Ville-Gymnasium der Stadt Erftstadt

Schwalbenstr. 1 · 50374 Erftstadt · Tel.: (0 22 35) 92 22 53 · Fax: (0 22 35) 92 22 55
E-Mail: Sekretariat@Ville-Gymnasium.de · Internet: www.Ville-Gymnasium.de

Schulinterner Lehrplan
zum Kernlehrplan für die Sekundarstufe II

Fach

Physik

(Stand: November 2016)

Inhalt

Seite

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit 3

2. Entscheidungen zum Unterricht 4

2.1 Unterrichtsvorhaben 4

2.1.A. Einführungsphase 4
2.1.B. Qualifikationsphase Grundkurs 9
2.1.C. Qualifikationsphase Leistungskurs 17

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit 29
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung 29
2.4 Lehr- und Lernmittel 29

3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen 30

4. Qualitätssicherung und Evaluation 30

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Schulgebäude verfügt über drei Physikfachräume, sowie zwei Räume, in denen Versuchsmaterial für den experimentellen Unterricht aufbewahrt wird. Zu den Gebieten Mechanik, Wärmelehre, Elektrik und Optik können viele Versuche durchführt werden. Allerdings sind auf Grund des Alters der Sammlung (ca. 40 Jahre) einige Geräte nicht mehr zugelassen bzw. defekt. Dies betrifft Geräte sowohl für Demonstrationsexperimente, als auch für Schülerexperimente. In den nächsten Jahren besteht hier ein höherer Investitionsbedarf.
Die Schule verfügt über ein Selbstlernzentrum mit internetfähigen Computern, die gut für Rechercheaufträge genutzt werden können. Für größere Projekte stehen auch Informatikräume mit Computern zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen.
Das Fach Physik ist in der Einführungsphase in der Regel mit zwei Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen immer Grundkurse und häufig auch ein Leistungskurs gebildet werden. Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

Jg.	
6	PH (2)
8	PH(2)
9	PH (2)
10	PH (3)
11	PH(3/5)
12	PH (3/5)

Der Physikunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden die fachlich und physikalisch notwendigen Kenntnisse, welche die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln bilden, gefordert und gefördert.

2. Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Im Kernlehrplan sind die übergeordneten Kompetenzen mit Buchstaben und einer Nummer bezeichnet. Diese Bezeichnungen werden hier ebenfalls verwendet, so dass die gemeinten Kompetenzen im Kernlehrplan nachgeschlagen werden können. Die im Kernlehrplan enthaltenen konkretisierten Kompetenzerwartungen dagegen werden wörtlich zitiert und kursiv gedruckt. Nicht kursiv gedruckte Kompetenzerwartungen stehen nicht im Kernlehrplan, sondern sind schulintern vereinbart.

2.1.A. Einführungsphase

inhaltliche Schwerpunkte/ Unterrichtsvorhaben	**Kompetenzerwartungen**
lineare Bewegung	Die Schülerinnen und Schüler - *erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),* - definieren den Begriff „gleichförmige Bewegung“, - *erläutern die Größe Beschleunigung (UF2),* - definieren den Begriff „gleichmäßig beschleunigte Bewegung“, - *unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF 2),* - führen Berechnungen zu den relevanten Größen durch,

	- entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4), - stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u.a. t-s-, t-v- und t-a-Diagrammen, Vektordiagrammen) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3), - stellen mathematische Zusammenhänge zwischen diesen Diagrammen dar - bestimmen die Fallbeschleunigung, - siehe *
zweidimensionale Bewegungen	- erklären Wurfbewegungen anhand zweier Teilbewegungen, einer gleichförmigen und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung, - *analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei der Kreisbewegung (E6),* - *siehe **
Kräfte	- *erläutern die Größen Masse, Impuls und Kraft (UF2, UF4),* - *berechnen mithilfe des Newtonschen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6),* - *vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1),*

