

**Bildungsplan
Gymnasium
Sekundarstufe I**

Physik



Hamburg

Impressum

Herausgeber:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung

Alle Rechte vorbehalten.

Gestaltungsreferat: Unterrichtsentwicklung
mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Fächer

Referatsleitung: Dr. Najibulla Karim

Fachreferentin: Dr. Eva-Maria Richter

Redaktion 2022: Timm Fuhrmann
Clemens Krietemeyer
Bettina Strauer
Arne Stührk
Claas Weseloh

Hamburg 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Lernen im Fach Physik	4
1.1	Didaktische Grundsätze.....	5
1.2	Beitrag des Faches zu den Leitperspektiven	10
1.3	Sprachbildung als Querschnittsaufgabe	12
2	Kompetenzen und Inhalte im Fach Physik	13
2.1	Überfachliche Kompetenzen.....	13
2.2	Fachliche Kompetenzen	15
2.3	Inhalte	29

1 Lernen im Fach Physik

Die hier dargestellten Inhalte, Kompetenzen und Basiskonzepte haben die Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (KMK) und das unter Leitung des Instituts für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) entwickelte Kompetenzstufenmodell als Grundlage. Sie stellen damit die abschlussbezogenen Kompetenzerwartungen für das Fach Physik im MSA dar. Die Inhalte, die der Jahrgangsstufe 10 zugeordnet sind, entsprechen hierbei zum Teil bereits den Inhalten der Oberstufe. Sie gehen dabei über die abschlussbezogenen Inhalte des MSA hinaus und haben Teile der Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife als Grundlage. Sie tragen somit der Tatsache Rechnung, dass die Einführung in die Oberstufe am Gymnasium in der Jahrgangsstufe 10 zu erfolgen hat.

Basis für das Lernen in der Sekundarstufe I der weiterführenden Schulen im Fach Physik sind die in der Primarstufe im Sachunterricht und in den Jahrgangsstufen 5 und 6 im fachübergreifenden Unterricht Naturwissenschaften/Technik (NWT) erworbenen Kompetenzen in den Naturwissenschaften. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler, Fragen zu Phänomenen zu stellen sowie Vermutungen zu entwickeln, und untersuchen deren Gültigkeit durch einfache Experimente. Im Fach Physik werden diese Kompetenzen nun vertieft und ausdifferenziert. Neben den Kompetenzen Sachkompetenz und Erkenntnisgewinnungskompetenz gewinnen in der Sekundarstufe I zunehmend die Kommunikationskompetenz und die Bewertungskompetenz an Gewicht. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler, dass naturwissenschaftliche und technische Entwicklungen sowohl für das alltägliche individuelle Leben als auch für gesamtgesellschaftliche und globale Herausforderungen eine zentrale Rolle spielen. Der Umgang mit natürlichen Ressourcen und dem Klimawandel sind Beispiele dafür, dass sowohl individuelle als auch gesamtgesellschaftliche Entscheidungen betroffen sind. Naturwissenschaftliche und technische Entwicklungen sind dabei nicht isoliert, sondern stehen in einem wechselseitigen Zusammenhang mit ökologischen, ökonomischen und sozialen Systemen.

Physikalische Konzepte und deren Anwendungsmöglichkeiten sind eine kulturelle Errungenschaft, die unsere Umwelt mit geformt hat. Die Offenheit und das Bestreben in der Physik zur ständigen Weiterentwicklung verdeutlichen den Wandel in unserem Denken und tragen sowohl zur Kritikoffenheit gegenüber dem eigenen Handeln als auch zum Aufbau eines historisch gewachsenen Weltbildes bei.

Die Physik beschreibt Naturphänomene und liefert Gesetzmäßigkeiten und Erklärungen für diese, dabei geht der Physikunterricht in der Sekundarstufe I erst einmal von den Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler aus. In zunehmendem Maße wenden sie verstärkt Fachwissen zur Bearbeitung von sowohl innerfachlichen als auch anwendungsbezogenen Aufgaben und Problemen an und beschreiben und strukturieren Phänomene in Modellen. Sie nutzen physikalische Gesetzmäßigkeiten in zunehmenden Maßen auch quantitativ zur Lösung von Problemen. Hinzu kommen das Durchführen von Experimenten sowie die qualitative und quantitative Auswertung von Messergebnissen, die zunehmend eigenständiger wird. Die Ergebnisse werden interpretiert und der Erkenntnisgewinnungsprozess wird reflektiert. Nicht zuletzt gewinnen, wie zu Beginn erwähnt, die Kommunikations- und die Bewertungskompetenz ebenfalls an Gewicht und ermöglichen so in zunehmendem Maße auch eine Mündigkeit im Sinne der Scientific Literacy.

1.1 Didaktische Grundsätze

Beitrag des Faches zur Bildung

Die Naturwissenschaft Physik leistet einen Beitrag für ein umfassendes Verständnis der Welt. Dazu gehört auch, die Grundlagen von Technologien zu verstehen und deren Nutzung im Hinblick auf das eigene Leben und die Gesellschaft zu bewerten sowie Informationen, insbesondere in der digitalen Welt, selbstbestimmt zu nutzen. Physikalische Erkenntnisse prägen unser Weltbild und verdeutlichen durch den Wandel, dem sie unterworfen sind, die Offenheit der Physik für Weiterentwicklung.

Die Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft macht Vorgänge über die menschliche Wahrnehmung hinaus durch Messtechnik erfahrbar und durch Modelle beschreibbar. Die Schülerinnen und Schüler begegnen im Unterricht zum einen der Bedeutung der Modellierung von Prozessen und Systemen, zum anderen der begrenzten Gültigkeit der Modelle. Sie lernen, dass aus theoretischen Überlegungen Aussagen zu neuen Zusammenhängen und zur Vorhersagbarkeit von Ereignissen abgeleitet werden können.

Physik ist nicht nur Wissenschaft, sondern auch Denkweise und Weltsicht. Die Schülerinnen und Schüler nutzen die physikalischen Denk- und Arbeitsweisen deshalb nicht nur innerhalb des Faches Physik, sondern transferieren diese auch als Strategien in ihren Lebensalltag. Sie entwickeln Verständnis und Wertschätzung für physikalische Sichtweisen, nutzen sie aktiv und fordern sie von anderen ein. Der fortwährende Wechsel zwischen Modellen und Realität sowie die kontinuierliche Reflexion der Modellierung auch in digitalen Darstellungen sensibilisieren für Möglichkeiten und Grenzen modellhafter Beschreibungen.

Als eine der ältesten Wissenschaften ist die Physik seit jeher in ein Wechselspiel mit Technik und Gesellschaft eingebunden. Sowohl historische als auch aktuelle Entwicklungen verdeutlichen die Notwendigkeit der Betrachtung gesellschaftlich relevanter Problemstellungen wie der Energieversorgung oder des Klimawandels aus physikalischer und technischer Sicht. Lernende werden dazu angeregt, sich rational reflektiert eine eigene Meinung zu bilden und sowohl in ihrem unmittelbaren Umfeld als auch in der Gesellschaft Verantwortung zu übernehmen. In diesem Sinne leistet der Physikunterricht auch einen wichtigen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung und zur politischen Bildung von Jugendlichen.

Physikalische Bildung hat insgesamt einerseits einen wissenschaftspropädeutischen Charakter, andererseits aber auch wesentlichen Einfluss auf den lebenslangen individuellen Kompetenzaufbau und stellt einen wichtigen Teilbereich der Allgemeinbildung dar, insbesondere auch auf die Art und Weise, wie Wissenschaft funktioniert (Nature of Science).

„Scientific Literacy“ als naturwissenschaftliche Grundbildung ist notwendig, um naturwissenschaftliche Informationen hinsichtlich ihrer Plausibilität einzuschätzen, von nichtwissenschaftlichen Aussagen, z. B. Fake News, zu differenzieren, fundierte Meinungen auch zu komplexen Problemen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen. Damit wird also eine mündige aktive Teilhabe an der Gesellschaft ermöglicht. Ein Ziel des Physikunterrichts ist es daher, die Schülerinnen und Schüler auf eine selbstgesteuerte lebenslange Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen vorzubereiten. Eine weitere Voraussetzung hierfür sind auch motivationale Orientierungen. Nur wenn die Schülerinnen und Schüler ein Fach als reizvoll und für sich oder die Gesellschaft als wichtig ansehen und Freude an der Beschäftigung mit den Inhalten haben, werden sie sich langfristig damit auseinandersetzen.

Kompetenzorientierung

Im Zuge ihrer Untersuchung von spezifischen Fragen und Problemen, Begründungen und Argumentationen, Antworten und Positionen erwerben die Schülerinnen und Schüler die physikalische Fachkompetenz. Hinzu kommen Basiskonzepte, die für diesen Prozess eine ergänzende Rolle spielen. Sie unterstützen die Schülerinnen und Schüler dabei, neue Inhalte einzuordnen und zu erschließen sowie mit bereits bekannten Inhalten vertikal oder horizontal zu vernetzen. Ein zunehmend tiefergehendes und differenziertes Verständnis der Basiskonzepte entwickelt sich kumulativ über den Fachunterricht der Sekundarstufe I.

Forschendes Lernen

Neben den oben aufgeführten allgemeinen Merkmalen, die für jedes Fach gelten, ist in Physik eine klare Orientierung an der Interessenentwicklung der Schülerinnen und Schüler wichtig. Die Auseinandersetzung mit der Physik muss im Unterricht für Schülerinnen und Schüler sinnstiftend und vor allem für die Schülerinnen und Schüler vielfältig motivierend sein, um ein Interesse an physikalischen Problemen auch über die Schulzeit hinaus zu fördern. Guter Unterricht vermittelt das Fach als ein lebendiges, interessantes Gebiet, für das es sich lohnt, sich zu engagieren. Dies erfordert einen problem- und kontextorientierten Unterricht. Der Physikunterricht bezieht die vielfältigen Lebens- und Erfahrungswelten der Schülerinnen und Schüler in die Auswahl und Gestaltung des Unterrichts ein. Um die komplexen, aber motivierenden Fragestellungen beantworten zu können, muss die Lehrkraft fachlich angemessene und anschlussfähige Elementarisierungen vornehmen und entsprechend zugeschnittene Materialien einsetzen. Ein solcher schülerinnen- und schülerorientierter Unterricht fördert die Selbstständigkeit, indem er Probleme anbietet, die verschiedene Lösungswege eröffnen. Das Methodenrepertoire der Physik wird zielbezogen zum Lösen dieser Probleme eingesetzt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten immer wieder Gelegenheit, komplexe Zusammenhänge mündlich und schriftlich in unterschiedlichen Darstellungsformen wiederzugeben.

Selbstgesteuertes Lernen

Der Physikunterricht fördert in individualisierten Lernphasen die Arbeit an selbst entwickelten Forschungsfragen, die unterschiedliche Zugriffe, Lösungen und Gestaltungsmittel erlauben. Dazu gehören insbesondere selbstständig geplante und durchgeführte Experimente, deren Auswertung und Reflexion. Der Besuch außerschulischer Lernorte kann dabei neue Impulse bieten. Ferner werden die Schülerinnen und Schüler zur Teilnahme an Wettbewerben ermutigt.

Die Diskrepanz zwischen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu Phänomenen und Fragestellungen aus dem Alltag und wissenschaftlichen Konzepten kann oftmals als Hürde im Lernprozess betrachtet werden. Auf der einen Seite gibt es einen intuitiven und legitimen Zugang aus dem Alltag, der sich im alltagssprachlichen Zugang zu den Phänomenen zeigt, auf der anderen Seite einen abstrakten und zunächst fremden Zugang durch die Fachwissenschaft mit ihrer Fachsprache. Für einen gelingenden Physikunterricht ist es wichtig, die Ebene der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen und zwischen den verschiedenen sprachlichen Registern situationsgerecht wechseln zu können.

Geschlechtssensibler Unterricht

Im Physikunterricht müssen die unterschiedlichen Interessen der biologischen Geschlechter berücksichtigt werden. Schulleistungsstudien zeigen kaum Leistungsdisparitäten zwischen den Geschlechtern. Identitäten der Schülerinnen und Schüler entwickeln sich im ständigen Abgleich zwischen Selbstbild und Prototypen, die sich Schülerinnen und Schüler als Reprä-

sentanten von Physik vorstellen. Dazu können Lehrkräfte zählen, aber auch die wahrgenommenen Klassenbesten in Physik oder physiknahe Personen in den Medien. Unterricht kann die Entwicklung physikvermittelter Identität langfristig unterstützen, wenn versucht wird, positive und vielfältige Prototypen aufzubauen. Dies kann z. B. gelingen, indem Forscherinnen der Vergangenheit und Gegenwart mehr Raum eingeräumt wird. Frauen, die eine MINT-Karriere eingeschlagen haben, könnten z. B. beim Thema Berufswahl gezielt eingeladen werden. Physikunterricht kann für die Physik besonders gut werben, wenn Schülerinnen und Schüler zahlreiche Erfahrungen machen, die ein positives fachliches Selbstkonzept unterstützen. Lernsettings sind entsprechend § 3 Absatz 2 des Hamburger Schulgesetzes so zu wählen, dass es bei beiden Geschlechtern zu vergleichbaren Selbstwirksamkeitsüberzeugungen hinsichtlich der Fähigkeiten in der Physik kommt.

Nature of Science

Naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer wie Physik sollen Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen, ein adäquates Wissenschaftsverständnis aufzubauen. Schließlich ist unsere Lebenswelt in hohem Maße von naturwissenschaftlichen Erkenntnisbeständen und Denkweisen geprägt. Sie basiert auf Arbeitsweisen, die sich im Zuge der letzten Jahrhunderte als besonders verlässlich und vertrauenswürdig etabliert haben. Physik entsteht im Wechselspiel aus Experiment und Theorie, Beobachten und Schlussfolgern. In beiden Bereichen können Menschen sehr kreativ sein. Theorien werden in der Sprache der Mathematik formuliert und sollen sich möglichst kohärent in bestehende Wissensnetzwerke einfügen. Experimente finden oft in Laboren statt, die ein zweckvolles Eingreifen in die Natur ermöglichen. Dabei ist Physik Teamarbeit, denn sie entsteht erst im vertrauensvollen Zusammenspiel unterschiedlicher Expertisen vom Forschungsmanagement bis zur Laborassistenz. Was Physik mit vielen anderen Wissenschaften teilt, ist ihr öffentlicher Charakter. Forschungsbefunde müssen sich ständig der Kritik einer „Scientific Community“ stellen, sodass nur verlässliche Forschungsergebnisse zum anerkannten Wissensbestand zählen. Auf diesem aufwendigen Mechanismus aus Vertrauen und Kritik basieren Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit von Wissenschaft. Dennoch ist Physik wie jede Wissenschaft fehlbar, ihre Erkenntnisbestände sind vorläufig, aber sie ist dennoch das Beste, was wir haben, um Entscheidungen von oft großer gesellschaftlicher Tragweite zu fundieren. Physikunterricht kann dazu beitragen, dass Schülerinnen und Schüler Wissenschaft kritisch gegenüberstehen, ihr aber als soziales System von Experten und Expertinnen aber generell vertrauen. In diesem Sinne soll im Lernbereich „Nature of Science“ Wissenschaftsverständnis gefördert werden, auch weil Jugendliche sich heute zunehmend in sozialen Netzwerken informieren und Maßstäbe benötigen, welchen Informationen sie dort mehr oder weniger vertrauen können. Wissenschaftsverständnis entwickelt sich im traditionellen Physikunterricht kaum. Fachdidaktische Forschung unterstreicht, dass *Nature of Science* im Unterricht explizit thematisiert werden muss, denn Lernen nebenbei führt eher zu naiven Vorstellungen. Lernen über *Nature of Science* kann immer dann stattfinden, wenn der Unterricht ins Stocken gerät und Fragen zulässt: Wie können wir sicher sein, dass ...? Lässt diese Beobachtung auch andere Schlüsse zu? Ist unsere Beobachtung / unser Experiment zuverlässig – und warum? Wem nutzt dieses Wissen überhaupt? Der Unterricht lässt Freiraum für Schülerideen und ist dialogisch sowie diskursiv angelegt. *Nature of Science* kann auch zur unterrichtsmethodischen Richtschnur werden, wenn z. B. historische Fallstudien, Erzählungen oder Experimente oder auch das Schülerhandeln in geöffneten Lern- und Forschungsumgebungen zum Anlass der expliziten Reflexion auf *Nature of Science* genommen wird.

