

Physik

Zweistündig

Lehrplan

Neunjähriges Gymnasium

Klassenstufe 8



2024

Bild: patpitchaya/stock.adobe.com

Ministerium für
Bildung und Kultur

SAARLAND



Inhalt

Vorwort

Jahrgangsübergreifender Teil

Der Beitrag des Faches Physik zur gymnasialen Bildung
Kompetenzorientierung

Jahrgangsbezogener Teil

Zum Umgang mit dem Lehrplan
Themenfelder Klassenstufe 8

Anhang

Operatorenliste

Hinweise zu den Sprachniveaus des sprachsensiblen Fachunterrichts

Vorwort

Schulischer Bildung kommt die Schlüsselaufgabe zu, Kinder und Jugendliche zu befähigen, ihre Persönlichkeit zu entfalten, Fertigkeiten und Kenntnisse zur Teilnahme am gesellschaftlichen Leben zu erwerben und sich in der modernen Gesellschaft zu orientieren. Bildung ist wesentliche Voraussetzung dafür, dass junge Menschen zukünftig ihr Leben und ihre Umwelt selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung gestalten und somit an der Bewältigung der gesellschaftlichen, politischen, ökologischen sowie technologischen Herausforderungen der Zukunft mitwirken können.

Schule muss einerseits auf die tiefgreifenden Veränderungsprozesse der digitalen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Transformation reagieren und andererseits genügend Raum für individuelle Lern- und Bildungsprozesse ermöglichen. Vor diesem Hintergrund hat der Landtag des Saarlandes entschieden, die Gymnasien qualitativ weiterzuentwickeln und das neunjährige Gymnasium zum Schuljahr 2023/2024 einzuführen.

Mit einer deutlich erhöhten Gesamtstundenzahl bis zum Abitur sind die Voraussetzungen geschaffen, den digitalen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen im neunjährigen Bildungsgang angemessen zu begegnen und die Gymnasien zukunftsfähig zu gestalten. So gelingt auch eine moderne zeitliche Rhythmisierung des Schulalltags, die gleichzeitig mehr persönlichen Freiraum im Alltag zugesteht. Eigenständige Schulprofile mit unterschiedlichen Zweigen ermöglichen eine individuelle Schwerpunktsetzung entsprechend den Interessen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler.

Als Grundlage des schulischen Unterrichtens und Lernens liegen modernisierte Lehrpläne vor, in welchen die Querschnittsthemen Medienbildung und Digitalität, Bildung für Nachhaltige Entwicklung, Demokratiebildung, Berufliche Orientierung sowie Sprachsensibler Fachunterricht jahrgangs- und fächerübergreifend eingebunden sind. Alle Lehrpläne folgen konsequent dem Grundsatz der Kompetenzorientierung und berücksichtigen die aktualisierten Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für die Sekundarstufe I. Im engen Austausch mit Expertinnen und Experten der saarländischen Hochschulen wurden die aktuellen Erkenntnisse der jeweiligen Fachdidaktiken für die Lehrpläne des neunjährigen Gymnasiums berücksichtigt.

Den besonderen Bedarfen der Orientierungsphase wird in einem gemeinsamen Lehrplan für die Klassenstufen 5 und 6 Rechnung getragen. Die Lehrpläne ab Klassenstufe 7 sind in der Regel als Einzeljahrgänge konzipiert. Dennoch haben die Schulen die Möglichkeit, einzelne Fächer epochal auch über Klassenstufen hinweg zu rhythmisieren.

Durch vernetzte Lehrpläne soll fächerübergreifendes, projektorientiertes Lernen ermöglicht werden, um den Unterricht selbstwirksam und anwendungsorientiert gestalten zu können. In der Differenzierung von verbindlichen und fakultativen Inhalten öffnet sich hinreichend Raum für exemplarisches Lernen und vertieftes Arbeiten; durch die integrierten Hinweise und Vorschläge zum fächerübergreifenden Arbeiten wird zum Erwerb von vernetztem Wissen und übergeordneten Kompetenzen motiviert.

Die modernisierten Lehrpläne des neunjährigen Gymnasiums legen so die Grundlage für die Weiterentwicklung der Unterrichts- und Schulkultur im neunjährigen Bildungsgang.

Jahrgangsübergreifender Teil

Der Beitrag des Faches Physik zur gymnasialen Bildung

Der Physikunterricht vermittelt den Schülerinnen und Schülern ein physikalisches Verständnis, das in einer modernen Wissensgesellschaft von großer Bedeutung ist. In einem Wirtschaftsraum, der stark von technischen Entwicklungen abhängt und sich im Zuge der Globalisierung in einer weltweiten Konkurrenzsituation befindet, gewährleistet eine fundierte physikalische Bildung, dass die Schülerinnen und Schüler sich in diesem Raum orientieren können und darin selbstbestimmt und effektiv entscheiden und handeln können.

Der Physikunterricht trägt zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) bei, indem er die Schülerinnen und Schüler als Verantwortliche von morgen in die Lage versetzt, Risiken und Chancen technologischer Entwicklungen in ihren Auswirkungen und Zusammenhängen zu erkennen, um eine behutsame Abwägung der Nutzung von Technologien hinsichtlich ihres Wertes und ihrer Gefahren für die Gesellschaft vornehmen zu können.

Neben der Bedeutung für die zukünftige Entwicklung unseres Lebensraums ist eine physikalische Grundbildung auch zum Verständnis der gesellschaftlichen und kulturellen Entwicklung im historischen Sinne unabdingbar. Sowohl die positiven und bahnbrechenden Entdeckungen als auch die vielen Fehlschritte der vergangenen Jahrhunderte auf dem Gebiet der Physik bieten wichtige Entscheidungsgrundlagen für zukünftige Problemstellungen.

Eine naturwissenschaftliche Allgemeinbildung sowie der sichere Umgang mit Daten und Statistiken stellen zentrale Grundlagen für ein kritisches Weltverständnis dar. Dabei ist es wichtig zu erkennen, dass Wissen in vielen Bereichen des täglichen Lebens und auch in der Physik vorläufig ist, was lebenslanges Lernen notwendig macht. Sachlich fundierte Argumente für oder gegen eine Entscheidung tragen zu einer fairen Diskussionskultur bei, welche ein wesentliches Element demokratischer Meinungsbildungsprozesse ist.

Im Physikunterricht lernen die Schülerinnen und Schüler die Funktionsweise technischer Geräte aus ihrer Lebenswelt kennen. Die erworbenen Kenntnisse ermöglichen ihnen den sachgerechten, gewinnbringenden und umweltbewussten Umgang mit diesen im Alltag. Weiterhin werden die Schülerinnen und Schüler durch die erlernten praktischen Fertigkeiten sowie die Kenntnis und die Beachtung von Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren in die Lage versetzt, auch in Alltagssituationen Gefahren zu erkennen und abwenden zu können.

Durch die Kenntnis typischer physikalischer Arbeitsmethoden und Denkstrukturen wird das kognitive Vermögen der Schülerinnen und Schüler angesprochen und herausgefordert. Im Besonderen werden im Physikunterricht das Erkennen von Problemen und Zusammenhängen sowie die Eigeninitiative beim Aufspüren von Strategien zur Problemlösung und eigenständiges Denken gefördert. Dabei entwickeln die Schülerinnen und Schüler wichtige anschlussfähige Kompetenzen, die ihnen den Einstieg in eine entsprechende Berufsausbildung oder ein Studium ermöglichen.

Naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Berufssparten nehmen in einer modernen Industriegesellschaft einen breiten Raum ein. Der Arbeitsmarkt der Zukunft benötigt entsprechend ausgebildete Arbeitskräfte. Die dazu nötige solide Grundbildung erfahren die Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht. Nicht zuletzt führt ein motivierender Physikunterricht dazu, dass Schülerinnen und Schüler sich später für Berufe mit physikalisch-technischer Prägung entscheiden.

Die Schülerinnen und Schüler, die sich anderen Gebieten zuwenden, sollen durch den Physikunterricht befähigt werden, sich bei gesellschaftlich relevanten Fragestellungen (z. B. Ausstieg aus der Atomenergie, Klimawandel) eine fundierte, auf aktueller wissenschaftlicher Basis gegründete Meinung bilden zu können.

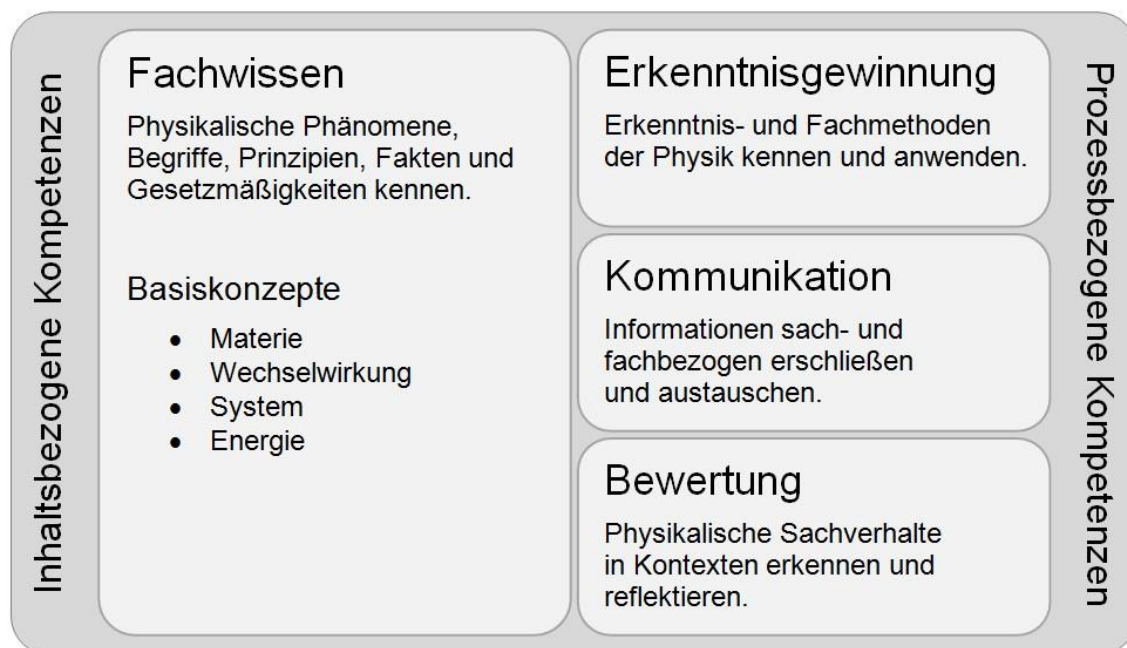
Die Verfügbarkeit von Medien zur Informationsbeschaffung und zur Kommunikation stellt Anforderungen an die Ausgestaltung des Unterrichts. Es ist grundsätzlich Aufgabe aller Fächer, den Schülerinnen und Schülern einen sachgerechten und verantwortungsvollen Umgang mit Medien zu vermitteln. Im Physikunterricht lassen sich Medienbildung und informatische Bildung beispielsweise durch den Einsatz von Simulationen, Messwerterfassungsprogrammen, digitalen Endgeräten zur digitalen Heftführung oder zur Recherche sowie durch die Verwendung bei Präsentationen fördern.

