



Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Bildung und
Kindertagesförderung

Rahmenplan für den Sekundarbereich I

Gymnasium / Gesamtschule

Physik

2022 – Erprobungsfassung –

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Bildung und Kindertagesförderung

Institut für Qualitätsentwicklung Mecklenburg-Vorpommern

Fachbereich 4 – Zentrale Prüfungen, Fach- und Unterrichtsentwicklung, Rahmenplanarbeit

19059 Schwerin

Verantwortlich: Anke Rösler (V.i.S.d.P.)

www.bm.regierung.-mv.de

www.bildung-mv.de

Fotonachweise

Simone Oldenburg: Anne Karsten

Stand

Monat Juli 2022

Diese Publikation wird als Fachinformation des Instituts für Qualitätsentwicklung (IQ M-V) des Ministeriums für Bildung und Kindertagesförderung Mecklenburg-Vorpommern kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen,

wir haben gemeinsam die Aufgabe und die Verantwortung, die Kinder und Jugendlichen auf ihrem Weg ins Leben zu unterstützen, sie zu begleiten und ihnen zur Seite zu stehen. Unser Ziel dabei ist, dass sie ihren Platz in der Gesellschaft finden und somit ein eigenverantwortliches und selbstbestimmtes Leben führen können.

Der Fachunterricht sichert eine fundierte Grundlage für den weiteren Lebensweg und die Handlungsfähigkeit in der modernen Welt. Unter Beachtung der Themenbereiche, die für die gesellschaftliche Orientierung der Kinder und Jugendlichen von Bedeutung sind, ermöglicht der Ihnen vorliegende Rahmenplan einen lebensweltbezogenen Unterricht.

Der Fokus richtet sich gleichermaßen auf die fachspezifischen Schwerpunkte und die Kompetenzentwicklung, um eine Teilhabe der Lernenden am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen und die Entwicklung grundlegender Fähig- und Fertigkeiten zu fördern.

Sehen Sie diesen Rahmenplan im wortwörtlichen Sinne als dienendes Element. Der Aufbau ist so angelegt, dass die Inhalte für den Unterricht einerseits konkret und verbindlich benannt und andererseits mit den zu vermittelnden Kompetenzen verbunden werden. Zugleich steht Ihnen ausreichend Freiraum zur Verfügung, um den Unterricht methodisch vielfältig zu gestalten und die Inhalte nachhaltig zu vermitteln. Eine Vielzahl an fachspezifischen Hinweisen und Anregungen unterstützt Sie bei der Gestaltung eines abwechslungsreichen schülernahen Unterrichts.

Dabei wünsche ich Ihnen viel Freude.

Ihre Simone Oldenburg



Simone Oldenburg
Bildungsministerin

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen.....	1
1.1	Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenplans.....	1
1.2	Querschnittsthemen und Aufgabengebiete des Schulgesetzes	2
1.3	Bildung und Erziehung im gymnasialen Bildungsgang.....	3
2	Beitrag des Unterrichtsfaches Physik zum Kompetenzerwerb.....	4
2.1	Fachprofil	4
2.2	Bildung in der digitalen Welt.....	6
2.3	Bildung für eine nachhaltige Entwicklung.....	7
2.4	Interkulturelle Bildung	7
2.5	Inklusiver Unterricht	7
2.6	Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern.....	8
2.7	Räumliche und technische Voraussetzungen für den Physikunterricht	9
3	Abschlussbezogene Standards	10
3.1	Konkretisierung in den einzelnen Kompetenzbereichen	10
	[S] Sachkompetenz.....	10
	[E] Erkenntnisgewinnungskompetenz.....	11
	[K] Kommunikationskompetenz.....	12
	[B] Bewertungskompetenz.....	13
3.2	Unterrichtsinhalte	15
	Jahrgangsübergreifende integrative Themen.....	15
	Klasse 7.....	17
	Klasse 8.....	25
	Klasse 9.....	33
	Klasse 10.....	39
4	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung.....	44
4.1	Gesetzliche Grundlagen	44
4.2	Allgemeine Grundsätze	44
4.3	Fachspezifische Grundsätze	45

1 Grundlagen

1.1 Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenplans

Intention	Der Rahmenplan ist als verbindliches und unterstützendes Instrument für die Unterrichtsgestaltung zu verstehen. Die in Kapitel 3.3 benannten Themen füllen ca. 80 % der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit. Die Gesamtunterrichtszeit wird dabei nach der „Empfehlung zur Umsetzung der Kontingenzstundentafel“ bemessen. Dementsprechend sind die Stundenzahlen als Orientierungswert, nicht aber als verbindliche Vorgabe anzusehen. Den Lehrkräften wird somit Freiraum für die eigene Unterrichtsgestaltung sowie für methodisch-didaktische Entscheidungen im Hinblick auf schulinterne Konkretisierungen eröffnet.
Grundstruktur	Der Rahmenplan gliedert sich in einen allgemeinen und einen fachspezifischen Teil. Der allgemeine Teil beschreibt das alle Fächer verbindende Ziel, den Bildungs- und Erziehungsauftrag im gymnasialen Bildungsgang umzusetzen. Im fachspezifischen Teil werden die Kompetenzen und Inhalte ausgewiesen.
Kompetenzen	Im Zentrum des Fachunterrichts steht der Kompetenzerwerb. Dieser Rahmenplan listet die verbindlich zu erreichenden fachspezifischen Kompetenzen auf, die in der Auseinandersetzung mit den ebenfalls verbindlichen Inhalten entwickelt werden.
Themen	Für den Unterricht werden verbindliche Themen benannt, denen Inhalte zugewiesen werden. Die Reihenfolge der Themen hat keinen normativen, sondern empfehlenden Charakter. Die Gewichtung des jeweiligen Themas ist aus dem empfohlenen Stundenumfang ersichtlich.
Inhalte	Die Konkretisierung der Themen erfolgt in tabellarischer Form, wobei die linke Spalte die verbindlichen Inhalte und die rechte Spalte Hinweise für deren Umsetzung im Unterricht enthält.
Hinweise und Anregungen	Neben Anregungen für die Umsetzung im Unterricht werden sowohl Hinweise für notwendige und hinreichende Tiefe der Auseinandersetzung mit den Inhalten gegeben als auch exemplarisch Möglichkeiten für die fachübergreifende und fächerverbindende Arbeit sowie fachinterne Verknüpfungen aufgezeigt.
Querschnittsthemen	Kompetenzen oder Inhalte, die die im Schulgesetz festgelegten Aufgabenbereiche berühren, werden im Rahmenplan als Querschnittsthemen gekennzeichnet.
Verknüpfungsbeispiele	Als Anregung für eine an den Bildungsstandards orientierte Unterrichtsplanung werden im Anschluss an jede tabellarische Darstellung eines Themas Beispiele für die Verknüpfung von Kompetenzen und Inhalten aufgeführt.
Experimente	Die Bezeichnungen DE und SE stehen für Demonstrations- und Schülerexperimente. Das Anfertigen eines Protokolls ist nicht bei allen Experimenten erforderlich.
Begleitdokumente	Begleitende Dokumente für die Umsetzung des Rahmenplans finden Sie auf der Portalseite des Faches auf dem Bildungsserver (https://bildung-mv.de).

1.2 Querschnittsthemen und Aufgabengebiete des Schulgesetzes

Die Schule setzt den Bildungs- und Erziehungsauftrag insbesondere durch Unterricht um, der in Gegenstandsbereichen, Unterrichtsfächern, Lernbereichen sowie Aufgabefeldern erfolgt. Im Schulgesetz werden zudem Aufgabengebiete benannt, die Bestandteil mehrerer Unterrichtsfächer sowie Lernbereiche sind und in allen Bereichen des Unterrichts eine angemessene Berücksichtigung finden sollen. Diese Aufgabengebiete sind als Querschnittsthemen in allen Rahmenplänen verankert. Im vorliegenden Plan sind die Querschnittsthemen durch Kürzel gekennzeichnet und den Aufgabengebieten des Schulgesetzes wie folgt zugeordnet:

- [DRF] – Demokratie-, Rechts- und Friedenserziehung
- [BNE] – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung
 - Bildung für eine nachhaltige Entwicklung
 - Förderung des Verständnisses von wirtschaftlichen, ökologischen, sozialen und kulturellen Zusammenhängen
- [BTV] – Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt
 - Europabildung
 - interkulturelle Bildung und Erziehung
 - ethische, kulturelle und soziale Aspekte der Sexualerziehung
- [PG] – Prävention und Gesundheitserziehung
 - Gesundheitserziehung
 - gesundheitliche Aspekte der Sexualerziehung
 - Verkehrs- und Sicherheitserziehung
- [MD] – Medienbildung und Digitale Kompetenzen
 - Medienbildung
 - Bildung in der digitalen Welt
 - [MD1] – Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren
 - [MD2] – Kommunizieren und Kooperieren
 - [MD3] – Produzieren und Präsentieren
 - [MD4] – Schützen und sicher Agieren
 - [MD5] – Problemlösen und Handeln
 - [MD6] – Analysieren und Reflektieren
- [BO] – berufliche Orientierung

1.3 Bildung und Erziehung im gymnasialen Bildungsgang

Der gymnasiale Bildungsgang bereitet junge Menschen darauf vor, selbstbestimmt zu leben, sich selbst zu verwirklichen und in sozialer Verantwortung zu handeln.

Zur Erfüllung des Bildungs- und Erziehungsauftrags im gymnasialen Bildungsgang sind der Erwerb anwendungsbereiten und über den schulischen Kontext hinausgehenden Wissens, die Entwicklung von allgemeinen und fachbezogenen Kompetenzen mit der Befähigung zu lebenslangem Lernen sowie die Werteorientierung an einer demokratischen und pluralistischen Gesellschaftsordnung zu verknüpfen. Die jungen Menschen sollten befähigt werden, mit den zukünftigen Herausforderungen des globalen Wandels nachhaltig umgehen zu können.

Das Gymnasium umfasst die Jahrgangsstufen 7 bis 12, greift die in der Orientierungsstufe erworbenen Kompetenzen auf und vermittelt daran anknüpfend seinen Schülerinnen und Schülern entsprechend ihren Leistungen, individuellen Lernausgangslagen, Entwicklungsvoraussetzungen und Begabungen eine vertiefte und erweiterte allgemeine Bildung.

Die Schülerinnen und Schüler werden befähigt, nach Maßgabe der Abschlüsse ihren Bildungsweg sowohl an einer Hochschule als auch in berufsqualifizierenden Bildungsgängen fortzusetzen.

Der Unterricht orientiert sich am Erkenntnisstand der Wissenschaft und berücksichtigt in Gestaltung und Anforderung die altersgemäße Verständnisfähigkeit der Schülerinnen und Schüler.

Aufgrund der unterschiedlichen individuellen Lernausgangslagen, Entwicklungsvoraussetzungen und Begabungen der Schülerinnen und Schüler kommt der individuellen Förderung eine besondere Bedeutung zu. Diese wird durch leistungsdifferenzierten Unterricht in ausgewählten Unterrichtsfächern, Enrichment- und Akzelerationsmaßnahmen realisiert.

Grundsatz der Arbeit im Gymnasium ist eine Erziehung, die zur Persönlichkeitsentwicklung und -stärkung, zur Gestaltung des eigenen Lebens in sozialer Verantwortung sowie zur Mitwirkung in der demokratischen Gesellschaft befähigt. Eine angemessene Feedback-Kultur an allen Schulen ist ein wesentliches Element zur Erreichung dieses Ziels.

2 Beitrag des Unterrichtsfaches Physik zum Kompetenzerwerb

2.1 Fachprofil

Die Wissenschaft Physik strebt danach, Phänomene in Natur und Technik durch allgemeingültige Gesetze zu beschreiben. Sie bedient sich dabei einer Vielzahl von Methoden, allen voran der experimentellen Methode und der Modellmethode, sowie der Mathematik als Sprache und Werkzeug. Die wichtigsten Untersuchungsgegenstände der Physik sind Materie, Energie, Wechselwirkung und System. Die wichtigsten Denkweisen der Physik sind Erhaltung und Gleichgewicht, Superposition und Komponenten, Mathematisieren und Vorhersagen, Zufall und Determiniertheit. Für diese Untersuchungsgegenstände und Denkweisen wird der Begriff Basiskonzept verwendet, wobei die Untersuchungsgegenstände in diesem Rahmenplan der Strukturierung der Themen dienen. Die in der Physik gewonnenen Erkenntnisse über objektive Aspekte unseres Universums in allen Größenordnungen finden Anwendung in anderen (Natur)-wissenschaften und der Technik und bilden damit eine Grundlage für die kulturelle Entwicklung der Menschheit von den Anfängen der Werkzeugnutzung bis in die moderne, digital vernetzte Welt und Gesellschaft.

Im Fach Physik entwickeln die Schüler und Schülerinnen Kompetenzen, um ihr Leben in Natur und Gesellschaft gestalten zu können. Sie nutzen dabei das gewonnene Fachwissen und erlernte Erkenntnisgewinnungsmethoden, um über physikalische Aspekte von Natur und Technik in privaten und gesellschaftlichen Kontexten zu kommunizieren und Maßnahmen und Begründungen aus physikalischer Sicht zu beurteilen. Sie beschreiben und erklären, modellieren und leiten her, überprüfen experimentell und entwickeln und bewerten. Sie erkennen die Rolle der Physik in der historisch-kulturellen Entwicklung und können zu Chancen und Risiken des technischen Fortschritts Stellung nehmen. Die Schülerinnen und Schüler werden so in die Lage versetzt, ein wissenschaftlich fundiertes, eigenes Weltbild zu entwickeln und eigene Standpunkte und Handlungsweisen daraus abzuleiten.

