutragen.

"Kopf" steht für guten Unterricht, engagiertes Lehren und Lernen, Leistung, die Freude macht, und Förderung, die Leistung ermöglicht. Wir möchten, dass unsere Schüler.innen gut und Wichtiges lernen und dabei feststellen, dass Arbeit und Freude sich nicht widersprechen.

"Herz" steht für einen respektvollen, achtsamen Umgang, ein verlässliches Miteinander in Erfolg und Zufriedenheit, in Sorgen und Enttäuschungen; aber auch für das Interesse an der "Sache", für die Neugier beim Entdecken neuer "Welten". Wir möchten, dass unsere Schule ein Lebensraum ist, in dem alle ihre Fähigkeiten einbringen und entfalten können, und dadurch die Schule zu unserer Schule wird.

"Hand" steht für das vielfältige Handeln innerhalb und außerhalb des Unterrichts, für Projekte, Aktionen, musikalische Veranstaltungen, Theateraufführungen, Feiern und Feste, aber auch für das soziale Engagement zugunsten von Menschen,

die weltweit auf unsere Hilfe angewiesen sind. Wir möchten nicht nur auf "das Leben vorbereiten", sondern auch vermitteln und erlebbar machen, dass das Leben schon jetzt in unserer Schule "vorkommt" und stattfindet. Wir möchten keine geschlossene Gesellschaft sein, sondern eine offene Gemeinschaft, die die Welt nicht aus dem Blick verliert und die den Menschen die Hand reicht.

Kopf, Herz und Hand soll ein stimmiger Dreiklang unseres Schullebens sein, zu dem die Töne sich verbinden, bei dem kein Ton fehlt und in dem keiner den anderen übertönt.

Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds

Dem Fachbereich Physik stehen zwei Fach-, ein Vorbereitungsraum sowie eine Physiksammlung zur Verfügung. Im Jahr 2017 fand die Modernisierung des Bereichs statt. Es entstanden zwei Fachräume zur Durchführung von Demonstrations- und Schüler.innenexperimenten, die sowohl alle technischen Voraussetzungen für den Fachunterricht besitzen als auch die Möglichkeit zu kooperativem und individuellem Unterricht bieten. Darüber hinaus erweiterten sich die Räume durch die Installation neuester digitaler Medien, wie z.B. ein digitales Whiteboard und einen Laptopwagen für den modernen, fortschrittlichen Physikunterricht. Außerdem erfolgte in diesem Zeitraum eine Neugestaltung des Vorbereitungsraums, der durch die Renovierungsmaßnahmen die Vorbereitung des Physikunterrichts durch die Lehrkräfte optimiert. In diesem Zusammenhang wurde die Ausstattung der Physiksammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schüler.innenexperimente angepasst und erweitert. Dennoch sind sowohl in der Ausstattung der Demo- und Schüler.innenexperimente insbesondere für die Oberstufe als auch bei der medialen Ausstattung Defizite vorhanden, die einen reibungslosen Unterricht noch nicht gewährleisten.

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht durch fünf Kolleg.innen einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt (Naturwissenschaft/Geschichte). In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 6, 7, 8, 9 und 10 Physik im Umfang der vorgesehenen 8 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt. In der Sekundarstufe II findet der Unterricht in der EF, Q1 und Q2 mit zwei Lehrkräften statt. Ein Leistungskurs findet in Kooperation am Otto-Hahn Gymnasium statt.

Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen

Der physikalische Unterricht agiert dabei stets im Einklang mit den schulischen Standards zum Lehren und Lernen. Dabei werden die schulinternen Förderkonzepte genutzt, das Methodencurriculum integriert und das Medienkonzept im Unterricht praktisch angewandt (Details siehe Förderkonzepte, Methodencurriculum und Medienkonzept des Pestalozzi-Gymnasiums Herne). Beginnend mit der Jgst. 6 erfolgt dementsprechend zunächst die Ermittlung physikalischer Arbeitstechniken, wie die Erstellung von Protokollen und Plakaten, die Durchführung von Schüler.innenexperimenten unter Einhaltung der Sicherheitsregeln, sowie die selbständige Erarbeitung von Wissen auf Basis von Lernstationen. Diese methodischen Arbeitstechniken erweitern sich sukzessive bis zur Jgst. 10. So steht in der Sek I die Erstellung von Referaten, PowerPoint-Präsentationen und Handouts genauso im Fokus wie der systematische Umgang und die Auswertung von Excel-Dateien und die sinnstiftende Nutzung der Internetrecherche.

Der Physikunterricht am Pestalozzi-Gymnasium ist darauf ausgerichtet, die konzeptbezogenen Kompetenzen, die das Fachwissen festlegen und sich auf die mit ihnen verbundene Vorstellungen und Begriffe beziehen genauso zu erweitern wie die prozessbezogenen Kompetenzen, die die Handlungsdimension beschreiben und sich auf naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen beziehen. Der Unterricht im Fach Physik unterstützt gleichzeitig auch die Entwicklung personaler und sozialer Kompetenzen, die lebenslanges Lernen und gesellschaftliche Mitgestaltung ermöglichen. Schüler.innen sollen dementsprechend im Unterricht insbesondere Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen, bewusst Lernstrategien einsetzen und im gemeinschaftlichen Austausch physikalische Phänomene erkunden und Konzepte erarbeiten.

Die Entwicklung der Kompetenzen erfolgt anhand geeigneter Kontexte. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis der Forschung, technische und gesellschaftliche Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Schüler.innen den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Geeignete Kontexte beschreiben reale Situationen, deren Relevanz auch für Schüler.innen erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können. So wird durch Kontexte wie "Elektrizität im Alltag", "Leben bei verschiedenen Temperaturen" oder "Physik und Sport" ein Zusammenhang zur Lebenswelt erschlossen. Dadurch ermöglicht sich eine schüler.innenorientierte Erarbeitung physikalischer Sachverhalte, die Entwicklung und Nutzung fachlicher Kompetenzen und die Kommunikation und Reflexion naturwissenschaftlicher Aussagen.

