

Bildungsplan 2016 Gymnasium

*Innovativer
Bildungsservice*

Beispielcurriculum für das Fach Physik

Klassen 9/10
Beispiel 2

Juni 2017



Landesinstitut
für Schulentwicklung

Qualitätsentwicklung
und Evaluation

Schulentwicklung
und empirische
Bildungsforschung

Bildungspläne

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines Vorwort zu den Beispielcurricula.....	I
Fachspezifisches Vorwort	II
Übersicht.....	II
Hinweis zu Unterrichtsmaterialien zum Bildungsplan 2016/17	III
Physik – Klasse 9.....	1
Elektromagnetismus.....	1
Wärmelehre.....	5
Struktur der Materie.....	9
Physik – Klasse 10.....	11
Mechanik: Kinematik und Dynamik.....	11
Erhaltungssätze.....	15

Allgemeines Vorwort zu den Beispielcurricula

Beispielcurricula zeigen eine Möglichkeit auf, wie aus dem Bildungsplan unterrichtliche Praxis werden kann. Sie erheben hierbei keinen Anspruch einer normativen Vorgabe, sondern dienen vielmehr als beispielhafte Vorlage zur Unterrichtsplanung und -gestaltung. Diese kann bei der Erstellung oder Weiterentwicklung von schul- und fachspezifischen Jahresplanungen ebenso hilfreich sein wie bei der konkreten Unterrichtsplanung der Lehrkräfte.

Curricula sind keine abgeschlossenen Produkte, sondern befinden sich in einem dauerhaften Entwicklungsprozess, müssen jeweils neu an die schulische Ausgangssituation angepasst werden und sollten auch nach den Erfahrungswerten vor Ort kontinuierlich fortgeschrieben und modifiziert werden. Sie sind somit sowohl an den Bildungsplan, als auch an den Kontext der jeweiligen Schule gebunden und müssen entsprechend angepasst werden. Das gilt auch für die Zeitplanung, welche vom Gesamtkonzept und den örtlichen Gegebenheiten abhängig und daher nur als Vorschlag zu betrachten ist.

Der Aufbau der Beispielcurricula ist für alle Fächer einheitlich: Ein fachspezifisches Vorwort thematisiert die Besonderheiten des jeweiligen Fachcurriculums und gibt ggf. Lektürehinweise für das Curriculum, das sich in tabellarischer Form dem Vorwort anschließt.

In den ersten beiden Spalten der vorliegenden Curricula werden beispielhafte Zuordnungen zwischen den prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen dargestellt. Eine Ausnahme stellen die modernen Fremdsprachen dar, die aufgrund der fachspezifischen Architektur ihrer Pläne eine andere Spaltenkategorisierung gewählt haben. In der dritten Spalte wird vorgeschlagen, wie die Themen und Inhalte im Unterricht umgesetzt und konkretisiert werden können. In der vierten Spalte wird auf Möglichkeiten zur Vertiefung und Erweiterung des Kompetenzerwerbs im Rahmen des Schulcurriculums hingewiesen und aufgezeigt, wie die Leitperspektiven in den Fachunterricht eingebunden werden können und in welcher Hinsicht eine Zusammenarbeit mit anderen Fächern sinnvoll sein kann. An dieser Stelle finden sich auch Hinweise und Verlinkungen auf konkretes Unterrichtsmaterial.

Fachspezifisches Vorwort

Der in Beispielcurriculum 2 dargestellte Unterrichtsgang stellt eine mögliche Umsetzung des Bildungsplans Physik am Gymnasium für die Klassenstufen 9 und 10 dar. Selbstverständlich ist eine Vielzahl anderer Umsetzungen möglich. So unterscheiden sich die beiden Beispielcurricula 1 und 2 z.B. hinsichtlich der Struktur der Unterrichtseinheiten, der fachdidaktischen Schwerpunktsetzung sowie der Vernetzung zwischen inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen sowie Leitperspektiven.

Dieses Beispielcurriculum für Klasse 9/10 baut auf dem Beispielcurriculum 2 für Klasse 7/8 auf und führt die darin gewählten fachdidaktischen Ansätze fort. Insbesondere spiegelt sich in der Reihenfolge und Strukturierung dieses Beispielcurriculums die Berücksichtigung bestimmter Schülervorstellungen und ihren Auswirkungen auf den Lernprozess wider. Durch die Verschmelzung von Kinematik und Dynamik werden Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in den Mittelpunkt gerückt. So kann typischen Fehlvorstellungen konsequent entgegengewirkt werden. Erst nach einer ausführlichen Vertiefung und Festigung der Energiebegrifflichkeiten und des Energieerhaltungssatzes erfolgt die Einführung des Impulses im Rahmen von Wechselwirkungsprozessen. Dadurch werden die Größen Impuls und Energie im Unterricht deutlich getrennt.

Neben den vorgegebenen Pflichtstunden weisen beide Beispielcurricula Vorschläge für mögliche schulcurriculare Vertiefungen aus, die jeweils in der 4. Spalte des Beispielcurriculums zu finden sind. Für jede Unterrichtseinheit ist die geplante Stundenzahl der jeweiligen Unterrichtsabschnitte angegeben. Die Summe der beschriebenen Stunden über alle Unterrichtseinheiten entspricht in beiden Beispielcurricula jeweils 27 Stunden pro Kontingentstunde (also 54 Einzelstunden bei 2 Kontingentstunden pro Schuljahr) und weist somit die zusätzlichen Stunden des Schulcurriculums nicht explizit mit Stundenanzahlen aus.

Übersicht

Stundenanzahl Kerncurriculum	Unterrichtseinheit
Klasse 9	
26	Elektromagnetismus
16	Wärmelehre
12	Struktur der Materie
$\Sigma = 54$	
Klasse 10	
33	Mechanik: Kinematik und Dynamik
21	Mechanik: Erhaltungssätze
$\Sigma = 54$	

Hinweis zu Unterrichtsmaterialien zum Bildungsplan 2016/17

Im vorliegenden Curriculum werden an vielen Stellen Hinweise auf die Materialien der Zentralen Fortbildungsreihe zum Bildungsplan 2016 gegeben. Speziell für die Klassenstufen 9/10 wurden sehr viele Unterrichtsmaterialien entwickelt, z.B. zur Behandlungstiefe der Inhalte, zu Akzentverschiebungen im Bildungsplan, zu Atommodellen in Kl. 9, zur Vektoraddition, zur Leitperspektive BNE im Bereich von Elektrizitäts- und Wärmelehre, zur Motivation von Mädchen und Jungen im Physikunterricht, zur Elektrizitätslehre der Mittelstufe insgesamt, zur Messwerterfassung im Mechanikunterricht (auch mit Smartphone bzw. Tablet) sowie zu kognitiv anregenden Aufgaben im Physikunterricht allgemein.

