



ZSL

**Zentrum für Schulqualität
und Lehrerbildung
Baden-Württemberg**

Impulse zur Verknüpfung von Präsenz- und Fernunterricht

**Bildungsplan 2016 Gymnasium
Fach Physik**

Klasse 9/10

Bearbeitung des Beispielcurriculums 1



Inhaltsverzeichnis

Allgemeines Vorwort zu den Beispielcurricula	I
Fachspezifisches Vorwort	II
Übersicht	II
Hinweis zu Unterrichtsmaterialien zum Bildungsplan 2016	III
Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht	III
Physik – Klasse 9.....	1
Elektromagnetismus	1
Wärmelehre.....	6
Struktur der Materie.....	12
Physik – Klasse 10.....	15
Kinematik	15
Impuls und Kraft	19
Energie.....	23



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 1 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 1 für Kl. 9/10 baut auf dem Beispielcurriculum 1 für Kl. 7/8 auf und führt die darin gewählten didaktischen Ansätze fort. Besonderheit dieses Beispielcurriculums ist u.a. eine quantitative Erweiterung des dynamischen Zugangs zum Kraftbegriff über den Impuls aus Klasse 7/8. Darüber hinaus ergibt sich die Möglichkeit, die mathematische Betrachtung des Impulserhaltungssatzes der mathematischen Betrachtung des Energieerhaltungssatzes voranzustellen. Den Schülerinnen und Schülern gelingt es damit leichter, die beiden für sie ähnlichen Erhaltungsgrößen Energie und Impuls zu trennen. Zudem wird der Impuls an unterschiedlichen Stellen im Physikunterricht genutzt, und nicht nur zusammen mit Energie im Kontext von Stoßprozessen.

Neben den vorgegebenen Pflichtstunden weisen beide Beispielcurricula Vorschläge für mögliche schulcurriculare Vertiefungen aus, die jeweils in der 4. Spalte des Beispielcurriculums zu finden sind. Bei jeder Unterrichtseinheit sind die geplanten Stundenzahlen 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 Stundenzahlen aus.

Übersicht

Stundenanzahl Kerncurriculum	Unterrichtseinheit
Klasse 9	
26	Elektromagnetismus
16	Wärmelehre
12	Struktur der Materie
$\Sigma = 54$	
Klasse 10	
16	Kinematik
30	Impuls und Kraft
8	Energie
$\Sigma = 54$	



Hinweis zu Unterrichtsmaterialien zum Bildungsplan 2016

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 aufgerufen am 13.08.2020) 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 aufgerufen am 13.08.2020)

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, 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 aufgerufen am 13.08.2020).

Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht

Diese curricularen Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht in Physik sind eine Erweiterung des Beispielcurriculum 1, das ursprünglich vom LS entworfen wurde. Die linken drei Spalten sind unverändert aus dem Beispielcurriculum 1 übernommen. In der **vierten**



Spalte wurden Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht durch das ZSL ergänzt.

Da das **Experiment** eine zentrale Rolle im Fach Physik spielt, sollte Experimente auch in Phasen, in denen Unterricht zumindest teilweise als Fernlernunterricht stattfindet, eine wichtige Rolle spielen. Das können einerseits Experimente sein, die in Präsenzphasen stattfinden oder vom Lehrer als stumme Filme geteilt werden. Es gibt aber auch vielfältige Möglichkeiten, die Schülerinnen und Schüler einfache Experimente zuhause durchführen zu lassen.

In Fernlernphasen kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn die Schülerinnen und Schüler nicht nur alleine lernen, sondern auch **in Gruppen zusammenarbeiten**. Bei manchen Experimenten oder bei anspruchsvollen, abstrakten Themen hat es mehrere Vorteile, wenn die Lernenden sich untereinander abstimmen und am Ende auf ein gemeinsames Ergebnis einigen sollen. Die dazu zu nutzenden Kommunikationswege untereinander und die Möglichkeiten für Rückfragen an die Lehrkraft müssen genauso wie der Zeitrahmen im Vorfeld geklärt werden. Ergebnisse können zum Beispiel (Video-)Dokumentationen von Heimversuchen inkl. deren Auswertung und Erklärung sein, die später der Klasse zur Verfügung gestellt werden.

Im Fernlernunterricht und Präsenzunterricht sollen nur **werbefreie** und **datenschutzkonforme Apps** eingesetzt werden. Speziell im Fernlernunterricht mit nichtschulischen Endgeräten können im Regelfall nur **kostenlose Apps** verwendet werden.

Erste Unterrichtsmaterialien, die sich speziell für den **Fernlernunterricht** eignen, finden sich unter <https://zsl.kultus-bw.de/,Lde/Startseite/lernen+ueberall/physik-gym>.

Allgemeine Hinweise zum Einsatz digitaler Werkzeuge sind unter <https://zsl.kultus-bw.de/,Lde/Startseite/lernen+ueberall/Digitale+Werkzeuge> zusammengestellt.