Der Unterricht im Fach Physik gestaltet sich im Spannungsfeld von schülernahen und gesellschaftlich-technisch relevanten Phänomenen, einfachen und komplexen Fragestellungen, abstrakten Fachbegriffen sowie Gesetzen und konkreten Anwendungen. Theorie und Experiment unterstützen sich gegenseitig.

Die Geschichte der Wissenschaft Physik liefert einen Kontext für die Entwicklung der Gewinnung von Erkenntnissen. Die Technik hingegen bietet einen Kontext für die Anwendung dieser Erkenntnisse in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Die Physik als prägendes Kulturgut unserer Gesellschaft wird dadurch deutlich.

Das Experiment als Frage an die Natur und die experimentelle Methode bilden den wichtigsten, aber nicht alleinigen Weg der Erkenntnisgewinnung in der Wissenschaft Physik und im Physikunterricht in der Schule. Die Grundsätze der Meraner Beschlüsse gelten weiterhin, wonach der Unterricht die Physik als Naturwissenschaft behandelt, exemplarisch für Erfahrungswissenschaften wirken soll und regelmäßiges Beobachten und Experimentieren beinhalten muss. Experimente dienen im Unterricht außerdem der Veranschaulichung von Zusammenhängen, Motivation von Fragestellungen und Provokation von Widersprüchen zu Fehlvorstellungen und Übergeneralisierungen. Sie machen theoretische Erkenntnisse für Schülerinnen und Schüler erlebbar. Damit all diese Funktionen des Experiments erfüllt werden können, lernen Schüler und Schülerinnen Experimente zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Dabei stellen Sie auch selbst Hypothesen auf und bestätigen oder verwerfen sie auf Grundlage der experimentellen Ergebnisse. Sie entwickeln dabei Kompetenz und Willen, die Gültigkeit von Gesetzen und die Grenzen von Modellen zu hinterfragen, auch in anscheinend trivialen Situationen. Zur Förderung dieser Fähigkeiten und der Kreativität ist ein hohes Maß an Schülerexperimenten anzustreben. Den verschiedenen Funktionen des Experiments wird im Unterricht hinreichend Bedeutung bzw. Zeit eingeräumt, ohne jedoch alle Funktionen in jedem einzelnen Experiment aufzurufen. Freihand- und Hausexperimente gehören dabei genauso zum Lernprozess wie Demonstrations- und Schülerexperimente im Physikraum.

Die Möglichkeiten des Lernens am anderen Ort z. B. in Schülerlaboren, in der Berufswelt oder an anderen Stätten physikalischer Betätigung sollten ausgeschöpft werden.

Der Physikunterricht macht den Unterschied zwischen Alltags- und Fachsprache deutlich und befähigt die Schüler situations- und adressatengerecht zu kommunizieren. Dabei spielen auch die Mathematisierung und der Umgang mit Messunsicherheiten eine Rolle. Der fortschreitenden Entwicklung der mathematischen Kompetenzen jeder Lerngruppe muss dabei Rechnung getragen werden. Es sollte das der Lerngruppe angemessene Niveau (qualitativ, halbquantitativ, quantitativ) des betrachteten physikalischen Zusammenhangs gewählt werden. Die mathematische Auseinandersetzung umfasst das zielorientierte Berechnen von Größen, Interpretieren von Gleichungen und Diagrammen sowie Entwickeln von Größenvorstellungen. Den Schülerinnen und Schülern wird von Anfang an das Auftreten von Messunsicherheiten bewusstgemacht. Das Niveau des Umgangs mit Messunsicherheiten steigert sich im Verlauf des Unterrichtsfaches Physik.

Ausgehend von der natürlichen Motivation, die Welt zu entdecken und zu verstehen, bereitet der Physikunterricht die Schüler und Schülerinnen auf die Zukunft vor, indem er zusammen mit dem Chemie- und Biologieunterricht Allgemeinbildung vermittelt, Verständnis für natürliche Phänomene und technologische Prozesse aufbaut und die naturwissenschaftliche Methode der Erkenntnisgewinnung entwickelt.

2.2 Bildung in der digitalen Welt

„Der Bildungs- und Erziehungsauftrag der Schule besteht im Kern darin, Schülerinnen und Schüler angemessen auf das Leben in der derzeitigen und künftigen Gesellschaft vorzubereiten und sie zu einer aktiven und verantwortlichen Teilhabe am kulturellen, gesellschaftlichen, politischen, beruflichen und wirtschaftlichen Leben zu befähigen.“¹

Durch die Digitalisierung entstehen neue Möglichkeiten, die mit gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungsprozessen einhergehen und an den Bildungsauftrag erweiterte Anforderungen stellen. Kommunikations- und Arbeitsabläufe verändern sich z. B. durch digitale Medien, Werkzeuge und Kommunikationsplattformen und erlauben neue schöpferische Prozesse und damit neue mediale Wirklichkeiten.

Um diesem erweiterten Bildungsauftrag gerecht zu werden, hat die Kultusministerkonferenz einen Kompetenzrahmen zur Bildung in der digitalen Welt formuliert, dessen Umsetzung integrativer Bestandteil aller Fächer ist.

Diese Kompetenzen werden in Abstimmung mit den im Rahmenplan „Digitale Kompetenzen“ ausgewiesenen Leitfächern, welche für die Entwicklung der Basiskompetenzen verantwortlich sind, altersangemessenen erworben und auf unterschiedlichen Niveaustufen weiterentwickelt.

Die Physik ist eine Naturwissenschaft, die sich mit der Beobachtung und Beschreibung von grundlegenden Erscheinungen der Natur und der Technik befasst und Gesetzmäßigkeiten daraus ableitet. Bei der Erkenntnisgewinnung nimmt das Experimentieren eine zentrale Stellung ein. Im Physikunterricht sind neben klassischen Versuchsanordnungen auch komplexere Messanordnungen zu thematisieren, deren Datenerfassung und/oder Datenauswertung digital erfolgt. Die Rolle für den modernen physikalischen Erkenntnisgewinnungsprozess von einerseits der massenhaften digitalen Datenerfassung und -auswertung sowie andererseits der Simulation physikalischer Prozesse ist herauszuheben. Neben den real durchzuführenden Experimenten bieten auch Animationen, Simulationen und interaktive Bildschirmexperimente (im Folgenden unter dem Begriff „Simulation“ zusammengefasst) vielfältige Möglichkeiten, den Unterricht in dieser Hinsicht zu vertiefen und zu erweitern. Schüler erhalten einen Einblick in die Nutzung digitaler vernetzter Datenbanken physikalisch-technischen Wissens. Bei jeglicher Nutzung digitaler Quellen sind die Ergebnisse stets kritisch zu reflektieren.

Die Entwicklung physikalischer Kompetenzen wird durch sinnvollen Einsatz digitaler Werkzeuge unterstützt. Das Potenzial dieser Werkzeuge entfaltet sich im Physikunterricht

- beim Entdecken physikalischer Phänomene in Natur und Technik durch interaktive Erkundungen bzw. Recherchen.
- durch die physikalische Modellierung natürlicher Phänomene, z. B. durch Simulation oder Mathematisierung.
- durch die Kollaboration beim Erarbeiten von und die Kommunikation von Ergebnissen.

Die Verwendung von digitaler Messwerterfassung und Simulationssoftware erfolgt altersgemäß in steigendem Umfang und Autonomie der Schülerinnen und Schüler in allen Schularten vom punktuellen Einsatz in der Jahrgangsstufe 7 bis hin zum projektartigen Einsatz in der Jahrgangsstufe 10.

¹ KMK-Strategie zur Bildung in der Digitalen Welt, Berlin 2018, S.10

2.3 Bildung für eine nachhaltige Entwicklung

Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) ist eine wichtige Querschnittsaufgabe von Schule. Entwicklung ist dann nachhaltig, wenn sie die Lebensqualität der gegenwärtigen und der zukünftigen Generationen unter der Berücksichtigung der planetaren Grenzen sichert.

Unterrichtsthemen sollten in allen Fächern so ausgerichtet werden, dass Schülerinnen und Schüler eine Gestaltungskompetenz erwerben, die sie zum nachhaltigen Denken und Handeln befähigt. Aktuelle Herausforderungen wie Klimawandel, internationale Handels- und Finanzbeziehungen, Umweltschutz, erneuerbare Energien oder soziale Konflikte und Kriege werden in ihrer Wechselwirkung von ökonomischen, ökologischen, regionalen und internationalen, sozialen und kulturellen Aspekten betrachtet. BNE ist dabei keine zusätzliche neue Aufgabe mit neuen Themen, sondern ein Perspektivwechsel mit neuen inhaltlichen Schwerpunkten.

Um diesen Bildungsauftrag zu konsolidieren, hat die Kultusministerkonferenz den Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung² verabschiedet. Er ist eine Empfehlung, um BNE mit globaler Perspektive fest in Schule und Unterricht zu verankern, und alle an der Bildung Beteiligten bei dieser Aufgabe konzeptionell zu unterstützen. Er ist Bezugsrahmen für die Entwicklung von Lehr- und Bildungsplänen sowie die Gestaltung von Unterricht und außerunterrichtlichen Aktivitäten. Darüber hinaus unterstützt der „Bildungsatlas Umwelt und Entwicklung“³ der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung Mecklenburg-Vorpommern e. V. Lehrkräfte, passende Bildungsangebote außerschulischer Lernorte kennenzulernen und ihre Potenziale für die Planung und Gestaltung des Unterrichts zu nutzen.

2.4 Interkulturelle Bildung

Interkulturelle Bildung ist eine Querschnittsaufgabe von Schule. Vermittlung von Fachkenntnissen, Lernen in Gegenstandsbereichen, außerschulische Lernorte, grenzüberschreitender Austausch oder Medienbildung – alle diesbezüglichen Maßnahmen müssen koordiniert werden und helfen, eine Orientierung für verantwortungsbewusstes Handeln in der globalisierten und digitalen Welt zu vermitteln. Der Erwerb interkultureller Kompetenzen ist eine Schlüsselqualifikation im 21. Jahrhundert.

Kulturelle Vielfalt verlangt interkulturelle Bildung, Bewahrung des kulturellen Erbes, Förderung der kulturellen Vielfalt und der Dialog zwischen den Kulturen zählen dazu. Ein Austausch mit Gleichaltrigen zu fachlichen Themen unterstützt die Auseinandersetzung mit kultureller Vielfalt. Die damit verbundenen Lernprozesse zielen auf das gegenseitige Verstehen, auf bereichernde Perspektivwechsel, auf die Reflexion der eigenen Wahrnehmung und einen toleranten Umgang miteinander ab.

Fast alle Unterrichtsinhalte sind geeignet, sie als Gegenstand für bi- oder multilaterale Projekte, Schüleraustausche oder auch virtuelle grenzüberschreitende Projekte im Rahmen des Fachunterrichts zu wählen. Förderprogramme der EU bieten dafür exzellente finanzielle Rahmenbedingungen.

2.5 Inklusiver Unterricht

Inklusion ist als gesamtgesellschaftlicher Prozess zu verstehen. Dabei ist inklusive Bildung eine übergreifende Aufgabe von Schule und schließt alle Gegenstandsbereiche im Lernen ein.

Inklusive Bildung ist das gemeinsame Lernen von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Behinderung. Sie ist eine wichtige Voraussetzung für Selbstbestimmung, aktive Teilhabe an Gesellschaft, Kultur, Beruf und Demokratie.

Grundvoraussetzung für eine gelingende Inklusion ist die gegenseitige Akzeptanz und die Rücksichtnahme sowie die Haltung und Einstellung aller an Schule Mitwirkenden.

² <https://ges.engagement-global.de/orientierungsrahmen.html>

³ <https://www.umweltschulen.de/de/>

Ziel einer inklusiven Bildung ist, alle Schülerinnen und Schüler während ihrer Schullaufbahn individuell zu fördern, einen gleichberechtigten Zugang zu allen Angeboten des Unterrichts und der verschiedenen Bildungsgänge sowie des Schullebens insgesamt zu ermöglichen.

In Mecklenburg-Vorpommern werden Maßnahmen zur Einführung eines inklusiven Schulsystems umgesetzt, die Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte entlasten. Dazu werden neben dem Unterricht in Regelklassen eigene Lerngruppen für Schülerinnen und Schüler mit starken Auffälligkeiten in den Bereichen Sprache oder Lernen oder Auffälligkeiten im Verhalten gebildet. In inklusiven Lerngruppen erhalten Schülerinnen und Schüler eine kooperative Förderung. Dabei sind sie Schülerinnen und Schüler einer regulären Grundschulklasse oder einer regulären Klasse der weiterführenden allgemeinbildenden Schule (Bezugsklasse). In ihrer Lerngruppe werden die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des Unterrichts gezielt individuell gefördert. Der Unterricht in den Lerngruppen erfolgt durch sonderpädagogisches Fachpersonal.

Ein weiterer Baustein im inklusiven Schulsystem ist die Einrichtung von Schulen mit spezifischer Kompetenz. Diese ermöglichen Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in den Schwerpunkten Hören oder Sehen oder körperliche und motorische Entwicklung eine wohnortnahe Beschulung. Die Schülerinnen und Schüler können mit ihren Freundinnen und Freunden, beispielsweise aus der Kindertagesstätte oder aus der Nachbarschaft, gemeinsam in eine Schule gehen und gemeinsam lernen.

Für eine inklusive Bildung sind curriculare Anpassungen notwendig, um den Schülerinnen und Schülern einen individualisierten Zugang zum Rahmenplan der allgemein bildenden Schulen zu ermöglichen.