Diese finden sich unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/ (zuletzt geprüft am 15.05.2017) auf dem Lehrerfortbildungsserver, geordnet nach Inhalten, Methoden etc.

Auch zu den Inhalten der Klassenstufen 7/8 liegen viele zentrale Materialien auf dem Lehrerfortbildungsserver, auf die meist im Kontext von Wiederholungen in Kl. 9/10 verwiesen wird.

Dieses Material liegt zu vielen der inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche vor, aber es werden dort auch inhaltsübergreifende Angebote zur Binnendifferenzierung / Umgang mit Heterogenität gemacht, z.B. durch die *Check-In-Aufgaben mit Checklisten*, die *kompetenzorientierten Aufgaben mit mehreren Schwierigkeitsstufen*, *Arbeitsaufträge mit gestuften Hilfen* sowie die *Choice-to-learn-Aufgaben* zu fast allen Themen aus Klasse 7/8. Da speziell auf dieses themenübergreifende Material oft nicht in den themenbezogenen Curricula verwiesen werden kann, finden Sie das exemplarische Material zum Umgang mit Heterogenität unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb4/1_indiv_und_diff/ (zuletzt geprüft am 15.05.2017)

Des Weiteren sei darauf verwiesen, dass der Lehrerfortbildungsserver auch die Materialien der vorangegangenen Lehrerfortbildungen im Fach Physik beinhaltet. Die meisten der Materialien passen ebenso zum Bildungsplan 2016/17, weil bereits durch den Bildungsplan 2004 die *Kompetenzorientierung* und Aspekte des Umgangs mit Heterogenität eine tragende Rolle spielten. Insbesondere zu Inhalten der Kl. 10 des Gymnasiums finden sich dort viele Konzepte. Das Material dieser Lehrerfortbildungen zum Bildungsplan 2004 finden Sie unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2004/ (zuletzt geprüft am 15.05.2017).

Physik – Klasse 9

Elektromagnetismus

26 Std.

Auf den vermittelten Kompetenzen aus Klasse 7-8 aufbauend, steht zunächst eine Präzisierung des Spannungsbegriffs im Mittelpunkt des Unterrichts. Insbesondere muss der energetische Charakter der Spannung erarbeitet werden. Darüber hinaus werden das Ohm'sche Gesetz, der Widerstand sowie die Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen mathematisch beschrieben. Eine induktive Einführung in Form von Schülerversuchen bietet sich hier genauso an, wie entsprechende Anwendungen aus Alltag und Technik, vor allem bei der experimentellen Bestimmung der Kennlinien verschiedener Bauteile sowie bei der elektromagnetischen Induktion.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Thema, Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
<p>2.2.1 zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden;</p> <p>2.2.3 sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen austauschen [...]</p>	<p>3.3.2 (8) physikalische Angaben auf Alltagsgeräten beschreiben („Akkuladung“, Gleichspannung, Wechselspannung)</p>	<p>Wiederholung <4></p> <p>Sicherheitseinweisung, Organisatorisches</p> <p>Wdh. Grundbegriffe der Elektrizitätslehre aus Kl. 7/8: Ladung, Stromstärke, Spannung, Potenzial, Stromkreis, Schaltsymbole und -skizzen</p> <p>Vertiefung des Spannungsbegriffs: Verknüpfung der Spannung mit der Energie ($U = \Delta E / \Delta Q$)</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Schüleraktivierung z.B. durch Concept-Maps, Kärtchenlegemethode, Mind-Map, Selbsteinschätzungsbogen – ggf. Wiederholung der Begrifflichkeiten anhand der in Klasse 7/8 verwendeten Analogien, wie z.B. Wassermmodell, Höhenmodell, Stäbchenmodell, Kettenmodell etc. – gegenüber Klasse 7/8 muss hier der energetische Charakter der Spannung herausgearbeitet werden (z.B. über eine Analogie zur Lageenergie einer Masse m) <p>Material: Material der zentralen Lehrerfortbildung zur Elektrizitätslehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/ (zuletzt geprüft am 15.05.2017)</p> <p>L VB Alltagskonsum</p>
<p>2.1.4 Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls</p>	<p>3.3.2 (1) in einfachen <i>Reihenschaltungen</i> und <i>Parallelschaltungen</i> Ge-</p>	<p>Knotenregel <2></p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ggf. verwendete Analogien aus