Schließlich werden durch den Physikunterricht die Neugier, das Interesse und die Freude der Schülerinnen und Schüler am Entdecken und an der selbständigen aktiven Bearbeitung naturwissenschaftlicher – insbesondere physikalischer – Fragestellungen geweckt und erhalten. Dadurch werden die Schülerinnen und Schüler angeregt und befähigt, sich auch im täglichen Leben mit Naturphänomenen und physikalischen Fragestellungen zu befassen und auf diese Weise ihr Weltwissen entscheidend zu erweitern.

Kompetenzorientierung

Unter Berücksichtigung der Bildungsstandards sowie der Allgemeinen Prüfungsanforderungen für das Abitur (APA) konkretisiert der Lehrplan für das Fach Physik die grundlegenden kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Schülerinnen und Schüler im gymnasialen Physikunterricht erwerben sollen.

Physikalische Kompetenz umfasst neben dem hervorgehobenen Bereich Fachwissen die Bereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Die vier Basiskonzepte Materie, Wechselwirkung, System und Energie können als übergreifende Leitideen genutzt werden, ein gegebenes Thema unter wiederkehrenden fachlichen Aspekten zu betrachten. Dadurch kann die Vernetzung physikalischer Sachverhalte gefördert werden.



Zur Beschreibung von Kompetenzerwartungen sind Operatoren nützlich. In der Tabelle im Anhang sind Beispiele für Operatoren in der Physik und die Beschreibung der entsprechenden erwarteten Leistung aufgeführt.

Zum Umgang mit dem Lehrplan

Der Lehrplan ist nach Themenfeldern gegliedert, denen jeweils didaktische und methodische Kommentare vorangestellt sind. Diese betreffen z. B. geeignete Schwerpunktsetzungen in der unterrichtlichen Umsetzung, Hinweise auf die Tiefe der Behandlung und Hinweise auf die Basiskonzepte.

Daran anschließend sind in zwei Spalten verbindliche Kompetenzerwartungen bzw. Schüleraktivitäten, die zum Kompetenzaufbau beitragen, aufgeführt. In der linken Spalte sind Kompetenzerwartungen aus dem Bereich Fachwissen (inhaltsbezogene Kompetenzen) ausgewiesen. In der rechten Spalte werden diesen Kompetenzerwartungen aus den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung (prozessbezogene Kompetenzen) zugeordnet.

Die Kompetenzschwerpunkte sind bewusst detailliert beschrieben. Dies geschieht mit dem Ziel, die Intensität der Bearbeitung möglichst präzise festzulegen. So kann vermieden werden, dass Lernbereiche weder zu intensiv noch zu oberflächlich behandelt werden. Die detaillierte Darstellung darf hierbei nicht als Stofffülle missverstanden werden. Der Lehrplan beschränkt sich vielmehr auf wesentliche Inhalte und Themen, die auch Bezugspunkte für schulische und schulübergreifende Leistungsüberprüfungen sind.

Kontexte und Unterrichtsmethoden können grundsätzlich frei gewählt werden. Häufig können Inhalte exemplarisch ausgewählt werden. Die Wahl der Versuche, die den Aufbau der verbindlichen Teilkompetenzen ermöglichen, bleibt der Lehrkraft überlassen, sofern kein bestimmter Versuch verpflichtend vorgegeben ist.

Zusätzlich zum verbindlichen Rahmen gibt der Lehrplan zu jedem Thema Hinweise für eine mögliche unterrichtliche Umsetzung wie z. B. Hinweise zu Experimenten, Projekten, Kontexten, außerschulischen Lernorten, usw. Daneben werden Bezüge zu anderen Fächern aufgezeigt. Diese Hinweise haben lediglich orientierenden Charakter. Sie sollen Hilfen bei der didaktischen und methodischen Ausgestaltung des Unterrichts anbieten und können je nach gewähltem Kontext gewinnbringend verwertet werden.

Als Richtwerte für die Gewichtung der verbindlich zu behandelnden Lernbereiche bei der Planung des Unterrichts sind Prozentwerte angegeben. Darüber hinaus lässt der Lehrplan Zeit für Vertiefungen, individuelle Schwerpunktsetzungen, fächerübergreifende Bezüge und die Behandlung aktueller Themen.

Die im Lehrplan angegebene Reihenfolge innerhalb des Schuljahres ist nur insofern verbindlich, wie es sachlogisch geboten scheint und wie Rahmenbedingungen es vorgeben (z. B. Vergleichsarbeiten, Beschlüsse der Fachkonferenz). Die Anordnung im Lehrplan zeigt eine mögliche Reihenfolge der Bearbeitung auf.

Berufliche Bildung hat den Auftrag, Schülerinnen und Schüler in dem individuellen Prozess der Annäherung und Abstimmung zwischen den eigenen Interessen, Stärken und Wünschen sowie den eigenen Einstellungen, Haltungen und Orientierungen auf der einen Seite und den Möglichkeiten, Bedarfen und Anforderungen der Arbeits- und Berufswelt auf der anderen Seite zu begleiten und zu unterstützen. Bezüge zu Berufen, Berufsfeldern und Berufsbiografien lassen sich in allen Fächern bilden. So können z.B. im Physik- oder Chemieunterricht genauso wie im Fremdsprachenunterricht oder in den gesellschaftswissenschaftlichen Fächern fachspezifische Berufe angesprochen und Informationen zu Berufsfeldern gegeben werden. Fächerverbindende Kombinationen bieten sich an, auch eine Verknüpfung mit schulischen Projekten und Betriebspraktika. Auch beim Besuch außerschulischer Lernorte können Aspekte beruflicher Bildung Berücksichtigung finden. Die Ergebnisse der Recherchen und Reflexionen zu den unterschiedlichen Berufen und Berufsfeldern sollen von den Schülerinnen und Schülern in einem über die Schulzeit und Fächer hinweg angelegten Portfolio dokumentiert und ggfls. präsentiert werden.

Dieser Lehrplan enthält an einigen Stellen beispielhafte Hinweise zum sprachsensiblen Fachunterricht. Durch die bewusste Gestaltung des sprachlichen Inputs fördern Lehrkräfte eine erfolgreiche Sprachrezeption und Sprachproduktion der Schülerinnen und Schüler und unterstützen so gezielt den Aufbau von Bildungs- und Fachsprache. Bei der Unterrichtsgestaltung sind daher sprachliche Kompetenzbereiche des Schülerhandelns mitzudenken. Die beispielhaft dargestellten Sprachbausteine sollen die Lehrkräfte für unterschiedliche Sprachniveaus in den Kompetenzbereichen Hören, Sprechen, Lesen und Schreiben sensibilisieren. Sie können als Grundlage für eine bewusste sprachliche Gestaltung von Lehrersprache, Texten und Aufgaben ebenso genutzt werden wie für sprachliche Unterstützungsmaterialien (Scaffolding) bzw. für das Einüben (fach)sprachlicher Strukturen mit den Schülerinnen und Schülern. Die Sprachbausteine sind vor diesem Hintergrund als exemplarisch zu verstehen und erheben keinen Anspruch auf Verbindlichkeit. Grundlage ist das saarländische Basiscurriculum sprachsensibler Fachunterricht, das auf dem Bildungsserver veröffentlicht ist. Weitere Hinweise zu den Sprachniveaus finden sich im Anhang dieses Lehrplans.

Themenfelder Klassenstufe 8

Umgang mit Messdaten in der Physik

Kraft **30 %**

Kraftmessung

Gewichtskraft

Kraft als Vektor

Reibungskraft

Kraftwandler

Mechanische Energie **25 %**

Arbeit

Energie

Leistung

Druck **20 %**

Druck als Zustand

Schweredruck in einer Flüssigkeit

Luftdruck

Auftrieb

Temperatur **15 %**

Temperaturmessung

Gesetz von Gay-Lussac und Kelvintemperatur

Innere Energie und Wärme **10 %**

Innere Energie

Ausbreitung von Wärme

Keine Messung einer physikalischen Größe kann vollkommen exakt erfolgen, jede Messung weist eine Unsicherheit auf.

Das Messwesen unterscheidet zwischen Messunsicherheiten einzelner Messwerte und Messunsicherheiten indirekt gemessener Größen sowie Messabweichungen. Die Messunsicherheit ist ein Parameter, der die Streuung von Werten in einem Intervall kennzeichnet. Unter Messabweichung wird die Differenz eines Messwerts oder Messergebnisses zu einem Referenzwert (z. B. Literaturwert) verstanden.

Die Begriffe „Messfehler“, „grober Fehler“, „systematischer Fehler“ und „zufälliger Fehler“ werden in der das Messwesen regelnden Norm DIN 1319 nicht mehr verwendet und sollten aus diesem Grund auch im Unterricht vermieden werden. Messunsicherheiten können statistischer Natur sein (z. B. bei Wiederholungsmessungen) oder sich beispielsweise aus Ablesegenauigkeiten von Geräten ergeben.

Die folgenden Kompetenzen sollen in den Lehrplankapiteln an geeigneten Stellen exemplarisch eingeübt werden. Dazu sind im Lehrplan auch konkret Größen angegeben, bei denen die Angabe des Messergebnisses in der Form Bestwert \pm Messunsicherheit erfolgen soll.