Physik – Klasse 9

Elektromagnetismus

26 Std.

Auf den vermittelten Kompetenzen aus Klasse 7–8 aufbauend, steht zunächst eine Erweiterung des Spannungsbegriffs hinsichtlich der Verknüpfung zur Energie im Mittelpunkt des Unterrichts. 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 Didaktische Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht
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 style="text-align: center;">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>Erweiterung des Spannungsbegriffs: Verknüpfung der Spannung mit der Energie über Analogie zur Lageenergie</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 Kl. 7/8 verwendeten Analogien, wie z.B. Wassermodell, Höhenmodell, Stäbchenmodell, Kettenmodell etc. – Die oben genannten Methoden zur Schüleraktivierung und die Wiederholung der Begrifflichkeiten lassen sich auch im Fernlernunterricht problemlos durchführen – Die halbjährige Sicherheitsunterweisung sollte im Präsenzunterricht durchgeführt werden, da hier auch auf die Sicherheitseinrichtungen (z.B. Lage der Notschalter) vor Ort eingegangen werden muss <p>Material: Material der zentralen</p>

			<p>Lehrerfortbildung zur Elektrizitätslehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p> <p>L VB Alltagskonsum</p>
<p>2.1.4 Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen;</p> <p>2.1.10 Analogien beschreiben und zur Lösung von Problemstellungen nutzen;</p> <p>2.1.11 mithilfe von Modellen Phänomene erklären;</p> <p>2.2.5 physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (Beschreibungen, Tabellen, Diagramme);</p>	<p>3.3.2 (1) in einfachen <i>Reihenschaltungen</i> und <i>Parallelschaltungen</i> Gesetzmäßigkeiten für <i>Stromstärke</i> und <i>Spannung</i> anwenden und erläutern</p>	<p style="text-align: center;">Knotenregel <2></p> <p>Schülerexperimente zur Wdh. und Vertiefung der Knotenregel (s. Kl. 7/8); Formulierung der Knotenregel; Verknüpfung mit der Ladungserhaltung</p> <p style="text-align: center;">Maschenregel <2></p> <p>Schülerexperimente zur Wdh. und Vertiefung der Maschenregel (s. Kl. 7/8); Formulierung der Maschenregel; Verknüpfung mit der Energieerhaltung</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Im Fernlernunterricht bietet sich der Einsatz von Simulationssoftware an – Im Präsenzunterricht sollten Schülerexperimente durchgeführt werden. – ggf. verwendete Analogien aus Kl. 7/8 aufgreifen, z.B. Formulieren der Maschen- und Knotenregel am Wassermodell, Höhenmodell, Stäbchenmodell etc.
<p>2.1.4 Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen;</p> <p>2.1.7 aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln</p> <p>2.2.5 physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (Beschreibungen, Tabellen, Diagramme);</p> <p>2.2.6 [...] Messdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in eine andere Darstellungsform überführen</p> <p>2.3.2 Ergebnisse von Experimenten bewerten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, ...)</p> <p>2.2.7 in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie</p>	<p>3.3.2 (2) den Zusammenhang zwischen <i>Stromstärke</i> und <i>Spannung</i> untersuchen und erläutern (<i>Widerstand</i>, $R = \frac{U}{I}$)</p> <p>3.3.2 (3) <i>Kennlinien</i> experimentell aufzeichnen und interpretieren (zum Beispiel Eisendraht, Graphit, technischer Widerstand) [...]</p>	<p style="text-align: center;">Kennlinien versch. Bauteile <4></p> <p>Schülerexperimente: Aufnahmen von Kennlinien (I in Abhängigkeit von U) an verschiedenen Materialien (u.a. Eisendraht mit und ohne Wasserbad-Kühlung, Graphit, Konstantandraht); Vergleich der Kennlinien, insbesondere Einfluss des Widerstandes auf die Steigung;</p> <p>Definition des Widerstandes: $R = \frac{U}{I}$</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Im Fernlernunterricht bietet sich der Einsatz von Simulationssoftware an – Im Präsenzunterricht sollten Schülerexperimente durchgeführt werden – Erarbeitung des Ohm'schen Gesetzes am gekühlten Eisendraht – Lernschwierigkeiten bzgl. der Vermischung von Ohm'schem Gesetz und der Definition des Widerstandes berücksichtigen

<p>unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren</p>			
<p>2.1.3 Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen (u.a. vermutete Einflussgrößen getrennt variieren) 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) 2.2.7 in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Erkenntnisse sinnvoll strukturieren, sachbezogen und adressatengerecht aufbereiten sowie unter Nutzung geeigneter Medien präsentieren</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 sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung bzw. Widerlegung)</p>	<p style="text-align: center;">Widerstand von Drähten <2></p> <p>Hypothesenbildung zur Abhängigkeit des Widerstands von Drähten; Schülerexperimente in arbeitsteiligen Gruppen; Präsentation der Grupeergebnisse;</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ggf. Hypothesenbildung anhand Verwendung eines geeigneten Wassermodells, Luftballon-Strömungsversuch mit unterschiedlich langen Schläuchen oder anhand von atomaren Modellvorstellungen zum elektrischen Widerstand – Im Fernlernunterricht bietet sich der Einsatz von Simulationssoftware oder stummen Filmen (von Experimenten) an – Im Präsenzunterricht sollten Schülerexperimente durchgeführt werden <p>Möglichkeit zur schulcurricularen Vertiefung: Erarbeitung der Formel des spezifischen Widerstandes</p>
	<p>3.3.2 (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 style="text-align: center;">Elektronische Bauteile <2></p> <p>Schülerexperimente in arbeitsteiligen Gruppen zu verschiedenen Bauteilen; Präsentation der Versuchsergebnisse und zu Anwendungen der jeweiligen Bauteile</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Im Fernlernunterricht bietet sich der Einsatz von Simulationssoftware an – Im Präsenzunterricht sollten Schülerexperimente durchgeführt werden.
<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 style="text-align: center;">Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen <4></p> <p>Schülerexperimente mit Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen; Erarbeitung der Formeln</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – An komplexere Kombinationen von Reihen- und Parallelschaltungen ist nicht gedacht – Im Fernlernunterricht bietet sich der Einsatz von Simulationssoftware an – Im Präsenzunterricht sollten Schülerexperimente durchgeführt werden