Mathematisierung und Modellierung

Das Arbeiten mit Modellen ist ein weiterer Schwerpunkt der Erkenntnisgewinnung. Mithilfe geeigneter Modelle werden Größenordnungen veranschaulicht und die räumliche Vorstellung

wird gefördert Die Schülerinnen und Schüler erfahren exemplarisch, dass Modellvorstellungen zum Verständnis naturwissenschaftlich-technischer Sachverhalte beitragen, und thematisieren, welche Erklärungen mit einem Modell im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess möglich sind. In fast allen Bereichen der Naturwissenschaften und der Technik ist die Mathematik als weiteres Hilfsmittel inzwischen unentbehrlich geworden. Auch im Lernbereich Naturwissenschaften und Technik bieten zahlreiche Inhalte die Möglichkeit, mathematische Verfahren anzuwenden, um experimentelle Daten auszuwerten oder darzustellen. Für Schülerinnen und Schüler ist es dennoch oft schwer, Kenntnisse und Fähigkeiten aus dem Mathematikunterricht auf Physik zu übertragen. Mathematische Objekte wie ein Bruch oder ein Produkt haben in der Physik eigene fachliche Bedeutungen, die aus dem Mathematikunterricht kaum bekannt sind.

Basiskonzepte

Der Beschreibung physikalischer Sachverhalte liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Die Basiskonzepte im Fach Physik ermöglichen die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulativ den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern. Die Basiskonzepte bilden die Grundlage typischer Vorgehensweisen beim Lösen physikalischer Probleme und werden in Lehr-Lern-Prozessen wiederholt thematisiert und ausdifferenziert. Den Schülerinnen und Schülern wird aufgezeigt, dass diese grundlegenden Konzepte in vielen verschiedenen Lernbereichen einsetzbar sind und einen systematischen Wissensaufbau und somit den Erwerb eines strukturierten und mit anderen Natur- und Ingenieurwissenschaften vernetzten Wissens unterstützen.

Erhaltung und Gleichgewichte

Viele Sachverhalte und Vorgänge lassen sich in der Physik durch ein Denken in Bilanzen oder Gleichgewichten beschreiben und erklären. Hierbei spielen neben statischen und dynamischen Gleichgewichtsbedingungen, z. B. bei der Betrachtung von Kräften und Feldern, auch Erhaltungssätze, z. B. die Energieerhaltung, die Ladungserhaltung und der Strahlungshaushalt der Erde, eine wesentliche Rolle. Darüber hinaus sind auch Ungleichgewichte in der Regel Antriebe für Prozesse wie z. B. Beschleunigung bei Kräfteungleichgewicht oder der Strahlungsantrieb im Klimasystem Erde.

Modelle und Vorhersagen

Ein zentrales Merkmal der Physik ist es, Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen und Theorien zu beschreiben und daraus Erkenntnisse und Vorhersagen zu erhalten. Hierbei ist der Modellbegriff von fundamentaler Bedeutung, um zwischen Phänomenen und der Physik als Vorhersagen machender Wissenschaft zu unterscheiden. Modelle sind dabei als Gegenstände, Fachkonzepte oder theoretische Konstrukte zu verstehen, die für einen bestimmten Zweck geschaffen oder verwendet werden, wobei Analogien zwischen bestimmten Elementen des Modells und Elementen der Realität bestehen (z. B. Funktionsmodelle, Denkmodelle, mathematische Gleichungen und Zusammenhänge, Diagramme oder Simulationen). Ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Modelle ist, dass aus diesen getroffene Vorhersagen experimentell überprüft werden können bzw. sich diese in experimentellen Situationen bewährt haben. Vor dem Hintergrund des Basiskonzepts Modelle und Vorhersagen können Aussagen aus im Alltag diskutierten Modellen, z. B. Klimamodellen, interpretiert werden.

Experimente und Verfahren

Das Experimentieren ist die fundamentale Methode der Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften, insbesondere in der Physik, wobei das Testen von Hypothesen nur eine von vielen experimentellen Strategien darstellt. Als ein weiteres Beispiel neben dem unten genannten Experimentierzyklus sei das explorative Experimentieren genannt, wobei Parameter systematisch variiert werden, um erst einmal empirische Gesetzmäßigkeiten zu identifizieren, vor allem dann, wenn noch kein theoretisches Erklärungswissen gesichert ist. Wenn theoretisches Erklärungswissen vorhanden ist, ermöglichen die einzelnen Schritte des Experimentierzyklus, wie ein theoriegeleitetes Vorgehen, eine strukturierte Planung der Durchführung, eine objektive Auswertung und eine Interpretation der Ergebnisse, eine nachvollziehbare Erkenntnisgewinnung in der Physik sowie eine systematische Beurteilung bestehender Aussagen in der Physik und im Alltag. Zeitgemäße Physik zeichnet sich dabei auch durch die Anwendung digitaler Messwerterfassung und -auswertung aus. Zudem spielen graphische und mathematische Verfahren beim Lösen von Problemen eine große Rolle bei der Gewinnung von Erkenntnissen in der Physik.

Ursache und Wirkung

In der Physik ist die Frage nach Ursache und Wirkung von großer Bedeutung, da sie die Grundvoraussetzung für eine Beschreibung von Phänomenen durch Gesetzmäßigkeiten ist. Dies gilt für viele, aber nicht für alle physikalischen Phänomene, da es in der Natur auch Prozesse gibt, die nicht kausal beschrieben werden können wie z. B. der Zerfall eines einzelnen Atomkerns. Die Zusammenhänge von Ursache und Wirkung sind manchmal einfach, manchmal aber auch vielschichtig. Eine wichtige Aufgabe der Naturwissenschaften besteht darin, die kausalen Zusammenhänge zu untersuchen und zu erklären (z. B. Stromkreise, Geschwindigkeitsänderung). Diese Zusammenhänge können dann in verschiedenen Kontexten getestet und zur Vorhersage und Erklärung von Phänomenen in neuen Kontexten verwendet werden (z. B. astronomische Phänomene, induktives Laden). Somit bietet dieser strukturierte Zugang eine gute Grundlage, um über physikalische Phänomene und deren Erklärung zu kommunizieren sowie im Alltag naturwissenschaftliche Argumentationen zu beurteilen.

Sprachorientierung

In Physik stellt das Lesen von den häufig sehr verdichteten Fachtexten eine besondere Herausforderung dar, der didaktisch mit dem Angebot von Lesestrategien begegnet werden kann. Die knappen Fachtexte müssen meist erst „gefüllt“ werden, die Schülerin oder der Schüler muss zum Verständnis Zeichnungen, Tabellen und Formeln den jeweiligen Textteilen zuordnen, vielleicht selbst Skizzen anfertigen, sich Prozesse visualisieren und mit Beispielen füllen. Weitere sprachliche fachspezifische Schwierigkeiten liegen z. B. in den Kollokationen, wie „eine Spannung anlegen“, „Kräfte wirken“, „eine Feder auslenken“. Neben sprachlichen Hilfestellungen kann explizite Spracharbeit im Unterricht dazu beitragen, dass fachliche Bedeutungen thematisiert, problematisiert und zunehmend besser verstanden werden. Sprachbildung dient daher auch dem besseren Verstehen physikalischer Konzepte und Begriffe.

1.2 Beitrag des Faches zu den Leitperspektiven

Wertebildung / Werteorientierung (W)

Im Physikunterricht lassen sich vielfältige Bezüge zur Leitperspektive Wertebildung / Werteorientierung herstellen. Der Wert des naturwissenschaftlichen Arbeitens mit seinen zukunftsweisenden Erkenntnissen für unsere moderne Gesellschaft wird von den Schülerinnen und Schülern in den Blick genommen. Die Schüler und Schülerinnen müssen vor dem Hintergrund von Werten und Normen die Relevanz naturwissenschaftlicher Entdeckungen und technische Entwicklungen für die Zukunft erkennen und ein Verständnis für die langfristigen Folgen eigener, politischer und gesellschaftlicher Entscheidungen entwickeln. Dabei ist es von besonderer Relevanz, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, dass Werte und Normen von Sachwissen systematisch zu trennen sind, um sie dann in Bewertungsprozessen aufeinander zu beziehen. Das Arbeiten in Forschungsgruppen der Physik erfolgt im Rahmen einer international kooperierenden Gemeinschaft, in der im Besonderen die Toleranz und die Offenheit gegenüber anderen Kulturen gefördert werden. Im Physikunterricht erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, ihre personalen Kompetenzen und damit ihre Teamfähigkeit auszubauen. Das gemeinsame Lösen experimenteller und theoretischer Probleme bietet hierfür einen Rahmen und ermöglicht die Arbeit an der eigenen Haltung zur Selbstdisziplin und Anstrengungsbereitschaft. Zudem bietet der Physikunterricht die Gelegenheit, geschlechterbezogene Stereotypisierungen bezüglich der Sichtweise auf das Fach Physik aufzulösen. Besonders wichtig ist es, die Bedeutung der Freiheit der Forschung und der Meinungsäußerung als Grundlage für naturwissenschaftliches Arbeiten hervorzuheben. Wissenschaftliche Erkenntnis beginnt oft als abweichende Meinung von Mehrheitsvorstellungen. Diese Meinungen zuzulassen, aber zugleich Kriterien zu definieren, wann und wie Meinungen erst zu Wissenschaft werden, ist ein wichtiger Teil der Wertevermittlung der für einen produktiven Diskurs wichtigen Toleranz.

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Der Physikunterricht stellt direkte Bezüge zu einem globalen Denken und nachhaltigen Handeln her. Einzelne Herausforderungen und Themenfelder, die beispielsweise in den Zielen für eine nachhaltige Entwicklung der UN beschrieben werden, sind konkrete Lerngegenstände im Fach Physik. „Maßnahmen zum Klimaschutz“ sowie „bezahlbare und saubere Energie“ sind zwei Ziele, die dabei im besonderen Fokus stehen. Der Physikunterricht kann zum Verständnis weiterer Nachhaltigkeitsziele (z. B. sauberes Wasser) beitragen, deren Umsetzung auf technologischen Grundlagen aufbaut. Er thematisiert globale Herausforderungen sowie Lösungsansätze und fördert die Bereitschaft zur aktiven Teilhabe am gesellschaftlichen Wandel. Den Schülerinnen und Schülern wird Gelegenheit gegeben, Themen mehrperspektivisch und kontrovers zu betrachten. So müssen nicht nur fachliche, sondern auch gesellschaftliche, ökonomische und politische Aspekte in die Auseinandersetzung einbezogen werden; und vor allem muss auch unser individuelles Handeln reflektiert werden. Diese Themen können nicht nur fachinhaltlich erarbeitet werden. Vielmehr müssen die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen berücksichtigt werden. Allerdings geht es nicht nur um das Bewusstsein um die weitreichenden Probleme, sondern auch um deren Lösungen. Im Bereich der Technik und der Ingenieurwissenschaften werden schon heute sowie auch in Zukunft Lösungsbeiträge für die mit dem Klimawandel zusammenhängenden großen Probleme erarbeitet. Diese mit den Schülerinnen und Schülern in den Blick zu nehmen, ist ebenso eine Aufgabe des Physikunterrichts.

Das Lernen über globale Themen und Herausforderungen hat einen wichtigen Stellenwert im Physikunterricht, da es Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit gibt, ihr Verständnis von

wissenschaftlichen Konzepten in einem größeren globalen Zusammenhang zu entwickeln und so die Relevanz von Physik in ihrem täglichen Leben und in der Welt um sie herum zu verstehen. Es kann auch helfen, Schülerinnen und Schüler eine globale Perspektive auf wissenschaftliche Fragestellungen zu vermitteln und sie zu motivieren, aktiv an Lösungen für globale Herausforderungen wie den Klimawandel oder die Energieversorgung mitzuwirken.

Im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung hat die Kultusministerkonferenz (KMK) zusammen mit dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) im Jahr 2016 einen Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung zusammengestellt. In diesem werden ab Seite 335 Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung identifiziert, die im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung von den Schülerinnen und Schülern entwickelt werden sollen. Der Erwerb dieser Kernkompetenzen findet im Fach Physik unter anderem auch im Rahmen der Kontexte statt, die der Leitperspektive BNE, aber ebenso der Leitperspektive Werte zugeordnet sind. Die Kernkompetenzen des Lernbereichs globale Entwicklung gliedern sich in Kompetenzen der Bereiche Erkennen, Bewerten und Handeln und werden auf die fachlichen Kompetenzen der KMK-Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss bezogen.

Der Klimawandel beeinflusst das Leben der Schülerinnen und Schüler in der Gegenwart und in der Zukunft. Die heutigen Schülergenerationen haben einen Anspruch darauf, durch Schule und Unterricht mit verlässlichen Informationen hierzu vorbereitet zu werden. Der Physikunterricht kann dabei besonders gut die physikalischen Grundlagen des Treibhauseffektes vermitteln. Hier sollte deutlich werden, dass der Treibhauseffekt ein natürlicher Effekt ist, der durch anthropogene Effekte aber verstärkt wird. Diese Erkenntnis beruht auf experimentell bestätigten Modellen und wird mittlerweile von einer überragenden Mehrheit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern geteilt. Bestandteile des Klimasystems der Erde (sogenannte Kippelemente) können eventuell unumkehrbare Reaktionen zeigen, die nicht allein durch Rückkopplungsprozesse beschrieben werden und die sich entgegen unseren Alltagserfahrungen mit vielen Naturphänomenen nicht linear verhalten können. Systemdynamiken können daher aus einem Gleichgewicht geraten, sodass sich ein neues Gleichgewicht einstellt. Schülerinnen und Schüler sollten daher im Kontext Klimawandel mit Beispielen bekannt gemacht werden, die sie beim Verstehen nichtlinearen Systemverhaltens unterstützen. Physikunterricht kann auch dazu beitragen, die Folgen des Klimawandels für Mensch und Gesellschaft besser zu verstehen. Dies umfasst z. B. die physikalisch-technischen Aspekte des Themas Energiewende oder auch Möglichkeiten und Grenzen einer klimafreundlichen eigenen Lebensführung.

Leben und Lernen in einer digital geprägten Welt (D)

Der Erwerb physikalischer Fachkompetenz bietet vielfältige Möglichkeiten, Schülerinnen und Schüler auf ein Leben in einer digital geprägten Welt vorzubereiten. So ist der Einsatz von digitalen Werkzeugen, Programmen und unterschiedlich komplexer Software heute in nahezu allen Berufen, im Handwerk sowie in akademischen Berufen, unabdingbar geworden. Das Erlernen von Flexibilität im Umgang mit und die Anpassungsfähigkeit an immer neue digitale Anwendungen müssen als grundsätzliche Fähigkeit erlernt werden. Dazu bietet sich der Physikunterricht aufgrund der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten besonders an. Der Einsatz digitaler Technologien zur Erkenntnisgewinnung sowie digitaler Medien zur Recherche und kritischen Bewertung von Informationen sind bereits ein etablierter Bestandteil des Physikunterrichts. Mit dem digitalen Wandel kommen neue Anforderungen und Wege der Kooperation sowie Gestaltung von Lernergebnissen hinzu. Der Physikunterricht integriert dafür Wege für einen Kompetenzerwerb, wie ihn die Kultusministerkonferenz mit der Strategie zur „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK, 2016) darstellt.

