
Marienschule der Ursulinen Bielefeld

Fachcurriculum Physik

Änderungshistorie

| Datum | Änderung / Verabschiedung durch die Fachkonferenz |
|--------------|---|
| 01.10.2012 | Verabschiedung der Fachcurricula für die Jahrgangsstufen 6, 7, 8 |
| 03.07.2013 | Verabschiedung der Grundsätze zur Leistungsbewertung in Sek I und Sek II |
| 11.06.2014 | Anpassung der Grundsätze der Leistungsbewertung in Sek II an den neuen Kernlehrplan, Bewertungsbogen für Facharbeiten |
| 18.08.2014 | Verabschiedung der Fachcurricula der Jahrgangsstufen 9 und EF |
| 10.06.2015 | Anpassung der Fachcurricula 6 und EF und Anpassung der Grundsätze zur Leistungsbewertung Sek II Verabschiedung der Fachcurricula der Jahrgangsstufen Q1/Q2-GK |
| 10.08.2015 | Verabschiedung der Fachcurriculum der Jahrgangsstufen Q1/Q2-LK |
| 20.06.2016 | Anpassung Voraussetzung Teutolabbesuch in Jahrgangsstufe 6 |
| 22.08.2016 | Verabschiedung der Präambel |
| 13.06.2017 | Anpassung Fachcurricula Q1/Q2 nach erstem Probelauf |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Präambel..... | 4 |
| Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans SI Physik NRW (G8)..... | 5 |
| Allgemeine Hinweise zum Fachcurriculum der Sekundarstufe I..... | 12 |
| Fachcurriculum Klasse 6 (Elektrik und Magnetismus, Wärmelehre, Optik, Akustik)..... | 13 |
| Fachcurriculum Klasse 7 (Optik)..... | 18 |
| Fachcurriculum Klasse 8 (Mechanik, Elektrik)..... | 20 |
| Fachcurriculum Klasse 9 (Elektrik, Atome und Kerne)..... | 23 |
| Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans SII Physik NRW..... | 27 |
| Allgemeine Hinweise zum Fachcurriculum der Sekundarstufe II..... | 30 |
| Fachcurriculum Jahrgang EF (Mechanik)..... | 31 |
| Fachcurriculum Jahrgang Q1/Q2-GK (Elektrodynamik, Quantenobjekte, Strahlung&Materie, Relativität) | 36 |
| Fachcurriculum Jahrgang Q1/Q2-LK (Elektrik, Relativität, Quanten-, Atom-, Kern- u. Elementarteilchenphysik)..... | 45 |
| Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in der Sekundarstufe I..... | 59 |
| Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in der Sekundarstufe II..... | 61 |

Präambel

Im vorliegenden Curriculum werden die im Kernlehrplan vorgeschriebenen Kompetenzen konkreten Unterrichtsvorhaben zugeordnet.

Geeignete Problemstellungen, z.B. öffnende Aufgaben aus der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler, zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse. Hierzu sind allen Unterrichtseinheiten entsprechende (Alltags-)Kontexte zugeordnet (siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zu den Curricula“).

Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen differenziert dem Leistungsvermögen der Schüler/innen. Hierzu wird binnendifferenzierendes und/oder problemorientiertes Unterrichtsmaterial (z.B. gestufte und/oder kontextorientierte Aufgaben) zur Verfügung gestellt, im Curriculum als solches gekennzeichnet und verbindlich zur Bearbeitung festgeschrieben.

Ein weiteres Ziel ist die Förderung des selbstgesteuerten Lernens. Hierzu werden zahlreiche Schülerexperimente durchgeführt, die von den Schülerinnen und Schülern selbstständig aufgebaut, ausgewertet und teilweise auch als Projekte geplant werden. Weiterhin wird das selbstgesteuerte Lernen durch den Einsatz geeigneter Sozialformen wie Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit unterstützt.

Zur Qualitätssicherung des Unterrichts vereinbart die Fachschaft, dass der Physiklehrer/-in der „a-Klasse“ (Sek I) und der „1-Kurse“ (Sek II) den Unterricht in dem entsprechenden Jahrgang koordiniert. Er/Sie achtet darauf, dass die im Curriculum festgeschriebenen Inhalte in der entsprechenden Reihenfolge behandelt und die für alle verbindlich festgelegten Aufgaben, Methoden und Versuche bearbeitet und eingesetzt werden. Weiterhin koordiniert er/sie das Schreiben von Klausuren in der Sekundarstufe II (siehe „Grundsätze zur Leistungsbewertung“).

Die Lehrkräfte bilden sich regelmäßig fachlich und/oder methodisch fort. Der individuelle - oder kollektive Fortbildungsbedarf wird am Anfang des Schuljahrs in einer Fachkonferenz ermittelt und entsprechende Fortbildungsangebote im laufenden Schuljahr gesichtet bzw. initiiert und ggf. wahrgenommen. Die Inhalte und Materialien werden allen Mitgliedern der Fachschaft zur Verfügung gestellt.

Die Lehrkräfte können die kollegiale Hospitation als Mittel der interkollegialen Beratung zum Fachunterricht nutzen.

Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans SI Physik NRW (G8)¹

Für das vorliegende Curriculums wurden die folgenden Kompetenzen des Kernlehrplans inhaltlich und methodisch präzisiert. Die Übersicht ordnet den im Kernlehrplan aufgeführten prozessbezogenen- und konzeptbezogenen Kompetenzen Nummern zu, um die Schreibeinheit bei der Erstellung eines Fachcurriculums zu minimieren.

| Prozessbezogene Kompetenzen: | | Erkenntnissgewinnung - EG |
|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| Schülerinnen und Schüler ... | | |
| EG1 | beobachten und beschreiben physikalische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung. | |
| EG2 | erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind. | |
| EG3 | analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen und systematisieren diese Vergleiche. | |
| EG4 | führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten. | |
| EG5 | dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt. | |
| EG6 | recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus. | |
| EG7 | wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten und situationsgerecht. | |
| EG8 | stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus. | |
| EG9 | interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf. | |
| EG10 | stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen. | |
| EG11 | beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen. | |

¹ <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/kernlehrplaene-sek-i-gymnasium-g8/physik-g8/kernlehrplan-physik/kompetenzerwartungen/kompetenzerwartungen-im-fach-physik.html> (Stand: 02.09.2012)

| Prozessbezogene Kompetenzen: | | Kommunikation - K |
|-------------------------------------|---|--------------------------|
| Schülerinnen und Schüler ... | | |
| K1 | tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus. | |
| K2 | kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht. | |
| K3 | planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team. | |
| K4 | beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische oder naturwissenschaftlichen Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien, ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen. | |
| K5 | dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien. | |
| K6 | veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln wie Graphiken und Tabellen auch mit Hilfe elektronischer Werkzeuge. | |
| K7 | beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien. | |
| K8 | beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise. | |

| Prozessbezogene Kompetenzen: | | Bewerten - B |
|-------------------------------------|--|---------------------|
| Schülerinnen und Schüler ... | | |
| B1 | beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten. | |
| B2 | unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen. | |
| B3 | stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind. | |
| B4 | nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten im Alltag. | |
| B5 | beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung. | |
| B6 | benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen. | |
| B7 | binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an. | |
| B8 | nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge. | |
| B9 | beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells. | |
| B10 | beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt. | |

| Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 6 | | Energie - E |
|---|---|--------------------|
| Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept auf der Grundlage einfacher Beispiele so weit entwickelt, dass sie ... | | |
| E1 | an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen. | |
| E2 | in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen. | |
| E3 | an Beispielen zeigen, dass Energie, die als Wärme in die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter genutzt werden kann. | |
| E4 | an Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen. | |

| Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 9 | | Energie - E |
|---|---|--------------------|
| Stufe I: Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept erweitert und soweit auch formal entwickelt, dass sie ... | | |
| Stufe II: Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Energiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ... | | |
| E5 | in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen. | |
| E6 | die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen. | |
| E7 | die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben. | |
| E8 | an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen. | |
| E9 | den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen. | |
| E10 | Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen. | |
| E11 | Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen. | |
| E12 | beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann. die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern. | |
| E13 | verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren. | |

Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 6 **Struktur der Materie - M**

Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept an Hand von Phänomenen hinsichtlich einer einfachen Teilchenvorstellung so weit entwickelt, dass sie ...

- | | |
|----|---|
| M1 | an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern. |
| M2 | Aggregatzustände, Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben. |

Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 9 **Struktur der Materie - M**

Stufe I: Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept durch die Erweiterung der Teilchenvorstellung soweit formal entwickelt, dass sie ...

Stufe II: Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Materiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...

- | | |
|---------|--|
| M3 | verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen. |
| M4(I) | die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mit Hilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären. |
| M5(II) | Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben. |
| M6(II) | die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben. |
| M7(II) | Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen. |
| M8(II) | Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben. |
| M9(II) | Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren. |
| M10(II) | Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten. |

| Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 6 | | System - S |
|---|---|-------------------|
| Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept auf der Grundlage ausgewählter Phänomene aus Natur und Technik so weit entwickelt, dass sie ... | | |
| S1 | den Sonnenstand als eine Bestimmungsgröße für die Temperaturen auf der Erdoberfläche erkennen. | |
| S2 | Grundgrößen der Akustik nennen. | |
| S3 | Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltag erläutern. | |
| S4 | an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt. | |
| S5 | einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen. | |

| Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 9 | | System - S |
|---|--|-------------------|
| Stufe I: Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept so weit erweitert, dass sie ... | | |
| Stufe II: Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Systemkonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben, sodass sie ... | | |
| S6(II) | den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung). | |
| S7(II) | Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben. | |
| S8 | die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben. | |
| S9 | den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen. | |
| S10 | die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden. | |
| S11 | umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen. | |
| S12(I) | technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen. | |
| S13(I) | die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben. | |
| S14(II) | technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern. | |
| S15(II) | die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären. | |

| Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 6 | | Wechselwirkung - W |
|---|---|---------------------------|
| Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept an einfachen Beispielen so weit entwickelt, dass sie ... | | |
| W1 | Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären. | |
| W2 | Schwingungen als Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren. | |
| W3 | geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Schall und Strahlung nennen. | |
| W4 | beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können. | |
| W5 | an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stromes aufzeigen und unterscheiden. | |
| W6 | geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben. | |

| Konzeptbezogene Kompetenzen – Ende 9 | | Wechselwirkung - W |
|---|--|---------------------------|
| Stufe I: Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und so weit formal entwickelt, dass sie ... | | |
| Stufe II: Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ... | | |
| W7 | Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen. | |
| W8 | Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben. | |
| W9 | die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben. | |
| W10 | Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden. | |
| W11 | Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden. | |
| W12 | die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben. | |
| W13(I) | Absorption, und Brechung von Licht beschreiben. | |
| W14(I) | Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben. | |
| W15(II) | experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben. | |
| W16(II) | die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären. | |
| W17(I) | die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen. | |
| W18(II) | den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären. | |
| W19(II) | den Aufbau von Generator und Transformator beschreiben und ihre Funktionsweisen mit der elektromagnetischen Induktion erklären. | |

Allgemeine Hinweise zum Fachcurriculum der Sekundarstufe I

Der Physikunterricht wird in der Sekundarstufe I mit insgesamt 7 Stunden erteilt. Er beginnt ab der Klassenstufe 6. Die Stunden verteilen sich wie folgt.

| Klasse | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------|---|---|--|--|
| Stunden pro Woche | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Inhaltsfelder | Elektrik und Magnetismus Wärmelehre Optik Akustik | Optik | Mechanik Elektrik | Elektrik (Atome- und) Kerne |
| Fachliche Kontexte | Beleuchtung am Fahrrad Temperatur und Energie Licht und Sehen Schall und Hören | Genau hingeschaut bei optischen Täuschungen Genau hingeschaut mit unserem Auge Genau hingeschaut bei weißem Licht | Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit Physik des Gewitters | Energiesparen Energieversorgung der Zukunft |

In Klasse 7 haben zwei Klassen im ersten und zwei Klassen im zweiten Halbjahr für zwei Stunden Physik. Die in der Tabelle aufgeführten Themen werden nach Möglichkeit mit fachlichen Kontexten aus dem Alltagsleben der Schülerinnen und Schüler belegt. Diese sind im folgenden Fachcurriculum ausführlich dargestellt.

Die im folgenden ausgeführten Buchseiten beziehen sich auf die in der Sekundarstufe I eingeführten Lehrwerke:

Klasse 6

Duden Physik 5/6, B. Grau und L. Meyer (Hrsg.), Duden Paetec GmbH, Berlin (2008), ISBN 978-3-8355-3063-8

Klasse 7-9

Duden Physik 7-9, B. Grau und L. Meyer (Hrsg.), Duden Paetec GmbH, Berlin (2009), ISBN 978-3-8355-3065-2

Im Fachcurriculum Physik der Marienschule werden den im Kernlehrplan ausgewiesenen Kompetenzen fachliche Kontexte aber auch geeignete Unterrichtsmethoden zugeordnet.