<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>FM 3.2.1 Leitidee Zahl - Variable - Operation Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – optional Schülerexperimente zu den Abhängigkeiten, falls vorhanden mit analogen Multimetern – Im Fernlernunterricht und Präsenzunterricht können stumme Filme (von Experimenten zur Induktion) eingesetzt werden, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> ○ https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/Induktion_Leiterschaukel2.mp4 ○ https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/Induktion_Spule_Magnet1.mp4 ○ https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/Induktion_Spule_Magnet2.mp4 ○ https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/Induktion_Spule_Magnet3.mp4 <p>(zuletzt abgerufen am 08.08.2020)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der Einsatz von Simulationssoftware ist im Fernlernunterricht und Präsenzunterricht ebenfalls möglich
<p>2.1.12 Sachtexte mit physikalischem Bezug sinnennehmend lesen; 2.1.14 an außerschulischen Lernorten Erkenntnisse gewinnen beziehungsweise ihr Wissen anwenden</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</p>	<p>Transformator, Generator und Energieversorgung <4> Funktionsweise und Anwendungen des Transformators;</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Analyse von Alltagsgeräten: z.B. elektrische Zahnbürste mit Transformator, Gleichrichter und „Akku“; – Gespeicherte Energie eines „Ak-

<p>2.2.4 physikalische Vorgänge und 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>elektrischen Energieversorgung beschreiben (<i>Gleichspannung, Wechselspannung, Transformatoren, Stromnetz</i>) 3.3.2 (8) physikalische Angaben auf Alltagsgeräten beschreiben („Akkuladung“, Gleichspannung, Wechselspannung)</p>	<p>Funktionsweise und Anwendungen des Generators; Wechselspannung; Nutzen der Wechselspannung im Hinblick auf die Energieversorgung über das Stromnetz; Aufbau des Stromnetzes (Hochspannungsnetz, Transformatoren, Überlandleitungen etc.)</p>	<p>kus“: $\Delta E = \Delta Q \cdot U$</p> <ul style="list-style-type: none"> – Möglicher außerschulischer Lernort: nach regionaler Gegebenheit Besuch beim lokalen Kraftwerk bzw. lokalen Energieversorger – Im Fernlernunterricht und Präsenzunterricht können Seiten des lokalen Energieversorgers als Informationsquelle verwendet werden z.B. https://www.enbw.com/energie-entdecken/verteilung-und-transport/stromnetz/ (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) <p>Möglichkeiten zur schulcurricularen Vertiefung:</p> <p>Europäisches Verbundsystem, Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung, Veränderungen durch Einsatz regenerativer Energiequellen (Grundlast, Spitzenlast, Speicherproblematik), Regelgröße 50Hz</p> <p>L VB Alltagskonsum</p>
---	--	--	--

Wärmelehre			
16 Std.			
<p>Die Unterrichtseinheit zur Wärmelehre ist nach der propädeutischen Beschreibung thermischer Energietransporte in Kl. 5/6 (BNT) und Eigenschaften der Energie in Kl. 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.</p>			
Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise Didaktische Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht
Die Schülerinnen und Schüler können		<p>Wiederholung wesentlicher Inhalte aus BNT Kl. 5/6 und Physik Kl. 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 08.08.2020) – Da keine Experimente notwendig sind, gibt es hier keine wesentlichen Unterschiede zwischen Fernlernunterricht und Präsenzunterricht <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 2.1 (4) Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen</p>	<p>3.3.1 (3) Die Funktion von Modellen in der Physik erläutern (anhand des <i>Teilchenmodells</i>) 3.3.1 (4) Die Bedeutung des <i>SI-Einheitensystems</i> erläutern 3.3.3 (1) Gemeinsamkeiten und Un-</p>		