1.3 Sprachbildung als Querschnittsaufgabe

Für die Umsetzung der Querschnittsaufgabe Sprachbildung im Rahmen des Fachunterrichts sind die im allgemeinen Teil des Bildungsplans niedergelegten Grundsätze relevant. Die Darstellung und Erläuterung fachbezogener sprachlicher Kompetenzen erfolgt in der Kompetenzmatrix Sprachbildung. Innerhalb der Kerncurricula werden die zentralen sprachlichen Kompetenzen durch Verweise einzelnen Themen- bzw. Inhaltsbereichen zugeordnet, um die Planung eines sprachsensiblen Fachunterrichts zu unterstützen.

2 Kompetenzen und Inhalte im Fach Physik

2.1 Überfachliche Kompetenzen

Überfachliche Kompetenzen bilden die Grundlage für erfolgreiche Lernentwicklungen und den Erwerb fachlicher Kompetenzen. Sie sind fächerübergreifend relevant und bei der Bewältigung unterschiedlicher Anforderungen und Probleme von zentraler Bedeutung. Die Vermittlung überfachlicher Kompetenzen ist somit die gemeinsame Aufgabe und gemeinsames Ziel aller Unterrichtsfächer sowie des gesamten Schullebens. Die überfachlichen Kompetenzen lassen sich vier Bereichen zuordnen:

- **Personale Kompetenzen** umfassen Einstellungen und Haltungen sich selbst gegenüber. Die Schülerinnen und Schüler sollen Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und die Wirksamkeit des eigenen Handelns entwickeln. Sie sollen lernen, die eigenen Fähigkeiten realistisch einzuschätzen, ihr Verhalten zu reflektieren und mit Kritik angemessen umzugehen. Ebenso sollen sie lernen, eigene Meinungen zu vertreten und Entscheidungen zu treffen.
- **Motivationale Einstellungen** beschreiben die Fähigkeit und Bereitschaft, sich für Dinge einzusetzen und zu engagieren. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Initiative zu zeigen und ausdauernd und konzentriert zu arbeiten. Dabei sollen sie Interessen entwickeln und die Erfahrung machen, dass sich Ziele durch Anstrengung erreichen lassen.
- **Lernmethodische Kompetenzen** bilden die Grundlage für einen bewussten Erwerb von Wissen und Kompetenzen und damit für ein zielgerichtetes, selbstgesteuertes Lernen. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Lernstrategien effektiv einzusetzen und Medien sinnvoll zu nutzen. Sie sollen die Fähigkeit entwickeln, unterschiedliche Arten von Problemen in angemessener Weise zu lösen.
- **Soziale Kompetenzen** sind erforderlich, um mit anderen Menschen angemessen umgehen und zusammenarbeiten zu können. Dazu zählen die Fähigkeiten, erfolgreich zu kooperieren, sich in Konflikten konstruktiv zu verhalten sowie Toleranz, Empathie und Respekt gegenüber anderen zu zeigen.

Die in der nachfolgenden Tabelle genannten überfachlichen Kompetenzen sind jahrgangsübergreifend zu verstehen, d. h., sie werden anders als die fachlichen Kompetenzen in den Rahmenplänen nicht für unterschiedliche Jahrgangsstufen differenziert ausgewiesen. Die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler in den beschriebenen Bereichen wird von den Lehrkräften kontinuierlich begleitet und gefördert. Die überfachlichen Kompetenzen sind bei der Erarbeitung des schulinternen Curriculums zu berücksichtigen.

Struktur überfachlicher Kompetenzen	
Personale Kompetenzen (Die Schülerin, der Schüler ...)	Lernmethodische Kompetenzen (Die Schülerin, der Schüler ...)
Selbstwirksamkeit ... hat Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und glaubt an die Wirksamkeit des eigenen Handelns.	Lernstrategien ... geht beim Lernen strukturiert und systematisch vor, plant und organisiert eigene Arbeitsprozesse.
Selbstbehauptung ... entwickelt eine eigene Meinung, trifft eigene Entscheidungen und vertritt diese gegenüber anderen.	Problemlösefähigkeit ... kennt und nutzt unterschiedliche Wege, um Probleme zu lösen.
Selbstreflexion ... schätzt eigene Fähigkeiten realistisch ein und nutzt eigene Potenziale.	Medienkompetenz ... kann Informationen sammeln, aufbereiten, bewerten und präsentieren.
Motivationale Einstellungen (Die Schülerin, der Schüler ...)	Soziale Kompetenzen (Die Schülerin, der Schüler ...)
Engagement ... setzt sich für Dinge ein, die ihr/ihm wichtig sind, zeigt Einsatz und Initiative.	Kooperationsfähigkeit ... arbeitet gut mit anderen zusammen, übernimmt Aufgaben und Verantwortung in Gruppen.
Lernmotivation ... ist motiviert, Neues zu lernen und Dinge zu verstehen, strengt sich an, um sich zu verbessern.	Konstruktiver Umgang mit Konflikten ... verhält sich in Konflikten angemessen, versteht die Sichtweisen anderer und geht darauf ein.
Ausdauer ... arbeitet ausdauernd und konzentriert, gibt auch bei Schwierigkeiten nicht auf.	Konstruktiver Umgang mit Vielfalt ... zeigt Toleranz und Respekt gegenüber anderen und geht angemessen mit Widersprüchen um.

2.2 Fachliche Kompetenzen

Mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses verfügen die Schülerinnen und Schüler über naturwissenschaftliche Kompetenzen im Allgemeinen sowie physikalische Kompetenzen im Besonderen. Die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und Inhalte bilden unter anderem die Grundlage für die unterrichtliche Arbeit in der Sekundarstufe II.

Das den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss zugrunde liegende Modell der naturwissenschaftlichen Kompetenz umfasst die vier Kompetenzbereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz:

Die Sachkompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Begriffe, Konzepte, Gesetzmäßigkeiten, Theorien und Verfahren, verbunden mit der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären, sachgerecht zu nutzen sowie auf fach- und alltagsbezogene Sachverhalte zu übertragen.

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis grundlegender naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen, verbunden mit der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären, für Erkenntnisprozesse systematisch zu nutzen sowie deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Die Kommunikationskompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache und fachtypischen Darstellungen verbunden mit der Fähigkeit, daraus fachbezogene Informationen zu erschließen, diese adressaten- und situationsgerecht aufzubereiten und argumentativ auszutauschen.

Die Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren, verbunden mit der Fähigkeit, Handlungsoptionen anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, um Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen, die Folgen abzuschätzen und Entscheidungsprozesse zu reflektieren.

Diese vier Kompetenzbereiche durchdringen einander und bilden gemeinsam die physikalische Fachkompetenz. Kompetenzen zeigen sich in der Verbindung von Kenntnissen und Fähigkeiten in den jeweiligen Kompetenzbereichen und sind nur im Umgang mit Inhalten zu erwerben. Die Kompetenzbereiche sind in Teilkompetenzbereiche untergliedert. Sie werden in Form von Mindeststandards präzisiert, die von Schülerinnen und Schülern bis zum Erreichen des Mittleren Schulabschlusses zu erwerben sind.

Kompetenzen werden durch die Auseinandersetzung mit Inhalten erworben. Verbindliche Inhalte sind im Kapitel 2.3 aufgeführt.

Digitale Kompetenzen

Die zunehmende Digitalisierung führt zu gesellschaftlichen Veränderungen, die viele Lebens- und Arbeitsbereiche betreffen. Dies führt zu veränderten Anforderungen an naturwissenschaftliche Kompetenz. Daher beschreiben die Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern Möglichkeiten, wie die Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge Bildungsprozesse in den Naturwissenschaften unterstützen kann. Kompetenzen des fachlichen Umgangs mit digitalen Medien und Werkzeugen sind ebenfalls integraler Bestandteil der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern.

Im Rahmen der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ wurden ebenfalls Kompetenzbereiche und Kompetenzen definiert, die in die nachfolgenden fachlichen Kompetenzen inte-

griert werden, indem sie in Klammern mit ihrer jeweiligen Nummer aus dem KMK-Strategiepapier hinter den jeweiligen fachlichen Kompetenzen aufgeführt werden. Folgende Kompetenzen aus der KMK-Strategie Bildung in der digitalen Welt wurden zugeordnet:

1. Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren

1.1. Suchen und Filtern

- 1.1.1. Arbeits- und Suchinteressen klären und festlegen
- 1.1.3. In verschiedenen digitalen Umgebungen suchen
- 1.1.4. Relevante Quellen identifizieren und zusammenführen

1.2. Auswerten und Bewerten

- 1.2.1. Informationen und Daten analysieren, interpretieren und kritisch bewerten
- 1.2.2. Informationsquellen analysieren und kritisch bewerten

1.3. Speichern und Abrufen

- 1.3.2. Informationen und Daten zusammenfassen, organisieren und strukturiert aufbewahren

2. Kommunizieren und Kooperieren

2.1. Interagieren

- 2.1.1. Mithilfe verschiedener digitaler Kommunikationsmöglichkeiten kommunizieren
- 2.1.2. Digitale Kommunikationsmöglichkeiten zielgerichtet und situationsgerecht auswählen

2.2. Teilen

- 2.2.1. Dateien, Informationen und Links teilen
- 2.2.2. Referenzierungspraxis beherrschen (Quellenangaben)

2.3. Zusammenarbeiten

- 2.3.1. Digitale Werkzeuge für die Zusammenarbeit bei der Zusammenführung von Informationen, Daten und Ressourcen nutzen
- 2.3.2. Digitale Werkzeuge bei der gemeinsamen Erarbeitung von Dokumenten nutzen

3. Produzieren und Präsentieren

3.1. Entwickeln und Produzieren

- 3.1.1. Mehrere technische Bearbeitungswerkzeuge kennen und anwenden
- 3.1.2. Eine Produktion planen und in verschiedenen Formaten gestalten, präsentieren, veröffentlichen oder teilen

3.2. Weiterverarbeiten und Integrieren

- 3.2.1. Inhalte in verschiedenen Formaten bearbeiten, zusammenführen, präsentieren und veröffentlichen oder teilen
- 3.2.2. Informationen, Inhalte und vorhandene digitale Produkte weiterverarbeiten und in bestehendes Wissen integrieren

3.3. Rechtliche Vorgaben beachten

- 3.3.1. Bedeutung von Urheberrecht und geistigem Eigentum kennen
- 3.3.2. Urheber- und Nutzungsrechte (Lizenzen) bei eigenen und fremden Werken berücksichtigen

4. Schützen und sicher Agieren

4.1. Sicher in digitalen Umgebungen agieren

- 4.1.1. Risiken und Gefahren in digitalen Umgebungen kennen, reflektieren und berücksichtigen

4.4. Natur und Umwelt schützen

- 4.4.1. Umweltauswirkungen digitaler Technologien berücksichtigen

5. Problemlösen und Handeln

5.1. Technische Probleme lösen

- 5.1.1. Anforderungen an digitale Umgebungen formulieren
- 5.1.2. Technische Probleme identifizieren
- 5.1.3. Bedarfe für Lösungen ermitteln und Lösungen finden bzw. Lösungsstrategien entwickeln

5.2. Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen

- 5.2.1. Eine Vielzahl von digitalen Werkzeugen kennen und kreativ anwenden
- 5.2.2. Anforderungen an digitale Werkzeuge formulieren
- 5.2.3. Passende Werkzeuge zur Lösung identifizieren
- 5.2.4. Digitale Umgebungen und Werkzeuge zum persönlichen Gebrauch anpassen

5.3. Eigene Defizite ermitteln und nach Lösungen suchen

- 5.3.1. Eigene Defizite bei der Nutzung digitaler Werkzeuge erkennen und Strategien zur Beseitigung entwickeln
- 5.3.2. Eigene Strategien zur Problemlösung mit anderen teilen

5.4. Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen

- 5.4.1. Effektive digitale Lernmöglichkeiten finden, bewerten und nutzen
- 5.4.2. Persönliches System von vernetzten digitalen Lernressourcen selbst organisieren können

5.5. Algorithmen erkennen und formulieren

- 5.5.1. Funktionsweisen und grundlegende Prinzipien der digitalen Welt kennen und verstehen
- 5.5.2. Algorithmische Strukturen in genutzten digitalen Tools erkennen und formulieren
- 5.5.3. Eine strukturierte, algorithmische Sequenz zur Lösung eines Problems planen und verwenden

6. Analysieren und Reflektieren

6.1. Medien analysieren und bewerten

- 6.1.1. Gestaltungsmittel von digitalen Medienangeboten kennen und bewerten
- 6.1.2. Interessengeleitete Setzung, Verbreitung und Dominanz von Themen in digitalen Umgebungen erkennen und beurteilen
- 6.1.3. Wirkungen von Medien in der digitalen Welt analysieren und konstruktiv damit umgehen

6.2. Medien in der digitalen Welt verstehen und reflektieren

- 6.2.1. Vielfalt der digitalen Medienlandschaft kennen
- 6.2.5. Die Bedeutung von digitalen Medien für die politische Meinungsbildung und Entscheidungsfindung kennen und nutzen
- 6.2.6. Potenziale der Digitalisierung im Sinne sozialer Integration und sozialer Teilhabe erkennen, analysieren und reflektieren

Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Physik

Im Folgenden werden die einzelnen Kompetenzbereiche näher beschrieben und die entsprechenden Standards dargestellt¹. Auf welchem Niveau die Standards erreicht werden sollen (z. B. angeleitetes oder selbstständiges Arbeiten, einfache oder komplexe Fragestellungen oder Sachverhalte, Alltags- oder Fachsprache etc.), hängt im Wesentlichen von den Problemstellungen ab, auf welche die Standards angewendet werden.

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 theoriebasierte Interpretation 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 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 modellhafte Beschreibung von Phänomenen ebenso wie die qualitative und quantitative Auswertung von Messergebnissen, auch anhand eines Vergleichs der experimentellen Ergebnisse mit den theoretischen Vorhersagen. Ein angemessener Grad der Mathematisierung ist hierbei zu berücksichtigen. Dies bedeutet insbesondere, dass der Grad der Mathematisierung nicht über die Bildungsstandards der Mathematik für den Mittleren Schulabschluss hinausgeht.

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

¹ Die Verben in den Standards beschreiben zu erwerbende Kompetenzen. Sie sind somit nicht gleichzusetzen mit Operatoren in Aufgaben, stehen aber nicht im Widerspruch zu diesen.

S1: Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- S1.1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle (1.1., 1.2.);
- S1.2 beschreiben einfache Modelle, deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten sowie deren Grenzen (1.2.).

S2: Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- S2.1 bauen einfache Versuchsanordnungen, auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen, nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen (2.3., 3.1., 3.2., 5.1., 5.2., 5.4, 5.3);
- S2.2 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus (5.3.);
- S2.3 wenden bekannte Auswerteverfahren auf Messergebnisse an (5.3);
- S2.4 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Fragestellungen und Probleme an (3.2., 5.5.).