<p>Messwerte erfassen; 2.1.10 Analogien beschreiben und zur Lösung von Problemstellungen nutzen; 2.1.11 mithilfe von Modellen Phänomene erklären; 2.2.5 physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (Beschreibungen, Tabellen, Diagramme);</p>	<p>setzmäßigkeiten für <i>Stromstärke</i> und <i>Spannung</i> anwenden und erläutern</p>	<p>Schülerexperimente zur Wiederholung und Vertiefung der Knotenregel (siehe Klasse 7/8); Formulierung der Knotenregel; Verknüpfung mit der Ladungserhaltung Maschenregel <2> Schülerexperimente zur Wiederholung und Vertiefung der Maschenregel (siehe Klasse 7/8); Formulierung der Maschenregel; Verknüpfung mit der Energieerhaltung</p>	<p>Klasse 7/8 aufgreifen, z.B. Formulieren der Maschen- und Knotenregel am Wassermodell, Höhenmodell, Stäbchenmodell etc.</p>
<p>2.1.4 Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen; 2.1.7 aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln 2.2.5 physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (Beschreibungen, Tabellen, Diagramme); 2.2.6 [...] Messdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in eine andere Darstellungsform überführen 2.3.2 Ergebnisse von Experimenten bewerten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, ...) 2.2.7 in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren</p>	<p>3.3.2 (2) den Zusammenhang zwischen <i>Stromstärke</i> und <i>Spannung</i> untersuchen und erläutern (<i>Widerstand</i>, $R = \frac{U}{I}$) 3.3.2 (3) <i>Kennlinien</i> experimentell aufzeichnen und interpretieren (zum Beispiel Eisendraht, Graphit, technischer Widerstand) [...]</p>	<p>Kennlinien versch. Bauteile <4> Schülerexperimente: Aufnahmen von Kennlinien (I in Abhängigkeit von U) an verschiedenen Materialien (u.a. Eisendraht mit und ohne Wasserbadkühlung, Graphit, Konstantandraht); Vergleich der Kennlinien, insbesondere Einfluss des Widerstandes auf die Steigung; Definition des Widerstandes: $R = \frac{U}{I}$</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erarbeitung des Ohm'schen Gesetzes am gekühlten Eisendraht – Lernschwierigkeiten bzgl. der Vermischung von Ohm'schem Gesetz und der Definition des Widerstandes berücksichtigen
<p>2.1.3 Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen (u.a. vermutete Einflussgrößen getrennt variieren) 2.2.2 funktionale Zusammenhänge</p>	<p>3.3.2 (3) [...] die Abhängigkeit des <i>Widerstandes</i> von Länge, Querschnitt und Material beschreiben 3.3.1 (2) erläutern, dass Aussagen in der Physik grundsätzlich überprüfbar</p>	<p>Widerstand von Drähten <2> Hypothesenbildung zur Abhängigkeit des Widerstands von Drähten; Schülerexperimente in arbeitsteiligen</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ggf. Hypothesenbildung anhand Verwendung eines geeigneten Wassermodells, Luftballon-

<p>zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (zum Beispiel Ursache-Wirkungs-Aussagen, unbekannte Formeln) 2.2.7 in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren</p>	<p>sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung bzw. Widerlegung)</p>	<p>Gruppen; Präsentation der Grupeergebnisse;</p>	<p>Strömungsversuch mit unterschiedlich langen Schläuchen oder anhand von atomaren Modellvorstellungen zum elektrischen Widerstand Möglichkeit zur schulcurricularen Vertiefung: Erarbeitung der Formel des spezifischen Widerstandes</p>
	<p>(9) einfache elektronische Bauteile untersuchen, mithilfe ihrer <i>Kennlinien</i> funktional beschreiben und Anwendungen erläutern (zum Beispiel dotierte Halbleiter, Diode, Leuchtdiode, temperaturabhängige Widerstände, lichtabhängige Widerstände)</p>	<p>Elektronische Bauteile <2> Schülerexperimente in arbeitsteiligen Gruppen zu verschiedenen Bauteilen; Präsentation der Versuchsergebnisse und zu Anwendungen der jeweiligen Bauteile</p>	
<p>2.1.4 Experimente durchführen und auswerten [...]; 2.1.6 mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen</p>	<p>3.3.2 (4) die <i>Reihenschaltung</i> und <i>Parallelschaltung</i> zweier Widerstände untersuchen und beschreiben $(R_{\text{ges}} = R_1 + R_2, \frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$</p>	<p>Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen <4> Schülerexperimente mit Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen; Erarbeitung der Formeln</p>	<p>Hinweis: an komplexere Kombinationen von Reihen- und Parallelschaltungen ist nicht gedacht FM 3.2.1 Leitidee Zahl - Variable - Operation</p>
<p>2.1.1 Phänomene und Experimente zielgerichtet beobachten und ihre Beobachtungen beschreiben; 2.2.2 funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) [...] (z.B. Ursache-Wirkungs-Aussagen ...)</p>	<p>3.3.2 (5) die <i>elektromagnetische Induktion</i> qualitativ untersuchen und beschreiben</p>	<p>Grundlagen der elektromagnetischen Induktion <2> Ursache einer Induktionsspannung; Abhängigkeiten der Induktionsspannung</p>	<p>Hinweis: optional Schülerexperimente zu den Abhängigkeiten, falls vorhanden mit analogen Multimetern</p>
<p>2.1.12 Sachtexte mit physikalischem Bezug sinnentnehmend lesen; 2.1.14 an außerschulischen Lernorten Erkenntnisse gewinnen beziehungsweise ihr Wissen anwenden 2.2.4 physikalische Vorgänge und</p>	<p>3.3.2 (6) mithilfe der <i>elektromagnetischen Induktion</i> die Funktionsweise von <i>Generator</i> und <i>Transformator</i> qualitativ erklären 3.3.2 (7) physikalische Aspekte der elektrischen Energieversorgung be-</p>	<p>Transformator, Generator und Energieversorgung <4> Funktionsweise und Anwendungen des Transformators; Funktionsweise und Anwendungen</p>	<p>Möglichkeiten zur schulcurricularen Vertiefung: Europäisches Verbundsystem, Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung, Veränderungen durch Einsatz regene-</p>

<p>technische Geräte beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge) 2.2.7 in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren 2.3.10 im Bereich der nachhaltigen Entwicklung persönliche, lokale und globale Maßnahmen unterscheiden und mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten</p>	<p>schreiben (<i>Gleichspannung, Wechselspannung, Transformatoren, Stromnetz</i>) 3.3.2 (8) physikalische Angaben auf Alltagsgeräten beschreiben („Akkuladung“, Gleichspannung, Wechselspannung)</p>	<p>des Generators; Anwendungen im Bereich der Datenspeicherung Wechselspannung; Nutzen der Wechselspannung im Hinblick auf die Energieversorgung über das Stromnetz; Aufbau des Stromnetzes (Hochspannungsnetz, Transformatoren, Überlandleitungen etc.)</p>	<p>rativer Energiequellen (Grundlast, Spitzenlast, Speicherproblematik), Regelgröße 50Hz Hinweise: – Analyse von Alltagsgeräten: z.B. elektrische Zahnbürste mit Transformator, Gleichrichter und „Akku“; – Gespeicherte Energie eines „Akkus“: $\Delta E = \Delta Q \cdot U$ – Möglicher außerschulischer Lernort: nach regionaler Gegebenheit Besuch beim lokalen Kraftwerk bzw. lokalen Energieversorger LVB Alltagskonsum</p>
--	---	--	---

