



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM
FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT,
WEITERBILDUNG UND KULTUR

LEHRPLÄNE FÜR DIE NATURWISSENSCHAFTLICHEN FÄCHER

für die weiterführenden Schulen in Rheinland-Pfalz

Biologie
Chemie
Physik

Klassenstufen
7 bis 9/10



Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur
Mittlere Bleiche 61
55116 Mainz
poststelle@mbwwk.rlp.de

Verantwortlich:

Volker Tschiedel, Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur

Redaktion:

Andrea Bürgin, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Skriptbearbeitung:

Ute Nagelschmitt, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Erscheinungstermin: 2014

© Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur

INHALT

VORWORT

1	GESAMTKONZEPTION DER LEHRPLÄNE DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN FÄCHER	5
1.1	Der Beitrag der naturwissenschaftlichen Fächer zur Bildung	5
1.1.1	Naturwissenschaftliche Grundbildung	5
1.1.2	Bildungsstandards und Lehrplankonzeption	7
1.2	Die Säulen des naturwissenschaftlichen Unterrichts	9
1.2.1	Im lebensweltlichen Kontext lernen	10
1.2.2	Fachwissen in Basiskonzepten strukturieren	10
1.2.3	Kompetenzen handelnd entwickeln	11
1.3	Hinweise zur Differenzierung	12
1.4	Hinweise zur Unterrichtsplanung	13
1.4.1	Planungseinheiten: Themenfeld, Kontext, Lerneinheit	13
1.4.2	Reihenfolge der Themenfelder	14
2	LEHRPLAN BIOLOGIE	15
2.1	Zur Auswahl der Fachinhalte	15
2.2	Darstellung und Lesart der Themenfeld-Doppelseite	20
2.3	Die Themenfelder	23
3	LEHRPLAN CHEMIE	49
3.1	Zur Auswahl der Fachinhalte	49
3.2	Darstellung und Lesart der Themenfeld-Doppelseite	62
3.3	Die Themenfelder	65

4	LEHRPLAN PHYSIK	91
4.1	Zur Auswahl der Fachinhalte	91
4.2	Darstellung und Lesart der Themenfeld-Doppelseite	96
4.3	Die Themenfelder	99
5	ZUR ARBEIT MIT DEN LEHRPLÄNEN	124
5.1	Fachübergreifende Hinweise und Erläuterungen	124
5.1.1	Kompetenzbereiche und Kompetenzentwicklung	124
5.1.2	Lehr-Lern-Modell für den kompetenzorientierten Unterricht	126
5.1.3	Systematischer Aufbau von Fachwissen mit Hilfe von Basiskonzepten	131
5.1.4	Hinweise zur Lernstandsdiagnose und zur Leistungsbewertung	144
5.2	Zur Arbeit mit dem Lehrplan Biologie	147
5.2.1	Reihenfolge der Themenfelder und didaktische Linien	147
5.2.2	Basiskonzepte und ihre Entwicklung	150
5.2.3	Kompetenzen und ihre Entwicklung	161
5.2.4	Fachspezifische Differenzierung	167
5.3	Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie	171
5.3.1	Basiskonzepte und ihre Entwicklung	171
5.3.2	Kompetenzen und ihre Entwicklung	183
5.3.3	Fachspezifische Differenzierung	188
5.4	Zur Arbeit mit dem Lehrplan Physik	192
5.4.1	Themenfelder pro Lernjahr mit Schwerpunkten bzgl. Fachinhalten, Basiskonzepten, Kompetenzen	192
5.4.2	Basiskonzepte und ihre Entwicklung	195
5.4.3	Kompetenzen und ihre Entwicklung	202
5.4.4	Fachspezifische Differenzierung	209
5.5	Literatur	215

VORWORT



*Lernen ist Erfahrung.
Alles andere ist einfach nur Information.
Albert Einstein*

Naturwissenschaftlicher Unterricht leistet einen wesentlichen Beitrag zur Allgemeinbildung junger Menschen und befähigt diese, als mündige Bürger aktiv an gesellschaftlichen Diskussionen über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung teilzunehmen. Er bildet darüber hinaus die Grundlage für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder und schafft Grundlagen für ein lebenslanges Weiterlernen.

Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache der Naturwissenschaften zu verstehen, über Naturwissenschaften mit anderen zu kommunizieren und die naturwissenschaftlichen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen kennen zu lernen. In diesem Sinne mit Fachwissen handelnd umzugehen, wird als „naturwissenschaftliche Kompetenz“ beschrieben.

Die hier vorliegenden Lehrpläne Biologie, Chemie und Physik konkretisieren die seit 2004 gültigen Bildungsstandards durch zeitlich aufeinander abgestimmte Inhalte und Schüleraktivitäten. Sie basieren sowohl auf praktischer Erfahrung als auch auf fachdidaktisch valider Theorie und konsolidieren dadurch gelungene Unterrichtsentwicklung.

Im Sinne einer kumulativen Kompetenzentwicklung bauen sie auf dem Rahmenlehrplan Naturwissenschaften der Orientierungsstufe auf und überführen die zunächst noch fächerübergreifend angelegten naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen in den fächerspezifischen Unterricht der Mittelstufe.

Die Lehrpläne enthalten so viele Vorgaben wie nötig, um zu definierten und den Bildungszielen entsprechenden Lernergebnissen zu kommen. Sie enthalten aber auch so viel Offenheit wie möglich, um die Unterrichtskonzeption an die Gegebenheiten verschiedener Schularten, Lerngruppen und Individuen anpassen zu können.

Der fachdidaktischen Kommission gilt mein besonderer Dank für ihre Arbeit an diesen Lehrplänen und für ihr großes Engagement bei der Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Rheinland-Pfalz.

Den Lehrerinnen und Lehrern der naturwissenschaftlichen Fächer wünsche ich, dass es ihnen gelingt, mit Hilfe dieser Lehrpläne die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung ihrer naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu unterstützen und dabei selbst Freude und Erfolg in ihrer Tätigkeit zu erfahren.

Doris Ahnen

Doris Ahnen
Ministerin für Bildung, Wissenschaft,
Weiterbildung und Kultur Rheinland-Pfalz

1 GESAMTKONZEPTION DER LEHRPLÄNE DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN FÄCHER

1.1 Der Beitrag der naturwissenschaftlichen Fächer zur Bildung

1.1.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung

Gesellschaft und Kultur sind in bedeutendem Maße von Naturwissenschaft und Technik geprägt. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und deren Anwendungen führt zu einer sich permanent verändernden Lebenswelt. Technischer Fortschritt ist Teil der kulturellen Identität und gesellschaftliches Ziel. Er ist Basis für Innovation und Wohlstand. Sein Nutzen und seine Verantwortbarkeit werden immer mehr Gegenstand der öffentlichen Diskussion.

Naturwissenschaften als Teil der kulturellen Identität

Politische Dimension

Menschen stehen vor der Aufgabe, in der naturwissenschaftlichen Entwicklung Chancen und Risiken zu erkennen, zu bewerten, ihr eigenes Handeln verantwortungsvoll auszurichten und Nachhaltigkeit in den Blick zu nehmen. Dazu benötigen sie die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen, die es ihnen erlaubt, sich neues Wissen anzueignen und dieses Wissen in persönlichen und gesellschaftlichen Entscheidungssituationen anzuwenden.

Moderner naturwissenschaftlicher Unterricht ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, ihr Erfahrungswissen durch Fachwissen zu erweitern und damit ihre Welt zu erschließen, zu verstehen, zu bewerten und zu gestalten. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse werden somit zur Basis für die Demokratiefähigkeit der jungen Menschen als mündige Bürger und aufgeklärte Verbraucher.

Naturwissenschaftliche Grundbildung

Innerhalb des naturwissenschaftlichen Lernbereiches kommen den einzelnen Fächern besondere allgemeinbildende Potenziale zu:

Die **Biologie** vermittelt einen Eindruck von der Vielfalt der Lebensformen und liefert Erkenntnisse zur wechselseitigen Abhängigkeit von Mensch und Natur. Das Wissen über den eigenen Körper und die Körperfunktionen ist die Basis der Gesundheitserziehung und berührt Fragen des Zusammenlebens und der Lebensplanung. Der Beitrag der Biologie zur Zukunftsorientierung besteht vor allem in der Entwicklung neuer Technologien im Bereich der Nahrungs-

Biologie

mittelversorgung und der nachhaltigen Flächennutzung, sowie im medizinischen Forschungsbereich. Als Schulfach bereitet die Biologie u. a. berufliche Ausbildungen in den Bereichen Medizin, Pharmazie, Ernährung, Forst- und Landwirtschaft vor.

Der Beitrag der **Chemie** liegt in der Auseinandersetzung mit der stofflichen Welt und deren Veränderungen.

Chemie

Dies kann unter verschiedenen Aspekten geschehen: Gewinnung von Stoffen, ihre zielgerichtete Verwendung, ihre Untersuchung, die Synthese und der verantwortungsvolle Umgang mit ihnen. Diese Aspekte begründen den bildenden Charakter der Chemie und stellen eine wichtige Leitlinie für den Chemieunterricht dar.

Als Fachwissenschaft ist die Chemie geprägt vom Experimentieren als einer zentralen Methode der Erkenntnisgewinnung, vom Denken in Modellen, von der Fachsprache und dem Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene. Dies verbindet sich über Kontexte und die Orientierung an lebensweltlichen Bereichen wie Gesundheit, Ernährung, Freizeit, Technik und Industrie zu einem Chemieunterricht, der auch dem Stellenwert der Chemie bei der Entwicklung von Kultur und Gesellschaft Rechnung trägt.

Im Bereich der chemischen Industrie, der Nahrungsmittelindustrie, der Umwelteinrichtungen oder medizinischen Laboratorien finden junge Menschen zahlreiche Berufe. Der Chemieunterricht gibt Einblicke in den Zusammenhang von Naturwissenschaften und wirtschaftlicher Entwicklung und ermöglicht berufliche Orientierung.

Die **Physik** spiegelt in besonderer Weise die naturwissenschaftliche Erkenntnismethode. Physikalisches Arbeiten fördert komplexes Denken und das Denken in Modellen. Den Schülerinnen und Schülern begegnen im Physikunterricht natürliche und technische Phänomene auch unter neuen, überraschenden Fragestellungen. Der Physikunterricht stellt Alltagskonzepte in Frage und verhilft Schülerinnen und Schülern zu einem grundlegenden Verständnis, das zur Bewältigung technischer Alltagsprobleme nötig ist. Ein erweitertes Verständnis physikalischer Inhalte und Arbeitsweisen bereitet auf den Physikunterricht der Oberstufe vor.

Physik

Physikalische Erkenntnisse sind die Basis des technischen Fortschritts, wobei die Bereiche Energieversorgung und Informationstechnologie künftig von zentraler Bedeutung sein werden. In Verbindung mit Praktika oder dem technischen Wahlpflichtfach bereitet der Physikunterricht auf die Berufsausbildung im technischen Bereich vor oder weckt Interesse für ein technisches Studium.

1.1.2 Bildungsstandards und Lehrplankonzeption

Die seit 2004 gültigen nationalen Bildungsstandards definieren naturwissenschaftliche Bildung als wesentlichen Bestandteil von Allgemeinbildung, der es dem Individuum ermöglicht, an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung aktiv teilzunehmen. Die Bildungsstandards für die drei naturwissenschaftlichen Fächer sehen die Ziele der naturwissenschaftlichen Bildung darin, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Die individuelle Ausprägung naturwissenschaftlicher Bildung wird in der Anwendung von Fachwissen in Erkenntnis-, Kommunikations-, Bewertungssituationen sichtbar und in Form von Kompetenzbeschreibungen definiert.

Leitziel der Bildungsstandards

Die vorliegenden Lehrpläne für die Klassen 7-9/10 sind den Zielsetzungen und Vorgaben der Bildungsstandards verpflichtet. Die Kompetenzformulierungen der Bildungsstandards werden konkretisiert, indem der handelnde Umgang mit Wissen beschrieben wird. Basis für die Kompetenzbeschreibungen und die verwendeten Kompetenzmodelle liefert die von Weinert formulierte Kompetenzdefinition.¹

Kohärenz von Lehrplänen und Bildungsstandards

¹ Weinert (2001): Kompetenzen sind „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen (d. h. absichts- und willensbezogenen) und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“¹² Johnson, A. H.: Chemical education research in Glasgow in perspective; Chemical Education Research and Practice 2006, 7(2), S. 49-63

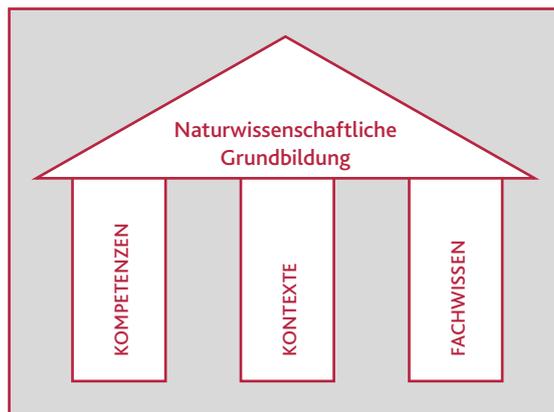
Im Sinne einer kumulativen Kompetenzentwicklung bauen die naturwissenschaftlichen Lehrpläne auf das Fach Naturwissenschaften der Orientierungsstufe auf. Hier wurden die Schülerinnen und Schüler in die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen eingeführt. Durch die interdisziplinäre und ganzheitliche Herangehensweise wurden natürliche und technische Phänomene vom Kontext ausgehend in fachliche Zusammenhänge gebracht, ohne die Spezifika der einzelnen Teildisziplinen zu vertiefen. Das im Rahmenlehrplan der Orientierungsstufe beschriebene Wissen und Können ist als Lernstandsvoraussetzung der drei naturwissenschaftlichen Fächer in diesen Lehrplänen implementiert. Analog dem Rahmenlehrplan Naturwissenschaften erfolgt die Strukturierung der Inhalte in Themenfeldern. Die Inhalte der Themenfelder sind in ihrer Gesamtheit so gewählt, dass sie einerseits das situierte Lernen in sinnstiftenden Kontexten ermöglichen und andererseits zu einem an Basiskonzepten orientierten kumulativen Wissenserwerb führen. Die Lehrpläne geben Hinweise darauf, in welchen Handlungszusammenhängen dieses Wissen erworben oder angewendet wird.

Kohärenz zum Fach
Naturwissenschaften

1.2 Die Säulen des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Schülerinnen und Schüler erwerben Fachwissen in sinnstiftenden **Kontexten** und wenden dieses in verschiedenen Lernsituationen an. Die Lernsituationen werden von der Lehrkraft so gewählt, dass Schülerinnen und Schüler definierte **Kompetenzen** erwerben und weiterentwickeln können. Das im naturwissenschaftlichen Unterricht erworbene **Fachwissen** befähigt Schülerinnen und Schüler einerseits zu einem differenzierten Blick auf ihre Lebenswelt und andererseits zum Aufbau eines anschlussfähigen Fachkonzeptes.

Drei Säulen-Modell



Die Lehrpläne geben für jedes Themenfeld die pädagogische und fachliche Intention, den Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte und die zu entwickelnden Kompetenzen verbindlich vor. Die Anpassung an verschiedene Schularten und Schulprofile sowie die Differenzierung für heterogene Lerngruppen erfolgt über die Inhaltsauswahl, die Auswahl der Lernprodukte, gestufte Aufgabenstellungen und andere Hilfsangebote. Die vorliegenden Lehrpläne können auf verschiedenen Anforderungsstufen umgesetzt werden. Vereinbarungen zur gestuften Kompetenzentwicklung treffen die Fachschaften in ihren Arbeitsplänen (siehe Kapitel 1.3).

Schularten und Schulprofile

Die Lehrpläne sollen den Lehrerinnen und Lehrern helfen, kompetenzorientierte Lernumgebungen zu schaffen. Deshalb wurden für jedes Themenfeld Kompetenzen ausformuliert, die Hinweise auf Schüleraktivitäten und die von den Lernenden anzufertigenden Lernprodukte geben. Lernprodukte sind individuelle Arbeitsergebnisse, z. B. Versuchsplanungen, Grafiken, Texte, Vorträge, etc., die es der Lehrkraft erlauben, den Kompetenzstand der Lernenden zu diagnostizieren.

Lernprodukte

1.2.1 Im lebensweltlichen Kontext lernen

Fachunterricht erweitert die Perspektive der Schülerinnen und Schüler auf ihre sich ständig ändernde Lebenswelt. Dies gelingt, wenn Unterrichtsinhalte in lebensweltliche Zusammenhänge eingebunden werden. Für Schülerinnen und Schüler möglicherweise interessante Themen werden innerhalb der Fachlehrpläne als Mindmap dargestellt.

Interessenorientierung und Bildungsrelevanz

Hauptkategorien der Mindmap sind Geschichte und Kultur, tägliches Leben und Gesundheit, Umwelt und Verantwortung, Technologie und Industrie. Diese für die Allgemeinbildung übergeordneten lebensweltlichen Bereiche sind in allen drei Lehrplänen der Fächer als Strukturelemente enthalten.

Kontextbereiche

Die Vorschläge in der Mindmap sind beispielhaft und können ergänzt werden. Sie regen zur weiteren Ideenfindung an. Auswahlkriterien für die Kontextwahl sind besondere Interessen und Neigungen innerhalb der Lerngruppe, aktuelle Anlässe, besondere Expertisen der Lehrkraft bzw. der Fachschaft oder schulinterne Gegebenheiten wie das Angebot von außerschulischen Partnern oder räumliche und zeitliche Bedingungen.

Auswahlkriterien

Kontexte, die geeignet sind, Schülerinnen und Schüler zu mündigen Bürgern und aufgeklärten Verbrauchern zu erziehen, werden in den Themenfeldern explizit benannt und sind inhaltlich verbindlich. Der verantwortliche Umgang mit Ressourcen und Nachhaltigkeit sind fächerverbindende Ziele, die hier besonders berücksichtigt werden.

Verbindlichkeit

1.2.2 Fachwissen in Basiskonzepten strukturieren

Der naturwissenschaftliche Unterricht ermöglicht die genaue Beobachtung von Naturphänomenen oder das Kennenlernen neuer Phänomene, auch in Experimentalsituationen. Schülerinnen und Schüler werden angeregt, Erklärungen zu suchen und ihre Vorstellungen zu äußern. Sie erleben, dass ihre mitgebrachten Konzepte nicht ausreichen, um das beobachtete Phänomen zu erklären oder Vorhersagen zu einem Phänomen zu machen. Damit die Erkenntnislücke geschlossen werden kann, brauchen Schülerinnen und Schüler Fachinhalte, die besonders geeignet sind, individuelle fachliche Konzepte zu entwickeln.

Konzeptentwicklung

Dies kann nur gelingen, wenn Konzepte an verschiedenen Inhalten und durch Hervorheben von Analogien immer wieder angewendet werden. Im Laufe der Zeit baut sich beim Lernenden ein tragfähiges konzeptbezogenes Wissensnetz auf, mit dessen Hilfe er fähig ist, Wissen flexibel auch auf neue Frage- und Problemstellungen anzuwenden. In den naturwissenschaftlichen Bildungsstandards werden Basiskonzepte beschrieben, welche Fachwissen strukturieren.

Konzeptbezogenes
Fachwissen

Diese Konzepte werden in den naturwissenschaftlichen Lehrplänen als gemeinsame Basiskonzepte zusammengefasst. Für die Entwicklung der Basiskonzepte kommt jedem einzelnen Fach eine besondere Bedeutung zu. Die Lehrpläne sind so aufgebaut, dass ein Basiskonzept, z. B. das Energiekonzept, in drei verschiedenen Fächern und aus drei verschiedenen Fachperspektiven entwickelt werden kann. Dazu wurden fächerspezifische, in der Lehrtradition entstandene Konzepte angeglichen und Fachbegriffe so weit als möglich vereinheitlicht.

Basiskonzepte



Übersichtstabelle zum kumulativen Aufbau der Basiskonzepte: S. 132 ff.
Zusammenwirken der drei naturwissenschaftlichen Basiskonzepte am Beispiel des Energiekonzeptes: S. 131
Basiskonzepte und ihre Entwicklung: Biologie S. 150 ff., Chemie S. 171 ff., Physik S. 195 ff.

1.2.3 Kompetenzen handelnd entwickeln

Die Lehrpläne der Mittelstufe bauen auf der Kompetenzdefinition der Bildungsstandards und des Rahmenlehrplans Naturwissenschaften auf: Kompetenzen sind demnach komplexe Persönlichkeitsmerkmale, die im Fachunterricht im „handelnden Umgang mit Fachwissen“ entwickelt und gezeigt werden können. Die Lehrpläne geben für jedes Themenfeld verbindlich zu entwickelnde Kompetenzen vor. Im Gegensatz zu den Bildungsstandards werden diese so beschrieben, dass sich daraus konkretes Schülerhandeln ableiten lässt. Die Abfolge der Themenfelder ist so gewählt, dass eine gestufte Kompetenzentwicklung möglich ist.

Kompetenzdefinition



Vertiefende Aspekte zur Didaktik des kompetenzorientierten Unterrichts, zur Konkretisierung der Kompetenzbereiche und Niveaustufen: S. 126 ff. sowie Biologie S 161 ff., Chemie S. 183 ff., Physik S. 202 ff.

1.3 Hinweise zur Differenzierung

Das Schulgesetz § 10 Abs. 1 und die Übergreifende Schulordnung § 2 Abs. 1 und § 49 Abs. 1 sehen die individuelle Förderung von Schülerinnen und Schülern vor. Ebenso weist der Orientierungsrahmen Schulqualität den Umgang mit Heterogenität sowie die Differenzierung als ein Merkmal für Unterrichtsqualität aus.

Gesetzlicher Rahmen

Interesse, Motivation und Neigung, Begabungen und Lernstände einzelner Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich, nicht zuletzt auch auf Grund unterschiedlicher familiärer und kultureller Bedingungen oder geschlechtsspezifischer Sozialisation. Im Unterricht sollen vorhandene Neigungen und Interessen aufgegriffen, individuelle Fähigkeiten gefördert und Heterogenität innerhalb einer Lerngruppe als Bereicherung erlebt werden. Die Vorgaben dieser Lehrpläne erlauben es, ein Thema innerhalb einer Lerngruppe auf unterschiedlichen Niveaustufen zu bearbeiten. Dies erfordert die schul- und schulartsspezifische Anpassung durch die schulinterne Arbeitsplanung und die lerngruppenspezifische Anpassung durch die unterrichtende Lehrkraft.

Kategorien der Heterogenität

An Lernende, die die Schule mit dem Abschluss der Berufsreife verlassen, muss eine andere Erwartung formuliert werden als an die Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums. Die Lehrpläne der Fächer enthalten in allen Themenfeldern Hinweise zur Differenzierung, die den Lehrkräften helfen, die für ihre Lerngruppe passende Zielsetzung und das – auch für einzelne Schülerinnen und Schüler - passende Leistungsniveau zu finden. Die Hinweise zur Differenzierung beziehen sich sowohl auf die Auswahl von Kontexten als auch auf die Entwicklung von Basiskonzepten und Kompetenzen.



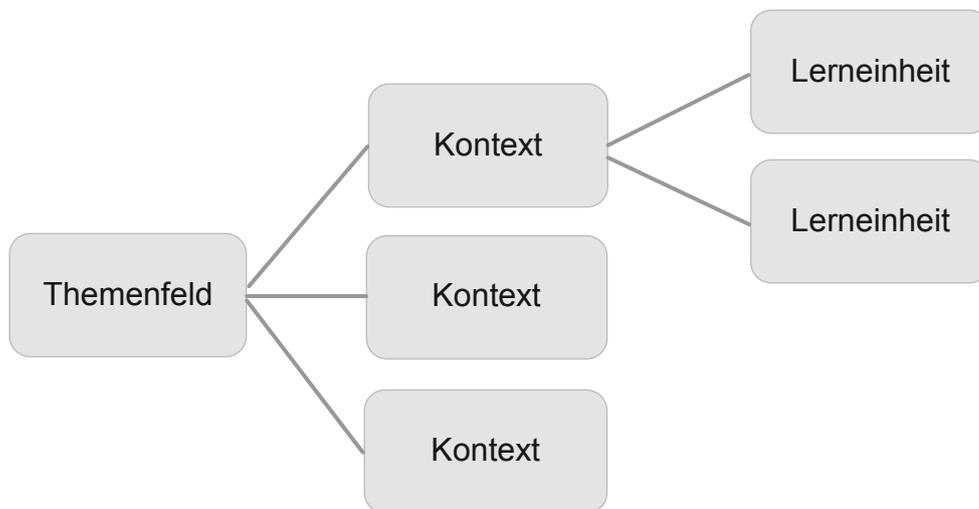
Aspekte zur Differenzierung: Biologie S. 167 ff., Chemie S. 188 ff., Physik S. 209 ff.

1.4 Hinweise zur Unterrichtsplanung

1.4.1 Planungseinheiten: Themenfeld, Kontext, Lerneinheit

Ein Themenfeld umfasst einen abgeschlossenen Planungszeitraum in der Größenordnung von ca. 15 Wochenstunden. Kontexte sind inhaltlich offen, Schülerinnen und Schüler sollen an der Planung angemessen beteiligt werden.