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 erläutern und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können sowie deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Physikalische Erkenntnisgewinnung ist zum einen bestimmt durch die theoretische Beschreibung der Natur, die mit der Bildung von Fachbegriffen und Modellen einhergeht. Modelle sind dabei als Gegenstände, Fachkonzepte (gedankliche Strukturen) oder theoretische Konstrukte zu verstehen, die für einen bestimmten Zweck geschaffen oder verwendet werden, wobei Analogien zwischen bestimmten Elementen des Modells und Elementen der Realität bestehen (z. B. Funktionsmodelle, Denkmodelle, mathematische Gleichungen und Zusammenhänge, Diagramme oder Simulationen). Zum anderen sind empirische Methoden, vor allem das Experimentieren, mit denen Gültigkeit und Relevanz der theoretischen Beschreibung abgesichert werden, grundlegend für physikalische Erkenntnisgewinnung.

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

- exploratives Experimentieren
- Formulierung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen,
- Aufstellung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung bzw. Stützung der Hypothesen sowie zur Beantwortung der Fragestellungen.

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

Durchführen eines erlernten Verfahrens oder einer bekannten Methode ohne die Einbettung in den Prozess der Erkenntnisgewinnung als Ganzes ist in den Bildungsstandards der Sachkompetenz zugeordnet.

E1: Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und theoretischen Überlegungen bilden

Die Schülerinnen und Schüler ...

- E1.1 beobachten und beschreiben physikalische Phänomene oder Sachverhalte;
- E1.2 explorieren die Umstände und Praktiken, unter denen ein physikalisches Phänomen erscheint und verstärkt wird.
- E1.3 identifizieren und formulieren Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten;
- E1.4 stellen Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

E2: Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- E2.1 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung physikalischer Fragestellungen, auch mithilfe digitaler Messwerterfassung und -auswertung (3.1.);
- E2.2 entwickeln einfache geeignete Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen), auch mithilfe digitaler Werkzeuge, wobei sie Hypothesen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen (5.1., 5.2., 5.4., 5.5.).

E3: Ergebnisse interpretieren und Erkenntnisprozesse reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- E3.1 werten in Experimenten gewonnene oder recherchierte Daten auch mithilfe von digitalen Hilfsmitteln aus, identifizieren Zusammenhänge und erklären diese mithilfe bekannter Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen) (1.1., 1.2., 1.3.);
- E3.2 differenzieren zwischen Beobachtung und Interpretation experimentell gewonnener Daten;
- E3.3 interpretieren Messergebnisse unter Berücksichtigung von Messunsicherheiten und beschreiben Möglichkeiten zur Verbesserung des Messprozesses (5.3.);
- E3.4 beurteilen die Eignung von Verfahren und Modellen für die Lösung von einfachen physikalischen Problemen;
- E3.5 übertragen gewonnene Erkenntnisse auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Anwendbarkeit.

Kommunikationskompetenz

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

Schule genutzte physikalische Fachsprache beinhaltet dabei nicht nur das physikalische Fachvokabular, das sich dabei aus etablierten Satzstrukturen, Fachbegriffen, Symbolen und standardisierten Einheiten zusammensetzt, sondern unter anderem auch physiktypische Satzmuster, fachspezifische Phrasen und Kollokationen bis hin zum Wissen über Diskurspraktiken und Textsorten. Für gesellschaftliche Diskussionen sind vor allem die physiktypische Nutzung bestimmter Arten von Abbildungen, Diagrammen und Symbolen, die Betonung logischer Verknüpfungen sowie der Wechsel zwischen situationsspezifischen und verallgemeinerten Aussagen und mehreren Darstellungsformen relevant.

Grundlegend für eine hohe Kommunikationskompetenz im Fach Physik sind die sinnvolle Auswahl von Quellen und die Entnahme der nötigen Informationen sowie die überzeugende Präsentation und die reflektierte Beteiligung an Diskussionen. Die sprachliche sowie die mathematische Darstellung von Zusammenhängen und Lösungswegen sind dagegen Ausdruck von Sach- bzw. Erkenntnisgewinnungskompetenz, die Berücksichtigung von überfachlichen Aspekten für die Meinungsbildung und die Entscheidungsfindung sind der Bewertungskompetenz zugeordnet.

K1: Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- K1.1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus (1.1., 1.2., 1.3.);
- K1.2 differenzieren zwischen fiktiven Aussagen und auf empirischer Evidenz beruhendem naturwissenschaftlichem Wissen (1.1., 1.2., 4.1., 6.1., 6.2.);
- K1.3 prüfen Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt und schätzen deren Vertrauenswürdigkeit ein (1.2.);
- K1.4 unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen;
- K1.5 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Alltags- oder Fachsprache wieder.

K2: Informationen aufbereiten

Die Schülerinnen und Schüler ...

- K2.1 formulieren unter Verwendung von Alltags- oder Fachsprache der Sachlogik angemessen (z. B. chronologisch und kausal korrekt) strukturiert;
- K2.2 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus;
- K2.3 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge (2.2., 2.3.);
- K2.4 prüfen die Urheberschaft, dokumentieren verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate (2.2., 1.1.).

K3: Informationen austauschen und diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- K3.1 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien (1.3., 3.1, 3.2., 3.3.);
- K3.2 tauschen sich mit anderen über physikalische Sachverhalte aus, vertreten den eigenen Standpunkt mithilfe fachlicher Argumente, reflektieren ihn und korrigieren diesen gegebenenfalls (2.1., 2.2., 2.3.).

Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von einfachen fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren sowie in der Fähigkeit, diese in bekannten alltagsnahen Situationen (wie z. B. der Nutzung von Energie im Haushalt oder Sicherheitsaspekte im Alltag) zu nutzen, um Aussagen anhand vorgegebener oder selbst entwickelter Kriterien zu beurteilen und sich dazu begründet eine eigene Meinung zu bilden. Im Zentrum des Bewertungsprozesses stehen das Entwickeln und das Reflektieren einfacher geeigneter Kriterien als Grundlage für eine Entscheidung oder eine Meinungsbildung bei bekannten alltagsnahen Situationen.

Um selbstbestimmt an gesellschaftlichen Meinungsbildungsprozessen teilhaben zu können, wenden die Schülerinnen und Schüler ein Bewertungsverfahren (hier das WAAGE+R-Modell) an. Dieses umfasst in den Naturwissenschaften typischerweise die folgenden Schritte:

- Wahrnehmen,
- Analysieren,
- Argumentieren,
- Gewichten,
- Entscheiden,
- Reflektieren.

Die Schülerinnen und Schüler formulieren zu alltagsnahen oder gesellschaftlichen Fragestellungen mit fachlichem Bezug kriteriengeleitet einen eigenen Standpunkt und treffen sachgerechte Entscheidungen. Dazu tragen sie angeleitet 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 physikalischer 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.

B1: Sachverhalte und Informationen kriteriengeleitet beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- B1.1 prüfen eine vorgegebene Argumentation hinsichtlich Schlüssigkeit und überzeugender Argumentation;
- B1.2 formulieren relevante Kriterien für den Bewertungsprozess;
- B1.3 beurteilen anhand vorgegebener Kriterien Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (4.4., 6.1.).

B2: Kriteriengeleitet Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- B2.1 bilden sich reflektiert und rational in überfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil (1.1., 1.2., 4.1., 6.1., 6.2.);
- B2.2 treffen begründete Entscheidungen unter Berücksichtigung fachlicher und überfachlicher Kriterien.

B3: Entscheidungen und deren Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- B3.1 reflektieren Entscheidungen unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklung unter fachlichen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten und formulieren einfache Handlungsoptionen (1.1., 1.2., 4.4., 6.1., 6.2.);
- B3.2 benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen.

Kompetenztabelle

Mindestanforderungen Übergang der Studienstufe (Ende Klasse 10)	
Sachkompetenzen	
Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das einfache Atommodell (Kern-Hülle-Modell) • beschreiben die abstoßende und anziehende Wirkung der zwei Arten elektrischer Ladung • beschreiben Elektronen als negativ geladene Teilchen • beschreiben die Kraftwirkungen von Ladungen aufeinander und den Ladungsausgleich • ordnen dem elektrischen Druckunterschied die Kenngröße „Spannung“ zu und verwenden die Einheit Volt • beschreiben elektrischen Strom als durch den elektrischen Druckunterschied hervorgerufene gerichtete Elektronenströmung • ordnen dem elektrischen Strom die Größe „Stromstärke“ zu und verwenden die Einheit Ampere • beschreiben unterschiedliche Wirkungen von elektrischem Strom • beschreiben Gefahrenquellen von elektrischem Strom und Schutzmaßnahmen • bauen einfache Stromkreise auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf • lesen und zeichnen einfache Schaltpläne • erläutern Phänomene im Stromkreis als System mithilfe des Elektronengasmodells • beschreiben den qualitativen Wirkungszusammenhang zwischen elektrischem Druckunterschied, elektrischem Widerstand und Elektronenströmung • beschreiben den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Ladung: $I = Q/t$ – und wenden ihn rechnerisch an • unterscheiden Energietransport und Ladungstransport • wenden bekannte Auswerteverfahren auf im elektrischen Stromkreis gewonnene Messergebnisse an, z. B. durch Erstellung eines Diagramms • beschreiben Induktionserscheinungen • bauen einfache Versuchsanordnungen zur Untersuchung von Induktionserscheinungen auf • beschreiben die Kraftwirkungen von Ladungen aufeinander und den Ladungsausgleich • wenden die Definition des Ohm'schen Widerstands, auch quantitativ, an • unterscheiden Reihen- und Parallelschaltung • führen Experimente, z. B. Kennlinienaufnahmen, nach Anleitung durch und protokollieren ihre Beobachtungen • beschreiben verschiedene Arten magnetischer Felder sowie deren Darstellung durch Feldlinienbilder • beschreiben das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule • erläutern den Einfluss von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren der Spule auf deren Magnetfeld • wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Fragestellungen und Probleme im elektrischen Stromkreis an, z. B. die Ausgleichsgerade bei der Ermittlung des Ohm'schen Widerstands

Mindestanforderungen Übergang der Studienstufe (Ende Klasse 10)	
Sachkompetenzen	
Bewegung und Kraft	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Geschwindigkeit als zusammengesetzte Größe aus Tempo (Betrag) und Bewegungsrichtung • unterscheiden gleichförmige und beschleunigte Bewegungen • stellen Bewegungen im t-v-Diagramm dar • verwenden das Newton als Einheit der Kraft und Kilogramm als Einheit der Masse • beschreiben Bewegungsänderungen (Tempo- und Richtungsänderung) als eine Wirkung, Verformung als eine weitere Wirkung von Kräften • beschreiben Geschwindigkeit als zusammengesetzte Größe aus Tempo (Betrag) und Bewegungsrichtung auch mittels Pfeildarstellung • führen Experimente nach Anleitung zur Zusatzgeschwindigkeit Δv als Folge einer Einwirkung durch und protokollieren ihre Beobachtungen • stellen Bewegungen im t-v-Diagramm und t-s-Diagramm dar • geben die Definition der Geschwindigkeit als Quotient aus Weg und Zeit wieder und wenden sie rechnerisch an • beschreiben Beschleunigung als Veränderung der Geschwindigkeit (Richtung und/oder Tempo) • erläutern den Begriff „freier Fall“ • erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus, z. B. bei der Videoanalyse zu Bewegungsabläufen • unterscheiden Masse und Gewichtskraft (auch quantitativ) • erläutern das newtonsche Gesetz in der Kraftstoßformulierung • nutzen Vektordiagramme zur Veranschaulichung der Zusatzgeschwindigkeit • beschreiben den Zusammenhang zwischen dem Trägheitsprinzip und der Reibungskraft als bewegungshemmende Kraft in Alltagssituationen, • stellen die Bewegungsgleichungen der gleichmäßig beschleunigten Bewegung dar und wenden sie auf physikalische Fragestellungen und Probleme an, • wenden bekannte mathematische Verfahren, auch unter Einbeziehung digitaler Hilfsmittel, auf physikalische Fragestellungen und Probleme an, z. B. die Ausgleichsgerade bei der Untersuchung der gleichförmigen geradlinigen Bewegung • beschreiben den Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung • beschreiben das Prinzip der ungestörten Überlagerung und wenden es auf physikalische Fragestellungen und Probleme an • bauen einfache Versuchsanordnungen, auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen, nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen, z. B. beim waagerechten oder senkrechten Wurf, bei der Impulserhaltung und bei der Kreisbewegung • wenden bekannte Auswerteverfahren auf Messergebnisse an, z. B. beim waagerechten oder senkrechten Wurf und bei der Kreisbewegung • beschreiben die gleichmäßige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung • unterscheiden die Begriffe Zentripetalkraft und Zentrifugalkraft • beschreiben harmonische Schwingungen mit den Begriffen „Schwingungsebene“, „Auslenkung“, „Amplitude“, „Periodendauer“ und „Kreisfrequenz“ • wenden bekannte mathematische Verfahren wie die Funktionsgleichung der zeitabhängigen harmonischen Schwingung zu Lösung von Problemen an • beschreiben den Zusammenhang zwischen Frequenz und Periodendauer bei der harmonischen Schwingung auch quantitativ • bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen, z. B. zur Schwingung eines Federpendels

Mindestanforderungen Übergang der Studienstufe (Ende Klasse 10)	
Sachkompetenzen	
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben verschiedene Energieformen: Bewegungsenergie, Lageenergie, elektrische Energie, thermische Energie und Strahlungsenergie • bauen einfache Versuchsanordnungen zur Energieübertragung und Energieentwertung nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen • beschreiben die Umwandlung von Energie • benennen regenerative Energiequellen und erläutern an einzelnen Beispielen die Energieumwandlung, z. B. bei Windrad, Solarthermie, Biomasse, Wärmepumpen (Luft-Wasser) • beschreiben energiesparende Maßnahmen (Dämmung, Energieeffizienz, Wirkungsgrad) • beschreiben das Prinzip der Energieentwertung bei irreversiblen Prozessen einerseits und Energie als Erhaltungsgröße andererseits • beschreiben mechanische Energieformen und Energieumwandlungen (halbqualitativ), z. B. mit dem Kontomodell • erklären die verschiedenen Arten des Wärmetransports im Teilchenmodell • wenden bekannte Auswerteverfahren auf Messergebnisse an, z. B. zur Ermittlung der Energiebedarfe von elektrischen Geräten • beschreiben den Zusammenhang zwischen Leistung, Energie und Zeit, auch quantitativ • nutzen Energie als zentrale Bilanzierungsgröße bei Energieumwandlungsprozessen, auch quantitativ • beschreiben Möglichkeiten der Speicherung von Energie • beschreiben die Umwandlung von Energie auch mithilfe von Energieflussdiagrammen • beschreiben Energie als Grundgröße in verschiedenen Systemen • beschreiben verschiedene Energieformen: auch Spannenergie, auch quantitativ • beschreiben die Energieumwandlungen bei der mechanischen Schwingung (auch quantitativ) • beschreiben den Wirkungsgrad als Maß für Energieentwertung, • beschreiben Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung und damit verbundene Herausforderungen
Materie	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau der Atomkerne • beschreiben α-, β- und γ-Strahlung • „modellieren“ Kernzerfallsprozesse durch Analogieexperimente (Springblöb, Würfel, Bierschaum etc.) • beschreiben Möglichkeiten der medizinischen Nutzung ionisierender Strahlung und des Strahlenschutzes • beschreiben die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Kernkraftwerken und die Problematik der Endlagerung • beschreiben den Unterschied zwischen stabilen und instabilen Isotopen • bauen einfache Versuchsanordnungen zur Untersuchung ionisierender Strahlung auch unter Verwendung von digitalen Messwertfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen • unterscheiden Kernspaltung und Kernfusion • beschreiben die Bedeutung der Begriffe Halbwertszeit, Zählrate und Aktivität • beschreiben die biologische Wirkung ionisierender Strahlung • beschreiben Kernumwandlungsprozesse (Spontanzerfall, Kernfusion, Kernspaltung) und die damit verbundenen Möglichkeiten der Energieerzeugung • erklären den Unterschied zwischen stabilen und instabilen Isotopen im Zusammenhang mit Kernkräften und Coulombkräften