Wärmelehre

16 Std.

Die Unterrichtseinheit zur Wärmelehre ist nach der propädeutischen Beschreibung thermischer Energietransporte in Klasse 5/6 (BNT) und Eigenschaften der Energie in Klasse 7/8 (Physik) der dritte Schritt hin zum Verständnis thermischer Vorgänge. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den physikalischen Grundlagen, die zum Verständnis der globalen Erwärmung notwendig sind. Die Schülerinnen und Schüler werden befähigt, ausgewählte lokale und globale Maßnahmen gegen die globale Erwärmung zu beschreiben, physikalisch zu bewerten sowie kritisch zu diskutieren.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
		<p>Wiederholung wesentlicher Inhalte aus BNT Klasse 5/6 und Physik Klasse 7/8 <1></p> <p>Wärmeempfinden, Thermometer, Celsius-Skala, Aggregatzustände, thermische Energie, thermische Energieübertragungsarten</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> Material zur BNT-Lehrerfortbildung Kl. 5/6 im Bereich zum Themenaspekt Energie unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bnt/gym/bp2016/fb1/4_energie/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) <p>F BNT 3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik</p> <p>F Ph 3.2.3 Energie</p>
<p>2.1 (1) Phänomene und Experimente zielgerichtet beobachten und ihre Beobachtungen beschreiben</p> <p>2.1 (4) Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen</p> <p>2.1 (11) mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren</p> <p>2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen</p> <p>2.2 (3) sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter Verwendung der Fachsprache</p>	<p>3.3.1 (3) Die Funktion von Modellen in der Physik erläutern (anhand des <i>Teilchenmodells</i>)</p> <p>3.3.1 (4) Die Bedeutung des <i>SI-Einheitensystems</i> erläutern</p> <p>3.3.3 (1) Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen <i>Celsius-Skala</i> und <i>Kelvin-Skala</i> beschreiben (unter anderem <i>absoluter Nullpunkt</i>)</p> <p>3.3.3 (2) beschreiben, dass sich feste, flüssige und gasförmige Stoffe bei Temperaturerhöhung in der Regel ausdehnen</p>	<p>Temperatur und deren Messung <3></p> <p>Funktionsweise und Kalibrierung eines Flüssigkeitsthermometers</p> <p>Prinzipielles Ausdehnungsverhalten von Festkörpern im Vergleich (anhand von Alltagsbeispielen wie Dehnungsfugen)</p> <p>Celsius- und Kelvin-Skala im Vergleich, absoluter Nullpunkt</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> Schülerexperiment zur Kalibrierung Mögliche Vertiefung: Vergleich Celsius- und Fahrenheit-Skala <p>F BNT 3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik</p> <p>F BNT 3.1.3 Wasser - ein lebenswichtiger Stoff</p>

<p>und fachtypischer Darstellungen austauschen (unter anderem Unterscheidung von Größe und Einheit, Nutzung von Präfixen und Normdarstellung) 2.2 (4) physikalische Vorgänge und technische Geräte beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)</p>			
<p>2.1 (7) aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln 2.1 (8) mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen 2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (zum Beispiel Ursache- Wirkungs-Aussagen, unbekannte Formeln)</p>	<p>3.3.3 (3) die Änderung der <i>thermischen Energie</i> bei Temperaturänderung beschreiben ($\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$)</p>	<p>Spezifische Wärmekapazität <1> Wie viel Energie muss man zuführen, um eine bestimmte Temperaturänderung zu erreichen?</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mögliche Problemstellung: „Wie lange braucht man, um einen Liter Wasser mit einem Wasserkocher an einer Haushaltssteckdose zum Sieden zu bringen?“ – Mögliche Vertiefung: Schülerexperimente
<p>2.1 (1) Phänomene und Experimente zielgerichtet beobachten und ihre Beobachtungen beschreiben 2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen 2.2 (1) zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden 2.2 (4) physikalische Vorgänge und technische Geräte beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)</p>	<p>3.3.3 (4) die drei thermischen Energieübertragungsarten beschreiben (<i>Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmeleitung</i>) 3.3.3 (5) technische Anwendungen mit Bezug auf die thermischen Energieübertragungsarten beschreiben (zum Beispiel Dämmung, Heizung, Wärmeschutzverglasung)</p>	<p>Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmeleitung <3> Thermische Energieübertragungsarten im Vergleich (anhand von Alltagsbeispielen wie heißer Pfannengriff) Konvektion, Wärmestrahlung und Wärmeleitung auf technische Anwendungen übertragen (z.B. Aufbau und Funktion einer Thermosflasche)</p>	<p>Hinweise: Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu BNE und Wärmelehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp_2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) – Stationenlernen <p>F BNT 3.1.4 Energie effizient nutzen L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen L VB Umgang mit den eigenen Ressourcen</p>

<p>2.1 (1) Phänomene und Experimente zielgerichtet beobachten und ihre Beobachtungen beschreiben 2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden (unter anderem Unterschied zwischen Beobachtung und Erklärung) 2.2 (1) zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden 2.2 (4) physikalische Vorgänge [...] beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)</p>	<p>3.3.3 (6) den Unterschied zwischen <i>reversiblen</i> und <i>irreversiblen</i> Prozessen beschreiben</p>	<p>Irreversible Prozesse und Energieentwertung <2> Unterscheidung zwischen realen und idealisierten Prozessen von Energieumwandlungen thermische Energie, Energieentwertung</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu BNE und Wärmelehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) – Untersuchung von Filmsequenzen physikalischer Abläufe (z.B. Kerze brennt, Tasse fällt herunter, Billardkugel rollt): Kann man den Filmen ansehen, ob sie rückwärts laufen oder nicht? – Mögliche Vertiefung: Erstellen eigener Filme <p>F Ph 3.2.3 Energie</p>
<p>2.1 (12) Sachtexte mit physikalischem Bezug sinnentnehmend lesen 2.2 (4) physikalische Vorgänge [...] beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge) 2.2 (7) in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren 2.3 (5) Informationen aus verschiedenen Quellen auf Relevanz prüfen 2.3 (6) Darstellungen in den Medien anhand ihrer physikalischen Erkenntnisse kritisch betrachten (zum Beispiel Filme, Zeitungsartikel, pseudowissenschaftliche Aussagen) 2.3 (11) historische Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse beschreiben</p>	<p>3.3.3 (7) ihre physikalischen Kenntnisse zur Beschreibung des <i>natürlichen</i> und <i>anthropogenen Treibhauseffektes</i> anwenden (zum Beispiel Strahlungsbilanz der Erde, Treibhausgase) 3.3.3 (8) Auswirkungen des Treibhauseffektes auf die Klimaentwicklung beschreiben (zum Beispiel anhand von Diagrammen, Szenarien und Prognosen)</p>	<p>Treibhauseffekt und globale Erwärmung <4> Strahlungsbilanz der Erde Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt IPCC-Berichte: Diagramme, Szenarien und Prognosen</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu BNE und Wärmelehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) – Stationenlernen – Möglichkeiten für Referate, GFS und Podiumsdiskussionen <p>F GEO 3.2.2.3 Phänomene des Klimawandels F GEO 3.3.4.1 Analyse ausgewählter Meeresräume L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung, Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen L VB Umgang mit den eigenen Ressourcen</p>