Fachcurriculum Klasse 6 (Elektrik und Magnetismus, Wärmelehre, Optik, Akustik)

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|---|-----------|---|--|--|-----------------------------|--|---------------------|
| Klasse 6 - Elektrizität im Alltag: Beleuchtung am Fahrrad Umfang: 32 h | 2 | „Stromausfall! Welche Geräte funktionieren nicht mehr?“ Elektrische Quellen und Verbraucher (Nennspannung - „Voltzahl“) Sicherer Umgang mit elektrischem Strom: „Welche Quelle ist gefährlich?“ | | Brainstorming Internet-Recherche | W6 | EG6 B5 | S. 12 |
| | 8 | Elektrische Stromkreise: Serien- und Parallelschaltung Sicherheit im Straßenverkehr Aufbau einer Glühlampe UND-, ODER-, Wechselschaltung im Alltag: Klingel, Alarmanlage, Heckenschere, ... Modellvorstellung vom Stromkreis: Elektronenmodell [oder Wasserkreislauf] | - Untersuchung des eigenen Fahrrades Überprüfen des eigenen Fahrrades auf Verkehrssicherheit - UND-, ODER-, Wechselschaltung Fahrradlampen in Reihe oder parallel geschaltet? „Warum leuchten Lampen in einer Reihenschaltung schwächer?“ | Schüler-Exp. Schüler-Exp. | S4, S5 | EG4, EG5, EG11 K1, K4, K8 B3 B8 | S. 14 - S. 21 |
| | 3 | „Warum funktioniert die Fahrradbeleuchtung nicht?“ rostiger Kontakt: Leiter und Isolatoren Aufbau eines Stromkabels Der Mensch als elektrischer Leiter Sicherer Umgang mit Elektrizität | - Materialprüfung mit Lampe und Messgerät - Leitfähigkeit von destilliertem und Salzwasser (Einsatz eines Ampèremeters) | Schüler-Exp. mit Planung und Präsentation Demo.-Exp. mit kleinem Protokoll Text lesen | S5 W6 | EG4, EG5 K1, K5 B5 B4, K7 | S. 22 - S. 24 |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--------------------|-----------|--|---|---|-----------------------------|--|---|
| | 2 | Batteriebetriebene Fahrradbeleuchtung: Aufbau einer Batterie, Serien- und Parallelschaltung von Batterien | [- Selbstbau „Zitronenbatterie“ (Einsatz eines Voltmeters)] - Serien- und Parallelschaltung von zwei Mignonzellen (Einsatz eines Voltmeters) | Schüler-Exp. Schüler-Exp. | E1, W5 | EG4, EG5, EG11 K1, K8 | S. 25 |
| | 5 | Wie funktioniert ein Dynamo (Aufbau → Permanentmagnet)? Magnetische Materialien Magnetische Wirkung und deren Abschirmung Magnetisches Feld, Erdmagnetfeld, Kompass, Magnetkompass von Tieren Herstellung und Zerstörung von Magneten Modellvorstellung vom Magneten: Elementarmagnete | - Stationenlernen Magnetismus (Anziehungskraft, Kompass, magnetische Materialien, etc.) - Magnetisieren von Weicheisen, Entmagnetisieren (Hammer, Bunsenbrenner) | Schüler-Exp. an Stationen mit Präsentation Demo-Exp. | W4 | EG4, EG5, EG11 K1, K5, K8 B8 | S. 38 - S. 43 |
| | 5 | Wirkungen des elektrischen Stroms: - magnetische Wirkung: Elektromagnete (Kran, Lautsprecher) - chemische Wirkung: Batterie (s.o.) - Wärmewirkung: Sicherung, Toaster - Lichtwirkung: Glühlampe (s.o.) | - Magnete zum Abschalten (Elektromagnet, Knöpfe) - Brennendes Papier (über Metalldraht hängen) - Glühender Draht (Wendel aus Metalldraht) | Schüler-Exp. Demo-Exp. Texte lesen | E1, W5 | EG4, EG5, EG11 K1, K5, K7, K8 | S.27 - S.31, S. 44, S. 47 - S. 49 |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--|-----------|---|---|---|-----------------------------|--|---|
| | 3 | Wie funktioniert ein Dynamo (Funktionsweise)? Fahrrad als Energiewandler „Strom und Energie werden nicht verbraucht!“ Energietransportketten am Beispiel der Stromversorgung | - Fahrraddynamo | Demo-Exp. Texte lesen | E1, E2, E3, E4 | EG5, EG10, EG11 K1 | S. 31 - S. 35 |
| | 2 | [Zusammenfassung der Unterrichtsreihe: Magnete, elektrischer Stromkreis, Fahrradbeleuchtung] | | [Mind-Map] | | K1 | S. 32 |
| Klasse 6 – Temperatur und Energie Umfang: 20 h | 6 | Temperatur Subjektives Temperaturempfinden Messen mit einem Thermometer Aufbau eines Thermometers Typische Temperaturen Thermische Energie: Teilchenmodell | [- Fühl-Thermometer] - Abkühlung von Wasser - Thermometer kalibrieren (Eis- und kochendes Wasser), Raumtemperatur messen [- Tinte in kalten und heißen Wasser lösen] | Schüler-Exp. Schüler-Exp. Mit graph. Auswertung Schüler-Exp. Demo.-Exp. | K6 E1 M2 | EG4, EG5, EG10 K1, K4, K5 B8 | S. 60 - S. 61, S. 65, S. 66 - S. 67 |
| | 6 | Was kann Wärme ... Längen- und Volumenausdehnung Anomalie des Wassers Aggregatzustände | [- Luftballon Flasche oder Flasche Geldstück] - Flüssigkeit im Wasserbad - Ausdehnung einer Stahlkugel [- Überraschungsei ins Eisfach] [- Erhitzen von Eiswasser] | Demo.-Exp. Demo.-Exp. Demo.-Exp. Schüler-Heim-Exp. Demo.-Exp. | E4 M1, M2 | EG1, EG3, EG5 K1, K4, K5 B1, B9 | S. 68 - S. 70, S. 92 - S. 93 |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--|--|---|---|--|------------------------------|-----------------------------------|---|
| | 8 | Wärme und Energie [Kalorie und Joule] Wärmequellen Wärmeleitung, -strömung, -strahlung Physik des Eisbären | - Münze Streichholz, [Wärmeleiterkreuz] - Modellheizung - Wärmestrahlung (Schwarze-weiße Pappe), [- Wärmedämmung (Wasser in Fett abkühlen)] [- Treibhauseffekt (Hand in Plastiktüte)] | Brainstorming Demo.-Exp. Demo.-Exp. Schüler-Exp. mit Hypothesenformulierung | E1, E3, E4 | EG4, EG5, EG8, EG10 K1, K4, K5 | S. 80 - S. 83 |
| Klasse 6 - Licht und Sehen Umfang: 18 h | 4 | Sonne - Entstehung von Tag und Nacht - Jahreszeiten | [- Kerze und Tischtennisbälle] | Schüler-Exp. | E1, S1 | EG1, EG5, EG10 K1, K4, K5 | S. 102 - S. 104 |
| | | Lichtquellen und Empfänger | [- Sehen im verdunkelten Raum] | Demo-Exp. | | | S. 116 |
| | | Geradlinige Lichtausbreitung Lichtstrahl und Lichtbündel | Lampe und Kreidestaub [- Taschenlampe durch Gartenschlauch] | Demo.-Exp. | | B8 | - S. 117 |
| | 10 | Licht trifft auf Hindernisse Kern- und Halbschatten Finsternisse Sicherheit im Straßenverkehr: - Absorption, Reflexion, Streuung - Reflexionsgesetz, Katzenauge | - Bauklotz, [Teelichter] oder Lampe - Papier, Spiegel, Schwarze Pappe mit Lampe anleuchten - Optische Bank: Reflexionsgesetz, Nachbau Katzenauge | Schüler-Exp. Recherche Demo-Exp. Schüler-Exp. | W1 E1, E3, E4, W3 | EG4, EG5, EG10 K1, K4, K5 | S. 132 - S.139 S. 119 - S. 120 |
| 4 | Sehen wie ein Perlboot Abbildung an einer Lochkamera | - Bau einer Lochkamera | Schüler-Exp. mit Selbstbau | K8 | EG4, EG8, EG10 K1, K4, K5 | S. 124 - S. 125 | |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--|-----------|--|---|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Klasse 6 - Schall und Hören Umfang: 8 h | 8 | Schallquellen Ton, Klang, Geräusch und Knall, Amplitude: laut – leise, Frequenz: hoch – tief | - Wasserglasglockenspiel, Gitarre, Lineal an Tischkante, Stimmgabel vor Oszilloskop mit Mikrophon | Schüler-Exp. an Stationen | S2, S3 W2, W3 | EG1, EG3, EG4, EG5, EG10 | S. 142 S. 146 - |
| | | Schallausbreitung Verhalten bei Gewitter | - Klingel im Vakuum - Fadentelefon - Schallgeschwindigkeit | Demo-Exp. Schüler-Exp. Schüler-Exp. | | | S. 144 - |
| | | Schallempfänger Aufbau des Ohres Lärmschutz Film Superohren | - Richtungshören (Schlauch an Ohr halten und klopfen) - Hörschwelle bestimmen (Sinusgenerator, Lautsprecher) | Demo-Exp. Demo-Exp. | | | S. 148 - |
| | | | | | | B5 | S. 151 |
| Summe | 78 | | | | | | |

Sonstige Vereinbarungen:

1. In der Klassenstufe 6 sollen alle Klassen das Teutolab-Physik der Universität Bielefeld besuchen. Der Besuch des Teutolabs erfolgt nicht, wenn keine Aufsichtsperson für den Hinweg (und ggf. auch für den Rückweg) zur Verfügung steht.
2. Vornehmlich Schülerinnen und Schüler der Klassenstufe 6 betreuen am „Tag der offenen Tür“ eine Naturwissenschaftsrallye.

Fachcurriculum Klasse 7 (Optik)

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|---|-----------|--|---|--|-----------------------------|--|------------|
| Klasse 7 – Genau hingeschaut bei optischen Täuschungen | 4 | Spiegelbilder - Beschreibung - Vorkommen im Alltag (Polizei) - Konstruktion eines Bildpunktes | - Spiegelbild einer „Brennenden“ Kerze [- Buchstabe vor Spiegel aus verschiedenen Blickwinkeln] [- Spiegelschrift] | Demo-Exp. Demo-Exp. Schüler-Exp. | W1 | EG1, EG10, K1 | |
| Umfang: 12 h | 8 | Lichtbrechung - Phänomen - Messung des Brechungswinkels für Übergang Luft → Glas - Konstruktion von Strahlengängen anhand von Tabellen | [- Ein Indianer trifft den Fisch nicht] - Optische Bank: Messung des Brechungswinkels - Eine Münze taucht auf (Münze im Becher, Wasser einfüllen, dabei Münze beobachten) | Demo-Exp. Schüler-Exp. mit graphischer Auswertung Schüler-Exp. mit Protokoll | W13(I) | EG1, B1, K4 EG4, EG5, K6, B1 EG4, EG10, K7, B8 | |
| | | Totalreflexion - Phänomen anhand des Übergangs Glas bzw. Wasser → Luft - Lichtleiter in der Medizin | [- Eine Münze verschwindet (Münze unter einem Marmeladenglas, Wasser einfüllen, dabei Münze von der Seite beobachten)] - Lichtleitermodell, Taschenlampe Gießkanne | Schüler-Exp. (oder Heimexperiment) | W13(I) | EG4, EG10, K5, B8 | S. 13 - |
| | | Mehrfache Brechung - Planparallele Platte - Prisma | - Bleistift mit Knick (Trapezglaskörper) - Magnetwand: Strahlengang durch Prisma und planparallele Platte (Alternative: optische Bank) | Schüler-Exp. Demo-Exp. | S6(II) | EG1, EG10, B3, K8 | S.21 |
| | | | | | W13(I) | EG 4, EG10, K1 EG11, K1 | |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|---|-----------|---|---|---|-----------------------------|---|---|
| Klasse 7 -- Genau hingeschaut mit unserem Auge Umfang: 14 h | 4 | Linsen - Linse aus Prismen zusammengesetzt - Linsenarten - Definition des Brennpunktes - Strahlenverläufe bei dünnen Sammellinsen | [- Magnetwand: Linse aus Prismen] [- Papier entflammen mit Sammellinse Alternativ im Winter: Experimentelle Bestimmung des Brennpunktes mittels Deckenbeleuchtung] - Magnetwand: Brennpunktstrahl, Parallelstrahl, Mittelpunktstrahl | Demo-Exp. Schüler-Exp. | S13(I) | EG1, EG11, K1 EG4, K3, B4 | S. 22 |
| | | | | Demo-Exp. | | EG1, EG11, K1 | - S. 24 |
| | 10 | Optische Instrumente - Auge (Aufbau, physikalisch wichtige Komponenten für das Sehen, reelle Bildentstehung bei Sammellinsen) - Lupe (virtuelle Bildentstehung bei Sammellinsen, Vergrößerung) - Fernrohr (Aufbau, Strahlengang) | - Aufbau eines Modellauges (Abbildung einer Kerze durch eine dünne Sammellinse) [- Lupenvergrößerung messen] [- Aufbau eines Fernrohres aus zwei Sammellinsen] | Video Schüler-Exp. mit Planung Schüler-Exp. Schüler-Exp. [Alternativ: Schüler-Referate] | S13(I) | EG3, EG8, EG11, K3, B7 EG4, EG5, K3, K8 EG4, EG5, K3, K8 | S. 25 - S. 27 S. 29 S. 52 - S. 53 |
| Klasse 7 -- Genau hingeschaut bei weißem Licht Umfang: 4 h | 4 | Farben - Farbzerlegung - additive Farbmischung - Sichtbares Licht, IR und UV | [- Farbzerlegung mittels Prisma] [- Farbkreisel (basteln)] [- TFT-Bildschirm mit Lupe betrachten, App RGB Color-Mixer] [- Geldscheinprüfgerät, Elsteinlampe → muss noch beschafft werden!!] | [Schüler-Exp.] | W13(I) | EG4, EG5, EG10, K3, K5 | S. 38 |
| | | | | Demo-Exp. | W14(I) | EG1, K1, B5 | - S. 41 |
| | 2 | Zusammenfassung der Reihe | | [Mindmap] | | K3 | S. 97 |
| Summe | 32 | | | | | | |

Fachcurriculum Klasse 8 (Mechanik, Elektrik)