2.6 Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern

Bildungs- und Erziehungsziel sowie Querschnittsaufgabe der Schule ist es, die Verbundenheit der Schülerinnen und Schüler mit ihrer natürlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Umwelt sowie die Pflege der niederdeutschen Sprache zu fördern. Weil Globalisierung, Wachstum und Fortschritt nicht mehr nur positiv besetzte Begriffe sind, ist es entscheidend, die verstärkten Beziehungen zur eigenen Region und zu deren kulturellem Erbe mit den Werten von Demokratie sowie den Zielen der interkulturellen Bildung zu verbinden. Diese Lernprozesse zielen auf die Beschäftigung mit Mecklenburg-Vorpommern als Migrationsgebiet, als Kultur- und Tourismusland sowie als Wirtschaftsstandort ab. Sie geben eine Orientierung für die Wahrnehmung von Originalität, Zugehörigkeit als Individuum, emotionaler und sozialer Einbettung in Verbindung mit gesellschaftlichem Engagement. Die Gestaltung des gesellschaftlichen Zusammenhalts aller Bevölkerungsgruppen ist eine zentrale Zukunftsaufgabe.

Eine Vielzahl von Unterrichtsinhalten eignet sich in besonderer Weise, regionale Literatur, Kunst, Kultur, Musik und die niederdeutsche Sprache zu erleben. In Mecklenburg-Vorpommern lassen sich Hansestädte, Welterbestätten, Museen und Nationalparks und Stätten des Weltnaturerbes erkunden. Außerdem lässt sich Neues über das Schaffen von Persönlichkeiten aus dem heutigen Vorpommern oder Mecklenburg erfahren, welche auf dem naturwissenschaftlich-technischen Gebiet den Weg bereitet haben. Unterricht an außerschulischen Lernorten in Mecklenburg-Vorpommern, Projekte, Schulfahrten sowie die Teilnahme am Plattdeutschwettbewerb bieten somit einen geeigneten Rahmen, um die Ziele des Landesprogramms „Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern“⁴ umzusetzen.

⁴ https://www.bildung-mv.de/export/sites/bildungsserver/downloads/Landesheimatprogramm_hochdeutsch.pdf

2.7 Räumliche und technische Voraussetzungen für den Physikunterricht

Der Unterricht im Fach Physik findet in einem Fachraum statt. Dieser soll so gestaltet und ausgestattet sein, dass das Experimentieren als ein Hauptbestandteil des Unterrichts problemlos realisiert werden kann.

Für die im Rahmenplan verbindlich genannten Experimente müssen die notwendigen Materialien und Geräte in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen. Die Aufbewahrung muss sicher und in der Regel in mindestens einem Vorbereitungsraum entsprechender Größe möglich sein. Dieser Raum muss so groß sein, dass Experimentieraufbauten vorbereitet und gelagert werden können.

Wenn möglich, sollten die Geräte für die Schülerexperimente im Unterrichtsraum aufbewahrt werden, um das eigenverantwortliche Experimentieren zu fördern.

Für die Lehrkraft steht am Arbeitsplatz im Physikraum ein Computer mit Projektions- und Präsentationstechnik sowie Zugang zum Internet zur Verfügung. Dieser muss der Lehrkraft sowohl die Durchführung digitaler Messungen in Experimenten als auch den Einsatz von Simulationsprogrammen, auch auf Java-Basis, ermöglichen, wodurch Medienbildung und digitale Kompetenzen vermittelt werden können.

Der Physikraum muss bis auf Sicherheitselemente wie Fluchtwegmarkierungen vollständig verdunkelbar sein.

Bei Experimenten mit ionisierender Strahlung sind die Vorgaben des Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung zu beachten.

3 Abschlussbezogene Standards

3.1 Konkretisierung in den einzelnen Kompetenzbereichen

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung stets nach den gleichen Prinzipien. Daher weisen die im Physikunterricht und die in den anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern zu erwerbenden Kompetenzen große Gemeinsamkeiten auf. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten zu geben, sind die Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer gleichlautend beschrieben. Im Detail sind sie im nachfolgenden Kapitel auf das Unterrichtsfach Physik bezogen.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I des gymnasialen Bildungsgangs greift die Alltagserfahrungen und -vorstellungen der Schülerinnen und Schüler auf und ermöglicht ihnen, sich mit naturwissenschaftlichen Konzepten, Sicht- und Arbeitsweisen vertraut zu machen. Dabei soll die Freude der Lernenden am Entdecken genutzt und gefördert werden. Durch eigenes Erleben und Handeln, beim theoriegeleiteten Fragen, Beobachten und Beschreiben, beim Experimentieren, Auswerten und Bewerten und nicht zuletzt beim Präsentieren und Kommunizieren der Ergebnisse werden für die Schülerinnen und Schüler altersgemäße naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten sichtbar sowie anschlussfähige und vernetzte Begriffs- und Konzeptentwicklungen möglich.

Kompetenzen sind nur in konkreten Situationen zu erwerben. Je näher und je häufiger sich Lernsituationen an Anwendungszusammenhängen orientieren, desto besser kann es gelingen, übergeordnete Zusammenhänge herauszuarbeiten. Kontexte werden konsequent dazu genutzt, fachliche Konzepte weiterzuentwickeln und vorhandene Kompetenzen in neuen Situationen anzuwenden.

Naturwissenschaftliche Phänomene und Zusammenhänge können so komplex und vielfältig sein, dass eine ganzheitliche und interdisziplinäre Herangehensweise zu ihrem Verständnis notwendig ist. Der naturwissenschaftliche Unterricht in den Einzelfächern bezieht daher fachübergreifende und fächerverbindende Aspekte ein.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erschließen, verwenden und reflektieren die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Konzepte und Ideen der Naturwissenschaften und verknüpfen anhand dieser nachhaltig neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenem Wissen. Sie bilden diejenigen Kompetenzen weiter aus, mit deren Hilfe sie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, Probleme unter Verwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden lösen, über naturwissenschaftliche Themen kommunizieren und auf der Grundlage der Kenntnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge Entscheidungen verantwortungsbewusst treffen und reflektieren.

Das Lernen der Schülerinnen und Schüler im Fach Physik knüpft an die in Klasse 5 und 6 erworbenen physikalischen Kompetenzen an. Die Entwicklung der angestrebten vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung erfolgt durch die Vermittlung grundlegender fachlicher Prozesse, die den untereinander vernetzten Kompetenzbereichen zugeordnet werden können.

[S] Sachkompetenz

Die Sachkompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Das wissenschaftliche Vorgehen der Physik lässt sich im Wesentlichen in zwei fundamentale Bereiche einteilen, die eine starke Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung aufweisen: die theoretische Beschreibung von Phänomenen und das experimentelle Arbeiten. Die Vertrautheit mit physikalischem Fachwissen sowie mit der Nutzung physikalischer Grundprinzipien und Arbeitsweisen bildet eine unverzichtbare Grundlage für das Verständnis wissenschaftlicher sowie alltäglicher Sachverhalte aus vielen Bereichen, z. B. aus den anderen Naturwissenschaften, der Technik oder auch der Medizin. Daher leistet physikalische Sachkompetenz einen wichtigen Beitrag sowohl zur Studierfähigkeit als auch zur Allgemeinbildung.

Sachkompetenz zeigt sich in der Physik in der Nutzung von Fachwissen zur Bearbeitung von sowohl innerfachlichen als auch anwendungsbezogenen Aufgaben und Problemen. Dazu gehört die theoriebasierte Beschreibung von Phänomenen ebenso wie die qualitative und quantitative Auswertung von Messergebnissen anhand geeigneter Theorien und Modelle. Ihre Eigenschaften wie Gültigkeitsbereiche, theoretische Einbettungen und Angemessenheit ebenso wie ein angemessener Grad der Mathematisierung sind dabei zu berücksichtigen.

Fertigkeiten wie das Durchführen eines Experiments nach einer Anleitung, der Umgang mit Messgeräten oder die Anwendung bekannter Auswerteverfahren sind Bestandteil der Sachkompetenz. Die Planung und Konzeption von Experimenten hingegen ist dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zugeordnet.

Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien erklären;
- Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien erläutern und deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten beschreiben;
- aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete auswählen, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.

Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schüler und Schülerinnen können

- Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen aufbauen, Experimente durchführen und ihre Beobachtungen protokollieren;
- bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus erklären;
- bekannte Auswerteverfahren erklären und auf Messergebnisse anwenden;
- bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte anwenden.

[E] Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Physikalische Erkenntnisgewinnung ist zum einen bestimmt durch die theoretische Beschreibung der Natur, die mit der Bildung von Fachbegriffen, Modellen und Theorien einhergeht, und zum anderen durch empirische Methoden, v. a. das Experimentieren, mit denen Gültigkeit und Relevanz dieser Beschreibung abgesichert werden.

Dieses Wechselspiel von Theorie und Experiment in der naturwissenschaftlichen Forschung umfasst typischerweise folgende zentrale Schritte:

- Formulierung von Fragestellungen,
- Ableitung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung bzw. Stützung der Hypothese sowie zur Beantwortung der Fragestellung.

Allen Phasen des Experimentierens wird im Unterricht hinreichend Zeit und Bedeutung eingeräumt, sodass verschiedene Funktionen und Rollen des Experiments im Erkenntnisgewinnungsprozess deutlich werden.

Experimentelle Ergebnisse und aus Modellen abgeleitete Annahmen werden interpretiert und der gesamte Erkenntnisgewinnungsprozess wird im Hinblick auf wissenschaftliche Güte reflektiert. Auf der

Metaebene werden die Merkmale naturwissenschaftlicher Verfahren und Methoden charakterisiert und von den nicht-naturwissenschaftlichen abgegrenzt. Das Durchführen eines erlernten Verfahrens oder einer bekannten Methode ohne die Einbettung in den Prozess der Erkenntnisgewinnung als Ganzes ist der Sachkompetenz zugeordnet.

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden

Die Schülerinnen und Schüler können

- Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten identifizieren und entwickeln;
- Theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen aufstellen.

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Phänomene physikalisch, auch mit Hilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge modellieren, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen;
- geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung planen.

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- mit Hilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen erklären;
- Messunsicherheiten berücksichtigen und die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses analysieren;
- die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen beurteilen.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen beziehen und ihre Generalisierbarkeit reflektieren.

[K] Kommunikationskompetenz

Die Kommunikationskompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.

Die Physik hat ihre spezifische Art, Kommunikation zu gestalten. Die strukturierten und standardisierten Formulierungen sind grundlegend für eine rationale, fakten- oder evidenzbasierte Kommunikation. Das Verständnis dieser Art der Kommunikation und die Fähigkeit, sie mitzugestalten, ermöglichen die selbstbestimmte Teilhabe an wissenschaftlichen und gesellschaftlich relevanten Diskussionen.

Physikalische Kommunikationskompetenz zeigt sich im Verständnis und in der Nutzung von definierten Begrifflichkeiten, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen, die mathematische Logik und verlässliche Quellen als Belege für die Glaubwürdigkeit und Objektivität von Aussagen und Argumenten verwenden. Das physikalische Fachvokabular setzt sich dabei zusammen aus etablierten Fachbegriffen, abstrakten Symbolen und standardisierten Einheiten. Für Diskussionen außerhalb der Physik sind vor allem die physiktypische Nutzung bestimmter Arten von Abbildungen, Diagrammen und Symbolen, die Betonung logischer Verknüpfungen und der Wechsel zwischen situationspezifischen und verallgemeinerten Aussagen und mehreren Darstellungsformen relevant.

Physikalisch kompetentes Kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen, Aufbereiten und Austauschen. Im Fach Physik tauschen die Lernenden Informationen mit Kommunikationspartnern kompetent aus, wenn sie Informationen aus Quellen entnehmen, überzeugend präsentieren und sich reflektiert an fachlichen Diskussionen beteiligen. Die sprachliche sowie mathematische Darstellung von Zusammenhängen und Lösungswegen ist dagegen Ausdruck von Sach- bzw. Erkenntnisgewinnungskompetenz, die Berücksichtigung von außerfachlichen Aspekten für die Meinungsbildung und die Entscheidungsfindung ist im Kompetenzbereich Bewerten enthalten.

Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler können

- zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien recherchieren und für ihre Zwecke passende Quellen auswählen;
- verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt prüfen;
- unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen entnehmen und diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wiedergeben.

Informationen aufbereiten

Die Schülerinnen und Schüler können

- unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert formulieren;
- ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen auswählen;
- Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen veranschaulichen, auch mit Hilfe digitaler Werkzeuge;
- physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien präsentieren.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen nutzen;
- sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte austauschen sowie den eigenen Standpunkt vertreten, reflektieren und gegebenenfalls korrigieren;
- die Urheberschaft prüfen, verwendete Quellen belegen und Zitate kennzeichnen.

[B] Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.

Um in Praxissituationen einen Bewertungsprozess durchführen zu können, ist es notwendig, Wissen über Bewertungsverfahren zu haben, wissenschaftliche sowie nicht wissenschaftliche Aussagen anhand von formalen und inhaltlichen Kriterien prüfen und den Einfluss von Werten, Normen und Interessen auf Bewertungsergebnisse einschätzen zu können. Im Zentrum des Bewertungsprozesses stehen dabei das Entwickeln und Reflektieren geeigneter Kriterien als Grundlage für eine Entscheidung oder Meinungsbildung und das Zusammentragen physikalischer Erkenntnisse, die – organisiert anhand der Kriterien – als Argumente dienen.

Um selbstbestimmt an gesellschaftlichen Meinungsbildungsprozessen teilhaben zu können, beziehen Lernende im Kompetenzbereich Bewerten bei gesellschaftlich relevanten Fragestellungen mit fachlichem Bezug kriteriengeleitet einen eigenen Standpunkt und treffen sachgerechte Entscheidungen. Dazu tragen sie relevante physikalische, aber auch nicht physikalische (z. B. ökonomische, ökologische, soziale, politische oder ethische) Kriterien zusammen, sammeln geeignete Belege und wägen sie unter Berücksichtigung von Normen, Werten und Interessen gegeneinander ab.