Individuelle Förderung im Physikunterricht

Im Mittelpunkt der individuellen Förderung im Fach Physik stehen die Schüler.innen, die als Persönlichkeiten wertgeschätzt werden. Entsprechend ihrer Lernausgangslagen werden sie so gefördert, dass sie ihre Begabungen, Fähigkeiten und Kompetenzen bestmöglich entfalten und somit ihren individuellen Bildungserfolg erzielen können. Dabei wird der Physikunterricht so aufgebaut, dass Lernsituationen geschaffen werden, in denen die Schüler.innen ihre Kompetenzen aktiv entwickeln, Verantwortung für ihren Lernprozess übernehmen und ihren Lernfortschritt erkennen und reflektieren können, ohne dabei den Klassenverband zu verlassen. Zur Gewährleistung der individuellen Förderung werden im Fach Physik folgende Aspekte angewandt:

Fachliche Zusammenarbeit mit außerunterrichtlichen Partnern

<u>Äußere Differenzierung</u>

- NW-Geschichte als WPII Fach in der Jgst. 9
- Roboter-AG
- Teilnahme an Wettbewerben (z.B. Freestyle-Physik)

<u>Binnendifferenzierung</u>

- Schüler.innenexperimente
- Gruppenarbeit
- Referate
- Stationenlernen
- Kooperative Lernformen
- Digitale Videoanalyse mit Measure Dynamics

Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern:

- Sternwarte Bochum
- Kooperation der Stadtbibliothek zur Erstellung von Referaten in der Jgst.
 7
- Girls & Boys Day in der Jgst. 8 zur Berufsorientierung in technischen Berufen

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die Unterrichtsvorhaben wird die für alle Lehrer.innen gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen. Dadurch soll verdeutlicht werden, welches Wissen und welche Fähigkeiten in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben besonders gut zu erlernen sind und welche Aspekte deshalb im Unterricht hervorgehoben thematisiert werden sollten. Unter den weiteren Vereinbarungen des Übersichtsrasters werden u.a. Möglichkeiten im Hinblick auf inhaltliche Fokussierungen sowie interne und externe Verknüpfungen ausgewiesen. Bei Synergien und Vernetzungen bedeutet die Pfeilrichtung ←, dass auf Lernergebnisse anderer Bereiche zurückgegriffen wird (aufbauend auf …), die Pfeilrichtung →, dass Lernergebnisse später fortgeführt werden (grundlegend für …).

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der Schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schüler.innen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Klassenfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzuna Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Übersicht der Unterrichtsvorhaben - Tabellarische Übersicht (SiLp)

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 Stunden)				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwer- punkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler		
<u>Unterrichtsvorhaben</u> <u>I</u>	Grundlagen der Me- chanik	erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),		
Physik in Sport und Verkehr I	 Kinematik: gleichför- mige und gleichmä- ßig beschleunigte 	unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7),		
Wie lassen sich Bewe- gungen beschreiben,	Bewegung; freier	stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),		
vermessen und analy- sieren?	Wurf; vektorielle Größen	planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5),		
ca. 25 Ustd.		interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9),		
33. 20 00.0.		 ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6), 		
		bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer		

		Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). (MKR 1.2)
		 beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7), (MKR 1.2, 2.3)
Unterrichtsvorhaben II	Grundlagen der Me- chanik	erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4),
Physik in Sport und Verkehr II	 Dynamik: New- ton'sche Gesetze; beschleunigende 	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7),
Wie lassen sich Ursa- chen von Bewegungen	Kräfte; Kräftegleich- gewicht; Reibungs-	stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerle- gung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7),
erklären? kräfte	erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4),	
ca. 15 Ustd.		erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4).
		untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4),
		begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),
Unterrichtsvorhaben III	Grundlagen der Me- chanik	 erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unter- schiedlichen Beispielen (S1, K4),
Superhelden und Crashtests - Erhal-	 Erhaltungssätze: Im- puls; Energie (Lage-, 	beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertra- gung (S1, S2, K3),
tungssätze in ver-	Bewegungs- und	analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ

schiedenen Situationen Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren? ca. 12 Ustd.	Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge	 sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5), (VB D Z 3) bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8). (MKR 2.2, 2.3)
Unterrichtsvorhaben IV	Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder	 erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreis- bewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwin- digkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4),
Bewegungen im Weltraum	Kreisbewegung: gleichförmige Kreis- bewegung, Zentripe-	beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3),
Wie bewegen sich die Planeten im Sonnen- system?	talkraft • Gravitation: Schwer-	 erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton´schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4),
Wie lassen sich aus (himmlischen) Be-	kraft, Newton´sches Gravi- tationsgesetz,	erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),

obachtungen Gesetze ableiten?	Kepler´sche Gesetze, Gravitationsfeld	 interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9),
ca. 20 Ustd.	Wandel physikali- scher Weltbilder:	deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),
	geo- und heliozentri- sche Weltbilder;	 ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitati- onsgesetzes astronomische Größen (E4, E8),
Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation		
Unterrichtsvorhaben V Weltbilder in der	Kreisbewegung, Gravi- tation und physikali- sche Weltbilder	stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskör- per beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10),
Physik	Wandel physikali- scher Weltbilder:	erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangs- punkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4),
Revolutioniert die Phy- sik unsere Sicht auf die	sere Sicht auf die Sche Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativi-	erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4),
Welt?		 erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grund- legender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeit- dilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7).
	4311	ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1).
		ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein

(B8, K3),
 beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10) (MKR 5.2)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Grundkurs (ca. 150 Stunden)				
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwer- punkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler		
Unterrichtsvorhaben I Periodische Vorgänge in alltäglichen Situationen	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern • Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmoni-	 erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen, deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhänge (S1, S3), erläutern am Beispiel des Federpendels Energieumwandlungen harmonischer Schwingungen (S1, S2, K4), 		
Wie lassen sich zeitlich und räumlich periodische Vorgänge am Beispiel von harmonischen Schwingungen sowie	sche Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion,	 erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3), erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), konzipieren Experimente zur Abhängigkeit der Periodendauer von Einflussgrößen beim Federpendel und werten diese unter Anwendung digitaler Werk- 		

mechanischen Wellen beschreiben und erklä- ren? ca. 10 Ustd.	Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen	•	zeuge aus (E6, S4, K6), (MKR 1.2) beurteilen Maßnahmen zur Störgeräuschreduzierung hinsichtlich deren Eignung (B7, K1, K5). (VB B Z1)
Unterrichtsvorhaben II Beugung und Interferenz von Wellen - ein neues Lichtmodell Wie kann man Ausbreitungsphänomene von Licht beschreiben und erklären? ca. 18 Ustd.	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern Klassische Wellen: Federpendel, mechanische harmonische Schwingungen und Wellen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Superposition und Polarisation von Wellen	•	erläutern mithilfe der <i>Wellenwanne</i> qualitativ auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6), erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8), weisen anhand des Interferenzmusters bei <i>Doppelspalt- und Gitterversuchen</i> mit mono- und polychromatischem Licht die Wellennatur des Lichts nach und bestimmen daraus Wellenlängen (E7, E8, K4).
Unterrichtsvorhaben III Erforschung des Elekt-	Klassische Wellen und geladene Teilchen in Feldern	•	stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radial- und Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6),

rons

Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

ca. 26 Ustd.

Teilchen in Feldern: elektrische und magnetische Felder; elektrische Feldstärke, elektrische Spannung; magnetische Flussdichte; Bahnformen von geladenen Teilchen in homogenen Feldern

- beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6),
- erläutern am Beispiel des Plattenkondensators den Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen elektrischen Feld (S3)
- berechnen Geschwindigkeitsänderungen von Ladungsträgern nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (S1, S3, K3),
- erläutern am Fadenstrahlrohr die Erzeugung freier Elektronen durch den glühelektrischen Effekt, deren Beschleunigung beim Durchlaufen eines elektrischen Felds sowie deren Ablenkung im homogenen magnetischen Feld durch die Lorentzkraft (S4, S6, E6, K5),
- entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzips elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6),
- modellieren mathematisch die Beobachtungen am *Fadenstrahlrohr* und ermitteln aus den Messergebnissen die Elektronenmasse (E4, E9, K7),
- erläutern Experimente zur Variation elektrischer Einflussgrößen und deren Auswirkungen auf die Bahnformen von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern (E2, K4),
- schließen aus der statistischen Auswertung einer vereinfachten Version des Millikan-Versuchs auf die Existenz einer kleinsten Ladung (E3, E11, K8),
- wenden eine Messmethode zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte an (E3, K6),
- erschließen sich die Funktionsweise des Zyklotrons auch mithilfe von Simula-

			tionen (E1, E10, S1, K1),
		•	beurteilen die Schutzwirkung des Erdmagnetfeldes gegen den Strom geladener Teilchen aus dem Weltall
Unterrichtsvorhaben IV Photonen und Elektronen als Quantenobjekte Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?	 Quantenobjekte Teilchenaspekte von Photonen: Ener- giequantelung von Licht, Photoeffekt Wellenaspekt von Elektronen: De- Broglie-Wellenlänge, Interferenz von Elektronen am Dop- pelspalt 	•	erläutern anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Quantencharakter von Licht (S1, E9, K3), stellen die Lichtquanten- und De-Broglie-Hypothese sowie deren Unterschied zur klassischen Betrachtungsweise dar (S1, S2, E8, K4), wenden die De-Broglie-Hypothese an, um das Beugungsbild beim <i>Doppelspaltversuch mit Elektronen</i> quantitativ zu erklären (S1, S5, E6, K9), erläutern die Determiniertheit der Zufallsverteilung der diskreten Energieabgabe beim Doppelspaltexperiment mit stark intensitätsreduziertem Licht (S3, E6, K3), berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quantenobjekte (S3),
ca. 18 Ustd.	Photon und Elektron als Quantenobjekte: Wellen- und Teil- chenmodell, Kopen- hagener Deutung	•	erklären an geeigneten Darstellungen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte (S1, K3), erläutern bei Quantenobjekten die "Welcher-Weg"-Information als Bedingung für das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in einem Interferenzexperiment (S2, K4), leiten anhand eines <i>Experiments zum Photoeffekt</i> den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen ab (E6, S6), untersuchen mithilfe von Simulationen das Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt (E4, E8, K6, K7), (MKR 1.2) beurteilen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen-