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--|-----------|---|--|---|-----------------------------|---|--|
| Klasse 8 – Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit Umfang: 52-58 h | 6 | Kinematik <ul style="list-style-type: none"> - gleichförmige Bewegung - Geschwindigkeit - beschleunigte Bewegung | <ul style="list-style-type: none"> - Wagen und Metronom - Wagen, schiefe Ebene und Metronom | Schüler-Exp. (ganze Klasse) Demo-Exp. (Schüler) | W8 | EG1, EG2, EG3, EG5 K1, K2, K3 | S. 151 - 158, 169 -170, 172 |
| | 6 | Kräfte messen <ul style="list-style-type: none"> - Die Wirkung von Kräften, Kraftbegriff - Hookesches Gesetz - Umgang mit Kraftmessern | <ul style="list-style-type: none"> - Verformung, Beschleunigung, Richtungsänderung mit Alltagsgegenständen - Hookesches Gesetz mit Federn und Gummiband (Bau eines Kraftmessers) | Demo-Exp. (Schüler) Schüler-Exp. Auswertung im PC: Ausgleichsgerade mit TK; ohne mathematisches Kalkül | W7 | EG1, EG2, EG3, EG4, EG5, EG9, EG10, B1, K1, K2, K3, K5, K6, K7 | S. 118 - 122, 126 - 127, 145, 148 |
| | 8 | Kraft als vektorielle Größe <ul style="list-style-type: none"> - Kraftpfeile - Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften (Kräfteparallelogramm) - Kräftegleichgewicht | <ul style="list-style-type: none"> - Kraftmesserexperimente zur Addition von Kräften (Magnettafel) - [Kräftezerlegung schiefe Ebene] - Seilziehen | Demo-Exp. [Demo-Exp.] Demo-Exp. (Schüler) | W8 | EG1, EG2, EG3, EG10 K1, K2 | S. 121 - 125, 146, 148 |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--------------------|-----------|---|---|---|-----------------------------|--|---|
| | 6 | Gewichtskraft und Masse <ul style="list-style-type: none"> - Gewichtskraft, $F = m \cdot g$ - Unterscheidung Masse und Gewichtskraft - Ortsabhängigkeit von g, Schwerelosigkeit | <ul style="list-style-type: none"> - exp. Bestimmung des Ortsfaktors - Experimente mit Feder- und Balkenwaage | [Schüler-Exp.] Demo-Exp. | W12 | EG1, EG2, EG3 [EG4, EG5], EG9, EG10, B6 K1, K2, [K3, K5] | S. 128 - 131, 145 - 146, 148 |
| | 10 | Kraftwandler <ul style="list-style-type: none"> - Flaschenzug - Hebelgesetz - Alltagsanwendungen (Scheren, Zangen, ...) - Goldene Regel der Mechanik | <ul style="list-style-type: none"> - Flaschenzug: Umlenken und Verringern der Kraft - Auf Stift liegende Messlatte mit Massen (Geldstücken) ausbalancieren | Schüler-Exp. Schüler-Exp. | S12, W9 | EG1, EG2, EG3 EG4, EG5, EG9 B3, K1, K2, K3, K5, K8 | S. 135 - 142, 146 - 147, 149 |
| | 8 | Mechanische Arbeit und Energie <ul style="list-style-type: none"> - mechanische Arbeit, $W = F \cdot s$ (Hub-, Spann-, Beschleunigungsarbeit) - mechanische Energie (Lage-, Spann- und Bewegungsenergie) - Umwandlung und Erhaltung von Energien, [Reibungskräfte] - Leistung | <ul style="list-style-type: none"> - Anheben einer Masse, Dehnen eines Expanders, Beschleunigen eines Wagens - Anheben einer Masse, Dehnen eines Expanders, Beschleunigen eines Wagens - Flummi und Pendel | Demo-Exp. Demo-Exp. [Schüler-Exp.] | E5 - E11 | EG1, EG2, EG3 [EG4, EG5], EG10 K1, K2, [K3, K5] | S. 143 -144, S. 163 -168, 171, 173 [132 - 134] |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|---|----------------|--|---|---|-----------------------------|--|------------------------------------|
| | 8-14 | Druck und Auftrieb in Flüssigkeiten <ul style="list-style-type: none"> - Dichte als Stoffeigenschaft - Auftriebskraft, Archimedisches Prinzip - Druck, Schweredruck von Wasser - Schwimmen, tauchen, schweben | <ul style="list-style-type: none"> - Massenbestimmung für Körper gleichen Volumens - Federwaagenexperiment: Stein/Klotz außerhalb und innerhalb von Wasser - U-Rohr Manometer mit Drucksonde in Wasser, Zylinderexperimente - <i>[U-Boot-Projekt]</i> | Demo-Exp. (Schüler) Demo-Exp. Demo-Exp. <i>[Schüler-Exp.]</i> | W 10, W11 | EG1, EG2, EG3 [EG4, EG5], EG6, EG10, EG11 B7, K1, K2, K4, [K3] | S. 174 - 180, 188 - 191, 192 - 194 |
| Klasse 8 – Physik des Gewitters Umfang: 14 h | 14 | Elektrizitätslehre <ul style="list-style-type: none"> - einfache Stromkreise (Wdh.) - elektrische Ladung Q, $Q=N \cdot e$, statische Aufladung und Influenz - elektrische Stromstärke I, $I=Q/t$ - Wasserkreislauf und Stromkreis - Physik von Gewittern - Verhalten bei Gewitter | <ul style="list-style-type: none"> - Einfache Schaltung, Parallel- und Reihenschaltung von Glühlampen - Ablenkung eines Wasserstrahls, Bandgeneratorexperimente, Elektroskop, Reibungselektrizität (Luftballons, ...) - Messung der Stromstärke mit Energiequelle (Netzgerät), Glühlampe und Amperemeter - Bandgenerator + Nagelspitzen | Demo-Exp. Hand-Exp. / Demo-Exp. (Schüler) Schüler-Exp. Demo-Exp. | M3, M4, S8 | EG1, EG2, EG3, EG4, EG5, EG6, EG10, EG11 B1, B4, B5, B8, B9, K1, K2, K3, K4 | S. 67 - 81, 91 - 93 |
| Summe | 66 - 72 | | | | | | |

Fachcurriculum Klasse 9 (Elektrik, Atome und Kerne)

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|---|-----------|---|--|--|-----------------------------|---|----------------------|
| Klasse 9 – Klima- veränderung Umfang: 2h | 2 | Klimaveränderung - Folgen (Temperaturerhöhung, Meeresspiegel steigt, ...) - Ursachen (vermehrter CO ₂ -Ausstoß, Treibhauseffekt) - Gegenmaßnahmen (Energiesparen, CO₂-neutrale Energieerzeugung) Wichtige Fakten: - CO ₂ - Emission von Deutschland - Verteilung auf verschiedene Bereiche (Verkehr, ...) | <i>Didaktische Bemerkungen: Verdeutlichung der „Gegenwartsbedeutung“ und der „Zukunftsbedeutung“ (Klafki)</i> <i>Verdeutlichung der „Exemplarischen Bedeutung“ (Klafki): Energiesparen am Beispiel der Energiesparlampe, Bewertung des Einsparpotenzials</i> | Internet-Recherche | E12, E13 | EG1, B1, B2, B6 EG6 | S. 278ff |
| Klasse 9 – Energiesparen Umfang: 26h | 2 | Wiederholung Klasse 6 + 8 - Stromkreis, Strom, Ladung, Elektronenmodell des Stroms | - Lampe im Stromkreis, Amperemeter, Vergleich der Helligkeiten (Bezug Energieumwandlung) - [„Schüler als Elektronen“ (SuS' rücken immer einen Platz in den Bänken weiter)] | Demo-Exp. Klassen-Exp. | | K1, K4 | S. 66-72 S. 76-79 |
| | 6 | Elektrische Spannung - Definition der Spannung: 1. Ursache des Stroms 2. Antriebsstärke des Stroms 3. Energie pro Ladung - Messung elektrischer Spannungen - Serien- und Parallelschaltung von Batterien: Welche Versorgungsspannung benötigt dein GTR? | - Glühlampe 230 V und 2,2 V bei konstantem Strom, Vgl. der Helligkeiten (Bezug Energieumwandlung) - Plattenkondensator auseinanderziehen, Messgerät (kV) oder Glimmlampe - Spannungsmessung einer Batterie mit Voltmeter, Messung mehrerer Batterien in Serie oder parallel, Ermitteln der Versorgungsspannung eines Taschenrechner (Herausnehmen der Batterien) | Demo-Exp. Demo-Exp. Schüler-Exp. mit Protokoll | S8 | K1,K2, K4 EG1, EG4, EG5, EG8, EG10, EG11 | S. 82ff |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--------------------|-----------|---|---|-------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|
| | | [Alternative: Solarzellen!!!] - Übungsaufgaben: Schaltskizzen, Spannungen, Wie lange kann der GTR mit neuen Batterien betrieben werden? - Typische Spannungen (z.B. Smart-Phone-Akku) | | Internet-Recherche | | | |
| | 6 | Elektrische Leistung - Wasserkocher - Def. Elektrische Leistung - Leistungsmessung Typische Leistungen Elektrische Energie - Welcher Wasserkocher hat mehr Energie gewandelt? - Def. Elektrische Energie - Übungsaufgaben: Leistung und Energie | Wasserkocher (1000W). Zeit stoppen bis 0,5 l Wasser kochen. Wasserkocher (600W): Zeit stoppen bis 0,5 l Wasser kochen, Messen von Spannung und Strom (1000 W und 600 W) | Schüler-Exp. Demo-Exp. | S9 | K1, K2, K3, K4 EG4, EG5 | S. 262 - 266 |
| | 12 | Ohmsches Gesetz - U-I-Kennlinien von Konstantendraht, Glühlampe, und Diode. - Formulierung des Ohmschen Gesetzes Elektrischer Widerstand - Definition des Widerstandes | Aufnahme von U-I-Kennlinien (Konstantendraht, Glühlampe, [Diode]) | Schüler-Exp. mit Protokoll | S10 | EG4, EG5, EG8, EG9, K1, K2, K4, K5, K6, B1, B8 | S. 87 - S. 90 S. 87 |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--|-----------|---|---|---|---|--|--------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Übungsaufgaben: Ohmsches Gesetz und elektrischer Widerstand - Spannungen und Stromstärken bei Reihen- und Parallelschaltungen | Experimentelle Bestätigung berechneter Spannungen und Stromstärken von Reihen- und Parallelschaltungen. | Demo-Exp. [Schüler-Exp.] | S10, S11 | | S. 100 - 105 |
| Klasse 9 – Energieversorgung und -umwandlungen Umfang: 16 h | 8 | Kraftwerke <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau und Funktionsweise von Wärme- und Blockheizkraftwerken sowie regenerativen Energieanlagen - Energieumwandlungsprozesse und Wirkungsgrad - Lorentzkraft und Induktionsgesetz - Aufbau und Funktionsweise von Generator und Transformator | <ul style="list-style-type: none"> - Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters (Oerstedt) - Versuche mit der Leiterschaukel - Induktionsversuche mit Magnet und Spule | Demo-Exp. Demo-Exp. Demo-Exp. | S6, S7, S12, S14, S15 E12, E13 E5, E8, E9 W17 W19 | B4, B6, B10 EG1, EG8, E10, EG11 K2, K4, K8 | S 272ff |
| | 8 | Elektromotor <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau und Funktionsweise eines Elektromotors - Projekt: Bau eines Elektromotors | <ul style="list-style-type: none"> - Experimente mit stromdurchflossener Leiterschaukel und Spule im Hufeisenmagnet; Versuch mit dem Demonstrationsmotor - Bau eines einfachen Elektromotors mit Baumarktartikeln (Binnendifferenzierung) | Demo-Exp. Demo-Exp. Recherche; Projektarbeit | W18 | EG1, EG6, EG7, EG11 B8 K3, K4, K8 | S.249ff |
| Klasse 9 – Radioaktivität und Kernenergie – Nutzen und Risiken | 22 | Aufbau von Atomen <ul style="list-style-type: none"> - Modell eines Atoms - Größen und Massenverhältnisse - Isotope / Ionen | [- Ionen als Leiter (Nagelspitzen mit Hochspannung)] | Demo-Exp. | M5 | K1, K2, K4, K8 B3, B4, B5, B6, B8, B10 | |

| Fachliche Kontexte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche | Methode | Konzeptbezogene Kompetenzen | Prozessbezogene Kompetenzen | Buch |
|--------------------|-----------|--|---|---|---|--|----------------|
| Umfang: 22 h | | <p>Ionisierende Strahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strahlungsarten - Energie, Reichweite, Absorption und Nachweismethoden - Strahlennutzen, Strahlenschutz und Strahlenschäden (Strahlendiagnostik und -therapie, ...) <p>Kernumwandlungen und Kernenergie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kernumwandlungsprozesse, Zerfallsreihen - Zerfallsgesetz, Aktivität und Halbwertszeit - Kernspaltung und Kettenreaktion - Nutzen und Risiken der Kernenergie (Kernkraftwerke, Fusionsreaktoren, ...) Tschernobyl-Dokumentation | <ul style="list-style-type: none"> - Messung der Hintergrundstrahlung mit dem Geiger-Müller-Zählrohr [Abschirmung mit Papier / Aluminiumblech / Bleiplatten verdeutlichen] - Modellierung des radioaktiven Zerfalls mit Würfeln oder Reisszwecken - „Sammeln“ von Radon mit einem Draht unter Hochspannung / Messen der Aktivität und Bestätigung des Zerfallsgesetzes | <p>Demo-Exp.</p> <p>Schüler-Exp.</p> <p>Demo-Exp.</p> | <p>M7 W15, W16</p> <p>M10</p> <p>W16 S12</p> <p>M6 M9</p> <p>M8</p> <p>E5, S6, S7, S12, S14</p> | <p>EG1, EG2, EG3, EG5, EG6, EG7, EG9, EG11</p> | <p>S.200ff</p> |
| Summe | 66 | | | | | | |

Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans SII Physik NRW²

In der folgenden Liste sind die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans aufgelistet. Diese werden im Curriculum den Inhaltsfeldern zugeordnet.

| Umgang mit Fachwissen | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Einführungsphase | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Qualifikationsphase |
|-----------------------------|--|---|
| | Schülerinnen und Schüler können ... | Schülerinnen und Schüler können ... |
| UF1 Wiedergabe | physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern, | |
| UF2 Auswahl | zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen, | |
| UF3 Systematisierung | physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren, | |
| UF4 Vernetzung | Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen. | |

| Erkenntnisgewinnung | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Einführungsphase | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Qualifikationsphase |
|--|---|---|
| | Schülerinnen und Schüler können ... | Schülerinnen und Schüler können ... |
| E1 Probleme und Fragestellungen | in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren, | |
| E2 Wahrnehmung und Messung | kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden, | |
| E3 Hypothesen | mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten, | |
| E4 Untersuchungen und Experimente | Experimente auch mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen, | |
| E5 Auswertung | Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern, | |
| E6 Modelle | Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen, | |
| E7 Arbeits- und Denkweisen | naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. | |