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler

- nennen Ursachen von Messunsicherheiten und beschreiben ihren Einfluss auf den Messwert (z. B. aus der Genauigkeit der Messgeräte oder der Ablesegenauigkeit),
- schätzen die Messunsicherheit bei einer Einfachmessung in einfachen Fällen ab,
- geben an, dass bei einer Einfachmessung der Bestwert dem abgelesenen Wert entspricht,
- geben das Ergebnis einer Einfachmessung in der Form Messgröße = Bestwert \pm Messunsicherheit an,
- geben an, dass bei einer Mehrfachmessung der Bestwert dem (arithmetischen) Mittelwert der Messreihe entspricht,
- berechnen bei einer Mehrfachmessung den Bestwert und geben die Messunsicherheit als maximale Differenz zwischen einem Messwert und dem Bestwert an,
- geben das Ergebnis einer Mehrfachmessung in der Form Messgröße = Bestwert \pm Messunsicherheit an,
- legen für die Messunsicherheit eine sinnvolle Anzahl signifikanter Stellen (1 bis 2) fest und runden den Bestwert entsprechend (z. B. $D = 1,2 \frac{N}{cm} \pm 0,1 \frac{N}{cm}$),
- erstellen Messwerttabellen, untersuchen diese auf proportionale Zusammenhänge zwischen den gemessenen Größen und stellen die zugehörige Gleichung auf (z. B. Hooke, Gay-Lussac, Reibung),
- zeichnen eine Ausgleichsgerade nach Augenmaß, so dass die Summe der Abweichungen der Messpunkte von der Geraden möglichst gering ist, und stellen die zugehörige Gleichung auf (z. B. Hooke, Gay-Lussac, Reibung),
- zeichnen bei nichtlinearen Zusammenhängen eine Ausgleichskurve nach Augenmaß,
- geben an, dass physikalische Theorien immer nur in bestimmten Grenzen gültig sind und geben den Gültigkeitsbereich in Spezialfällen an (z. B. Hooke, Reibung).

Zu Beginn wird der Kraftbegriff qualitativ anhand von Phänomenen erarbeitet, bei denen die Kraft als Ursache von Verformungen oder Bewegungsänderungen gedeutet wird. Dabei kann es gegebenenfalls sinnvoll sein, die qualitative Behandlung der Reibungskraft vorzuziehen oder aber den Trägheitssatz erst zu einem späteren Zeitpunkt zu formulieren.

Die statische Festlegung der Kräfteinheit (1 N als Gewichtskraft eines Körpers mit der Masse 102 g) ist für die Klassenstufe 8 altersgerecht und hinreichend präzise. Die dynamische Festlegung der Kräfteinheit erfolgt erst in der Einführungsphase im Zusammenhang mit dem zweiten Newton'schen Axiom. Erst dann kann erklärt werden, worauf die zunächst willkürlich erscheinende Festlegung (102 g) basiert.

Das Hooke'sche Gesetz eignet sich, exemplarisch das induktive Verfahren beim Auffinden physikalischer Gesetzmäßigkeiten zu beschreiben (Basiskonzept Wechselwirkung). Analog zur Behandlung des Ohm'schen Gesetzes in Klassenstufe 7 ist darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler den linearen Zusammenhang zwischen Kraft und Verformung als etwas Besonderes erkennen und nicht als selbstverständlich ansehen. Dazu ist es sinnvoll, zunächst nicht den Sonderfall in den Vordergrund zu stellen, sondern zuerst den Zusammenhang beispielsweise an einem Gummiband näher zu untersuchen. Es sollte deutlich zwischen dem Hooke'schen Gesetz als einem physikalischen Naturgesetz und der Definition der Federkonstanten als einer zweckmäßigen Festlegung unterschieden werden.

Die Behandlung der Kräfteaddition ist obligatorisch. Die Gleichwertigkeit der beiden Aussagen, dass zwei in einem Punkt angreifende gegengleiche Kräfte sich in ihrer Wirkung aufheben und dass für die resultierende Kraft $F_{\text{res}} = 0$ gilt, ist zu betonen. Die Bedeutung der resultierenden Kraft wird erst bei der Betrachtung des Zusammenwirkens nicht paralleler Kräfte offenkundig. Um Verwechslungen mit dem dritten Newton'schen Axiom („actio est reactio“) vorzubeugen, sollte darauf hingewiesen werden, dass die Kräfte eines Gleichgewichtspaares stets am selben Körper angreifen (Basiskonzept System).

Reibungs- und Trägheitseffekte gehören zur Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler und bieten motivierende Gesprächsanlässe im Unterricht. Im Zusammenhang mit dem Trägheitssatz und den Reibungsgesetzen kann die Bedeutung von Idealisierungen und Näherungen in der Physik angesprochen werden. Bei der Berechnung von Reibungskräften ist die Einschränkung auf horizontale Flächen ausreichend.

Das Thema Kraftwandler (Basiskonzept System) eignet sich insbesondere, die Schülerinnen und Schüler mit einfachen Mitteln selbst experimentieren zu lassen. Der fachübergreifende und fächerverbindende Aspekt kann zur weiteren Erhöhung der Motivation genutzt werden. Im Sprachenzweig und im Informatikzweig werden nur zweiseitige Hebel verpflichtend behandelt, wobei auch nur Fälle betrachtet werden sollen, bei denen zwei Kräfte senkrecht zum Stab angreifen.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kraftmessung	
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> geben Kräfte als Ursache für Geschwindigkeitsänderungen oder Verformungen von Körpern an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> entscheiden begründet, ob eine Verformung elastisch oder plastisch ist.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> formulieren den Trägheitssatz: Wirkt auf einen Körper keine Kraft ein, so bleibt er entweder in Ruhe oder er bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit auf einer Geraden. bezeichnen die physikalische Größe Kraft mit dem Symbol F und geben ihre Einheit an: $[F] = 1 \text{ N}$, nennen Körper, für deren Verformung ein linearer Zusammenhang gilt, und Körper, für deren Verformung ein nichtlinearer Zusammenhang gilt, formulieren das Hooke'sche Gesetz für bestimmte elastische Festkörper: Die erzielte Dehnung ist proportional zur wirkenden Federspannkraft: $s \sim F_s$ definieren die physikalische Größe Federhärte D als Quotient aus der Federspannkraft F_s und der erzielten Dehnung s und geben ihre Einheit an: $D = \frac{F_s}{s}, [D] = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ <p>Gewichtskraft</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären Alltagsphänomene unter Verwendung des Trägheitssatzes, planen Versuche zur Aufnahme von Dehnungsdiagrammen und führen sie durch (für einen linearen und einen nicht linearen Zusammenhang), begründen an Beispielen, dass das Hooke'sche Gesetz nur in bestimmten Grenzen Gültigkeit hat, beschreiben den Aufbau eines Kraftmessers und begründen die Verwendung einer Schraubenfeder, bestimmen experimentell die Federhärte einer Schraubenfeder und geben das Messergebnis in der Form Bestwert \pm Messunsicherheit an, lösen einfache Aufgaben mit Hilfe von Dehnungsdiagrammen und der Gesetzmäßigkeit $F_s = D \cdot s$.
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> bezeichnen die physikalische Größe Gewichtskraft mit dem Formelzeichen F_G. 	

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass (an einem festen Ort) die Gewichtskraft eines Körpers proportional zu seiner Masse ist, • definieren die physikalische Größe Ortsfaktor g als Quotient aus der Gewichtskraft F_G eines Körpers und seiner Masse m und geben ihre Einheit an: $g = \frac{F_G}{m}, [g] = 1 \frac{\text{N}}{\text{kg}}.$ • geben den Wert des Ortsfaktors auf der geografischen Breite Deutschlands an: $g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}},$ • geben an, dass die Gewichtskraft ortsabhängig ist, die Masse dagegen ortsunabhängig ist. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Versuche zur Bestimmung der Gewichtskraft von Alltagsgegenständen durch. • schätzen Gewichtskräfte auf der Erde mit dem Näherungswert $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ab, • recherchieren Ortsfaktoren auf anderen Himmelskörpern, • erläutern die unterschiedliche Verwendung der Begriffe Masse und Gewicht(s-kraft) in Alltags- und Fachsprache, • lösen einfache Aufgaben mit Hilfe der Gesetzmäßigkeit $F_G = m \cdot g$.
<p>Kraft als Vektor</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass eine Kraft eindeutig durch die Bestimmungsstücke Betrag, Angriffspunkt und Richtung festgelegt ist (vektorielle Größe), • geben an, dass zwei Kräfte mit gleichem Angriffspunkt durch eine Kraft ersetzt werden können, die so genannte resultierende Kraft (Gesamtkraft). 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen Hypothesen zu Zusammenhängen zwischen zwei Kräften und der resultierenden Kraft auf, • ermitteln experimentell die resultierende Kraft bei zwei an einem Punkt angreifenden nicht parallelen Kräften.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> definieren den Begriff Kräftegleichgewicht. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Konstruktion der resultierenden Kraft mit Hilfe eines Kräfteparallelogramms, konstruieren Kräfteparallelogramme, nutzen eine Dynamische Geometriesoftware zur Bestimmung der resultierenden Kraft, lösen einfache Aufgaben zur Kraft als Vektor.
<p>Reibungskraft</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden Haft-, Gleit- und Rollreibung, formulieren das Reibungsgesetz: Der Betrag der Reibungskraft ist (in guter Näherung) proportional zum Betrag der Normalkraft, definieren die physikalische Größe Reibungszahl μ als Quotient aus den Beträgen von Reibungskraft F_R und Normalkraft F_N und geben ihre Einheit an: $\mu = \frac{F_R}{F_N}, [\mu] = 1$ 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> begründen die Existenz einer Reibungskraft mit Hilfe des Trägheitssatzes an geeigneten Beispielen aus dem Alltag, führen Versuche zum Größenvergleich von (maximaler) Haftreibungskraft, Gleitreibungskraft und Rollreibungskraft durch, erklären mit Hilfe eines Modells die Reibungsarten mikroskopisch und begründen damit die Größenverhältnisse der drei Reibungskräfte, identifizieren Reibungskräfte in Alltagssituationen, führen einen Versuch zum Reibungsgesetz durch, untersuchen auf einen proportionalen Zusammenhang und stellen die zugehörige Gleichung auf, recherchieren Reibungszahlen für verschiedene Stoffkombinationen und verschiedene Reibungsarten (Haftreibung und Gleitreibung), diskutieren geeignete Maßnahmen zur Erhöhung bzw. zur Verminderung der Reibung, lösen einfache Aufgaben mit Hilfe der Gesetzmäßigkeit $F_R = \mu \cdot F_N$ für horizontale Flächen.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen

Prozessbezogene Kompetenzen

Kraftwandler

Die Schülerinnen und Schüler

- bezeichnen ein System, das wenigstens ein Bestimmungsstück einer Kraft verändert, als Kraftwandler,
- nennen Beispiele für einfache Kraftwandler,
- definieren den Begriff Hebel als starren, um eine feste Achse frei drehbaren Stab,
- definieren den Begriff Hebelarmlänge ℓ als Abstand vom Drehpunkt bis zum Angriffspunkt der Kraft (für den Fall, dass Kraft und Hebelarm zueinander senkrecht stehen),
- formulieren den folgenden Spezialfall des Hebelgesetzes:
An einem (zweiseitigen) Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn die Produkte aus Kraftbetrag und Hebelarmlänge auf beiden Seiten der Drehachse gleich sind.