			und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen (E9, E11, K8),
		•	erläutern die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),
		•	stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopenhagener Deutung dar (B8, K9),
		•	beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der physikalischen Erkenntnisfähigkeit (B8, E11, K8).
Unterrichtsvorhaben V Energieversorgung	Energieübertragung • Elektrodynamik: magnetischer Fluss, elektromagnetische Induktion, Indukti- onsgesetz; Wech- selspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator • Energieübertragung: Generator, Trans- formator; elektro- magnetische	•	erläutern das Auftreten von Induktionsspannungen am Beispiel der <i>Leiterschaukel</i> durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (S3, S4, K4),
und Transport mit Ge- neratoren und Trans- formatoren		magnetischer Fluss, elektromagnetische	führen Induktionserscheinungen bei einer Leiterschleife auf die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte oder die zeitliche Änderung der durchsetzten Fläche zurück (S1, S2, K4),
Wie kann elektrische		onsgesetz; Wech- selspannung; Auf- und Entladevorgang am Kondensator	beschreiben das Induktionsgesetz mit der mittleren Änderungsrate und in differentieller Form des magnetischen Flusses (S7),
Energie gewonnen, ver- teilt und bereitgestellt werden?			untersuchen die gezielte Veränderung elektrischer Spannungen und Stromstärken durch <i>Transformatoren</i> mithilfe angeleiteter Experimente als Beispiel für die technische Anwendung der Induktion (S1, S4, E6, K8),
ca. 18 Ustd.		•	erklären am physikalischen <i>Modellexperiment zu Freileitungen</i> technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie (S1, S3, K8),
		•	interpretieren die mit einem <i>Oszilloskop</i> bzw. <i>Messwerterfassungssystem</i> aufgenommenen Daten bei elektromagnetischen Induktions- und Schwingungsversuchen unter Rückbezug auf die experimentellen Parameter (E6, E7, K9),

modellieren mathematisch das Entstehen von Induktionsspannungen für die beiden Spezialfälle einer zeitlich konstanten Fläche und einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte (E4, E6, K7), erklären das Entstehen von sinusförmigen Wechselspannungen in Generatoren mithilfe des Induktionsgesetzes (E6, E10, K3, K4), stellen Hypothesen zum Verhalten des Rings beim Thomson'schen Ringversuch bei Zunahme und Abnahme des magnetischen Flusses im Ring auf und erklären diese mithilfe des Induktionsgesetzes (E2, E9, S3, K4, K8), beurteilen ausgewählte Beispiele zur Energiebereitstellung und -umwandlung unter technischen und ökologischen Aspekten (B3, B6, K8, K10), (VB ÜB Z2) beurteilen das Potential der Energierückgewinnung auf der Basis von Induktionsphänomenen bei elektrischen Antriebssystemen (B7, K2). **Unterrichtsvorhaben VI** Elektrodynamik und beschreiben die Kapazität als Kenngröße eines Kondensators und bestimmen diese für den Spezialfall des Plattenkondensators in Abhängigkeit seiner ge-**Anwendungsbereiche** Energieübertragung ometrischen Daten (S1, S3), des Kondensators Elektrodynamik: erläutern qualitativ die bei einer elektromagnetischen Schwingung in der Spumagnetischer Fluss, le und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (S1, S4, E4), Wie kann man Energie elektromagnetische untersuchen den Auf- und Entladevorgang bei Kondensatoren unter Anleitung in elektrischen Systemen Induktion, Induktiexperimentell (S4, S6, K6), speichern? onsgesetz: Wechselspannung; Aufmodellieren mathematisch den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Aufund Entladevorgängen bei Kondensatoren (E4, E6, S7), Wie kann man elektriund Entladevorgang sche Schwingungen eram Kondensator interpretieren den Flächeninhalt zwischen Graph und Abszissenachse im Qzeugen? Energieübertragung: U-Diagramm als Energiegehalt des Plattenkondensators (E6, K8),

beurteilen den Einsatz des Kondensators als Energiespeicher in ausgewähl-

Generator. Trans-

ca. 15 UStd.	formator; elektro- magnetische		ten alltäglichen Situationen (B3, B4, K9).
	Schwingung		
<u>Unterrichtsvorhaben</u>	Strahlung und Materie	•	erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgen-
<u>VII</u>	Strahlung: Spektrum		strahlung (S3, E6, K4),
Mensch und Strahlung	der elektromagneti- schen Strahlung; io-	•	unterscheiden α -, β -, γ - Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),
- Chancen und Risiken	nisierende Strah- lung, Geiger-Müller-	•	ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),
ionisierender Strah- lung	trah- Zählrohr, biologische Wirkungen	•	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Geiger-Müller-Zählrohrs</i> als Nachweisgerät für ionisierende Strahlung (S4, S5, K8),
Wie wirkt ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper?	•	untersuchen experimentell anhand der Zählraten bei Absorptionsexperimenten unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung (E3, E5, S4, S5),	
	•	begründen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, K3),	
ca. 12 Ustd.		•	quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).
		•	bewerten die Bedeutung hochenergetischer Strahlung hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung sowie ihres Nutzens bei medizinischer Diagnose und Therapie (B5, B6, K1, K10). (VB B Z3).

	T =		
<u>Unterrichtsvorhaben</u> <u>VIII</u>	• Atomphysik: Linien- spektrum, Energi- eniveauschema, Kern-Hülle-Modell, Röntgenstrahlung	•	erklären die Energie emittierter und absorbierter Photonen am Beispiel von Linienspektren leuchtender Gase und Fraunhofer'scher Linien mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S1, S3, E6, K4),
Erforschung des Mik- ro- und Makrokosmos		eniveauschema, Kern-Hülle-Modell,	beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),
Wie lassen sich aus			interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),
Spektralanalysen Rück- schlüsse auf die Struktur		•	erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),
von Atomen ziehen?		•	interpretieren die Bedeutung von <i>Flammenfärbung</i> und <i>Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E6, E10),
		•	interpretieren die Messergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs (E6, E8, K8),
			erklären das <i>charakteristische Röntgenspektrum</i> mit den Energieniveaus der Atomhülle (E6),
		•	identifizieren vorhandene Stoffe in der Sonnen- und Erdatmosphäre anhand von Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> (E3, E6, K1),
		•	stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9).
Unterrichtsvorhaben IX	Strahlung und Materie Kernphysik: Nukleo-	•	erläutern den Begriff der Radioaktivität und zugehörige Kernumwandlungsprozesse auch mithilfe der Nuklidkarte (S1, S2),
Massendefekt und Kernumwandlungen	ernumwandlungen nen; Zerfallsprozes- se und Kernum- wandlungen, Kern-	•	wenden das zeitliche Zerfallsgesetz für den radioaktiven Zerfall an (S5, S6, K6),
Wie lassen sich energe-		•	erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für