Physikalisch kompetent bewerten heißt also, über die rein sachliche Beurteilung von physikalischen Aussagen hinauszugehen, weshalb rein innerfachliche Bewertungen z. B. der Anwendbarkeit eines Modells, der Güte von Experimentierergebnissen oder der Korrektheit fachwissenschaftlicher Argumentationen den anderen drei Kompetenzbereichen zugeordnet sind.

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler können

- aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation erläutern;
- Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlichster Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz beurteilen.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler können

- anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug entwickeln und gegeneinander abwägen.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen beurteilen und Risiken, auch in Alltagssituationen, einschätzen;
- kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen reflektieren.

3.2 Unterrichtsinhalte

Jahrgangübergreifende integrative Themen

Physik als Naturwissenschaft

integrativ

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Verhältnis zu den anderen (Natur-) Wissenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naturbeobachtungen und Experimente als gemeinsamer Kern • Unterschiede der Beobachtungsobjekte zu Biologie und Chemie • Überschneidungen der Naturwissenschaften • Nutzung der Mathematik als Werkzeug • Anwendungswissenschaften • Fachübergreifende Themen mit anderen Wissenschaften • Verhältnis der Physik zur Technik 	
<p>Teilgebiete der Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebiete der klassischen Physik • Gebiete der nichtklassischen Physik • Überschneidungen der Teilgebiete 	

Modelle in der Physik**integrativ**

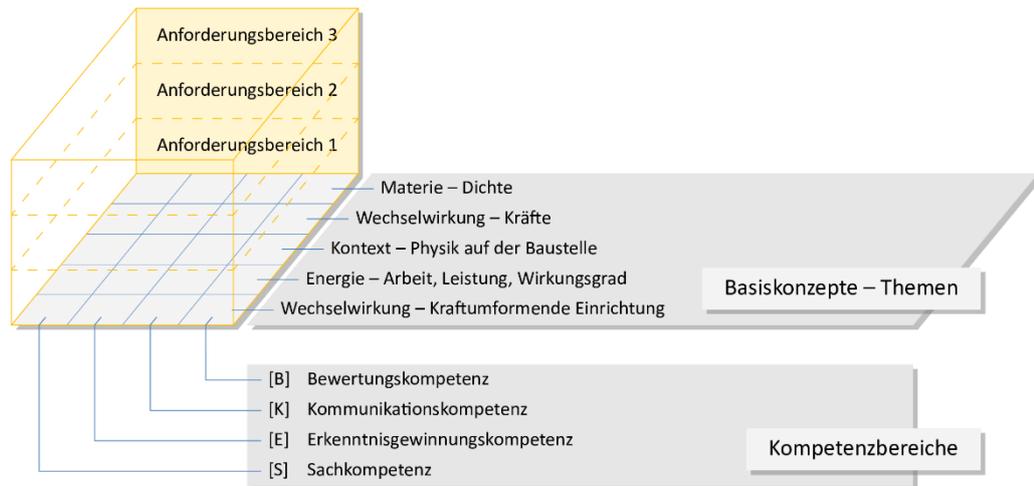
Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Modelle als gedachte Vereinfachung der Realität <ul style="list-style-type: none"> • Grenzen und Potenzen eines Modells • Subjektive Auswahl eines Modells • Gültigkeitsbedingungen für Naturgesetze 	
Historische Entwicklung	
Fundamentalmodele <ul style="list-style-type: none"> • Teilchen- und Atommodelle • Lichtmodelle • Modelle der Stromleitung • Modell Massenpunkt 	

Physikalische Größen**integrativ**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Größen als Produkt von Maßzahl und Maßeinheit	
Steckbrief <ul style="list-style-type: none"> • Definition • Formelzeichen • (Maß)-Einheit 	(Maß)-Einheiten werden mündlich mit Namen und schriftlich mit Kurzzeichen verwendet. Ihre Definition erfolgt in angemessenem Umfang.
SI-Einheitensystem <ul style="list-style-type: none"> • Grundeinheiten • Abgeleitete Einheiten • Einheitenpräfixe 	Es kann auch auf historische Einheiten oder historische Definitionen aktueller Einheiten eingegangen werden.

Klasse 7

ca. 60 Unterrichtsstunden



17

Materie – Dichte

ca. 8 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Körper und Stoffe</p> <p>Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> SE: Untersuchung von Masse und Volumen verschiedener Körper desselben Stoffes 	<p>Das Teilchenmodell muss besprochen werden. [Klasse 6]</p>
<p>Dichte als [physikalische Größe]</p> <ul style="list-style-type: none"> $\rho = \frac{m}{V}$ Proportionalitätsfaktor von Masse und Volumen bei gleichem Stoff Tabellen zu Stoffdichten in analogen und digitalen Quellen [MD1] <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> SE: Untersuchung der Masse von Körpern gleichen Volumens und verschiedenen Stoffs SE: Materialuntersuchung mit Hilfe von Dichtebestimmungen [BO] 	<p>Die Dichte wird als Körper- und als Stoffgröße betrachtet.</p> <p>Anwendungen der Gleichung aus Natur und Technik müssen betrachtet und unter Beachtung der Vorleistung aus dem Fach Mathematik berechnet werden. [Mathematik]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aräometer <p>Weitere Betrachtungen zur Dichte erfolgen im Kontextthema [Physik auf der Baustelle].</p>
<p>Sink-/Schweb-/Schwimmverhalten von Körpern in Flüssigkeiten und Gasen [BO]</p>	<p>Es genügt ein Vergleich der Dichten von Körper und Medium.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Trennung von Stoffgemischen

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S: Beurteilen von Geschichten durch physikalische Berechnungen, z. B. der Masse des Goldklumpens im Märchen „Hans im Glück“ [Deutsch]
- E: Charakterisieren von typischen Messverfahren zur Bestimmung der Dichte
- K: Erklären der Funktionsweise der Schwimmblase von Fischen [Biologie]
- B: Diskutieren der Bedeutung der Dichte für das Mischen und Trennen von Stoffen besonders im Bergbau und bei der Abfallbeseitigung [BO] [BNE]

Wechselwirkung – Kräfte

ca. 18 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Kraft als [physikalische Größe]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirkungen von Kräften • Kraft als Wechselwirkungsgröße • Betrag, Richtung und Angriffspunkt • Darstellung der Kraft durch Pfeile • Arten von Kräften <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Experimentelle Überprüfung des Wechselwirkungsprinzips • DE: Wirkungen von Kräften • DE: Abhängigkeit der Wirkung einer Kraft von Angriffspunkt, Betrag und Richtung 	<p>Würdigung von Isaac Newton [Geschichte]</p> <p>Der physikalische Kraftbegriff muss von dem umgangssprachlichen Kraftbegriff abgegrenzt werden. [BTV]</p> <p>Neben den mechanischen Kräften werden weitere Kräfte benannt.</p>
<p>Zusammensetzung von Kräften</p> <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Zusammensetzung von Kräften • SE: Tauziehen [Sport] 	<p>Es genügt, die Zusammensetzung von Kräften auf einer Wirkungslinie zu betrachten.</p>
<p>Gewichtskraft</p> <ul style="list-style-type: none"> • $F_G = m \cdot g$ • $100 \text{ g} \triangleq 1 \text{ N}$, Ortsfaktor $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ (Erde) • Abgrenzung der Begriffe Masse und Gewichtskraft <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Messung von Gewichtskräften verschiedener Massen • DE: Massebestimmung durch Messung von Gewichtskräften 	<p>Der Wechselwirkungsaspekt der Gewichtskraft muss betrachtet werden.</p> <p>Auf die Ortsabhängigkeit der Gewichtskraft muss eingegangen werden. [MD1] [MD2]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Astronomische Betrachtungen • Gewichtskraft vs. Gravitationskraft
<p>Federspannkraft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hooke'sches Gesetz $F_S = D \cdot s$ <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Verlängerung einer Feder in Abhängigkeit von der wirkenden Kraft mit analogen oder digitalen Werkzeugen [MD5] 	<p>Es müssen auch Verformungen untersucht werden, die nicht dem Hooke'schen Gesetz entsprechen.</p>
<p>Reibungskräfte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haft-, Gleit- und Rollreibung • Mikroskopische Erklärung von Reibungskräften und ihren Unterschieden • $F_R = \mu \cdot F_N$ • Verkehrssicherheit durch Reibungskräfte [PG] <p>Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Vergleich der Reibungskräfte 	<p>Es genügt, die Arten der Reibung halbquantitativ zu unterscheiden.</p> <p>Maßnahmen zur Verringerung und Vergrößerung der Reibung müssen recherchiert werden und zwischen erwünschter und unerwünschter Reibung muss unterschieden werden. [MD1] [BO] [PG]</p> <p>Es muss darauf hingewiesen werden, dass es noch weitere Reibungsarten gibt, z. B. Reibung in Flüssigkeiten und Gasen.</p>

<p>Kräfte und Druck</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druck als [physikalische Größe] • Auflagedruck $p = \frac{F}{A}$ • Tiefendruck, Luftdruck (halbquantitativ) • Druckausbreitung in Flüssigkeiten und Gasen <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Abhängigkeit des Auflagedrucks von der Größe der wirkenden Kraft und der Größe der Auflagefläche • DE: (Volles) Glas mit Pappe/Folie umdrehen 	<p>An Beispielen aus Natur und Technik müssen der Unterschied zwischen den physikalischen Größen Kraft und Druck herausgearbeitet und die relevanten Größen benannt werden.</p> <p>Es muss auf den Zusammenhang von Luftdruck und Wetter auch unter Berücksichtigung des Klimawandels eingegangen werden. [DRF] [BNE] [Geografie]</p>
<p>Magnetische Kräfte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ferromagnetische Stoffe • Magnetpole • Anziehende und abstoßende Kräfte • Erdmagnetfeld [MD1] <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Kraftwirkungen zwischen Magneten bzw. Magneten und ferromagnetischen Körpern 	<p>Unter Magneten werden Permanent- und Elektromagnete verstanden. Neben den elementaren ferromagnetischen Stoffen Eisen, Kobalt und Nickel sind ferromagnetische Legierungen zu benennen, insbesondere Neodym-Eisen-Bor.</p> <p>Eine technische Anwendung von Elektromagneten muss betrachtet werden. [BO]</p>
<p>Elektrische Kräfte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ladungstrennung durch Reiben bzw. Berühren • Anziehende und abstoßende Kräfte zwischen geladenen Körpern <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Kraftwirkung zwischen zwei geladenen Körpern • DE: Abstoßung geladener Haare • SE: Luftballon an Wand/Decke anheften 	<p>Eine Unterscheidung von positiv und negativ geladenen Körpern muss vorgenommen werden.</p> <p>Die elektrische Kraft muss nur kurz thematisiert werden. [Klasse 8]</p>

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

S: Berechnen der Reibungskraft eines PKWs auf einem horizontalen Untergrund

E: Planen, Durchführen und Auswerten eines Experiments zur Verlängerung einer Feder in Abhängigkeit von der wirkenden Kraft [MD5]

K: Entwickeln einer Mindmap zu Wirkungen und Beispielen von Kräften [MD1]

B: Diskutieren der Vor- und Nachteile der Verwendung von Permanent- bzw. Elektromagneten in einer gegebenen Anwendung [BO]

Kontext – Physik auf der Baustelle**ca. 6 Unterrichtsstunden**

Dieses Thema wird kontextorientiert unterrichtet.

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Dichte, Masse und Volumen <ul style="list-style-type: none"> • Dichte von Stoffgemischen • Dichte von Schüttgut 	Es werden reale Größenordnungen und Einheiten $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \frac{\text{t}}{\text{m}^3}\right)$ verwendet. [Mathematik]
Kraft und kraftumformende Einrichtungen <ul style="list-style-type: none"> • Gewichtskräfte oder Reibungskräfte • Zweiseitige Hebel (Kräne), geneigte Ebenen (Rampen) oder Rollen (Flaschenzüge) Experimente: <ul style="list-style-type: none"> • DE: Nutzung einer kraftumformenden Einrichtung in realer Größenordnung 	Aus diesen Inhalten wird geeignet anwendungsbezogen ausgewählt. Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung: <ul style="list-style-type: none"> • Lagestabilität und Schwerpunkt
Arbeit, Leistung, Energie auf der Baustelle <ul style="list-style-type: none"> • Hubarbeit $W_{\text{Hub}} = F_G \cdot \Delta h = \Delta E$ • Leistung $P = \frac{W}{t}$ 	Es wird sowohl die Arbeit von Maschinen als auch von Menschen betrachtet und in Zusammenhang zu Umweltschutz und Arbeitssicherung gestellt. [BNE] [PG] [BO] Weitere Betrachtungen zu Arbeit und Leistung erfolgen im Thema [Energie – Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad].