² <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/physik-klp/kompetenzen/kompetenzen.html> (Letzter Aufruf: 06.07.2014)

| Kommunikation | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Einführungsphase | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Qualifikationsphase |
|-----------------------------|--|---|
| | Schülerinnen und Schüler können ... | Schülerinnen und Schüler können ... |
| K1 Dokumentation | Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge, | bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden, |
| K2 Recherche | in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig physikalisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen, auch einfachen historischen, Texten bearbeiten, | zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, |
| K3 Präsentation | physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen, | physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, |
| K4 Argumentation | physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. | sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen. |

| Bewertung | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Einführungsphase | Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Qualifikationsphase |
|---|---|---|
| | Schülerinnen und Schüler können ... | Schülerinnen und Schüler können ... |
| B1 Kriterien | bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben, | fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten, |
| B2 Entscheidungen | für Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen, | Auseinandersetzungen und Kontroversen in physikalisch-technischen Zusammenhängen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten, |
| B3 Werte und Normen | in bekannten Zusammenhängen Konflikte bei Auseinandersetzungen mit physikalisch-technischen Fragestellungen darstellen sowie mögliche Konfliktlösungen aufzeigen. | an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten, |
| B4 Möglichkeiten und Grenzen | | begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten. |

Allgemeine Hinweise zum Fachcurriculum der Sekundarstufe II

Ein Grundkurs (GK) Physik wird mit drei Stunden und ein Leistungskurs (LK) mit fünf Stunden in der Woche unterrichtet. Die Wahl eines Leistungskurses besteht ab der Qualifikationsphase (Q1). In der Einführungsphase (EF) ist nur die Wahl eines Grundkurses möglich. Die Stunden verteilen sich wie folgt.

| Jahrgang | EF | Q1 | Q2 | Q1 | Q2 |
|--------------------|--|---|--|--|---|
| GK / LK | GK | GK | GK | LK | LK |
| Stunden pro Woche | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| Inhaltsfelder | Mechanik | Elektrodynamik Quantenobjekte | Relativitätstheorie Strahlung und Materie | Elektrik Quantenphysik | Relativitätstheorie Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik |
| Fachliche Kontexte | Physik und Sport Verkehr Weltraum Akustik | Bewegte Ladungen in E- und B-Feld, Energieversorgung Photon vs. Elektron | Teilchenbeschleuniger Sterne und Weltall, Forschung am CERN | Bewegte Ladungen in E- und B-Feld, Nachrichtenübertragung Photon vs. Elektron | Teilchenbeschleuniger Sterne und Weltall, Forschung am CERN |

Die in der Tabelle aufgeführten Themen werden nach Möglichkeit mit fachlichen Kontexten aus dem Alltagsleben der Schülerinnen und Schüler belegt. Diese sind im folgenden Fachcurriculum ausführlich dargestellt.

Für die Oberstufe ist das folgende im folgenden ausgeführten Buchseiten beziehen sich auf das in der Sekundarstufe II eingeführte Lehrwerk:

Jahrgänge EF / Q1 / Q2

Metzler Physik, J. Grehn und J. Krause (Hrsg.), Bildungshaus Schulverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winkler GmbH, Braunschweig (2007), ISBN 978-3-507-10710-6

Als Formelsammlung wird bis zum Abitur verwendet:

Formeln und Daten zur Physik, T. Fischer, H.-J. Dorn, Klett (2008), ISBN-Nr.: 978-3-12-772601-5

Im Fachcurriculum Physik der Marienschule werden den im Kernlehrplan ausgewiesenen Kompetenzen fachliche Kontexte aber auch geeignete Unterrichtsmethoden zugeordnet.

Fachcurriculum Jahrgang EF (Mechanik)

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|---|---|---|------|
| Lineare Bewegungen z.B. Physik und Sport Basiskonzept: Wechselwirkung | 6 | Gleichförmige Bewegung: Untersuchung von Bewegungen mittels (t,s)-Datenpaaren, Definition der (Durchschnitts-) Geschwindigkeit, t-s-Diagramm, t-v-Diagramm Zeit-Weg-Gesetz | Schüler-Exp.: Aufnahme und Auswertung eines gleichförmig gehenden Schülers mittels Videoanalyse | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4) • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen (UF2) • entscheiden begründet, welche Größen bei der Analyse von Bewegungen zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (E1, E4) • vereinfachen komplexe Bewegungszustände durch Komponentenerlegung bzw. Vektoraddition (E1) | |
| | 12 | Gleichmäßig beschleunigte Bewegung: Untersuchung von Bewegungen mittels (t,s)- und (t,v)-Datenpaaren, Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung t-s-Diagramm, t-v-Diagramm, t-a-Diagramm Zeit-Weg-, Zeit-Geschwindigkeits- und Weg-Geschwindigkeits-Gesetz | Demo-Exp.: Aufnahme und Auswertung eines glm. beschleunigten Wagens auf einer schiefen Ebene (Lichtschranken), Auswertung per Hand (optionale Ergänzung: GTR-Regression) und mit Hilfe einer Tabellenkalkulation (Regression), Musterprotokoll (Lehrer) | <ul style="list-style-type: none"> • reflektieren Regeln des Experimentierens in der Auswertung von Versuchen (u.a. Ziel-orientierung, 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 Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6) • stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u.a. t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3) • 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) | |
| | 4 | Freier Fall | Demo-Exp.: Freier Fall von Feder und Metallkugel im Vakuum Demo-Exp.: Quantitatives Experiment zur g-Bestimmung (Metallkugel, Fangschale), Kurzauswertung | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|--|--|---|------|
| | | | Kontextorientierte Aufgabe: Felix Baumgartner (Luftreibung nur qualitativ) | und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4) | |
| | 8 | Superpositionsprinzip: - Überlagerung zweier gleichförmiger Bewegungen (z.B. Laufen bei Seitenwind, Durchqueren eines Flusses) - waagerechter Wurf | Freihand-Exp.: Federkanone Kontextorientierte Aufgabe: Wiesenbad | | |
| Newtonsche Gesetze Reibungskräfte Masse z.B. Physik und Sport, Verkehr Basiskonzept: Wechselwirkung, Struktur der Materie | 14 | Wiederholung Mechanik Sek I: Massen, Gewichtskraft, Kräftezerlegung, Schiefe Ebene Trägheitsgesetz (Newton I) $F = m \cdot a$ (Newton II) | Demo-Exp.: Kugel rollt schiefe Ebene herunter auf verschieden raue Oberflächen (Tisch, Teppich) Historischer Text (Galileo) Freihand-Exp.: Buch ruckartig aus einem Stapel ziehen, Schüler auf Skatboard Demo-Exp.: Aufnahme und Auswertung eines glm. beschleunigten Wagens durch angehängte Massen (Lichtschranken), Variation der Beschleunigungsmasse | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Beschleunigung, Masse, Kraft, und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4) • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2) • vereinfachen komplexe Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition (E1) • berechnen mithilfe des Newton'schen Kraftgesetzes Wirkungen einzelner oder mehrerer Kräfte auf Bewegungszustände und sagen sie unter dem Aspekt der Kausalität vorher (E6) • erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5) • bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6) • stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u.a. t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3) • entnehmen Kernaussagen zu naturwissenschaftlichen | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|---|--------------|---|---|---|------|
| | | Actio = Reactio (Newton III) Abgrenzung der Wechselwirkungskraft gegenüber der Gegenkraft, Anwendung: Fortbewegung durch Reibungskräfte (Gehen, Radfahren) | und der Wagenmasse, Auswertung mit Hilfe einer Tabellenkalkulation (Regression), GTR und Zeichnen eines Graphen per Hand, Protokoll (Schüler) Freihand-Exp.: Zwei Schüler auf Skateboards ziehen sich gegenseitig mit einem Seil heran | Positionen zu Beginn der Neuzeit aus einfachen historischen Texten (K2, K4) | |
| Lageenergie, Bewegungsenergie, Arbeit, Energiebilanzen z.B. Physik und Sport Basiskonzept: Energie | 10 | Energieformen benennen und Formel angeben (Lageenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie) Energiebilanzen für Bewegungen aufstellen: - Federschwingung - Stabhochspringer Energieerhaltungssatz anwenden Arbeit und Leistung | Film.: Science-Slam (Martin Buchholz), „Energie“ (Quelle: youtube) Kontextorientierte Aufgabe: Maximale Sprunghöhe eines Stabhochspringers berechnen | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4) • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl aus einer Wechselwirkungsperspektive als auch aus einer energetischen Sicht (E1, UF1) • verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6) | |
| Impuls, Stoßvorgänge Basiskonzept: Wechselwirkung | 8 | Notwendigkeit eines weiteren Erhaltungssatzes Schüler finden selbstständig den Impulserhaltungssatz | Demo-Exp.: Gallilei'sches Kugelpendel Schüler-Exp. mit Planung: Aufnahme und Auswertung eines Stoßversuchs (elastisch, unelastisch) mittels Videoanalyse | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Größen Position, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Arbeit, Energie, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (UF2, UF4) • beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Wechselwirkungen und Impulsänderungen (UF1) • planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Zusammenhänge (u.a. | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|---|---|--|------|
| | | Stoßgesetze für ausgewählte Beispiele, z.B. $m_1 = m_2$ | | zur Analyse von Bewegungen), führen sie durch, werten sie aus und bewerten Ergebnisse und Arbeitsprozesse (E2, E5, B1), <ul style="list-style-type: none"> • verwenden Erhaltungssätze (Energie- und Impulsbilanzen), um Bewegungszustände zu erklären sowie Bewegungsgrößen zu berechnen (E3, E6), • reflektieren Regeln des Experimentierens in der Planung und Auswertung von Versuchen (u.a. Zielorientierung, Sicherheit, Variablenkontrolle, Kontrolle von Störungen und Fehlerquellen) (E2, E4), • begründen argumentativ Sachaussagen, Behauptungen und Vermutungen zu mechanischen Vorgängen und ziehen dabei erarbeitetes Wissen sowie Messergebnisse oder andere objektive Daten heran (K4) | |
| Kreisbewegung, Zentralkraft, Newtonsches, Gravitationsgesetz, Energie und Arbeit im Gravitationsfeld z.B. Weltraum (Fahrgeschäfte) Basiskonzept: Wechselwirkung Energie | 14 | Charakterisierungsgrößen der Kreisbewegung: Frequenz, Umlaufzeit, Winkel, Winkel- und Bahngeschwindigkeit (tangential zur Bewegungsrichtung), Zentripetalbeschleunigung (zum Zentrum gerichtet) Zentripetalkraft: Experimentelle Bestätigung von $F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$ mit Auswertung Entwicklung der Weltbilder Gravitationskraft, 1. und 3. Keplersches Gesetz, Fluchtgeschwindigkeit, Energie und Arbeit einer Rakete, die die Erde verlassen soll | Freihand.: Kugel auf Kreisbahn halten, Rotierende Kugel am Faden Demo-Exp.: Zentralkraftgerät Kontextorientierte Aufgabe: Humanzentrifuge, Kettenkarussell (ohne Schräglage), Achterbahn Kontextorientierte Aufgabe: Geostationärer Satellit | <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrundeliegende Ursachen (UF2) • beschreiben Wechselwirkungen im Gravitationsfeld und verdeutlichen den Unterschied zwischen Feldkonzept und Kraftkonzept (UF2, E6) • stellen Änderungen in den Vorstellungen zu Bewegungen und zum Sonnensystem beim Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit dar (UF3, E7) • erschließen und überprüfen mit Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E5) • analysieren und berechnen auftretende Kräfte bei Kreisbewegungen (E6) • bestimmen mechanische Größen mit mathematischen Verfahren und mithilfe digitaler Werkzeuge (u.a. Tabellenkalkulation, GTR) (E6) • ermitteln mithilfe der Kepler'schen 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) | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|---|--------------|--|---|--|------|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern unterschiedliche Positionen zum Sinn aktueller Forschungsprogramme (z.B. Raumfahrt, Mobilität) und beziehen Stellung dazu (B2, B3) | |
| Schwingungen und Wellen: Wellenausbreitung, Eigen- schwingungen, Resonanz, Träger für Wellenausbreitung z.B. Akustik, Wasser Basiskonzept: Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie | 8 | Schwingung eines Federpendels als Sinusschwingung Charakterisierungsgrößen einer Schwingung in Rückgriff auf die Kreisbewegung (Schattenwurf): Schwingungsdauer, Frequenz, Elongation und Amplitude, Rückstellkraft Resonanzkatastrophe am Beispiel der Tacoma-Brücke Charakterisierungsgrößen einer Welle in Abgrenzung zur Schwingung: longitudinal vs. transversal, Wellenlänge Ausbreitungsgeschwindigkeit | Schüler-Exp.: Aufnahme und Auswertung einer Federpendelschwingung mittels Videoanalyse Video zum Einsturz der Tacoma-Brücke Demo-Exp.: „Federwurm“, „Bahn mit Rollenmagneten“, Wellenwannenapplet | <ul style="list-style-type: none"> • 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). • bewerten begründet die Darstellung bekannter mechanischer und anderer physikalischer Phänomene in verschiedenen Medien (Printmedien, Filme, Internet) bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (K2, K4) | |
| Stundensumme | 84 | | | | |

Fachcurriculum Jahrgang Q1/Q2-GK (Elektrodynamik, Quantenobjekte, Strahlung&Materie, Relativität)