<p>2.1 (11) mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren 2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen 2.2 (3) sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter Verwendung der Fachsprache 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>terschiede zwischen <i>Celsius-Skala</i> und <i>Kelvin-Skala</i> beschreiben (unter anderem <i>absoluter Nullpunkt</i>) 3.3.3 (2) beschreiben, dass sich feste, flüssige und gasförmige Stoffe bei Temperaturerhöhung in der Regel ausdehnen</p>	<p>von Festkörpern im Vergleich (anhand von Alltagsbeispielen wie Dehnungsfugen) Celsius- und Kelvin-Skala im Vergleich, absoluter Nullpunkt</p>	<p>Filme (von Experimenten) eingesetzt werden – Mögliche Vertiefung: Vergleich Celsius- und Fahrenheit-Skala F BNT 3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik F BNT 3.1.3 Wasser - ein lebenswichtiger Stoff</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: – Mögliche Problemstellung: „Wie lange braucht man, um einen Liter Wasser mit einem Wasserkocher an einer Haushaltssteckdose zum Sieden zu bringen?“ – Mögliche Vertiefung: Ein dazugehöriges Schülerexperiment ist im Fernlernunterricht und Präsenzunterricht möglich. Sicherheitshinweise sind erforderlich.</p>
<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</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, Wärme-</p>	<p>Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmeleitung <3> Thermische Energieübertragungsarten im Vergleich (anhand von Alltagsbeispielen wie heißer Pfannengriff) Konvektion, Wärmestrahlung und Wärmeleitung auf technische Anwen-</p>	<p>Hinweise: – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu BNE und Wärmelehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) – Stationenlernen ohne Experimen-</p>

<p>unterscheiden 2.2 (4) physikalische Vorgänge und technische Geräte beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)</p>	<p>schutzverglasung)</p>	<p>dungen übertragen (z.B. Aufbau und Funktion einer Thermosflasche)</p>	<p>tieren ist im Fernlernunterricht und Präsenzunterricht möglich. Im Fernlernunterricht bieten sich stumme Filme (von Experimenten) an.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ein Kompetenztraining mit gestuften Hilfen im Kontext der Wärmelehre bietet sich für den Fernlern- und Präsenzunterricht gleichermaßen an, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> ○ https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/Kompetenztraining_Waermelehre.pdf ○ https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/Gestufte_Hilfen_Kompetenztraining_Waermelehre.pdf ○ https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/Fachmethodenordner_Physik.pdf (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) <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</p>	<p>3.3.1 (1) Kriterien für die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Erklärung beschreiben (Beobachtung durch Sinneseindrücke und Messungen, Erklärung durch Gesetze und Modelle)</p>	<p>Irreversible Prozesse <2> Unterscheidung zwischen realen und idealisierten Prozessen von Energieumwandlungen Rolle der Modellvorstellungen in der</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/bp_2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am

<p>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>Physik am Beispiel der (Un-)Umkehrbarkeit von Prozessen thermische Energie</p>	<p>08.08.2020) – 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? Für Fernlern- und Präsenzunterricht geeignet – Mögliche Vertiefung: Erstellen eigener Filme. Für Fernlern- und Präsenzunterricht geeignet</p> <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: – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu BNE und Wärmelehre unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp_2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) – Stationenlernen. Im Fernlernunterricht können Experimente durch stumme Filme (von Experimenten) ersetzt werden – Möglichkeiten für Referate, GFS und Podiumsdiskussionen</p> <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/bp_2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) – Möglichkeiten für Referate, GFS – Untersuchung des eigenen Umfelds (Schule, Wohnung, Stadt) auf den sorgsam Umgang mit Energie. Für Fernlern- und Präsenzunterricht geeignet – Möglicher außerschulischer Lernort: nach regionaler Gegebenheit Besuch beim lokalen Kraftwerk bzw. lokalen Energieversorger – Für Fernlern- und Präsenzunterricht bietet sich folgendes Computer-Energieplanspiel an: https://www.wir-ernten-was-wir-saeen.de/energiespiel (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) – Für den Fernlern- und Präsenzunterricht bieten sich z.B. Seiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie an: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/energiewende.html (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) <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>
---	---	---	---

			L VB Umgang mit den eigenen Ressourcen
--	--	--	---

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 Didaktische Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht
Die Schülerinnen und Schüler können			Hinweise:
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	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>)	Atommodell und Radioaktivität <6> Atomhülle und -kern; Aufbau des Atomkerns; Kernreaktionen und Nuklidkarte; Halbwertszeit (z.B. Isotopengenerator oder „Modellexperimente“)	<ul style="list-style-type: none"> – Lernschwierigkeiten mit vermeintlich einfachen, anschaulichen Darstellungen berücksichtigen <p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Material der zentralen Lehrerfortbildung zu Atommodellen unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) – Modellbildung mit der Black Box https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2004/fb1/box/index.htm (zuletzt abgerufen am 08.08.2020) Schülerexperimente mit der Black Box sollten im Präsenzunterricht durchgeführt werden – "Denken in und mit Modellen" in PiKo-Brief Nr. 8 ab S. 38: http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko (zuletzt abgerufen am 08.08.2020)

			<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>Ionisierende Wirkung der α-, β-, γ-Strahlung; Nachweismethoden (u.a. Schwärzung von Filmmaterial, Geiger-Müller-Zählrohr)</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung sowie der RiSU 2013 beachten. – Im Fernlern- und Präsenzunterricht bieten sich Filme zu Experimenten mit radioaktiven Präparaten oder Simulationen an
<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 sinnennehmend 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</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>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung sowie der RiSU 2013 zu beachten – Die Auswahl und die Verteilung der Themen bietet Chancen zur Binnendifferenzierung und zum Umgang mit den unterschiedlichen Interessen der Schülerinnen und Schüler – Da keine Experimente notwendig sind, gibt es hier keine wesentlichen Unterschiede zwischen Fernlernunterricht und Präsenzunterricht <p>Material: Material der zentralen Lehrerfortbildung zum Genderaspekt im Physikunterricht (Bildungsplan</p>