<p>2.1 (12) Sachtexte mit physikalischem Bezug sinnentnehmend lesen 12.1 (4) an außerschulischen Lernorten Erkenntnisse gewinnen beziehungsweise ihr Wissen anwenden 2.2 (7) in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren 2.3 (5) Informationen aus verschiedenen Quellen auf Relevanz prüfen 2.3 (6) Darstellungen in den Medien anhand ihrer physikalischen Erkenntnisse kritisch betrachten (zum Beispiel Filme, Zeitungsartikel, pseudowissenschaftliche Aussagen) 2.3 (8) Chancen und Risiken von Technologien mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten 2.3 (9) Technologien auch unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten diskutieren 2.3 (10) im Bereich der nachhaltigen Entwicklung persönliche, lokale und globale Maßnahmen unterscheiden und mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten</p>	<p>3.3.3 (9) ihre physikalischen Kenntnisse anwenden, um mit <i>Energie</i> sorgsam und effizient umzugehen (zum Beispiel Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Ökonomie) 3.3.3 (10) verschiedene Arten der Energieversorgung unter physikalischen, ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekten vergleichen und bewerten (zum Beispiel fossile Brennstoffe, Kernenergie, Windenergie, Sonnenenergie)</p>	<p>Maßnahmen gegen die globale Erwärmung <2></p> <p>Verschiedene Möglichkeiten der Energieversorgung beschreiben und bewerten</p> <p>Verschiedene Möglichkeiten des sorgsam Umgangs mit Energie beschreiben und bewerten</p> <p>Lokale und globale Maßnahmen unterscheiden</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu BNE und Wärmelehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) – Möglichkeiten für Referate, GFS – Untersuchung des eigenen Umfelds (Schule, Wohnung, Stadt) auf den sorgsam Umgang mit Energie – Möglicher außerschulischer Lernort: nach regionaler Gegebenheit Besuch beim lokalen Kraftwerk bzw. lokalen Energieversorger <p>F GEO 3.2.2.3 Phänomene des Klimawandels</p> <p>F GEO 3.3.4.1 Analyse ausgewählter Meeresräume</p> <p>L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung, Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen</p> <p>L VB Umgang mit den eigenen Ressourcen</p>
---	---	---	--

Struktur der Materie

12 Std.

Der Themenbereich Struktur der Materie eignet sich in besonderer Weise zu einer schülerzentrierten Projekt- und Recherche-Arbeit. Im Rahmen dieser Projektarbeit mit anschließender Präsentation diskutieren die Schülerinnen und Schüler auch insbesondere an historischen Beispielen geschlechtsspezifische Rollen- vorstellungen und deren Auswirkung auf eine mögliche Berufswahl im MINT-Bereich.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
<p>2.1.9 zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden (unter anderem Unterschied zwischen Beobachtung und Erklärung); 2.3.4 Grenzen physikalischer Modelle an Beispielen erläutern</p>	<p>3.3.1 (3) Die Funktion von Modellen in der Physik erläutern (... Modellvorstellung von <i>Atomen</i>) 3.3.4 (1) die Struktur der Materie im Überblick beschreiben und den Aufbau des Atoms erläutern (<i>Atomhülle, Atomkern, Elektron, Proton, Neutron, Quarks, Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope</i>) 3.3.4 (2) <i>Kernzerfälle</i> [...] beschreiben (<i>Radioaktivität, α-, β-, γ-Strahlung, Halbwertszeit</i>)</p>	<p style="text-align: center;">Atommodell und Radioaktivität <6></p> <p style="text-align: center;">Atomhülle und –kern; Aufbau des Atomkerns; Kernreaktionen und Nuklidkarte; Halbwertszeit (z.B. Isotopengenerator oder „Modellexperimente“)</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Lernschwierigkeiten mit vermeintlich einfachen, anschaulichen Darstellungen berücksichtigen – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu Atommodellen unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) <p>Möglichkeiten zur schulcurricularen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energiestufenmodell der Atomhülle und des Atomkerns, ggf. Linienspektren – historischer Überblick über Atommodelle – natürliche Zerfallsreihen <p>FCH 3.2.1.2 Stoffe und Teilchen</p>
<p>2.3.7 Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten [...] mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten</p>	<p>3.3.4 (2) [...] <i>ionisierende Strahlung</i> beschreiben (<i>Radioaktivität, α-, β-, γ-Strahlung</i>)</p>	<p style="text-align: center;">Ionisierende Wirkung radioaktiver Strahlung <1></p> <p style="text-align: center;">Ionisierende Wirkung der α-, β-, γ-Strahlung; Nachweismethoden (u.a. Schwärzung von Filmmaterial, Geiger-Müller-Zählrohr)</p>	<p>Hinweis: Insb. bei Schülerexperimenten sind die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung sowie der RiSU 2013 zu beachten.</p>