Die Lerneinheit ist der kleinste Planungszeitraum und beschreibt die Zeit, die die Schülerinnen und Schüler benötigen, um ein (kompetenzbezogenes) Lernprodukt zu erstellen. Dies sind in der Regel 1-3 Stunden. Lerneinheiten werden von der einzelnen Lehrkraft mit Blick auf die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler geplant. Die Zielsetzung ist definiert und ergibt sich aus der Kompetenzbeschreibung in den jeweiligen Themenfeldern.



1.4.2 Reihenfolge der Themenfelder

Die Inhalte der Themenfelder sind so gewählt, dass sie einerseits entwicklungspsychologische Bedingungen berücksichtigen und andererseits sinnvoll aufeinander abgestimmte Lernschritte für den Aufbau von Fachkonzepten und für die Kompetenzentwicklung aufzeigen. Die Reihenfolge ist daher nicht beliebig, kann aber in begründeten Fällen variiert werden; allerdings gibt es Themenfelder, die zwingend aufeinander aufbauen und nicht vertauscht werden können. Hinweise zur Reihenfolge der Themenfelder werden in den Lehrplänen der Fächer gegeben.

Bei der schulinternen Arbeitsplanung ist darauf zu achten, dass die in den Lehrplänen formulierten Intentionen, die Kompetenzen und das zu erreichende konzeptionelle Fachwissen in das Unterrichtskonzept eingegliedert werden.

Die Lehrpläne der Fächer geben konkretere Hinweise zu Querschnittsthemen und zur flexiblen Handhabung. Übersichtstabellen sowohl in den Lehrplänen der Fächer als auch in Kapitel 5 „Zur Arbeit mit den Lehrplänen“ helfen bei der schulinternen Arbeitsplanung.

2 LEHRPLAN BIOLOGIE

2.1 Zur Auswahl der Fachinhalte

Zielsetzung

In Ergänzung zur allgemeinen Zielsetzung des naturwissenschaftlichen Unterrichtes (siehe 1.1.) erfüllt der Biologieunterricht folgende spezifische Aufgaben (Curriculare Standards des Fachs Biologie, MBWWK, Juni 2011):

- Er ermöglicht Schülerinnen und Schülern den Einblick in und die Auseinandersetzung mit der Einzigartigkeit biologischer Phänomene und Prozesse: der Vielfalt der Lebewesen und ihrer Entstehung, den Gesetzmäßigkeiten des Lebendigen in Bau, Funktion und Lebensvorgängen, dem struktur- und funktionsgebenden Wirken der Evolution, der Dynamik und Komplexität biologischer Vorgänge, der Diversität belebter Lebensräume und Interaktionen zwischen Organismen und ihrer Umwelt.
- Er trägt zu einem Weltverständnis aus naturwissenschaftlicher Sicht bei. Die Auseinandersetzung mit dem Lebendigen führt zum Bewusstsein, dass der Mensch Teil der Natur ist und sein Überleben eng mit der Existenz anderer Lebewesen und der unbelebten Umwelt verbunden ist. Der Biologieunterricht hilft so jungen Menschen bei der Entwicklung ihres individuellen Selbstverständnisses. Im Biologieunterricht erwerben Schülerinnen und Schüler biologisches Grundwissen, das im Rahmen der interdisziplinären Gesundheits- und Sexualerziehung in Anwendung kommt.
- Er fördert in besonderer Weise das forschend-entdeckende und problemlösende Lernen. Dazu tragen auch außerschulische Lernorte, Echtbegegnungen und Projekte bei. Schülerinnen und Schüler werden zum genauen naturwissenschaftlichen Arbeiten angeleitet und analysieren Ergebnisse kritisch. Die Modellvorstellungen der Biologie schulen das abstrakte Denkvermögen und erfordern kreative Vorgehensweisen.
- Er berücksichtigt die Aktualität biologischer Phänomene und Erkenntnisse sowie deren Anwendungen einschließlich der Diskussion bioethischer Fragen. Schülerinnen und Schüler lernen, dass die Erkenntnisfortschritte in Biologie und Medizin sowie deren technische Umsetzungsmöglichkeiten in zunehmendem Maße ihr eigenes Leben und die (globale) Gesellschaft beeinflussen.
- Er fördert den verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit Ressourcen. Schülerinnen und Schüler entwickeln Handlungsbereitschaft und -kompetenzen, um sich für Nachhaltigkeit einzusetzen. Sie erwerben Wissen, das im Rahmen der interdisziplinären Umweltbildung, insbesondere in Zusammenarbeit mit den Fächern Erdkunde und Sozialkunde, zur Anwendung kommt.

-
- Er öffnet den Blick auf Berufsfelder, in denen biologisches Wissen oder naturwissenschaftliche Arbeitsweisen von Bedeutung sind und hilft deshalb bei der beruflichen Orientierung.

Auswahl der Inhalte

Der vorliegende Lehrplan bedient in seiner Struktur und der Auswahl der Fachinhalte die zuvor beschriebene Zielsetzung und knüpft nahtlos an die mit dem Lehrplan des Faches Naturwissenschaften begonnene Umsetzung der Bildungsstandards an. Mit der Auswahl der Lehrplaninhalte fanden neben der Entwicklung anschlussfähiger Fachkonzepte auch Erfahrungen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler Berücksichtigung.

Die einzelnen Themenfelder sind didaktisch verbunden und ergeben eine sinnvolle und begründete Reihenfolge, die jedoch nicht starr ist und an Lerngruppen und schulartspezifische Bedingungen angepasst werden kann. Wesentlich für die Reihenfolge der Themenfelder sind die kumulative Entwicklung von Kompetenzen, Konzepten und die wachsende Fähigkeit des Jugendlichen zur Bewertung und Stellungnahme.



Erläuterung zur Reihenfolge der Themenfelder und zu den didaktischen Linien:
S. 147 ff.

Zeitrahmen und Verbindlichkeiten

Die Themenfelder beschreiben Planungseinheiten für das kontextorientierte Lernen: Jedes Themenfeld (ca. 15 Stunden) bietet Raum für 2-3 Kontexte. Kontexte sind inhaltlich überschaubare, thematisch abgeschlossene Planungseinheiten, die an das Interesse der Schülerinnen und Schüler anbinden und an deren Strukturierung die Lernenden beteiligt werden. Die Kontexte sind so auszuwählen, dass der im Lehrplan festgelegte Erwerb von konzeptbezogenem Fachwissen und die Entwicklung der in der Regel 3-5 Kompetenzen pro Themenfeld möglich ist.

Ein Kontext gliedert sich in mehrere Lerneinheiten. Kontexte sind Lebensweltbezüge und thematische Zusammenhänge. Im Zentrum einer jeden Lerneinheit steht die Kompetenzentwicklung. Der Zeiteinsatz einer Lerneinheit umfasst 1-3 Stunden (45 min). Dies ist die Zeit, die Schülerinnen und Schüler benötigen, um ein definiertes, auf die Zielkompetenz bezogenes Lernprodukt herzustellen.

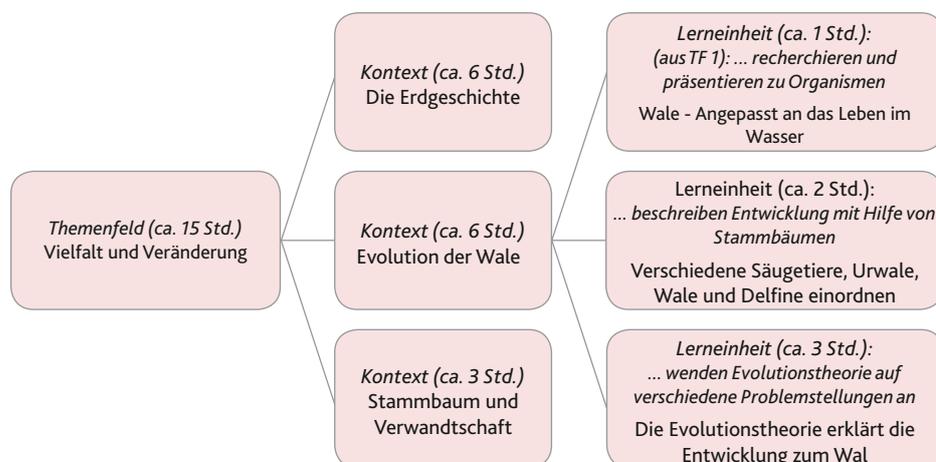


Abb.: Beispiel für die Strukturierung eines Themenfeldes durch die Planungseinheiten

Basiskonzepte und ihre Entwicklung

Der Biologieunterricht ermöglicht die genaue Beobachtung von Naturphänomenen oder das Kennenlernen neuer Phänomene, auch in Experimentalsituationen. Schülerinnen und Schüler werden angeregt, Erklärungen zu suchen und ihre Vorstellungen zu äußern. Sie erleben, dass ihre mitgebrachten Konzepte nicht ausreichen, um das beobachtete Phänomen zu erklären oder Vorhersagen zu einem Phänomen zu machen. Damit die Erkenntnislücke geschlossen werden kann, brauchen Schülerinnen und Schüler Inhalte, die besonders geeignet sind, fachliche Konzepte zu entwickeln. Dies kann nur gelingen, wenn Konzepte an verschiedenen Inhalten und durch Hervorheben von Analogien immer wieder in neuen Zusammenhängen angewendet werden. Konzeptentwicklung braucht die Anwendungs- und Transferaufgabe und den Wechsel zwischen Dekontextualisierung und Kontextualisierung. Im Laufe der Zeit baut sich beim Lernenden ein tragfähiges konzeptbezogenes Wissensnetz auf, mit dessen Hilfe er fähig ist, Wissen flexibel auch auf neue Frage- und Problemstellungen anzuwenden.

Das im Lehrplan festgeschriebene Fachwissen und die Fachbegriffe dienen dazu, die naturwissenschaftlichen Basiskonzepte systematisch aufzubauen. Die Reifung der Basiskonzepte braucht viel Zeit und entwickelt sich vom Konkreten zum Abstrakten.



Weitere Erklärungen zu den Basiskonzepten und ihrer Entwicklung: S. 150 ff.

Kompetenzen und ihre Entwicklung

Im Lehrplan Biologie findet sich in jedem Themenfeld eine Auflistung schwerpunktmäßig zu entwickelnder Kompetenzen. Um Kompetenzen zu entwickeln, bearbeiten die Lernenden Aufgaben und stellen Lernprodukte her, die ihren Kompetenzstand transparent machen. Die Fachinhalte, die in diese Lernprodukte eingebunden sind, werden im Lehrplan als konzeptuelles Fachwissen und über Fachbegriffe definiert. Die hier festgelegten Kompetenzen lassen sich mit verschiedenen Fachinhalten kombinieren und ermöglichen damit Anpassungen an die Lerngruppe oder den ausgewählten Kontext. Der Lehrplan stellt sicher, dass die Lernenden in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung und im Umgang mit Fachwissen Kompetenzen entwickeln können. Kompetenzentwicklung braucht Wiederholung und Übung.



Beispiele für die Kompetenzbereiche und Überblick über die Kompetenzentwicklung: S. 161 ff.

Fachspezifische Differenzierung

Der Lehrplan gilt für alle Bildungsgänge. Der im Lehrplan formulierte Anspruch orientiert sich an einem mittleren Niveau. Schülerinnen und Schüler, die die gymnasiale Oberstufe besuchen wollen, brauchen hinreichend anschlussfähiges Wissen für das Lernen in der Oberstufe. In jedem Themenfeld sind Hinweise zur möglichen Vertiefung bzw. Erweiterung aufgeführt. Eine andere Erwartung gilt für Schülerinnen und Schüler, die mit der Berufsreife die Schule abschließen.

In jedem Themenfeld findet sich eine Rubrik zu den Differenzierungsmöglichkeiten. Hier werden Hinweise zu Möglichkeiten z. B. der Zieldifferenzierung, Reduktion von Komplexität, der Eindringtiefe und des Abstraktionsniveaus gegeben.

Die Hinweise erlauben den Lehrenden, sowohl schulspezifische als auch lerngruppen- und lernerspezifische Differenzierungen vorzunehmen.



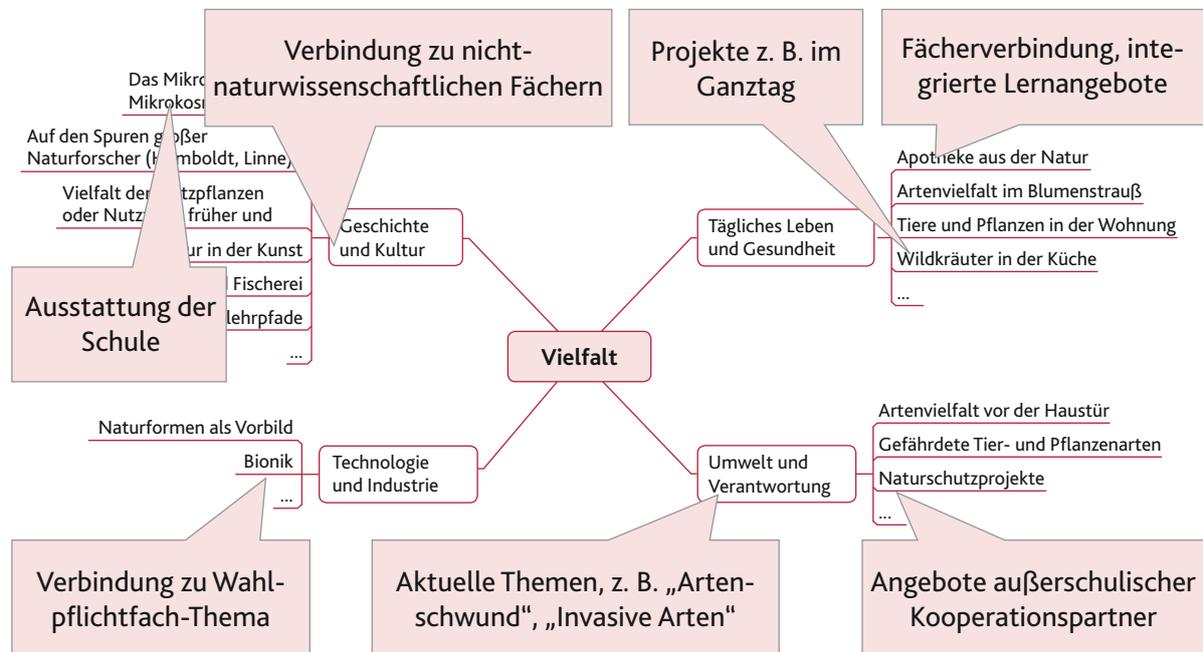
Erläuterungen zu den Differenzierungsebenen (Schule – Lerngruppe – Individuum):
S. 167 ff.

2.2 Darstellung und Lesart der Themenfeld-Doppelseite

Themenfeld-Titel	
<p>Die Intention des Themenfeldes gibt Aufschluss über die Bildungsabsicht. Hier finden sich:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Informationen zu Schülerperspektiven und Lernstandsvoraussetzungen,▪ Hinweise zur Bildungsrelevanz und pädagogischen Absicht,▪ Hinweise zu fachinhaltlichen und fachmethodischen Schwerpunktsetzungen,▪ Anregungen zu Unterrichtsaktivitäten und didaktischer Umsetzung. <p>Die Intention des Themenfeldes ist verbindlich umzusetzen und bestimmt die weitere Lesart der Themenfeld-Doppelseite.</p>	
<p>Kompetenzen:</p> <p>Hier werden konkrete Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler aufgeführt, die im Rahmen des Themenfeldes zu ermöglichen sind und die zur Kompetenzentwicklung beitragen.</p> <p>Die Umsetzung der kompetenzbezogenen Aktivitäten ist verbindlich.</p>	
<p>Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:</p> <p>Die Formulierungen beschreiben das bei den Schülerinnen und Schülern angestrebte Verständnis fachlicher Zusammenhänge. Sie zeigen der Lehrkraft mit welcher Schwerpunktsetzung die Fachinhalte ausgewählt und aufbereitet werden.</p> <p>Die Anbindung des Fachwissens an die hier aufgeführten Teilkonzepte der Basiskonzepte ist verbindlich.</p>	<p>Fachbegriffe:</p> <p>Die Liste beschränkt sich auf diejenigen Fachbegriffe, die auch von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht verbindlich zu benutzen sind.</p> <p>Die Überfrachtung des Unterrichts mit Begriffen, die der reinen Beschreibung von Phänomenen dienen und weder zur pädagogischen Absicht noch zum Aufbau von Konzepten gebraucht werden, ist dringend zu vermeiden.</p>

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:

Die Mindmap gibt Anregungen für den Unterricht sowie die schulinterne Arbeitsplanung und kann erweitert werden. Die Hauptäste bilden die Kategorien bildungsrelevanter Kontexte ab. Das Beispiel zeigt Faktoren, die bei der Auswahl der Kontexte eine Rolle spielen werden.



Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Hinweise zur Differenzierung beziehen sich im Wesentlichen auf das leistungsdifferenzierte Arbeiten in einer Lerngruppe. Ausgehend von einem Grundverständnis werden Vorschläge für die Vereinfachung einerseits oder für Vertiefungen und Erweiterungen andererseits gemacht.

Bezüge:

Hier werden direkte Verbindungen zu anderen Themenfeldern sowohl des jeweiligen Faches, den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie zum Rahmenlehrplan der Orientierungsstufe aufgezeigt. Die Vernetzungen sind wichtig, um den kumulativen Aufbau von Basiskonzepten und eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung zu ermöglichen. Dies gilt nicht nur für die innerfachliche Vernetzung, sondern auch für die lernwirksame Verbindung der Fächer.

Durch die Kontextorientierung ergibt sich eine Vielzahl von Möglichkeiten des fächerverbindenden Arbeitens über die naturwissenschaftlichen Fächer hinaus, auch in Form von Projekten.

2.3 Die Themenfelder (TF)

Themenfeld	Titel
1	Vielfalt
2	Vielfalt und Veränderung
3	Organismus, Organe, Zellen – Versorgung mit Stoffen und Energie
4	Pflanze, Pflanzenorgane, Pflanzenzellen – Licht ermöglicht Stoffaufbau
5	Ökosysteme im Wandel
6	Erwachsen werden
7	Informationen empfangen, verarbeiten, speichern
8	Sport und Ernährung – Energiebilanz des Körpers
9	Krankheitserreger erkennen und abwehren
10	Individualität und Entwicklung
11	Biowissenschaften und Gesellschaft
12	Biologische Anthropologie

TF 1: Vielfalt

Leben existiert in großer Vielfalt. Selbst unter extremen Bedingungen findet sich Leben und zeigt sich mitunter in kuriosen Formen. Einige Schülerinnen und Schüler verfügen über punktuell Spezialwissen zu Lebewesen verschiedener Biotope und Klimazonen. Das Themenfeld bietet Raum, Spezialwissen auszutauschen und darüber hinaus den Blick für die Biodiversität der eigenen Umgebung zu öffnen.

Das Themenfeld motiviert für die Beschäftigung mit der Natur und fördert das Engagement für den Erhalt der Biodiversität. Erkundungen und Echtbegegnung sind deshalb unverzichtbarer Teil der Unterrichtsgestaltung.

Ein Schwerpunkt des Themenfeldes ist die Erweiterung der Artenkenntnis, um damit Artenvielfalt bewusst werden zu lassen. Das Kennenlernen ausgewählter Vertreter verschiedener Taxonomieebenen, deren fachgerechte Beschreibung und Ordnung in das System der Lebewesen sind charakteristische Elemente des Unterrichts. Der Vergleich zwischen belebter und unbelebter Natur führt zu den Kennzeichen des Lebendigen und macht mit der Methode des kriteriengeleiteten Vergleichens vertraut. Die Kenntnis dieser Kennzeichen ermöglicht zielgerichtetes und fachbezogenes Recherchieren, sie ist grundlegend für die spätere Entwicklung von Basiskonzepten.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln die Kennzeichen des Lebendigen durch kriteriengeleitetes Vergleichen,
- beschreiben anatomische Merkmale von ausgewählten Vertretern fachgerecht,
- recherchieren und präsentieren zu Organismen oder Organismengruppen,
- ordnen Lebewesen an Hand anatomischer oder physiologischer Merkmale taxonomisch ein.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

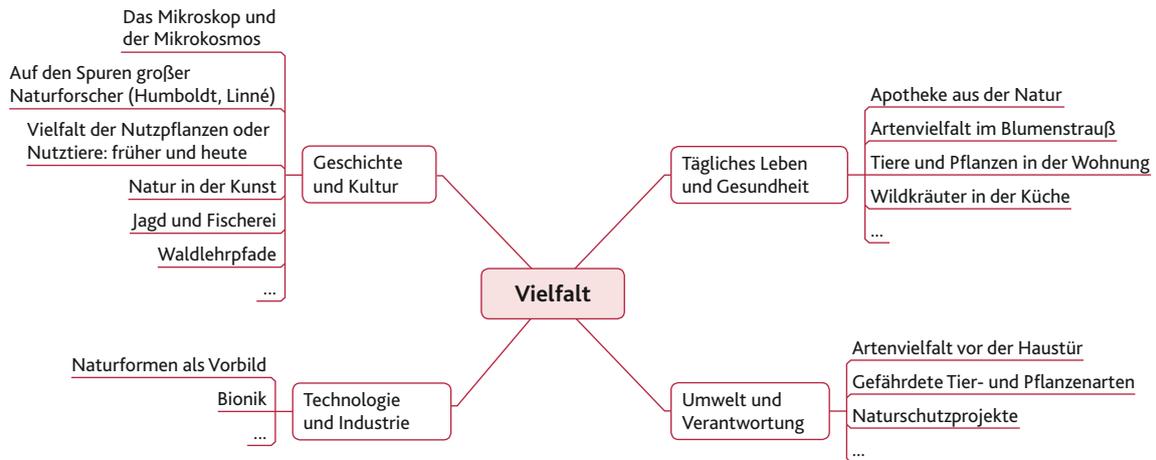
Die Basiskonzepte (System, Struktur-Eigenschaft-Funktion, Energie, Entwicklung) werden angebahnt.

Lebewesen haben charakteristische Kennzeichen. Lebewesen unterscheiden sich in anatomischen und physiologischen Merkmalen, die zur taxonomischen Einordnung herangezogen werden können.

Fachbegriffe:

Kennzeichen des Lebendigen
Artenvielfalt (Biodiversität)
Systematik:
Bakterien, Einzeller, Pilze,
Pflanzen, Tiere;
Tierstämme;
Wirbellose, Wirbeltiere;
Insekten;
Wirbeltierklassen: Fische,
Amphibien, Reptilien, Vögel,
Säugetiere

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Um die Vielfalt zu erfassen, werden Lebewesen geordnet. Dabei können Tiere und Pflanzen in eine vorgegebene systematische Ordnung einsortiert werden oder es werden anhand selbst entwickelter Kriterien eigene Ordnungssysteme erstellt. Der Umgang mit Bestimmungsschlüsseln erfordert die Kenntnis anatomischer Merkmale. Je nach Lerngruppe kann es herausfordernd sein, Bestimmungsschlüssel selbst zu erstellen.

Die makroskopische Betrachtung weniger Merkmale einiger Organismen reicht aus, um ein Grundverständnis zur systematischen Ordnung zu erwerben. Durch Variationen der zu untersuchenden Lebewesen oder der Art der zu beschreibenden Merkmale lässt sich eine Differenzierung erreichen. Dies schließt auch die Verwendung optischer Hilfsmittel (Lupe, Mikroskop) ein.

Bezüge:

NaWi

TF 1 Sinnesorgane
 TF 2 Mikrokosmos
 TF 3 Fortbewegungsorgane
 TF 4 Biodiversität
 TF 5 Anpasstheit

Biologie

TF 2 Vielfalt als Folge von Evolution
 TF 5 Veränderung von Ökosystemen, Artenschwund

Chemie

TF 1 Klassifizierung von Stoffen

Physik

--

TF 2: Vielfalt und Veränderung

Wie entwickelten sich die Lebewesen? Im Unterricht der Orientierungsstufe haben die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse über Züchtung und Zuchtwahl erworben. Ausgehend von deren Vorstellungen wird das Evolutionskonzept weiterentwickelt.

Ziel ist es, die Evolutionstheorie als Erklärungsbasis für biologische Phänomene einzuführen und im weiteren Verlauf der Mittelstufe weiter zu entwickeln. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Entstehung und Vielfalt des Lebens wissenschaftlich zu erklären. Das in der Orientierungsstufe erworbene Verständnis über Zuchtwahl wird genutzt, um das Zusammenspiel von Variabilität, Mutation und Selektion als Ursachen für Veränderung zu verstehen. Merkmalskombinationen und Mutation sind zufällig. Deren Wirkung über große Zeiträume hinweg führt zur Vielfalt der Arten. Der Evolutionsprozess ist unumkehrbar, ausgestorbene Arten sind unwiderruflich verloren. Evolution ist ein permanenter und nicht abgeschlossener Prozess.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- vergleichen ausgesuchte anatomische Merkmale (z. B. Pferdehuf, Atmungssysteme), um Entwicklungsreihen zu erkennen,
- erschließen die Chronologie evolutiver Ereignisse durch Anschauungsmodelle, z. B. in Form einer Zeitlinie, Uhrmodell, Kalendermodell der Evolutionsgeschichte.
- beschreiben Entwicklung mit Hilfe von Stammbäumen,
- wenden die Evolutionstheorie auf verschiedene Problemstellungen, z. B. Aussterben oder Entwicklung von Arten, an.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Entwicklung

Mutation, Variabilität und Selektion sind Ursachen der Evolution.