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|---|--------------|--|--|--|--|
| 1 Elektrodynamik z.B. Bewegte Ladungen in E- und B-Feld, Energieversorgung Basiskonzepte: Wechselwirkung, Energie Dauer: 56h | 18 | 1.1 Elektrisches Feld - Wdh. Mittelstufe: Elektrische Ladung - Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld, Definition der Feldstärke $E = F/q$ - Modell der Feldlinien - Definition der Spannung über die geleistete Arbeit pro Ladung - Coulombkraft in Analogie zum Gravitationsgesetz und radialsymmetrisches Feld - Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator: (i) Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten (ii) Zusammenhang zwischen Ladung und Spannung, Def. der Kapazität (iii) Gespeicherte Energie beim Plattenkondensator | Demo-Exp.: geladene Kunststoffstäbe, Elektroskop Demo-Exp.: Geladene TT-Kugel zwischen Kondensatorplatten (Kraftsensor) Demo-Exp.: Auseinanderziehen eines geladenen Kondensators (Glimmlampe) Demo-Exp.: Auseinanderziehen des geladenen Kondensators bei konstanter Ladung (Voltmeter) Demo-Exp.: Plattenkondensator $Q \sim U$ mit quantitativer Auswertung | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern anhand einer vereinfachten Version des Millikanversuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5) • bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2) • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1) • definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2) | S.186 S.187 S.190 S.196 - S.199 S.202 - S.205 S.216 - S.217 |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|---|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung der Elementarladung nach Millikan - Bewegte Elektronen im elektrischen Feld, Bestimmung der Geschwindigkeit der Elektronen im Längsfeld [ggf. Quersfeldablenkung] | <p>Video/Simulation: Millikanversuch, Schwebefeldmethode (ohne Stokes'sche Reibung)</p> <p>Demo-Exp.: Braunsches Rohr (ggf. nur Längsfeld)</p> | | |
| | 18 | <p>1.2 Magnetisches Feld</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektromagnete, Feld um einen stromdurchflossenen Leiter - Magnetfeld in Analogie zum E-Feld (Feldlinien) - Lorentzkraft: <ul style="list-style-type: none"> - Einführung der 3-Finger-Regel (Richtung von B) - Magnetische Kraft (Betrag von B) - Lorentzkraft wirkt auf einzelne Ladungsträger - Bewegte Ladungsträger im B-Feld <ul style="list-style-type: none"> - Hall-Effekt - Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons e/m mittels Fadenstrahlrohr (Kreis- und Schraubenbahnen ggf. im Kontext Atmosphärenphysik Nordlichter) | <p>Demo-Exp.: Oersted-Versuch</p> <p>Demo-Exp: Kraft auf stromdurchflossene Leiter (Leiterschaukel) zur Definition der Richtung von B</p> <p>Demo: Stromwaage mit quantitativer Auswertung</p> <p>Demo-Exp.: Braunsches Rohr mit Permanentmagnet (qualitativ)</p> <p>Demo-Exp.: e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten. Messung der Stärke des Magnetfeldes mit der Hallsonde.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen (UF2, UF1) • bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6) • modellieren Vorgänge im <i>Fadenstrahlrohr</i> (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) | <p>S.230 - S.238 S.240</p> |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|---|--|--|---|
| | | - B-Feld einer langen Spule | Demo-Exp.: B-Feld einer langen Spule, quantitative Auswertung | | |
| | 20 | <p>1.3 Induktion</p> <p>- Induktion durch Flächenänderung: Erklärung mit Lorentzkraft, Herleitung von $U=dvB$</p> <p>- Induktion durch B-Feldänderung</p> <p>- Induktionsgesetz</p> <p>- Lenz'sche Regel</p> <p>- Anwendungen der Lenz'schen Regel: Wirbelstrombremse</p> | <p>Demo-Exp.: Bewegter Leiter im homogenen (Erd-)magnetfeld Leiterschaukelversuch Relativbewegung Leiter-Magnetfeld</p> <p>Demo-Exp.: ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule: Messung der Induktionsspannung in Abhängigkeit der zeitl. Änderungsrate der magn. Felstärke (Dreiecksgenerator).</p> <p>Demoexperiment.: Magnet fällt (durch Plastikrohr) in eine Spule. Zeitabhängige Messung der Induktionsspannung mit Hilfe eines digitalen Messwert-erfassungssystem</p> <p>Demo-Exp.: Thomson'scher Ringversuch</p> <p>Demo-Exp.: Geschlitztes und eingeschlitztes Blech schwingen in einem Magnetfeld (Waltenhofensches Pendel)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4) • erläutern am Beispiel der Leiterschaukel das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6) • führen Induktionserscheinungen an einer <i>Leiterschleife</i> auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4) • ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim Transformator (UF1, UF2) • erläutern anhand des <i>Thomson'schen Ringversuchs</i> die Lenz'sche Regel (E5, UF4) • erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6) • geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4) • werten Messdaten, die mit einem Oszilloskop bzw. mit einem <i>Messwarterfassungssystem</i> gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5) • verwenden ein physikalisches <i>Modellexperiment</i> zu <i>Freileitungen</i>, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3) • recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2) • erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik | <p>S.252</p> <p>-</p> <p>S.255</p> <p>S.272</p> <p>S.273</p> <p>S.282</p> <p>-</p> <p>S.285</p> |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|--|---|--|--|
| 2 Quanten- objekte z.B. Photon vs. Elektron Basiskonzepte: Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie Dauer: 34h | 14 | 2.1 Wellenmodell des Lichts - Mechanische Wellen: Eigenschaften (Wdh. EF) Brechung, Beugung, Interferenz, Huygens'sches Prinzip - Wellenlänge und Frequenz von Licht. - Beugung und Interferenz am Doppelspalt/Gitter | Demoexperiment: Wellenwanne (ggfs. Film) Demoexperimente: Doppelspalt und Gitter . [Alternativ: Stationenzirkel] | <ul style="list-style-type: none"> • 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). • bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit Doppelspalt und Gitter (E5). • zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellenmodellen für Licht auf (B4,K4). | S. 126, 131ff S. 302ff |
| | 8 | 2.2 Photonenmodell des Lichts - Lichtelektrischer Effekt (Energiequantelung des Lichtes und Austrittsarbeit) - Planck'sches Wirkungsquantum - Lichtquantenhypothese | Demoexperimente: Photoeffekt Hallwachsversuch Vakuumphotozelle zur h-Bestimmung (Versuch mit Leuchtdioden zur h-Bestimmung) | <ul style="list-style-type: none"> • demonstrieren anhand eines Experiments zum Photoeffekt den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2), • zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4). • erläutern am Beispiel des Quantenobjekts Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7). • Untersuchen anhand von Computersimulationen das Verhalten von Quantenobjekten (E6). | S. 376ff |
| | 8 | 2.3 Materiewellen - Elektronenbeugung und Wellencharakter des Elektrons (de Broglie-Wellen) - Bragg-Reflexion | Computersimulation zum Doppelspaltversuch nach Jönsson Experiment zur Elektronen- beugung an polykristallinem Graphit | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7). • zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4). • erläutern die Aussage der De-Broglie_Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim Elektronenbeugungsexperiment an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4). | S. 390ff |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|--|---|---|---------------------------|
| | 4 | 2.4 Quantenobjekte - Vergleich von Licht und Materie anhand der Quantenobjekte Photonen und Elektronen (bei niedriger Intensität) - Welle-Teilchen-Dualismus - Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte. - Photonen- und Elektronenverteilungen | Simulationsversuche (Animationen) | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7). • zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4). • untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen (Animationen) zum Verhalten von Quantenobjekten (E6). • beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4). • verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellung (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3). | S. 386ff, S. 404ff |
| 3 Relativität von Raum und Zeit z.B. Teilchenbeschleuniger Basiskonzept: Energie, Struktur der Materie Dauer: 14h | 4 | 3.1 Konstanz der Lichtgeschwindigkeit - Addition von Geschwindigkeiten - Michelson-Morley-Experiment, Widerlegung der Äthertheorie - Postulate: Relativitätsprinzip und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit | Demo-Exp.: Michelson-Interferometer (Mikrowellen) zur Veranschaulichung des Michelson-Morley-Experiments | <ul style="list-style-type: none"> • interpretieren das Michelson-Morley-Experiment als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4) • begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2) • erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1) • diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen der Relativitätstheorie (B4, E7) | S.351 - S.352 |
| | 4 | 3.2 Zeitdilatation und Längenkontraktion - Herleitung der Formel für die Zeitdilatation | Gedankenexperiment: Lichtuhr | <ul style="list-style-type: none"> • erklären anschaulich mit der Lichtuhr grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7) • erläutern qualitativ den Myonenerfalls in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1) • erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine | S.354 - S.359 |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|---|---|---|------------------------------|
| | | - Längenkontraktion (Vernachlässigung von Laufzeiteffekten!) | Kontextorientierte Aufgabe: Myonenzerfall in der Erdatmosphäre Animation: Fußball, der sich mit 0,9 c bewegt. http://www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de/fussball/fussball.html | Plausibilitätsbetrachtung (K3) • beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3) | |
| | 6 | 3.3 Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse-Äquivalenz - Aufbau eines Zyklotrons - Relativistische Massenzunahme - Ruheenergie | Animation: Funktionsweise des <u>Zyklotrons</u> http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/bewegte-ladungen-feldern/versuche Film (DVD) : Gravitation – die Urkraft des Universums | • erläutern die Energie-Masse-Äquivalenz (UF1) • erläutern die Funktionsweise eines Zyklotrons und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4) | S.240 S.366 - S.367 |
| 4 Strahlung und Materie z.B Sterne und Weltall, Forschung am Cern Basiskonzept: Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie Dauer: 46h | 16 | 4.1 Atomphysik - Quantenhafte Emission von Photonen bei Sternen - Quantenhafte Absorption von Photonen in Sternatmosphären (Fraunhoferlinien, Spektralanalyse) - Historische Atommodelle (bis Rutherford) | Demo-Exp.: Erzeugung von Linienspektren mithilfe von Gasentladungslampen (nur qualitativ, nicht H) Demo-Exp. oder Bilder: Durchstrahlung einer Na- Flamme mit Na- und Weißlicht-Licht (Schattenbildung) (nur qualitativ) Internetrecherche (arbeitsteilige GA oder Referate) | • erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2) • erklären die Energie absorbiertes und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6) • erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4) • erläutern die Bedeutung von <i>Flammenfärbung und Linienspektren</i> bzw. <i>Spektralanalyse</i> , die Ergebnisse des <i>Franck-Hertz-Versuchs</i> sowie die <i>charakteristischen Röntgenspektren</i> für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7) • stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1) | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|--|---|---|------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Bohrsches Atommodell - Anwendung des Bohrschen Atommodells: <ul style="list-style-type: none"> - Charakteristische Röntgenstrahlung (Wdh. Bragg-Reflexion) - Quantenhafte Absorption von Elektronen | <p>Demo-Exp.: Quantitative Aufnahme des H-Spektrums (Balmerlampe)</p> <p>Bildschirmexperimente: Aufnahme von Röntgenspektren Franck-Hertz-Versuch</p> | <ul style="list-style-type: none"> • interpretieren Spektraltafeln des <i>Sonnenspektrums</i> im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1) | |
| | 22 | <p>4.2 Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau des Atomkern aus Protonen und Neutronen (Massenzahl, Kernladungszahl), Isotope - Strahlungsarten, Biologische Wirkung, Gefahrenpotential, Dosimetrische Größen - Zerfallsreihen, Kernreaktionen - Detektoren - Absorptionsgesetz - Radioaktivität, Bestimmung der Halbwertszeit (Zerfallsgesetz ggf. weglassen) | <p>Periodensystem Aufbau der Nuklidkarte</p> <p>Internetrecherche zu den Strahlungsarten (GA)</p> <p>Demo-Exp.: Geiger-Müller-zählrohr</p> <p>Bildschirmexperimente: Absorptionsexperimente zur Unterscheidung der drei Strahlungsarten (nur Daten und Auswertung)</p> <p>Demo-Exp: Nachweis von Radon-Gas in Staub</p> | <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3) • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (<i>Geiger-Müller-Zählrohr</i>) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2) • erläutern den Begriff der Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1) • beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1) • erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von <i>Absorptionsexperimenten</i> (E4, E5) • begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4) • bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4) • 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 | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|---|--|---|---------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungen der Kernphysik - Energiegewinnung durch Spaltung und Zerfall (Massendefekt) - Medizinische Anwendungen (z.B. Strahlentherapie gegen Krebs, Radioaktive Marker, Sterile Insekten Technik, ...) | Kurz-Referate: Biologisch-Medizinische Anwendungen (siehe Dorn-Bader GK 2015, S. 138 ff) | <ul style="list-style-type: none"> 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 Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2) • bewerten die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für die Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3) | |
| | 8 | <p>4.3 Elementarteilchenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erkenntnisgewinnung durch Streuexperimente - Standardmodell: <ul style="list-style-type: none"> - Quarks und Leptonen (z.B. Elektron) als Grundbausteine der Materie (mit Masse) - Aufbau der wichtigsten Baryonen (Proton, Neutron) aus Quarks - Existenz von Antiteilchen, Teilchenumwandlungen (Beispiel: Paarerzeugung, Paarvernichtung) - Austauschteilchen: <ul style="list-style-type: none"> - Übersicht über die fundamentalen Wechselwirkungen (Schwerpunkt Photonen) | <p>Referate: Aktuelle Forschung an Cern, Fermi-Lab oder Desy (z.B. Higgs)</p> <p>Demo-Exp: SuS', die auf Skateboards stehen, werfen sich einen Medizinballball zu.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6) • erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1) • recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2) • bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3) • vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6) | S.528 - S.537 |
| Stundensumme | 150 | | | | |

Fachcurriculum Jahrgang Q1/Q2-LK (Elektrik, Relativität, Quanten-, Atom-, Kern- u. Elementarteilchenphysik)