Mindestanforderungen Übergang der Studienstufe (Ende Klasse 10)	
Sachkompetenzen	
Klima	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden verschiedene Arten des Wärmetransports • beschreiben die Temperatur als Maß für die Bewegungsenergie der Teilchen und den Zustand beim absoluten Nullpunkt der Temperatur (0 Kelvin) als absolute Ruhe • erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus, z. B. zur Untersuchung von Temperaturkurven • beschreiben das elektromagnetische Spektrum (Wärmestrahlung, optische Strahlung, Mobilfunkstrahlung, Röntgenstrahlung) • beschreiben Wechselwirkungen von Strahlung und Materie (Transmission, Absorption, Emission, Reflexion, Streuung), insbesondere von CO₂ und Wärmestrahlung in der Atmosphäre • erläutern das Prinzip des Treibhauseffektes • unterscheiden den natürlichen und den anthropogenen Treibhauseffekt • erläutern Absorptions- und Emissionsprozesse im Gleichgewichtshaushalt der Erde • erläutern Rückkopplungsprozesse und thermische Gleichgewichtseinstellungen im Kontext des Weltklimas • beschreiben Einsatzmöglichkeiten der Wärmebildkamera • bauen einfache Versuchsanordnungen, z. B. bei Experimenten zur Wärmestrahlung und zur Durchlässigkeit verschiedener Materialien für verschiedene Strahlungsarten (IR, sichtbares Licht) auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen (z. B. Wärmebildkameras) nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen • erklären Gleichgewichtsprozesse im Strahlungshaushalt der Erde, auch mithilfe des Stefan-Boltzmann-Gesetzes • erläutern das Konzept des Strahlungsantriebs • benennen mögliche Kippelemente und Folgen für das Weltklima
NOS	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben naturwissenschaftliche Experimentalstrategien • Unterscheiden unterschiedliche Arten von Wissen in den Naturwissenschaften (Gesetz, Modell und Theorie) sowie deskriptive und explanative Aussagen • Beschreiben die Grundprinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung • Beschreiben Verfahren der kritischen Selbstüberprüfungen in der Physik (z. B. Peer-Review) und die Rolle von Fachexpertise zur Bewertung von Glaubwürdigkeit

Mindestanforderungen Übergang der Studienstufe (Ende Klasse 10)	
Erkenntnisgewinnungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • beobachten und beschreiben physikalische Phänomene oder Sachverhalte • explorieren die Umstände und Praktiken, unter denen ein physikalisches Phänomen erscheint und verstärkt wird • identifizieren und formulieren Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten; • stellen Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf • planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung physikalischer Fragestellungen, auch mithilfe digitaler Messwerterfassung und -auswertung; • wählen passende Darstellungsformen für die grafische Auswertung • entwickeln geeignete Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen), auch mithilfe digitaler Werkzeuge, wobei sie Hypothesen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen • werten in Experimenten gewonnene oder recherchierte Daten auch mithilfe von digitalen Hilfsmitteln aus, identifizieren Zusammenhänge und erklären diese mithilfe bekannter Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen) • differenzieren zwischen Beobachtung und Interpretation experimentell gewonnener Daten • berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses • setzen sich mit der Relevanz von Modellen und Theorien auseinander und diskutieren über eine mögliche Bedeutung dieser im Prozess der Erkenntnisgewinnung • beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen • modellieren mit digitalen Hilfsmitteln • übertragen gewonnene Erkenntnisse auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Anwendbarkeit
Kommunikationskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus • differenzieren zwischen fiktiven Aussagen und auf empirischer Evidenz beruhendem naturwissenschaftlichem Wissen • prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt) • unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen • entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Alltags- oder Fachsprache wieder • formulieren unter Verwendung von Alltags- oder Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert • wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus; • veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge • prüfen die Urheberschaft, dokumentieren verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate • präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien • tauschen sich mit anderen über physikalische Sachverhalte aus, vertreten den eigenen Standpunkt mithilfe fachlicher Argumente, reflektieren ihn und korrigieren diesen gegebenenfalls
Bewertungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • prüfen eine vorgegebene Argumentation hinsichtlich Schlüssigkeit und überzeugender Argumentation; • formulieren relevante Kriterien für den Bewertungsprozess • beurteilen nach vorgegebenen Kriterien Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz • bilden sich rational begründet in bekannten überfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil • treffen begründete Entscheidungen unter Berücksichtigung fachlicher und überfachlicher Kriterien • reflektieren Entscheidungen unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklung unter fachlichen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten und formulieren einfache Handlungsoptionen • benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen

2.3 Inhalte

Die Zuordnung der Kompetenzen aus den vier Kompetenzbereichen erfolgt beispielhaft. Kompetenzen entwickeln sich in der Regel über längere Zeiträume und damit auch über Themen hinweg. Die angegebenen Kompetenzen sind folgenden Themenfeldern zugeordnet, um deutlich zu machen, dass die Kompetenzen der vier Kompetenzbereiche bei der inhaltlichen Planung berücksichtigt werden sollen:

Themenfeld 1: Elektrizitätslehre (E-Lehre)

Themenfeld 2: Mechanik

Themenfeld 3: Strahlung und Materie

In Summe müssen alle einzelnen Kompetenzen über den gesamten Verlauf der Sekundarstufe I betrachtet angemessen berücksichtigt werden.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der Themenfelder zu den verbindlichen Inhalten. In den Jahrgangsstufen 5 und 6 wurden im Fach Naturwissenschaften und Technik (NWT) bereits grundlegende Kompetenzen erworben, auf die nun zurückgegriffen und aufgebaut werden kann. Da die Menge der Inhalte über die Themenfelder nicht gleichmäßig aufgeteilt ist, können die einzelnen Themen nicht immer in Halbjahren unterrichtet werden, sondern können auch weniger oder mehr als ein Halbjahr umfassen. Zu beachten ist die Aufteilung auf Jahrgangsstufen und die Abfolge der Themen, da diese aufeinander und auch auf die Inhalte anderer Fächer abgestimmt sind. Das Themenfeld Optik wurde vollständig in NWT verschoben.

Unterstrichene Inhalte in der Jahrgangsstufe 10 beziehen sich auf die KMK-Standards der Oberstufe und sind damit besonders abiturrelevant. Alle für den MSA relevanten Inhalte, die sich aus den KMK Bildungsstandards für den MSA ergeben sind bis zum Ende der Jahrgangsstufe 9 bereits eingeführt.

JG	Themen
Jgst. 7/8	E-Lehre I: Elektrostatik und der Stromkreis als System Mechanik I: Bewegung, Kraft und Energie
Jgst. 8/9	E-Lehre II: Widerstand, Energie und Leistung, Induktion Struktur der Materie und ionisierende Strahlung: Atomkerne, Kräfte und Radioaktivität
Jgst. 8/9	Strahlung und Klimaphysik: thermische Energie, Strahlungshaushalt und Treibhauseffekt Mechanik II: Newtonsche Gesetze, beschleunigte Bewegung und Energieerhaltung
Jgst. 10	<u>E-Lehre III: Magnetfelder und Elektromagnetismus</u> <u>Mechanik III: überlagerte Bewegungen, Kreisbewegung, Impuls und Impulserhaltung Schwingungen</u>

Themenfeld 1: Elektrizitätslehre I

7/8 1.1 Elektrostatik und der Stromkreis als System

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen
<p>Leitperspektiven</p> <p>W BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Globales Lernen • Medienerziehung • Umwelterziehung • Verkehrserziehung <p>Sprachbildung</p> <p>4 5 6 13</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Ku Ch</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Ausgehend vom Naturphänomen Blitz oder elektrischen Phänomenen im Klassenraum begegnen die Schülerinnen und Schüler dem „Rätsel Elektrostatik“. In dieser frühen Phase des Physikunterrichts, angedockt an die Inhalte der Elektrostatik, bietet sich direkt der Einstieg in das Thema „die Natur der Naturwissenschaften“ an. Die verschiedenen Aspekte von „nature of science“ (NOS) wie unterschiedliche Vorgehensweise, einerseits hypothesengeleitet, andererseits explorativ, die Unterscheidung der Begriffe Gesetz, Modell oder Theorie oder auch die Unterscheidung deskriptiver Aussagen im Vergleich zu explanativen Aussagen werden thematisiert. In diesem Rahmen erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler die Kenntnisse der Elektrostatik und entwickeln erste Grundlagen zu Analogien und Modellen. In Analogie zum hydrostatischen Druck ermöglicht das Elektronengasmodell ein tragfähiges Konzept. Um Voraussagen treffen zu können, muss der Stromkreis als System betrachtet werden. Dies stellt eine Differenzierung zum bisherigen Vorgehen dar. elektrischer Energie, die im Stromkreis umgewandelt wird. Im Folgenden werden einige mögliche Kontexte für die Bearbeitung der Inhalte aufgeführt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • NOS: historische Fallstudien, Geschichte der Elektrostatik • Elektrostatik: Phänomene in Natur und Klassenraum • der Stromkreis als System <p>Die Natur der Naturwissenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftliche Experimentalstrategien • Arten von Wissen in den Naturwissenschaften: Unterscheidung Gesetz, Modell und Theorie • deskriptive und explanative (Zusammenhänge erklärende) Aussagen <p>Elektrostatik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reibungselektrizität (phänomenbasiert) • zwei Arten elektrischer Ladung • Elektron als Elementarladung • einfaches Atommodell, bestehend aus einem elektrisch positiv geladenen Kern und einer elektrisch negativ geladenen Elektronenhülle (Kern-Hülle) • Modell des Leiters und Nichtleiters <p>Elektrostatische Kraft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft zwischen Regionen mit Elektronenüberschuss und Elektronenmangel • Ladungsverschiebungen durch die elektrische Kraft, Ladungsausgleich <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freihandexperimente zur Elektrostatik (Luftballons, Papierschnipsel, Folie, ..., Elektroskop) z. B. im Rahmen einer Stationenarbeit <p>Der Stromkreis als System</p> <ul style="list-style-type: none"> • elektrischer Über-/Normal- und Unterdruck in offenen Leitern für starke und schwache Batterien • die elektrische Spannung als Unterschied des elektrischen Drucks (Formelzeichen U, Einheit V (Volt)) • Strom als durch den Elektronendruck hervorgerufene gerichtete Elektronenströmung 	<p>Kompetenzen</p> <p>S1.1 E1.1 K1.4 B1.1</p> <p>S1.2 E1.2 K1.5 B2.2</p> <p>S2.1 E2.2 K2.1</p> <p>E3.2</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>das Atom der Atomkern das Elektron die Elektronenhülle das Ion die Ladung der Leiter/Nichtleiter</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <p>Jgst. 8/9 E-Lehre II Jgst. 10 E-Lehre III</p>	

- der einfache Stromkreis (Spannungsquelle, Lampe, Kabel, Schalter)
 - Modelle und Analogien des elektrischen Stroms
 - die Intensität der Elektronenströmung ist der Quotient Ladung pro Zeit $I = Q/t$ (Formelzeichen I, Einheit A (Ampere))
- verbindliche Experimente:
- Aufbau eines einfachen Stromkreises als Experiment für Schülerinnen und Schüler

Beitrag zur Leitperspektive W:
 Elektrische Systeme als Grundlage unseres technischen Fortschritts, unserer Kultur und gesellschaftlicher Entwicklung werfen die Frage nach einem Menschenrecht auf Stromversorgung auf, aber auch nach der Frage, welche anderen Rechte aufgrund der Umsetzung einer weltweiten Stromversorgung missachtet werden. Nicht nur im globalen Süden stehen mit einer möglichst günstigen Stromversorgung auch Vertreibungen, Umsiedelungen und fehlende Nachhaltigkeit in Verbindung. Dieses Spannungsfeld kann im Rahmen des Themas Stromversorgung diskutiert werden.

Beitrag zur Leitperspektive BNE:

- Erkennen von „verlorener“ Energie anhand der Wärmeentwicklung bei verschiedenen Lampenmodellen (Entwicklung bis zur LED)
- intelligentes Energiemanagement durch elektrische Schaltungen, Sensoren etc.
- Batterien versus Akkus (Ladevorgänge, Giftigkeit, Nachhaltigkeit)

Beitrag zur Leitperspektive D:
 Mit einem virtuellen Labor können die Schülerinnen und Schüler Schaltungen bauen und Stromstärken und Spannungen „messen“, die Elektronen werden visualisiert, ebenso wie die Helligkeit der Glühlampe; verschiedene Bauteile lassen Kreativität und individuelle Förderung zu.

Themenfeld 2: Mechanik I

7/8 2.1 Bewegung, Kraft und Energie

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																												
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medienerziehung • Globales Lernen • Umwelterziehung • Verkehrserziehung • Gesundheitsförderung <p>Sprachbildung</p> <p>1 4 7 9</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>M Bio Spo</p>	<p>Leitgedanken (optional)</p> <p>Aufbauend auf ersten Grundlagen aus NWT in den Jgst. 5 und 6 wird in der Kinematik in der Jgst. 7 die Geschwindigkeit, gemäß dem Münchener/Frankfurter Konzept, direkt als zweidimensionale Größe eingeführt, bestehend aus Tempo und Richtung. Ausgehend vom allgemeinen Fall wird dann der Sonderfall der eindimensionalen Bewegung betrachtet. Als Grund für die Änderung der Geschwindigkeit wird schließlich die Kraft eingeführt, die ebenso verformende Wirkung haben kann. Mit dem Kraftstoßprinzip wird daran anschließend das Trägheitsprinzip und das Wechselwirkungsprinzip behandelt und als erstes quantitatives Element die Gewichtskraft eingeführt. Als Einstieg in den Themenkomplex Energie bieten sich hier die mechanischen Energieformen, aber auch die Energieumwandlung am Beispiel von elektrischen Geräten an. Die Energieentwertung wird im Sinne von nicht nutzbarer Energie thematisiert. Die Bilanzierung bleibt halbquantitativ mit dem Kontomodell beschreibbar. Im Folgenden werden einige mögliche Kontexte für die Bearbeitung der Inhalte dieses Halbjahres aufgeführt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungen mit Zusatzgeschwindigkeit: Fußball, Schuss aufs Tor bei waagrecht eingespieltem Ball, Stroboskopaufnahmen, Bewegungsgeschichten mit Darstellungswechsel • Kraft: Fußball, Simulationen, Kurvenfahrt mit nichtbefestigter Ladung, Kollision von Spielzeugautos, Eisstockschießen • einfache Maschinen: Problemlösung durch den Einsatz von Hebeln oder Flaschenzug • Energiebilanzierung: Kugelbahn <p>Bewegungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung von Bewegungen • Geschwindigkeit als zusammengesetzte Größe aus Tempo (Betrag) und Bewegungsrichtung • gleichförmige gradlinige Bewegung • t-v-Diagramme am Beispiel unterschiedlicher Bewegungen eines Körpers • Tempo als Quotient aus zurückgelegter Strecke und Zeit: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ • Richtungsangabe von Geschwindigkeiten in Darstellungen mittels Pfeildarstellung • Zusatzgeschwindigkeit Δv als Folge einer Einwirkung (Vektordiagramme nur zur Veranschaulichung) • Beschleunigung (qualitativ) • t-s-Diagramme <p>verbindliche Experimente (Thomas Wilhelm):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brio-Bahn mit Pfeil • Torschuss mit Murmeln <p>Kraft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsänderungen als eine Wirkung von Kräften (Tempo- und Richtungsänderung) • Kraftstoßformulierung • Verformung als weitere Wirkung einer Kraft, • Kraftmessung, 1 Newton als Einheit für die Kraft • Zusammenhang und Unterscheidung von Masse und Gewichtskraft (<i>quantitativ</i>), Ortsfaktor • Beharrungsprinzip/Trägheitsprinzip • Wechselwirkungsprinzip 	<p>Kompetenzen</p> <table border="1"> <tr> <td>S1.1</td> <td>E1.1</td> <td>K1.4</td> <td>B1.1</td> </tr> <tr> <td>S1.2</td> <td>E1.2</td> <td>K1.5</td> <td>B1.2</td> </tr> <tr> <td>S2.1</td> <td>E1.3</td> <td>K2.1</td> <td>B2.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>E2.1</td> <td>K2.3</td> <td>B3.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.5</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Abbremsung die gleichförmige Bewegung die (gleichmäßig) beschleunigte Bewegung die Beschleunigung die Erdbeschleunigung der Ortsfaktor</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>Jgst. 8/9</td> <td>Mechanik II</td> </tr> <tr> <td>Jgst. 10</td> <td>Mechanik III</td> </tr> </table>	S1.1	E1.1	K1.4	B1.1	S1.2	E1.2	K1.5	B1.2	S2.1	E1.3	K2.1	B2.1		E2.1	K2.3	B3.1		E3.1				E3.5			Jgst. 8/9	Mechanik II	Jgst. 10	Mechanik III	
S1.1	E1.1	K1.4	B1.1																												
S1.2	E1.2	K1.5	B1.2																												
S2.1	E1.3	K2.1	B2.1																												
	E2.1	K2.3	B3.1																												
	E3.1																														
	E3.5																														
Jgst. 8/9	Mechanik II																														
Jgst. 10	Mechanik III																														