tische Bilanzen bei Um-	spaltung und -fusion		die Stabilität des Kerns (S1, S2),
wandlungs- und Zer- fallsprozessen quantifi-		•	erläutern qualitativ am β⁻-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4),
zieren?		•	erklären anhand des Zusammenhangs $E = \Delta m c^2$ die Grundlagen der Energiefreisetzung bei Kernspaltung und -fusion über den Massendefekt (S1)
Wie entsteht ionisieren-			(S1),
de Strahlung?		•	ermitteln im Falle eines einstufigen radioaktiven Zerfalls anhand der gemessenen Zählraten die Halbwertszeit (E5, E8, S6),
ca. 16 Ustd.		•	vergleichen verschiedene Vorstellungen von der Materie mit den Konzepten der modernen Physik (B8, K9).

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase - Leistungskurs (ca. 242 Stunden)					
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler			
<u>Unterrichtsvorhaben I</u>	Ladungen, Felder und Indukti- on	erklären grundlegende elektrostatische Phänomene mithilfe der Eigenschaften elektrischer Ladungen (S1),			
Untersuchung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern Wie lassen sich Kräfte auf bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern beschreiben? Wie können Ladung und Masse eines Elektrons bestimmt werden?	 Elektrische Ladungen und Felder: Ladungen, elektrische Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten 	 stellen elektrische Feldlinienbilder von homogenen, Radialund Dipolfeldern sowie magnetische Feldlinienbilder von homogenen und Dipolfeldern dar (S1, K6), beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte (S2, S3, E6), erläutern anhand einer einfachen Version des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (S3, S5, E7, K9) erläutern die Bestimmung der Elektronenmasse am Beispiel des Fadenstrahlrohrs mithilfe der Lorentzkraft sowie die Erzeugung und Beschleunigung freier Elektronen (S4, S5, S6, E6, K5) 			

ca. 40 Ustd.	elektrischen und magneti- schen Feldern	 bestimmen mithilfe des Coulomb'schen Gesetzes Kräfte vor punktförmigen Ladungen aufeinander sowie resultierende Beträge und Richtungen von Feldstärken (E8, E10, S1, S3), entwickeln mithilfe des Superpositionsprinzip elektrische und magnetische Feldlinienbilder (E4, E6, K5), modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), erläutern die Untersuchung magnetischer Flussdichten mithilfe des Hall-Effekts (E4, E7, S1, S5) konzipieren Experimente zur Bestimmung der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte einer langgestreckten stromdurchflossenen Spule von ihren Einflussgrößen (E2, E5),
Unterrichtsvorhaben II Massenspektrometer und Zyklotron als Anwendung in der physikalischen Forschung Welche weiterführende Anwendungen von bewegten Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern gibt es	 Ladungen, Felder und Induktion Bewegungen in Feldern: geladene Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern; Lorentzkraft; geladene Teilchen in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern 	 modellieren mathematisch Bahnformen geladener Teilchen in homogenen elektrischen und magnetischen Längs- und Querfeldern sowie in orthogonal gekreuzten Feldern (E1, E2, E4, S7), stellen Hypothesen zum Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron auf (E2, E4, S1, K4), bewerten Teilchenbeschleuniger in Großforschungseinrichtungen im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit und ihren gesellschaftlichen Nutzen hin (B3, B4, K1, K7),

und als Element von Energieumwandlungsketten Wie kann elektrische Energie gewonnen und im Alltag bereits gestellt werden? ca. 25 Ustd. Unterrichtsvorhaben IV Zeitliche und energetische	Ladungen, Felder und Induktion • Elektrische Ladungen und	 führen die Funktionsweise eines Generators auf das Induktionsgesetz zurück (E10, K4), begründen qualitative Versuche zur Lenz'schen Regel sowohl mit dem Wechselwirkungs- als auch mit dem Energiekonzept (E2, E9, K3). identifizieren und beurteilen Anwendungsbeispiele für die elektromagnetische Induktion im Alltag (B6, K8). (VB D Z3) beschreiben qualitativ und quantitativ die Zusammenhänge von Ladung, Spannung und Stromstärke unter Berücksichtigung der Parameter Kapazität und Widerstand bei Ladeund Entladevorgängen am Kondensator auch mithilfe von
in Forschung und Technik? ca. 10 Ustd. Unterrichtsvorhaben III Die elektromagnetische Induktion als Grundlage für die Kopplung elektrischer und magnetischer Felder	Ladungen, Felder und Induktion • Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität	 nutzen das Induktionsgesetz auch in differenzieller Form unter Verwendung des magnetischen Flusses (S2, S3, S7), erklären Verzögerungen bei Einschaltvorgängen sowie das Auftreten von Spannungsstößen bei Ausschaltvorgängen mit der Kenngröße Induktivität einer Spule anhand der Selbstinduktion (S1, S7, E6),

sator und Spule

Wie speichern elektrische und magnetische Felder Energie und wie geben sie diese wieder ab?

ca. 20 Ustd.

Felder, elektrische Feldstärke; Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Potential, elektrische Spannung, Kondensator und Kapazität; magnetische Felder, magnetische Flussdichte

Elektromagnetische Induktion: magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel; Selbstinduktion, Induktivität ansätzen(S3, S6, S7, E4, K7),

- geben die in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern gespeicherte Energie in Abhängigkeit der elektrischen Größen und der Kenngrößen der Bauelemente an (S1, S3, E2)
- prüfen Hypothesen zur Veränderung der Kapazität eines Kondensators durch ein Dielektrikum (E2, E3, S1),
- ermitteln anhand von Messkurven zu Auf- und Entladevorgängen bei Kondensatoren sowie zu Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen zugehörige Kenngrößen (E4, E6, S6),

Unterrichtsvorhaben V

Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und deren Eigenschaften

Welche Analogien gibt es zwischen mechanischen und elektromagnetischen schwingenden Systemen?

ca. 40 Ustd.