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|---|--------------|--|---|--|---|
| 1 Elektrik z.B. Bewegte Ladungen in E- und B-Feld, Drahtlose Nachrichtenübertragung Basiskonzepte: Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie Dauer: 112h | 30 | 1.1 Elektrisches Feld - Wdh. Mittelstufe: Elektrische Ladung, Influenz - Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld, Definition der Feldstärke $E = F/q$, - Modell der Feldlinien - Definition der Spannung über die geleistete Arbeit pro Ladung - Coulombkraft und radialsymmetrisches Feld - Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator: (i) Zusammenhang zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten (ii) Zusammenhang zwischen Ladung und Spannung, Def. der Kapazität (iii) Gespeicherte Energie beim Plattenkondensator (inkl. Herleitung der Formel) | Demo-Exp.: geladene Kunststoffstäbe, Elektroskop Demo-Exp.: Geladene TT-Kugel zwischen Kondensatorplatten (Kraftsensor) Demo-Exp.: Auseinanderziehen eines geladenen Kondensators (Glimmlampe) Demo-Exp.: $F \sim 1/r^2$ mit Kraftsensor Demo-Exp.: Auseinanderziehen des geladenen Kondensators bei konstanter Ladung (Voltmeter) Demo-Exp.: Plattenkondensator $Q \sim U$ mit quantitativer Auswertung | <ul style="list-style-type: none"> • erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6) • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1) • erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6) • wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u. a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2) • ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator, Spule) (UF2) • beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3) • ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1) • 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), • wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4) | S.186 S.187 S.190 S.196 - S.199 S.202 - S.205 S.216 - S.217 S.224 - S.225 |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|--|--|---|---------------------|
| | | (iv) Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren - Bestimmung der Elementarladung nach Millikan - Auf- und Entladekurve eines Kondensators, Beschreibung mittels Differentialgleichung - Bewegte Elektronen im elektrischen Feld, Glühelektrischer Effekt, Bestimmung der Geschwindigkeit der Elektronen im Längsfeld, Quersfeldablenkung | Video/Simulation: Millikanversuch, Schwebefeldmethode (ohne Stokes'sche Reibung) Schüler-Exp.: Aufnahme der Lade- und Entladekurven an Kondensatoren mit großer Kapazität unter Nutzung eines Multimeters. Computer/GTR-gestützte Auswertung [Bau eines nachleuchtenden Fahrradrücklichts] Demo-Exp.: Braunsches Rohr | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5, UF1, UF4) • erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4) • erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizität (K1, K3, UF3) • 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) • treffen im Bereich Elektrizität Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1) • entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrizität, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1) | |
| | 20 | 1.2 Magnetisches Feld - Elektromagnete, Feld um einen stromdurchflossenen Leiter - Magnetfeld in Analogie zum E-Feld (Feldlinien) - Lorentzkraft: - Einführung der 3-Finger-Regel (Richtung von B) | Demo-Exp.: Oersted-Versuch Demo-Exp: Kraft auf stromdurchflossenen Leiter (Leiterschaukel) zur Definition der Richtung von B | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1) • erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6) • wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u. a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen | S.230 - S.240 |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|--|---|---|------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Magnetische Kraft (Betrag von B) - Lorentzkraft wirkt auf einzelne Ladungsträger - Bewegte Ladungsträger im B-Feld - Hall-Effekt - Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons e/m mittels Fadenstrahlrohr (Kreis- und Schraubenbahnen) - Massenspektrometer, Wienfilter - B-Feld einer langen Spule | <p>Demo: Stromwaage mit quantitativer Auswertung</p> <p>Demo-Exp.: Braunsches Rohr mit Permanentmagnet (qualitativ)</p> <p>Demo-Exp.: e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten. Messung der Stärke des Magnetfeldes mit der Hallsonde.</p> <p>Demo-Exp.: B-Feld einer langen Spule, quantitative Auswertung</p> | <p>E-Feld) problembezogen aus (UF2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) • 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) • wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4) • beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5, UF1, UF4) • erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4) • erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrik (K1, K3, UF3) • 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), • treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Aufl., Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1) | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|--|---|---|--|
| | 28 | <p>1.3 Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Induktion durch Flächenänderung: Erklärung mit Lorentzkraft, Herleitung von $U=dvB$ - Induktion durch B-Feldänderung - Induktionsgesetz - Lenz'sche Regel - Anwendungen der Lenz'schen Regel: Wirbelstrombremse - Generatorprinzip | <p>Demo-Exp.: Bewegter Leiter im homogenen (Erd-)magnetfeld Leiterschaukelversuch Relativbewegung Leiter-Magnetfeld</p> <p>Demo-Exp.: ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit Messwert-erfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes</p> <p>Demo-Exp.: Thomson'scher Ringversuch</p> <p>Demo-Exp.: Geschlitztes und eingeschlitztes Blech schwingen in einem Magnetfeld</p> <p>Demo-Exp.: Experiment mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren, Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem</p> | <ul style="list-style-type: none"> • bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6) • wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4) • 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), • begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4) | <p>S.252</p> <p>-</p> <p>S.263</p> <p>S.272</p> <p>-</p> <p>S.273</p> <p>S.282</p> <p>-</p> <p>S.285</p> |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|---|---|---|---------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Transformator - Übersetzungsverhältnisse der Spannungen beim Trafo - Selbstinduktionsspannung, Definition der Induktivität [Differentialgleichung für Ein- und Ausschaltvorgänge] - Energie des magnetischen Feldes einer Spule | <p>Internetrecherche: Geräte („Experimente“), bei den Induktion angewandt wird</p> <p>Demo-Exp.: Hörnerblitz und Elektroschweißen</p> <p>Schüler-Exp mit Ergebnispräsentation.: Übersetzungsverhältnis von Spannungen am Transformator</p> <p>Demo-Exp.: Ein- und Ausschaltvorgänge bei einer langen Spule, Computer/GTR-gestützte Auswertung</p> | | |
| | 14 | <p>1.4 Elektromagnetische Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften mechanische Schwingungen (Wdh. EF) - RLC Schwingkreis (ungedämpft, gedämpft), Energieumwandlungsprozesse, Herleitung der Thomsonformel (DGL??) für den ungedämpften Fall - Erzwungene Schwingung, Resonanz, mechanische Analogien | <p>Demo-Exp.: Spannungen und Ströme im RLC Schwingkreis (Aufbau ggf. mit Meißner-Rückkopplungsschaltung)</p> <p>Demo-Exp.: Aufnahme von (Strom-)Resonanzkurven bei Siebkette und/oder Sperrkreis; MW-Radio</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 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) | S.286 - S.291 |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|--|--|--|--|
| | 20 | <p>1.5 Elektromagnetische Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mechanische Wellen: Eigenschaften (Wdh. EF), Stehende Wellen - Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz - Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen: Hertzscher Dipol, Grundzüge der Nachrichtenübertragung - Elektromagnetisches Spektrum - Brechung, Beugung, Interferenz, Huygens'sches Prinzip - Beugung und Interferenz am Doppelspalt/Gitter, Herleitung der Formeln für die Lagen der Maxima (Bemerkung kein Einfach-Spalt!) | <p>Demo-Exp.: Federwurm</p> <p>Demo-Exp.: Dezimeter-Sender/Empfänger; Computersimulation Demo-Exp.: MW-Empfänger</p> <p>Internetrecherche</p> <p>Demo-Exp.: Wellenwanne (ggfs. Film) Demo-Exp.: Versuche mit Mikrowellen</p> <p>Demo-Exp.: Doppelspalt und Gitter mit Hilfe eines Lasers</p> | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei B- bzw. E-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6) • beschreiben qualitativ 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 Huygens'schen Prinzips (UF1, E6) • 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) • ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5) • erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1) • erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6) | <p>S.124 S.132 - S.143 S.293 - S.305</p> |
| <p>2 Quantenphysik</p> <p>z.B. Photon vs. Elektron</p> | 10 | <p>2.1 Photonenmodell des Lichts</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lichtelektrischer Effekt (Energiequantelung des Lichtes und Austrittsarbeit) - Planck'sches Wirkungsquantum | <p>Demo-Exp.: Photoeffekt, Hallwachsversuch Vakuumphotозelle zur h-Bestimmung</p> | <ul style="list-style-type: none"> • von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3) • erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einsteinsche Lichtquantenhypothese (E6, E1) | <p>S. 376ff</p> |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|---|--|---|---------------------------|
| Basiskonzepte: Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie Dauer: 30h | | - Lichtquantenhypothese | (Versuch mit Leuchtdioden zur h-Bestimmung) | <ul style="list-style-type: none"> ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck'sche Wirkungsquantum (E5, E6) deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6) legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Weltbildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können (E7) beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u. a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2) bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7) | |
| | 8 | 2.2 Röntgenstrahlung - Aufbau einer Röntgenröhre - Röntgenspektrum (Bremsstrahlung und charakteristische Strahlung) - Bragg-Reflexion - Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts - Röntgenstrahlung in der Medizin | Computersimulation: Röntgenspektrum http://www.mackspace.de/unterricht/simulationen_physik/quantenphysik/sv/roentgen.php Demo-Exp.: Bragg-Reflexion an Metallstäben mit Mikrowellen Internetrecherche | <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1) erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg'sche Reflexionsbedingung her (E6) 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) | S. 390ff |
| | 6 | 2.3 Wellenmodell des Elektrons, Materiewellen - Elektronenbeugung und Wellencharakter des Elektrons (de Broglie-Wellen) | Computersimulation zum Doppelspaltversuch nach Jönsson | <ul style="list-style-type: none"> erklären die De-Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1) interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6) | S. 386ff, S. 404ff |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|---|--|---|----------|
| | | - Bragg-Reflexion | Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit | <ul style="list-style-type: none"> • führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3) • beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u. a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2) • 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) | |
| | 6 | 2.4 Quantenobjekte - Vergleich von Licht und Materie anhand der Quantenobjekte Photonen und Elektronen (bei niedriger Intensität) - Welle-Teilchen-Dualismus - Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte - Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation | Simulationsversuche (Animationen) Simuationsversuche zum Durchgang einzelner Quantenobjekte durch einen Doppelspalt | <ul style="list-style-type: none"> • stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1) • erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3) • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4) • erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4) • erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort – Impuls, Energie – Zeit) an Beispielen (UF1, K3) • erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7) • diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6) • diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit | S. 392ff |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|---|---|---|---------------------|
| | | | | klassischen Modellen (B2, E7) <ul style="list-style-type: none"> • bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7) | |
| 3 Relativitätstheorie z.B. Teilchenbeschleuniger Basiskonzepte: Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie Dauer: 20h | 4 | 3.1 Konstanz der Lichtgeschwindigkeit - Addition von Geschwindigkeiten - Michelson-Morley-Experiment, Widerlegung der Äthertheorie - Postulate: Relativitätsprinzip und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit | Demo-Exp.: Michelson-Interferometer (Mikrowellen) zur Veranschaulichung des Michelson-Morley-Experiments | <ul style="list-style-type: none"> • 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) • erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2) • begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2) | S.351 - S.352 |
| | 4 | 3.2 Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion - Herleitung der Formel für die Zeitdilatation - Längenkontraktion (Vernachlässigung von Laufzeiteffekten!) | Gedankenexperiment: Lichtuhr Kontextorientierte Aufgabe: Myonenzerfall in der Erdatmosphäre Animation: Fußball, der sich mit $0,9 c$ bewegt. http://www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de/fussball/fussball.html | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1) • leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5) • begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6) • reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7) • beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3) | S.354 - S.359 |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|---|--------------|---|--|--|------------------------------|
| | 8 | 3.3 Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Äquivalenz - Aufbau eines Zyklotrons - Relativistische Massenzunahme - Ruheenergie | Animation: Funktionsweise des Zyklotrons http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/bewegte-ladungen-feldern/versuche Bertozzi-Versuch, Historische Quellen | <ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1) • erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4) • erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1) • berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2) • erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3) | S.240 S.366 - S.367 |
| | 4 | 3.4 Grundzüge der allgemeinen Relativitätstheorie - Zeitmessung in unterschiedlichen Höhen über der Erdoberfläche - Gleichheit von träger und schwerer Masse - Raumkrümmung | Kontextorientierte Aufgabe: GPS-System Einsteins Fahrstuhl- Gedankenexperiment | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4) • beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3) • veranschaulichen mithilfe eines einfachen gegenständlichen Modells den durch die Einwirkung von massebehafteten Körpern hervorgerufenen Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung sowie die „Krümmung des Raums“ (K3) • bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4) | S.372 - S.373 |
| 4 Atom-, Kern- und Elementar- teilchenphysik z.B Sterne und Weltall, | 18 | 4.1 Atomphysik - Quantenhafte Emission von Photonen bei Sternen | Demo-Exp.: Erzeugung von Linienspektren mithilfe von Gasentladungslampen (nur qualitativ, nicht H) | <ul style="list-style-type: none"> • geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1) • 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) | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|--|--------------|--|---|--|------|
| <p>Forschung am CERN</p> <p>Basiskonzept: Wechselwirkung, Energie, Struktur der Materie</p> <p>Dauer: 80h</p> | | <ul style="list-style-type: none"> - Quantenhafte Absorption von Photonen in Sternatmosphären (Fraunhoferlinien, Spektralanalyse) - Historische Atommodelle (bis Rutherford) - Bohrsches Atommodell - Anwendung des Bohrschen Atommodells: <ul style="list-style-type: none"> - Charakteristische Röntgenstrahlung (Wdh. Bragg-Reflexion) - Quantenhafte Absorption von Elektronen - Quantenmechanisches Atommodell: linearer Potentialtopf zur Beschreibung von Farbstoffmolekülen | <p>Demo-Exp. oder Bilder: Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung) (nur qualitativ)</p> <p>Internetrecherche (arbeitsteilige GA oder Referate) Applet: Rutherford'scher Streuversuch</p> <p>Demo-Exp.: Quantitative Aufnahme des H-Spektrums (Balmerlampe)</p> <p>Franck-Hertz-Versuch</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 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 Bohr'schen Atommodells dar (E7) • formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr'schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4) • deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4) • ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6) | |
| | 38 | <p>4.2 Kernphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau des Atomkern aus Protonen und Neutronen (Massenzahl, Kernladungszahl), Isotope | <p>Periodensystem Aufbau der Nuklidkarte</p> | <ul style="list-style-type: none"> • benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1) • identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2) | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|---|--|--|------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Strahlungsarten: Biologische Wirkung, Gefahrenpotential, Dosimetrische Größen, Ablenkung in E- und B-Feldern - Zerfallsreihen, Kernreaktionen - Detektoren - Absorptionsgesetz - Radioaktivität, Bestimmung der Halbwertszeit, Herleitung des Zerfallsgesetzes - Anwendungen der Kernphysik <ul style="list-style-type: none"> - C14-Methode zur Altersbestimmung - Energiegewinnung durch Spaltung und Zerfall (Massendefekt, Kettenreaktion, Bindungsenergie pro Nukleon-Diagramm) - Medizinische Anwendungen (z.B. Strahlentherapie gegen Krebs, Radioaktive Marker, Sterile Insekten Technik, ...) | <p>Internetrecherche zu den Strahlungsarten (GA)</p> <p>Demo-Exp.: Geiger-Müller-zählrohr</p> <p>Bildschirmexperimente: Absorptionsexperimente zur Unterscheidung der drei Strahlungsarten (nur Daten und Auswertung)</p> <p>Demo-Exp: Nachweis von Radon-Gas in Staub</p> <p>Kurz-Referate: Biologisch-Medizinische Anwendungen (siehe Dorn-Bader GK 2015, S. 138 ff)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3) • bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2) • erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3) • beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien(quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4) • benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6) • 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) • erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6) • nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3) • erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalenzdosis), auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3) • bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1) • bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1) | |