<p>2.1.9 zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden (unter anderem Unterschied zwischen Beobachtung und Erklärung); 2.1.12 Sachtexte mit physikalischem Bezug sinnentnehmend lesen 2.2.7 in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren 2.3.7 Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten und im Alltag mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten 2.3.8 Chancen und Risiken von Technologien mithilfe ihres physikalischen Wissens bewerten 2.3.9 Technologien auch unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten diskutieren 2.3.11 historische Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse beschreiben 2.3.12 Geschlechterstereotype bezüglich Interessen und Berufswahl im naturwissenschaftlich-technischen Bereich diskutieren</p>	<p>3.3.4 (3) biologische Wirkungen und gesundheitliche Folgen <i>ionisierender Strahlung</i> beschreiben sowie medizinische und technische Anwendungen nennen 3.3.4 (4) <i>Kernspaltung</i> und <i>Kernfusion</i> beschreiben (zum Beispiel Sterne) 3.3.4 (5) Nutzen und Risiken der medizinischen und technischen Anwendung von <i>ionisierender Strahlung</i> und <i>Kernspaltung</i> erläutern und bewerten 3.3.4 (6) Gefahren <i>ionisierender Strahlung</i> für die menschliche Gesundheit und Maßnahmen zum Schutz beschreiben (zum Beispiel Abschirmung ionisierender Strahlung, Endlagerung radioaktiver Abfälle)</p>	<p style="text-align: center;">Recherche-Projektarbeit <5></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten im Unterricht und in häuslicher Arbeitszeit Gruppenpräsentationen zu verschiedenen Aspekten, z.B. Abschirmung von ionisierender Strahlung, biologische Strahlenwirkung, natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung, medizinische Anwendungen der Radioaktivität, Lise Meitner und die Kernspaltung, Marie Curie und die Radioaktivität, Kernfusion (Sterne und Forschungsreaktoren), Kernkraftwerk, nukleare Massenvernichtungswaffen, Reaktorunfall von Tschernobyl und die Folgen, Endlagerung und Entsorgung</p>	<p>Hinweis: Insb. bei Schülerexperimenten sind die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung sowie der RiSU 2013 zu beachten.</p> <p>Die Auswahl und die Verteilung der Themen bietet Chancen zur Binnendifferenzierung und zum Umgang mit den unterschiedlichen Interessen der Schülerinnen und Schüler</p> <p>Material: Material der zentralen Lehrerfortbildung zum Genderaspekt im Physikunterricht (Bildungsplan 2016) https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017)</p> <p>L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung L PG Sicherheit und Unfallschutz</p>
--	--	---	--

Physik – Klasse 10

Mechanik: Kinematik und Dynamik

33 Std.

Die in den Klassen 7 und 8 rein verbal formulierten Newton'schen Prinzipien werden konkretisiert und mathematisch ausformuliert. Im Zentrum steht dabei die Grundgleichung der Mechanik, das zweite Newton'sche Prinzip, das einen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang beschreibt. Um die in der Mechanik besonders ausgeprägten Fehlvorstellungen der Schülerinnen und Schüler kontinuierlich zu berücksichtigen und ihnen gegebenenfalls entgegenzuwirken, wird für den im Folgenden beschriebenen Unterrichtsgang die rein fachlich motivierte (aber für Schülerinnen und Schüler oft nicht nachvollziehbare) Trennung von Kinematik und Dynamik aufgehoben. Zur Vertiefung und Festigung der erworbenen Kompetenzen wenden die Schülerinnen und Schüler die Newton'schen Prinzipien auf Fallbewegungen, den waagerechten Wurf und auf Kreisbewegungen an.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.2 (1) zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden 2.2.3 sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen austauschen [...]		Wiederholung Kraftbegriff <3> Wirkungen einer Kraft Betrag, Angriffspunkt und Richtung Kraftvektoren, Gewichtskraft, Ortsfaktor	
2.2 (1) zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern [...] 2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen	3.3.5.2 (1) das Zusammenwirken beliebig gerichteter <i>Kräfte</i> auf einen Körper beschreiben, dabei gegebenenfalls ein <i>Kräftegleichgewicht</i> oder die <i>resultierende Kraft</i> erkennen (unter anderem <i>schiefe Ebene</i>)	Zusammenwirkung von Kräften <6> Kräfteaddition und Kräfteparallelogramm, Spezialfälle $F_1 \parallel F_2$ und $F_1 \perp F_2$ werden rechnerisch bestimmt, sonst geometrisch; Kräftezerlegung, schiefe Ebene (Hangabtriebskraft F_H und Normalkraft F_N) Kräftegleichgewicht	Hinweis: Absprache mit Mathematik-Lehrkraft zur Vektoraddition in der Mathematik Schülerversuche zur Kräftezerlegung Material: Material der zentralen Lehrerfortbildung zur Kräfteaddition im Bildungsplan 2016 https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017)