Schwingende Systeme und Wellen

 Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer

Schwingende Systeme: Federpendel, Fadenpendel, Resonanz; Schwingkreis,

- erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),
- vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten und hinsichtlich der jeweiligen Kenngrößen (S1, S3),
- erläutern qualitativ die physikalischen Prozesse bei ungedämpften, gedämpften und erzwungenen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen (S1, E1),
- leiten für das Federpendel und unter Berücksichtigung der Kleinwinkelnäherung für das Fadenpendel aus dem linearen Kraftgesetz die zugehörigen Differentialgleichungen her (S3, S7, E2),

	Hertz'scher Dipol	ermitteln mithilfe der Differentialgleichungen und der Lösungsansätze für das ungedämpfte Fadenpendel, die ungedämpfte Federschwingung und den ungedämpften Schwingkreis die Periodendauer sowie die Thomson'sche Gleichung (S3, S7, E8),
		beschreiben den Hertz'schen Dipol als (offenen) Schwing- kreis (S1, S2, K8),
		 untersuchen experimentell die Abhängigkeit der Periodendauer und Amplitudenabnahme von Einflussgrößen bei mechanischen und elektromagnetischen harmonischen Schwingungen unter Anwendung digitaler Werkzeuge (E4, S4), (MKR 1.2)
		 untersuchen experimentell am Beispiel des Federpendels das Phänomen der Resonanz auch unter Rückbezug auf Alltagssituationen (E5, E6, K1),
		beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung von Resonanzkata- strophen (B5, B6, K2),
		unterscheiden am Beispiel von Schwingungen deduktives und induktives Vorgehen als Grundmethoden der Erkennt- nisgewinnung (B8, K4)
Unterrichtsvorhaben VI Wellen und Interferenzphänomene	Schwingende Systeme und Wellen Schwingungen und Wellen: harmonische Schwingungen	erläutern die Eigenschaften harmonischer mechanischer Schwingungen und Wellen sowie deren Beschreibungsgrößen Elongation, Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit und deren Zusammenhänge (S1, S3, K4),
Warum kam es im 17. Jh. zu	und ihre Kenngrößen; Huygens'sches Prinzip, Re-	erläutern mithilfe der Wellenwanne qualitativ auf der Grund- lage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen

einem Streit über das
Licht/die Natur des Lichts?

Ist für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ein Trägermedium notwendig? (Gibt es den "Äther"?)

ca. 10-15 Ustd.

flexion, Brechung, Beugung; Polarisation und Superposition von Wellen; Michelson-Interferometer

- sowie die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz (S1, E4, K6),
- beschreiben mathematisch die r\u00e4umliche und zeitliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle (S1, S2, S3, S7),
- erklären mithilfe der Superposition stehende Wellen (S1, E6, K3),
- erläutern die lineare Polarisation als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinal- und Transversalwellen (S2, E3, K8),
- stellen für Einzel-, Doppelspalt und Gitter die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz und deren quantitative Bestätigung im Experiment für mono- und polychromatisches Licht dar (S1, S3, S6, E6),
- erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (S1, K4).
- weisen anhand des Interferenzmusters bei Spalt- und Gitterversuchen die Welleneigenschaften des Lichts nach und bestimmen daraus die Wellenlänge des Lichts (E5, E6, E7, S6),
- erläutern Aufbau und Funktionsweise des Michelson-Interferometers (E2, E3, S3, K3).
- beurteilen die Bedeutung von Schwingkreisen für die Umsetzung des Sender-Empfänger-Prinzips an alltäglichen Beispielen (B1, B4, K1), (VB B Z 1)

Unterrichtsvorhaben VII

Quantenphysik als Weiterentwicklung des physikalischen Weltbildes

Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

ca. 30 Ustd.

Quantenphysik

- Teilchenaspekte von Photonen: Energiequantelung von Licht, Photoeffekt, Bremsstrahlung
- Photonen und Elektronen als Quantenobjekte: Doppelspaltexperiment, Bragg-Reflexion, Elektronenbeugung; Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Delayed-Choice-Experiment; Kopenhagener Deutung
- erklären den Photoeffekt mit der Einstein schen Lichtquantenhypothese (S1, S2, E3).
- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise der Röntgenröhre (S1),
- stellen anhand geeigneter Phänomene dar, dass Licht sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter aufweisen kann (S2, S3, E6, K8)
- erklären bei Quantenobjekten anhand des Delayed-Choice-Experiments unter Verwendung der Koinzidenzmethode das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (S1, S5, E3, K3),
- erklären am Beispiel von Elektronen die De-Broglie-Hypothese (S1, S3),
- berechnen Energie und Impuls über Frequenz und Wellenlänge für Quanten objekte (S3),
- deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeitsdichte von Elektronen (S3),
- erläutern die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation in der Version der Unmöglichkeits-Formulierung (S2, S3, E7, E11, K4).
- interpretieren die experimentellen Befunde zum Photoeffekt hinsichtlich des Widerspruchs zur klassischen Physik (E3, E8, S2, K3),
- bestimmen aus den experimentellen Daten eines Versuchs