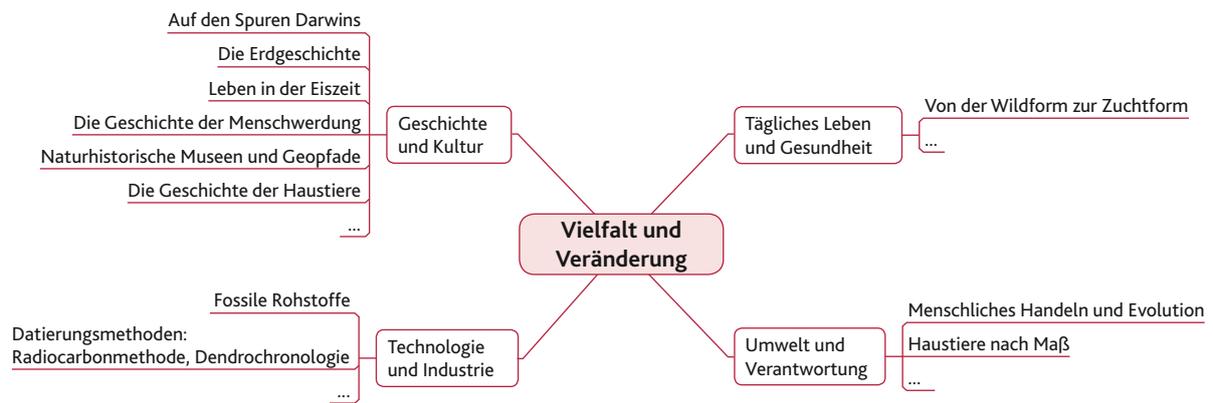
Durch Mutation und Selektion entwickelten sich aus einfachen Formen im Laufe der Evolution komplexe, hoch spezialisierte Organismen.

Durch sexuelle Fortpflanzung wird die Variabilität erhöht. Angepasste Organismen haben einen größeren Fortpflanzungserfolg.

Fachbegriffe:

Mutation (Veränderbarkeit)
Variabilität (Unterschiedlichkeit)
Selektion (natürliche Auslese)
Evolutionstheorie nach Darwin
Stammbaum
Verwandtschaft
Angepasstheit

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Ein grundlegendes Verständnis der Evolutionstheorie kann durch Anwendung auf eingängige Beispiele, z. B. Pferdehuf, erreicht werden. Darüber hinaus können komplexere Entwicklungsreihen vertiefend herangezogen werden. Das Phänomen Evolution wird damit beschrieben, eine Erklärung ist nicht leistbar.

Das Lesen von Stammbäumen ist eine grundlegende Kompetenz. Zur Behandlung auf höherem Anspruchsniveau kann ein Stammbaum selbst erstellt werden.

Modelle zur Darstellung nicht vorstellbarer evolutiver Zeiträume können vorgegeben oder von Schülerinnen und Schülern selbst entwickelt werden.

Das Ähnlichkeitsprinzip führt zur Feststellung von Verwandtschaft. Die Abgrenzung von homologer und analoger Entwicklung kann vertiefend eingebracht werden, z. B. Stromlinienform von Wal, Pinguin und Fisch.

Bringen die Lernenden genetisches Vorwissen ein, kann dies genutzt werden, um Vielfalt zu erklären (Veränderung von Erbanlagen, Kombination von Erbanlagen).

Bezüge:

NaWi

TF 4 Zuchtwahl

Biologie

TF 1 Vielfalt

TF 5 Veränderung von Ökosystemen

TF 10 Meiose und Befruchtung

TF 11 Humanevolution

TF 12 Folgen menschlichen Handelns

Chemie

TF 10 Mutagene

Physik

--

TF 3: Organismus, Organe, Zellen – Versorgung mit Stoffen und Energie

In der Orientierungsstufe haben die Schülerinnen und Schüler Zellen als kleinste Einheiten von Lebewesen kennen gelernt. Auch der menschliche Körper besteht aus Zellen. Diese brauchen Nährstoffe als Bau- und Brennstoffe. Die Zellen beziehen Energie durch Verbrennung der Nährstoffe, dazu wird Sauerstoff aufgenommen.

In diesem Themenfeld geht es darum, den Funktionszusammenhang der inneren Organe kennenzulernen und über den eigenen Körper fachgerecht sprechen zu können.

Ausgehend von der Erkenntnis, dass Nahrung im Körper nicht einfach verschwindet, wird die Zellatmung in den Mittelpunkt gerückt. Die Atem-, Verdauungs- und Herz-Kreislauf-Organen sind optimal an ihre Aufgabe, die Zellen zu versorgen, angepasst. Dabei werden Stoffaufnahme, Transport und Stoffumwandlung näher betrachtet. Der Schwerpunkt des Themenfeldes ist die Entwicklung des Basiskonzeptes Struktur-Eigenschaft-Funktion auf der Ebene der Organe.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- führen exemplarisch Versuche oder Untersuchungen zu physiologischen Fragestellungen durch, z. B. dem Zusammenhang von Kohlenstoffdioxidproduktion und Bewegung,
- erschließen den Zusammenhang von Struktur und Funktion, z. B. durch Modelle, Auswertung von Daten, Experimente,
- beschreiben das Herz-Kreislauf- und ein ausgewähltes Organsystem mit Hilfe von Schemazeichnungen,
- stellen Stoffaustausch oder Stoffumwandlung unter Verwendung von Teilchensymbolen oder Formelsprache schematisch dar,
- wenden den Zusammenhang von Struktur und Funktion in verschiedenen Problemstellungen an.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Energie

Glucose ist ein Energieträger. Bei der Zellatmung wird Energie frei, die für den Erhalt der Lebensvorgänge genutzt wird, unter anderem zum Aufbau von Speicherstoffen, z. B. Fett.

System und Systemebenen

Ein Organismus tauscht mit der Außenwelt Materie und Energie aus.

Organismen bestehen aus Organen und Zellen.

Organe sind Funktionseinheiten von Organismen.

Zellen sind kleinste Einheiten von Organen.

Organismen und Organe sind so gebaut, dass Zellen versorgt werden.

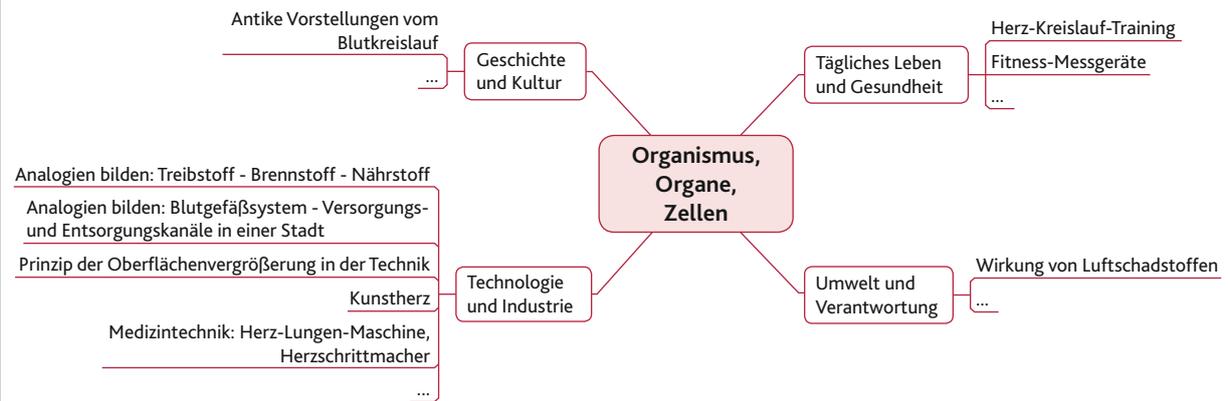
Struktur-Eigenschaft-Funktion

Der Aufbau der Atmungsorgane, des Herz-Kreislauf-Systems und der Verdauungsorgane ist an die jeweiligen Funktionen angepasst. Die große Oberfläche (von Lunge, Dünndarm, Kapillarsystem) ermöglicht die schnelle Aufnahme und Abgabe von Stoffen.

Fachbegriffe:

Organismus und Zelle
Verdauungs- und Atmungsorgane
Atmung
Blutgefäße (Arterien, Venen, Kapillaren)
Herz
Zellatmung
rotes Blutkörperchen (Erythrozyt)
Blutserum
Kohlenstoffdioxid
Sauerstoff
Glucose (Traubenzucker)
Stofftransport

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Der Wechsel der Systemebenen vom Organismus zur Zelle stellt eine Verstehensbasis dar, die für alle weiteren Themenfelder von Bedeutung ist. Ein grundlegendes Verständnis des Zusammenhangs von Struktur und Funktion wird auf der Ebene der Organe erreicht. Die Betrachtung zellulärer Strukturen (z. B. Darmzotten, Blutzellen) stellt eine Vertiefung dar.

Die Regulation des Blutzuckerspiegels oder die Leistungsanpassung des Herz-Kreislauf-Systems sind thematische Erweiterungen, welche die Chance bieten, in das Regulationskonzept einzuführen.

Großes Differenzierungspotential findet sich auf der Ebene der Kompetenzen: Die Beschäftigung mit der zellulären Ebene macht die Beschreibung von Vorgängen auf Teilchenebene nötig. Grundlegende Fertigkeiten im Umgang mit Modellen werden hier erworben oder entwickelt. Der Abstraktionsgrad kann je nach Wahl der Symbolik (z. B. einfache Teilchensymbole oder chemische Formeln) variiert werden.

Bezüge:

NaWi

TF 2 Zellen
 TF 3 Bewegung (Energie, Energiewandlersketten, Energieträger)
 TF 7 Teilchenmodell
 TF 8 Gesundheit
 (Organlandkarten und Versuche zu Körperfunktionen, Leistungsanpassung des Herz-Kreislauf-Systems)

Biologie

TF 4 Energie, Energieträger
 TF 5 Kohlenstoffkreislauf, Formelsprache
 TF 8 Sportmedizin (Energie, Energiewandlersketten, Energiespeicher)

Chemie

TF 3 Verbrennungsreaktion, Energieträger, Formelsprache
 TF 7 Makromoleküle

Physik

TF 4 Bewegung, Energie
 TF 8 thermische Energieströme

TF 4: Pflanze, Pflanzenorgane, Pflanzenzellen – Licht ermöglicht Stoffaufbau

In der Orientierungsstufe haben die Schülerinnen und Schüler die Fotosynthese kennengelernt. Das Sonnenlicht ist die primäre Energiequelle der Erde und Pflanzen sind unverzichtbar für das Leben.

Die Schülerinnen und Schüler verstehen die Bedeutung der pflanzlichen Stoffproduktion. Sie nutzen die Vielfalt der Naturstoffe, z. B. als Brennstoff, Nahrung, in Kleidung, Medizin und Kosmetik. Naturstoffe sind als nachwachsende Rohstoffe eine Alternative zu fossilen Rohstoffen. Der zentrale Vorgang für die pflanzliche Stoffproduktion ist die Fotosynthese. Die Energie der Sonne wird genutzt, um aus energiearmen (anorganischen) Stoffen energiereiche (organische) und komplexere Stoffe aufzubauen. Die Fotosynthese findet in den grünen Pflanzenzellen statt. Die Pflanze mit ihren Organen ist optimal an ihre Aufgabe angepasst, die fotosynthetisch aktiven Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser, Mineralsalzen und Licht zu versorgen. Dieses Themenfeld ist in besonderer Weise geeignet, den hypothesengeleiteten naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg zu üben.

Das Basiskonzept Struktur-Eigenschaft-Funktion wird auf verschiedenen Systemebenen weiter entwickelt.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- mikroskopieren pflanzliche Zellen/Gewebe,
- erschließen den Zusammenhang von Fotosynthese und Energiespeicherung mit Hilfe von Energiediagrammen,
- experimentieren hypothesengeleitet, werten Versuche aus und stellen Versuchsergebnisse in Protokollen dar,
- beschreiben die Fotosynthesereaktion mit Teilchensymbolen,
- wenden den Zusammenhang von Struktur und Funktion in Problemstellungen an.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Energie

Pflanzen bauen aus energiearmen, niedermolekularen Stoffen energiereiche und komplexere Stoffe auf. Die Energie für diese endothermen Reaktionen stammt aus dem Licht.

System

Die Pflanze tauscht mit ihrer Außenwelt Materie aus. Das Laubblatt ist eine Funktionseinheit für die Fotosynthese. Die Pflanzenzelle ist die kleinste Einheit für den Stoffaufbau.

Struktur-Eigenschaft-Funktion

Pflanzen und ihre Organe sind an die Wasser- und Lichtverhältnisse angepasst, um größtmögliche Fotosyntheseleistung zu erbringen. Große Oberflächen ermöglichen die schnelle Aufnahme von Kohlenstoffdioxid, Wasser und Licht.

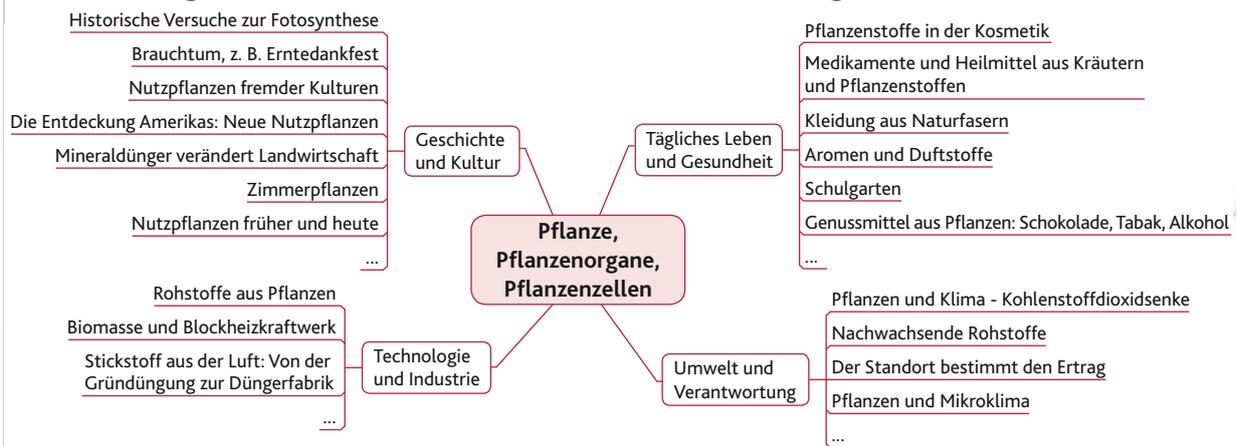
Teilchen – Materie/Stoff

Die Stoffe Kohlenstoffdioxid, Wasser, Glucose sind Verbindungen der Elemente C, H, O. Die Summenformel zeigt das Atomanzahlverhältnis im Molekül.

Fachbegriffe:

Ökosystem
Organismus und Zelle
Fotosynthese
Chloroplast,
Chlorophyll
Produzent
Fotosynthesereaktion (Kohlenstoffdioxid, Wasser, Glucose, Sauerstoff)
nachwachsender Rohstoff
Energieträger

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Grundlegend ist das Verständnis darüber, dass in der Fotosynthese keine Energie verloren geht. Bei der Fotosynthese werden mit Hilfe von Licht energiereiche Stoffe aufgebaut. Die Differenzierung erfolgt hier durch die Abstraktion des Energieträgermodells (Energieübertragung von Licht auf andere Energieträger) oder die quantitative Erfassung der übertragenen Energie (Energiebilanz).

Der Wechsel von der Organebene in die Zellebene schafft ein Grundverständnis für die Systemebenen. Der Einbezug der Ökosystemebene (Pflanzen als Produzenten) stellt eine sinnvolle Erweiterung dar.

Die Beschäftigung mit der zellulären Ebene macht die Beschreibung von Vorgängen auf Teilchenebene nötig. Das Vorwissen aus Themenfeld 3 wird hier erweitert. Außerdem kann der Abstraktionsgrad je nach Wahl der Symbolik variiert werden.

Licht, Wärme und CO₂-Partialdruck sind Faktoren für die Fotosynthese. Dies kann durch hypothesengeleitetes Experimentieren hergeleitet werden. Zusätzlich können weitere Faktoren erforscht werden, z. B. Lichtqualität, Lichtintensität, Mineralsalze ...

Der Zusammenhang zwischen Oberflächengröße und Stoffaustausch kann auf verschiedenen Systemebenen (Blattflächen, Chloroplasten...) betrachtet werden. Aspekte zum Wasserhaushalt sind additive Unterrichtsinhalte, die zum Teilkonzept Regulation führen, z. B. Transpiration, Spaltöffnungsbewegung.

Bezüge:

NaWi

TF 2 Zellen;
TF 4 Produzenten
TF 5 Fotosynthese als Phänomen
TF 7 Naturstoffe

Biologie

TF 3 Oberflächenvergrößerung
TF 5 Kohlenstoffkreislauf, Formelsprache
TF 12

Chemie

TF 3 Energieträger, -diagramm
TF 4 Rohstoffe
TF 5 Kosmetik, Pflanzenstoffe
TF 7 Makromoleküle
TF 9 Chromatographie
TF 11 CO₂-Senken

Physik

TF 2 Licht, Absorption
TF 6 regenerative Energiequellen

TF 5: Ökosysteme im Wandel

In der Orientierungsstufe haben die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der Fotosynthese kennengelernt. Der Bedarf an Nahrung, Werkstoffen und Energie wird durch Nutzung von Ökosystemen gedeckt. Natur- und Kulturräume sind, auch durch menschliche Einflüsse, einer ständigen Veränderung unterworfen.

Das Themenfeld motiviert für den bewussten Umgang mit Ressourcen und fördert das Engagement für nachhaltiges Handeln. Die Lernenden werden angeregt, global zu denken und lokal zu handeln. Dazu bietet sich fächerverbindender Projektunterricht an.

Die Kenntnis über Wechselwirkungen in natürlichen Systemen befähigt die Schülerinnen und Schüler, die Folgen menschlichen Handelns für die Umwelt an einem aktuellen Beispiel abzuschätzen. In Ansätzen können Zukunftsszenarien modelliert werden, die sich aus einer nachhaltigen Nutzung einerseits und einer nicht nachhaltigen andererseits ergeben. Biodiversität fördert die Stabilität von Ökosystemen und ist ein zentrales Anliegen von Naturschutz.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- erschließen die Komplexität von Ökosystemen mit Hilfe von Modellen,
- stellen Wechselwirkungen im Ökosystem schematisch dar,
- bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen, z. B. CO₂-Fußabdruck, ökologischer Rucksack, virtuelles Wasser,
- wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um (anthropogene) Einflüsse auf Ökosysteme zu bewerten.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Energie

Durch die Fotosynthese wird Energie für das Ökosystem nutzbar und in Form von Biomasse von Trophiestufe zu Trophiestufe übertragen. Dabei geht Energie als Wärme für den Organismus/das Ökosystem verloren.

System

Ökosysteme sind offene Systeme, in denen Organismen untereinander und mit abiotischen Faktoren in Wechselwirkung stehen.

Ökosysteme reagieren auf Störung mit Selbstregulation.

Dadurch verändert sich das System.

Ein Ökosystem ist gegenüber Störungen umso stabiler, je mehr Arten in Wechselwirkung stehen.

Entwicklung

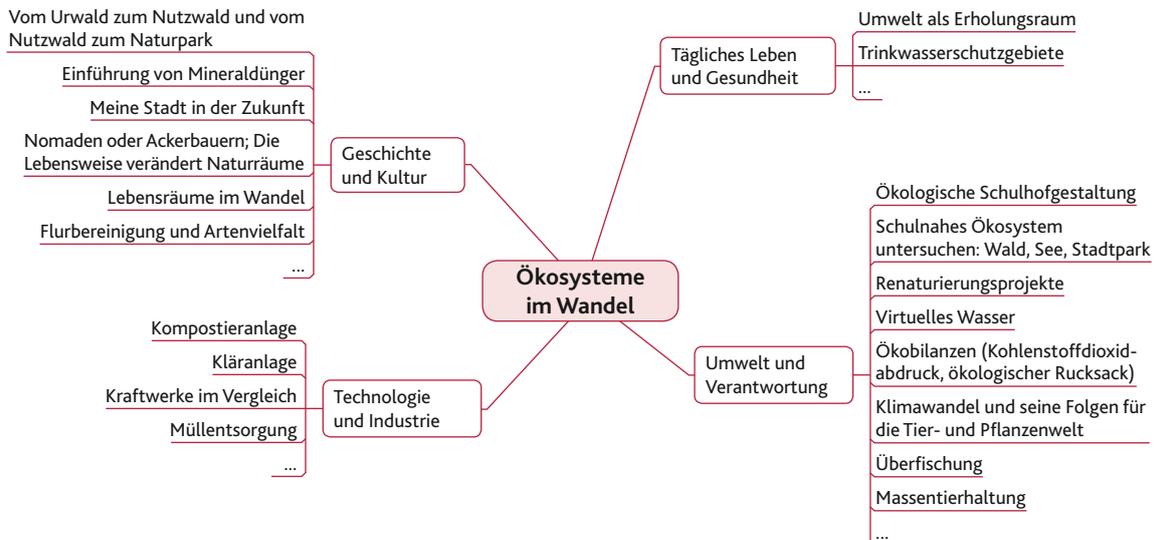
Lebensräume sind sich entwickelnde Systeme.

Menschliche Einflüsse können zu unumkehrbaren Veränderungen von Ökosystemen führen.

Fachbegriffe:

Umweltfaktoren
Produzenten/Konsumenten/
Destruenten
Stoffkreislauf
Energiefluss
Nachhaltigkeit
Ökosystem
Artenvielfalt

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Ein Grundverständnis zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen kann durch wenig komplexe Systeme wie z. B. Aquarium, Flaschengarten o. Ä. erreicht werden.

Das Anforderungsniveau steigert sich mit der Anzahl der betrachteten Wechselwirkungen. Regulation kann sowohl in einfachen als auch in komplexen Modellen dargestellt werden.

Bezüge:

NaWi

TF 4 Nahrungsketten
TF 5 Wasserkreislauf

Biologie

TF 1 Systematik, Artenkenntnis
TF 2 Entwicklung als Lebensprinzip
TF 3 Atmung
TF 4 Fotosynthese
TF 12 fakultativ: grüne Gentechnik, Umwelttechnologien

Chemie

TF 1 Stoffe in Luft, Wasser, Boden
TF 2 Salze, Mineralstoffe im Bodenwasser
TF 3 Biomasse und Brennwert
TF 5 Wasserlöslichkeit, Fettlöslichkeit
TF 6 pH-Wert
TF 9 (Trink-)Wasseranalysen, Nachweisgrenzen
TF 10 Toxische Stoffe in der Umwelt
TF 11 Stoffkreisläufe, Verantwortung
TF 12 mobile Energieträger

Physik

TF 8 Energieströme

TF 6: Erwachsen werden

Schülerinnen und Schüler nehmen an sich selbst und an anderen Veränderungen wahr. Im persönlichen Umfeld werden die Jugendlichen mit Erwartungen und Anforderungen konfrontiert, denen sie sich stellen müssen.

Das pädagogische Anliegen des Themenfeldes geht über die Aufklärung über Körpervorgänge hinaus: Durch Sprachvorbilder erwerben die Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit, über Sexualität zu sprechen. Ein weiteres zentrales Anliegen ist die wachsende Verantwortlichkeit der Jugendlichen gegenüber sich selbst und anderen, dazu gehören Toleranz und sexuelle Selbstbestimmtheit. Das komplexe pädagogische Vorhaben erfordert die fächerverbindende Bearbeitung der Thematik. Um der fortschreitenden Reifung der Jugendlichen gerecht zu werden, sollte Sexualität als Querschnittsthema in verschiedenen Klassenstufen angeboten werden.

Insbesondere der Biologieunterricht bietet Raum für individuelle Fragen der Schülerinnen und Schüler zu vielen Aspekten von Sexualität. Dazu gehören auch Fragen zu Verhütung, Kinderwunsch und Geschlechterrolle. Das Verständnis von Gehirnentwicklung, hormoneller Regulation und körperlichen Veränderungen erklärt die Pubertät als wichtige Übergangsphase zum Erwachsen werden.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren fragengeleitet in verschiedenen Quellen über hormonelle Einflüsse auf verschiedene Organe,
- wenden beim Sprechen über Sexualität Fachsprache (statt der Alltagssprache) an,
- wenden biologisches Wissen an, um verantwortliches Handeln abzuleiten (z. B. zur Körperpflege, Verhütungsmethoden, Verhalten in der Schwangerschaft).

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

System: Information und Kommunikation

Innerhalb des Organismus werden Informationen zwischen den Organen ausgetauscht.

Verhalten und Körpervorgänge werden durch Hypophysen- und Geschlechtshormone bewirkt.

Entwicklung

Höhere Organismen durchlaufen eine Entwicklung (Ontogenese), die mit der Befruchtung der Eizelle beginnt.