<p>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>2016) https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 08.08.2020)</p> <p>L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung L PG Sicherheit und Unfallschutz</p>
--	--	--	--

Physik – Klasse 10

Kinematik

16 Std.

Ausgehend von einer Wiederholung der Kinematik-Kenntnisse aus Kl. 7/8 leiten die Schülerinnen und Schüler aus selbst aufgenommenen Bewegungsdiagrammen funktionale Zusammenhänge im Bereich der Kinematik her, insbesondere $s-t$ -, $v-t$ - und $a-t$ -Diagramme bei gleichförmigen und gleichmäßig beschleunigten Bewegungen. Im handelnden Umgang mit diesen funktionalen Zusammenhängen werden auch kursstufenrelevante formale Schreibweisen und Mathematisierungen eingeführt und gefestigt.

Die Betrachtung zusammengesetzter Bewegungen dient der Einführung des Vektorcharakters physikalischer Größen am Beispiel der Geschwindigkeit.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise Didaktische Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.1 (4) Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen 2.1 (5) Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwernerfassungssystem, Tabellenkalkulation) 2.2 (5) physikalische Experimente, Ergebnisse und Erkenntnisse – auch mithilfe digitaler Medien – dokumentieren (zum Beispiel Skizzen, Beschreibungen, Tabellen, Diagramme und Formeln) 2.2 (6) Sachinformationen und Messdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in andere Darstellungsformen überführen (zum Beispiel Tabelle, Diagramm, Text, Formel)	3.3.5.1 (3) Bewegungsabläufe experimentell aufzeichnen (zum Beispiel freier Fall, schiefe Ebene) [...]	<p>Wiederholung <2></p> Bewegungsabläufe per Hand und mit Messerfassungssystemen aufzeichnen (gleichförmige und beschleunigte Bewegungen) Zugehörige $s-t$ -Diagramme zeichnen und miteinander vergleichen Bewegungsarten klassifizieren	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Videoanalyse, Messwernerfassungssystemen oder entsprechenden Apps für mobile Endgeräte - Eine Vielzahl von Experimenten lassen sich z.B. mit der App „MechanikZ“ (siehe unten) sowohl im Präsenzunterricht wie auch im Fernlernunterricht durchführen. Vor dem Experimentieren muss den SuS die Bedienung der App erklärt werden <p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eine große Anzahl von Beispielen für Messungen mit der App „MechanikZ“ (iOS, Android) findet man unter https://spaichinger-schallpegelmesser.de/physik.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)

			<p>Downloadmöglichkeiten für die App MechanikZ (iOS und Android) findet man unter https://spaichinger-schallpegelmes-ser.de/mechanikz.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterrichtsbeispiel zur Langzeitbeleuchtung s. Material der zentralen Lehrerfortbildung https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp_2016/fb4/4_inhaltsbezogen/4_mechanik/1_kinematik/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) <p>LMB Mediengesellschaft, Informationstechnische Grundlagen</p>
<p>2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen [...]</p> <p>2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen</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 Geschwindigkeit ($a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$) erklären <i>und</i> berechnen</p>	<p style="text-align: center;">Beschleunigung <2></p> <p>Anhand der aufgenommenen <i>s-t</i>-Diagramme Geschwindigkeiten und Durchschnittsgeschwindigkeiten berechnen</p> <p>Die Änderung der Geschwindigkeit qualitativ und quantitativ beschreiben</p> <p style="text-align: center;">Definition der Beschleunigung</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problemorientierter Einstieg zum Unterschied Geschwindigkeit/Durchschnittsgeschwindigkeit: z.B. anhand der Problemstellung „Blitzer im Tunnel“ bei Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h (Vergleich zwischen Geschwindigkeit am Blitzer und Durchschnittsgeschwindigkeit im gesamten Tunnel) - Da keine Experimente notwendig sind, gibt es hier keine wesentlichen Unterschiede zwischen Fernlernunterricht und Präsenzunterricht
<p>2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen [...]</p> <p>2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Mo-</p>	<p>3.3.5.1 (3) [...] Messwerte in Diagrammen darstellen und diese Diagramme interpretieren (<i>s-t-Diagramm</i>, <i>v-t-Diagramm</i>, <i>a-t-Diagramm</i>)</p> <p>3.3.5.1 (4) aus einem vorgegebenen</p>	<p style="text-align: center;">Bewegungsdiagramme <4></p> <p>Aus den aufgenommenen <i>s-t</i>-Diagrammen die zugehörigen <i>v-t</i>- und <i>a-t</i>-Diagramme entwickeln</p>	<p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Standardisierter Test zum Verständnis von Kinematik-Diagrammen. Allgemeine Informationen zum Test unter