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Berechnen der Gewichtskraft eines mit Stahlträgern beladenen LKWs [PG]
E: Erläutern des halbquantitativen Zusammenhangs von Reibungswinkel und Reibungszahl
K: Erklären der unterschiedlichen Dichten von Quarz, reinem Quarzsand und anderen Sanden
B: Beurteilen der Praktikabilität eines exponentiellen Flaschenzuges auf einer Baustelle [BO]

Energie – Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad

ca. 20 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Energieformen und -träger</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Energie <ul style="list-style-type: none"> – Potenzielle Energie – Kinetische Energie • Elektrische Energie • Thermische Energie • Lichtenergie • Chemische Energie • Kernenergie 	<p>Der physikalische Energiebegriff muss von dem umgangssprachlichen Energiebegriff abgegrenzt werden. [BTV] Die Energieformen und -träger werden nur benannt und durch Beispiele belegt. Dabei muss auf fossile und regenerative Energieträger eingegangen werden. [BNE] Unter potenzieller Energie werden Lage- und Spannenergie verstanden.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energie als alternative Währung [DRF] • Energiewandler Mensch [Biologie]
<p>Energieumwandlung und -übertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zufuhrte und genutzte Energie • Energieerhaltungssatz • Abgeschlossenes System • Energieflussdiagramm eines ausgewählten Kraftwerkes <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Energieumwandlung bei einfachen mechanischen Prozessen • DE: Energieumwandlung in einem elektrischen Stromkreis mit einer Batterie und einem Leuchtmittel 	<p>Bei der Energieumwandlung muss auf die Energieentwertung als Verringerung des Anteils der nutzbaren Energie eingegangen werden.</p> <p>Der Begriff des Perpetuum mobile kann im Zusammenhang mit dem Energieerhaltungssatz genannt werden. [MD2] [Geschichte]</p> <p>Das Problem der Energieversorgung der Menschen muss thematisiert und mögliche Lösungen können diskutiert werden. [BNE] [BTV] [DRF]</p> <p>An regionalen Praxisbeispielen können die weiteren Arten der Kraftwerke thematisiert werden. [BNE]</p>
<p>Energie als [physikalische Größe]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lageenergie $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Beispiele für die Umwandlung mechanischer Energieformen ineinander 	<p>Auf die Gleichung der kinetischen Energie $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ kann eingegangen werden.</p>
<p>Wirkungsgrad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhältnis von genutzter Energie und zugeführter Energie $\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{zu}}}$ <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Bestimmung des Wirkungsgrades eines technischen Gerätes 	<p>Auf den subjektiven Charakter des Begriffs „genutzte Energie“ muss eingegangen werden.</p>

<p>Arbeit und Leistung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit als [physikalische Größe] • Energieübertragung $W = \Delta E$ • $W = F \cdot s$ mit Gültigkeitsbedingungen • Beschleunigungsarbeit, Verformungsarbeit • Leistung als [physikalische Größe] • Leistung von technischen Geräten <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Verrichten von Hubarbeit unter Veränderung von m bzw. Δh. • DE: Bestimmung der Leistung beim Anheben eines Körpers 	<p>Der physikalische Arbeitsbegriff- bzw. Leistungsbegriff muss von dem umgangssprachlichen Arbeits- bzw. Leistungsbegriff abgegrenzt werden. [BTV]</p> <p>Der Schwerpunkt liegt auf der allgemeinen Formel für die Energieübertragung $W = \Delta E$.</p> <p>Arbeit muss in verschiedenen Sachzusammenhängen aus Natur und Technik unter Berücksichtigung gesundheits- und umweltrelevanter Aspekte betrachtet werden. [PG] [BNE] [BO]</p> <p>Bei der Durchführung von Experimenten kann ein Hinweis auf die Reibungsarbeit erfolgen.</p>
--	---

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

S: Bestimmen der notwendigen elektrischen Energie für das Heben eines Körpers durch den Elektromotor eines Krans mit bekanntem Wirkungsgrad

E: Recherchieren und erklären der Entwicklung des Weltenergiebedarfs [MD1] [MD3] [BNE] [Geografie]

K: Kollaboratives Erstellen eines digitalen Lerndokuments zu den Begriffen Arbeit, Leistung und Energie [MD2] [MD3]

B: Bewerten der Aussage, ein Gerät, z. B. Auto, mit höherer Leistung sei besser [BNE]

Wechselwirkung – Kraftumformende Einrichtungen

ca. 8 Unterrichtsstunden
oder integrativ

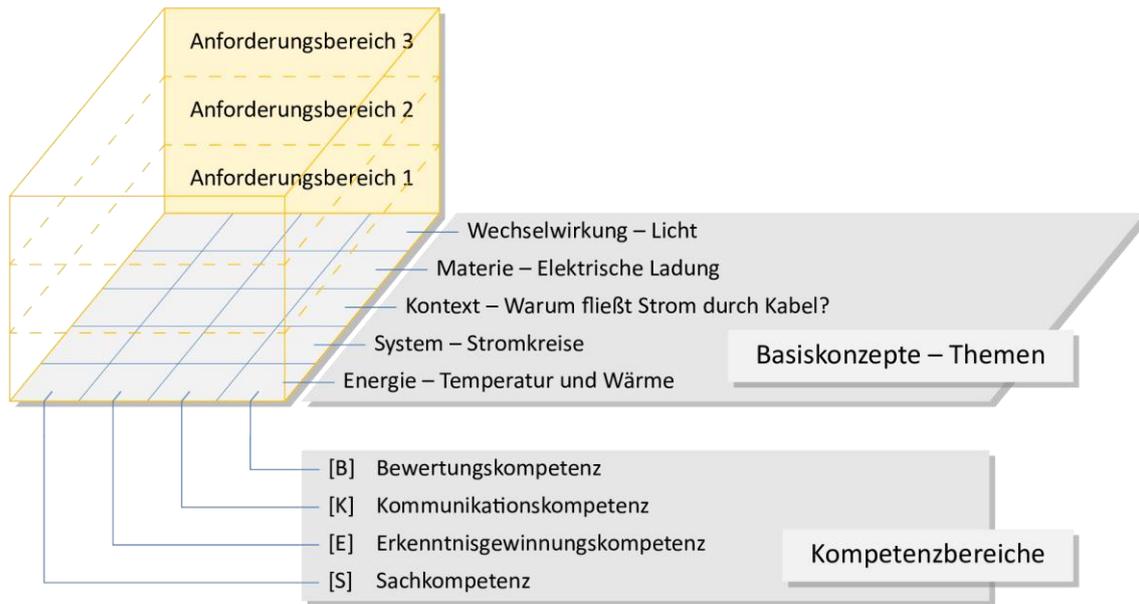
Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Goldene Regel der Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten und Grenzen [BNE] • Herleitung/Deduktion aus Energieerhaltungssatz für eine Einrichtung und analoge Übertragung auf andere Einrichtungen 	<p>Der Schwerpunkt liegt auf der allgemeinen Anwendbarkeit der Goldenen Regel der Mechanik in allen kraftumformenden Einrichtungen, nicht auf Detailbetrachtungen der verschiedenen Einrichtungen.</p>
<p>Einrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geneigte Ebene • Ein- und zweiseitiger Hebel • Feste Rolle, lose Rolle, Flaschenzug <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Überprüfung des jeweiligen Gesetzes zur Kraftübersetzung an einer kraftumformenden Einrichtung 	<p>Vielfältige technische und natürliche Beispiele müssen, z. B. in Form von Schülerpräsentationen, betrachtet werden. [MD3] [BO] Die Anwendung von Hebeln im Bewegungsapparat von Lebewesen muss betrachtet werden. [Biologie] [PG]</p> <p>Weitere Anwendungen werden im Kontextthema [Physik auf der Baustelle] betrachtet.</p>

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Schlussfolgern aus der Goldenen Regel der Mechanik für den Bau einer Serpentinstraße [PG] [BO]
- E:** Erklären der Messabweichung zwischen hypothetischer und tatsächlicher Kraftübersetzung bei einem Flaschenzug [BO]
- K:** Darstellen von Drehachse, Hebelarmen und Kräften in der Abbildung eines Krans [BO]
- B:** Reflektieren der Allgemeingültigkeit der goldenen Regel der Mechanik in technischen und biologischen Anwendungen

Klasse 8

ca. 60 Unterrichtsstunden



Wechselwirkung – Licht

ca. 10 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Licht und optische Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spektrum • Farbwahrnehmung <p>Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Erzeugung eines kontinuierlichen Spektrums • DE: Farberzeugung in Displays durch RGB-Mischung 	<p>Der Unterschied von Spektralfarben und Farbeindrücken muss herausgearbeitet und auf die Erweiterung des Spektrums zur CIE-Normfarbtafel hingewiesen werden. [BTV]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Farbräume (RGB, CMYK, HSV)
<p>Modelle des Lichts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlenmodell 	
<p>Optische Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brechung, Dispersion • Bildentstehung am Auge[Biologie] <p>Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Strahlenverlauf an einer Sammell- und Zerstreuungslinse • SE: Modellhafter Bau eines optischen Gerätes [BO] • DE: Simulation von Strahlenverläufen [MD5] 	<p>[Klasse 6] Auf Vergrößerung und Umkehrung von Bildern bei optischen Abbildungen muss eingegangen werden.</p> <p>Der Regenbogen als Anwendung der Dispersion muss betrachtet werden.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brechungsgesetz • Linsengleichung • Korrektur von Sehfehlern • Fresnel-Linsen

<p>Lichterzeugung</p> <ul style="list-style-type: none">• Glühlampen• Gasentladungslampen• LED und Solarzelle als deren Umkehrung• Laser	<p>Es genügt eine einfache Betrachtung der unterschiedlichen Funktionsweisen, Wirkungsgrade und entstehenden Spektren.</p> <p>Auf die Bedeutung von energiesparenden Lichtquellen muss eingegangen werden. Dabei müssen der Rohstoffeinsatz und der subjektive Charakter des Wirkungsgrads berücksichtigt werden. [BNE] [BO]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none">• Historische Entwicklung von Lichtquellen
---	--

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S: Berechnen der Zeit, die das Licht benötigt, um von der Sonne zur Erde zu gelangen [MD1]
- E: Planen, Durchführen und Auswerten eines Experimentes zur Bildvergrößerung an einer Sammellinse
- K: Beschreiben der Entstehung eines Regenbogens
- B: Entscheiden, welche Lampenart für einen Abstellraum gekauft werden soll [AWT]

Materie – Elektrische Ladung

ca. 10 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Elektrische Ladung als [physikalische Größe]</p> <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Messung mit Hilfe eines Elektroskops • DE: Teilung und Ausgleich von Ladungen 	<p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entstehung von Gewittern[PG] [Geografie]
<p>Coulombkraft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit des Betrages der Coulombkraft von der Entfernung der Ladungen <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Abhängigkeit des Betrages der Coulombkraft • DE: Bewegung eines Körpers zwischen zwei geladenen Platten 	<p>[Klasse 7]</p> <p>Es genügt eine halbquantitative Betrachtung der Coulombkraft.</p> <p>Der Zusammenhang zwischen Coulombkraft und Teilung und Ausgleich von Ladungen muss hergestellt werden.</p>
<p>Aufbau von Atomen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomkern und -hülle • Elektronen, Protonen und Neutronen • Ionen 	<p>Der Zusammenhang zwischen Elektronenmangel bzw. Elektronenüberschuss und elektrisch geladenen Körpern muss hergestellt werden.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ionisierungsenergie
<p>Energieumwandlungen in Stromkreisen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirkungen des elektrischen Stroms • Elektrische Verbraucher als Energiewandler • Spannungsquellen als Energiewandler 	<p>[Klasse 6]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Galvanische Spannungsquellen
<p>Gefahren durch den elektrischen Strom[PG]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lebensgefährliche Stromstärken und Spannungen • Durchbruchspannung von Luft • Nennspannung von elektrischen Geräten <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Glühgurke oder ähnliches • DE: Zerstörung eines elektrischen Gerätes durch zu hohe Spannung 	<p>An dieser Stelle werden die Begriffe Stromstärke und Spannung nur umgangssprachlich, qualitativ benutzt. Eine genauere Betrachtung erfolgt im Thema [System – Stromkreise].</p> <p>Auf angemessene Schutzmaßnahmen im persönlichen und professionellen Kontext muss eingegangen werden.[BO]</p>

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Begründen, warum mit dem Elektroskop allein nicht die Ladungsart bestimmt werden kann
- E:** Erklären der Bewegung eines Körpers zwischen zwei geladenen Platten
- K:** Skizzieren des Aufbaus eines Na⁺-Ions
- B:** Diskutieren der Bedeutung eines Blitzableiters [BO] [PG]

Kontext – Warum fließt Strom durch Kabel?

ca. 4 Unterrichtsstunden

(Chemie: 2 Unterrichtsstunden)

Dieses Thema wird kontextorientiert und fächerübergreifend mit dem Fach Chemie unterrichtet.

Es ist auch Bestandteil des Rahmenplanes für das Fach Chemie.