Die Entwicklung wird über endogene und exogene Faktoren gesteuert.

Fachbegriffe:

Geschlechtsmerkmale

Hypophyse

Sexualhormone

Keimdrüsen, Keimzellen

Ovulation, Spermienbildung

Befruchtung und Einnistung

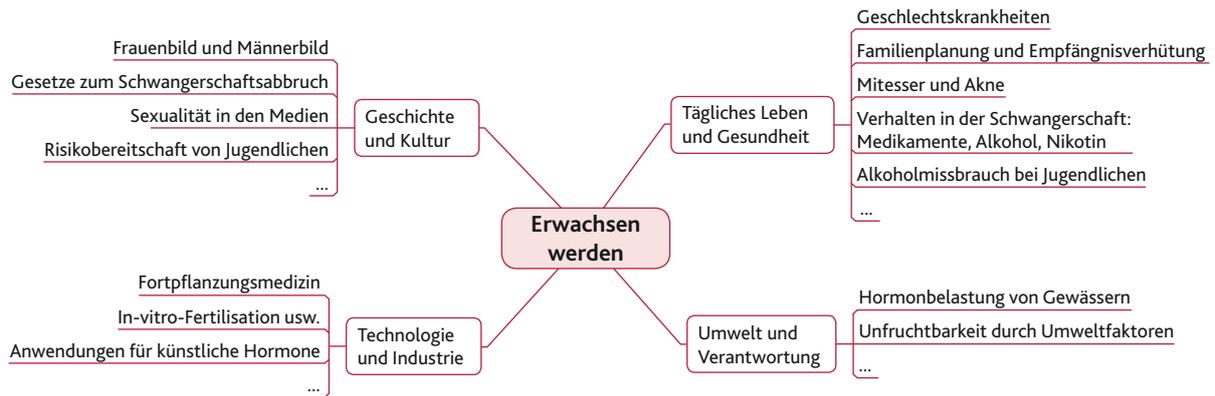
menstrueller Zyklus

Pubertät

Geschlechtsverkehr

Homosexualität

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Heterogenität einer Lerngruppe äußert sich hier insbesondere in der unterschiedlichen individuellen Reife und in der Vielfalt der Fragen und Interessen, welche bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden. So wird von einer Vertiefung biologischer Zusammenhänge, z. B. der Abstraktion des Regulationskonzeptes, abgeraten, um die pädagogische Intention des Themenfeldes nicht zu gefährden.

(Fächerverbindende) medienpädagogische Projekte sind geeignet, um die Darstellung und den Umgang mit Sexualität in Medien, z. B. den internetbasierten sozialen Netzwerken, zu reflektieren. Dies hilft den Schülerinnen und Schülern, eigene Standpunkte zu entwickeln und zu vertreten. Dies setzt voraus, dass die Lernenden die nötige Reife dazu besitzen. Deshalb ist die curriculare Einordnung des Themenfeldes flexibel zu handhaben. Es ist sinnvoll, einzelne Aspekte mit anderen Themenfeldern zu vernetzen und zeitlich zu trennen, z. B. TF 9 (sexuell übertragbare Krankheiten, STI), TF 10 (sexuelle Identität).

Bezüge:

NaWi

TF 8 Keimzellbildung, Embryonalentwicklung,
Fachsprache

Biologie

TF 1 Fortpflanzung
TF 2 Sexualität
TF 7 Signalwirkung von Stoffen
TF 9 fakultativ: AIDS
TF 10 Keimzellbildung, Befruchtung,
Geschlechterrolle
TF 12 Reproduktionsmedizin

Chemie

TF 10 Gefährliche Stoffe

Physik

--

TF 7: Informationen empfangen, verarbeiten, speichern

Die Sinne sind der Zugang zur Welt. Das Themenfeld bietet die Möglichkeit zur Selbsterfahrung, z. B. durch Versuche zu einem Sinnesorgan, durch Experimente zur Wahrnehmungspsychologie oder zur Gedächtnisleistung.

Sinneserfahrungen sind subjektiv und manipulierbar. Aspekte dieses Themenfeldes können genutzt werden, um die Drogenprävention in der Schule zu unterstützen. Das Sprechen über Lernen und Lernprozesse ist eine gesamtschulische Aufgabe. An dieser Stelle bietet der Biologieunterricht Gelegenheit, über das eigene Lernen zu reflektieren.

In diesem Themenfeld kann der naturwissenschaftliche Erkenntnisgang geübt und vertieft werden: Sinnesphänomene oder Selbstversuche führen zu Fragen der biologischen Informationsverarbeitung und zu erklärenden Modellen. In der exemplarischen Auseinandersetzung mit einem Sinnesorgan wird der Informationsweg von der Reizaufnahme im Sinnesorgan, der Codierung und Erregungsleitung bis zur Verrechnung und Speicherung im Gehirn verfolgt. Drogen wirken an Synapsen und beeinflussen Körperfunktionen oder verändern Sinneseindrücke.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- führen Versuche zur Funktion eines Sinnesorgans durch und werten sie aus,
- erschließen den Zusammenhang von Struktur und Funktion eines Sinnesorgans und des Neurons durch Modelle oder Modellexperimente,
- wenden das Schlüssel-Schloss-Prinzip zur Erklärung der Informationsübertragung an Synapsen in verschiedenen Problemstellungen (z. B. Synapsengifte, Drogen) an.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

System

Informationen werden aufgenommen, verarbeitet und bewirken eine Reaktion des Organismus, z. B. Reflex. Die biologische Informationsverarbeitung ist dem EVA-Prinzip der Informationstechnik analog.

Drogen greifen in das System (Organismus, Zelle) als Störung ein, das System reagiert mit Gegenmaßnahmen.

Struktur-Eigenschaft-Funktion

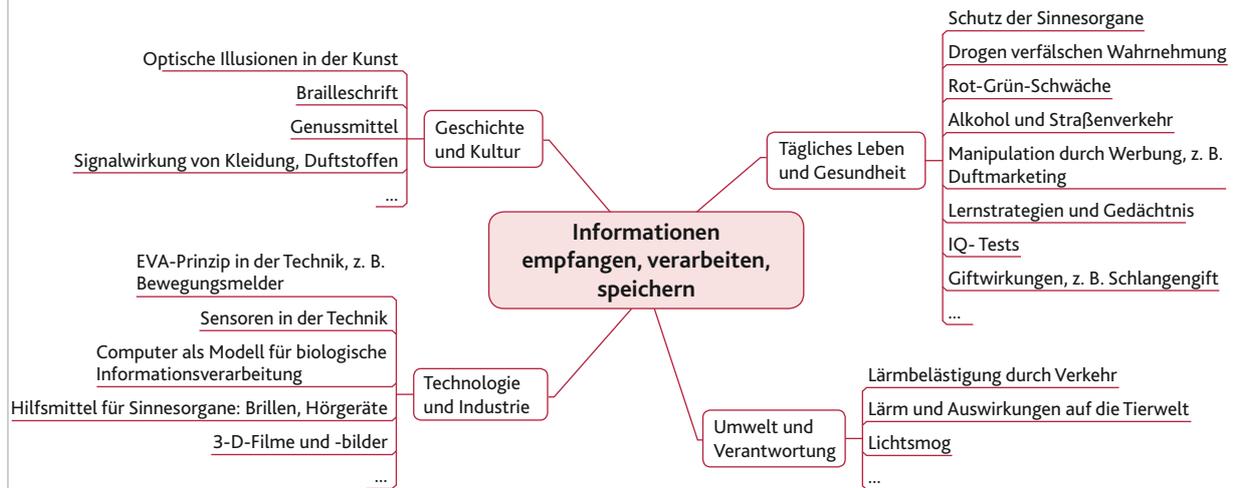
Reizaufnehmende Strukturen haben Eigenschaften, um mit einem spezifischen Reiz in Wechselwirkung zu treten, z. B. Farbstoff in Lichtsinneszellen, Membran in Hörorganen, Rezeptoren auf Riechsinneszellen (...).

Neuronen sind an die Informationsaufnahme, Codierung und Informationsweiterleitung angepasst. Ein Modell für die Informationsweiterleitung an chemischen Synapsen ist das Schlüssel-Schloss-Prinzip.

Fachbegriffe:

Reiz
Erregungsleitung
Sinneszelle
Nervenzelle
chemische Synapse
Zentrales Nervensystem
Gehirn
neuronales Netz
Schlüssel-Schloss-Prinzip
Drogen

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Das Grundverständnis biologischer Informationsverarbeitung wird durch die exemplarische Bearbeitung eines Sinnesorgans und der Nervenzelle erreicht. Die Erkenntnisgewinnung kann intensiviert werden, indem die Informationsverarbeitung an verschiedenen Sinnesorganen miteinander verglichen wird.

Der Blick in das Gehirn und Gedächtnismodelle schaffen Gelegenheit, über Lernen zu sprechen, Lernprozesse zu erklären und Lernstrategien biologisch zu begründen.

Das Schlüssel-Schloss-Prinzip wird genutzt, um die Funktion von chemischen Synapsen zu erklären. Die Übertragung des Prinzips auf weitere Kontexte, z. B. Wirkung von Drogen oder Schmerzmittel, führt zu einem vertieften Verständnis.

Drogenabhängigkeit kann unter Anwendung des Regulationskonzeptes erklärt werden.

Bezüge:

NaWi

TF 1 Sinne, Grenzen der Sinne

Biologie

TF 1 Kommunikation,
Vielfalt der Sinnesorgane
TF 7 Hormone

Chemie

TF 2 Natriumionen
TF 10 Giftstoffe, z. B. von Schlangen,
Drogen

Physik

TF 1 Schall und Wechselwirkung
TF 2 Licht und Wechselwirkung
TF 11 EVA-Prinzip für die
Informationsverarbeitung

TF 8: Sport und Ernährung – Energiebilanz des Körpers

Die Schülerinnen und Schüler hören immer wieder, dass ausgewogene Ernährung und Bewegung zur Gesundheit und zum Wohlbefinden beitragen.

Zu Sport und Ernährung lassen sich zahlreiche gesellschaftliche Bezüge finden. Das Themenfeld bietet den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, die eigene Einstellung zu Sport und Ernährung zu reflektieren.

Im Zentrum des Fachinteresses steht die Energiebilanz des Organismus. Ein Ungleichgewicht von Bewegung und Ernährung kann Ursache von Erkrankungen sein.

Ein zweiter fachlicher Aspekt ist der Zusammenhang von Bau und Funktion des Muskels.

Am Beispiel der Muskelarbeit kann Energiewandlung auf verschiedenen Systemebenen beschrieben werden. Der Einfluss von Training und Ernährung auf Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit wird über strukturelle Veränderungen des Muskels erklärt.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- stellen Energiefluss in der Muskelzelle schematisch/modellhaft dar,
- erstellen Energiebilanzen, z. B. in Zusammenhang mit dem Körpergewicht,
- wenden Wissen über Muskelaufbau und Zellatmung an, um Leistungssteigerung durch Ernährung und Training zu erklären,
- bewerten Bewegungs- und Ernährungsgewohnheiten mit Blick auf die Gesunderhaltung des eigenen Körpers.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Energie

Die Zellen verfügen über einen mobilen und regenerierbaren Energiespeicher, das ATP.

Die Energie für die Herstellung von ATP stammt aus der Zellatmung.

Wird mehr Energie durch Nahrung zugeführt als für die Lebensprozesse benötigt wird, werden Fettdepots als Energiespeicher angelegt.

Struktur-Eigenschaft-Funktion

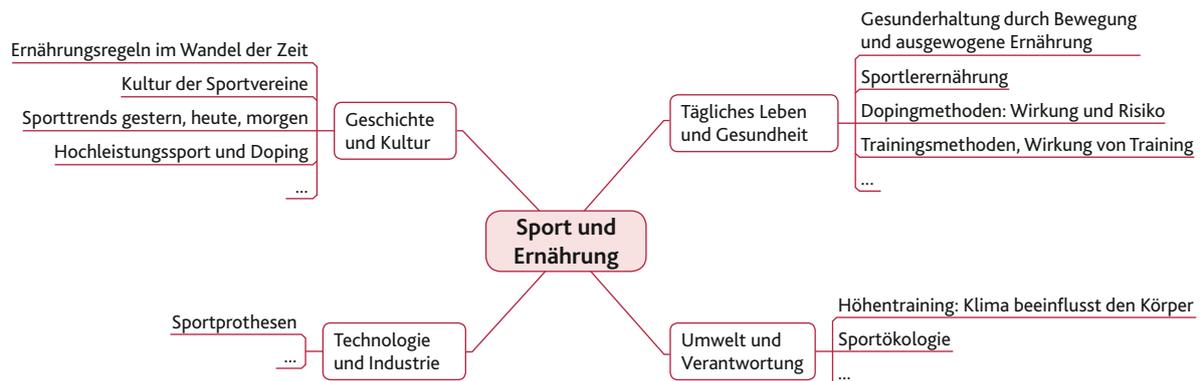
Die Muskelzelle (Muskelfaser) ist die kleinste Funktionseinheit für die Bewegung.

Der Aufbau des Muskels wird durch die Kontraktionsfunktion und die Notwendigkeit der Versorgung mit Nährstoffen und Sauerstoff bedingt.

Fachbegriffe:

Energieträger
Energieerhaltung
Energiebilanz
Zellatmung
ATP (im Sinne eines „aufladbaren, mobilen Energieträgers“)
Muskel
Muskelkontraktion

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Das Themenfeld kann zieldifferenziert unterrichtet werden und die Lebensbewältigung in den Mittelpunkt rücken. Je nach Lerngruppe kann auf die fachliche Vertiefung zugunsten alltagsbezogener Aspekte verzichtet werden (z. B. Wahl der Nahrungsmittel, Essverhalten, Folgen von Bewegungsmangel, Nutzung muskelaufbauender Präparate...). Je nach Interesse und Schulprofil können Fächer verbindende Projekte mit den Fächern Sport, Ethik, Sozialkunde oder dem Wahlpflichtfach WISO durchgeführt werden.

Das Verständnis des Energieflusses in der Muskelzelle schafft die Grundlage, um den Zusammenhang von Ernährung und Bewegung zu erfassen. Die Differenzierung erfolgt hier durch die Abstraktion der verwendeten Modellvorstellungen.

Auf Basis des Verständnisses der Zellatmung und der Funktion des Muskels können vertiefende Problemstellungen, z. B. Doping und Leistungssport, ausgehen. Die Fähigkeit, Energiebilanzen zu erstellen, macht es möglich, verschiedene Kontexte zu Sport und Ernährung zu bearbeiten. Zur Vorbereitung auf den Eintritt in die Oberstufe bietet das Themenfeld einen ersten Zugang zu molekularbiologischen Fragestellungen. In Abgrenzung zur Oberstufe wird ATP als Blackbox in einfachen Modellen beschrieben, z. B. als „mobiler Energieträger“ oder „Energiewährung“ der Zelle. Kontraktion wird auf verschiedenen Systemebenen evident: Organebene, mikroskopische und molekulare Ebene. Letztere beruht auf der Existenz gegeneinander verschiebbarer Moleküle, den Aktin- und Myosinfilamenten.

Bezüge:

NaWi

TF 2 Zelle
TF 3 Bewegung
TF 8 Ernährung
ggf. TF 7 Nährstoffe

Biologie

TF 3 Organsysteme, Zellatmung
TF 5 Nahrungskette
TF 6 Regulation
TF 7 Nervensystem
TF 9 Krankheiten
TF 10 vegetatives Nervensystem

Chemie

TF 3 Energieträger, Brennwert
TF 9 Doping-Nachweise
TF 12 mobiler Energieträger

Physik

TF 4 Bewegung und Wechselwirkung
TF 10 Energiebilanzen

TF 9: Krankheitserreger erkennen und abwehren

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über Erfahrung mit Infektionskrankheiten und kennen gute Ratschläge, Hausmittel, Medikamente. Leitfragen des Themenfeldes sind: Wie man sich und andere vor Infektionskrankheiten schützen kann, wie die Selbstheilung des Körpers funktioniert und wie Infektionskrankheiten erkannt und behandelt werden.

Gesellschaftliche Relevanz ergibt sich auch aus dem Zusammenhang zwischen Reisegewohnheiten und Ausbreitungsrisiko von Infektionskrankheiten. Weiterhin ist der Zusammenhang von Sexualverhalten und sexuell übertragbaren Infektionen (STI, z. B. HIV) geeignet, um Sexualität als Querschnittsthema wieder aufzugreifen.

Die Leitfragen führen die Schülerinnen und Schüler zu den Erregertypen und zum Immunsystem. Der Unterricht bietet viel Raum, das bisher erworbene Verständnis submikroskopischer Strukturen zu vertiefen und mit Modellvorstellungen zu arbeiten. Der Zusammenhang von Stress und Infektionsrisiko zeigt erneut die Regulationsfähigkeit des Organismus und seine Anpassungsleistung.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden Modelle zur Erklärung der Immunantwort als Ergebnis interzellulärer Kommunikation,
- recherchieren fragengeleitet oder hypothesengeleitet zu verschiedenen Erregertypen,
- beurteilen Maßnahmen gegen Infektionskrankheiten unter Anwendung von Fachwissen,
- bewerten Standpunkte zur Impfung gegen Infektionskrankheiten.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

System

Krankheitserreger überwinden die Systemgrenze des Organismus.

Dies verursacht Störungen und veranlasst das Immunsystem, Regulationsmaßnahmen einzuleiten.

Dazu werden Informationen zwischen den Zellen ausgetauscht.

Struktur-Eigenschaft-Funktion

Immunzellen erkennen Krankheitserreger, senden Botschaften und wehren Erreger ab.

Das Schlüssel-Schloss-Prinzip erklärt modellhaft die Kommunikation auf molekularer Ebene und die Wirkungsweise der Antikörper.

Fachbegriffe:

Erreger (Virus, Bakterium, Parasit)

Knochenmark

Immunzellen

Immunreaktion

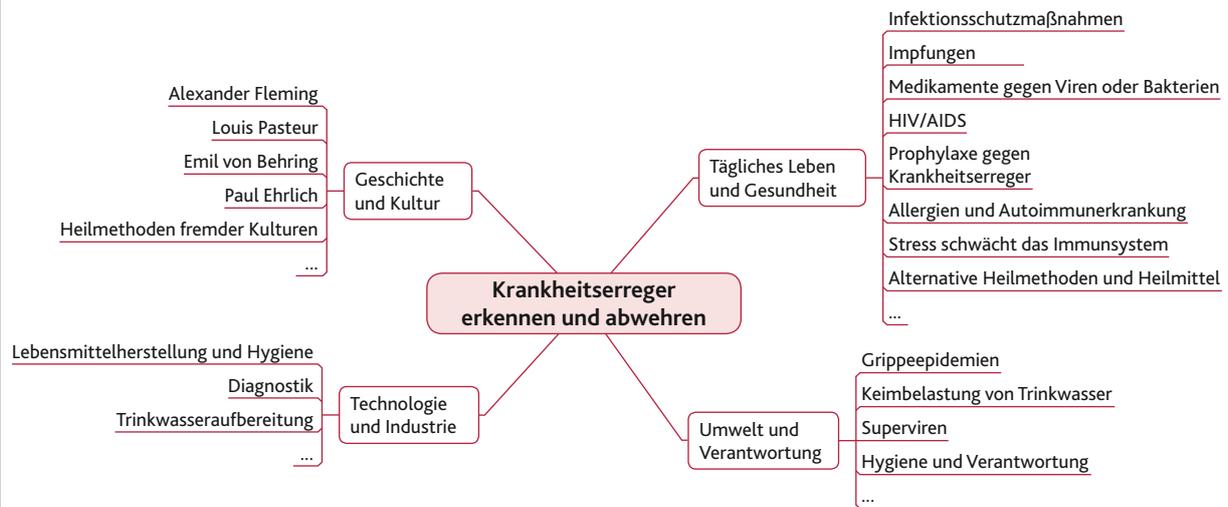
Antigen, Antikörper

Antibiotikum und Resistenz

aktive und passive Immunisierung

Immunität

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Modellarbeit spielt eine zentrale Rolle beim Konzeptverständnis. Die Differenzierung erfolgt hier über die Methodik.

Unterrichtskontexte zur Antibiotikumresistenz und zur Mutabilität von Viren bieten die Möglichkeit, die Evolutionstheorie erneut anzuwenden.

Grundlegend ist die Anwendung des Schlüssel-Schloss-Prinzips zur Erklärung der Immunreaktion. Darüber hinaus kann mit Hilfe dieses Prinzips gezeigt werden, wie sich Veränderungen der Erbinformationen auf Schlüssel oder Schloss auswirken. Hier wird ein erster Zusammenhang zwischen DNA und Übersetzung auf molekulare Strukturen hergestellt.

Bezüge:

NaWi

TF 2 Größenordnungen von Zellen

Biologie

TF 2 Evolutionstheorie
 TF 7 Schlüssel-Schloss-Prinzip
 TF 12 Genfähren
 ggfs. TF 6 HIV

Chemie

--

Physik

--

TF 10: Individualität und Entwicklung

Warum bin ich so, wie ich bin? Was wurde mir vererbt? Fachbegriffe und Modelle der (molekularen) Genetik begegnen den Schülerinnen und Schülern täglich in multimedialer Form und erzeugen verschiedene Vorstellungen und Unsicherheiten.

Die Schülerinnen und Schüler lernen Individualität als biologisches Prinzip kennen. Individualität entsteht in der wechselseitigen Beeinflussung von Genen und Umwelt. Das pädagogische Anliegen des Themenfeldes ist es, die eigene Individualität zu reflektieren und Akzeptanz für die eigene und die Individualität anderer zu schaffen.

Ziel ist es, die Grundlagen der Genetik in einem humanzentrierten Strukturierungsansatz zu vermitteln. Vererbungsphänomene sind erklärbar, dabei werden zytologische Untersuchungsergebnisse und molekularbiologische Modelle genutzt. Ein präziser Sprachgebrauch ist der Schlüssel zum Verständnis der unterschiedlichen Organisationsebenen der Genetik.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- wenden einfache Modelle an, um den Weg vom Gen zum Merkmal zu erklären,
- erschließen die Ursachen der Individualität durch modellhafte Darstellung von Meiose und Befruchtung,
- beschreiben Individualität auf verschiedenen Organisationsebenen,
- nutzen kombinatorische Methoden (Kreuzungsschemata), um Wahrscheinlichkeit für Geno- und Phänotypen vorauszusagen.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Entwicklung

Das Individuum entsteht aus der Zygote durch Zellteilung. Die Ontogenese verläuft in definierten Phasen.

Individualität entsteht durch Sexualität (Miose und Befruchtung). Die Neukombination von Genen führt zu neuen Eigenschaften.

Struktur-Eigenschaft-Funktion

Zelluläre Ebene:

Das Chromosom ist die Transportform der DNA. Bei der Verteilung der mütterlichen und väterlichen Chromosomen während der Meiose entstehen neue Kombinationen.

Molekulare Ebene:

Komplementäre Basenpaare bilden die molekularen Funktionseinheiten, sowohl für die Replikationsfunktion als auch für die Übersetzungsfunktion (Transkription und Translation) der DNA.

Fachbegriffe:

Keimzelle

Zygote (befruchtete Eizelle)

Befruchtung

Miose (Keimzellbildung)

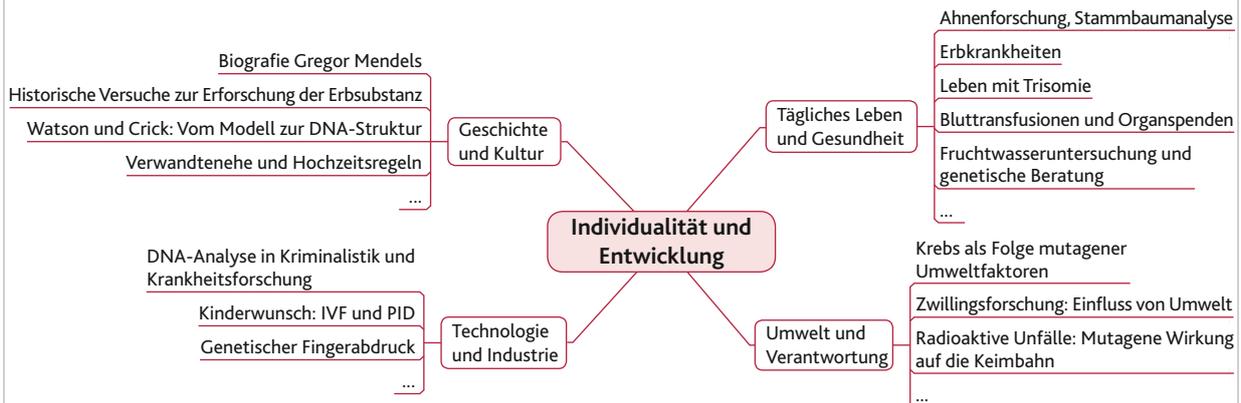
Genotyp, Phänotyp

DNA

Gen-Protein-Merkmal

genetische Vielfalt

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Genetische Untersuchungen (Schwangerschaftsvorsorgeuntersuchung, Vaterschaftstest, ...) sind Teil des Alltags oder öffentlicher Diskussion. Das Themenfeld soll mindestens dazu befähigen, der Diskussion fachlich korrekt zu folgen. An lebensnahen Fallbeispielen kann die Anwendung von Fachwissen geübt werden: Trisomien können erklärt und durch Karyogramme diagnostiziert werden. Erbkrankheiten lassen sich über Stammbäume verfolgen und statistisch vorhersagen. Der Biologieunterricht wird dabei auch Fragen zur PID und Eugenik berühren.