<p>dellvorstellungen unterscheiden [...] 2.2 (6) Sachinformationen und Messdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in andere Darstellungsformen überführen (zum Beispiel Tabelle, Diagramm, Text, Formel)</p>	<p>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>Analyse der typischen Grundformen für <i>s-t</i>, <i>v-t</i> und <i>a-t</i>-Diagramme Übungen: qual. Herleitung der jeweils anderen Diagramme bei gegebenem <i>s-t</i>, <i>v-t</i> und <i>a-t</i>-Diagramm</p>	<p>https://www2.ph.ed.ac.uk/AardvarkDeployments/Public/60100/views/files/ConceptualTests/Deployments/ConceptualTests/inner.node/_Contents/Mechanics/TUGK/web.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) – Da keine Experimente notwendig sind, gibt es hier keine wesentlichen Unterschiede zwischen Fernlernunterricht und Präsenzunterricht</p>
<p>2.1 (2) Hypothesen zu physikalischen Fragestellungen aufstellen 2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen [...] 2.1 (8) mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen 2.2 (6) Sachinformationen und Messdaten aus einer Darstellungsform entnehmen und in andere Darstellungsformen überführen (zum Beispiel Tabelle, Diagramm, Text, Formel)</p>	<p>3.3.5.1 (2) <i>geradlinig gleichförmige</i> ($s(t) = v \cdot t$, $v = \textit{konstant}$) sowie <i>geradlinig gleichmäßig beschleunigte Bewegungen</i> ($s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$, $v(t) = a \cdot t$, $a = \textit{konstant}$) verbal und rechnerisch beschreiben (<i>Zeitpunkt, Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung</i>) 3.3.5.2 (3) die Unterschiede zwischen realen und idealisierten Bewegungen erläutern (unter anderem freier Fall und Fall mit Luftwiderstand)</p>	<p>Bewegungsgesetze <4> Interpretation der Fläche unter dem <i>v-t</i>-Diagramm als zurückgelegten Weg: $s(t) = v \cdot t$ Analog: Dreiecksfläche im <i>v-t</i>-Diagramm der gleichmäßig beschleunigten Bewegung: $s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$, $v(t) = a \cdot t$ Freier Fall <2> Zusammenfassung und Übung der Bewegungsgleichungen am freien Fall: $s(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$, $v(t) = g \cdot t$ Betragsgleichheit von Erdbeschleunigung und Ortsfaktor</p>	<p>Hinweis: Bestimmung der Fallzeit mit Hilfe einer Schallanalyse-App, z.B. mit der App „Schallanalysator“ (iOS, Android) https://spaichinger-schallpegelmesser.de/schallanalysator.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) oder mit Hilfe eines Notebooks und der Software „Spaichinger Schallpegelmesser“ https://spaichinger-schallpegelmesser.de/schallpegelmesser.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) Eine Vielzahl von Experimentieranleitungen (mit gestuften Hilfen) für den Präsenz- und Fernlernunterricht findet man z.B. unter https://spaichinger-schallpegelmesser.de/physik.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) Vor dem Experimentieren muss den SuS die Bedienung der App erklärt werden</p>

<p>2.1 (11) mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren</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>Zusammengesetzte Bewegungen <2></p> <p>Bewegungen in verschiedenen Bezugssystemen qualitativ beschreiben (z.B. Förderband, Flussüberquerung, Laufen im Zug)</p> <p>Vektorieller Charakter der Geschwindigkeit, Vektoraddition</p>	<p>Hinweis: Vorarbeit zum waagerechten Wurf. Hier bieten sich im Fernunterricht und Präsenzunterricht stumme Filme (von Experimenten) an.</p> <p>Material: Vektoraddition von Geschwindigkeiten s. Material der zentralen Lehrerfortbildung https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2004/fb3/modul3/4_material_geschw/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p>
---	--	--	---