Berufe aus dem Bereich Kraft

Die Schülerinnen und Schüler

- realisieren mit Gewichtsstücken Gleichgewicht an einem zweiseitigen Hebel,
- verallgemeinern ihre Beobachtungen zu einem Spezialfall des Hebelgesetzes,
- lösen einfache Aufgaben unter Verwendung des Spezialfalls des Hebelgesetzes.

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren über Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zum Thema Kraftmessung und Kraftwandlung.

Hinweise zum Sprachsensiblen Fachunterricht

Fachwortschatz:

(Hinweis: Fachbegriffe sind immer unter Verwendung des Artikels und in Singular und Plural anzugeben.)

Kraft, Geschwindigkeitsänderung, Trägheitssatz, Verformung, elastisch, plastisch, konstante Geschwindigkeit, physikalische Größe Kraft, Symbol F, Einheit 1 N (Newton), linearer Zusammenhang, nichtlinearer Zusammenhang, Dehnung, Dehnungsdiagramm, Federspannkraft, Hooke'sche Gesetz, Festkörper, Federhärte, Kraftmesser, Schraubenfeder, Bestwert \pm Messunsicherheit,

Gewichtskraft, proportional, Ortsfaktor, Näherungswert, ortsabhängig,

Vektor, Bestimmungsstück, Betrag, Richtung, vektorielle Größe, Angriffspunkt, resultierende Kraft, Hypothese, parallele Kräfte, Kräftegleichgewicht, Kräfteparallelogramm,

Reibungskraft, Haft-, Gleit- und Rollreibung, Haftreibungskraft, Gleitreibungskraft und Rollreibungskraft, Modell, mikroskopisch, Reibungsgesetz, Normalkraft, Reibungszahl, Stoffkombination,

Kraftwandler, Hebel, Hebelarmlänge, Drehpunkt, Hebelarm, Hebel, Gleichgewicht, Gewichtsstücke.



„Kräfte ändern Geschwindigkeiten.“

„Kräfte verformen Körper.“

„Diese Verformung ist elastisch/plastisch.“

„Das Formelzeichen der ... ist ...“

„... hat die Einheit ...“

„Eine Feder hat eine lineare Verformung.“

„Ich messe die Gewichtskraft (eines Körpers) mit einem Kraftmesser.“

„Die Haftreibungskraft ist größer als die Gleitreibungskraft.“

„Ein Hebel ist ein Kraftwandler.“



„Auf der Erde rechnen wir mit dem Näherungswert $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.“

„Die Gewichtskraft ist ortsabhängig.“

„Die Masse ist ortsunabhängig.“

„Das Reibungsgesetz lautet ...“



„Das Hooke'sche Gesetz gilt nur dann, wenn ...“

„Die Kraft ist eine vektorielle Größe, das bedeutet, dass zu ihrer Angabe ... notwendig sind.“

„Die Reibungsarten lassen sich mikroskopisch mit folgendem Modell erklären.“



„Resultierende Kräfte lassen sich mit einer dynamischen Geometriesoftware bestimmen.“

„Aufgrund des Trägheitssatzes müssen hier Reibungskräfte wirken, denn ...“

„Mit folgenden Maßnahmen lässt sich Reibung erhöhen/vermindern...“

„In der gegebenen Situation würde ich mich für ... als Kraftwandler entscheiden, da ...“

Hinweise**Allgemeine Hinweise**

- Einsatz von Filmsequenzen von Crashtests (Trägheitssatz)
- Bewertung der Notwendigkeit eines Sicherheitsgurtes im Straßenverkehr aus physikalischer Sicht
- Masse als Skalar vs. Kraft als Vektor (gerichtete Größe)
- Tafel Schokolade (mit Alufolie) als Musterkörper für „1 N“
- Abgrenzung von elastischer Verformung zu plastischer Verformung
- Elastizitäts-/Proportionalitätsbereich beim Hooke'schen Gesetz
- Ableseübungen an Diagrammen mit nicht proportionalen Zusammenhängen
- Angabe des Maßstabes beim Zeichnen von Kräften
- Verwendung des Kraftvektors nur in Zeichnungen
- Schwerpunkt als Angriffspunkt der Gewichtskraft
- Keine Vermischung von Kräftegleichgewicht und Wechselwirkungsprinzip
- Konsequente Unterscheidung von vorgegebenen Kräften und der Resultierenden in Zeichnungen z. B. durch verschiedene Farben
- Einsatz dynamischer Geometriesoftware (z. B. Veranschaulichung der Abhängigkeit der Beträge der Kraftkomponenten vom Winkel zwischen den Krafrichtungen)
- Kennzeichnung der Drehachse eines Hebels in der (zweidimensionalen) Zeichnung als Drehpunkt
- Stationenlernen beim Hebel
- Balkenwaage als Hebel
- Reibungsgesetz als idealisierte Vorstellung, in der Realität Einfluss der Fläche
- Bürstenmodell zur Erklärung der Reibung
- Betrachtungen zur Reibung im Sprachenzweig und Informatikzweig nur bei horizontaler Unterlage,
- Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten von ggf. vorhandener Schmierung (z. B. Öl)
- Streuen von Sand, Asche, Splitt zur Aufräuhung glatter Oberflächen
- Bremswirkung bei Glatteis („Stotterbremsung“ vs. dauerhaftem Blockieren der Räder)

Geeignete Kontexte

- Verkehrsphysik (Trägheit beim Anfahren, Abbremsen, Änderung der Richtung, Unfälle bei glattem Straßenbelag)
- Bewegungslehre des Aristoteles, Entdeckung des Trägheitsgesetzes (Aristoteles, Galilei, Newton)
- Bewegung von Raumsonden nach „Verlassen des Sonnensystems“

Hinweise

- Gravimetrie (z. B. zur Entdeckung von Öl-, Gasvorkommen)
- Verformungen beim Menschen
- Bungee-Sprung (Dehnung des Seiles)
- Materialprüfung (z. B. Zugfestigkeitsprüfung bei Stahlbeton, Prüfung von Fahrradhelmen auf Belastbarkeit)
- Schwerelosigkeit
- Tauziehen
- Fußball (Betrag, Richtung und Angriffspunkt von Kräften)
- Treideln an Kanälen, Flüssen
- Hebelwirkung beim Sport Judo
- Hebelwirkung bei Werkzeugen
- Hebel am menschlichen Körper
- „Welt ohne Reibung“
- Pyramidenbau
- Wintersport (Technik beim Skilanglauf)
- Knoten (Zunahme der Haftkraft mit der Belastung)
- Reibung bei Schiffstauen
- Bauphysik

Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge

- Mathematik: Proportionalität (Federkonstante, Ortsfaktor, Reibungskoeffizient), maßstäbliche Konstruktion von Kräfteparallelogrammen
- Erdkunde: Maßstab, Variation von g an der Erdoberfläche
- Biologie: Spinnenseide (Elastizität und Belastbarkeit), Gelenke als Hebel
- Geschichte: Einsatz von Werkzeugen als Kraftwandler
- Sport: Biomechanische Aspekte bei Sportarten

Geeignete (Schüler-)Experimente

- Bau eines Kraftmessers aus Papprolle, Feder und Faden (Münzen als Massen)
- Kraft-Dehnungsdiagramme von Gymnastikbändern
- Dehnen eines Expanders
- Experimente zur Reibung mit Fahrradreifen
- Klettern an Kletterstange aus Holz oder Metall ohne bzw. mit Schuhen und Handschuhen aus Wolle, Gummi oder Leder.
- Zerbrechen eines Streichholzes in immer kürzere Stücke

Hinweise**Außerschulische Lernorte**

- Klettergarten
- Entwicklungsabteilung der Autoindustrie (Crashtest)
- Baustelle (Lastentransport)
- Fitnessstudio

Projekte

- Schwerelosigkeit
- Bau eines tragfähigen Brückenmodells (z. B. aus Papier bei vorgegebener Spannweite und Tragfähigkeit)
- Wettbewerbe der Ingenieurskammer des Saarlandes
- Bau eines Mobile

Der Energiebegriff und die damit verbundene Betrachtung der physikalischen Arbeit zählen zu den elementaren Inhalten des Physikunterrichts. Die Bedeutung des Energiebegriffs für den naturwissenschaftlichen Unterricht wird nicht zuletzt durch die Aufnahme des übergeordneten Basiskonzepts „Energie“ in die Bildungsstandards für das Fach Physik untermauert.

Nach der Behandlung des Themenfeldes Kraft ist es sinnvoll, zunächst die physikalische Arbeit einzuführen. Dabei sollte eine deutliche Abgrenzung zwischen dem physikalischen Fachbegriff und dem Arbeitsbegriff im Alltag erfolgen. Es ist auch möglich, den Energiebegriff vor die Betrachtung der physikalischen Arbeit zu stellen. Für beide Begriffe dienen eine Vielzahl von Vorgängen aus der Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler (Schaukel, Achterbahn, Heben von Lasten, Trampolin usw.) als Anknüpfungspunkte.

Die Formeln zur Berechnung der Beschleunigungsarbeit sowie der Verformungsarbeit können in Klassenstufe 8 ohne Herleitung angegeben werden.