Das Anforderungsniveau des Unterrichts steigert sich mit der Erklärungstiefe genetischer Phänomene. Das Themenfeld fokussiert die lebensweltliche Perspektive und zielt auf ein Grundverständnis der für die Entwicklung und Vererbung relevanten Vorgänge. In Abgrenzung zur Oberstufe wird das zytologische (z. B. zum Ablauf von Meiose oder Mitose) oder molekularbiologische Detailwissen (DNA-Replikation, Proteinbiosynthese) auf das unbedingt Notwendige beschränkt.

Wird ein besonderer Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnung gesetzt, bietet sich der historische Erkenntnisweg an. Hier reicht das Differenzierungsspektrum vom einfachen Nachvollziehen ausgewählter Versuche bis hin zur selbstständigen Auswertung.

Bezüge:

NaWi

TF 2 Zellen
TF 4 Zuchtwahl, Entwicklung
TF 8 Keimzellen, Befruchtung

Biologie

TF 1 Vielfalt
TF 2 Variabilität, Mutation
TF 6 Erwachsen werden
TF 11 moderne Biowissenschaften
TF 12 Humanevolution, Reproduktionsmedizin

Chemie

TF 7 Makromoleküle

Physik

TF 5 Radioaktivität

TF 11: Biowissenschaften und Gesellschaft

Die Schülerinnen und Schüler stellen fest, dass die biowissenschaftliche Forschung sich mit großer Dynamik entwickelt, welche zu einer Differenz zwischen dem Wissen der Experten auf der einen und des einzelnen Bürgers auf der anderen Seite führt. Es werden biotechnologische Verfahren oder Produkte angeboten oder kontrovers diskutiert.

Die pädagogische Absicht ist es, die wissenschaftlichen Grundlagen zu vermitteln, die für eine objektivere Beurteilung nötig sind. Der Unterricht bietet Raum, einen Überblick über die Forschungsbereiche der Biowissenschaften zu schaffen und Berufsfelder kennenzulernen, in denen Biowissenschaften eine Rolle spielen.

Aus der Vielzahl von Möglichkeiten, z. B. Gentechnik, Gentherapie und Gendiagnostik, werden diejenigen ausgewählt, welche Aktualität, gesellschaftliche Relevanz und das Interesse der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen. In Abgrenzung zum Oberstufenunterricht liegt der Schwerpunkt auf einem Grundverständnis und dem Überblick über biotechnologische Methoden, z. B. Isolierung und Vervielfältigung von DNA, nicht aber auf der Vertiefung molekularbiologischer Einzelheiten. Die in TF 10 erworbenen Grundlagen können hier geübt und vernetzt werden.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- nutzen einschlägige Fachbegriffe zur gezielten Recherche,
- stellen Rechercheergebnisse einem Publikum adressatengerecht und in strukturierter sprachlicher Darstellung vor,
- argumentieren zu Chancen und Risiken biotechnologischer Anwendungen, z. B. Reproduktionsmedizin, Gentechnik, Gendiagnostik,
- wenden biologisches Fachwissen an, um Technologien zu erklären oder zu beurteilen.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Entwicklung

Gentechnik lässt sich als gesteuerte Mutation interpretieren. Biotechnologische Verfahren greifen in die Evolution ein.

Struktur-Eigenschaft-Funktion

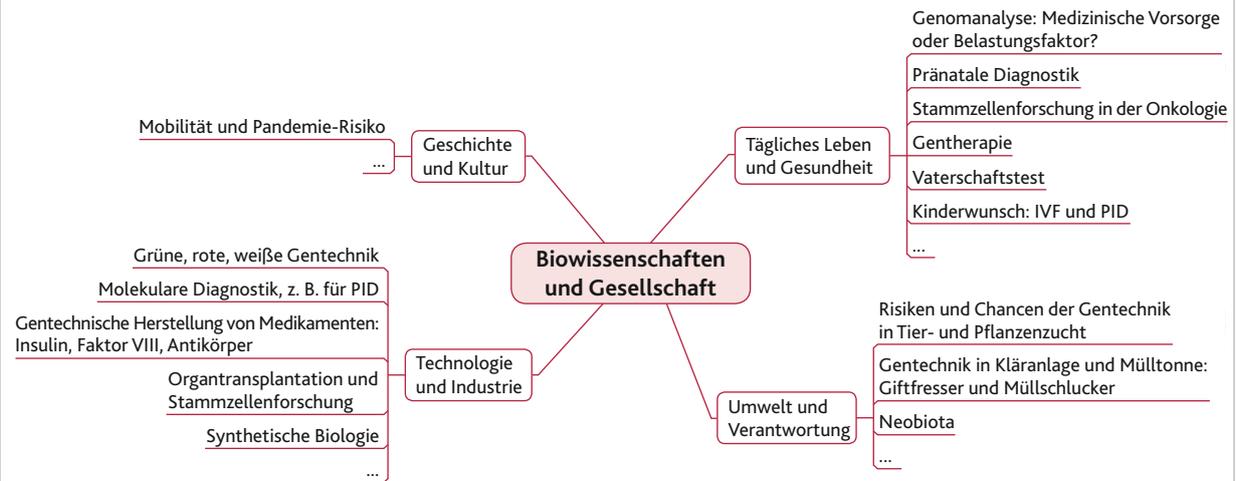
Die DNA ist Träger der genetischen Information, die durch die Basenfolge codiert ist. Wird die Basenfolge verändert, verändern sich bestimmte Eigenschaften im Organismus. Der genetische Code ist universell.

Gene lassen sich durch Marker identifizieren, die sich gemäß dem Schlüssel-Schloss-Prinzip an die DNA binden.

Fachbegriffe:

z. B. Reproduktionsmedizin
genetischer Fingerabdruck
weiße/rote/grüne Biotechnologie
Gentechnik
Gentherapie
synthetische Biologie
Individualmedizin
horizontaler Gentransfer
Biodiversitätsforschung

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Themenauswahl orientiert sich an aktuellen gesellschaftsrelevanten Diskussionen und Problemen. Die inhaltliche Offenheit des Themenfeldes wird genutzt, um Interessen der Lerngruppe in die Planung des Unterrichtes einzubeziehen. Hier können Fachinhalte aus anderen Themenfeldern neu aufgelegt oder vertieft werden. Das Themenfeld ist besonders geeignet, Problemlösekompetenz zu entwickeln. Dazu werden Fachinhalte in problemorientierte Unterrichtsvorhaben eingebettet.

Eine Steigerung des Anforderungsniveaus im Bereich der Kommunikationskompetenz kann erreicht werden, indem Unterrichtsergebnisse veröffentlicht und einem breiteren Publikum zugänglich gemacht werden.

Bezüge:

NaWi

TF 4 Züchtung
TF 6 Technische Entwicklung

Biologie

TF 9 Viren
TF 10 Reproduktion, DNA
TF 12 gesellschaftliche Veränderung

Chemie

Je nach Kontext:
TF 7 Makromoleküle
TF 9 Nachweisgrenzen, Grenzwerte, Analysemethoden
TF 10 Mutagene, Umwelttoxine

Physik

--

TF 12: Biologische Anthropologie

Wie viel tierisches Erbe steckt im Menschen und was grenzt den Menschen vom Tier ab?
Wie kam es zur Menschwerdung und wie wird der Mensch sich entwickeln?

In diesem Themenfeld geht es nicht darum, Evolution zu beweisen, sondern die Evolution als Denkraum vorzugeben. Mit Hilfe der Evolutionsgeschichte können menschliche Verhaltensweisen erklärt werden. Das moderne Erdzeitalter wird mit dem Begriff „Anthropozän“ belegt. Der Einsatz von Technik und Technologie verändert die Umwelt des Menschen, somit wird der Mensch selbst zum Evolutionsfaktor für sich und andere Lebewesen. Ziel ist es, menschliches Handeln auf mögliche Folgen für die Zukunft zu bedenken und daraus Konsequenzen abzuleiten. Die Reflexion zum Menschenbild ist ein pädagogisches Anliegen dieses Themenfeldes und kann fächerverbindend genutzt werden.

Das Themenfeld macht interdisziplinäre und innerfachliche Zusammenhänge deutlich, die in ihrer Gesamtheit jedoch nicht bearbeitet werden können. Es geht vielmehr darum, exemplarisch das bereits erworbene Wissen über Evolution, Ökologie, Neurobiologie, Immunbiologie und Genetik zu vernetzen und punktuell zu vertiefen.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- werten Daten zur Anatomie, Genetik oder Immunbiologie aus, um Verwandtschaftsbeziehungen zu erkennen,
- wenden Wissen über die Abstammung des Menschen an, um ausgewählte Verhaltensweisen des Menschen, z. B. Stressreaktion, zu erklären,
- beschreiben Einflüsse der kulturellen Evolution (technische und medizinische Errungenschaften) auf die Entwicklung der Menschheit und der Biosphäre.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Entwicklung

Verhalten und Anatomie des Menschen sind das Ergebnis von Evolution.

Das Evolutionsprinzip lässt sich auf die kulturelle Evolution des Menschen übertragen.

Kulturelle und biologische Evolution beeinflussen sich.

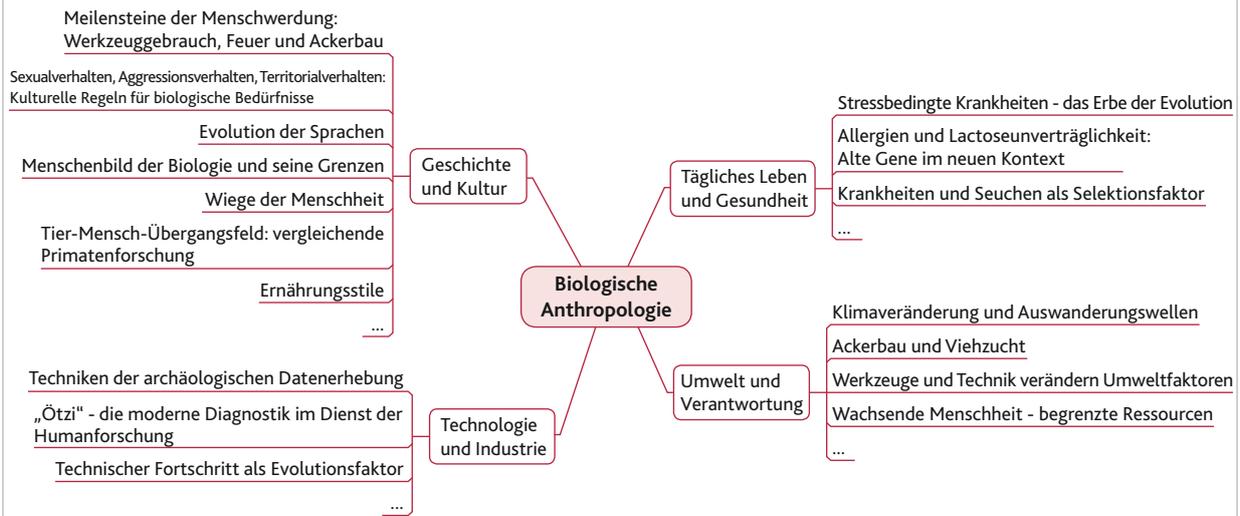
System

Menschliches Handeln wirkt auf die Biosphäre, dadurch werden komplexe Veränderungen in Gang gesetzt.

Fachbegriffe:

z. B. Anthropozän
Evolution des Menschen
Evolutionsfaktor
kulturelle Evolution
Instinktverhalten
Stressreaktion
Zivilisationskrankheiten
Pandemie
Biodiversität

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Durch an die Lerngruppe angepasste Schwerpunktauswahl werden Vorwissen und Interessen in die Planung des Unterrichtes einbezogen. Fachinhalte aus anderen Themenfeldern werden unter neuen Aspekten vernetzt und punktuell vertieft. Die Differenzierung erfolgt hier durch die Breite bei der Auswahl der Schwerpunkte und die jeweilige fachliche Tiefe.

Wird ein besonderer Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnung gesetzt, kann die Arbeitsweise von Evolutionsbiologen thematisiert werden, z. B. vergleichende Verhaltensbeobachtungen oder die Auswertung immunologischer oder molekulargenetischer Untersuchungen.

Modellierung kann geübt werden, indem die komplexen durch menschliches Handeln verursachten Wechselwirkungen mit systemanalytischen Methoden dargestellt werden, z. B. Netz der Weltprobleme.

Bezüge:

NaWi

TF 4 Entwicklung
TF 6 Technische Entwicklung

Biologie

TF 2 Evolution
TF 7 Gehirn
TF 9 Immunreaktion, Erreger
TF 10 Reproduktion, DNA
TF 11 Moderne Biowissenschaften

Chemie

TF 11 Mensch und Klima

Physik

TF 6 Kulturelle Evolution: Bereitstellung elektrischer Energie

TF 7 Forschung
TF 10 Technische Entwicklung von Maschinen

3 LEHRPLAN CHEMIE

3.1 Zur Auswahl der Fachinhalte

Die Intentionen des Lehrplans Chemie

Der Lehrplan Chemie orientiert sich an der Bedeutung der Chemie für die Lernenden. Chemieunterricht vermittelt den jungen Menschen ein Bild der Chemie, das

- die Strukturen der Disziplin Chemie herausarbeitet,
- die Bedeutung der Chemie für das Weltbild eines aufgeklärten Menschen aufzeigt,
- die Relevanz der Chemie im Alltag und in der Berufswelt deutlich macht sowie
- zur verantwortungsvollen Teilhabe an der Gesellschaft im Hinblick auf naturwissenschaftlich und technisch bezogene Entscheidungen hinführt.

Damit wird deutlich, was ein zeitgemäßer Chemieunterricht über die reine Vermittlung von Fachwissen hinaus leistet.

Das erarbeitete Wissen und die erworbenen Kompetenzen sind anschlussfähig für die besonderen Anforderungen in verschiedenen Berufsfeldern und in den Grund- und Leistungskursen der MSS.

Der Lehrplan Chemie basiert auf den drei Säulen *konzeptionelles Fachwissen, Kontextorientierung und Kompetenzentwicklung*, die bereits das tragende Gerüst des Lehrplanes zum Fach Naturwissenschaften bilden (vgl. Kap. 1.2).

Anknüpfend daran orientiert sich der Lehrplan an den folgenden chemiespezifischen Leitlinien:

- Der dem Fach Chemie zugrunde liegende fachsystematische Weg wird in der Entwicklung der Basiskonzepte deutlich. Damit verzahnt sind die kontextorientierten Zugänge, die an der Lebenswelt der Lernenden anknüpfen.
- Die „Aspekte der Chemie“, die sich aus der Wissenschaftsdisziplin Chemie und ihrer Bedeutung für den Menschen ableiten, begründen den bildenden Charakter des Unterrichtsfaches Chemie und sind die Grundlage für die Themenfelder. Sie bieten eine Orientierung für die Auswahl der Kontexte.
- Ein wesentliches Merkmal des Faches Chemie ist der Wechsel zwischen der makroskopischen (Stoffebene) und der submikroskopischen Ebene (Teilchenebene). Auf der makroskopischen Ebene lernen die Schülerinnen und Schüler wichtige Stoffgruppen kennen. Dabei geht es um den praktischen Umgang mit Stoffen, die Beobachtung und Beschreibung ihrer Eigenschaften sowie um experimentelle Untersuchungen chemischer Reaktionen. Die entsprechenden Deutungen erfolgen auf submikroskopischer Ebene mit Hilfe von Modellvorstellungen.
Neben dem Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene wird die Symbolsprache (reprä-

sentative Ebene) durchgängig als fachsprachliches Kommunikationsmittel in der Chemie entwickelt.²

- Um den Ebenenwechsel zu ermöglichen, wird möglichst frühzeitig das bis zum Ende der Sekundarstufe I tragende differenzierte Atommodell eingeführt. Dabei ist darauf zu achten, dass das Anspruchsniveau im Einklang mit den Entwicklungsschritten der Lernenden steht. Die Situiertheit wird durch die Anbindung an einen konkreten Kontext gewährleistet. Auf einen langen historisch-genetischen Weg zur Entwicklung und Revision von Atommodellen wird verzichtet.³ Mit Hilfe des differenzierten Atommodells werden die chemischen Bindungen früh thematisiert und auf der Teilchenebene gedeutet.

Von den Aspekten zu den Themenfeldern

Der Lehrplan Chemie besteht aus 12 Themenfeldern (TF), die eine gegliederte Struktur für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I bieten.

Der Zuschnitt der Themenfelder basiert auf den „Aspekten der Chemie“.



Abb.: Aspekte der Chemie

² Johnson, A. H.: Chemical education research in Glasgow in perspective; *Chemical Education Research and Practice* 2006, 7(2), S. 49-63

³ Eilks, I., Möllering, J.: Neue Wege zu einem fächerübergreifenden Verständnis des Teilchenkonzepts; *MNU* 54/4 (2001) S. 240-247

Aspekt 1: Was ist Stoff? - Von der Vielfalt der Stoffe und ihrem inneren Aufbau

Welche Vorstellungen haben heute Chemikerinnen und Chemiker von Stoff? Mit welchen Methoden schauen sie in sein Innerstes? Was lässt sich dort entdecken? Welche Modellvorstellungen entwickeln sie für die inneren Strukturen, die direkten Messungen und Beobachtungen nicht mehr zugänglich sind?

Das sind spannende Fragen, deren Beantwortung zu den grundlegendsten Erkenntnissen der Chemie führt. Erst damit kann die Vielfalt der stofflichen Welt in eine Ordnung gebracht werden, die letztlich zu einem tieferen Verständnis der Stoffe, ihren Eigenschaften und den chemischen Reaktionen führt.

Natürlich stellt sich dieses tiefe Verstehen von dem, was Stoff als Stoff auszeichnet, nicht schon nach den ersten Erkundungen in der stofflichen Welt ein. Aber die Fragen stellen sich früh und ein grundlegender Blick in den inneren Aufbau der Stoffe gibt Orientierung und erleichtert das weitere Lernen.

Ertrag aus Schülersicht: „Ich weiß, was Stoffe sind und was sie als Materie von der nichtmateriellen Welt (z. B. Ideen, Gefühle) unterscheidet. Ich habe eine Vorstellung von ihrem inneren Aufbau und eine Orientierung für die weitere Beschäftigung mit Stoffen.“

Unter diesem Aspekt begründet sich das Themenfeld: „Chemikers Vorstellungen von den Stoffen“. Danach werden die Fragen zum inneren Aufbau der Stoffe und den dazu herangezogenen Modellvorstellungen in allen weiteren Themenfeldern weiter verfolgt, insbesondere in den ersten vier Themenfeldern.

Aspekt 2: Stoffe gewinnen - Von der Isolierung von Stoffen aus natürlichen Gemischen zu ihrer Gewinnung durch chemische Reaktion

Alle Überlegungen zum Umgang mit Stoffen beginnen mit der Frage, wo die Stoffe herkommen. Das übergeordnete Ziel ist, ein generelles Verständnis dafür zu entwickeln, dass Stoffe nicht aus dem Nichts erscheinen, sondern dass alle Stoffe bzw. die Stoffe, aus denen sie gewonnen werden, bereits auf der Erde vorhanden sind. Um die gewünschten Stoffe zu erhalten, müssen sie allerdings erst isoliert oder durch chemische Reaktionen aus anderen Stoffen gewonnen werden. Das ist bewusst ein anderer Ansatz, als Stoffe aus der Systematik der Chemie heraus zum Gegenstand von Unterricht zu machen. Vor dem Hintergrund dieses Aspekts ist die chemische Reaktion eine Möglichkeit, Stoffe zu gewinnen, die wir so in der Natur nicht oder nur selten finden. Es gibt z. B. gediegenes Kupfer, aber unser Bedarf kann erst gedeckt werden, wenn wir auch aus Kupfererzen Kupfer gewinnen. Natürlich spielen bei der Fokussierung auf den Aspekt „Stoffe gewinnen“ auch Fragen der Nutzung eine Rolle. Wozu gewinnt man überhaupt z. B. Kupfer in größeren Mengen? Auch gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Fragen werden tangiert, stehen aber an dieser Stelle nicht im Zentrum des Unterrichts.

Ertrag aus Schülersicht: „Ich weiß, dass man Stoffe in der Natur findet (Wasser, Holz u. v. a. m.), dass aber andere Stoffe erst aus Gemischen isoliert werden müssen (Salz aus Meerwasser, Sauerstoff aus der Luft, ...) und wieder andere Stoffe erst durch chemische Reaktionen gewonnen werden (Metall aus Erz). Mir ist jetzt klar, wo und wie die Stoffe vorkommen und auf welche Weise sie gewonnen werden können.“

Unter diesem Aspekt begründen sich systematisch die Themenfelder: „Von der Saline zum Kochsalz“ (Stoffe gewinnen durch Isolation) und „Vom Erz zum Metall“ (Stoffe gewinnen durch chemische Reaktion).

Aspekt 3: Stoffe nutzen - Von der energetischen Nutzung der Stoffe und dem vielfältigen Gebrauch als Material

Wir nutzen ständig und überall Stoffe. Das ist vielleicht der bedeutendste und umfassendste Aspekt, weil er wie kein anderer die Bedeutung der Stoffe für das menschliche Leben, für Alltag und Lebenswelt, Technik und Industrie herausstellt. Die gesellschaftliche Relevanz der Chemie wird deutlich und sollte auch explizit Gegenstand von Unterricht sein.

Im Chemieunterricht geht es u. a. darum, die Breite der Nutzung von Stoffen bewusst zu machen und abzubilden. Dabei werden auch spezifische Stoffkenntnisse vermittelt. Das ist natürlich auch an anderen Stellen der Fall. Hier wird es jedoch besonders in den Fokus gerückt. Grundsätzlich wird zwischen der energetischen und der stofflichen Nutzung unterschieden.

Ertrag aus Schülersicht: „Ich habe einen Überblick über die Vielfalt der Nutzung von Stoffen: als Energieträger, als Werkstoff, im Haushalt und an anderen Stellen. Ich weiß, dass die Nutzung im engen Zusammenhang mit den jeweiligen Eigenschaften der Stoffe steht (brennt gut, reinigt gut, schmeckt gut, färbt gut usw.).“

Unter diesem Aspekt begründen sich systematisch die Themenfelder: „Heizen und antreiben“ (die Energie der Stoffe nutzen) und „Sauber und schön“ sowie „Säuren und Laugen“ (Stoffe als Material nutzen).

Aspekt 4: Stoffe neu herstellen - Von neuen Stoffen und künstlichen Stoffen zu den Stoffen der Zukunft

Erst in der jüngsten Zeit gelingt es dem Menschen mehr und mehr, das natürliche Stoffspektrum durch die Herstellung neuer Stoffe zu erweitern. Ein Beispiel solch „unnatürlicher“ Stoffe sind die Kunststoffe. Sie betonen einen völlig neuen Aspekt. Die menschliche Entwicklung hat einen Stand erreicht, in dem wir sozusagen über die Natur hinauswachsen. Wir können Stoffe produzieren, die die Natur nicht hervorbringt. Diese Erkenntnis ist ein bedeutendes Bildungsziel.

Dabei stellt sich natürlich auch hier die Frage nach der gesellschaftlichen Verantwortung. Können wir die Folgen abschätzen? Was passiert, wenn „naturfremde“ Stoffe in die Kreisläufe der Natur geraten? Eine gute Gelegenheit, die Schülerinnen und Schüler auf eine verantwortungsvolle Teilhabe an der Gesellschaft im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung vorzubereiten.

Der Aspekt betont auch, was wissenschaftliche Arbeit hervorbringen kann. Erst auf der Grundlage unseres vielfältigen und immer tiefer reichenden Wissens um die Stoffe, ihre Eigenschaften und ihre Reaktionen und dadurch, dass wir die Naturgesetze verstehen, sind wir in der Lage, neue Stoffe zu synthetisieren.

Über die Massenproduktion kommen industrielle Verfahren und die Entwicklung der chemischen Industrie in den Blick. Neben den spezifischen Anforderungen, die man an die Eignung eines Verfahrens für die Produktion im industriellen Maßstab stellt, spielen Berufsfelder und Umweltverantwortung eine wichtige Rolle.

Ertrag aus Schülersicht: „Ich weiß, dass Menschen völlig neue Stoffe herstellen, maßgeschneiderte Stoffe, die genau die Eigenschaften haben, die wir uns wünschen. Die Chemie leistet dazu einen entscheidenden Beitrag.“

Unter diesem Aspekt begründen sich systematisch die Themenfelder: „Schöne neue Kunststoffwelt“ (Stoffe nach Maß herstellen) und „Vom Reagenzglas zum Reaktor“ (Stoffe herstellen in industriellen Verfahren).