| Inhalt / Kontext Basiskonzepte | Zeit in h | Konkretisierung | Versuche / Medien / Methoden | Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ... | Buch |
|-----------------------------------|--------------|---|--|--|------------------------------|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4) • beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4) • hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4) • beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E = mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3) | |
| | 24 | <p>4.3 Elementarteilchenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erkenntnisgewinnung durch Streuexperimente - Standardmodell: <ul style="list-style-type: none"> - Quarks und Leptonen (z.B. Elektron) als Grundbausteine der Materie (mit Masse) - Aufbau der wichtigsten Baryonen (Proton, Neutron) aus Quarks unter Beachtung der Farbladung - Existenz von Antiteilchen, Teilchenumwandlungen (Beispiel: Paarerzeugung, Paarvernichtung) - Austauschteilchen: <ul style="list-style-type: none"> - Übersicht über die fundamentalen Wechselwirkungen | <p>Referate: Aktuelle Forschung an CERN, Fermi-Lab, Desy (z.B. Higgs)</p> <p>Demo-Exp: SuS', die auf Skateboards stehen, werfen sich einen Medizinball zu.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3) • erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg'schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1) • vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6) • recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2) • bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1) • beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4) • bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1) | <p>S.528 - S.537</p> |
| Stundensumme | 242 | | | | |

Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in der Sekundarstufe I

Grundlage für Grundsätze der Leistungsbewertung sind § 48 SchulG, § 6 APO-SI und Kapitel 5 des Kernlehrplans Physik (Gymnasium Sek I). Bewertet wird aber immer die Leistung eines individuell Lernenden in seiner Einzigartigkeit. Die Wahrnehmung und Anerkennung der zu bewertenden Schüler ist gerade in einem Fach besonders gefordert, in dem naturwissenschaftliche Denkweisen menschliche Wesenszüge zeitweise in den Hintergrund stellen.

Alle Leistungsbewertungen und – rückmeldungen beziehen sich auf den Erreichungsgrad der im Kernlehrplan ausgewiesenen Kompetenzen.

Für die Klassen 5 bis 9 werden die erwarteten prozess- und konzeptbezogene Kompetenzen ausführlich und jahrgangsbezogen in den schulinternen Curricula Physik (G8) dargestellt.

Allgemeine Vereinbarungen der Fachkonferenz

- Die Grundsätze der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern immer zum Schuljahresbeginn, bei Lehrerwechsel auch zum Halbjahresbeginn mitgeteilt. Ein Hinweis darauf wird im Klassenbuch vermerkt. – Die Erziehungsberechtigten werden im Rahmen der Elternmitwirkung informiert.
- Kriterien der Leistungsbewertung im Zusammenhang mit konkreten, insbesondere offenen
- Arbeitsformen werden den Schülerinnen und Schülern grundsätzlich vor deren Beginn transparent gemacht.
- Jede Lehrerin/jeder Lehrer dokumentiert regelmäßig die von den Schülerinnen und Schülern erbrachten Leistungen.
- Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört zu den Pflichten eines Schülers/ einer Schülerin. Hausaufgaben werden insbesondere für zurückhaltende, im Unterricht wenig aus sich herausgehende Schüler als Chance der Leistungseinbringung gewertet.
- Grundsätzlich ist bei der Wahl der Aufgabenstellungen die Offenheit bzw. die Divergenz der Lösungsstrategien in den Blick zu nehmen, um eine Engführung zu vermeiden und individuelle schlüssige Bearbeitungen zuzulassen.
- Die Leistungsrückmeldung erfolgt in regelmäßigen Abständen in schriftlicher oder mündlicher Form.
- Bei Minderleistungen erhalten die Schülerinnen und Schüler sowie ihre Eltern im Zusammenhang mit den Halbjahreszeugnissen Individuelle Lern- und Förderempfehlungen, die die Lernenden – ihrem jeweiligen Lernstand entsprechend- zum Weiterlernen ermutigen, indem sie Hinweise zu Erfolg versprechenden individuellen Lernstrategien geben. Den Eltern werden im Rahmen der Lern- und Förderempfehlungen Wege aufgezeigt, wie sie das Lernen der Kinder unterstützen können
- Eltern erhalten bei Elternsprechtagen sowie im Rahmen regelmäßiger Sprechstunden Gelegenheit, sich über den individuellen Leistungsstand ihrer Kinder zu informieren und dabei Perspektiven für die weitere Lernentwicklung zu besprechen.

Beurteilungsbereiche

Im Fach Physik können die folgenden Unterrichtsbeiträge bewertet werden:

- mündliche Beiträge zum Unterrichtsgespräch nach Qualität, Kontinuität und Quantität
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Erstellen von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Protokolle, Präsentationen, Lernplakate, Modelle,
- Erstellung und Präsentation von Referaten oder Projekten,
- Führung eines Heftes oder einer Mappe,
- Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit,
- kurze (max. 30 Minuten) schriftliche Überprüfungen

Pro Halbjahr sollte mindestens ein schriftlicher Unterrichtsbeitrag (Protokoll, Referat, Heft, schriftliche Überprüfung) erbracht und bewertet werden. Dieser wird mit 10 % der Halbjahresnote bewertet. Schriftliche Unterrichtsbeiträge dürfen maximal 40 % der Halbjahresnote ausmachen. Es kann in Einzelfällen, z.B. bei persönlichen Schicksalsschlägen, auch eine Ersetzung dieser schriftlichen Beiträge stattfinden.

Für die Bewertung von Referaten und Protokollen sind Bewertungsraster vorhanden, die vom Fachlehrer benutzt werden sollten (siehe Anhang).

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Bei schriftlichen Überprüfungen wird die Note aus den prozentual erreichten Punkten gemäß folgender Prozent-Notenzuordnung ermittelt:

| Note | 1+ | 1 | 1- | 2+ | 2 | 2- | 3+ | 3 | 3- | 4+ | 4 | 4- | 5+ | 5 | 5- |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % | 95,8 | 91,7 | 87,5 | 83,3 | 79,2 | 75,0 | 70,8 | 66,7 | 62,5 | 58,3 | 54,2 | 50,0 | 41,7 | 33,3 | 25,0 |

Eine *schwach ausreichende* Leistung ergibt sich somit bei Erreichen von 50% der Gesamtpunktzahl.

Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in der Sekundarstufe II

Grundlage für Grundsätze der Leistungsbewertung sind § 48 SchulG, §13-§16 APO-GOST B sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik. Bewertet wird aber immer die Leistung eines individuell Lernenden in seiner Einzigartigkeit. Die Wahrnehmung und Anerkennung der zu bewertenden Schüler ist gerade in einem Fach besonders gefordert, in dem naturwissenschaftliche Denkweise menschliche Wesenszüge zeitweise in den Hintergrund stellen.

Allgemeine Vereinbarungen der Fachkonferenz:

- Die Grundsätze der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern immer zum Schuljahresbeginn, bei Lehrerwechsel auch zum Halbjahresbeginn mitgeteilt. Ein Hinweis darauf wird im Kursheft vermerkt.
- Kriterien der Leistungsbewertung im Zusammenhang mit konkreten, insbesondere offenen Arbeitsformen werden den Schülerinnen und Schülern grundsätzlich vor deren Beginn transparent gemacht.
- Jede Lehrerin/jeder Lehrer dokumentiert regelmäßig die von den Schülerinnen und Schülern erbrachten Leistungen.
- Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört zu den Pflichten eines Schülers/ einer Schülerin. Hausaufgaben werden insbesondere für zurückhaltende, im Unterricht wenig aus sich herausgehende Schüler als Chance der Leistungseinbringung gewertet.
- Grundsätzlich ist bei der Wahl der Aufgabenstellungen die Offenheit bzw. die Divergenz der Lösungsstrategien in den Blick zu nehmen, um eine Engführung zu vermeiden und individuelle schlüssige Bearbeitungen zuzulassen.
- Die Leistungsrückmeldung erfolgt in regelmäßigen Abständen (zumindest zum Quartalsende) in schriftlicher oder mündlicher Form.
- Die Leistungsbewertung bildet die Grundlage für die weitere Förderung der Schülerinnen und Schüler, für ihre Beratung und die Beratung der Erziehungsberechtigten sowie für Laufbahnentscheidungen.

Überprüfungsformen

Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern die geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind möglichst vielfältige Überprüfungsformen anzustreben. Gemäß Kapitel 3 des KLP Physik Lehrplan können die Leistungen im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren mit folgenden Formen überprüft werden:

| Überprüfungsform | Beschreibung |
|----------------------|--|
| Darstellungsaufgaben | Beschreibung und Erläuterung eines physikalischen Phänomens Darstellung eines physikalischen Zusammenhangs Bericht über Erfahrungen und Ereignisse, auch |

| | |
|---|---|
| | aus der Wissenschaftsgeschichte |
| Experimentelle Aufgaben | qualitative Erkundung von Zusammenhängen Messung physikalischer Größen quantitative Untersuchung von Zusammenhängen Prüfung von Hypothesen und theoretischen Modellen |
| Aufgaben zur Datenanalyse | Aufbereitung und Darstellung von Daten Beurteilung und Bewertung von Daten, Fehlerabschätzung Prüfen von Datenreihen auf Trends und Gesetzmäßigkeiten Auswertung von Daten zur Hypothesengenerierung Videoanalysen |
| Herleitungen mithilfe von Theorien und Modellen | Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einer Theorie oder einem Modell Vorhersage bzw. Begründung eines Ereignisses oder Ergebnisses aufgrund eines theoretischen Modells Mathematisierung und Berechnung eines physikalischen Zusammenhangs Deduktive Herleitung eines bekannten oder neuen Zusammenhangs mithilfe theoretischer Überlegungen |
| Rechercheaufgaben | Erarbeiten von physikalischen Zusammenhängen oder Gewinnung von Daten aus Fachtexten und anderen Darstellungen in verschiedenen Medien Strukturierung und Aufbereitung recherchierter Informationen Kriteriengestützte Bewertung von Informationen und Informationsquellen |
| Dokumentationsaufgaben | Protokolle von Experimenten und Untersuchungen Dokumentation von Projekten Portfolio |
| Präsentationsaufgaben | Vorführung/ Demonstration eines Experiments Vortrag, Referat Fachartikel Medienbeitrag (Text, Film, Podcast usw.) |
| Bewertungsaufgaben | Physikalische fundierte Stellungnahme zu (umstrittenen) Sachverhalten oder zu Medienbeiträgen Abwägen zwischen alternativen wissenschaftlichen bzw. technischen Problemlösungen Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt- oder Dilemmasituationen |

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.

Schriftliche Leistungsbeurteilung

Klausuren dienen der schriftlichen Überprüfung der Lernergebnisse in einem Kursabschnitt. Klausuren sollen darüber Aufschluss geben, inwieweit im laufenden Kursabschnitt gesetzte Ziele erreicht worden sind. Sie bereiten auf die komplexen Anforderungen in der Abiturprüfung vor.

Wird statt einer Klausur eine Facharbeit geschrieben, wird die Note für die Facharbeit wie eine Klausurnote gewertet. Für die Bewertung von Facharbeiten steht ein Bewertungsraster zur Verfügung, das vom Fachlehrer benutzt werden sollte (siehe Anhang).

Die Inhalte und Aufgaben im Unterricht sowie der einzelnen Klausuren werden in den parallelen Kursen aufeinander abgestimmt. So werden in der Regel identische Arbeiten geschrieben.

Grundlage für die Notengebung ist in der Regel ein von den parallel unterrichtenden Lehrern gemeinsam entwickeltes Punktsystem. Die für die einzelnen Teilaufgaben vergebenen Punktzahlen werden den Schülern transparent gemacht.

Die Aufgabenstellungen sind so anzulegen, dass 40% der zu erreichenden Gesamtpunktzahl auf den Bereich der Reproduktion entfallen.