Impuls und Kraft

30 Std.

Ähnlich wie schon zuvor im Bereich Kinematik beschreiben die Schülerinnen und Schüler ausgehend von einer Wiederholung der qualitativen Formulierungen aus Kl. 7/8 dynamische Problemstellungen auch quantitativ, zunächst mit Hilfe des Impulses, dann aber auch mit Hilfe des aus Impulsänderungen entwickelten Kraftbegriffes. Die Newton'schen Prinzipien können damit sowohl mithilfe des Impulses als auch mithilfe der Kraft formuliert werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben grundlegende Probleme wie Fall- und Wurfbewegungen. Dabei spielt der Vektorcharakter der Geschwindigkeit, des Impulses und der Kraft eine zentrale Rolle.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise Didaktische Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht
Die Schülerinnen und Schüler können		Wiederholung <4> Impuls, Impulserhaltung, Kraft als Impulsänderung, Newton'sche Prinzipien in Impuls-Formulierung	Hinweis: Hier bieten sich im Fernlernunterricht und im Präsenzunterricht Instrumente zur Diagnose und Selbstdiagnose an. Material: Dynamische Einführung in den Kraftbegriff über den Impuls in Kl. 7/8. Material der zentralen Lehrerfortbildung https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb4/4_inhaltsbezogen/4_mechanik/2_dynamik/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)
	3.3.5.3 (5) Vorgänge aus Alltag und Technik mithilfe des <i>Impulses</i> beschreiben ($p = m \cdot v$, <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>Material: Material der zentralen Lehrerfortbildung zur Behandlungstiefe im Bildungsplan 2016 https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p> <p>F NwT 3.2.2.3 Bewegung und Fortbewegung</p>
<p>2.1 (5) Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwernerfassungssystem, Tabellenkalkulation)</p> <p>2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen</p> <p>2.1 (8) mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen</p> <p>2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden (unter anderem Unterschied zwischen Beobachtung und Erklärung)</p> <p>2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen</p> <p>2.2 (1) zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden</p> <p>2.3 (1) bei Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen unterscheiden</p>	<p>3.3.5.2 (2) Bewegungsabläufe beschreiben und erklären. Dazu wenden sie die Newton'schen Prinzipien der Mechanik an und beschreiben sie auch mithilfe des <i>Impulses (Trägheitsprinzip, $F = m \cdot a$ und $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, Wechselwirkungsprinzip, $p = m \cdot v$, Impulserhaltungssatz)</i></p> <p>3.3.5.2 (4) zusammengesetzte Bewegungen mithilfe der Newton'schen Prinzipien erklären (unter anderem <i>waagerechter Wurf</i>)</p>	<p>Newton'sche Prinzipien <8></p> <p>Newton'sche Prinzipien mit Impuls und Kraft formulieren:</p> <p>Impulserhaltung und Trägheitsprinzip, $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ und bei konstanter Masse $F = m \cdot a$, Impulsübertragung/-erhaltung und Wechselwirkungsprinzip</p> <p>Bewegungsabläufe erklären: Beschleunigte Bewegung, Freier Fall, Erdbeschleunigung g, waagerechter Wurf</p>	<p>Hinweis: Vergleich von Experimenten in Mikrogravitation (ISS) mit analogen Experimenten auf der Erde bietet sich im Fernlernunterricht und Präsenzunterricht gleichermaßen an.</p> <p>Material: Gefilmte Dynamik-Experimente auf der ISS: „Newton in Space“ http://www.esa.int/Education/Mission_1_Newton_in_Space (Quelle: ESA; zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p>
<p>2.1 (1) Phänomene und Experimente zielgerichtet beobachten und ihre Beobachtungen beschreiben</p> <p>2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen 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>Kräfteaddition <4></p> <p>Zusammenwirken von Kräften</p> <p>Kräftegleichgewicht</p> <p>Unterschied Kräftegleichgewicht und</p>	<p>Hinweis: Im Fernlernunterricht können komplexere Experimente durch einfache Freihandexperimente mit haushaltsüblichen Gegenständen ersetzt werden</p>

<p>2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen</p>		<p>Wechselwirkungsprinzip Beschleunigte Bewegung an der schiefen Ebene erklären</p>	<p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkung und Kräftegleichgewicht ohne statische Betrachtungen s. Material der zentralen Lehrerfortbildung https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2004/fb3/modul3/2_material_dynamik/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) - Material der zentralen Lehrerfortbildung zur Kräfteaddition im Bildungsplan 2016 https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb5/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) <p>F NwT 3.2.3.2 Statische Prinzipien in Natur und Technik</p>
<p>2.1 (5) Messwerte auch digital erfassen und auswerten (unter anderem Messwernerfassungssystem, Tabellenkalkulation) 2.1 (9) zwischen realen Erfahrungen und konstruierten, idealisierten Modellvorstellungen unterscheiden (unter anderem Unterschied zwischen Beobachtung und Erklärung) 2.2 (4) physikalische Vorgänge [...] beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)</p>	<p>3.3.5.2 (3) die Unterschiede zwischen realen und idealisierten Bewegungen erläutern (unter anderem <i>freier Fall</i> und Fall mit Luftwiderstand)</p>	<p>Fall mit Luftreibung <2> Freien Fall und Fall mit Luftreibung aufzeichnen (z.B. Videoanalyse) Grenzwert der Geschwindigkeit bei Kräftegleichgewicht</p>	<p>Hinweis: Videoanalyse kann im Präsenzunterricht und im Fernlernunterricht nach Unterweisung der SuS eingesetzt werden</p> <p>Material: Fallen in Luft s. Material der zentralen Lehrerfortbildung https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2004/fb3/modul3/3_material_fall_wurf/luft_ue/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p> <p>F IMP 3.3.3.1 Numerische Verfahren in der Mechanik</p>
<p>2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen 2.1 (7) aus proportionalen Zusam-</p>	<p>3.3.5.1 (6) gleichförmige <i>Kreisbewegungen</i> untersuchen und beschreiben (<i>Radius, Bahngeschwindigkeit, Perio-</i></p>	<p>Kreisbewegung <6> Kinematik der Kreisbewegung (Radius, Frequenz, Periodendauer, Bahn-</p>	<p>Hinweis: Zur Messung der Zentripetalkraft kann zum Beispiel die App „MechanikZ“ (iOS, Android) eingesetzt werden. Im</p>

<p>menhängen Gleichungen entwickeln 2.1 (11) [...] Hypothesen formulieren 2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) [...]</p>	<p><i>dendauer, Frequenz, $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$</i> 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>geschwindigkeit) Dynamik der Kreisbewegung (beschleunigte Bewegung, Zentripetalbeschleunigung und -kraft) Experimente zur qualitativen Abhängigkeit der Zentripetalkraft von m, r, v Kreisbewegung im Alltag</p>	<p>Präsenzunterricht kann hierzu zusätzlich ein Drehschemel verwendet werden. Dieser kann im Fernlernunterricht durch eine Salatschleuder ersetzt werden Download: https://spaichinger-schallpegelmesser.de/mechanikz.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) Experimentierhinweise: https://spaichinger-schallpegelmesser.de/physik.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) Methoden zur Differenzierung: qualitative Abhängigkeiten, Schülerexperimente, Einheitenvergleich, deduktive Herleitung Mögliche Vertiefung: Satelliten, Bezugssysteme (Zentrifugalkraft) LPG Sicherheit und Unfallschutz</p>
--	---	---	--