Aspekt 5: Stoffe untersuchen - Von einfachen Untersuchungen zur qualitativen und quantitativen Analyse

Ein ganz anderer Aspekt im Umgang mit Stoffen – und deutlich unterschieden von ihrer Gewinnung oder Nutzung - ist der Wunsch, immer mehr und immer Genaueres über einzelne Stoffe wissen zu wollen. Was ist z. B. alles im Wasser enthalten? Noch vor 200 Jahren nutzten die Menschen das Wasser, wie es war – das Auge entschied: sauber oder verschmutzt. Heute dagegen schauen wir überall genauer hin.

Die Gründe dafür sind vielfältig. Je mehr wir wissen, je besser wir die Zusammenhänge verstehen, desto stärker wird der Wunsch auch zu kontrollieren. Dabei stellen sich im Wesentlichen zwei Fragen: „Was ist es?“ und „Wie viel ist es?“

Die erste Frage führt uns über einfache Entscheidungen wie „Ist das Glas oder Diamant?“ bis hin zur Aufklärung komplexer Strukturen wie der DNA. Wir wissen also immer genauer „was es ist“. Dadurch gewinnen wir Einfluss auf die Stoffe und Fortschritt wird möglich.

Die zweite Frage berührt die Zusammensetzung von Stoffen. Wie hoch ist der Gehalt an Eisen in einem Eisenerz? Welche Konzentration an Natriumionen hat das Mineralwasser? Die Tatsache, dass man heute z. T. einzelne Moleküle nachweisen kann, führt zu Betrachtungen von Grenzwerten.

Ertrag aus Schülersicht: „Ich weiß, dass man Stoffe auf vielfältige Weise genauer untersuchen kann. Man kann qualitative und quantitative Analysen durchführen. Je mehr man über die Stoffe weiß, je genauer ihre Zusammensetzung, ihre Reinheit bekannt ist, desto begründeter können Bewertungen oder Entscheidungen (bzgl. Gebrauch, Gesundheit, ...) getroffen werden.“

Unter diesem Aspekt begründet sich systematisch das Themenfeld: „Den Stoffen auf der Spur“.

Aspekt 6: Stoffe verantwortungsvoll handhaben - Vom persönlichen sorgsamem Umgang mit Stoffen zur Übernahme von gesellschaftlicher Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung

Unter diesem Aspekt wird die Verantwortung des Menschen für seinen Umgang mit den Stoffen ausdrücklich in den Mittelpunkt gerückt. Diese Fokussierung erlaubt es, diesem wichtigen Bereich die erforderliche Aufmerksamkeit zu widmen. In zwei Schritten soll sich Kompetenz entwickeln. Zunächst mit dem Blick auf den Nahbereich, etwa beim Umgang mit Gefahrstoffen, der damit verbundenen Verantwortung für die eigene Gesundheit und die der unmittelbar Betroffenen. In einem zweiten Schritt wird der Blick auf die globale Verantwortung geweitet und auf der Basis von Fachkenntnissen kann sich ein Bewusstsein für nachhaltiges Handeln entwickeln.

Chemieunterricht und daraus erwachsende chemische Kenntnisse schaffen zunächst eine sachliche Grundlage für den verantwortlichen Umgang mit Stoffen. Entscheidungen auf der politisch-gesellschaftlichen Ebene müssen neben der Sachkenntnis auch einem grundlegenden Verständnis gegenseitiger Abhängigkeiten folgen. Die Komplexität solcher Fragestellungen kann häufig nicht verringert werden. Für die Schülerinnen und Schüler heißt das auch: Komplexität aushalten und mit Dilemma-Situationen umgehen lernen.

Ertrag aus Schülersicht: „Ich weiß, dass zum Umgang mit Stoffen auch die Übernahme von Verantwortung gehört. Wenn ich mit Gefahrstoffen umgehe, berücksichtige ich dies stets. Ich bin mir aber auch bewusst, dass ich in der Zukunft mit Verantwortung tragen werde, wenn es um die großen Fragen von Umweltschutz, Klimawandel und globaler Entwicklung geht.“

Unter diesem Aspekt begründen sich systematisch die Themenfelder: „Gefährliche Stoffe“ und „Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima“.

Aspekt 7: Mit Stoffen Zukunft gestalten - Vom Status quo zu den Herausforderungen der Zukunft

Der Umgang mit Stoffen hat auch eine Zukunftsperspektive. Es geht nicht nur darum, was wir schon seit langem machen, was gut etabliert und bekannt ist. Es geht auch darum, welchen Beitrag die Chemie für die drängenden Zukunftsfragen leisten kann. Es ist ein wichtiges Bildungsziel, Schülerinnen und Schüler nicht mit dem Weltbild der Chemie aus dem Anfang des letzten Jahrhunderts zu entlassen. Moderne Entwicklungen haben längst Eingang in den Alltag gefunden, werden aber nicht unbedingt mit der Chemie in Verbindung gebracht, z. B. „Wie viel Chemie steckt in einem Handy?“

Was soll der Chemieunterricht leisten, damit die Erkenntnisse der Chemie als relevant für die verantwortungsvolle Planung der eigenen und Teilhabe an der gesellschaftlichen Zukunft gesehen werden? Neue Energieträger, Nanotechnik, Food- und Drugdesign, neue Materialien und vieles mehr. Wo wollen wir hin? Was ist der Beitrag der Chemie? Eine zentrale Frage ist die Versorgung mit elektrischer Energie. Dabei kann die Chemie Lösungen für die Speicherung und den Transport/Mobilität von Energie beitragen.

Ertrag aus Schülersicht: „Ich weiß, dass die Chemie an der Lösung von Zukunftsfragen maßgeblich beteiligt ist und auf der Ebene der Stoffe einen wichtigen Beitrag leistet.“

Unter diesem Aspekt begründet sich systematisch das Themenfeld: „Stoffe als mobile Energieträger“.

Die folgende Abbildung zeigt zusammenfassend die 7 Aspekte (im Zentrum) und die daraus abgeleiteten 12 Themenfelder.

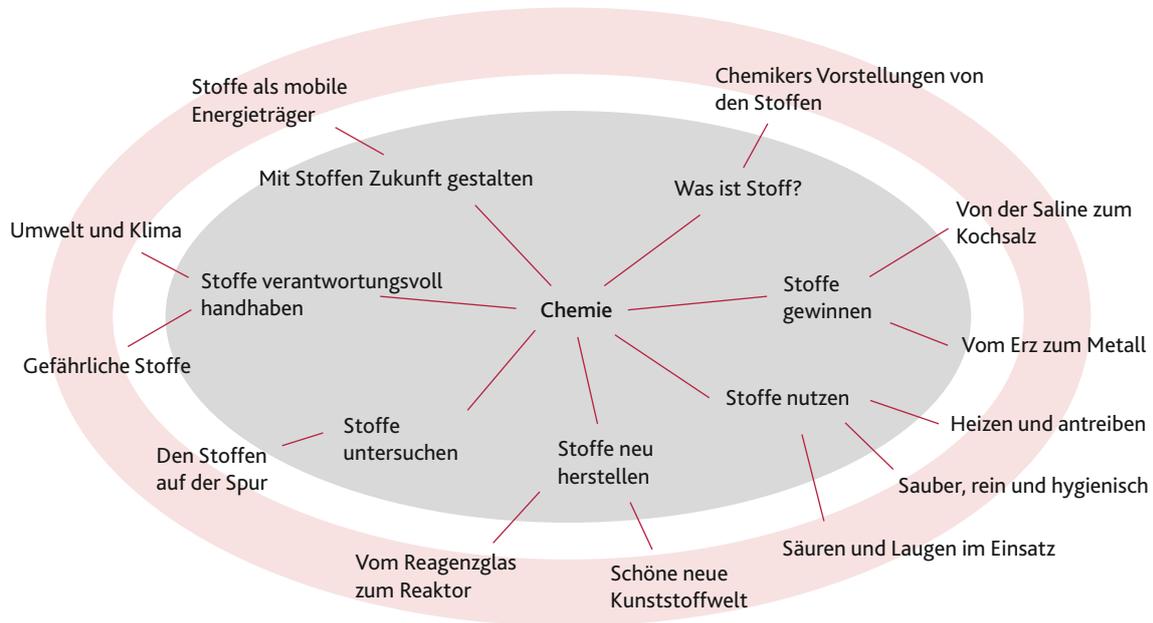


Abb.: Aspektlinie und Themenfelder im Lehrplan

Die 12 Themenfelder des Lehrplanes basieren auf diesen 7 Aspekten. Dabei wird jeweils ein Aspekt besonders ausgeschärft. Die anderen Aspekte werden jedoch ebenfalls – mit unterschiedlicher Gewichtung – berücksichtigt.

Die untenstehende Abbildung veranschaulicht dies exemplarisch für das Themenfeld 4 „Vom Erz zum Metall“. In diesem Themenfeld steht der Aspekt „Stoffe gewinnen durch chemische Reaktionen“ im Vordergrund, die Gewichtung anderer Aspekte ist abhängig vom Kontext und der konkreten Umsetzung des Themenfeldes im Unterricht.

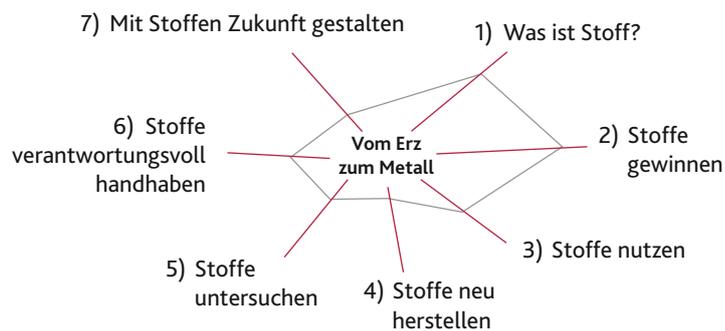


Abb.: Mögliche Gewichtung der Aspekte im Themenfeld 4 „Vom Erz zum Metall“

Über die Schwerpunktbildung bezüglich der *Aspekte der Chemie* hinaus weisen die Themenfelder in ihrer Reihenfolge die kumulative Entwicklung der Basiskonzepte und Kompetenzen aus. Diese Linien werden im Kapitel 5.3 „Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie“ näher ausgeführt.

Anknüpfung an das Fach Naturwissenschaften

Das Fach Naturwissenschaften der Orientierungsstufe legte in einigen Themenfeldern bereits chemiespezifische Grundlagen:

Die Lernenden haben die Vielfalt der Stoffe im Unterricht erfahren (z. B. Nährstoffe, Brennstoffe, Werkstoffe). Sie wissen, dass Gegenstände aus Stoffen bestehen, die durch ihre Eigenschaften gekennzeichnet sind. Diese Stoffeigenschaften wurden mit den Sinnen bzw. experimentell erschlossen. Dazu führten sie kriteriengeleitet Untersuchungen an Stoffen durch. So kamen sie von subjektiven Beschreibungen zu reproduzierbaren Stoffmerkmalen.

Bei der Klassifizierung von Stoffen (z. B. Metalle, Brennstoffe) nutzten sie Techniken zum Vergleichen und Systematisieren und können Stoffe jetzt nach Kriterien ordnen.

Die Schülerinnen und Schüler haben gelernt, dass Stoffe entsprechend ihrer Eigenschaften verwendet (z. B. Isolatoren, Verpackungen, Brennmaterial) oder zur gezielten Verwendung hergestellt werden (z. B. Brausepulver, Klebstoff). Dabei bestimmen die Stoffeigenschaften die Verwendungsmöglichkeiten der Stoffe.

Aus bestimmten Eigenschaften von Stoffen ergeben sich Gefahren für Gesundheit und Umwelt, die im Umgang mit den Stoffen beachtet werden müssen. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten nun sorgfältig und sicherheitsbewusst mit Stoffen.

Durch Beobachtungen im Alltag oder in Laborsituationen (z. B. Korrosion, Verwitterung, Verbrennung) haben Schülerinnen und Schüler erfahren, dass Stoffe unter bestimmten Bedingungen in andere Stoffe umgewandelt werden können.

Die Schülerinnen und Schüler haben bereits Teilchenvorstellungen entwickelt. Dabei wurden vorhandene Teilchenvorstellungen aufgegriffen und erweitert: Stoffe bestehen aus Teilchen, die Teilchen eines Reinstoffes sind alle gleich, Teilchen bewegen sich. Die Schülerinnen und Schüler können nun Teilchenvorstellungen zur Beschreibung von Phänomenen anwenden (z. B. bei der Stofftrennung).

Dieses Fundament wird im Fach Chemie aufgegriffen, genutzt und weiter ausgebaut.

Anschlussfähigkeit für die MSS

Der vorliegende Lehrplan ist geeignet, den Schülerinnen und Schülern die Entwicklung der Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards zu ermöglichen. Schülerinnen und Schüler, die die MSS besuchen wollen, sollten in vielen Themenfeldern ein vertieftes Verständnis (siehe Differenzierungsmöglichkeiten) entwickeln, insbesondere auf der Teilchenebene.

Zum Verhältnis von Stoffebene und Teilchenebene

In jedem Themenfeld sind Stoff- und Teilchenebene Gegenstand von Unterricht. Dabei führt die Abfolge der Themenfelder - so wie sie im Lehrplan vorgegeben ist - zu einer kontinuierlichen Entwicklung auf beiden Ebenen und ermöglicht eine ideale Verbindung der Entwicklung von konzeptionellem Fachwissen und Kompetenzen. Da in der Chemie Lernfortschritte und fachliche Vertiefung auf der Teilchenebene weitgehend einer sachlogischen Struktur folgen, wird dadurch die Reihenfolge der Themenfelder stärker bestimmt als durch Entscheidungen auf der Stoffebene. Hier sind einzelne Stoffgruppen eher austauschbar. Gleichwohl ist die Zuordnung einer Stoffgruppe zu einem Themenfeld und damit auch zu einem Schwerpunkt auf der Teilchenebene und einem *Aspekt der Chemie* nicht beliebig, sondern folgt fachdidaktischen Überlegungen. Z. B. ist die Stoffgruppe der Salze eng mit dem Ionenbegriff und dem Aspekt: *Stoffe gewinnen* verbunden. Die Stoffgruppe der Säuren wiederum kann auf der Teilchenebene nur mit einem Grundverständnis von Ionen und Molekülen bearbeitet werden. Bezüglich der zeitlichen Gewichtung beider Ebenen in der Unterrichtspraxis ist damit noch keine Aussage getroffen (siehe Kapitel 5.3 zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie).

Die Stoffebene

Unsere Lebenswelt ist geprägt von Produkten und Materialien, die immer vielfältiger und komplexer werden. Dies bedeutet für die Lernenden, dass sie in der Vielfalt der Stoffe über ein ausreichendes Orientierungswissen verfügen müssen. Des Weiteren benötigen sie anschlussfähiges Fachwissen, das die Einordnung stofflicher Phänomene in ein konzeptionelles Verständnis der Chemie erlaubt. Somit rücken auf der Stoffebene repräsentative Stoffgruppen in den Fokus, mit deren Hilfe exemplarisch Eigenschaften und allgemeine Prinzipien (z. B. Bindungsarten) thematisiert werden können. Die Stoffe bzw. Stoffgruppen sind so ausgewählt, dass sie einerseits die wesentlichen Stoffklassen der Chemie berücksichtigen und andererseits auch die lebensweltlichen Bereiche Technik und Industrie, Geschichte und Kultur, tägliches Leben und Gesundheit, Umwelt und Verantwortung abbilden. Vielen Themenfeldern wurden Stoffgruppen gezielt zugewiesen, weil sie besonders geeignet sind, den jeweils im Fokus stehenden *Aspekt der Chemie* herauszuarbeiten. Die generelle Bedeutung der Stoffgruppen für die Entwicklung der Teilchenebene ist durchgängig berücksichtigt.

Stoffe, die in der Sekundarstufe I den Schülerinnen und Schülern nur auf der Ebene der Phänomene begegnen und dem Namen nach bekannt sind (z. B. Kupfererze, PET), können in der Sekundarstufe II systematischer und auf der Teilchenebene vertiefend behandelt werden.

Die Teilchenebene

Auf der Teilchenebene ist folgende Progression angelegt:

Viele Schülerinnen und Schüler stellen sich den Aufbau der Materie zunächst als kontinuierlich vor. Im Unterricht des Faches Naturwissenschaften werden diese und andere Vorstellungen aufgegriffen und zu einem Teilchenkonzept entwickelt, das die Idee des ‚Atoms‘ im Sinne von kleinsten nicht mehr teilbaren Baueinheiten der Materie beinhaltet (Diskontinuum).

In der Regel ist das Kugelteilchenmodell aus dem Fach Naturwissenschaften bekannt. Daran schließt sich im Themenfeld 1 die Vorstellung von Atomen an. Der Zugang erfolgt auf der Stoffebene über die Massenerhaltung bei chemischen Reaktionen. Diese wird wiederum erst durch die Erhaltung der Bausteine auf atomarer Ebene verständlich.

Das einfache Atommodell kommt mit folgenden Kennzeichen aus:

- Atome sind die Bausteine der Elemente
- Atome haben Kugelgestalt
- Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in ihrer Masse und ihrer Größe

Das Atommodell nach DALTON weist als wesentliche Merkmale zusätzlich die Unzerstörbarkeit bzw. Unteilbarkeit sowie eine homogene Massenverteilung in den Atomen aus. Um später keine Revisionen vornehmen zu müssen, wird auf diese zusätzlichen Merkmale verzichtet.

Auf dieser Basis wird im Themenfeld 2 am Beispiel der Salze das „Atomkonzept“ weiter entwickelt. Fragen zu Eigenschaften von Salzen führen zum differenzierten Atommodell mit Kern und Hülle. Daraus erschließen sich der Aufbau von Ionen, der ionische Aufbau von Salzen und die Ionenbindung. Es ist in diesem Themenfeld noch nicht notwendig, auf die Struktur der Elektronenhülle einzugehen.

Im anschließenden Themenfeld 3 besteht das Ziel auf der Teilchenebene darin, die Veränderungen der Stoffe bei der Verbrennung auf die Veränderung der Moleküle zurückzuführen. Für das Verständnis von Molekülen ist es notwendig, auf die Struktur der Elektronenhülle und die Elektronenpaarbindung einzugehen.

Im Themenfeld 4 werden die Arten der chemischen Bindungen vervollständigt. Im Zusammenhang mit Eigenschaften der Metalle lässt sich die Metallbindung auf atomarer Ebene mit Hilfe von beweglichen Elektronen deuten.

Sind die drei Bindungsarten innerhalb der ersten vier Themenfelder eingeführt, so lassen sie sich spiralcurricular in den folgenden Themenfeldern wieder aufgreifen und anwenden. Weitere Vertiefungen erfolgen in Bezug auf die intermolekularen Wechselwirkungen (Themenfeld 5 und 7: Dipol, Wasserstoffbrückenbindung, Van-der-Waals-Bindung).

Die folgende Tabelle stellt die Entwicklung der verschiedenen Leitlinien („Aspekte der Chemie“, „Entwicklung der Basiskonzepte“ und „Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene“) über die 12 Themenfelder zusammenfassend dar.

Aspekt	Themenfeld	TF	TMS	SEF	CR	E	Stoffebene	Teilchenebene
Was ist Stoff?	Chemikers Vorstellung von den Stoffen	1					Vielfalt der Stoffe	Atom, Massenerhaltung
Stoffe gewinnen	Von der Saline zum Kochsalz	2					Kochsalz (Salze)	Ionen, Ionenbindung
Stoffe nutzen	Heizen und Antreiben	3					Wasserstoff, Methan (u. a. Kohlenstoffverbindungen)	Moleküle, Elektronenpaarbildung
Stoffe gewinnen	Vom Erz zum Metall	4	■				Erze, Metalle	Metallbindung
Stoffe nutzen	Sauber und Schön	5					Wasser, Kohlenwasserstoffe, Alkanole	Dipol, Elektronenpaarbindung
	Säuren und Laugen	6	■				Säuren und Laugen	Ionen, Donator-Akzeptor
Stoffe neu herstellen	Schöne neue Kunststoffwelt	7					Polymere	Makromoleküle
	Vom Reagenzglas zum Reaktor	8					Produkte der chem. Industrie (nach Wahl)	Je nach gewähltem Stoff
Stoffe untersuchen	Den Stoffen auf der Spur	9	■	■	■		Wässrige Lösungen	Ionen
Stoffe verantwortungsvoll handhaben	Gefährliche Stoffe	10		■	■	■	Explosivstoffe, Giftstoffe	Je nach gewähltem Stoff
	Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima	11		■		■	Kohlenstoffkreislauf	Moleküle, Ionen
Mit Stoffen Zukunft gestalten	Mobile Energieträger	12	■			■	Metalle	Ionen, Donator-Akzeptor

Abb.: Entwicklung von Leitlinien

Legende: TF – Themenfeld, TMS – Teilchen-Materie/Stoff, SEF – Struktur-Eigenschaft-Funktion, CR – Chemische Reaktion, E – Energie

Gefüllte Felder bedeuten: Das entsprechende Basiskonzept wird eingeführt bzw. (weiter-) entwickelt. Felder mit Kästchen bedeuten: Das entsprechende Basiskonzept wird genutzt bzw. angewandt.

Unterrichtsplanung und Umsetzung des Lehrplanes Chemie

■ Zeitansätze

Die 12 Themenfelder sind hinsichtlich ihres zeitlichen Umfangs nicht gleichwertig zu betrachten.

Da in den Themenfeldern 1-4 neben der Thematisierung der Aspekte und der jeweiligen Stoffe in einem kontextorientierten Unterricht auch für den Aufbau des Teilchenkonzepts genügend Zeit zur Verfügung stehen muss, sollten diese Themenfelder ausgedehnter bearbeitet werden. Allerdings genügt für das Themenfeld 4 ein geringerer Zeiteinsatz als für die Themenfelder 1-3.

Die Themenfelder 5-8 weisen in Bezug auf das konzeptionelle Fachwissen wichtige Konzepterweiterungen auf oder vertiefen dieses an selbst zu wählenden Beispielen. Die Zeiteinsätze sind kontextabhängig flexibel.

In den Themenfeldern 9-12 gewinnen globale Betrachtungen und gesellschaftsrelevante Themen zunehmend an Bedeutung. Die Bearbeitung der Inhalte greift bewusst bereits gewonnenes Fachwissen und entwickelte Kompetenzen auf und ist durch eine zunehmende Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler gekennzeichnet. Daraus ergeben sich für die Lernenden Möglichkeiten, fundiert und reflektiert Stellung zu beziehen und Bewertungen vorzunehmen.

Zu beachten ist, dass die Schülerinnen und Schüler, die mit der Berufsreife die Schule nach der Klasse 9 verlassen, die Themenfelder 9-12 in der Regel so nicht kennen lernen. Daher werden zentrale Elemente aus diesen Themenfeldern in die Themenfelder 1-8 integriert. Die Zeit dafür kann durch eine Reduzierung der Tiefe bei der Behandlung der Teilchenebene in den Themenfeldern 1-8 gewonnen werden (siehe auch Kapitel 5.3 Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie).

■ Reihenfolge und Verbindlichkeit

Der Lehrplan Chemie verbindet in seiner Struktur unterschiedliche Entwicklungslinien zu einem komplexen Unterrichtsmodell, das in der Ausgestaltung der einzelnen Themenfelder und in ihrer zeitlichen Abfolge ein aktuelles, zusammenhängendes und konsistentes Bild der Chemie vermittelt. Alternative Planungen gehen zu Lasten der inneren Logik des vorliegenden Lehrplanes Chemie.

Veränderungen können bewirken, dass in der Gesamtkonzeption für den Chemieunterricht der Sekundarstufe I aufeinander abgestimmte Entwicklungen gestört werden, Brüche auftreten und Zusammenhänge verloren gehen.

Dies betrifft:

- die Aspekte der Chemie
- die Verschränkung von Stoff- und Teilchenebene
- den kumulativen Kompetenzaufbau
- die Entwicklung der Basiskonzepte

Wenn im Ausnahmefall eine Verschiebung von Themenfeldern vorgenommen wird, trägt die Fachkonferenz dafür Sorge, dass auch die geänderte Struktur die Entwicklungslinien zu einem in sich konsistenten Ganzen zusammenführt.

Die in den Themenfeldern ausgewiesenen verbindlichen Elemente (Intention, Fachwissen, Kompetenzen) müssen bei einer Änderung in der Abfolge der Themenfelder in ihrer Gesamtheit berücksichtigt werden.



Weitere Erklärungen zu den Basiskonzepten und zur Konzeptentwicklung: S. 171 ff., zu Kompetenzbereichen und ihrer Entwicklung: S. 183 ff. sowie zur fachspezifischen Differenzierung: S. 188 ff.