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Praktisch genutzte Stromleiter <ul style="list-style-type: none"> • Kupferkabel • Aluminiumkabel • Goldflächen Aufbau von elektrischen Leitungen Experimente: <ul style="list-style-type: none"> • DE: Untersuchung des Stromflusses durch verschiedene Bauteile eines Kabels 	Es muss auch der Aspekt der Wirtschaftlichkeit und des Rohstoffverbrauchs thematisiert werden. [BNE] [AWT] [Geografie]
Aufbau von Metallgittern <ul style="list-style-type: none"> • Metall-Ionen • frei bewegliche Elektronen 	Simulationen von Metallgittern können genutzt werden. [MD1]
Atombau und PSE am Beispiel von Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • Atombau als Schalenmodell • Periodensystem der Elemente <ul style="list-style-type: none"> – Aufbau – chemisches Element und Symbol • Zusammenhang Atombau und Stellung im PSE: <ul style="list-style-type: none"> – Anzahl der Protonen und Elektronen, Ordnungszahl – Anzahl der Außenelektronen, Hauptgruppennummer – Anzahl der Elektronenschalen, Periodennummer Bildung des elektrisch positiv geladenen Aluminium-Ions als Metall-Ion	Es sind räumliche Darstellungen zu nutzen. [MD1] Der Begriff Element wird eingeführt.
Modell des elektrischen Stromes in Metallen <ul style="list-style-type: none"> • Spannungsquelle als Antrieb des Stromes • Elektronen als bewegliche Ladungsträger • Schwingende Metall-Ionen als Hindernis Experimente: <ul style="list-style-type: none"> • SE: Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit verschiedener Leiter und Isolatoren (qualitativ) 	Der Zusammenhang zwischen Bau des Metalls und der elektrischen Leitfähigkeit muss hergestellt werden. Auf die technische Stromrichtung kann eingegangen werden. Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung: <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Leitfähigkeit als [physikalische Größe]

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

S: Beschreiben des Zusammenhangs zwischen Atomaufbau und Stellung im PSE für Aluminium

E: Analysieren des Aufbaus eines Kabels (mit Stecker)

K: Benennen des Aluminium-Ions mittels der chemischen Zeichensprache

B: Vergleichen der elektrischen Leitfähigkeit und Rohstoffkosten verschiedener Metalle [MD1]

System – Stromkreise

ca. 12 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Elektrische Stromstärke als [physikalische Größe] Elektrische Spannung als [physikalische Größe]</p> <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Messung von Stromstärken in Stromkreisen • SE: Messung von Spannungen an Spannungsquellen und in Stromkreisen 	<p>Die Änderungen des SI-Systems durch die 26. CGPM müssen berücksichtigt werden.</p> <p>Die international einheitliche Benennung physikalischer Einheiten zur Würdigung von Physikern verschiedener Nationen muss angesprochen werden. [BTV] [DRF]</p>
<p>Reihen- und Parallelschaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Von Verbrauchern • Von Spannungsquellen <p>Gesetze über Stromstärke und Spannung in Reihen- und Parallelschaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • $I = I_1 = I_2$ bzw. $I_{\text{Ges}} = I_1 + I_2$ • $U_{\text{Ges}} = U_1 + U_2$ bzw. $U = U_1 = U_2$ <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Überprüfung eines dieser Gesetze • DE: Überprüfung der anderen Gesetze 	<p>Auf UND- und ODER-Schaltungen muss eingegangen werden. [Informatik]</p> <p>Es genügt die Berechnung von Spannungen und Stromstärken in einfachen Fällen.</p> <p>Vorschläge für inhaltliche Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reihen - und Parallelschaltung von Schaltern • Gesetze für den Widerstand in Reihen- und Parallelschaltung
<p>Zusammenhang von Spannung und Stromstärke</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ohm'sches Gesetz: $U \sim I$ bei konstanter Temperatur in metallischen Leitern • Elektrischer Widerstand als [physikalische Größe] $R = \frac{U}{I}$ <p>Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Aufnahme und Auswertung einer $I(U)$-Kennlinie eines Widerstandes und eines Leuchtmittels 	<p>Rechnerische Auswertung und Anwendung der Gleichungen auf Sachverhalte aus Natur und Technik unter Beachtung der Vorleistung aus dem Fach Mathematik [Mathematik]</p> <p>Auf die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes mit Hilfe eines Modells muss nur kurz eingegangen werden. Es werden Beispiele aus der Technik betrachtet. [BO]</p> <p>Vorschläge für inhaltliche Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Widerstandsgesetz

<p>Elektrische Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Leistung $P_{\text{El}} = U \cdot I$ • Elektrische Energie $E_{\text{El}} = P_{\text{El}} \cdot t$ <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Parallelschaltung vieler Verbraucher bei Verwendung einer Spannungsquelle geringer Leistung • DE: Messung der elektrischen Energie eines haushaltsüblichen Gerätes im Betrieb [BNE] 	[Klasse 7]
---	------------

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Berechnen der Gesamtstromstärke, wenn Kaffeemaschine, Wasserkocher und Handyladegerät an derselben Verteilerdose angeschlossen und gleichzeitig eingeschaltet sind
- E:** Auswählen des besten Messbereichs für eine anstehende Spannungs- bzw. Stromstärkemessung
- K:** Erstellen eines Plakates, das vor den Gefahren von elektrischem Strom warnt [MD3] [PG]
- B:** Interpretieren einer $I(U)$ -Kennlinie eines Elektromotors

Energie – Temperatur und Wärme

ca. 24 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Temperatur als [physikalische Größe] <ul style="list-style-type: none"> absolute Temperatur Kelvinskala und Vergleich mit Celsiuskala 	[Klasse 6] Auf die Erklärung der physikalischen Größe Temperatur mit Hilfe der kinetischen Energie der Teilchen muss eingegangen werden.
Temperatur und Volumen <ul style="list-style-type: none"> Längenänderung fester Körper $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T$ Volumenänderung von Flüssigkeiten und Gasen Anomalie des Wassers [Biologie] [Geografie] Experimente: <ul style="list-style-type: none"> DE: Längenänderung fester Körper SE: Erwärmen eines Bimetallstreifens DE: Ausdehnung unterschiedlicher Flüssigkeiten DE: Ausdehnung von Gasen 	[Klasse 6] Die mathematischen Fähigkeiten der Schüler in Bezug auf lineare Funktionen müssen berücksichtigt werden. Zahlreiche Anwendungen aus der Natur, Geografie und Technik müssen betrachtet werden. [Geografie] [BO] Es muss darauf hingewiesen werden, dass nicht alle Stoffe einen positiven Ausdehnungskoeffizienten besitzen, z. B. Wasser, Gummi. Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung: <ul style="list-style-type: none"> Formgedächtnismaterialien
Thermische Energie und Wärme <ul style="list-style-type: none"> Wärmequellen [BNE] Wärme als [physikalische Größe] Grundgleichung der Wärmelehre $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ Experimente: <ul style="list-style-type: none"> DE: Untersuchung eines Zusammenhangs in der Grundgleichung der Wärmelehre 	Als Wärmequellen werden Körper und Prozesse betrachtet, die Wärme abgeben. Die Erde als Wärmequelle muss betrachtet werden. Auf die große Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität von Wasser muss eingegangen werden. [Geografie] [Biologie] Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung: <ul style="list-style-type: none"> Mischungstemperatur Experimentelle Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität
Wärmeübertragung <ul style="list-style-type: none"> Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung Technische Anwendungen zur Wärmeübertragung Experimente: <ul style="list-style-type: none"> DE: Arten der Wärmeübertragung SE: Untersuchung der Wärmeleitung verschiedener Materialien 	Auf die Nutzung und Verminderung von Wärmeübertragung muss eingegangen werden. [BO] [AWT] [Biologie] [Geografie]

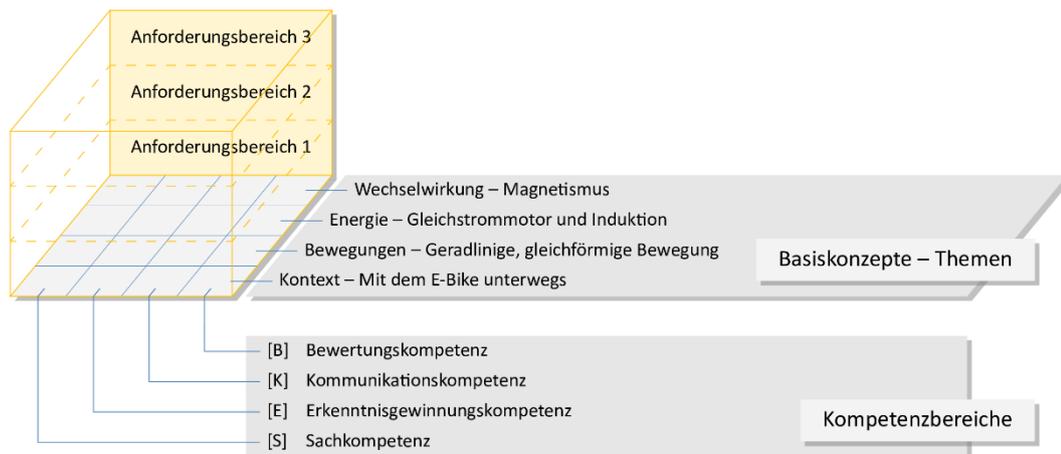
<p>Aggregatzustandsänderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Änderung des Aggregatzustandes durch die Zufuhr oder Abgabe von Wärme • Schmelzen und Erstarren • Verdampfen und Kondensieren • Schmelztemperatur und Schmelzwärme • Siedetemperatur und Verdampfungswärme • Druckabhängigkeit der Schmelz- und Siedetemperatur <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Aufnahme und Interpretation eines $\vartheta(t)$-Diagramms für einen Schmelz- oder Siedevorgang • DE: Druckabhängigkeit der Siede- oder Schmelztemperatur 	<p>[Klasse 6] Der Zusammenhang zum Energieerhaltungssatz muss hergestellt werden.</p> <p>Auf die beiden physikalischen Vorgänge Sieden und Verdunsten muss eingegangen werden.</p> <p>Die Verdunstung auf der Haut und deren Auswirkungen auf den Wärmehaushalt des menschlichen Körpers muss thematisiert werden. [Biologie] [PG]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sublimieren und Resublimieren • Taupunkt
<p>Wärmepumpe und Verbrennungsmotor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionsweise einer Wärmepumpe [BO] • Aufbau und Funktionsweise eines Verbrennungsmotors [BO] • Betrachtungen zu Energieumwandlungen und Nachhaltigkeit [BNE] [PG] 	<p>Vergleichende Detailbetrachtungen verschiedener Verbrennungsmotoren sind nicht notwendig.</p>

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Benennen medial oder experimentell dargestellter Aggregatzustandsänderungen [MD5]
- E:** Interpretieren der Grundgleichung der Wärmelehre
- K:** Beschreiben der Funktionsweise einer Sprinkleranlage nach Auswertung von entsprechendem Material zum Aufbau und Einsatz einer solchen Anlage [MD6]
- B:** Diskussion des Einsatzes von Klimaanlage aus ökonomischer und ökologischer Sicht [BNE] [AWT]

Klasse 9

ca. 30 Unterrichtsstunden



33

Wechselwirkung – Magnetismus

ca. 8 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Dauermagnetismus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modell der Elementarmagnete • Ferromagnetismus • Anwendungen von Dauermagneten <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Teilung eines Dipols in Dipole 	<p>Grundlagen magnetischer Kräfte [Klasse 7]</p>
<p>Magnetisches Feld</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feldlinienmodell • Feldlinienbilder: <ul style="list-style-type: none"> – Stabmagnet – Hufeisenmagnet <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Veranschaulichung eines Magnetfeldes (z. B. Eisenfeilspäne, Ferrofluide, Magnetnadel) • SE: Abhängigkeit der Kraft zwischen zwei Magneten von ihrem Abstand • SE: Untersuchung des Erdmagnetfeldes mit einem Kompass [Geografie] 	<p>Die Feldlinienbilder müssen unter Anwendung des Feldlinienmodells hinsichtlich der folgenden Aspekte interpretiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pole • Homogenität • Richtung der Feldlinien <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paläomagnetismus [Geschichte] [Geografie] • Magnetfeld der Erde [Astronomie]
<p>Elektromagnetismus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stromdurchflossene Leiter als Magnet • Feldlinienbilder: <ul style="list-style-type: none"> – Spule – Gerader Leiter • Lorentzkraft, Elektromotorisches Prinzip <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Ørsted-Versuch • SE: Abhängigkeit der Stärke eines Elektromagneten von einer Größe 	<p>Die Bedeutung von Stromrichtung und Richtung des Magnetfeldes wird nur qualitativ betrachtet.</p> <p>Ein Vergleich von Dauer- und Elektromagneten und ihren Eigenschaften muss vorgenommen werden.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechte-Hand-Regel • UVW-Regel • Aurorae [Astronomie]

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S: Erklären des heftigen Zusammenprallens zweier Dauermagnete mit sehr kleinem Abstand
- E: Interpretieren eines Feldlinienbildes
- K: Darstellen von Informationen zum Erdmagnetfeld mit einem geeigneten Medium [MD3]
- B: Erörtern, inwiefern Dauer- bzw. Elektromagnete für den Auftrieb und Vortrieb einer Magnet-schwebbahn verwendet werden können. [BO]

Energie – Gleichstrommotor und Induktion

ca. 8 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Gleichstrommotor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionsweise • Beispiele für Anwendungen [BNE] [BO] • Energieumwandlungen <p>Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Gleichstrommotor 	<p>Es genügt eine einfache, schematische Erklärung der Funktionsweise eines Gleichstrommotors in wenigen Phasen.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau eines Gleichstrommotors durch Schüler
<p>Elektromagnetische Induktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Induktion in Spulen, Induktionsspannung • Induktionsgesetz (qualitativ) • Energieumwandlungen <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Erzeugung einer Induktionsspannung mit Hilfe von Dauer- und Elektromagneten 	<p>Vor der Betrachtung von Generator und Transformator muss mindestens eine einfache praktische Anwendung betrachtet werden, z. B. Schütteltaschenlampe (Faraday-Lampe), Induktionskochfeld.</p> <p>Auf die Existenz von Wirbelströmen kann hingewiesen werden. [MD1]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Würdigung von Michael Faraday
<p>Generator und Transformator</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erzeugung und Transformation von Wechselspannungen durch elektromagnetische Induktion • Anwendungen [BO] • Energieumwandlungen <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Erzeugen einer Wechselspannung durch Induktion • DE: Technische Anwendung des Transformators [AWT] 	<p>Es genügt eine Betrachtung von Generator und Transformator in Form von Analogien, Abweichungen und Umkehrungen der Bauteile und Wirkprinzipien in Bezug zum Gleichstrommotor.</p> <p>Auf die Vor- und Nachteile verschiedener Formen der Stromerzeugung unter Einbeziehung der Stromübertragung und Nachhaltigkeit muss eingegangen werden. [BNE] [DRF]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirkungsgrad von realen und idealen Transformatoren sowie Generatoren • Würdigung von Nikola Tesla

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

S: Beschreiben der Energieumwandlungen bei einer Schütteltaschenlampe (Faraday-Lampe)

E: Vergleichen der Wirkprinzipien von Motor und Generator

K: Erstellen eines Energieflussdiagramms eines vereinfachten Stromnetzes vom Kraftwerk zum elektrischen Endverbraucher [MD3]

B: Diskutieren der Bedeutung von Gleichstrommotoren und Verbrennungsmotoren für die derzeitige und zukünftige Verkehrssituation [BNE]

Bewegungen – Geradlinige, gleichförmige Bewegung

ca. 6 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Ruhe und Bewegung <ul style="list-style-type: none"> • Bezugssysteme, Relativität der Bewegung Experimente: <ul style="list-style-type: none"> • DE: Relativität der Bewegung • DE: Unterschiedliche Bewegungsarten mit verschiedenen Bahnformen 	Bewegungsart und Bahnform [Klasse 6] Die Begriffe Bewegung und Ruhe müssen von der umgangssprachlichen Nutzung des Wortes abgegrenzt werden. [BTV]
Geradlinige, gleichförmige Bewegung <ul style="list-style-type: none"> • $s(t) = v \cdot t + s_0$ • $s(t)$-Diagramm, $v(t)$-Diagramm • Geschwindigkeit als [physikalische Größe] $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ Experimente: <ul style="list-style-type: none"> • SE: Aufnahme und Auswertung eines $s(t)$-Diagramms einer geradlinigen, gleichförmigen Bewegung 	Lineare Funktionen [Mathematik] Die Geschwindigkeit muss als Anstieg des Graphen im $s(t)$ -Diagramm gedeutet werden. Auf die Unterscheidung von Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit kann eingegangen werden.