Die Zahl und Dauer der Klausuren sind an unserer Schule gemäß VVzAPO-GOST (VV zu § 14) wie folgt geregelt:

| Jahrgang | Anzahl | Dauer | |
|----------|--------|----------------------------------|----------------------------------|
| EF.1 | 1 | 2 Schulstunden | |
| EF.2 | 1 | 2 Schulstunden | |
| Jahrgang | Anzahl | Dauer GK | Dauer LK |
| Q1.1 | 2 | 2 Schulstunden 3 Schulstunden | 3 Schulstunden 4 Schulstunden |
| Q1.2 | 2 | 3 Schulstunden 3 Schulstunden | 4 Schulstunden 4 Schulstunden |
| Q2.1 | 2 | 3 Schulstunden 3 Schulstunden | 4 Schulstunden 4 Schulstunden |
| Q2.2 | 1 | 3 Zeitstunden | 4,25 Zeitstunden |

Die Noten ergeben sich gemäß folgender Berechnungsgrundlage ab dem angegebenen Wert:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Note | 1+ | 1 | 1- | 2+ | 2 | 2- | 3+ | 3 | 3- | 4+ | 4 | 4- | 5+ | 5 | 5- |
| % | 95,0 | 90,0 | 85,0 | 80,0 | 75,0 | 70,0 | 65,0 | 60,0 | 55,0 | 50,0 | 45,0 | 40,0 | 33,3 | 26,6 | 20,0 |

Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

Laut APO-GOST B § 15 gehören „zum Beurteilungsbereich 'Sonstige Mitarbeit' alle im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten schriftlichen, mündlichen und praktischen Leistungen mit Ausnahme der Klausuren und der Facharbeit [...].“

Gemäß der oben genannten Überprüfungsformen beinhaltet der Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ schwerpunktmäßig die folgenden Bereiche:

- mündliche Beiträge im Unterricht bzw. zum Unterrichtsgespräch nach Qualität, Kontinuität und Quantität
- Leistungen in Hausaufgaben und das Vortragen von Hausaufgaben
- Referate (Bewertungsschema siehe Anlage)
- Protokolle (Bewertungsschema siehe Anlage)
- Selbstständiges Arbeiten in Gruppenarbeit (z. B. Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten)
- Mitarbeit und Präsentation von Arbeitsergebnissen in Projekten

Gesamtbeurteilung

„Die Lehrerin oder der Lehrer ist verpflichtet, die Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Kurses [...] über Leistungsnachweise im Beurteilungsbereich 'Sonstige Mitarbeit' zu informieren. Etwa in der Mitte des Kurshalbjahres unterrichtet die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler über den bis dahin erreichten Leistungsstand. Die Kursabschlussnote in Kursen des letzten Halbjahres der Qualifikationsphase wird vor der ersten Sitzung des Zentralen Abiturausschusses bekannt gegeben.“ (APO-GOST B § 13(3))

„Die Kursabschlussnote wird gleichwertig aus den Endnoten beider Beurteilungsbereiche [Klausuren und Sonstige Mitarbeit] gebildet. Eine rein rechnerische Bildung der Kursabschlussnote ist unzulässig, vielmehr ist die Gesamtentwicklung der Schülerin oder des Schülers im Kurshalbjahr zu berücksichtigen.“ (APO-GOST B § 13(1))

In Ergänzung zum Lernplan Physik Sekundarstufe II wird die Note den Schülerinnen und Schülern vor den Zeugniskonferenzen mitgeteilt und auf Wunsch erläutert.

Bei Kursen ohne Klausuren ist die Endnote im Beurteilungsbereich 'Sonstige Mitarbeit' die Kursabschlussnote.“ (APO-GOST B § 13(1)).

Anhang – Beurteilungsbögen

Beurteilungsbogen für Präsentationen

| Kriterien | maximale Punktzahl | erreichte Punktzahl | erreichte Punktzahl | erreichte Punktzahl | erreichte Punktzahl | erreichte Punktzahl | erreichte Punktzahl | erreichte Punktzahl | erreichte Punktzahl |
|---|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Datum | | | | | | | | | |
| Name | | | | | | | | | |
| A Die Sache | | | | | | | | | |
| 1. Klar formuliertes Thema bzw. klare Überschrift | 0 - 1 | | | | | | | | |
| 2. Klare Gliederung und Struktur | 0 - 2 | | | | | | | | |
| 3. Angemessene Dosierung (Einsatz) unterstützender Medien (Folien, Tafel, Texte, Abbildungen, Plakate, ...) | 0 - 2 | | | | | | | | |
| 4. Ansprechende Gestaltung der verwendeten Medien | 0 - 2 | | | | | | | | |
| 5. Ständen die einzelnen Teile der Präsentation in einem gut erkennbaren Zusammenhang? | 0 - 2 | | | | | | | | |
| 6. Hatte die Präsentation einen gut nachvollziehbaren Abschluss? | 0 - 1 | | | | | | | | |
| 7. Inhalt fachlich korrekt | 0 - 13 | | | | | | | | |
| 8. sprachlicher / fachlicher Ausdruck | 0 - 3 | | | | | | | | |
| 9. Angabe der verwendeten Quellen | 0 - 1 | | | | | | | | |
| 10. Handout | 0 - 6 | | | | | | | | |
| | Punktsumme: | 27 | | | | | | | |
| B Die Person(en) | | | | | | | | | |
| 11. Wurde die Aufmerksamkeit der Zuhörer abgewartet und in Ruhe der Vortrag eröffnet? | 0 - 1 | | | | | | | | |
| 12. Wurde Blickkontakt zum Publikum hergestellt und gehalten? | 0 - 1 | | | | | | | | |
| 13. Wurde klar, laut und deutlich, frei und in angemessenem Tempo gesprochen? | 0 - 1 | | | | | | | | |
| 14. Ist eine gute Vorbereitung erkennbar? | 0 - 1 | | | | | | | | |
| 15. Wurde versucht, das Interesse der Zuhörer zu erhalten? | 0 - 1 | | | | | | | | |
| | Punktsumme: | 5 | | | | | | | |
| | Gesamtpunktzahl: | 32 | | | | | | | |

| | |
|---|-----------------------------------|
| Beurteilung eines Protokolls in Physik: <i>Lade- und Entladekurve eines Kondensators</i> | Gö – LK PH Q1 – 08.12.2011 |
| Namen: | Gruppe 1 |

| Kriterien | Punkte | Erreichte Punkte |
|--|-----------|------------------|
| Abgabe | | |
| Pünktliche Abgabe des Protokolls | 2 | |
| Äußere Form | | |
| Reihenfolge, Überschriften, Seitenzahlen, Zitierungen | 4 | |
| Ist ein Deckblatt vorhanden und vollständig? | 1 | |
| Motivation | | |
| Klare Formulierung einer Arbeitshypothese? | 3 | |
| Theorie | | |
| Auflistung bzw. Herleitung der für den Versuch wichtigen Formeln | 6 | |
| Aufbau | | |
| Skizze, Foto (Richtigkeit, Übersichtlichkeit) | 5 | |
| Beschriftung (Fachbegriffe korrekt?) | 2 | |
| Durchführung | | |
| Ist das Experiment aufgrund dieser Beschreibung wiederholbar? | 4 | |
| Form (Stil, Rechtschreibung, etc.) | 1 | |
| Messdaten und Auswertung | | |
| Rohdaten-Tabelle (Beschriftung, Einheiten, Messungenauigkeiten vorhanden? Übersichtlichkeit) | 4 | |
| Diagramme (Beschriftung, Einheiten, Übersichtlichkeit) | 8 | |
| Numerische Auswertung (Regression) | 4 | |
| Interpretation der Daten im Physikalischen Kontext (z. B. Steigung der Geraden ist der Widerstand) | 4 | |
| Diskussion | | |
| Bezug zur Leitfrage, ggf. Analyse von Messungenauigkeiten | 8 | |
| Sonderpunkte | | |
| | | |
| | | |
| Gesamtanzahl | 56 | |
| Gesamt-Note | | |

| Name | Bemerkungen | Individualnote |
|------|-------------|----------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| Notenzuordnungstabelle | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 56-48 | 47-40 | 39-31 | 30-23 | 22-12 | 11-0 |

Beurteilung der Facharbeit im Fach Physik

Titel: Die Facharbeit in Physik
Bewertungsmaßstäbe



Verfasser: Max Muster

| | | |
|--|----|--|
| 1 Form | | |
| 1.1 Druckfertigkeit der Facharbeit | | |
| Einhalten der Vorschriften über äußere Form (Deckblatt, Seitenzählung...) und Umfang | 1 | korrekt |
| | 0 | fehlerhaft |
| Kennzeichnung von Zitaten und Fähigkeit, korrekt zu zitieren | 2 | klar, korrekt |
| Konsequenter Quellennachweis, Übersichtlichkeit des Literaturverzeichnisses und Abbildungsverzeichnisses | 1 | nur teilweise korrekt |
| | 0 | fehlerhaft, unklar |
| Schriftbild, Zeilenspiegel, Rand | 3 | sehr sauber, fehlerfrei |
| Sauberkeit von Zeichnungen, Tabellen, Abbildungen, Fotos | 2 | unbedeutende Fehler |
| | 1 | noch brauchbar |
| | 0 | unordentlich |
| Normen der deutschen Sprache (Rechtschreibung, Grammatik, Zeichensetzung) | 2 | nahezu fehlerfrei |
| | 1 | keine schweren Fehler |
| | 0 | häufige bzw. schwere Fehler |
| 1.2 Deutlichkeit der Gliederung | | |
| Untergliederung | 2 | sofort erkennbar |
| Überschriften | 1 | nur in Teilen erkennbar |
| Übersichtlichkeit des Seitenbildes | 0 | kaum zu erkennen |
| Teilbewertung Form | | (max. 10 BE) |
| 2 Darbietung und Aufbau | | |
| 2.1 Sprachstil | | |
| Wortwahl | 2 | klar und gewandt |
| Satzbau | 1 | noch brauchbar |
| Sprachlicher Ausdruck | 0 | sehr schwerfällig, holprig |
| 2.2 Einsatz und Einbau von Anschauungsmaterial (Bilder, Skizzen, Graphiken, Tabellen, Modelle..) | | |
| anschaulich | 6 | sehr überzeugend und sinnvoll |
| präzise | 4 | insgesamt sinnvoll |
| themenbezogen | 2 | in etwa noch brauchbar |
| textbezogen | 0 | nicht mehr brauchbar |
| 2.3 Gliederung und Strukturierung der Arbeit | | |
| 1) Auswahl und Gewichtung der verschiedenen Aspekte des Themas | 12 | überaus angemessen (1), sehr sinnvoll (2), stets folgerichtig (3), immer schlüssig (4), sehr ausgewogen (5) |
| 2) Gliederungsgesichtspunkte | 9 | Meist...(1),(2),(3), (4),(5) |
| 3) Gedankenführung beim Verknüpfen von Sätzen, Abschnitten und Kapiteln | 6 | nur in Teilen angemessen (1), zweckmäßig (2), folgerichtig (3), schlüssig (4) und ausgewogen(5) |
| 4) Argumentations- und Begründungszusammenhänge | 3 | einseitige Auswahl u. Gewichtung; wenig sinnvolle, unzugewandte Gliederung; teilweise bloßes Aneinanderreihen von Gedanken und Abschnitten; Verhältnis Zitat/eigene Aussage und/bzw. Textteil/Anhang unausgewogen |
| 5) Verhältnis Zitat/eigene Aussage und Textteil/Anhang | 0 | nicht mehr nachvollziehbare Auswahl und Gewichtung; keine erkennbare, auch nur halbwegs sinnvolle Gliederung, zusammenhangloses Aneinanderreihen von Gedanken und Abschnitten; völlig unzureichendes Verhältnis von Zitat und eigener Aussage und/ bzw. Text u. Anhang |
| Teilbewertung Darbietung und Aufbau | | (max. 20 BE) |
| 3 Inhalt und Fachbezug | | |
| 3.1 Eigenständigkeit u. Selbstständigkeit | | |
| Literaturbeschaffung und Auswahl | 10 | umfassend, sicher, geschickt |
| Materialbeschaffung und Auswahl | 8 | meist umfassend |
| Auswahl und Begründung von Verfahren und Experimenten | 6 | nur in Teilen umfassend |
| Planung, Durchführung u. Auswertung von Experimenten u. Bau von Modellen | 4 | noch angemessen |
| Anwendung erworbener Kenntnisse und Fähigkeiten | 2 | teilweise oberflächlich |
| | 0 | oberflächlich, unbeholfen |
| 3.2 Fachspezifische Fähig- u. Fertigkeiten | | |
| Fachliche Ausdrucksweise (Fachbegriffe, Fachsprache, Fachsymbolik) | 2 | sehr sicher |
| | 1 | einigermaßen geübt |
| | 0 | sehr unsicher |

| | | |
|---|----|---|
| Einsatz von Materialien und Hilfsmitteln, Anführen von Beispielen - sachbezogen und zweckmäßig - vollständig und vielfältig Durchführen von Experimenten, Untersuchungen, Beobachtungen, Befragungen; Bau von Modellen Auswahl, Planung, Durchführung Beobachtung, Protokollierung, Dokumentation, Auswertung | 8 | überragend, sehr einfallsreich, umfassend |
| | 6 | angemessen, brauchbar |
| | 4 | in etwa angemessen, fast immer brauchbar |
| | 2 | nur noch in Teilen angemessen und brauchbar |
| | 0 | nicht mehr vertretbar, total unbrauchbar, zu lückenhaft |
| 3.3 Geistiges Durchdringen der Arbeit | | |
| Unterscheiden von Fakten und Meinungen, eigenen und referierten Ergebnissen Sachgemäße Auswertung und kritisches Beurteilen von - Literatur - Bildern und Skizzen - Statistiken und Diagrammen - Experimenten und Modellen - Aussagen und Beobachtungen Darstellen u. Begründen eines eigenen Standpunktes u. schlüssige Beweisführung Sorgfältiges Durchdenken der Probleme. Erkennen von und Einordnen in Zusammenhänge, Aufzeigen von Querverbindungen Zusammenfassende Wertung der Arbeit, ev. mit Diskussion und Ausblick | 10 | uneingeschränkt klar |
| | 8 | meist klar |
| | 6 | einigermaßen klar |
| | 4 | noch angemessen |
| | 2 | nur Teilaspekte erfassend |
| | 0 | ohne Logik |
| Teilbewertung <i>Inhalt und Fachbezug</i> | | (max. 30 BE) |
| 4 Beratungsgespräche | | |
| Beratungsgespräche - Vorbereitung durch den/die Schüler/in - Einhalten von Absprachen; - Einhaltung der Termine; | -0 | gewissenhaft wahrgenommen |
| | -3 | Termine teilweise unvorbereitet wahrgenommen |
| | -6 | nicht alle Termine wahrgenommen oder unvorbereitet wahrgenommen |
| | -9 | alle Termine nicht wahrgenommen |
| Teilbewertung <i>Beratungsgespräche</i> | | (max. -9 BE) |
| Gesamtbewertung | | (max. 60 BE) |

(Kommentartext)

Note (Punkte)

Bielefeld, den 18.12.2013

.....
(Lehrer)

| BE | Punkte |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 57-60 | 15 | 48-50 | 12 | 39-41 | 9 | 30-32 | 6 | 20-23 | 3 |
| 54-56 | 14 | 45-47 | 11 | 36-38 | 8 | 27-29 | 5 | 17-19 | 2 |
| 51-53 | 13 | 42-44 | 10 | 33-35 | 7 | 24-26 | 4 | 12-16 | 1 |