	<ul style="list-style-type: none"> • optional: Kräftezerlegung • optional: Hookesches Gesetz <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Torschuss mit Murmeln (Thomas Wilhelm) • Kräfte messen (z. B. auch Federkraftmesser kalibrieren) 		
	<p>Energiebilanzierung und Transfer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung/-formen, Darstellungsformen: Energieflussdiagramm, Kontomodell • Energieentwertung im Sinne von nicht nutzbarer Energie • Energieübertragung • Energie als Grundgröße in verschiedenen Systemen <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freihandversuche zu einfachen Energieumwandlungsketten 		
	<p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Ein Vergleich von unterschiedlichen Fortbewegungsmitteln, wie Fahrrädern oder öffentlichen Verkehrsmitteln, auf der einen Seite und PKWs, seien es Verbrenner oder Elektrofahrzeuge, auf der anderen Seite eröffnet die Möglichkeit, die vielschichtigen Zusammenhänge von Nachhaltigkeit und Bewegung zu diskutieren. Nachhaltige Fortbewegungsarten reduzieren die Emissionen von Treibhausgasen und verbessern die Luftqualität. Bewegung, als ein wesentlicher Bestandteil einer aktiven Lebensform, kann außerdem dazu beitragen, die allgemeine Gesundheit der Bevölkerung nachhaltig zu verbessern.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen Simulationen zur Veranschaulichung von Kraftstößen und Zusatzgeschwindigkeiten oder der Veranschaulichung der Zusammenhänge von Wirkungen von Kräften und Bewegung. Zusätzlich können Bewegungsformen mit der Sensorik des Smartphones oder der Lehrmittelhersteller dargestellt und untersucht werden.</p>		

Themenfeld 1: Elektrizitätslehre II

8/9 1.2 Widerstand, Energie und Leistung, Induktion

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																																		
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medienerziehung • Globales Lernen • Interkulturelle Erziehung • Sozial- und Rechtserziehung • Umwelterziehung <p>Sprachbildung</p> <p>1 8 9 14</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Inf Ch</p>	<p>Leitgedanken (optional)</p> <p>Die Themen der Elektrizitätslehre II sind gut geeignet, um die Experimentierkompetenzen der Schülerinnen und Schüler weiterzuentwickeln. Hier sollte der Schritt von der reinen Betrachtung von Phänomenen zu quantitativen experimentellen Aussagen gemacht werden. Der Umgang mit Spannungs- und Stromstärkemessgeräten sollte eingeübt werden. Gleichzeitig dient das Messen auch der Entwicklung von Größenvorstellungen von Strömen und Spannungen und (physikalischen) Leistungen in der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler. Hier sollte das Modell des Elektronengases zu Beginn wieder aufgegriffen werden, um die Idee des lokalen Spannungsabfalls mit dem hydrostatischen Modell zu erklären.</p> <p>Auf fachsprachlicher Ebene sollte Wert auf die richtige Verwendung von Messgrößen, Maßeinheiten und Formelzeichen gelegt werden. Am Beispiel des Begriffs Widerstand können auch unterschiedliche Bedeutungen innerhalb der Physik thematisiert werden – als Phänomen, als physikalische Größe und als Bauteil in Stromkreisen.</p> <p>Mit dem Verständnis des Begriffes „elektrischer Widerstand“ wird eine Weiterführung der Gedanken zu Halbleitern und moderner Elektronik möglich.</p> <p>Die wichtigsten Vorsilben für physikalische Einheiten sollten trainiert werden (mindestens Mega, Kilo und Milli).</p> <p>Für die Einführung der Begriffe elektrische Energie und elektrische Leistung sollte mit ganz konkreten Haushaltsgeräten als Beispiel gearbeitet werden. Vergleiche von verschiedenen Geräten helfen dabei, Größenvorstellungen zu entwickeln und Energiesparmaßnahmen zu verstehen. In der Betrachtung der Versorgung von Städten oder Ländern besteht die Möglichkeit, einen Einblick in die Dimension des Energieversorgungsproblems zu geben; hier ist der Energiestrom bzw. die Leistung pro Kopf die entscheidende Vergleichsgröße. Damit einhergehend sollte auch das Thema Elektroschrott und Nachhaltigkeit thematisiert werden. Als letzter Komplex wird hier ein phänomenbasierter Einstieg in die elektromagnetische Induktion ermöglicht. Dabei ist das wirklich neue Phänomen, dass nicht die Messgröße selber auf eine andere wirkt, sondern nur ihre Rate. Im Folgenden werden einige mögliche Kontexte für die Bearbeitung der Inhalte dieses Themas aufgeführt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spannungen und Ströme im Haushalt • Stand-by-Modus als Einflussgröße für den elektrischen Energiebedarf • Energiebedarf für die moderne Kommunikation • Ladevorgänge von elektrischen Geräten (Handys, mobile Lautsprecher, Elektrofahrzeuge) • Blick auf die Elektronik eines Gerätes – wie sehen Widerstände und Kabelverbindungen in der Technik aus? • elektrische Leistungen von Haushaltsgeräten im Vergleich • Lebensdauer und Reparierbarkeit elektrischer Geräte, Verarbeitung von Elektroschrott • Smarthome • Generator, Transformator <p>Schaltungen und elektrischer Widerstand</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Helligkeit der Glühlampen von der Stärke der Spannungsquelle (des elektrischen Druckunterschieds) und von der Art der Schaltung der Glühlampen (qualitativer Wirkungszusammenhang) • der elektrische Widerstand (phänomenologisch) • einfache Schaltpläne und Schaltsymbole • Definition des Ohm'schen Widerstandes als Quotient aus der über dem Leiter abfallenden Spannung und der Stromstärke, durch den Leiter, $R = \frac{U}{I}$ 	<p>Kompetenzen</p> <table border="1"> <tr> <td>S1.2</td> <td>E1.3</td> <td>K1.1</td> <td>B1.1</td> </tr> <tr> <td>S2.1</td> <td>E1.4</td> <td>K1.4</td> <td>B1.3</td> </tr> <tr> <td>S2.2</td> <td>E2.1</td> <td>K1.5</td> <td>B2.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.1</td> <td>K2.1</td> <td>B3.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.3</td> <td>K2.3</td> <td>B3.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.4</td> <td>K3.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.5</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Ausgleichsgerade die Induktionsspannung das Joule das Kilowatt die Kilowattstunde das Magnetfeld das Ohm die Spannung die Stromstärke das Watt</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>Jgst. 8/9</td> <td>Klima</td> </tr> <tr> <td>Jgst. 7/8</td> <td>E-Lehre I</td> </tr> <tr> <td>Jgst. 10</td> <td>E-Lehre III</td> </tr> </table>	S1.2	E1.3	K1.1	B1.1	S2.1	E1.4	K1.4	B1.3	S2.2	E2.1	K1.5	B2.1		E3.1	K2.1	B3.1		E3.3	K2.3	B3.2		E3.4	K3.2			E3.5			Jgst. 8/9	Klima	Jgst. 7/8	E-Lehre I	Jgst. 10	E-Lehre III	
S1.2	E1.3	K1.1	B1.1																																		
S2.1	E1.4	K1.4	B1.3																																		
S2.2	E2.1	K1.5	B2.1																																		
	E3.1	K2.1	B3.1																																		
	E3.3	K2.3	B3.2																																		
	E3.4	K3.2																																			
	E3.5																																				
Jgst. 8/9	Klima																																				
Jgst. 7/8	E-Lehre I																																				
Jgst. 10	E-Lehre III																																				

- Stromkreismodelle und Analogien zum Widerstand
 - Optional: Kennlinienaufnahme verschiedener elektrischer Bauteile z. B. Ohm'scher Widerstand, Diode ...
 - Spannung und Stromstärke in Reihen- und Parallelschaltungen
- verbindliche Experimente:
- Bau einer Parallel- und Reihenschaltung z. B. im Rahmen des Projektes „Bau des elektrifizierten Zimmermodells“ verbunden mit Phet-Simulationen (hier besteht die Möglichkeit, dass die Schülerinnen und Schüler anhand zuvor festgelegter Kriterien ein Peer-Review durchführen)

- Wirkungen und Gefahren**
- Gefahren und Schutzmaßnahmen
 - Wärmewirkung
 - Lichtwirkung
 - chemische Wirkung
 - magnetische Wirkung
 - Anwendungsbeispiele im Hinblick auf Stromwirkungen
- verbindliche Experimente:
- Glühdraht → Brandschutz

- Elektrische Energie, elektrische Leistung und Wirkungsgrad**
- Analyse einer Kostenabrechnung elektrischer Energie, Verbrauchsverläufe/Bedarfe, Energieeffizienzklassen
 - Energietransport versus Ladungstransport
 - der Zusammenhang von elektrischer Leistung und elektrischer Energie (auch quantitativ)
 - Energiebedarfe von elektrischen Geräten
 - Wirkungsgrad
- verbindliche Experimente:
- Energiebedarfsbeträge ermitteln mit einem Energiemeter (z. B. Gaming-PC, Föhn, Staubsauger ...)

- Elektromagnetische Induktion**
- Arten magnetischer Felder von Permanentmagneten
 - Elektromagnet
 - elektromagnetische Induktion
 - Elektromotor
- verbindliche Experimente:
- Magnetfelder im 3D-Flüssigkeitsmodell,
 - Oerstedtversuch (auch NOS)
 - Freihandversuche zur Induktion (Spulen, Magnete, Lampen)
 - Trafo (z. B. Elektroschweißen, elektrische Zahnbürste)

- NOS:**
- naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung (Oerstedtversuch)

Beitrag zur Leitperspektive BNE:

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren die Nutzungsdauerverkürzung, die durch zunehmende Obsoleszenz technischer Produkte fortschreitet. Der dadurch massive Anstieg von Müll und der stetig wachsende Ressourcenbedarf verschärfen die ohnehin brisante Situation; dazu kommt ein sinkendes Bewusstsein für die Möglichkeit der Reparatur defekter Geräte. Im Physikunterricht kann hier ein Bewusstsein geschaffen und die Möglichkeit der Fehlersuche und der Reparatur von Alltagsgeräten geboten werden (siehe NiU Physik 189/190). Zusätzlich kann thematisiert werden, was unter der effizienten Nutzung von elektrischer Energie im Kontext täglich verwendeter Geräte zu verstehen ist (z. B. Stand-by, Bewegungsmelder etc.)

Woraus bestehen moderne elektrische und elektronische Geräte?

Wo kommen die Materialien her und muss es jedes Jahr ein neues Handy sein? Im Rahmen der Werteorientierung und der Chancengleichheit kann an dieser Stelle thematisiert werden, wie und wo z. B. die seltenen Erden abgebaut werden, die in unseren elektronischen Geräten (z. B. Smartphones) verbaut werden, und welche Möglichkeiten es gibt, diese Geräte und Materialien zu recyceln, um Ressourcen zu sparen, die Umwelt und vor allem auch Menschenleben zu schützen.

Beitrag zur Leitperspektive D:

Digitale Tools bieten im Themenfeld der E-Lehre eine Vielzahl von Möglichkeiten, um Schülerinnen und Schüler das Verständnis von elektrischen Phänomenen und Konzepten zu erleichtern, z. B. Phet.

Im Rahmen des Projektes „Bau des elektrifizierten Zimmermodells“ kann das Thema Smarthome thematisiert werden und anhand des eigenen Modells könnten mögliche smarte Elemente diskutiert und bewertet werden.