Im Sprachenzweig und im Informatikzweig soll nur die Formel für die Hubarbeit hergeleitet werden. Die Reibungsarbeit wird behandelt, eine Formel soll aber nicht angegeben werden.

Die Unterscheidung zwischen der Beschreibung eines Vorgangs (durch die physikalische Größe Arbeit) und der Beschreibung eines Zustands erfolgt mit der Einführung des Energiebegriffs. Dabei soll verdeutlicht werden, dass ein in sich veränderliches System durch die Energie als Erhaltungsgröße umfassend beschrieben werden kann. Dieser Aspekt spielt auch fachübergreifend eine Rolle (Chemie, Biologie, Erdkunde). Neben den mechanischen Energieformen soll auch die innere Energie an dieser Stelle angesprochen werden, da die Schülerinnen und Schüler die Erwärmung eines Körpers in Folge von Reibungsvorgängen bereits kennen und hier mit dem Begriff der inneren Energie verknüpft werden können. Damit können mögliche „Verluste“ beim Auftreten von Reibungsarbeit hinreichend erklärt werden. Der aus der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler bekannte Begriff der Leistung kann auch unmittelbar nach der unterrichtlichen Behandlung der Arbeit eingeführt werden.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Arbeit	
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> formulieren die Goldene Regel der Mechanik: Eine Kraftübersetzung zieht stets eine entsprechende Weguntersetzung nach sich. definieren die physikalische Größe Arbeit W als Produkt aus Kraftbetrag F und Weglänge s (bei konstanter Kraft in Wegrichtung) und geben ihre Einheit an: $W = F \cdot s$, $[W] = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> stellen bei einer schiefen Ebene experimentell einen Zusammenhang her zwischen Kraft und Weg beim Anheben einer Last entlang der schiefen Ebene bei gleicher Höhe, aber verschiedenen Neigungen und beim senkrechten Anheben, vergleichen den physikalischen mit dem umgangssprachlichen Arbeitsbegriff, entscheiden bei Alltagsvorgängen, ob dabei mechanische Arbeit verrichtet wird.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> nennen die innere Energie als weitere Energieform und geben an, dass sich eine Erhöhung der inneren Energie durch Erwärmung eines Körpers ausdrückt, geben die innere Energie eines Körpers als Summe aller Teilchenenergien an, formulieren den Energieerhaltungssatz der Mechanik: Bei wechselseitiger, reibungsfreier Umwandlung mechanischer Energieformen bleibt die mechanische Gesamtenergie erhalten. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern an einem Beispiel, dass das Verrichten von Reibungsarbeit nicht zu einem Zuwachs von mechanischer Energie führt, verwenden Simulationsprogramme zur Veranschaulichung, dass das Verrichten von Reibungsarbeit zu einer Erhöhung der inneren Energie der beteiligten Körper führt, beschreiben einfache Versuche, die eine (fast) verlustfreie Umwandlung von mechanischen Energieformen demonstrieren, verwenden ein Simulationsprogramm zur Visualisierung der bei einem Vorgang erfolgenden Energieumwandlungen und -übertragungen, diskutieren Maßnahmen zur möglichst effizienten Umwandlung von Energie, lösen Aufgaben unter Verwendung des Energieerhaltungssatzes.
<p>Leistung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> definieren die physikalische Größe Leistung P als Quotient aus der verrichteten Arbeit W und der dazu benötigten Zeitspanne Δt und geben ihre Einheit an: $P = \frac{W}{\Delta t}, [P] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W}.$ 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren Dauerleistungen im Alltag, lösen einfache Aufgaben zur Leistung.
<p>Berufe aus dem Bereich Energie</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren über Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zur mechanischen Energie.

Hinweise zum Sprachsensiblen Fachunterricht

Fachwortschatz:

Goldene Regel der Mechanik, Kraftübersetzung, Weguntersetzung, schiefe Ebene, Last, Neigung, Arbeit, konstante Kraft in Wegrichtung, physikalischer und umgangssprachlicher Arbeitsbegriff, Hubarbeit, Reibungsarbeit, Verformungsarbeit, Beschleunigungsarbeit, Joule, reibungsfreier Vorgang,

Energie, an/von einem System verrichtete Arbeit, gespeicherte Arbeit, Lageenergie, Spannenergie, Bewegungsenergie, potenzielle Energie, kinetische Energie, innere Energie, Teilchenenergie, Arbeit wird verrichtet, Energieerhaltungssatz, reibungsfrei, Gesamtenergie, Umwandlung/Übertragung von Energie,

Leistung.



„Die ... hat die Einheit ...“

„Die Formel für die ...arbeit/...energie ist: ...“



„Energie ist die Fähigkeit eines Systems Arbeit zu verrichten.“

„Energie ist gespeicherte Arbeit.“

„Die goldene Regel der Mechanik lautet: ...“



„Wenn man an einem System Arbeit verrichtet, dann ändert sich seine Energie.“

„Wenn man an einem Körper Hubarbeit verrichtet, dann nimmt seine Lageenergie zu.“

„Wenn man an einem Körper Beschleunigungsarbeit verrichtet, dann ...“



„Im Gegensatz zum umgangssprachlichen Arbeitsbegriff liegt im physikalischen Sinn beim ... keine Arbeit vor.“

„Bei wechselseitiger, reibungsfreier Umwandlung mechanischer Energieformen...“

„Mit Hilfe eines Simulationsprogramms lässt sich die Umwandlung von ... in ... visualisieren.“

Hinweise**Allgemeine Hinweise**

- Abgrenzung des physikalischen Arbeitsbegriffs vom Alltagsbegriff
- Diskussion zum perpetuum mobile
- Unterscheidung zwischen Spitzenleistung und Dauerleistung
- Energieumwandlungen im Straßenverkehr und beim Skifahren (Bremsvorgänge als Beispiel für die Umwandlung von mechanischer Energie in innere Energie)
- Arbeit mit Flussdiagrammen (Energieumwandlungsketten)
- Zahlenangaben zu wissenswerten Energien
- Vergleich von Dauerleistungen (Mensch, Tiere, Maschinen)
- Umrechnung der Einheiten Kilowatt (1 kW) und Pferdestärke (1 PS)

Hinweise**Geeignete Kontexte**

- Energiebetrachtungen beim Sport auch unter Verwendung einer Smartwatch
- Sportliche Höchstleistungen, Bergsteigen („100 Höhenmeter pro Stunde“)
- Belastungsergometrie beim Arzt
- Mensch als Energiewandler
- Verschiedene Möglichkeiten (Wasser, Luft, Treibstoff) zum Antrieb
- Perpetuum-mobile-Konstruktionen

Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge

- Mathematik: Quadratwurzel, quadratische Funktionen
- Biologie: Körperbau von Mensch und Tier
- Erdkunde: Energieumwandlung durch Wasserkraft
- Geschichte: Tempeltüren von Alexandria (Heron)

Geeignete (Schüler-)Experimente

- Körper unterschiedlicher Massen verursachen beim Fall aus unterschiedlichen Höhen unterschiedliche Eindringtiefen eines Nagels in eine Styroporplatte
- Experimente mit Flummi, Jojo, Looping
- Experimente mit „Springspielzeug“
- Experimente mit Knete

Außerschulische Lernorte

- Klettergarten
- Entwicklungsabteilung der Autoindustrie (Crashtest)
- Baustelle (Lastentransport)
- Fitnessstudio

Projekte

- Bestimmung der Leistung beim Treppensteigen
- „Mausefallenauto“-Wettbewerb

Bei der Einführung der physikalischen Größe Druck erscheint es sinnvoll, diese nicht unmittelbar über den Auflagedruck ("Kraft pro Fläche") einzuführen, sondern den Druck als Zustand eines Systems zu identifizieren. Dazu bietet sich eine Herangehensweise unter Verwendung des Teilchenmodells an. Mit Hilfe von Simulationen oder Videos kann die Teilchenbewegung in einer eingeschlossenen Gasmenge veranschaulicht werden. Für die Schülerinnen und Schüler wird damit leicht einsichtig, dass durch den Zusammenprall der Teilchen mit den Begrenzungsflächen Kräfte auf diese ausgeübt werden. An dieser Stelle kann bereits ein erster Ausblick erfolgen, dass die Zusammenstöße zwischen Teilchen und Begrenzungsfläche durch verschiedene Maßnahmen erhöht werden kann (Erhöhung der Teilchenzahl, Verringerung des Volumens, Erhöhung der Temperatur) und sich dadurch der Druckzustand des Systems ändert. Die resultierende Kraft, die von den Teilchen auf die Begrenzungsflächen ausgeübt wird, ist proportional zum Druck innerhalb des Systems.

Die Proportionalität zwischen dem Betrag der wirkenden Kraft und dem Maß der betrachteten (Teil-)Fläche ist beispielsweise mit dem „Druck-Kraft-Gerät“ experimentell leicht zu überprüfen, womit man zur Formulierung "Druck ist bestimmbar durch den Quotienten aus Kraft und Fläche" gelangt. Dieser Zugang beinhaltet eine solide Differenzierung zwischen Kraft als vektorieller Größe und der Zustandsgröße Druck als Skalar, die vielen falschen Schülervorstellungen vorbeugt und falsche Begriffsbildungen wie "Druckkraft" nicht zulässt.

Das Teilchenmodell kann bei der anschließenden Behandlung von Schwere- und Luftdruck gewinnbringend genutzt werden. Die Teilchen in der Tiefe h einer Flüssigkeit üben demnach allseitige Kräfte auf ihre Umgebung, sowohl auf benachbarte Teilchen als auch auf Begrenzungsflächen, aus. Da die uns umgebende Luft sich bereits in einem bestimmten Druckzustand befindet (Luftdruck), übt sie demnach Kräfte auf alle Begrenzungsflächen aus. Solche Kräfte heben sich in den meisten Fällen gegenseitig auf (Kräftegleichgewicht). Die Kraftwirkung aufgrund des Luftdrucks ist folglich nur dann beobachtbar, wenn sich die Gase zu beiden Seiten einer Begrenzungsfläche in unterschiedlichen Druckzuständen befinden und somit verschieden starke (sich nicht gegenseitig aufhebende) Kräfte auf die Begrenzungsfläche ausüben.