<p>2.1 (2) Hypothesen zu physikalischen Fragestellungen aufstellen 2.1 (3) Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen (unter anderem vermutete Einflussgrößen getrennt variieren) 2.1 (4) Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen 2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen 2.1 (7) aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (zum Beispiel Ursache- Wirkungs-Aussagen, unbekannte Formeln) 2.2 (5) physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (zum Beispiel Skizzen, Beschreibungen, Tabellen, Diagramme und Formeln) 2.3 (1) bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden 2.3 (2) Ergebnisse von Experimenten bewerten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, mehrfache Messung und Mittelwertbildung)</p>	<p>3.3.5.1 (1) die <i>Geschwindigkeit</i> als Änderungsrate des Ortes ($v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$) und die <i>Beschleunigung</i> als Änderungsrate der <i>Geschwindigkeit</i> ($a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$) erklären und berechnen 3.3.5.1 (2) geradlinig gleichförmige ($s(t) = v \cdot t$, $v = \text{konstant}$) sowie geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegungen ($s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$, $v(t) = a \cdot t$, $a = \text{konstant}$) verbal und rechnerisch beschreiben (<i>Zeitpunkt, Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung</i>) 3.3.5.1 (3) Bewegungsabläufe experimentell aufzeichnen (zum Beispiel [...] <i>schiefe Ebene</i>) [...] 3.3.5.1 (4) aus einem vorgegebenen Bewegungsdiagramm die jeweils anderen Bewegungsdiagramme ableiten (an eine quantitative Ableitung von <i>s-t-Diagrammen</i> aus <i>a-t-Diagrammen</i> ist nicht gedacht)</p>	<p style="text-align: center;">Kinematik <6></p> <p>Gleichförmige Bewegung bei $F_{\text{res}}=0$: $(s(t) = v \cdot t, v = \text{konstant})$</p> <p>Wiederholung der Gesetze der gleichförmigen Bewegungen, Darstellungen gleichförmiger Bewegungen im <i>s-t-</i> und <i>v-t-</i>Diagramm (graphische Interpretationen: Geschwindigkeit im <i>s-t-</i>Diagramm, zurückgelegte Strecke im <i>v-t-</i>Diagramm)</p> <p>Gleichmäßig beschleunigte Bewegung bei $F_{\text{res}}=\text{konstant}$: $s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$, $v(t) = a \cdot t, a = \text{konstant}$</p> <p style="text-align: center;">Definition der Beschleunigung $(a = \frac{\Delta v}{\Delta t})$</p>	<p>F NwT 3.2.3.2 Statische Prinzipien in Natur und Technik</p> <p>Bewegungszustände werden mithilfe der Geschwindigkeit beschrieben</p> <p>Materialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> – PISA 2000 „Geschwindigkeit eines Rennwagens“: https://www.mpib-berlin.mpg.de/Pisa/Beispielaufgaben/Mathematik.PDF (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) – Unterrichtsbeispiel zur Langzeitbeleuchtung s. Material der zentralen Lehrerfortbildung https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb4/4_inhaltsbezogen/4_mechanik/1_kinematik/ (zuletzt abgerufen am 15.05.2017) <p>Hinweis: Schülerversuche zur Erarbeitung von $s \sim t^2$, zum Beispiel anhand der beschleunigten Bewegung auf einer schiefen Ebene</p>
<p>2.1 (2) Hypothesen zu physikalischen Fragestellungen aufstellen 2.1 (3) Experimente zur Überprüfung</p>	<p>3.3.5.2 (2) Bewegungsabläufe beschreiben und erklären. Dazu wenden sie die Newton'schen Prinzipien der</p>	<p style="text-align: center;">Newton'sche Prinzipien <6></p> <p>Wiederholung der Ergebnisse aus</p>	<p>Hinweis: Schülerversuche zur Erarbeitung von $a \sim F_{\text{res}}$ bei $m=\text{const}$ und $a \sim 1/m$ bei $F_{\text{res}}=\text{const}$, zum Beispiel</p>

<p>von Hypothesen planen (unter anderem vermutete Einflussgrößen getrennt variieren) 2.1 (4) Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen 2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen 2.1 (7) aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (zum Beispiel Ursache- Wirkungs-Aussagen, unbekannte Formeln) 2.2 (5) physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (zum Beispiel Skizzen, Beschreibungen, Tabellen, Diagramme und Formeln) 2.3 (1) bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden 2.3 (2) Ergebnisse von Experimenten bewerten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, mehrfache Messung und Mittelwertbildung)</p>	<p>Mechanik an [...] (<i>Trägheitsprinzip, $F=ma$ [...], Wechselwirkungsprinzip [...]</i>)</p>	<p>Klasse 7/8 Trägheitsprinzip, $F=ma$, Wechselwirkungsprinzip Anwendungen in Alltag und Technik</p>	<p>anhand der beschleunigten Bewegung auf einer schiefen Ebene Motivierende Problemorientierungen auswählen, z.B. die „Enterprise wiegt 158 kg“ (Quelle: SWR2 „1000 Antworten“ Podcast) Abgrenzung Kräftezerlegung gegenüber Wechselwirkungsprinzip thematisieren</p>
<p>2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden [...] 2.1 (11) mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren 2.3 (1) bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden</p>	<p>3.3.5.2 (1) das Zusammenwirken beliebig gerichteter <i>Kräfte</i> auf einen Körper beschreiben, dabei gegebenenfalls ein <i>Kräftegleichgewicht</i> oder die <i>resultierende Kraft</i> erkennen (unter anderem <i>schiefe Ebene</i>)</p>	<p>Idealisierte und reale Bewegungen <4> Einfluss der Reibung: Gleit-, Haft- und Rollreibung Freier Fall, Fall mit Luftwiderstand</p>	<p>Möglichkeit zur schulcurricularen Vertiefung: Strömungswiderstand und c_w-Wert in Technik und Biologie (z.B. Pinguine und Kofferfisch) F IMP 3.3.3.1 Numerische Verfahren in der Mechanik</p>

<p>2.1 (5) Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwernerfassungssystem, Tabellenkalkulation) 2.1 (8) mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen</p>	<p>3.3.5.1 (5) zusammengesetzte Bewegungen beschreiben (zum Beispiel Bootsfahrt über einen Fluss, waagerechter Wurf) und daran den vektoriellen Charakter der <i>Geschwindigkeit</i> erläutern</p> <p>3.3.5.2 (4) zusammengesetzte Bewegungen mithilfe der Newton'schen Prinzipien erklären (unter anderem <i>waagerechter Wurf</i>)</p>	<p>Zusammengesetzte Bewegungen <4></p> <p>Zusammengesetzte gleichförmige Bewegungen (z.B. Zugfahrt, Flussüberquerung)</p> <p>Vektorieller Charakter der Geschwindigkeit</p> <p>Waagerechter Wurf</p>	<p>Hinweis: Absprache mit Mathematik-Lehrkraft zur Vektoraddition in der Mathematik</p> <p>Schülerfehlvorstellungen insbesondere zum waagerechten Wurf berücksichtigen und in Lernprozess einbinden (insb. die Fehlvorstellungen zur Richtung der wirkenden Kraft)</p> <p>Videoanalyse des waagerechten Wurfs</p> <p>Möglichkeit zur schulcurricularen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Relativität der Geschwindigkeit und absoluter Charakter der Zeit im Rahmen der Newton'schen Mechanik – Schiefer Wurf (evtl. als GFS)
<p>2.1 (7) aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (zum Beispiel Ursache- Wirkungs-Aussagen, unbekannte Formeln)</p>	<p>3.3.5.1 (6) gleichförmige <i>Kreisbewegungen</i> untersuchen und beschreiben (<i>Radius, Bahngeschwindigkeit, Periodendauer, Frequenz, $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$</i>)</p> <p>3.3.5.2 (5) die gleichförmige <i>Kreisbewegung</i> eines Körpers mithilfe der <i>Zentripetalkraft</i> erklären ($F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$)</p>	<p>Kreisbewegungen <4></p> <p>Kreisbewegungen in Alltag und Technik</p> <p>Gleichförmige Kreisbewegung, Periodendauer T, Bahngeschwindigkeit</p> <p>Zentripetalbeschleunigung und Zentripetalkraft</p>	<p>Schülerfehlvorstellungen (insbesondere zur Richtung der Geschwindigkeit) berücksichtigen und in Lernprozess einbinden</p> <p>An eine experimentelle Erarbeitung aller Proportionalitäten der Zentripetalkraft mit Hilfe eines Zentralkraftgerätes ist nicht gedacht</p>