Themenfeld 3: Struktur der Materie und ionisierende Strahlung

8/9 3.1 Atomkerne, Kräfte und Radioaktivität

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																																
<p>Leitperspektiven</p> <p>W BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medienerziehung • Globales Lernen • Sozial- und Rechtserziehung • Umwelterziehung • Verkehrserziehung <p>Sprachbildung</p> <p>6 9 13 14</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Che Ma Bio PGW</p>	<p>Leitgedanken (optional)</p> <p>Mit dem Abwurf der ersten Atombombe im Jahr 1945 auf Hiroshima trat das Thema der Kernphysik schlagartig ins Bewusstsein der weltweiten Öffentlichkeit. Seitdem ist die Kernphysik ein bestimmender Faktor von Wirtschaft und Politik geworden. Das Thema beschäftigt sich mit dem Aufbau der Materie und zeigt sowohl die Nutzungsmöglichkeiten von Kernenergie und radioaktiven Stoffen als auch die damit verbundenen Probleme. Da der Kernzerfall ein stochastischer Prozess ist, soll dies auch entsprechend thematisiert werden; ein Analogon zum zerfallenden Kern mit der Wahrscheinlichkeit pro Zeit bietet z. B. der Springblobb. In diesem Fall gibt man eine Wahrscheinlichkeit pro Zeit an. Es ist also zufällig, dass der Springblobb zu einem gewissen Zeitpunkt springt.</p> <p>Im Rahmen des Themas bietet sich, je nach Möglichkeit, eine fachübergreifende Bearbeitung mit den Fächern Chemie, Biologie und evtl. auch mit gesellschaftlichen Fächern an: die Entwicklung von Atomvorstellungen auch mit historischen Bezügen; Grundaussagen des Strahlenschutzes und biologischen Strahlenwirkungen; Verwendung radioaktiver Stoffe in Medizin, Biologie und Technik; Sicherheitsaspekte bei Kernkraftwerken und Entsorgung radioaktiver Abfälle im politischen Kontext. Die Radioaktivität hat viele Gesichter, die der moderne Mensch kennen sollte, um eine richtige Einschätzung von Gefahren und Chancen vornehmen zu können. In Zeiten von Klimawandel, Energiekrise, Atomwaffen etc. bietet das Thema Gelegenheit, das Interesse der Schülerinnen und Schüler an moderner Physik zu wecken.</p> <p>Im Folgenden werden einige mögliche Kontexte für die Bearbeitung der Inhalte aufgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsatzmöglichkeiten radioaktiver Strahlung/Material im historischen Kontext • Nutzen und Gefahren: Radioaktivität in der Medizin (Diagnose und Therapie), Radioaktivität in der Technik (Dickenmessung, Werkstoffprüfung, Tracer-Methoden, Rauchmelder), Bestrahlung von Lebensmitteln, Radium Girls • Kernenergie: Atomwaffen, radioaktive Abfälle, Endlagersuche, Energiekrise <p>Atomkern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau des Atomkerns, Nukleonen, Symbolschreibweise • optional: Quarks • Kernkräfte • stabile und instabile Isotope <p>Radioaktiver Zerfall</p> <ul style="list-style-type: none"> • ionisierende Strahlungsarten und deren Eigenschaften • Spontazerfall • Aktivität, Halbwertszeit, Zählrate • optional: Beispiele für Zerfallsketten <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analogieexperimente (Würfel, Springblobb, Bierschaum ...) • Nullratenbestimmung mit dem Geiger-Müller-Zählrohr, Bestimmung der Aktivität von Nahrungsmitteln (Salze, Paranüsse ...) <p>Nutzen und Gefahren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlenschutz • medizinische Nutzung ionisierender Strahlung • Absorption • biologische Wirkung 	<p>Kompetenzen</p> <table border="1"> <tr><td>S1.1</td><td>E1.1</td><td>K1.1</td><td>B1.2</td></tr> <tr><td>S1.2</td><td>E1.3</td><td>K1.2</td><td>B1.3</td></tr> <tr><td>S2.1</td><td>E2.2</td><td>K1.5</td><td>B2.1</td></tr> <tr><td>S2.2</td><td>E3.1</td><td>K2.2</td><td>B2.2</td></tr> <tr><td></td><td>E3.4</td><td>K2.3</td><td>B3.1</td></tr> <tr><td></td><td>E3.5</td><td>K3.1</td><td>B3.2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>K3.2</td><td></td></tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>die (spezifische) Aktivität das Atom der Atomkern die Atomhülle das Elektron das Geiger-Müller-Zählrohr die Kernkraft die Kettenreaktion die Massenzahl die Nebelkammer das Neutron die Nullrate die Ordnungszahl das Proton die Umgebungsstrahlung das Zerfallsdiagramm die α-Strahlung die β-Strahlung die γ-Strahlung</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr><td>NWT</td><td>Materie</td></tr> <tr><td>Jgst. 7/8</td><td>E-Lehre I</td></tr> </table>	S1.1	E1.1	K1.1	B1.2	S1.2	E1.3	K1.2	B1.3	S2.1	E2.2	K1.5	B2.1	S2.2	E3.1	K2.2	B2.2		E3.4	K2.3	B3.1		E3.5	K3.1	B3.2			K3.2		NWT	Materie	Jgst. 7/8	E-Lehre I	
S1.1	E1.1	K1.1	B1.2																																
S1.2	E1.3	K1.2	B1.3																																
S2.1	E2.2	K1.5	B2.1																																
S2.2	E3.1	K2.2	B2.2																																
	E3.4	K2.3	B3.1																																
	E3.5	K3.1	B3.2																																
		K3.2																																	
NWT	Materie																																		
Jgst. 7/8	E-Lehre I																																		

Kernenergie

- Kernkraftwerke
 - Reaktorunfälle, Reaktorsicherheit
 - Entsorgung nuklearer Abfälle, Halbwertszeit
- Kernfusion
- Kernspaltung
- optional: Massendefekt und Bindungsenergie

Beitrag zur Leitperspektive W:

Technikgläubigkeit/Technikfeindlichkeit und Verantwortung: Ist es vertretbar, dass unsere Generation, die Werte wie eine gesunde Umwelt, Tier- und Pflanzenwelt und die Zukunft unseres Planeten durch den Einsatz von Kernwaffen aber auch durch die Endlagerproblematik oder den Betrieb von Kernkraftwerken aufs Spiel setzt oder gesetzt hat? Inwiefern können solche Gefahren abgeschätzt oder versichert werden, werden sie das?

Beitrag zur Leitperspektive BNE:

In Zeiten der Energiekrise und des Klimawandels beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Frage, wie elektrische Energie in Zukunft „gewonnen“ werden kann. In diesem Kontext bieten sich Diskussionen zur Abschaltung von Kernkraftwerken und der Endlagersuche für die radioaktiven Abfälle an.

Beitrag zur Leitperspektive D:

Experimente wie der Rutherford'sche Streuversuch, zum α -Zerfall, zum β -Zerfall und zur Kernspaltung können mithilfe von Simulationen veranschaulicht werden.

Die Schülerinnen und Schüler können z.B. Simulationen zum Aufbau von Atomen sowie zur Altersbestimmung durchführen.

Themenfeld 3: Strahlung und Klimaphysik

8/9 3.2 thermische Energie, Strahlungshaushalt und Treibhauseffekt

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																																
<p>Leitperspektiven</p> <p>W BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medienerziehung • Globales Lernen • Umwelterziehung • Verkehrserziehung <p>Sprachbildung</p> <p>5 9 12 14</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Che Geo Bio Pol</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Die grundlegenden Themen Temperatur und thermische Energie sowie Aggregatzustände und Zustandsänderungen im Teilchenmodell wurden bereits im Fach Chemie oder im NWT-Unterricht eingeführt und werden nun nach Bedarf wiederholt und vertieft. Das Gleiche gilt für den Transport der thermischen Energie, wobei die Wärmeleitung hier als neues Phänomen hinzukommt. Am Beispiel der Temperatur als objektives Maß (im Vergleich zum menschlichen Temperatur-/Wärmesinn) lernen die Schülerinnen und Schüler physikalische Messprozesse kennen und erleben die Notwendigkeit von Quantifizierungen im gesellschaftlichen Leben. Sie verstehen, wie verschiedene Materialeigenschaften in messbare physikalische Größen übersetzt und damit vergleichbar gemacht werden; hier bietet sich die Aufnahme einer Temperaturkurve an. Um die komplexen Mechanismen des Treibhauseffektes zu verstehen, werden als Grundlagen die Wärmestrahlung und die Wechselwirkung der Strahlung mit Materie, insbesondere mit den Klimagasen, dem Wasser und dem Eis untersucht und es wird auf den Strahlungshaushalt der Erde eingegangen. So werden der natürliche und der anthropogene Treibhauseffekt und dessen Folgen thematisiert. An dieser Stelle sollen auch die Rückkopplungsprozesse und beispielhafte Bestandteile des Weltklimas diskutiert werden, die möglicherweise unumkehrbare Reaktionen zeigen, sogenannte Kippelemente. Um die diesem Phänomen zugrundeliegenden nichtlinearen Prozesse für die Schülerinnen und Schüler erfahrbar zu machen, bietet sich eine elementarisierte Einführung in die nichtlineare Dynamik anhand von klassischen Experimenten wie dem Magnetpendel oder der Chaosschüssel an.</p> <p>Temperatur und thermische Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur als Maß für die Bewegungsenergie der Teilchen, absoluter Nullpunkt • Transport thermischer Energie (Strahlung, Leitung, Konvektion) <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme einer Temperaturkurve (z. B. abkühlender Tee) <p>Strahlung und Wechselwirkung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersicht über das elektromagnetische Spektrum (Wärmestrahlung, optische Strahlung, Mobilfunkstrahlung, Röntgenstrahlung) • Wechselwirkung Strahlung mit Materie (Reflexion, Streuung, Transmission, Absorption, Emission) • Licht und Wärme: Einsatz von Sensoren am Beispiel der Wärmebildkamera (WBK), Skalierung der WBK <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schülerinnen und Schüler führen Freihandexperimente zur Wechselwirkung von Licht mit Materie durch (Handytaschenlampe und weiße, schwarze Pappe, Alufolie, zerknitterte Alufolie, Folie) <p>natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlungsgleichgewicht und Gleichgewichtstemperatur im System Erde-Sonne ohne und mit Atmosphäre • Absorption und Reflexion von Sonnenstrahlung auf der Erdoberfläche, Rückstrahlvermögen und Albedo • Bestandteile der Atmosphäre und deren Wechselwirkung mit verschiedenen Strahlungsarten (insbesondere CO₂ mit Wärmestrahlung) • Stefan-Boltzmann-Gesetz (Abstrahlung mit T⁴) graphisch durch Ablesen • Konzept des Strahlungsantriebs 	<p>Kompetenzen</p> <table border="1"> <tr><td>S1.1</td><td>E1.1</td><td>K1.1</td><td>B1.2</td></tr> <tr><td>S1.2</td><td>E1.3</td><td>K1.2</td><td>B1.3</td></tr> <tr><td>S2.1</td><td>E2.1</td><td>K1.3</td><td>B2.1</td></tr> <tr><td>S2.2</td><td>E3.1</td><td>K2.2</td><td>B2.2</td></tr> <tr><td></td><td>E3.2</td><td>K2.3</td><td>B3.1</td></tr> <tr><td></td><td>E3.5</td><td>K2.4</td><td>B3.2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>K3.2</td><td></td></tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Albedo das Kondensieren das Molekül das Schmelzen das Sieden die Wärmeleitfähigkeit die Wellenlänge</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr><td>NWT</td><td>Materie</td></tr> <tr><td>Jgst. 7/8</td><td>E-Lehre I</td></tr> </table>	S1.1	E1.1	K1.1	B1.2	S1.2	E1.3	K1.2	B1.3	S2.1	E2.1	K1.3	B2.1	S2.2	E3.1	K2.2	B2.2		E3.2	K2.3	B3.1		E3.5	K2.4	B3.2			K3.2		NWT	Materie	Jgst. 7/8	E-Lehre I	
S1.1	E1.1	K1.1	B1.2																																
S1.2	E1.3	K1.2	B1.3																																
S2.1	E2.1	K1.3	B2.1																																
S2.2	E3.1	K2.2	B2.2																																
	E3.2	K2.3	B3.1																																
	E3.5	K2.4	B3.2																																
		K3.2																																	
NWT	Materie																																		
Jgst. 7/8	E-Lehre I																																		

	<p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung der Absorption von Wärmestrahlung verschieden heller Oberflächen • Untersuchung der Absorption und Emission von Wärmestrahlung verschiedener Gegenstände mit der Wärmebildkamera (Reemission in ALLE Richtungen) • Untersuchung der Erhöhung der Gleichgewichtstemperatur durch eine Erhöhung des CO₂ (z. B. aus dem Klimakoffer) 		
<p>NOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Rolle von Fachexpertise zur Bewertung von Glaubwürdigkeit am Beispiel von Fake News zum Klimawandel. 			<p>Rückkopplungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückkopplungsprozesse und neue Gleichgewichte (qualitativ) • Beispiele für mögliche Kippelemente <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung eines klassischen Experiments zur Demonstration nichtlinearen Verhaltens (z. B. Chaosschüssel, Magnetpendel ...)
<p>Beitrag zur Leitperspektive W:</p> <p>Klimagerechtigkeit und globales Lernen: Besonders stark wirken sich die Folgen des Klimawandels im globalen Süden aus, obwohl die Menschen dort pro Kopf den geringsten Beitrag zum Klimawandel leisten. In diesem Zusammenhang wird das Klimaengagement junger Menschen weltweit untersucht.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Hier bietet es sich an, aktuelle Debatten und klimapolitische Ereignisse zu thematisieren, z. B. die Debatte um Kippelemente und Kippunkte, Weltklimakonferenzen oder IPCC-Berichte, aber auch historisch relevante Themen, z. B. die Geschichte fossiler Energieträger.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Mit Onlineformaten Klima-Expertinnen und -Experten in den Physikraum holen – vom Videogucken zum Verstehen zum Bewerten: Ausgehend von einem Vortrag einer Klima-Expertin oder eines Klima-Experten werden die Schülerinnen und Schüler regelhafte Teilhaber am gesellschaftlichen Diskurs. Das Video begleitende oder weitergehende Arbeitsaufträge zur Vertiefung und Kommunikation ermöglichen eine anschließende Weiterentwicklung der Bewertungskompetenz.</p> <p>Klimawandel in den Medien: Ausgehend von einer Rechercheaufgabe lernen Schülerinnen und Schüler über die Darstellung des Klimawandels in den Medien. Im Gegensatz zu traditionellen Medien mit Ihrer Gate-keeping-Funktion durch den Wissenschaftsjournalismus und die internen Kontrollmechanismen der Wissenschaft muss in den sozialen Netzwerken diese Aufgabe von den Menschen selbst übernommen werden. Dazu müssen Schülerinnen und Schüler u. a. Wissen über Nature of Science und über die sozialen Dynamiken in sozialen Medien erwerben, z. B. Filterblasen.</p> <p>Auch gibt es die Möglichkeit, die vielfältigen Klimasimulationen mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren, z. B. auf der Seite des Deutschen Klimarechenzentrums (DKRZ).</p>			

Themenfeld 2: Mechanik II

8/9 2.2 Beschleunigte Bewegung und Energieerhaltung

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																																
<p>Leitperspektiven</p> <p>W BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Globales Lernen • Medienerziehung • Umwelterziehung • Verkehrserziehung <p>Sprachbildung</p> <p>4 7 8 9</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Ma Spo</p>	<p>Leitgedanken (optional)</p> <p>Die in den vorherigen Jahrgängen erworbenen Kompetenzen zu Bewegung, Kraft und Energie werden in diesem Modul weiter gefestigt und erweitert. Hierfür werden die Energieumwandlungen im Kontext der Energieerhaltung thematisiert, auch quantitativ. Das Beschreiben von Bewegungen wird durch die Newtonsche Bewegungsgleichung erweitert, was die vertiefende Auseinandersetzung mit den verschiedenen Bewegungsarten möglich macht. Die Kraftstoßformulierung und der freie Fall werden mathematisch beschrieben. Dies bietet sich an, mit dem Fach Mathematik in Abstimmung umzusetzen, da in diesem Schuljahr dort auch quadratische Funktionen eingeführt werden. Die richtige Verwendung von Größenamen, passenden Einheiten und Formelzeichen steht auf fachsprachlicher Ebene im Fokus.</p> <p>Anschließend wird eine Einführung in die grundlegenden Ideen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung Möglichkeiten eröffnen, die zuvor erörterten Folgen evtl. auffangen/abmildern zu können.</p> <p>Für die Bearbeitung der Inhalte dieses Halbjahres bieten sich z. B. folgende Kontexte an:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsarten: Bewegungen im Sport und Straßenverkehr, Weltrekorde mit und ohne Fallschirm, Messungen im Fallturm, • Energieerhaltung: (freier) Fall, Bungeesprung, Bremsenergierückgewinnung, Achterbahnfahrt <p>Newtonsche Bewegungsgleichung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einflussfaktoren auf die Zusatzgeschwindigkeit (Kraft, Masse, Zeitdauer) • Kraftstoßformulierung $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$ • Beschleunigungsbegriff $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ <p>Beschleunigte Bewegung</p> <ul style="list-style-type: none"> • die gleichmäßig beschleunigte Bewegung $s = \frac{1}{2} at^2$, $v = a \cdot t$ • die gleichmäßig beschleunigte Bewegung am Beispiel des freien Falls • (freier) Fall • Einflüsse von Reibung auf bewegte Körper (qualitativ) • Optional: Restgeschwindigkeit beim Bremsen beim Fahren mit erhöhter Geschwindigkeit (Simulation) <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsdiagramme aufnehmen und auswerten (digital & analog) • Beschleunigungen mit einer App zur Erfassung physikalischer Messwerte aufnehmen (z. B. in der U-Bahn) <p>Energieerhaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energie als zentrale Bilanzierungsgröße • Energieformen, insbesondere mechanische: kinetische Energie, potenzielle Energie, Spannenergie, aber auch thermische und chemische Energie • mechanische Energieumwandlungen, auch quantitativ 	<p>Kompetenzen</p> <table border="1"> <tr><td>S1.2</td><td>E1.1</td><td>K1.1</td><td>B1.2</td></tr> <tr><td>S2.2</td><td>E1.2</td><td>K1.4</td><td>B1.3</td></tr> <tr><td>S2.3</td><td>E1.4</td><td>K1.5</td><td>B2.1</td></tr> <tr><td>S2.4</td><td>E2.1</td><td>K2.1</td><td>B2.2</td></tr> <tr><td>E3.1</td><td>K3.1</td><td>B3.1</td><td></td></tr> <tr><td>E3.3</td><td>K3.2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>E3.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>das Beharrungsprinzip/ Trägheitsprinzip die (konstante) Beschleunigung die Durchschnittsgeschwindigkeit die Momentangeschwindigkeit das Wechselwirkungsprinzip der quadratische Zusammenhang</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr><td>Jgst. 7/8</td><td>Mechanik I</td></tr> <tr><td>Jgst. 10</td><td>Mechanik III</td></tr> </table>	S1.2	E1.1	K1.1	B1.2	S2.2	E1.2	K1.4	B1.3	S2.3	E1.4	K1.5	B2.1	S2.4	E2.1	K2.1	B2.2	E3.1	K3.1	B3.1		E3.3	K3.2			E3.5				Jgst. 7/8	Mechanik I	Jgst. 10	Mechanik III	
S1.2	E1.1	K1.1	B1.2																																
S2.2	E1.2	K1.4	B1.3																																
S2.3	E1.4	K1.5	B2.1																																
S2.4	E2.1	K2.1	B2.2																																
E3.1	K3.1	B3.1																																	
E3.3	K3.2																																		
E3.5																																			
Jgst. 7/8	Mechanik I																																		
Jgst. 10	Mechanik III																																		