Im Sprachenzweig und im Informatikzweig wird die Formel für die Auftriebskraft nicht thematisiert. Die Dichtekriterien für das Steigen, Schweben und Sinken eines Körpers in Wasser können von den Schülerinnen und Schülern im Experiment entdeckt werden.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>Druck als Zustand</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass sich ein Druckzustand eines eingeschlossenen Gases dadurch zeigt, dass das Gas Kräfte senkrecht auf seine Begrenzungsflächen ausübt, • geben die folgenden Möglichkeiten an, um in einem eingeschlossenen Gas Druck aufzubauen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gasteilchen hinzufügen, ○ Volumen verringern, ○ Temperatur erhöhen. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären den Druckzustand eines eingeschlossenen Gases mit Hilfe eines einfachen Teilchenmodells, • untersuchen für ein eingeschlossenes Gas den Zusammenhang zwischen Kraft und Flächeninhalt der Begrenzungsfläche quantitativ.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> definieren die physikalische Größe Druck p als Quotient aus dem Betrag der Kraft F und dem Flächeninhalt A und geben ihre Einheit an: $p = \frac{F}{A}, \quad [p] = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa (Pascal)}.$	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> rechnen die Einheiten 1 Bar und 1 Pascal ineinander um, übertragen den Druckbegriff von Gasen auf Flüssigkeiten, entwickeln an einem Beispiel (Hebebühne, Hydraulikanlage) den grundlegenden Zusammenhang für hydraulische Systeme: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2},$ recherchieren vorkommende Drücke bzw. Kräfte im Alltag (z. B. Fahrradreifen, Autoreifen, Schnellkochtopf), diskutieren die Erhöhung des Drucks in Fahrradreifen unter den Aspekten verlustfreie Umwandlung mechanischer Energien und Sicherheit, lösen einfache Aufgaben zur physikalischen Größe Druck.
<p>Schweredruck in einer Flüssigkeit</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> nennen die Gewichtskraft einer Flüssigkeit als Ursache für den Schweredruck, geben die Gesetzmäßigkeit $p = \rho \cdot g \cdot h$ für den Schweredruck in einer Flüssigkeit an, formulieren das hydrostatische Paradoxon. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben einen Versuch zur Demonstration der Existenz des Schweredrucks in einer Flüssigkeit, leiten die Formel für den Schweredruck in einer Flüssigkeit her, beschreiben an verschiedenen Beispielen aus dem Alltag das Prinzip der verbundenen Gefäße, lösen einfache Aufgaben zum Schweredruck in Flüssigkeiten.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen

Prozessbezogene Kompetenzen

Luftdruck

Die Schülerinnen und Schüler

- geben den mittleren Luftdruck auf Meereshöhe an,
- interpretieren den Luftdruck als Schweredruck der Lufthülle.

Die Schülerinnen und Schüler

- veranschaulichen die Existenz des Luftdrucks in einem einfachen Versuch,
- planen einen Versuch zur Bestimmung des Luftdrucks, führen ihn durch und werten ihn aus und geben das Messergebnis in der Form Bestwert \pm Messunsicherheit an,
- vergleichen den mittleren Luftdruck auf Meereshöhe mit dem Schweredruck in einer bestimmten Wassertiefe,
- recherchieren nach historischen Experimenten zum Luftdruck,
- messen mit einem digitalen Endgerät mit einem Drucksensor den Luftdruck am Beobachtungsort und beobachten Änderungen des Luftdrucks in Folge von Höhenänderungen,
- lösen einfache Aufgaben zum Luftdruck.

Auftrieb

Die Schülerinnen und Schüler

- geben die Auftriebskraft als Ursache für den Auftrieb in einer Flüssigkeit an.

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben einen einfachen Versuch zur Demonstration der Existenz der Auftriebskraft,
- bestimmen die Auftriebskraft auf einen Festkörper im Versuch,
- entwickeln im Versuch Dichtekriterien für das Steigen, Schweben und Sinken eines Festkörpers in Wasser,
- lösen einfache Aufgaben zum Auftrieb.

Berufe aus dem Bereich Druck

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren über Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zum Thema physikalische Größe Druck.

Hinweise zum Sprachsensiblen Fachunterricht

Fachwortschatz:

eingeschlossenes Gas, Druckzustand, Begrenzungsfläche, Teilchenmodell, Temperatur, Druck, Hebebühne, Hydraulikanlage, hydraulisches System,

Schweredruck, hydrostatisches Paradoxon, verbundene Gefäße,

mittlerer Luftdruck,

Auftrieb, Auftriebskraft, Dichte, Dichtekriterien.



„Der Druck hat die Einheit...“

„Eine Hebebühne ist ein hydraulisches System.“

„Die Formel für den Schweredruck in einer Flüssigkeit ist ...“

„Der mittlere Luftdruck auf Meereshöhe ist ...“

„Die Ursache für die Auftriebskraft ist ...“



„Folgender Versuch veranschaulicht den Luftdruck.“

„Die Gewichtskraft einer Flüssigkeit bewirkt den Schweredruck.“



„Man erhöht den Druck in einem eingeschlossenen Gas, wenn man ...“

„Ein (eingeschlossenes) Gas übt Kräfte senkrecht auf seine Begrenzungsflächen aus.“

„Der Druckzustand in einem eingeschlossenen Gas bewirkt ...“

„Ein Körper steigt/schwebt/sinkt in einer Flüssigkeit, wenn...“



„In einem eingeschlossenen Gas besteht folgender Zusammenhang zwischen Kraft und Flächeninhalt der Begrenzungsfläche ...“

„Das hydrostatische Paradoxon besagt, dass ...“

„Mit einem digitalen Endgerät mit einem Drucksensor lässt sich der Luftdruck in folgendem Versuch bestimmen.“

Hinweise

Allgemeine Hinweise

- Betonung des Drucks als Zustandsgröße
- Behandlung des Teilchenmodells nur in einfacher Form (2-dim: Münzen, 3-dim: Kugeln)
- Hydraulische Systeme ohne Wegbetrachtung
- Spürbare durch den Luftdruck verursachte Kraftwirkung nur gegenüber einem (teilweise) evakuierten Raum
- Anwendungen des Luftdrucks (Pumpen, Stechheber, Winkelheber, Saugnapf, Zerstäuber)
- Verwendung der Druckeinheit 1 mmHg (Millimeter Quecksilbersäule) bei der Blutdruckmessung

Hinweise**Geeignete Kontexte**

- Schlauchwaage an Baustellen
- Hydraulische Bremse bei Fahrrad und Auto
- Hoch- und Tiefdruckgebiete bei der Wettervorhersage
- Bau von Staudämmen
- Rettungswerkzeuge (hydraulisch arbeitende Scheren und Spreizer)
- Physik des Tauchens
- Bewegung von U-Booten
- Wasserversorgungssysteme
- Schleusenanlagen
- Moderne Luftschifffahrt

Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge

- Mathematik: Umrechnungen von Einheiten, Volumenberechnung verschiedener Körper, Rechnen mit Proportionalitäten, Abschätzungen, sinnvolles Runden, Arbeit mit Tabellen und Diagrammen
- Biologie: Blutkreislauf, Blutdruckmessung, Aufbau des Ohres, Schwimmblase bei Fischen
- Erdkunde: Schleusen in der Schifffahrt, Eisberge, Luftdruck und Wetter
- Geschichte: Historische Bewässerungssysteme, historische Unglücke aus physikalischer Sicht (Hindenburg, Titanic)

Geeignete (Schüler-)Experimente

- Magdeburger Halbkugeln
- Barometer als Höhenmesser
- Blutdruckmessung
- Kartesischer Taucher
- Rosinen in Mineralwasser mit Kohlensäure

Außerschulische Lernorte

- Schwimmbad
- Schleusenanlagen
- Wetterwarte

Projekte

- Bau eines einfachen Dosenbarometers
- Bau eines Wasser(säulen)barometers
- Bau eines hydraulischen Hebekissens
- Bau eines Galileo - Thermometers

Zum Einstieg in die Thematik „Temperatur“ bietet es sich an, mit der den Schülerinnen und Schülern aus dem Alltag bekannten Celsius - Temperatur zu beginnen, die mit dem Formelzeichen ϑ angegeben wird.

Durch den praktischen Umgang mit Thermometern gewinnen die Schülerinnen und Schüler weitere Sicherheit im Ablesen an Skalen. Im Sprachenzweig und Informatikzweig genügt die Behandlung von Flüssigkeitsthermometern als Temperaturmessgeräte.

Im Physikunterricht der Klassenstufe 8 legen die präzise Festlegung der Celsiusskala (Hervorhebung der Bedeutung der Fixpunkte) und die Abgrenzung zwischen Celsius- und Kelvin-temperatur eine Grundlage zur nachfolgenden Behandlung der Gasgesetze.

Die Kelvin - Skala wird durch den linearen Zusammenhang zwischen Volumen und Temperatur von Luft bzw. anderen Gasen motiviert (Extrapolation).