Erhaltungssätze

21 Std.

Im Rahmen der Unterrichtseinheit zum Energie- und Impulserhaltungssatz lernen die Schülerinnen und Schüler die mathematische Beschreibung der Energieformen, den Impuls sowie den Bilanzierungscharakter der beiden Erhaltungssätze kennen. Damit gewinnen sie einen zu den Newton'schen Prinzipien alternativen Ansatz zur Lösung physikalischer Probleme. Entscheidend ist dabei eine geeignete Auswahl der zur Bilanzierung notwendigen Zustände sowie eine Beherrschung der zur Analyse notwendigen mathematischen Fähigkeiten.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.2 (1) zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden 2.2.3 sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen austauschen [...]	3.3.5.3 (1) Vorgänge aus Alltag und Technik energetisch beschreiben (<i>Energieerhaltung, Energiespeicherung, Energieübertragung, Energieumwandlung</i>) 3.3.5.3 (2) beschreiben, dass mechanische <i>Energieübertragungen</i> mit Kraftwirkungen verbunden sind ($\Delta E = F_s \cdot \Delta s$ falls $F_s = \textit{konstant}$)	Wiederholung und Erweiterung des Energiebegriffs <2> Eigenschaften der Energie, Einheit, Energieformen, Energieumwandlungen, Energieübertragungen, Energieerhaltung, Energieentwertung Erarbeitung von $\Delta E = F_s \cdot \Delta s$ falls $F_s = \textit{konstant}$	Die Wiederholung sollte zur Systematisierung und präzisen Ausformulierung der physikalischen Begrifflichkeiten des Energiekonzepts genutzt werden I Ph 3.2.3 Energie F BNT 3.1.4 Energie effizient nutzen F NwT 3.2.2.1 Energie in Natur und Technik
2.1 (8) mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern [...]	3.3.5.3 (2) beschreiben, dass mechanische <i>Energieübertragungen</i> mit Kraftwirkungen verbunden sind ($\Delta E = F_s \cdot \Delta s$ falls $F_s = \textit{konstant}$) 3.3.5.3 (3) die bei mechanischen Prozessen auftretenden <i>Energieformen</i> quantitativ beschreiben ($E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, $E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h$, $E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$, Nullniveau)	Mechanische Energieformen <3> Erarbeitung der Formeln für Lageenergie, kinetische Energie und Spannenergie mit Hilfe der Energieübertragung	Motivierende Problemorientierungen auswählen, z.B. Versicherungsdaten von Verkehrsunfällen („Schaden steigt mit v^2 “), Bungee-Jumping F NwT 3.2.2.1 Energie in Natur und Technik
2.1 (8) mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen 2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen 2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen	3.3.5.3 (3) die bei mechanischen Prozessen auftretenden <i>Energieformen</i> quantitativ beschreiben ($E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, $E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h$, $E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$, Nullniveau) 3.3.5.3 (4) den <i>Energieerhaltungssatz</i>	Energieerhaltungssatz der Mechanik <8> Gesamtenergie als Summe der Energieformen, Bilanzierung zu geeignet ausgewählten Zuständen	Motivierende Problemorientierungen auswählen, z.B. Entwicklung des Weltrekords im Stabhochsprung, Vergleich des Bremswegs eines PKW und LKW ($\Delta E = F_{\text{Reibung}} \cdot \Delta s$)

<p>und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden [...] 2.1 (11) mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren 2.3 (1) bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden</p>	<p>der Mechanik erläutern und zur quantitativen Beschreibung eines Prozesses anwenden. Dabei wählen sie geeignete <i>Zustände</i> zur Energiebilanzierung aus</p>	<p>Reibung und Energieerhaltungssatz, Energieentwertung Anwendungen (z.B. senkrechter Wurf, Bremswege, Looping)</p>	<p>F NWT 3.2.2.1 Energie in Natur und Technik</p>
<p>2.1 (5) Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwerterfassungssystem, Tabellenkalkulation) 2.1 (8) mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen 2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen 2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden [...] 2.1 (11) mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren 2.3 (1) bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden</p>	<p>3.3.5.2 (2) Bewegungsabläufe beschreiben und erklären. Dazu [...] beschreiben sie die Newton'schen Prinzipien auch mithilfe des <i>Impulses</i> (<i>Trägheitsprinzip</i>, [...], $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, [...]) 3.3.5.3 (5) Vorgänge aus Alltag und Technik mithilfe des <i>Impulses</i> beschreiben ($p=mv$, <i>Impulserhaltung</i>, <i>Impulsübertragung</i>) 3.3.5.3 (6) den <i>Impulserhaltungssatz</i> erläutern und zur quantitativen Beschreibung eines Prozesses anwenden (unter anderem <i>inelastischer Stoß</i>, <i>Rückstoßprinzip</i>). Dabei wählen sie geeignete <i>Zustände</i> zur Impulsbilanzierung aus</p>	<p>Impuls und Impulserhaltungssatz <8> Inelastische Stöße in Abgrenzung zum elastischen Stoß Induktive Einführung des Impulses und der Impulserhaltung Anwendungen des Impulserhaltungssatzes (ballistisches Pendel, Abrissbirne, Raketenflug) Formulierung der Newton'schen Prinzipien mithilfe des Impulses</p>	<p>Schülerinnen und Schüler müssen die fachliche Notwendigkeit der Einführung der zusätzlichen mechanischen Größe Impuls erkennen („Energieerhaltungssatz hilft bei der Analyse inelastischer Stöße nicht“) Videoanalyse des Flugs einer Wasserrakete (s-t-, v-t- und a-t-Diagramm) Möglichkeit zur schulcurricularen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Newton's Cradle (Kugelstoßpendel) • elastische Stöße (quantitativ)