- *siehe **

Erhaltungssätze

- *erläutern die Größen Impuls, Arbeit und Energie und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4),*

- *verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6),*

- *beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1),*

- *analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1),*

- *siehe **

Gravitation

- *ermitteln mithilfe der Keplerschen Gesetze und des Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E6),*

- *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),*

- *stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar(UF3, E7),*

- *beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6),*

- *entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4),*

- *erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3),*

Schwingungen und Wellen

- beschreiben den zeitlichen Ablauf harmonischer Schwingungen mit s(t), v(t) und a(t),

- *beschreiben Schwingungen und Wellen als Störungen eines Gleichgewichts und identifizieren die dabei auftretenden Kräfte (UF1, UF4),*

- *erläutern das Auftreten von Resonanz mithilfe von Wechselwirkung und Energie (UF1),*

- *erklären qualitativ die Ausbreitung mechanischer Wellen (Transversal- oder Longitudinalwelle) mit den Eigenschaften des Ausbreitungsmediums (E6),*

- *siehe **

*

Die folgenden Kompetenzerwartungen lassen sich nicht einem einzigen inhaltlichen Schwerpunkt zuordnen, sondern spielen bei mehreren Themen eine Rolle:

planen selbständig 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),

reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung uns Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4),

erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5),

bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahrungen und mithilfe digitaler Werkzeuge (E6),

begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4),

bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4),

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)

Zur Vor- und Nachbereitung der aufgeführten Unterrichtsvorhaben können die entsprechenden Kapitel (siehe Inhaltsverzeichnis) der eingeführten Lehrwerke genutzt werden. Darüber hinaus vertiefen Aufgabenstellungen aus dem Buch die jeweilige Thematik.

2.1.B. Qualifikationsphase Grundkurs

Im Kernlehrplan sind die übergeordneten Kompetenzen mit Buchstaben und einer Nummer bezeichnet. Diese Bezeichnungen werden hier ebenfalls verwendet, so dass die gemeinten Kompetenzen im Kernlehrplan nachgeschlagen werden können. Die im Kernlehrplan enthaltenen konkretisierten Kompetenzerwartungen dagegen werden wörtlich zitiert.

Schlüsselexperiment/ Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld	Kompetenzerwartungen
		Die SuS
Wellenwanne	Quantenobjekte	- 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)
Doppelspalt	Quantenobjekte	- bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit einem Doppelspalt (E5),
Gitter	Quantenobjekte	- bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit einem Gitter (E5),
Leiterschaukel	Elektrodynamik	- erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6) - bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6),
Leiterschleife	Elektrodynamik	- führen Induktionserscheinungen an einer Leiterschleife auf die beiden grundlegenden Ursachen

		„zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),
Induktion/ Thomsonscher Ringversuch	Elektrodynamik	- erläutern anhand des Thomsonschen Ringversuchs die Lenzsche Regel (E5, UF4), - recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2),
Generator	Elektrodynamik	- erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6),
Transformator	Elektrodynamik	- ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2), - geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), - bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1), - bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1), - beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4), - zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4),

Modellexperiment zu Freileitungen	Elektrodynamik	- verwenden ein physikalisches Modellexperiment zu Freileitungen, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3),
Oszilloskop oder Messwerterfassungs-system	Elektrodynamik	- werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem Messwerterfassungssystem gewonnen wurden in Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5),
Millikanversuch	Quantenobjekte	- erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5),
Fadenstrahlrohr	Quantenobjekte	- bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), - 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),
Photoeffekt	Quantenobjekte	- demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang Energie Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Photonen (E5, E2),
Elektronenbeugung	Quantenobjekte	- erläutern die Aussage der de Broglie Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes

		beim Elektronenbeugungsexperimentes an, bestimmen die Wellenlänge der Elektronen, (UF1, UF2, UF4), - erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntiswerkzeuge in der Physik (E6, E7), - untersuchen, ergänzend zum Realexperiment Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6), - verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation von Quantenobjekten unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3), - zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen – und Teilchenmodellen von Licht und Elektronen auf (B4, K4), - beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle- Teilchen- Dualismus (B4, K4),
Linienspektren	Strahlung und Materie	- erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6), - stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1), - erläutern die Bedeutung der Linienspektren für die Entwicklung von Modellen der

		diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),
Sonnenspektrum	Strahlung und Materie	- erklären Sternspektren und Frauenhoferlinien (UF1, E5, K2), - interpretieren Spektraltafeln des Sonnenspektrums im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1),
Flammenfärbung	Strahlung und Materie	- erläutern die Bedeutung von Flammenfärbung für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E6, E7),
Franck-Hertz-Versuch	Strahlung und Materie	- erläutern die Bedeutung der Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),
Charakteristische Röntgenspektren	Strahlung und Materie	- erläutern die Bedeutung von charakteristischen Röntgenspektren für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),
Geiger-Müller-Zählrohr / Absorptionsexperimente	Strahlung und Materie	- unterscheiden Alpha-, Beta-, Gamma-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3), - erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (Geiger-Müller-Zählrohr) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2), - erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige

		Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1), - beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1), - erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4), - begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4), - bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3), - bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4), - erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahme in Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2), - erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5) - bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und

		Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4),
Michelson-Morley-Experiment	Relativität von Raum und Zeit	- interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4),
Lichtuhr	Relativität von Raum und Zeit	- erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7), - erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1), - begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze von Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2), - beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand einfacher und anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),
Myonenzerfall	Relativität von Raum und Zeit	- erläutern qualitativ den Myonenzerfall in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1), - erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3), - diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei

		physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7),
Zyklotron	Relativität von Raum und Zeit	- erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Aspekte (K4, UF4) - erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1), - recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln, bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten, aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2), - erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6), - bewerten die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für die Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3), - erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1).

Folgende Kompetenzen können frei bei verschiedenen Schlüsselexperimenten erworben werden:

Die SuS

- definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2),
- erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),

- vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen des Feldes (E6).

2.1.C. Qualifikationsphase Leistungskurs

Schlüsselexperiment/ Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld	Kompetenzerwartungen
		Die SuS
Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz z.B. mit Mikrowellen	Elektrik (laut Kernlehrplan)	- beschreiben die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6), - beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygensschen Prinzips (UF1, E6),
Interferenz am Doppelspalt und Gitter	Elektrik (laut Kernlehrplan)	- 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), - erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1), - ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs-, und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5),
Elektrostatik, Influenz	Elektrik	- erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),

Kondensator, Spule	Elektrik	- beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldgleichungen (UF2, UF1), - erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6), - erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4), - vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6), - 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), - wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulombsches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld)

		problembezogen aus (UF2), - erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrik (K1, K3, UF3), - bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), - ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator, Spule) (UF2), - beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6), - 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), - treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), - entscheiden für die Problemstellung aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein induktives Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),
Elektronenstrahl-röhre/ Massen-spektrometer	Elektrik	- beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre

		(UF1, K3), - schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),
Wien-Filter/ Hall-Effekt	Elektrik	- 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, UF2),
Induktion, Lenzsche Regel, Erzeugung einer Wechselspannung	Elektrik	- 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), - identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße B in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4), - planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5), - bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenzschen Regel (UF2, UF4, B1), - begründen die Lenzsche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),
Schwingkreis	Elektrik	- erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen

		Prozesse (UF1, UF2), - beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5), - erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1),
Herzscher Dipol	Elektrik	- beschreiben den Hertzschen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6), - erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6), - erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6),
Michelson-Morley-Experiment	Relativitätstheorie	- begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6), - erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),
Lichtuhr	Relativitätstheorie	- erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2), - leiten mithilfe der Konstanz der

		Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5), - reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7),
Myonenzerfall	Relativitätstheorie	- erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1), - begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6), - beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),
Bertozzi-Versuch/ relativistische Masse	Relativitätstheorie	- erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3), - erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1), - berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2), - ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung relativistisch (UF2, UF4, B1), - beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4), - erklären an Beispielen

		Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenbergschen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1), - begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2), - bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1),
relativistische Effekte der Gravitation	Relativitätstheorie	- beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4), - 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), - bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4),
Zyklotron	Elektrik	- erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4), - recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu auserwählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),

Photoeffekt	Quantenphysik	- erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einsteinsche Lichtquantenhypothese (E6, E1), - erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichtes) (Uf2, E3), - ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuches zum Photoeffekt das Plancksche Wirkungsquantum (E5, E6), - stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1), - legen am Beispiel des Photoeffektes 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), - beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), - diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6),
Röntgenstrahlung/ Röntgenspektrum	Quantenphysik	- beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1), - deuten die Entstehung der

		kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffektes (E6), - erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Braggsche Reflexionsbedingung her (E6), - erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1), - stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4),
Elektronenbeugung	Quantenphysik	- erklären die De-Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1), - deuten Integrale des Quadrates des Betrages der Wellenfunktion qualitativ als Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), - erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchendualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4), - erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenbergschen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3), - ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6), - interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),

		- erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7), - führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3), - 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), - bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7), - erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3), -
Linienspektren/ Franck-Hertz-Versuch	Atom-, Kern- und Elementarteilchen-physik	- erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5), - stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohrschen Atommodells dar (E7), - formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohrschen

		Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),
Geiger-Müller-Zählrohr, Halbleiter-detektor	Atom-, Kern- und Elementarteilchen-physik	- benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),
Eigenschaften radioaktiver Strahlung im Magnetfeld	Atom-, Kern- und Elementarteilchen-physik	- erklären die Ablenkbarkeit ionisierender Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und (UF3), - beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),
Rutherfordscher Streuversuch	Atom-, Kern- und Elementarteilchen-physik	- geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1), - benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1), - bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),
Absorptionsexperi-mente	Atom-, Kern- und Elementarteilchen-physik	- erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),
Experimentelle Bestimmung von Halbwertszeiten	Atom-, Kern- und Elementarteilchen-physik	- bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2), - leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich

		eines Terms für die Halbwertszeit her (E6), - entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5), - nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3).
Kernmodelle/ radioaktiver Zerfall/ Kernspaltung/ Kernfusion/		- beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3), - identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2), - beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4), - systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3), - erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6), - erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis), auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),

		- bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1), - beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltumg und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4), - hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).

Zur Vor- und Nachbereitung der aufgeführten Unterrichtsvorhaben können die entsprechenden Kapitel (siehe Inhaltsverzeichnis) der eingeführten Lehrwerke genutzt werden. Darüber hinaus vertiefen Aufgabenstellungen aus dem Buch die jeweilige Thematik.

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Ausgangspunkt des Unterrichts sind die Beobachtung und Beschreibung physikalischer Phänomene. Zur Erklärung solcher Phänomene werden Modelle benutzt und der Modellbegriff wird reflektiert. Physikalische Größen werden zur Quantifizierung verwendet. Mithilfe induktiver und deduktiver Methoden werden Zusammenhänge zwischen diesen Größen gefunden und mathematisch formuliert. Eine wichtige Rolle spielen die Durchführung und Auswertung von Experimenten.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die fachspezifischen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Kapitel B17 im Leistungskonzept des Ville-Gymnasiums festgelegt.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Dorn Bader, Physik Ausgabe A, Gymnasium Sek II, 11
Schroedel-Verlag, ISBN 3-507-10720-1

3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Der Fachkoordinator Naturwissenschaften übernimmt die Absprachen zwischen den Fachbereichen.

4. Qualitätssicherung und Evaluation

Das schulinterne Curriculum wird einmal jährlich in der Fachkonferenz evaluiert.