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
Temperaturmessung	
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben die thermische Dehnung als Grundlage für ein objektives Messverfahren an, • bezeichnen die physikalische Größe Celsius-Temperatur mit dem Symbol ϑ und geben ihre Einheit an: [ϑ] = 1 °C, • geben die Fixpunkte der Celsius-Skala an und legen die Celsius-Temperatur fest, • unterscheiden zwischen Temperaturpunkten und Temperaturunterschieden, • geben Auswirkungen des Dehnungsverhaltens verschiedener Materialien in Natur und Technik an, • beschreiben die Anomalie des Wassers. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • diskutieren die Unzulänglichkeiten des subjektiven Empfindens zur Temperaturmessung, • beobachten die Änderung der Steighöhe einer Thermometerflüssigkeit bei Erwärmung in der Umgebung des Siedepunkts des Wassers, • begründen, dass Schmelz- und Siedetemperatur des Wassers als mögliche Fixpunkte geeignet sind, • recherchieren Schmelz- und Siedetemperaturen verschiedener Stoffe (z. B. Quecksilber, Aluminium, Eisen), • messen Temperaturen und geben das Messergebnis in der Form Bestwert \pm Messunsicherheit an, • erläutern exemplarisch positive und negative Auswirkungen der Dichteanomalie des Wassers auf Vorgänge in Natur und Umwelt, • lösen einfache Aufgaben zur Temperaturmessung.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen

Prozessbezogene Kompetenzen

Gesetz von Gay-Lussac und Kelvin-Temperatur

Die Schülerinnen und Schüler

- nennen die Größen Druck, Volumen und Temperatur als Zustandsgrößen einer eingeschlossenen Gasmenge,
- geben an, dass alle Gase gleiches Ausdehnungsverhalten zeigen,
- bezeichnen die physikalische Größe Kelvin-Temperatur mit dem Symbol T und geben ihre Einheit an:
 $[T] = 1 \text{ K}$,
- geben an, dass es eine tiefste Temperatur gibt: 0 K bzw. $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$,
- formulieren das Gesetz von Gay-Lussac:
 Bei konstantem Druck ist das Volumen einer eingeschlossenen Gasmenge zu seiner Kelvin-Temperatur proportional:
 $\frac{V}{T} = \text{konst.}$

Berufe aus dem Bereich Temperatur

Die Schülerinnen und Schüler

- planen einen Versuch zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen Volumen und Temperatur einer eingeschlossenen Gasmenge bei konstantem Druck und dokumentieren das Ergebnis in Form eines $V(\vartheta)$ -Diagramms,
- entwickeln aus dem $V(\vartheta)$ -Diagramm durch graphische Extrapolation die Kelvin-Skala (Auswertung unter Verwendung digitaler Hilfsmittel),
- rechnen Celsius- und Kelvin-Temperaturen ineinander um,
- lösen einfache Aufgaben zum Gesetz von Gay-Lussac und zur Kelvin-Temperatur.

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren über Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zum Thema Temperaturmessung und Gasgesetze.

Hinweise zum Sprachsensiblen Fachunterricht

Fachwortschatz:

thermische Dehnung, objektives Messverfahren, Celsius-Temperatur, Celsius-Skala, Thermometerflüssigkeit, Siedepunkt, Schmelzpunkt, Fixpunkt, Temperaturpunkt, Temperaturunterschied, Anomalie des Wassers,

Zustandsgröße, eingeschlossene Gasmenge, $V(\vartheta)$ -Diagramm, graphische Extrapolation, Kelvin-Temperatur, Gesetz von Gay-Lussac.



„... dehnt sich bei Erwärmung aus.“

„Die Celsius-Skala hat die Temperaturpunkte 0 °C, 1 °C, ..., 100 °C.“

„Das Gesetz von Gay-Lussac lautet: ...“

„Der Druck / Das Volumen / Die Temperatur ist eine Zustandsgröße.“

„Die Fixpunkte der Celsius-Skala sind: ...“



„Je länger ich erwärme, desto höher steigt die Thermometerflüssigkeit.“

„Je größer die Celsius-Temperatur ist, desto größer ist das Volumen.“

„Das Gesetz von Gay-Lussac gilt nur bei konstantem Druck.“

„Der Siedepunkt/Schmelzpunkt des Wassers ist ein Fixpunkt der Temperaturskala nach Celsius.“



„Die thermische Dehnung nutzt man zur objektiven Messung der Temperatur.“

„Das $V(\vartheta)$ -Diagramm zeigt einen linearen Zusammenhang zwischen dem Volumen und der Temperatur.“

„Die Raumtemperatur beträgt 21,5 °C plusminus 0,5 °C.“



„Das von anderen Stoffen abweichende Verhalten von Wasser nennt man Anomalie des Wassers.“

„Graphische Extrapolation bedeutet, die aus Messdaten gewonnene Ausgleichsgerade zu verlängern.“

Hinweise

Allgemeine Hinweise

- Qualitative Betrachtung des Ausdehnungsverhaltens von Festkörpern, Flüssigkeiten und nicht idealen Gasen ohne Einführung des Ausdehnungskoeffizienten
- Gummi zieht sich beim Erwärmen zusammen (Entropie-Elastizität in kautschukähnlichen Materialien)
- Unterscheidung der Celsius- und Kelvin-Temperatur durch Symbole
- Kennzeichnung von Temperaturunterschieden durch die Delta-Schreibweise ($\Delta\vartheta = \Delta T$)
- Recherchieren von Fixpunkten für andere Temperaturskalen
- Sachgerechte Verwendung von Thermometern schließt auch die anwendungsbezogene korrekte Auswahl ein
- Ableseübungen an Thermometern mit unterschiedlichen Skalen
- Einführung der Fahrenheittemperatur

Hinweise

- Unterschiedliches Ausdehnungsverhalten von Glas und Thermometerflüssigkeit
- Ausnutzung der unterschiedlichen Ausdehnung zweier unterschiedlicher Metalle in Anwendungen (Bimetallthermometer, Thermostat, thermischer Schutzschalter)
- Gleiches Ausdehnungsverhalten von Stahl und Beton (Stahlbeton)
- Temperaturmessung durch thermischen Kontakt vs. berührungslose Temperaturmessung
- Gasthermometer
- Arbeit mit Diagrammen (Ableseübungen an Klimadiagrammen)
- Dichteänderung als Folge der Volumenänderung bei Temperaturänderung (Wärmekonvektion)
- Gasgesetze von Gay-Lussac, Boyle-Mariotte und Amontons als Sonderfälle der allgemeinen Zustandsgleichung der Gase
- Hinweis auf den Begriff ideales Gas
- Messung des Reifendrucks als Überdruck zum Luftdruck
- Einfluss der Temperatur auf andere Stoffeigenschaften (z. B. Supraleitung)

Geeignete Kontexte

- Klassische Temperaturskalen: Réaumur, Fahrenheit
- Temperaturregelung mit Thermostaten (z. B. Bimetall)
- Sprinkleranlagen
- Richtige Lagerung von Lebensmitteln
- Infrarot-Thermografie (Temperaturfarbskala)
- Längenausdehnung in der Technik (Schleifen/Zwischenstücke bei Rohrleitungen, Dehnungsfugen bei Brücken, Gleit-/Rollenlagerung von Brücken, Ausdehnungsgefäße in geschlossenen Wasserkreisläufen)
- Eisenbahn (Ausdehnung von Schienen, „Reifenwechsel“ bei der Eisenbahn [Aufziehen von Radreifen])
- Auswirkungen der Anomalie des Wassers in Natur und Umwelt (Frostaufbrüche, Zufrieren von Seen, Ausnutzung in der Landwirtschaft, Rohrbruch, Frostschutzmittel)
- Heißluftballons
- Meeresströmungen
- Antrieb der Plattenverschiebung durch Dichteunterschiede zwischen kalter Erdkruste und heißer Magma
- „Blow-up“ bei Autobahnen

Hinweise**Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge**

- Mathematik: Diagramme
- Biologie: Körpertemperatur, Fieberkurve, Körpertemperatur von Tieren (Winterschlaf, -ruhe, -starre), Schichtung von Wasser in Seen, Überleben von Fischen bei Frost, Blutdruckmessung
- Chemie: Gesetze von Gay-Lussac, Boyle-Mariotte und Amontons
- Erdkunde: Flug eines Wetterballons, Klimadiagramme, Verwitterung von Gestein (Einwirkung von Wasser, Eis, Temperaturänderungen), Frostaufbrüche, Nutzung der Anomalie des Wassers in der Landwirtschaft, Plattentektonik

Geeignete (Schüler-)Experimente

- Messung der Lufttemperatur über einen längeren Zeitraum (Tag, Woche) und Auswertung mit einem Diagramm (als Heimversuch)
- Eigenbau eines Thermometers
- Experimente zur Volumenausdehnung mit Plastikflaschen
- Bolzensprenger (Lehrerversuch)

Außerschulische Lernorte

- Wetterwarte

Projekte

- Bau einfacher Modelle zur Anwendung der Bimetallwirkung (Thermostat, automatischer Feuermelder)
- Bau eines einfachen Heißluftballons
- Wetterbeobachtung und -aufzeichnung (Temperatur, Luftdruck, Beschreibung der Bewölkung) über einen längeren Zeitraum, Zusammenhang zwischen Beobachtung und Messung

Im Sprachenzweig und Informatikzweig wird angestrebt, dass die Schülerinnen und Schüler die innere Energie als weitere Energieform kennen lernen. Dabei soll geklärt werden, dass innere Energie in Form von Wärme zwischen zwei Körpern ausgetauscht werden kann. Dagegen soll die Formel für die Änderung der inneren Energie nicht behandelt werden. Mischungsprobleme sollen lediglich qualitativ mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes beschrieben werden.

Im Zusammenhang mit der Behandlung der der Ausbreitung von Wärme bieten sich Diskussionen zu aktuellen gesellschaftlichen Problemen (Energieversorgung, Treibhauseffekt, Klimawandel) an.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>Innere Energie</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben den Zusammenhang zwischen Temperatur und innerer Energie eines Körpers als je-desto-Formulierung an, • bezeichnen die Änderung der inneren Energie mit dem Symbol ΔE_i und geben ihre Einheit an: $[\Delta E_i] = 1 \text{ J}$. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben einen Versuch, der eine Übertragung innerer Energie von einem auf einen anderen Körper demonstriert und bezeichnen die übertragene innere Energie als Wärme, • beschreiben Mischungsvorgänge mit dem Energieerhaltungssatz.
<p>Ausbreitung von Wärme</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung, • geben an, dass der Energieeinfall von der Sonne nur in Form von (Wärme-) Strahlung möglich ist. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen geeignete Versuche zur Ausbreitung von Wärme durch, • diskutieren mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Wärmeverlusten, • diskutieren Möglichkeiten zur Nutzung der Sonnenenergie, • lösen einfache Aufgaben zur inneren Energie und zur Ausbreitung von Wärme.

Kompetenzerwartungen

Fachwissen

Prozessbezogene Kompetenzen

Berufe aus dem Bereich Wärme

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren über Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zum Thema Wärme und Wärmeausbreitung.

Hinweise zum Sprachsensiblen Fachunterricht

Fachwortschatz:

innere Energie, Änderung der inneren Energie, Temperaturänderung, Übertragung innerer Energie, Mischungstemperatur, Energiebilanzgleichung,

Ausbreitung von Wärme, Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmeverluste, Sonnenenergie.