Energie			
8 Std.			
<p>Auf Basis des in Kl. 7/8 erarbeiteten qualitativen Energiebegriffs beschreiben die Schülerinnen und Schüler Energie und Energieerhaltung nun auch quantitativ. Sie erkennen die Energie als zentrale Erhaltungsgröße der Physik und als abstrakte Rechengröße, mit der Veränderungen von Systemen bilanziert werden.</p>			
Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise Didaktische Hinweise zur Verzahnung von Präsenzunterricht und Fernlernunterricht
Die Schülerinnen und Schüler können			
<p>2.1 (11) mithilfe von Modellen Phänomene erklären und Hypothesen formulieren</p> <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>3.3.5.3 (1) Vorgänge aus Alltag und Technik energetisch beschreiben (<i>Energieerhaltung, Energiespeicherung, Energieübertragung, Energieumwandlung</i>)</p> <p>3.3.5.3 (4) den <i>Energieerhaltungssatz</i> der Mechanik erläutern [...]</p>	<p style="text-align: center;">Energieübertragungsketten <2></p> <p style="text-align: center;">Energie und Energieerhaltung</p> <p style="text-align: center;">System</p> <p style="text-align: center;">Unterscheidung</p> <p style="text-align: center;">Umwandlung / Übertragung</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hier sind keine Experimente notwendig, daher gibt es keine wesentlichen Änderungen zwischen Präsenz- und Fernlernunterricht - Wiederholung: Material der zentralen Lehrerfortbildung BNT: https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bnt/gym/bp2016/fb1/4_energie/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) - Wiederholung: Physik 7/8: https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/physik/gym/bp2016/fb4/4_inhaltsbezogen/3_energie/ (zuletzt abgerufen am 10.08.2020) <p>Material: „What is energy?“ von R.P. Feynman: http://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_04.html (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p> <p>I Ph 3.2.3 Energie</p>

			<p>F BNT 3.1.4 Energie effizient nutzen</p> <p>F NwT 3.2.2.1 Energie in Natur und Technik</p> <p>L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung</p>
<p>2.1 (6) mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen</p> <p>2.2 (4) physikalische Vorgänge und technische Geräte beschreiben (zum Beispiel zeitliche Abläufe, kausale Zusammenhänge)</p>	<p>3.3.5.3 (2) beschreiben, dass mechanische <i>Energieübertragungen</i> mit Kraftwirkungen verbunden sind ($\Delta E = F_s \cdot \Delta s$ falls $F_s = \textit{konstant}$)</p>	<p>Mechanische Energie und Kraft <2></p> <p>Energieübertragung längs eines Weges mittels einer Kraft in Wegrichtung ($\Delta E = F_s \cdot \Delta s$ falls $F_s = \textit{konstant}$)</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - An die Verwendung des Begriffs „Arbeit“ ist nicht gedacht. - Hier sind keine Experimente notwendig, daher keine wesentlichen Unterschiede zwischen Fernlernunterricht und Präsenzunterricht
<p>2.1 (3) Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen (unter anderem vermutete Einflussgrößen getrennt variieren)</p> <p>2.1 (4) Experimente durchführen und auswerten, dazu gegebenenfalls Messwerte erfassen</p> <p>2.1 (13) ihr physikalisches Wissen anwenden, um Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen</p> <p>2.2 (2) funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal beschreiben (zum Beispiel „je-desto“-Aussagen) und physikalische Formeln erläutern (zum Beispiel [...] unbekannte Formeln)</p>	<p>3.3.5.3 (3) die bei mechanischen Prozessen auftretenden <i>Energieformen</i> quantitativ beschreiben $(E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2, E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h, E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2, \text{Nullniveau})$</p> <p>3.3.5.3 (4) den <i>Energieerhaltungssatz</i> [...] zur quantitativen Beschreibung eines Prozesses anwenden. Dabei wählen sie geeignete <i>Zustände</i> zur Energiebilanzierung aus</p>	<p>Energieerhaltungssatz der Mechanik <4></p> <p>mechanische Energieformen</p> <p>Energieerhaltungssatz der Mechanik</p> <p>Beispiele zum Energieerhaltungssatz (z.B. Looping, Münzkatapult)</p>	<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ein System aus langer Feder, großem Schwungrad und Massestück an Schnur kann als zentrales und wiederkehrendes Experiment für Energieformen und -übertragungen im Präsenzunterricht dienen - Im Fernlernunterricht bieten sich stumme Filme (von Experimenten) und Simulationen an <p>Material: Leifi-Seiten zur Energie: https://www.leifiphysik.de/mechanik/arbeit-energie-und-leistung (zuletzt abgerufen am 10.08.2020)</p> <p>F NwT 3.2.2.1 Energie in Natur und Technik</p>