- Energiespeicherung (thermisch, mechanisch)
- verbindliche Experimente:
- Freihandexperimente zur Energieumwandlung
 - Überprüfen $E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$ z. B. mit dem Motionssensor oder der Handy-App

- Nachhaltige Energieversorgung**
- Beispiele für regenerative Energiequellen (Windrad, Solarthermie, Biomasse oder Wärmepumpen)
 - Bereitstellung und Speicherung regenerativer Energie, Speicherproblematik
 - energiesparende Maßnahmen (Dämmung, Energieeffizienz, Wirkungsgrad)
- verbindliche Experimente:
- Experimente zur Dämmung (Eiswürfel und verschiedene Dämmmaterialien, Thermoskanne und heißer Tee)

Beitrag zur Leitperspektive W:
 Die Schülerinnen und Schüler diskutieren im Zusammenhang mit dem Kontext Mobilität die Freiheitsrechte in Abwägung anderer Rechte, z. B. des Rechts auf ein unversehrtes Leben.

Beitrag zur Leitperspektive BNE:
 Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die verschiedenen Fortbewegungsarten: Welche sind die effizientesten Verkehrsmittel mit dem besten Wirkungsgrad und welche Möglichkeiten der Energierückgewinnung gibt es? Die Umweltbelastung durch Verkehrsmittel ist ein aktuelles Thema. Sowohl der Kraftstoffverbrauch und der Ausstoß von Treibhausgasen als auch die Feinstaubbelastung können in diesem Zusammenhang behandelt werden.
 In Verknüpfung mit dem Aufgabengebiet Gesundheitserziehung bietet sich die Thematisierung von Energieumwandlung im menschlichen Körper an. Hier könnte z. B. der Vergleich des Energiebedarfs bei verschiedenen Tätigkeiten/Sport oder bei der Fortbewegung mit dem Auto vorgenommen werden.

Beitrag zur Leitperspektive D:
 Die Schülerinnen und Schüler recherchieren über die Wirkungsgrade der verschiedenen Fortbewegungsmittel und die Wirkung von Schutzhelmen, Gurten und Airbags.
 Experimente können sowohl durch interaktive Bildschirmexperimente als auch geeignete Simulationen ergänzt bzw. ersetzt werden. Die verschiedenen Bewegungsarten können gefilmt und mit Videoprogrammen analysiert werden.

Themenfeld 1: Elektrizitätslehre III

10 1.3 Magnetfelder und Elektromagnetismus

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																																								
<p>Leitperspektiven</p> <p>W BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medienerziehung • Globales Lernen • Umwelterziehung • Verkehrserziehung <p>Sprachbildung</p> <p>7 8 9 13</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Che Ma Technik</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Nachdem im vorherigen Unterricht ein Grundverständnis von Strom, Spannung, Widerstand und elektromagnetischer Induktion entwickelt wurde, werden hier als erstes Oberstufenthema die Eigenschaften von Feldern und das Feldlinienkonzept am Beispiel des magnetischen Feldes von stromdurchflossenem geraden Leiter und Spule behandelt.</p> <p>Die Experimentierkompetenzen werden erweitert, indem in einfachen Experimenten das Phänomen haptisch erfahrbar gemacht wird und funktionstüchtige Modelle aufgebaut werden.</p> <p>Im Folgenden werden einige Kontexte für die Bearbeitung der Inhalte dieses Themas aufgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lasthebemagnet, Elektromotor • Relais • Stromnetz, Transport und Speicherung elektrischer Energie <p>Fett markierte Inhalte beziehen sich auf die KMK-Standards der Studienstufe und sind damit auch abiturrelevant.</p> <hr/> <p>Elektromagnetismus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften magnetischer Felder von geradem Leiter und Spule sowie deren Darstellung durch Feldlinienbilder • Feldlinienmodell und Feldkonzept • Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule, Einfluss (qualitativ) von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren <hr/> <p>Optional: Nachhaltige Energieversorgung II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versorgung mit elektrischer Energie (Transport und Speicherung) • Power to Gas als zusätzliche speicherbare Energieversorgungsmöglichkeit <hr/> <p>Beitrag zur Leitperspektive W:</p> <p>Ein sparsamer Umgang mit Ressourcen ist vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Verknappung ein wichtiges Anliegen. Die Schülerinnen und Schüler sollten für den Schutz unseres Planeten sensibilisiert werden und zu einem bewussten, sparsamen Umgang mit Ressourcen erzogen werden. Dazu gehört ein grundlegendes technisches Verständnis für die Energieversorgung der Menschen und die Einsicht, dass einerseits jede und jeder Einzelne seinen Beitrag leisten sollte und andererseits nur eine gemeinsame Lösung erfolgreich sein kann.</p> <p>Ein wesentliches Problem der Energiewende ist die Speicherung elektrischer Energie. Die Speicherkapazität in Deutschland reicht aktuell nur für eine kurze Zeitspanne. Damit verbunden ist die Frage, wie vorhandene Ressourcen gerecht und volkswirtschaftlich sinnvoll verteilt werden und welche Rolle Lobbyismus in Deutschland spielt.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Es können hier die Herausforderungen einer nachhaltigen Energieversorgung thematisiert werden.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen Simulationen zur Veranschaulichung von Feldeigenschaften. Durch Messwertaufzeichnung und Datenanalyse lernen sie den Umgang mit digitalen Werkzeugen.</p>	<p>Kompetenzen</p> <table border="1"> <tr><td>S1.1</td><td>E1.1</td><td>K1.1</td><td>B1.2</td></tr> <tr><td>S1.2</td><td>E1.2</td><td>K1.3</td><td>B1.3</td></tr> <tr><td>S2.1</td><td>E1.3</td><td>K1.4</td><td>B2.1</td></tr> <tr><td>S2.2</td><td>E2.1</td><td>K1.5</td><td>B2.2</td></tr> <tr><td>S2.3</td><td>E2.2</td><td>K2.1</td><td>B3.1</td></tr> <tr><td>E3.1</td><td>K2.2</td><td>B3.2</td><td></td></tr> <tr><td>E3.2</td><td>K3.1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>E3.4</td><td>K3.2</td><td></td><td></td></tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Feldlinien der Ferromagnetismus, das Magnetfeld die Recht-Faust-Regel</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr><td>Jgst. 7/8</td><td>E-Lehre I</td></tr> <tr><td>Jgst. 8/9</td><td>E-Lehre II</td></tr> <tr><td>Jgst. 8/9</td><td>Klima</td></tr> <tr><td>Jgst. 8/9</td><td>Struktur der Materie</td></tr> </table>	S1.1	E1.1	K1.1	B1.2	S1.2	E1.2	K1.3	B1.3	S2.1	E1.3	K1.4	B2.1	S2.2	E2.1	K1.5	B2.2	S2.3	E2.2	K2.1	B3.1	E3.1	K2.2	B3.2		E3.2	K3.1			E3.4	K3.2			Jgst. 7/8	E-Lehre I	Jgst. 8/9	E-Lehre II	Jgst. 8/9	Klima	Jgst. 8/9	Struktur der Materie	
S1.1	E1.1	K1.1	B1.2																																								
S1.2	E1.2	K1.3	B1.3																																								
S2.1	E1.3	K1.4	B2.1																																								
S2.2	E2.1	K1.5	B2.2																																								
S2.3	E2.2	K2.1	B3.1																																								
E3.1	K2.2	B3.2																																									
E3.2	K3.1																																										
E3.4	K3.2																																										
Jgst. 7/8	E-Lehre I																																										
Jgst. 8/9	E-Lehre II																																										
Jgst. 8/9	Klima																																										
Jgst. 8/9	Struktur der Materie																																										

Themenfeld 2: Mechanik III

10 2.3 überlagerte Bewegungen, Kreisbewegung, Impuls und Impulserhaltung Schwingungen

Fachübergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																																				
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medienerziehung • Globales Lernen • Umwelterziehung • Verkehrserziehung <p>Sprachbildung</p> <p>4 7 8 9</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Ma Spo Mu</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Die in den vorherigen Jahrgängen erworbenen Kompetenzen zur Kinematik und Dynamik werden in diesem Halbjahr weiter gefestigt und erweitert. Hierfür werden die bereits bekannten newtonschen Prinzipien auf überlagerte Bewegungen, erst auf den waagerechten Wurf und dann auf den senkrechten Wurf, auf Kreisbewegungen und auf harmonische Schwingungen angewendet. Mit der Einführung des Impulses und der Impulserhaltung wird ein neues physikalisches Konzept eingeführt, das eine Erweiterung zum bereits bekannten Energieerhaltungssatz darstellt und die newtonsche Bewegungsgleichung in Form des Kraftstoßkonzeptes aufgreift. Hierbei sollte auch das Trägheitskonzept wieder aufgegriffen werden.</p> <p>Im Folgenden werden einige mögliche Kontexte für die Bearbeitung der Inhalte dieses Halbjahres aufgeführt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impuls und Impulserhaltung: Stöße bei Ballsportarten und bei Verkehrsunfällen, Billard, Meteoriteneinschlag • Wurfbewegungen: Bewegungen im Sport, Sprung und Wurf • Kreisbewegung: Sicherheit im Straßenverkehr, Kurvenfahrten; Funktionsprinzip eines Fahrradtachometers, Rotor auf dem Jahrmarkt, Wetter und Corioliskräfte • Harmonische Schwingungen: Tonerzeugung; Astronautenwaage <p>Fett markierte Inhalte beziehen sich auf die KMK-Standards der Studienstufe und sind damit auch abiturrelevant.</p> <p>Überlagerte Bewegungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wurfbewegungen (waagrecht, senkrecht), • Superpositionsprinzip <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme und Auswertung einer überlagerten Bewegung mit einer Videoanalyse-Software, z. B. Viana <p>Impuls und Impulserhaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition des Impulses als vektorielle Größe • Impulserhaltung • optional: Beispiele für elastische und inelastische Stöße <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freihandexperimente zum Impuls: z. B. Schülerin oder Schüler, auf Skateboard sitzend, wirft Rucksack, Luftballon an Nylonschnur, Experimente mit Briobahnen oder Wagen <p>Kreisbewegung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung von Kreisbewegungen im ruhenden Bezugssystem • Inertialsystem und beschleunigtes Bezugssystem • Zentripetalkraft und Zentrifugalkraft • optional: Gravitationskraft und Satellitenbahnen <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme mit einer App zur Erfassung physikalischer Messwerte (Handy in Halterung am Motor oder auch Handy in der Saatschleuder) und Auswertung 	<p>Kompetenzen</p> <table border="1"> <tr> <td>S1.1</td> <td>E1.1</td> <td>K1.1</td> <td>B1.1</td> </tr> <tr> <td>S2.1</td> <td>E1.2</td> <td>K1.4</td> <td>B1.2</td> </tr> <tr> <td>S2.3</td> <td>E1.4</td> <td>K1.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S2.4</td> <td>E2.1</td> <td>K2.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>E2.2</td> <td>K3.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>E3.4</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Bahngeschwindigkeit die Elongation die kinetische Energie die potenzielle Energie die Federkonstante/die Richtgröße die Gesamtenergie die rücktreibende Kraft die Kreisfrequenz der Oszillator die Periodendauer / die Umlaufdauer das Superpositionsprinzip die Umlauffrequenz die Winkelgeschwindigkeit die Zentripetalbeschleunigung</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>Jgst. 7/8</td> <td>Mechanik I</td> </tr> <tr> <td>Jgst. 8/9</td> <td>Mechanik II</td> </tr> </table>	S1.1	E1.1	K1.1	B1.1	S2.1	E1.2	K1.4	B1.2	S2.3	E1.4	K1.5		S2.4	E2.1	K2.1			E2.2	K3.1			E3.1				E3.3				E3.4			Jgst. 7/8	Mechanik I	Jgst. 8/9	Mechanik II	<p>.</p>
S1.1	E1.1	K1.1	B1.1																																				
S2.1	E1.2	K1.4	B1.2																																				
S2.3	E1.4	K1.5																																					
S2.4	E2.1	K2.1																																					
	E2.2	K3.1																																					
	E3.1																																						
	E3.3																																						
	E3.4																																						
Jgst. 7/8	Mechanik I																																						
Jgst. 8/9	Mechanik II																																						

	<p>Harmonische Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition der Begriffe „Schwingung“, „Schwingungsebene“, „Auslenkung“, „Amplitude“ • mathematische Beschreibung der zeitabhängigen Größen der harmonischen Schwingung als Funktionsgleichung (Sinus und Kosinus ohne Nullphasenwinkel) • Zusammenhang zwischen Frequenz und Periodendauer • Federpendel, insbesondere Abhängigkeit der Periodendauer von systembeschreibenden Größen • Energieerhaltung <p>verbindliche Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme mit einer App zur Erfassung physikalischer Messwerte oder einem digitalen Messwerterfassungssystem (Federpendel, optional: Fadenpendel) und Auswertung 		
	<p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Im Sinne der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft ist die Lärmverschmutzung als ein großes Umweltproblem unserer Zeit zu thematisieren. Speziell hier gibt es die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler selbstständig Projekte durchführen, um Lärmverschmutzung durch Messungen in ihrer Lebenswelt zu identifizieren sowie zu kategorisieren und sich mit Maßnahmen der Reduzierung des Umgebungslärms beschäftigen.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Durch die aktuellen Möglichkeiten der Digitalität bieten sich für die dargestellten Schwerpunkte verschiedene Anwendungen an. Die digitale Messwerterfassung und die Verfügbarkeit verschiedener Applikationen und Programme machen für die inhaltlichen Schwerpunkte Video- und Audioanalysen möglich. Stöße bei Ballsportarten oder Verkehrsunfällen kommen für Videoanalysen infrage. Dies kann zur Auswertung eines vorhandenen Crashtest-Videos bis hin zur Erstellung eines eigenen Videos mit anschließender Analyse reichen. Die digitalen Messwerterfassungen der Lehrmittelhersteller und auch Apps zur Erfassung physikalischer Messwerte können eine Auseinandersetzung mit Tönen, Geräuschen, Klängen und Frequenzspektrum intensivieren.</p>		

www.hamburg.de/bildungsplaene