„Die innere Energie ist die Summe aller Teilchenenergien.“

„Die Änderung der inneren Energie hat das Formelzeichen ΔE_i .“

„Wärme ist übertragene innere Energie.“

„Die Arten des Transports von innerer Energie sind: ...“

„Konvektion tritt bei Meeresströmungen auf.“

„Wärmestrahlung erfolgt von der Sonne zur Erde.“



„Bei diesem Vorgang wird innere Energie von einem Körper auf einen anderen Körper übertragen.“



„Beim Mischen von Teewasser mit Leitungswasser gibt das Teewasser innere Energie an das Leitungswasser ab. Die abgegebene und die aufgenommene innere Energie stimmen überein.“

„Wärmeleitung/Konvektion/Wärmestrahlung ist ein Vorgang, bei dem ...“



„Die Änderung der inneren Energie ist die Differenz zwischen Endwert und Anfangswert der inneren Energie.“

Hinweise**Allgemeine Hinweise**

- Abgrenzung der Begriffe Wärme (Austauschform) und innere Energie (Speicherform)
- Übergang der inneren Energie nur vom Körper höherer zum Körper mit niedrigerer Temperatur
- Vergleich der Temperaturerhöhung von verschiedenen Materialien durch Sonneneinstrahlung
- Erhöhung der inneren Energie durch Reibung (Schürholzversuch, Bohrmaschine)
- Energieaufnahme einer Knautschzone bei Unfällen
- Beschränkung auf Energiebilanzgleichungen bei Aufgaben zu Mischungsproblemen
- Betrachtung der Wetterphänomene Regen, Schnee, Hagel, Reif, Nebel, Wirbelsturm
- Funktionsweise von Wärmekissen
- Beispiele für Energiewandler: Verbrennungsmotor, Stirlingmotor, Gas- oder Ölheizkessel, Latentwärmespeicher
- Isoliergefäße (Thermoskanne), Wärmeisolierung von Gebäuden zur Verringerung von Wärmeverlusten
- Kühlung durch Temperaturstrahlung
- Erzwungene Konvektion (Luft- bzw. Wasserkühlung eines Computers)

Geeignete Kontexte

- Bauphysik (Dämmung, Heizung)
- Wärme und innere Energie beim Kochen
- Folgen der Erderwärmung
- Solaranlagen
- Sonne als Wärmequelle
- Leben im Iglu
- Eisberge in der Schifffahrt
- Klima und Wetter
- Meeresströmungen
- Kühltürme
- Heatpipes (PC, KFZ, Weltraumtechnik)

Hinweise**Fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge**

- Mathematik: Proportionalität einer Größe zu zwei anderen Größen
- Biologie: „Zwiebelprinzip“, Schutz von Tieren gegen niedrige bzw. hohe Temperaturen
- Erdkunde: Windentstehung (Verhalten von Land- und Meermassen), Konvektion und Meeresströmung, Einfluss von Meeresströmungen auf das Klima, Klima und Treibhauseffekt
- Geschichte: Historische Entwicklung der Dampfmaschine

Geeignete (Schüler-)Experimente

- Erhitzen verschiedener Wassermengen mit Herdplatte, Wasserkocher oder Kerzen
- Aufnahme eines Temperatur-Zeit-Diagramms beim Erhitzen verschiedener Flüssigkeiten (z. B. Wasser, Öl)
- Eigenbau eines Kalorimeters (Plastikflasche mit "Styropor-Folie" bekleben)
- Wasser als schlechter Wärmeleiter (Eis im unteren Teil eines Reagenzglases mit Draht befestigt, Erhitzen des Wassers im oberen Teil)

Außerschulische Lernorte

- Wärmekraftwerk

Projekte

- Thermogramm eines Wohnhauses
- Heizungsanlage

Anhang

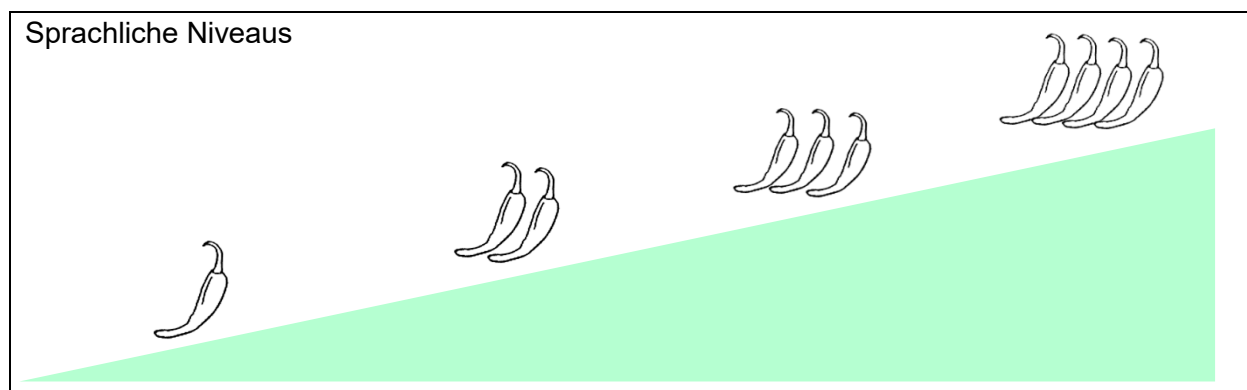
Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
aufstellen, formulieren	Gleichungen (Wort- oder Formelgleichungen) entwickeln
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekanntem Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
berechnen	Die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen.
beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
beurteilen	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
bewerten	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen
ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen herstellen
interpretieren, deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
ordnen	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten
zeichnen	Objekte grafisch exakt darstellen

Sprachsensibler Fachunterricht: Sprachniveaus

Die Sprachniveaus des sprachsensiblen Fachunterrichts werden durch eine, zwei, drei oder vier Chilischoten symbolisiert. Die Niveaus umfassen die Bereiche Wortschatz, Formenlehre und Satzbau. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Wortschatz und Formen. Sprachliche Herausforderungen können unabhängig voneinander in allen Bereichen liegen.

- Eine Chilischote symbolisiert ein basales sprachliches Niveau. Dieses ist gekennzeichnet durch alltagssprachlichen Wortschatz, Ich- und Du-Formen sowie einfache Satzkonstruktionen (Hauptsätze).
- Zwei Chilischoten zeigen ein leicht fortgeschrittenes sprachliches Niveau an. Dieses umfasst alltagssprachlichen und in Ansätzen auch bildungssprachlichen Wortschatz. Fachsprache wird in wenigen Einzelfällen genutzt. Imperativ-Formen und zusammengesetzte Verben kommen vor. Charakteristisch sind ein Verbalstil sowie einfache Konstruktionen mit Haupt- und Nebensatz.
- Drei Chilischoten stehen für ein deutlich fortgeschrittenes bildungssprachliches Niveau. Der Wortschatz ist teilweise bildungssprachlich. Fachsprache wird in Ansätzen genutzt. Verwendet wird auch die Man-Form. Kennzeichnend sind Formulierungen, die teilweise einen Nominalstil enthalten, sowie komplexere Satzkonstruktionen (z. B. Einschübe, mehrere Nebensätze).
- Vier Chilischoten kennzeichnen eine umfassend entwickelte Bildungssprache. Der Wortschatz ist durchgängig bildungssprachlich mit hohen fachsprachlichen Anteilen. Passiv-Formen werden genutzt. Kennzeichnend sind ein Nominalstil sowie sehr komplexe Satzkonstruktionen (z. B. Schachtelsätze).



Basales Sprachniveau: Schwerpunkt Alltagssprache	Leicht fortgeschrittenes Sprachniveau: von der Alltagssprache zur Bildungssprache	Fortgeschrittenes bildungssprachliches Niveau: Schwerpunkt Bildungssprache	Umfassendes bildungssprachliches Niveau: Schwerpunkt Bildungssprache
Wortschatz*			
brauchen / nehmen	benötigen / bereitstellen / hinzufügen		

es gibt / ich sehe, dass	ich vermute, dass / ich denke, dass / es geht um	meine Vermutung ist / ich nehme an, dass / ich bin der Meinung, dass	
der Balken / das Schaubild zeigt ... viel / wenig / hoch / tief	der Balken steht für / das Thema des Schaubilds ist mehr / weniger / höher / niedriger am meisten / am wenigsten / am höchsten / am niedrigsten / doppelt so groß / halb so viel	die Werte steigen / auf dem Schaubild sieht man	mit Hilfe des Balkens kann man ... erkennen / die Werte stagnieren / es wird dargestellt, dass
Zeit: als Erstes / zuerst / dann / danach / später / zum/am Schluss Grund: weil / also Zweck: damit Art und Weise: dazu / also Gegensatz: aber	Zeit: anschließend / dabei Grund: deswegen / deshalb / darum / denn / da Zweck: so dass / dafür / dazu Art und Weise: dadurch Gegensatz: trotzdem / sondern	Zeit: während / zunächst / zuletzt / schließlich Grund: folglich Zweck: um ... zu ... Bedingung: wenn ..., dann ... / falls Gegensatz: obwohl / allerdings	Zeit: bevor / nachdem Art und Weise: indem Gegensatz: jedoch / dennoch / trotz

Formen*

Ich-Form Du-Form Infinitiv	Imperativ zusammengesetzte Verben	Man-Form	Passiv
----------------------------------	--------------------------------------	----------	--------

Satzbau*

Hauptsatz	einfache Hauptsatz-Nebensatz-Konstruktionen	komplexe Satzkonstruktionen (z. B. Einschübe, mehrere Nebensätze) Nominalstil	sehr komplexe Satzkonstruktionen (z. B. Schachtelsätze)
-----------	---	---	--

*Die aufgeführten Chunks sind nicht ausschließlich, sondern als niveaubeschreibende Beispiele zu verstehen.

Die Darstellung der vier Sprachniveaus ermöglicht Lehrkräften, die sprachlichen Erwartungen für einzelne Lernende oder Gruppen gezielt zu differenzieren. Sie ermöglichen es, einen realistischen Erwartungshorizont zu Sprachrezeption und –produktion der Schülerinnen und Schüler zu entwickeln und können damit zum Beispiel auch für die konkrete Unterrichtsvor- und -nachbereitung bzw. die Erstellung von Leistungsnachweisen genutzt werden. Die Übersichtstabellen erleichtern auch die vorbereitenden Absprachen zwischen Sprachförder- und Fachlehrkräften.