3.2 Darstellung und Lesart der Themenfeld-Doppelseite

Themenfeld-Titel	
Der Untertitel gibt einen Hinweis auf inhaltliche oder didaktische Schwerpunktsetzungen	
<p>Hier wird die Intention des Themenfeldes vorgestellt. Es finden sich:</p> <ul style="list-style-type: none">• Hinweise zur Lebensweltanbindung,• Erläuterungen zur Bildungsrelevanz,• fachinhaltliche bzw. fachdidaktische und fachmethodische Schwerpunktsetzungen,• konkrete Festlegungen auf der Stoff- und Teilchenebene. <p>Die Intention des Themenfeldes ist verbindlich umzusetzen.</p>	
<p>Kompetenzen:</p> <p>Die aufgeführten Kompetenzen sind verbindlicher Gegenstand von Unterricht.</p> <p>Es werden konkrete Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler formuliert, die die zu entwickelnden Kompetenzen umschreiben.</p> <p>Im Unterricht muss zur Kompetenzentwicklung ausreichend Gelegenheit gegeben werden.</p>	
<p>Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:</p> <p>Die Formulierungen beschreiben das bei den Schülerinnen und Schülern angestrebte Verständnis fachlicher Zusammenhänge. Sie zeigen der Lehrkraft, mit welcher Schwerpunktsetzung die Fachinhalte ausgewählt und aufbereitet werden.</p> <p>Die Anbindung des Fachwissens an die hier aufgeführten Teilkonzepte der Basiskonzepte ist verbindlich.</p> <p>Eine Übersicht zum Zusammenhang von Teilkonzepten und Basiskonzepten befindet sich im Kapitel 5.3 „Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie“.</p>	<p>Fachbegriffe:</p> <p>Die Liste beschränkt sich auf diejenigen Fachbegriffe, die auch von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht fachgerecht verbindlich benutzt werden sollen.</p> <p>Die Überfrachtung des Unterrichts mit Begriffen, die der reinen Beschreibung von Phänomen dienen und weder mit der Intention verbunden sind noch zum Aufbau von Konzepten gebraucht werden, ist zu vermeiden.</p>

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:

Die Mindmap gibt Anregungen für den Unterricht und ist offen für Erweiterungen.

Die Hauptäste bilden vier lebensweltliche Bereiche ab.

In den Unterästen finden sich Anregungen, mögliche Facetten, aus denen sich bildungsrelevante Kontexte ableiten lassen.

Sie sollen die schulinterne Arbeitsplanung und die Differenzierung unterstützen, insbesondere bieten sie Raum zur Berücksichtigung individueller Präferenzen.

Es müssen nicht alle Hauptäste in jedem Themenfeld bearbeitet werden, sondern sie sollen über die 12 Themenfelder insgesamt ausgewogen berücksichtigt werden.

Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Hinweise zur Differenzierung an dieser Stelle beziehen sich im Wesentlichen auf die Konzeptebene, soweit sie für dieses Themenfeld relevant sind.

Beschrieben werden einerseits ein Grundverständnis (**G**) und andererseits Möglichkeiten der Erweiterung und Vertiefung (**V**). Die Abkürzungen **G** und **V** dienen der Übersichtlichkeit und schnellen Auffindbarkeit.

Ergänzend werden an einigen Stellen didaktisch-methodische Hinweise gegeben.

Weitere Hinweise zur Differenzierung finden sich im Kapitel 5.3 Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie.

Bezüge:

Hier werden direkte Verbindungen zu anderen Themenfeldern sowohl des jeweiligen Faches, den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie zum Rahmenlehrplan der Orientierungsstufe aufgezeigt. Die Vernetzungen sind wichtig, um den kumulativen Aufbau von Basiskonzepten und eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung zu ermöglichen. Dies gilt nicht nur für die innerfachliche Vernetzung, sondern auch für die lernwirksame Verbindung der Fächer. Durch die Kontextorientierung ergibt sich eine Vielzahl von Möglichkeiten des fächerverbindenden Arbeitens über die naturwissenschaftlichen Fächer hinaus, auch in Form von Projekten.

3.3 Die Themenfelder (TF)

Themenfeld	Titel
1	Chemikers Vorstellungen von den Stoffen
2	Von der Saline zum Kochsalz
3	Heizen und antreiben
4	Vom Erz zum Metall
5	Sauber und schön
6	Säuren und Laugen
7	Schöne neue Kunststoffwelt
8	Vom Reagenzglas zum Reaktor
9	Den Stoffen auf der Spur
10	Gefährliche Stoffe
11	Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima
12	Mobile Energieträger

TF 1: Chemikers Vorstellungen von den Stoffen

In der Chemie geht es immer um Stoffe, ihre Eigenschaften, ihren Aufbau und um die Veränderungen, denen sie unterliegen. Stoff wird dabei im Sinne des Materials verstanden, aus dem Gegenstände/Körper bestehen. Das Themenfeld bietet eine erste Orientierung in der Vielfalt der Stoffe sowie deren Reaktionen und führt die diesem Lehrplan zugrunde liegenden Aspekte der Chemie (siehe Kapitel 3.1) ein. Damit ergeben sich Strukturen, die weiter entwickelbar sind und den Lernenden Anknüpfungsmöglichkeiten für neues Wissen bieten.

Einfache Untersuchungen (z. B. Verbrennungen) führen zu den Kennzeichen einer chemischen Reaktion und initiieren weiterführende Fragen. Dazu ist auch Wissen über die Zusammensetzung der Stoffe notwendig, was in den folgenden Themenfeldern nach und nach Gegenstand sein wird.

Eine chemische Reaktion wird exemplarisch auf der Stoffebene bearbeitet. Ihre Deutung auf der Teilchenebene knüpft an die Teilchenvorstellungen aus dem Fach Naturwissenschaften an und führt zu einer einfachen Atomvorstellung, welche die Masse der Atome, ihre unterschiedliche Größe und ihre Kugelform beinhaltet. Damit wird die Grundlage geschaffen, um den Wechsel zwischen Stoffebene (makroskopische Ebene) und Teilchenebene (submikroskopische Ebene) in den folgenden Themenfeldern vornehmen zu können.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- ordnen kriteriengeleitet, um die Vielfalt der Stoffe zu erfassen und zu strukturieren,
- recherchieren zu Stoffen unter verschiedenen Fragestellungen (z. B. Eigenschaften, zum Gefahrenpotenzial, zur Aufbewahrung, Kennzeichnung, Verwendung und Entsorgung) und präsentieren die Rechercheergebnisse in geeigneter Form, z. B. Steckbrief, Tabelle,
- führen einfache qualitative Untersuchungen zu Stoffeigenschaften und Versuche zu chemischen Reaktionen durch und dokumentieren diese in geeigneter Form,
- nutzen einfache Atomvorstellungen, um Phänomene der Stoffebene auf der Teilchenebene zu erklären.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Stoffe werden in der Chemie nach klaren Regeln benannt.

Elemente werden mit Elementsymbolen beschrieben und im PSE geordnet. Man unterscheidet mehr als 110 Elemente.

Verbindungen sind (Rein-)Stoffe, an denen mehrere Elemente beteiligt sind und die durch Formeln beschrieben werden. (TMS)

Bei chemischen Reaktionen werden Stoffe in andere Stoffe umgewandelt. Dabei bleibt die Gesamtmasse erhalten. (CR)

Auf der Teilchenebene:

Atome sind die Bausteine der Elemente.

Die einfache Atomvorstellung beschränkt sich auf Aussagen zu Masse, Größe und Kugelform.

Beschreibungen auf der Teilchenebene sind immer modellhaft.

Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Dies erklärt das Gesetz von der Erhaltung der Masse. (TMS)

Fachbegriffe:

Stoff

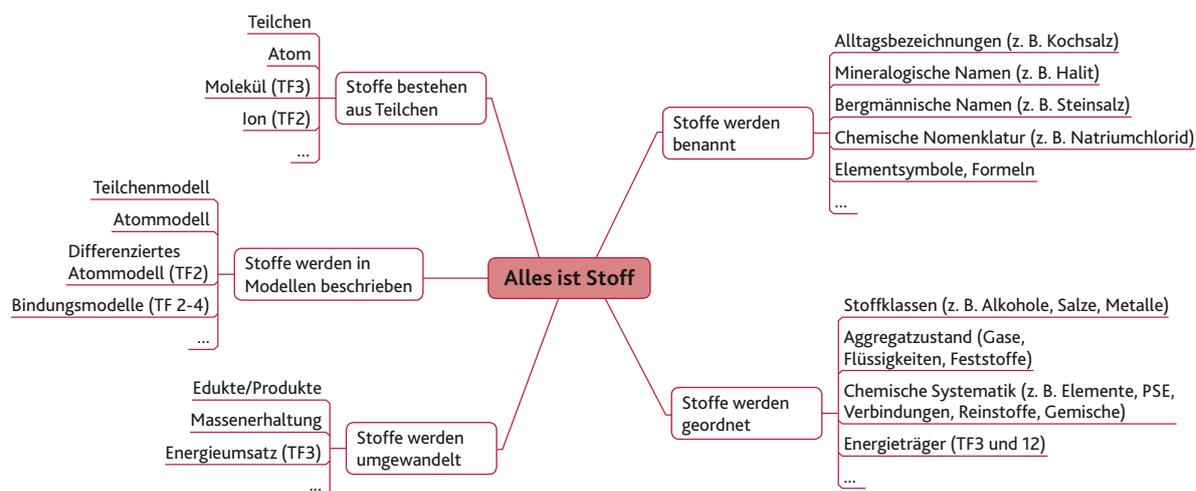
Element, Verbindung
Elementsymbol,
Formel, PSE

Chemische
Reaktion
Verbrennung
Edukt, Produkt

Modell, Atom

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:

Im Gegensatz zu den anderen Mindmaps in den Themenfeldern 2-12 sind hier keine Vorschläge zur Kontextorientierung aufgeführt. Vielmehr zeigt sie, wie eine Vorstellung von den Stoffen angelegt werden kann, die über den gesamten Chemieunterricht der Sek. I trägt.



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Für eine erste Orientierung der Schülerinnen und Schüler in der Vielfalt der Stoffe und stofflichen Veränderungen ist es hilfreich, bei den betrachteten Stoffen/Stoffgruppen die Aspekte der Chemie in den Fokus zu rücken. Z. B. mithilfe der Abbildung in Kapitel 3.1. als Veranschaulichung.

V: Vertiefend bietet es sich an, die Bedeutung des Modellbegriffs in der Chemie zu thematisieren und auf das Denken in Modellen als typisch für die Chemie einzugehen.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Als Kriterium zur Strukturierung der Vielfalt der Stoffe eignen sich auch die Namen. Das Atommodell nach DALTON weist als wesentliche Merkmale zusätzlich die Unzerstörbarkeit bzw. Unteilbarkeit sowie eine homogene Massenverteilung in den Atomen aus. Um später bei der Einführung des differenzierten Atommodells keine Revisionen vornehmen zu müssen, wird auf diese zusätzlichen Merkmale verzichtet.

Bezüge:

NaWi

TF 5 Teilchen, Aggregatzustand
TF 7 Stoffeigenschaft, Stoffklasse

Biologie

TF 1 System der Lebewesen, Vielfalt ordnen
TF 4 Vielfalt pflanzlicher Stoffe
TF 5 ökologisch bedeutsame Stoffe

Chemie

In allen weiteren TF

Physik

TF 3 Teilchenmodell

TF 2: Von der Saline zum Kochsalz

Über Jahrtausende konnten Menschen nur auf die Stoffe zugreifen, die ihnen aus der Natur zugänglich waren. Sie wurden entweder so genutzt, wie man sie vorfand oder man hat sie aus ihren natürlichen Vorkommen gewonnen. Der Lehrplan unterscheidet die Isolierung durch Trennverfahren und die Stoffgewinnung durch chemische Reaktion. In diesem Themenfeld werden Stoffe betrachtet, die durch Trennverfahren isoliert werden. Die Eignung eines Verfahrens ist abhängig von Vorkommen und Eigenschaften der Rohstoffe sowie den Eigenschaften der zu gewinnenden Stoffe.

Grundlegende Merkmale dieser Stoffgewinnung werden am Beispiel der Isolierung von Kochsalz erarbeitet. Weitere Trennverfahren können im Sinne der Verallgemeinerung (Dekontextualisierung) anhand anderer Stoffe bearbeitet werden.

Am Beispiel Kochsalz wird der Aufbau von Salzen auf der Teilchenebene betrachtet. Dazu wird ein differenziertes Atommodell eingeführt und in allen nachfolgenden Themenfeldern weiter ausgeschärft (Bindungsmodelle) sowie in steigender Komplexität zu Erklärungen und Beschreibungen auf der Teilchenebene genutzt.

Auf der Stoffebene steht **Kochsalz**, auf der Teilchenebene stehen **Ionen** im Zentrum.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- führen einfache Versuche zu Stoffeigenschaften von Salzen und zur Stofftrennung durch und protokollieren diese,
- stellen Modelle selbst her, z. B. Natriumchlorid-Ionengitter,
- erklären die Eigenschaften von Salzen durch Anwendung von Modellen,
- stellen den Ablauf der Salzgewinnung auf Teilchenebene dar,
- stellen den Ablauf einer Stofftrennung auf Stoffebene mit einem Flussdiagramm dar,
- wenden Wissen über Stoffeigenschaften an, um Trennverfahren auszuwählen oder zu entwickeln.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Salze sind durch ihre Eigenschaften (z. B. Sprödigkeit) charakterisiert. Die Eigenschaften der Salze bestimmen mögliche Verfahren zur Gewinnung. (SEF)

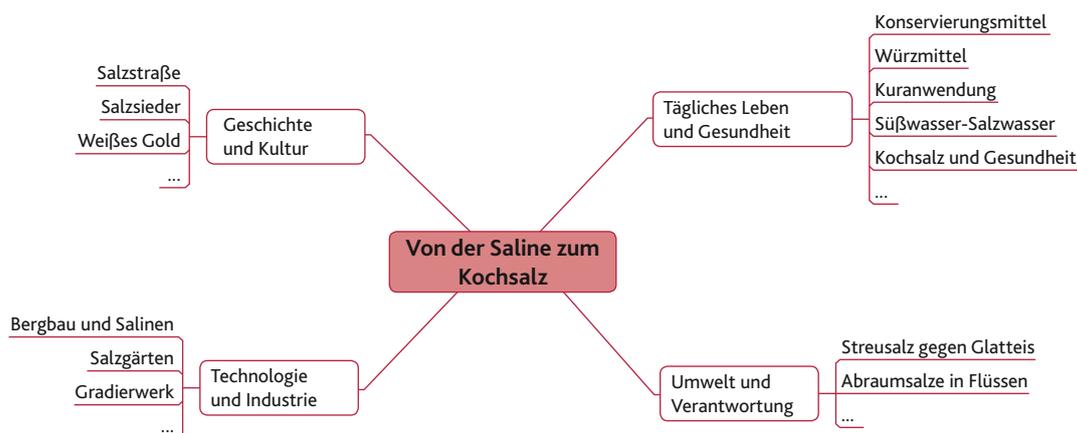
Auf der Teilchenebene:

Salze bestehen aus Ionen. Zwischen Ionen wirken elektrostatische Kräfte in alle Raumrichtungen. Entgegengesetzt geladene Ionen ziehen sich an (Ionenbindung) und bilden dadurch dreidimensionale Strukturen (Ionengitter). Ionen sind geladene Teilchen, die aus Atomen durch Aufnahme oder Abgabe von Elektronen entstehen. Die Atome bestehen aus einem Kern aus Protonen und Neutronen sowie einer Hülle aus Elektronen. Protonen und Elektronen sind Träger elektrischer Ladung (Elementarladung). Die Anzahl der Elektronen entspricht der Anzahl der Protonen im Kern. Die Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich durch die Protonenzahl (TMS).

Fachbegriffe:

Salz,
Gemisch, Reinstoff
Schmelztemperatur,
elektrische Leitfähigkeit in Lösung und Schmelze, Löslichkeit, Sprödigkeit
Lösung
Trennverfahren
Ion, Ladung,
Ionenbindung,
Ionengitter,
Ionenbildung,
Atomkern, Proton,
Neutron, Atomhülle,
Elektron
Oktettregel

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Je nach Lerngruppe können Stofftrennungsvorgänge und Stoffeigenschaften auf verschiedenen Abstraktionsebenen beschrieben bzw. erklärt werden. Ein grundlegendes Verständnis von Stoffgewinnung durch Trennverfahren wird durch die exemplarische Bearbeitung der Gewinnung von Kochsalz sowohl auf der Stoffebene als auch auf der Teilchenebene erreicht.

V: Die Wahl verschiedener Salze, z. B. aus dem Bereich der Mineralien (Calcit, Baryt, Bittersalz) einschließlich der Benennung, ermöglicht eine Vertiefung der Stoffkenntnisse und eine Differenzierung hinsichtlich der Modellierung auf Teilchenebene (Verhältnisformeln).

Die Beschreibung der Elektronenhülle kann bereits hier mit Hilfe des Schalenmodells, des Energiestufenmodells oder des Kugelwolkenmodells erfolgen.

Auf stofflicher Ebene können alltagsbezogen andere Trennverfahren (Extraktion, Chromatographie) durchgeführt und/oder vergleichend beschrieben werden. Die Vielseitigkeit der Trennverfahren kann durch die Isolierung anderer Stoffe (Alkohol, Erdöl, Sauerstoff) demonstriert werden.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Diesem Themenfeld ist ausreichend Zeit einzuräumen, damit das differenzierte Atommodell und die Betrachtung von Stofftrennungsverfahren angemessen berücksichtigt werden.

Bezüge:

NaWi

TF 5 Aggregatzustand
TF 7 Stoffgemisch, Stofftrennung

Biologie

TF 4 nachwachsende Rohstoffe,
TF 5 Mineralsalze, Mineralisierung
TF 7 Natriumkationen und Erregungsleitung

Chemie

TF 5 Lösungsmittel nutzen
TF 6 Säuren und Basen nutzen
TF 9 Konzentration
TF 12 Elektronenübertragung

Physik

TF 3 Aggregatzustand, Temperatur
TF 5 Kern-Hülle-Modell, Ladung

TF 3: Heizen und Antreiben

Alle Abläufe in Natur und Technik sind mit einem Energieumsatz verbunden. Seit der Entdeckung des Feuers sucht der Mensch nach energiereichen Stoffen. Für Bewegungsvorgänge und zum Erwärmen nutzt er seit jeher eine Vielzahl unterschiedlicher Energieträger. Neben Strahlung und Wind spielen Stoffe mit ihrem jeweils spezifischen Energiegehalt eine bedeutende Rolle. In der Regel sind es Verbrennungsreaktionen, die die chemische Energie der Stoffe nutzbar machen. Bei der Auswahl der Stoffe orientieren sich Menschen gezielt neben dem Energiegehalt auch an der Verfügbarkeit, der sicheren Handhabung und zunehmend der ökologischen Verträglichkeit.

In diesem Themenfeld beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Nutzung der Stoffe zur Energiebereitstellung. Dabei werden erwünschte Reaktionen, unerwünschte Folgen und auch Brandschutzmaßnahmen unter fachwissenschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet.

Auf der Stoffebene stehen **Wasserstoff** und **Methan**, auf der Teilchenebene die **Elektronenpaarbindung** im Zentrum.

Kompetenzen: Schülerinnen und Schüler

- führen einfache qualitative und quantitative Experimente zur Verbrennung durch und werten diese aus,
- wenden ihr Wissen über Brandfaktoren (Sauerstoff, Temperatur, Brennstoff) zur Brandbekämpfung in Alltagssituationen an,
- erklären Aktivierungsenergie und Reaktionsenergie unter Verwendung von Energiediagrammen,
- werten Brennwerttabellen aus und schließen auf die Eignung der betrachteten Stoffe als Brennstoff,
- bewerten den Einsatz von Treibstoffen aus unterschiedlichen Perspektiven (Ressourcen, Folgen für die Umwelt und Nachhaltigkeit),
- erstellen Reaktionsgleichungen von Verbrennungsreaktionen und veranschaulichen die submikroskopische Ebene mit geeigneten Molekülmodellen.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Verbrennungen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.

Sie sind (prinzipiell) sowohl stofflich als auch energetisch umkehrbar (Analyse und Synthese von Wasser, endotherm und exotherm). (CR)

Wasserstoff und Methan sind Energieträger.

Ein Teil der Energie wird bei der Verbrennung an die Umgebung abgegeben und kann nutzbar gemacht werden. Dieser Teil entspricht der Energiedifferenz zwischen der Energie der Produkte und der Edukte.

Der Energieträgerwechsel (Energieabgabe) wird bei Verbrennungsreaktionen erkennbar an Erwärmung, Bewegung bzw. Licht. (E)

Auf der Teilchenebene:

Der Aufenthaltsbereich für Elektronen ist in sich gegliedert.

Die Bindungen zwischen den Atomen in Wasserstoff, Sauerstoff, Wasser und Methan (und anderen Kohlenwasserstoffen) basieren auf gemeinsamen Elektronenpaaren. (TMS)

Stoff- und Energieumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Molekülen und Elektronenpaarbindungen zurückgeführt. (CR)

Fachbegriffe:

Verbrennungsreaktion

Reaktionsgleichung

Analyse und Synthese

Brennstoff

Brennwert

Energieträger

Energieform

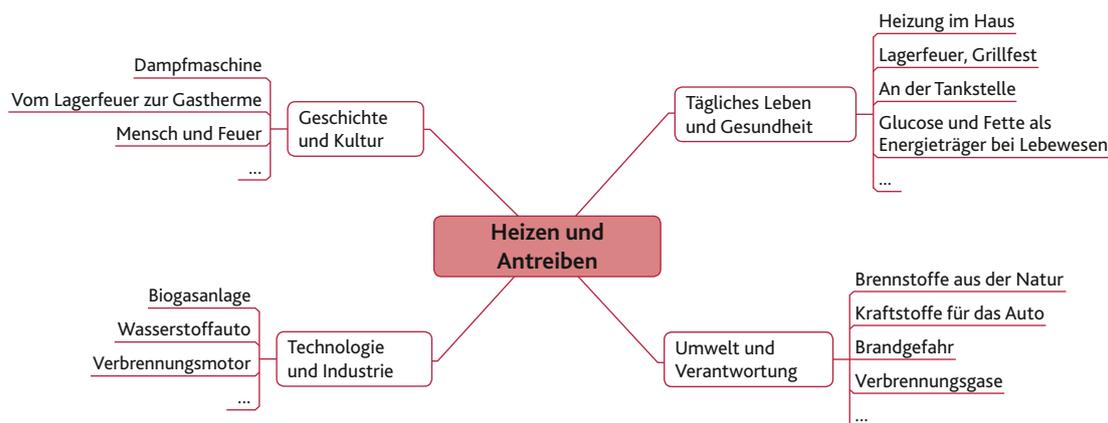
Energiewandlung

exotherm, endotherm

Elektronenpaarbindung

Molekül

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Zugunsten eines stärkeren Alltagsbezugs kann auf eine Vertiefung des Teilchenkonzepts verzichtet werden. Nachweisreaktionen für Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff, Wasserstoff und Wasser sind für die Entwicklung experimenteller Kompetenz ausreichend.

V: Hypothesengeleitete Experimente zur Rolle des Sauerstoffs bei Verbrennungen oder zum Nachweis von Reaktionsprodukten erweitern experimentelle Kompetenzen.

Bei der submikroskopischen Betrachtung der Brennstoffe und Verbrennungsreaktionen kann ein höherer Abstraktionsgrad erreicht werden, wenn das Elektronenpaarabstoßungsmodell (EPA) zur Erklärung der räumlichen Struktur von Wasser und Methan herangezogen wird.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Um Stoffkenntnisse zu erweitern, kann hier bereits die homologe Reihe der Alkane eingeführt werden. Ihre Namen sind grundlegend für die Benennung organischer Stoffe.

Bezüge:

NaWi

TF 3 Energieträger
TF 5 Energiewandlung

Physik

TF 6 Energiestrom, Energieumladung
Trägerwechsel von der Elektrizität auf andere Träger

TF 8 thermischer Energiestrom
TF 10 Energieumladung, Wirkungsgrad

Chemie

TF 1 Atom, Chemische Reaktion, Element, Verbindung, PSE
TF 2 Atomkern, Atomhülle, Proton, Elektron
TF 4 Reaktionsgleichung
TF 5 Stoffklassen
TF 8 Energiebilanz
TF 10 Explosionen
TF 11 Klimarelevanz

Biologie

TF 3 Zellatmung, Glukose, Sauerstoff
TF 4 Fotosynthese, Energieträger, Energiediagramm
TF 5 Biomasse, Kohlenstoffkreislauf, Energiefluss
TF 8 ATP, Nährstoffe, Energiebilanz, Energiespeicherung

Themenfeld 4: Vom Erz zum Metall

Metalle sind im Alltag der Schülerinnen und Schüler unverzichtbar und ganze Epochen wurden nach ihnen benannt. Bereits vor mehreren Jahrtausenden begannen Menschen mit der Metallgewinnung. Metalle sind meist, wie viele der heute genutzten Stoffe, nicht durch einfache Isolierung über physikalische Trennverfahren zugänglich. Sie müssen durch chemische Reaktionen aus ihrem natürlichen Vorkommen in Erzen gewonnen werden.

Die Deckung des gesellschaftlichen Bedarfs an Metallen erfordert es, Fragen der Nachhaltigkeit im Rahmen einer ganzheitlichen Stoffbetrachtung (z. B. Rohstoffrückgewinnung bei elektronischen Geräten) zu berücksichtigen.

Auf der Stoffebene stehen Metalle und ihre Gewinnung aus Erzen im Zentrum. Auf der Teilchenebene wird die Metallbindung eingeführt.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- führen Experimente zur Gewinnung von Metallen und zu ihren Eigenschaften durch und protokollieren diese,
- beschreiben die Metallgewinnung mit Hilfe von Reaktionsgleichungen.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Metalle sind durch ihre Eigenschaften charakterisiert, die die Verwendung bestimmen.