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Berechnen der Zeitersparnis bei der Nutzung von Laufbändern am Flughafen
- E:** Aufnahme und Auswertung eines $s(t)$ -Diagramms einer geradlinigen, gleichförmigen Bewegung
- K:** Erläutern des Satzes „Bei einer gleichförmigen Bewegung werden in gleichen Zeiten gleiche Wege zurückgelegt.“
- B:** Diskutieren, inwiefern ein Elfmeterschuss beim Fußball als geradlinige, gleichförmige Bewegung angesehen werden kann [Sport]

Kontext – Mit dem E-Bike unterwegs

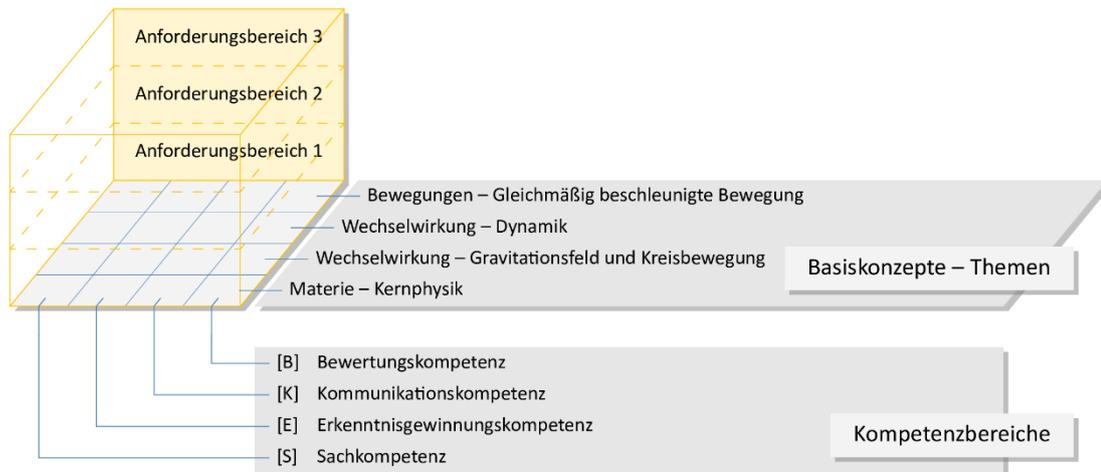
ca. 8 Unterrichtsstunden

Dieses Thema wird kontextorientiert unterrichtet.

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Aufbau eines E-Bikes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor, Akku, Getriebe, Laufrad, Steuerelektronik, Sensoren [BO] • Bedeutung der Lage des Motors für die Stabilität beim Fahren <p>Energiebetrachtungen</p>	<p>Auf die Funktionsweise eines E-Bikes muss kurz mit Hilfe seines Aufbaus eingegangen werden.</p> <p>Der Unterschied zwischen den verschiedenen Varianten des Hybridantriebs kann thematisiert werden. [MD1]</p> <p>Auf die Bedeutung der Kapazität des Akkus und dessen Austauschbarkeit für die Reichweite muss eingegangen werden. [BNE]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drehmoment • E-Roller
<p>Ungleichförmige Bewegung eines E-Bikes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Momentangeschwindigkeit v • Durchschnittsgeschwindigkeit $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ • Reaktionszeit, Reaktionsweg <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Bestimmung der Durchschnittsgeschwindigkeit eines E-Bikes im Vergleich mit einem Fahrrad • DE: Bestimmung des Reaktionsweges und der Reaktionszeit beim E-Bike im Vergleich zum Fahrrad 	<p>Bremsvorgänge im Straßenverkehr müssen betrachtet werden. Dabei muss thematisiert werden, dass sich der Anhalteweg aus dem Reaktionsweg und dem Bremsweg zusammensetzt. [PG]</p>
<p>Gleichförmige Kreisbewegung der Räder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umlaufzeit T • Bahngeschwindigkeit $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Ermitteln der Bahngeschwindigkeit bei der Rotation des Rades eines E-Bikes im Vergleich mit einem Fahrrad 	<p>Es genügt, quantitative Betrachtungen an einfachen Beispielen aus dem Alltag durchzuführen.</p>
<p>Kräfte bei der Kreisbewegung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radialkraft $F_R = m \cdot \frac{v^2}{r}$ • Richtung der Radialkraft <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Kurvenfahrt mit überhöhter Geschwindigkeit (Simulation) 	<p>Die Begriffe Radialkraft und Zentrifugalkraft müssen unterschieden werden.</p> <p>Anwendungen im Straßenverkehr müssen behandelt werden. [PG]</p>

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S: Beschreiben des Aufbaus und der Wirkungsweise eines E-Bikes
- E: Herausfinden des Zusammenhangs zwischen Kurvenradius und Maximalgeschwindigkeit durch Verwendung einer Simulation [MD5]
- K: Erläutern verschiedener Verfahren zur Geschwindigkeitskontrolle im Straßenverkehr in Bezug zu den Begriffen Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit [BO]
- B: Diskutieren des Vorhabens ein E-Bike als Dienstfahrzeug einzusetzen [MD1]



Bewegungen – Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

ca. 18 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Bewegung in Bezugssystemen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relativität von Bewegung • Massepunkte in Bezugssystemen 	
<p>Bewegungsgesetze für die geradlinige, gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Anfangsbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschleunigung a als [physikalische Größe] • Momentangeschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> – $v \approx \frac{\Delta s}{\Delta t}$ für sehr kleine Δt • Bewegungsgesetze <ul style="list-style-type: none"> – $s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$ – $v(t) = a \cdot t + v_0$ – $a(t) = \text{konst.}$ • Deutung der Anstiege der Graphen im $s(t)$-Diagramm und $v(t)$-Diagramm <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Aufnahme und Auswertung eines $s(t)$-Diagramms und eines $v(t)$-Diagramms z. B. mit einer digitalen Messwerterfassung [MD5] 	<p>Quadratische Funktionen [Mathematik]</p> <p>Anwendungen aus dem Straßenverkehr, Verkehrssituationen bzw. Verkehrsmaßnahmen müssen thematisiert werden, z. B. Bremswegberechnungen. [PG] [MD2]</p> <p>Auf den Unterschied der physikalischen Größen Durchschnittsgeschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit muss eingegangen werden.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$
<p>Freier Fall</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ortsfaktor als Fallbeschleunigung • Bewegungsgesetze <ul style="list-style-type: none"> – $s(t) = \frac{g}{2} \cdot t^2$ – $v(t) = g \cdot t$ – $a(t) = g$ <p>Experimente:</p>	<p>[Klasse 7] [Astronomie] Der Einfluss des Luftwiderstandes muss thematisiert werden.</p> <p>Senkrechte Würfe als freier Fall mit Anfangsbedingungen müssen in geringem Umfang ebenfalls betrachtet werden.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • DE: Nachweis der gleichmäßig beschleunigten Bewegung • DE: Bestimmung der Fallbeschleunigung • SE: Bestimmung der Reaktionszeit durch Fallenlassen eines Lineals 	<p>Würdigung von Galileo Galilei</p>
<p>Würfe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superpositionsprinzip • Senkrechter Wurf nach oben bzw. unten • Waagerechter Wurf aus Anfangshöhe <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Gleiche Wurfzeit bei waagrechttem Wurf und freiem Fall • SE: Untersuchen der Abhängigkeit einer relevanten Größe von einem Parameter bei einem Wurf 	<p>Der Schwerpunkt liegt auf dem Aufstellen der Bewegungsgesetze in den einzelnen Komponenten. Relevante Größen der Würfe in verschiedenen Anwendungsbezügen – z. B. Wurfweite, Wurfhöhe, Wurfzeit – werden mit Hilfe dieser Bewegungsgleichungen berechnet.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gleichung der Wurfparabel • Schräger Wurf

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Aufstellen von Bewegungsgleichungen für einen gleichmäßig beschleunigten Körper mit Anfangsbedingungen in einem geeigneten Bezugssystem [Mathematik]
- E:** Experiment zur Untersuchung der Abhängigkeit der Wurfweite von der Anfangsgeschwindigkeit beim waagerechten Wurf mit digitaler Messwerterfassung planen, durchführen und auswerten [MD5]
- K:** Vergleichen von physikalischen Formeln und Diagrammen zum Bremsweg mit Faustregeln aus der Fahrschule [PG]
- B:** Abschätzen, ob Galilei die Fallbeschleunigung am schiefen Turm von Pisa bestimmt haben könnte

Wechselwirkung – Dynamik

ca. 12 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Newton'sche Gesetze</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trägheitsgesetz <ul style="list-style-type: none"> – Trägheit, träge Masse – Inertialsystem • Grundgesetz der Mechanik $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ <ul style="list-style-type: none"> – Aussagen zu Betrag und Richtung • Wechselwirkungsgesetz <ul style="list-style-type: none"> – Paarweises Auftreten von Kräften <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Trägheitsgesetz • DE: Zusammenhang zwischen Beschleunigung a und Kraft F • SE: Wechselwirkungsgesetz 	<p>Kraft [Klasse 7] Auf die Bedeutung des Trägheitsgesetzes und des Wechselwirkungsgesetzes im täglichen Leben muss eingegangen werden.</p> <p>Würdigung von Isaac Newton</p>
<p>Kraft als vektorielle Größe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kräftegleichgewicht an einem Körper • Zeichnerische Addition von Kräften <ul style="list-style-type: none"> – Kräfteparallelogramm • Rechnerische Addition von Kräften <ul style="list-style-type: none"> – Parallel wirkende Kräfte – Senkrecht wirkende Kräfte • Zerlegung von Kräften <ul style="list-style-type: none"> – Kräftezerlegung an der geeigneten Ebene <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Zerlegung von Kräften 	<p>Anwendungen aus dem Bauwesen müssen besprochen werden. [BO] Die zeichnerische Addition und Zerlegung von Kräften kann auch mit dynamischer Geometrie-Software erfolgen. [MD5]</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechnerische Addition von nicht-parallel und nicht-senkrecht wirkenden Kräften • Reibungswinkel $\mu = \tan(\alpha)$ • Wettbewerb im Brückenbau [BO]

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Anfertigen einer maßstäblichen Zeichnung für die auf einen Schlitten auf einer geneigten Ebene wirkenden Kräfte
- E:** Herleiten des Trägheitsgesetzes aus dem Grundgesetz der Mechanik
- K:** Recherchieren von Arten der Fortbewegung, bei denen das Rückstoßprinzip angewendet wird [MD1]
- B:** Begründen der Notwendigkeit von Sicherheitseinrichtungen im Auto [PG]

Wechselwirkung – Gravitationsfeld und Kreisbewegung

ca. 12 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Gravitationskraft, Gravitationsgesetz</p> <ul style="list-style-type: none"> • $F_G = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$ • Fallbeschleunigung auf verschiedenen Himmelskörpern (HK) $g_{(\text{HK})} = \frac{F_G}{m}$ • Feldlinienbilder vom erdnahen und erdfernen Gravitationsfeld <ul style="list-style-type: none"> – Homogenität – Richtung der Feldlinien – Radialsymmetrie <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE: Experimente zur Fallbeschleunigung auf verschiedenen Himmelskörpern (Simulation) 	<p>Es erfolgt ein Ausblick auf die Fallbeschleunigung als Gravitationsfeldstärke.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Erde als Geoid [Geografie] • Gezeitenkräfte
<p>Größen der Kreisbewegung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Winkelgeschwindigkeit $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r}$ • Radialbeschleunigung $a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$ <p>Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE: Kreisbewegung von Körpern mit gleicher Winkelgeschwindigkeit und verschiedenen Bahnradien • DE: Messung der Radialbeschleunigung auf ein Accelerometer auf einer Kreisbahn [MD5] 	<p>Wiederholung Umlaufzeit T, Kreisbahngeschwindigkeit v, Radialkraft F_R [Klasse 9]</p> <p>Es müssen auch terrestrische Anwendungen von Kreisbewegungen betrachtet werden, z. B. Looping.</p>
<p>Bewegung von Satelliten um Himmelskörper [Astronomie]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. kosmische Geschwindigkeit, Herleitung • Bedeutung weiterer kosmischer Geschwindigkeiten • Satellitenbahnen <ul style="list-style-type: none"> – Zentralkörpermassen – Bahnradien – Umlaufzeiten – Bahngeschwindigkeiten 	<p>Bei quantitativen Betrachtungen von Satellitenbahnen werden sie als Kreise idealisiert. Es erfolgt ein Ausblick auf Ellipsen und Hyperbeln als Bahnformen.</p> <p>Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Raketenbewegung