		zum Photoeffekt das Planck´sche Wirkungsquantum (E6, S6),
		interpretieren das Auftreten der kurzwelligen Grenze des Bremsstrahlungsspektrums (E6, S1),
		erklären experimentelle Beobachtungen an der Elektronen- beugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E3, E6),
		modellieren qualitativ das stochastische Verhalten von Quantenobjekten am Doppelspalt bei gleichzeitiger Determiniertheit der Zufallsverteilung mithilfe der Eigenschaften der Wellenfunktion (E4, E6, K4).
		beurteilen die Problematik der Übertragbarkeit von Begriffen aus der Anschauungswelt auf Quantenobjekte (B1, K8),
		stellen die Kontroverse um den Realitätsbegriff der Kopen- hagener Deutung dar (B8, K9),
		beschreiben anhand quantenphysikalischer Betrachtungen die Grenzen der exakten Vorhersagbarkeit von physikali- schen Phänomenen (B8, K8, E11).
Unterrichtsvorhaben VIII	Atom- und Kernphysik	geben wesentliche Beiträge in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis zum ersten Kern-Hülle-Modell (Dalton,
Struktur der Materie	Atomaufbau: Atommodelle,	Thomson, Rutherford) wieder (S2, K3),
Wie hat sich unsere Vorstel- lung vom Aufbau der Materie	eindimensionaler Potential- topf, Energieniveauschema; Röntgenstrahlung	erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (S3, E6, K4),
historisch bis heute entwi-	Radioaktiver Zerfall: Kernauf- bau, Zerfallsreihen, Zerfalls-	erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakte-

ckelt?	gesetz, Halbwertszeit; Alters-		ristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),
ca. 20 Ustd.	bestimmung	•	beschreiben die Energiewerte für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome mithilfe eines quantenphysikalischen Atommodells (S2),
		•	erläutern das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen (S2, K4),
		•	beschreiben anhand des Modells des eindimensionalen Potentialtopfs die Verallgemeinerung eines quantenmecha- nischen Atommodells hin zu einem Ausblick auf Mehrelekt- ronensysteme unter Verwendung des Pauli-Prinzips (S2, S3, E10),
		•	interpretieren die Orbitale des Wasserstoffatoms als Veran- schaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron (S2, K8),
		•	erläutern qualitativ den Aufbau eines Atomkerns aus Nukleonen, den Aufbau der Nukleonen aus Quarks sowie die Rolle der starken Wechselwirkung für die Stabilität des Kerns (S1, S2, K3),
		•	interpretieren Linienspektren bei Emission und Absorption sowie die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuchs mithilfe des Energieniveauschemas (E2, E10, S6),
		•	stellen an der historischen Entwicklung der Atommodelle die spezifischen Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle heraus (B8, E9),
Unterrichtsvorhaben IX	Atom- und Kernphysik • Atomaufbau: Atommodelle,	•	erklären die Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Röntgenstrahlung (S3, E6, K4),

Mensch und Strahlung -Chancen und Risiken ionisierender Strahlung

Welche Auswirkungen haben ionisierende Strahlung auf den Menschen und wie kann man sich davor schützen?

Wie nutzt man die ionisierende Strahlung in der Medizin?

ca. 22 Ustd.

eindimensionaler Potentialtopf, Energieniveauschema;

Röntgenstrahlung

- Ionisierende Strahlung: Strahlungsarten, Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung, Eigenschaften ionisierender Strahlung, Absorption ionisierender Strahlung
- Radioaktiver Zerfall: Kernaufbau,

Zerfallsreihen, Zerfallsgesetz, Halbwertszeit; Altersbestimmung

- ordnen verschiedene Frequenzbereiche dem elektromagnetischen Spektrum zu (S1, K6),
- unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung, Röntgenstrahlung und Schwerionenstrahlung als Arten ionisierender Strahlung (S1),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs als Nachweisgerät ionisierender Strahlung (S4, S5, K8),
- erklären die Ablenkbarkeit in elektrischen und magnetischen Feldern sowie Durchdringungs- und Ionisierungsfähigkeit von ionisierender Strahlung mit ihren Eigenschaften (S1, S3),
- erläutern qualitativ an der β⁻-Umwandlung die Entstehung der Neutrinos mithilfe der schwachen Wechselwirkung und ihrer Austauschteilchen (S1, S2, K4).
- leiten auf der Basis der Definition der Aktivität das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (S7, E9),
- wählen für die Planung von Experimenten mit ionisierender Strahlung zwischen dem Geiger-Müller-Zählrohr und einem energiesensiblen Detektor gezielt aus (E3, E5, S5, S6),
- konzipieren Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit kurzlebiger radioaktiver Substanzen (E2, E5, S5),
- quantifizieren mit der Größe der effektiven Dosis die Wirkung ionisierender Strahlung und bewerten daraus abgeleitete Strahlenschutzmaßnahmen (E8, S3, B2).

		 wägen die Chancen und Risiken bildgebender Verfahren in der Medizin unter Verwendung ionisierender Strahlung ge- geneinander ab (B1, B4, K3), (VB B Z 3)
Unterrichtsvorhaben X	Atom- und Kernphysik	beschreiben natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich her- beigeführte Kernumwandlungsprozesse (Kernspaltung und -
Massendefekt und Ker-	 Radioaktiver Zerfall: Kernauf- bau, Zerfallsreihen, Zerfalls- 	fusion, Neutroneneinfang) auch mithilfe der Nuklidkarte (S1),
numwandlung Wie kann man natürliche	gesetz, Halbwertszeit; Alters- bestimmung	 beschreiben Kernspaltung und Kernfusion mithilfe der star- ken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen auch unter quantitativer Berücksichtigung von Bindungsenergien (S1,
Kernumwandlung beschrei-	Kernspaltung und -fusion:	S2)
ben und wissenschaftlich nut- zen?	Bindungsenergien, Massen- defekt; Kettenreaktion	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C-14-Methode (E4, E7, S7, K1),
Welche Möglichkleiten der Energiegewinnung ergeben		 bewerten Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion hinsichtlich der globalen Energieversorgung (B5, B7, K3, K10), (VB D Z3),
sich durch Kernumwandlun- gen in Natur und Technik?		diskutieren ausgewählte Aspekte der Endlagerung radioaktiver Abfälle unter Berücksichtigung verschiedener Quellen (B2, B4, K2, K10).(MKR 2.1, 2.3) (VB D Z3)
ca. 20 Ustd.		
1	1	

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Physik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. Die Grundsätze 1 bis 14 beziehen sich auf fachübergreifende Aspekte, die Grundsätze 15 bis 26 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

- 1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- 2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler.
- 3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- 4.) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
- 5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- 6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- 7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
- 9.) Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.