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

- S:** Bestimmen der Erdmasse aus der Umlaufzeit des Erdmondes und der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde [Astronomie]
- E:** Zeichnen der Feldlinienbilder von erdnahem und erdfernen Gravitationsfeld
- K:** Begründen der Ideallinie von Kurvenfahrten bei Autorennen
- B:** Beurteilen eines Zeitungsartikels zur Überfüllung von Satellitenbahnen [MD6]

Materie – Kernphysik

ca. 18 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Aufbau des Atoms <ul style="list-style-type: none"> Größen- und Massenverhältnisse Aufbau des Atomkerns <ul style="list-style-type: none"> Massenzahl $A = Z + N$ Nuklid, Isotop, Nuklidkarte Symbolschreibweise A_ZX 	[Klasse 8] [Chemie]
Radioaktivität und Strahlungsarten <ul style="list-style-type: none"> α-, β^-- und γ-Strahlung Eigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> Ladung Energie (halbquantitativ): Durchdringungsvermögen bzw. Reichweite (halbquantitativ): Hintergrundstrahlung, Nulleffekt Abschirmung [PG] Experimente: <ul style="list-style-type: none"> DE: Nachweis ionisierender Strahlung DE: Absorption ionisierender Strahlung (auch als Simulation [MD5]) 	Der Bedeutungsunterschied zwischen den Begriffen „radioaktiver Stoff“ und „ionisierende Strahlung“ muss behandelt werden. Die Existenz weiterer Formen ionisierender Strahlung, insbesondere der Röntgenstrahlung, muss erwähnt werden. Die Gefährlichkeit der Strahlungsarten bei unterschiedlichen Formen der Exposition muss besprochen werden. Würdigung von Henri Becquerel und Marie Skłodowska Curie
Energiebetrachtungen <ul style="list-style-type: none"> Gleichungen von α- und β^--Zerfall [Chemie] Gleichungen von einem Kernspaltungs- und einem Kernfusionsprozess Umwandlung von Masse in Energie 	Auf die Gleichung $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ muss hingewiesen und auf ihre Bedeutung qualitativ eingegangen werden. Vorschläge zur inhaltlichen Vertiefung: <ul style="list-style-type: none"> β^+-Zerfall und -strahlung, Neutrinos Energieversorgung durch Kernkraftwerke Berechnung frei werdender Energien
Zerfallsgesetz <ul style="list-style-type: none"> Halbwertszeit $T_{1/2}$ $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$, $\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$ Experimente: <ul style="list-style-type: none"> SE: Zerfall einzelner und vieler Nuklide mit Hilfe von Simulationen [MD5] 	Der Zusammenhang zwischen dem Spontanzерfall einzelner instabiler Kerne und dem Zerfallsgesetz für große Mengen instabiler Kerne kann erwähnt werden. [Mathematik] Das Problem der Endlagerung radioaktiven Abfalls muss thematisiert werden. [Sozialkunde] [BNE] [DRF]
Anwendungen ionisierender Strahlung <ul style="list-style-type: none"> Nutzung in Medizin und Technik [PG] [BO] Biologische Wirkung und Strahlenschutz, Äquivalentdosis [Biologie] [PG] Umgang mit künstlicher Strahlenbelastung [Sozialkunde] 	Zwischen genetischen und somatischen Schäden muss unterschieden werden. [Biologie] Es genügt, die Äquivalentdosis der natürlichen Hintergrundstrahlung sowie gängige Grenzwerte in Alltag und Beruf zu vergleichen. [PG] [BO] [Geographie]

Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:

S: Vergleichen des Aufbaus der Isotope ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$ und ${}^3_1\text{H}$

E: Erklären der bioziden Wirkung ionisierender Strahlung bei der Bestrahlung von Lebensmitteln

K: Halten eines Schülervortrages zur Altersbestimmung mit Hilfe von ${}^{14}_6\text{C}$ [Geschichte]

B: Diskutieren der Eignung verschiedener Standorte in M-V für ein Endlager [DRF] [BNE]

4 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

4.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Leistungsbewertung erfolgt auf der Grundlage der folgenden Rechtsvorschriften in den jeweils geltenden Fassungen:

- [Oberstufen- und Abiturprüfungsverordnung](#) (Abiturprüfungsverordnung – APVO M-V) vom 19. Februar 2019
- [Verordnung zur einheitlichen Leistungsbewertung an den Schulen des Landes Mecklenburg-Vorpommern](#) (Leistungsbewertungsverordnung – LeistBewVO M-V) vom 30. April 2014
- [Förderung von Schülerinnen und Schülern mit besonderen Schwierigkeiten im Lesen, im Rechtschreiben oder im Rechnen](#) (Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur) vom 20. Mai 2014

4.2 Allgemeine Grundsätze

Leistungsbewertung umfasst mündliche, schriftliche und gegebenenfalls praktische Formen der Leistungsermittlung. Den Schülerinnen und Schülern muss im Fachunterricht die Gelegenheit dazu geboten werden, Kompetenzen, die sie erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen zu üben und unter Beweis zu stellen. Die Lehrkräfte begleiten den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler, indem sie ein positives und konstruktives Feedback zu den erreichten Lernständen geben und im Dialog und unter Zuhilfenahme der Selbstbewertung der Schülerin bzw. dem Schüler Wege für das weitere Lernen aufzeigen.

Es sind grundsätzlich alle in Kapitel 3 ausgewiesenen Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Das Beurteilen einer Leistung erfolgt in Bezug auf verständlich formulierte und der Schülerin bzw. dem Schüler bekannte Kriterien, nach denen die Bewertung vorgenommen wird. Im Fach Physik ergeben sich die Kriterien zur Leistungsbewertung aus dem Zusammenspiel der in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen und den im Rahmenplan formulierten Inhalten.

Anforderungsbereiche und allgemeine Vorgaben für Klassenarbeiten

Ausgehend von den verbindlichen Themen, zu denen erworbene Kompetenzen nachzuweisen sind, wird im Folgenden insbesondere benannt, nach welchen Kriterien die Klassenarbeiten zu gestalten und die erbrachten Leistungen zu bewerten sind.

Klassenarbeiten bestehen aus mehreren unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben, die in Teilaufgaben gegliedert sind. Die Teilaufgaben sollen nicht beziehungslos nebeneinanderstehen, aber doch so unabhängig voneinander sein, dass eine Fehlleistung – insbesondere am Anfang – nicht die weitere Bearbeitung der Aufgabe stark erschwert. Außerdem soll darauf geachtet werden, dass durch Teilaufgaben nicht ein Lösungsweg zwingend vorgezeichnet wird.

Sie sind so zu gestalten, dass sie Leistungen in den drei Anforderungsbereichen erfordern.

Anforderungsbereich I umfasst

- das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang,
- die Verständnissicherung sowie
- das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

Anforderungsbereich II umfasst

- das selbständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und
- das selbständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

Anforderungsbereich III umfasst

- das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Die Stufung der Anforderungsbereiche dient der Orientierung auf eine in den Ansprüchen ausgewogene Aufgabenstellung und ermöglicht so, unterschiedliche Leistungsanforderungen in den einzelnen Teilen einer Aufgabe nach dem Grad des selbstständigen Umgangs mit Gelerntem einzuordnen.

Der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III zu berücksichtigen.

Die in den Arbeitsaufträgen verwendeten Operatoren müssen in einen Bezug zu den Anforderungsbereichen gestellt werden, wobei die Zuordnung vom Kontext der Aufgabenstellung und ihrer unterrichtlichen Einordnung abhängig und damit eine eindeutige Zuordnung zu nur einem Anforderungsbereich nicht immer möglich ist.

Der Schwierigkeitsgrad wird gesteuert durch

- die Komplexität der Aufgabenstellung,
- die Komplexität und Anforderungshöhe des vorgelegten Materials oder einer entsprechenden Problemstellung,
- die Anforderung an Kontext- und Orientierungswissen,
- die Anforderung an die sprachliche Darstellung,
- Umfang und Komplexität der notwendigen Reflexion oder Bewertung.

4.3 Fachspezifische Grundsätze

Die Anforderungsbereiche im Fach Physik

Die Anforderungsbereiche unterscheiden sich vor allem im Grad der Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben sowie im Grad der Komplexität der gedanklichen Verarbeitungsprozesse und stellen damit eine Abstufung in Bezug auf den Anspruch der Aufgabe dar.

Die Reproduktion einfacher Inhalte wird dem Anforderungsbereich I zugeordnet, während die selbstständige Anwendung von Fachmethoden und die Herstellung neuer Kontexte auf den Anforderungsbereich II verweist. Die eigenständige Planung von Experimenten und deren Umsetzung gehören zum Anforderungsbereich III.

Der **Anforderungsbereich I** umfasst die Verfügbarkeit von Daten, Fakten, Regeln, Formeln, naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten usw. aus einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang, die Beschreibung und Verwendung erlernter und eingeübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Im Fach Physik gehören dazu:

- Wiedergeben von Daten, Fakten, Regeln, Begriffen, Definitionen,
- Wiedergeben und Erläutern von Formeln und Gesetzmäßigkeiten,
- Kennen und Wiedergeben der Basiskonzepte,
- Wiedergeben von im Unterricht eingehend erörterten Fragestellungen und Zusammenhängen,
- Entnehmen von Informationen aus einfachen Texten, Diagrammen und Tabellen,
- Durchführung von Berechnungen und Abschätzungen unter Nutzung von Tabellen bzw. von Messergebnissen,
- Aufbauen von Apparaturen nach Anweisung und von Versuchen nach geübten Verfahren mit bekannten Geräten unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen,
- Aufnehmen von Messwerten und Erstellen von Versuchsprotokollen,
- Darstellen von bekannten Sachverhalten in einer vorgegebenen Darstellungsform z. B. als Tabelle, Graph, Skizze, Text, Bild, Modell, Diagramm oder Mindmap.

Der **Anforderungsbereich II** umfasst selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang, selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neuartige Fragestellungen, veränderte Sachzusammenhänge oder abgewandelte Verfahrensweisen.

Im Fach Physik gehören dazu:

- sachgerechtes Wiedergeben von komplexen Zusammenhängen,
- Interpretieren von Tabellen und grafischen Darstellungen mit Methoden, die im Unterricht behandelt wurden,
- Planen, Durchführen und Auswerten einfacher Versuche zur Lösung vorgegebener Fragestellungen unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen,
- Anwenden von Modellvorstellungen und Gesetzen zur Lösung von Fragen, die an analogen Beispielen behandelt wurden,
- Anwenden elementarer mathematischer Beziehungen auf physikalische Sachverhalte,
- Auswählen und Verknüpfen bekannter Daten, Fakten und Methoden bei vertrauter oder neuer Aufgabenstruktur,
- Analysieren von Material und sachbezogenes Auswählen von Informationen,
- Verknüpfen und fächerübergreifendes Anwenden von Wissen; Strukturierung des Wissens mit Hilfe von Basiskonzepten,
- sachgemäßes Urteilen und Argumentieren unter Verwendung der Fachsprache,
- Anwenden der im Unterricht vermittelten physikalischen Kenntnisse auf Umweltfragen und technische Prozesse,
- Analysieren und Bewerten von Informationen aus Medien zu physikalischen Sachverhalten und Fragestellungen,
- Darstellen und Strukturieren von Zusammenhängen in Tabellen, Graphen, Skizzen, Texten, Schaubildern, Modellen, Diagrammen oder Mindmaps.

Der **Anforderungsbereich III** umfasst bewusstes und selbstständiges Auswählen und Anpassen geeigneter erlernter Methoden und Verfahren in neuartigen Situationen sowie planmäßiges und kreatives Bearbeiten vielschichtiger Problemstellungen mit dem Ziel, selbstständig zu Lösungen, Deutungen, Wertungen oder Folgerungen zu gelangen.

Im Fach Physik gehören dazu:

- selbstständiges Erschließen von Sachverhalten in einem unbekanntem Zusammenhang,
- selbstständiger Transfer auf vergleichbare Sachverhalte bzw. Anwendungssituationen,
- selbstständiges und zielgerichtetes Auswählen und Anpassen geeigneter und gelernter Methoden und Verfahren in neuen Situationen,
- Planen und gegebenenfalls Durchführen von Experimenten zu vorgegebenen oder selbst gefundenen Fragestellungen,
- Entwickeln eigener Fragestellungen und alternativer Lösungsstrategien,
- Analysieren komplexer Texte und Darstellen der Erkenntnisse in angemessener und adressatenbezogener Weise,
- Erschließen von Kontexten mit Hilfe der Basiskonzepte,
- Betrachtung gesellschaftlich relevanter Themen aus verschiedenen Perspektiven und Reflexion der eigenen Position.

Leistungsbewertung

Bei der Leistungsbewertung sind alle Kompetenzbereiche angemessen zu berücksichtigen und neben schriftlichen und mündlichen Leistungsfeststellungen auch praktische Formen der Leistungsermittlung zu etablieren. Insbesondere soll auch das Experimentieren Bestandteil mündlicher, schriftlicher und praktischer Leistungsfeststellungen sein.