- 10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- 12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- 13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- 14.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

- 15.) Der Physikunterricht ist problemorientiert und Kontexten ausgerichtet.
- 16.) Der Physikunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- 17.) Der Physikunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
- 18.) Der Physikunterricht knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an.
- 19.) Der Physikunterricht stärkt über entsprechende Arbeitsformen kommunikative Kompetenzen.
- 20.) Der Physikunterricht bietet nach experimentellen oder deduktiven Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Reflexion, in denen der Prozess der Erkenntnisgewinnung bewusst gemacht wird.
- 21.) Der Physikunterricht fördert das Einbringen individueller Lösungsideen und den Umgang mit unterschiedlichen Ansätzen. Dazu gehört auch eine positive Fehlerkultur.

- 22.) Im Physikunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache und die Kenntnis grundlegender Formeln geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
- 23.) Der Physikunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
- 24.) Der Physikunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- 25.) Der Physikunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.
- 26.) Im Physikunterricht wird ein GTR oder ein CAS verwendet. Die Messwertauswertung kann auf diese Weise oder per PC erfolgen.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOSt sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Überprüfungsformen

In Kapitel 3 des KLP Physik Lehrplan werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen im Bereich der "sonstigen Mitarbeit" oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen notwendig. Besonderes Gewicht wird im Grundkurs auf experimentelle Aufgaben und Aufgaben zur Datenanalyse gelegt.

Lern- und Leistungssituationen

In **Lernsituationen** ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses.

Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht dagegen der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund.

Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte können bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der physikalischen Fachsprache

- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Beurteilungsbereich Klausuren

Verbindliche Absprache:

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen werden im Vorfeld abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt.

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOSt.

Einführungsphase:

1 Klausur im ersten und im zweiten Halbjahr (je 90 Minuten).

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren (135 und 180 Minuten im GK)

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht.

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigefügt und den Schülerinnen und Schüler auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere **Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit** erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die **mündliche Mitarbeit** erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Mündliche Abiturprüfungen

Auch für das mündliche Abitur (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich wird, wann eine gute oder ausreichende Leistung erreicht wird.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II sind an der Schule derzeit die Lehrbücher "Impulse Physik Einführungsphase" und "Impulse Physik Qualifikationsphase Grundkurs" eingeführt. Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

Unterstützende Materialien sind z.B. gute Internet-Links, die den Schülerinnen und Schülern zu den einzelnen Unterrichtsvorhaben zur Verfügung gestellt werden und ein Unterrichtsprotokoll, das für jede Stunde von jeweils einer Mitschülerin bzw. einem Mitschüler angefertigt und dem Kurs zur Verfügung gestellt werden könnte.

Unterstützende Materialien sind auch im *Lehrplannavigator* des NRW-Bildungsportals angegeben. Verweise darauf finden sich über Links in den HTML-Fassungen des Kernlehrplans und des Musters für einen Schulinternen Lehrplan. Den *Lehrplannavigator* findet man für das Fach Physik unter:

http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Physik hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Physikunterricht einfließen lassen. Es wird Wert daraufgelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, gefolgt von einem Besuch der Universitätsbibliothek der Ruhr-Universität Bochum. Der Reader mit den schulinternen Kriterien für die Erstellung einer Facharbeit, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den Fachbereichen berücksichtigen, steht den Schülerinnen und Schülern zu Verfügung. Im Verlauf des Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

Exkursionen

In der gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für sinnvoll:

EF: Besuch eines Planetariums oder des DLR School Labs

Q1: Besuch des Treffpunkts Quantenmechanik an der TU-Dortmund

Q2.1: Besuch des Teilchenbeschleunigers Delta an der TU-Dortmund

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als "lebendes Dokument" zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Physik bei.

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Fachgruppenarbeit

Die folgende Checkliste dient dazu, den Ist-Zustand bzw. auch Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren. Die Liste wird regelmäßig überabeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

	ngen und Planungen gruppenarbeit	lst-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitrahmen)
Funktion	en				
Fachvorsi	tz				
Stellvertre	etung				
Sammlung					
Strahlense	chutzbeauftragungen		Fristen beachten!		
	Funktionen er schulprogrammatischen fächerübergrei- unkte)				
Ressource					
personell	Fachlehrkräfte				
	fachfremd				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
räumlich	Fachräume				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamar- beit				
	Sammlungsraum				
materiell/	Lehrwerke				
sachlich	Fachzeitschriften				

zeitlich	Ausstattung mit Demonstrationsexperimenten Ausstattung mit Schülerexperimenten Abstände Fachteamarbeit Dauer Fachteamarbeit		
Unterrich	tsvorhaben		
	sbewertung/		
Einzelins	trumente		
Klausuren	1		
Facharbei	iten		
Kurswahl	len		
Grundkurs	se		
Leistungs	kurse		
Projektkur			
	sbewertung/Grundsätze		
sonstige N			

Arbeitsschwerpunkt(e) SE			
fachintern			
- kurzfristig (Halbjahr)			
- mittelfristig (Schuljahr)			
- langfristig			
fachübergreifend			
- kurzfristig			
- mittelfristig			
- langfristig			
Fortbildung			
Fachspezifischer Bedarf			
- kurzfristig			
- mittelfristig			
- langfristig			
Fachübergreifender Bedarf			
- kurzfristig			
- mittelfristig			
- langfristig		_	
•••			-