Die elektrische Leitfähigkeit von Metallen wird mit dem Metallgitter und seinen beweglichen Elektronen gedeutet. (SEF)

Die Gewinnung eines Metalls wird mit einer Reaktionsgleichung beschrieben.

Bildung und Zerlegung eines Metalloxids sind prinzipiell umkehrbar. (CR)

Auf der Teilchenebene:

Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und ihrer Bindungen zurückgeführt. (CR)

Metalle bestehen aus einem Gitter von Metallatomen, deren Elektronen zum Teil über die jeweilige Atomhülle hinaus beweglich sind. (TMS)

Fachbegriffe:

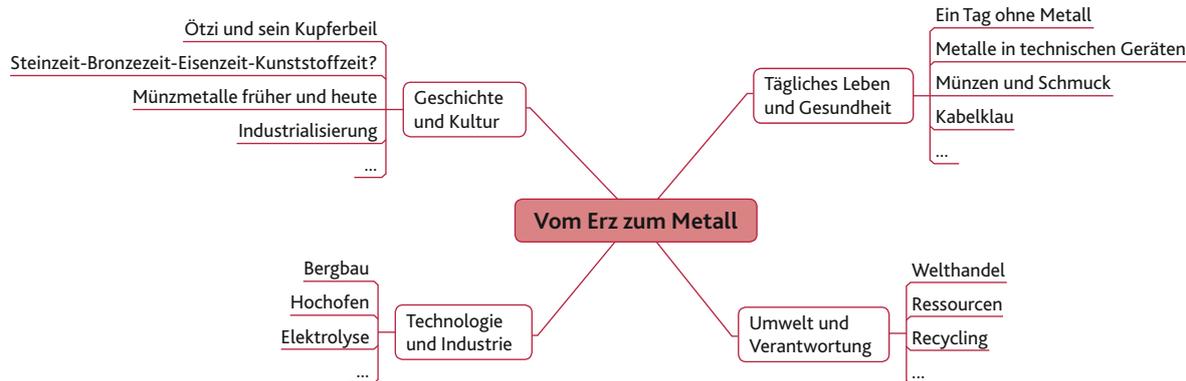
elektrische und thermische Leitfähigkeit
Dichte

Erz

Metall, Metalloxid

Metallbindung
Metallgitter

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Vereinfachend kann die Stoffebene betont werden, indem Kenntnisse über verschiedene Gebrauchsmetalle im Mittelpunkt stehen. Es kann sinnvoll sein, zunächst Verbrennungen von Metallen an alltagsnahen Beispielen zu betrachten (Abbrennen einer Wunderkerze, Rostbildung) und danach auf die Gewinnung von Metallen aus Erzen einzugehen.

V: Die Untersuchung weiterer Metalle und deren Gewinnung erweitern die Stoffkenntnisse (z. B. Gewinnung von Aluminium aus Bauxit) oder vertiefen das Verständnis (Metallsulfide).

Auf der Teilchenebene ist eine Erstbegegnung mit dem Donator-Akzeptor-Prinzip möglich (Elektronenübertragung).

Reaktionsgleichungen führen leistungsstarke Schülerinnen und Schüler zu einfachen quantitativen Betrachtungen.

Edle und unedle Metalle bieten Gelegenheit zur Betrachtung der Reaktionsfähigkeit.

Bezüge:

NaWi

TF 6 Leitfähigkeit

TF 7 Stoffeigenschaften

Biologie

--

Chemie

TF 1 Atom, Element, Verbindung, PSE, chemische Reaktion

TF 2 Atomhülle, Elektron

TF 3 Verbrennungsreaktion, Energiewandlung, Reaktionsgleichung

TF 8 Ausbeute bei chemischen Reaktionen

Physik

TF 9 elektrischer Widerstand

TF 5: Sauber und schön

Menschen nutzen Stoffe in allen Bereichen des Lebens, vom Alltag zuhause bis zu den vielfältigen Anwendungen in Technik und Industrie. Sie wählen dabei zum Reinigen, Pflegen, Kleiden usw. ganz gezielt geeignete Stoffe nach ihren Eigenschaften aus. Dabei achten sie auf Vor- und Nachteile, Entsorgungsvorschriften und Umweltgefährdungen.

Alltagsstoffe ermöglichen für den Chemieunterricht einen besonders einfachen experimentellen Zugang und die zwanglose Verknüpfung von organischer und anorganischer Chemie.

Insbesondere Reinigungs- und Pflegemittel erlauben eine vergleichende Betrachtung von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

Auf der Stoffebene stehen Wasser, Kohlenwasserstoffe und Alkanole in ihrer Funktion als Lösungsmittel, auf der Teilchenebene die Elektronenpaarbindung im Zentrum.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- planen einfache Untersuchungen zum Lösungsverhalten von Stoffen, führen sie durch und protokollieren,
- erklären typische Stoffeigenschaften, insbesondere die Polarität von Lösungsmitteln (Alkan, Alkanol und Wasser) mit Hilfe der Molekülstruktur,
- wenden Wissen über Lösungsmittel in verschiedenen alltagsbezogenen Problemstellungen an.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Kohlenstoffverbindungen mit ähnlicher Struktur (z. B. funktionelle Gruppen) bilden eine Stoffklasse (z. B. Alkanole).

Die Eigenschaften der Stoffe (z. B. Lösungseigenschaften) bedingen ihre Verwendung (z. B. Lösungsmittel).

Die Polarität von Wasser und Kohlenstoffverbindungen wird durch ihre Molekülstruktur bestimmt. (SEF)

Auf der Teilchenebene:

Die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen ergibt sich aus der Fähigkeit des Kohlenstoffatoms zur Ausbildung von Elektronenpaarbindungen mit anderen Kohlenstoffatomen. (TMS)

Innerhalb einer Stoffklasse verändern sich die Eigenschaften in Abhängigkeit von der Größe des Moleküls. (SEF)

Fachbegriffe:

Kohlenstoffverbindung, Alkane, Alkanole

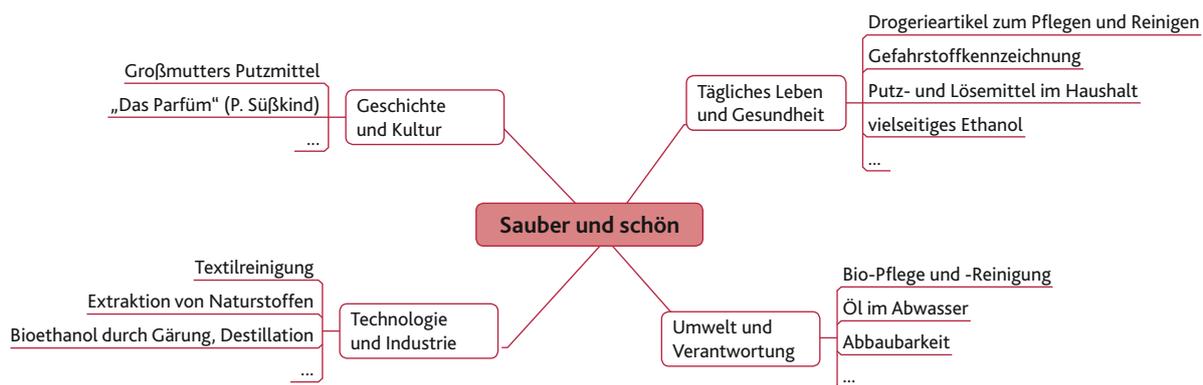
funktionelle Gruppe

hydrophil, hydrophob, lipophil, lipophob,

polar, unpolar

Dipol

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Ein Grundverständnis über die Lösungseigenschaften von Stoffen (siehe Fachbegriffe) wird durch die vergleichende Betrachtung von Wasser, Ethanol und einem Alkan erreicht. Die Deutung von einfachen Experimenten zu Lösungseigenschaften mithilfe von einfachen Molekülskizzen (polares und unpolares Ende) ist ausreichend.

Exemplarisch genügt die Recherche zur vielseitigen Verwendung des Lösungsmittels Ethanol und des Zusammenhangs zu seinen Eigenschaften. Zur Erweiterung der Stoffkenntnisse können auch die Tenside betrachtet werden. Dabei bietet sich die Nutzung eines einfachen Modells des Tensid-Teilchens an.

V: Ein höheres Anspruchsniveau wird durch die Deutungen von Untersuchungsergebnissen mithilfe anspruchsvollerer Molekülmodelle (Strukturformeln) erreicht. Über die Elektronenpaarbindung zwischen Kohlenstoffatomen hinaus kann die tetraedrische Struktur mit dem EPA-Modell beschrieben werden. Zur Vorbereitung auf die Oberstufe ist die Einführung der Elektronegativität sinnvoll.

Betrachtungen von Wasserstoffbrückenbindungen und van-der-Waals-Bindungen steigern das Anspruchsniveau.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Die Namen der ersten zehn Vertreter der Alkane werden als immer wiederkehrende Namensbestandteile organischer Stoffe eingeführt. Auf eine ausufernde Betrachtung der systematischen Benennungen von homologen Reihen und Isomeren wird verzichtet.

Bezüge:

NaWi

TF 7 Stoffeigenschaften

Biologie

TF 4 Ätherische Öle, pflanzliche Fette
TF 5 Löslichkeit von Pestiziden, Düngemitteln

Chemie

TF 2 Gemisch, Lösung, Trennverfahren
TF 3 Molekül, Elektronenpaarbindung
TF 6 Säure
TF 7 Makromolekül, Mehrfachbindung
TF 10 Gefahrstoff

Physik

TF 4 Wechselwirkungen
TF 5 Wechselwirkungen

TF 6: Säuren und Laugen

Zu den Alltagsstoffen, die den Schülerinnen und Schülern einen besonders einfachen experimentellen Zugang ermöglichen, zählen auch die Säuren und Laugen. Von der pH-neutralen Seife, den Antacida, über saure Reinigungsmittel bis zum Entkalker und zum Abflussreiniger reicht das Spektrum im Alltag verwendeter Stoffe, die unter dem übergreifenden Gesichtspunkt des Säure-Base-Konzepts betrachtet werden. Neben der Nutzung dieser Stoffe in allen Lebensbereichen gehören auch Regeln zum sicheren und gefahrlosen Umgang mit Säuren und Laugen zur Thematik. Aktuelle Fragen, die den verantwortungsvollen Umgang mit diesen Stoffen betreffen (z. B. Entsorgung), tragen zur Entwicklung eines Bewusstseins für Nachhaltigkeit bei.

Im Zentrum stehen saure Lösungen (Säuren) und alkalische Lösungen (Laugen) (Stoffebene), deren strukturgebende Teilchen betrachtet werden.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- testen Alltagsstoffe auf ihre saure oder alkalische Wirkung und dokumentieren dies,
- führen hypothesengeleitete Experimente zur Wirkung von Säuren und Laugen durch,
- erklären die Neutralisation auf der Modellebene sowie in der Formelsprache,
- nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen im Alltag,
- diskutieren mögliche Folgen beim Eintrag von Säuren und Laugen in die Umwelt.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Die Verwendung von sauren und alkalischen Lösungen beruht auf ihren Reaktionen (z. B. Neutralisationen, Reaktionen mit Kalk und unedlen Metallen). (SEF)

Indikatoren zeigen durch charakteristische Farben unterschiedliche pH-Wert-Bereiche an.

Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.

Säuren bilden mit Wasser saure Lösungen.

Alkalien bilden mit Wasser alkalische Lösungen (Laugen).

Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf. (CR)

Auf der Teilchenebene:

Saure Lösungen enthalten mehr oder weniger Oxonium-Kationen. Alkalische Lösungen enthalten mehr oder weniger Hydroxid-Anionen. (TMS)

Bei der Neutralisationsreaktion reagieren Oxonium-Kationen mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen.

Neutralisationsreaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben. (CR)

Fachbegriffe:

Indikator, pH-Wert

Säure, saure Lösung (Säure i. e. S.)

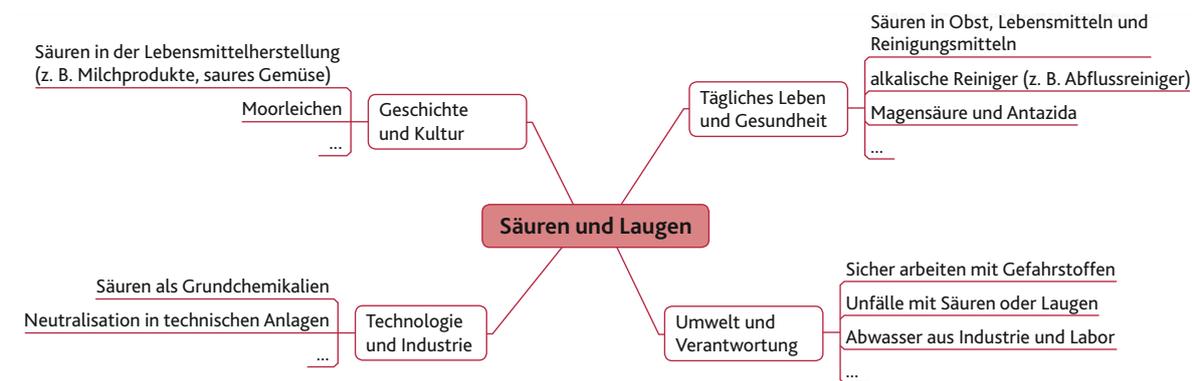
Base/Alkalien, alkalische Lösung (Lauge)

Neutralisation

Oxonium-Kation, Hydroxid-Anion

Protonenübertragung, Donator-Akzeptor-Prinzip

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Für ein Grundverständnis genügt es, wenn Schülerinnen und Schüler den pH-Wert von Lösungen experimentell bestimmen und in Bezug auf die saure oder alkalische/basische Wirkung der Lösung deuten. Deutungen auf Teilchenebene können für ein grundlegendes Verständnis auch auf der Basis eines vereinfachten Säure-Base-Konzepts erfolgen.

V: Eine vertiefte Erarbeitung betrachtet die Abstufung der pH-Skala als jeweils um den Faktor 10 höhere bzw. geringere Konzentration an Oxonium-Kationen bzw. Hydroxid-Anionen in einer Lösung.

Die Betrachtung einer größeren Vielfalt von sauren Lösungen oder alkalischen Lösungen erweitert die Stoffkenntnis und ermöglicht das Verständnis von fachspezifischen Ordnungskriterien und Systematik in der Chemie.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Explizit ist hier nicht das Konzept der Säurestärke über pKs-Werte gemeint. Unterricht, der nur die ersten 8 Themenfelder umfasst, sollte hier die Maßanalyse integrieren.

Bezüge:

NaWi

TF 7 Gefahrstoffe

Biologie

TF 3 Verdauung

TF 5 pH-Wert als Umweltfaktor

Chemie

TF 2 Salz, Ionen

TF 5 Stoffe nutzen

TF 9 Maßanalyse, Konzentration, Teilchenanzahl, Nachweisgrenze

TF 10 Gefahren durch Säuren

TF 12 Donator-Akzeptor-Prinzip

Physik

TF 4 Wechselwirkungen

TF 5 Wechselwirkungen

TF 7: Schöne neue Kunststoffwelt

Über Jahrtausende hat der Mensch die Stoffe genutzt, die er in der Natur vorfand oder relativ einfach aus natürlichen Stoffen gewinnen konnte. Erst in den letzten 100 Jahren ist es ihm gelungen, völlig neue, „unnatürliche“ Stoffe synthetisch herzustellen: die Kunststoffe. Dabei gelingt es immer besser, Stoffe maßgeschneidert und mit exakt den gewünschten, definierten Eigenschaften zu produzieren. Fragen der Nachhaltigkeit gewinnen immer mehr an Bedeutung. Das Bewusstsein für die Ökobilanz (nicht nur) eines Kunststoffes ist Teil der modernen Auseinandersetzung des Menschen mit der Vielfalt der seinen Alltag bestimmenden Produkte.

Auf der Stoffebene stehen Kunststoffe im Zentrum. Auf der Teilchenebene werden Makromoleküle betrachtet. Vergleichend können auch natürliche Makromoleküle (z. B. Stärke, Cellulose) thematisiert werden.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln geeignete Versuche zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften und führen sie durch,
- stellen die Strukturen von Kunststoffen mit Modellen bzw. vereinfachten chemischen Formeln dar,
- erklären Elastizität und Plastizität mit Hilfe von Modellen,
- recherchieren fragengeleitet über Eigenschaften und Verwendung von High-Tech Materialien und stellen ihre Ergebnisse adressatengerecht dar,
- nutzen fachspezifisches Wissen, um Kunststoffprodukte und Verbundwerkstoffe mit Blick auf anwendungsbezogene, ökologische und ökonomische Kriterien zu bewerten.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Aus den Eigenschaften der Polymere resultieren Verwendungsmöglichkeiten und damit verbundene Vor- und Nachteile. Polymere werden in Elastomere, Thermoplaste und Duroplaste eingeteilt.

Zusammensetzung und Struktur der Makromoleküle sowie die Wechselwirkungen zwischen den Makromolekülen entscheiden über die Eigenschaften der Polymere. (SEF)

Auf der Teilchenebene:

Als Monomere kommen Moleküle mit einer Mehrfachbindung oder mit mehreren funktionellen Gruppen vor.

Polymere sind Makromoleküle, die aus vielen mehr oder weniger gleichartigen Monomeren entstanden sind.

Elektronenpaarbindungen und intermolekulare Wechselwirkungen begründen die räumlichen Strukturen bei den Kunststoffen. (TMS).

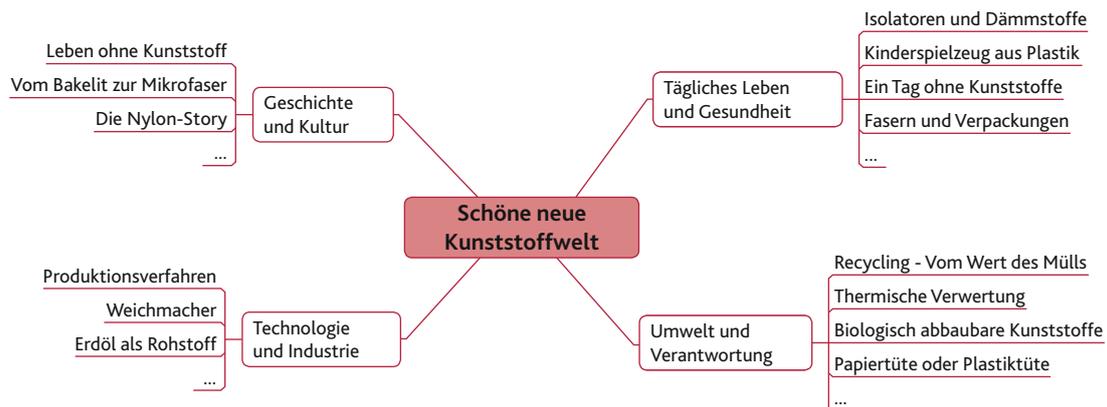
Fachbegriffe:

Kunststoff
Thermoplaste, Elastomere,
Duroplaste

Makromolekül

Monomer, Mehrfachbindung
Polymer, Polyreaktion

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Ein Grundverständnis über Polymere kann über die exemplarische Behandlung eines einfachen Kunststoffes (PE, PP) erzielt werden, dessen Herstellung mit Strukturformeln beschrieben und mit Molekülmodellen veranschaulicht wird. Für eine multiperspektivische Bewertung unter dem Fokus der Nachhaltigkeit eignen sich Verpackungsmaterialien (z. B. Papier- oder Plastiktüte?).

V: Betrachtungen von funktionellen Gruppen und intermolekularen Wechselwirkungen vertiefen das Verständnis von Zusammenhängen zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung.

Anspruchsvoll wäre das Nachvollziehen des Aufbaus oder sogar die Planung eines geeigneten (Verbund-)Kunststoffes für eine bestimmte Anwendung (Babywindel, Winterjacke, Tetrapak).

Eine vergleichende Betrachtung mit natürlichen Makromolekülen (Stärke, Cellulose, DNA) vertieft das Verständnis und fördert die fächerübergreifende Vernetzung.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Eine vereinfachte Darstellung von Monomer-Einheiten sollte mit dem Fachbereich Biologie abgestimmt sein (z. B. „Perlschnurmodell“).

In Abgrenzung zur Oberstufe werden keine Reaktionsmechanismen besprochen.

Bezüge:

<p>NaWi --</p>	<p>Biologie TF 3 Stärke TF 4 Cellulose, Speicherstoff TF 8 Actin und Myosin als Elastomere TF 10/11 Proteine, DNA, Makromoleküle</p>
<p>Chemie TF 3 Elektronenpaarbindung TF 5 Kohlenstoffverbindung</p>	<p>Physik TF 3 Thermisches Verhalten von Gummibändern TF 4 Wechselwirkung TF 5 Wechselwirkung</p>

TF 8: Vom Reagenzglas zum Reaktor

Stoffe zu gewinnen bzw. neu herzustellen ist heute kaum mehr ein Problem. Eine ganze Reihe von Stoffen wird jedoch in so großen Mengen benötigt, dass ihre Herstellung die Möglichkeiten eines Labors weit überschreitet. Allerdings kann man nicht einfach dieselben Prozesse und Verfahren vom Labormaßstab auf die industriellen Verfahren übertragen. Energiekosten, Rohstoffressourcen und Umweltverträglichkeit etwa spielen bei Großverfahren eine deutlich wichtigere Rolle.

Vor diesem Hintergrund werden in diesem Themenfeld die Produktionsabläufe, die Berufsbilder und die wirtschaftlichen Aspekte eines der bedeutendsten Wirtschaftszweige Deutschlands, insbesondere auch in Rheinland-Pfalz, betrachtet. Außerschulische Lernorte vermitteln dies authentisch und können mit schulischen Maßnahmen zur Berufsorientierung verknüpft werden.

Bei einer Betriebserkundung nehmen Schülerinnen und Schüler neben den Produktions- und Umweltaspekten auch wirtschaftliche, soziale und berufliche Aspekte in den Blick. Sie beschäftigen sich mit Berufsbildern und Anwendungsbereichen chemischer Kenntnisse in der Industrie, um die Vielfalt der Berufe bewusst zu machen.

Die Schwerpunkte auf der Stoff- und Teilchenebene ergeben sich aus dem gewählten Unterrichtsbeispiel. Die Auswahl sollte sich an der Vermittlung technischer Abläufe orientieren und Gelegenheit bieten, Fragen der Nachhaltigkeit einzubeziehen.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- stellen Produktionsprozesse schematisch dar,
- erstellen Reaktionsgleichungen zu technischen Prozessen,
- stellen Berufsbilder adressatengerecht dar, bei denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind,
- entwickeln Kriterien, erheben Daten und werten Daten aus (z. B. Produkte, Arbeitsplätze, Wirtschaftsfaktor, Umweltrelevanz), um die Bedeutung der chemischen Industrie für Rheinland-Pfalz zu erfassen.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Technische Verfahren sind Systeme chemischer Reaktionen, von denen Teile im Kreislauf geführt werden.

Sie werden nach bestimmten Aspekten optimiert (Produktionskosten, Eduktrückgewinnung, Ausbeute, Umweltbelastung, Energieaufwand, ...).

Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert. (CR)

Um die Energiebilanz von technischen Verfahren zu optimieren, wird die an die Umgebung abgegebene Energie möglichst sinnvoll genutzt (Heizung durch Fernwärme, Vorwärmen der Edukte).

Um die Aktivierungsenergie herabzusetzen, werden in der Regel Katalysatoren eingesetzt. (E)

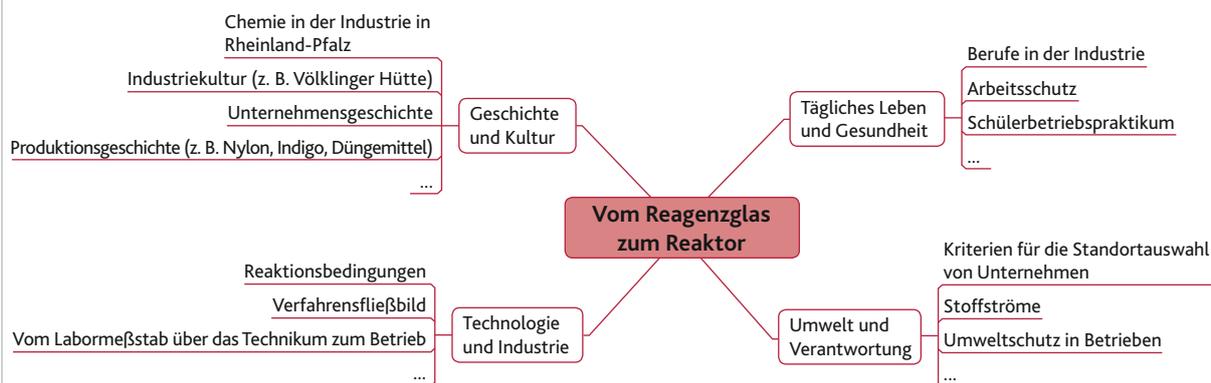
Fachbegriffe:

Ausbeute
kontinuierliche und diskontinuierliche Produktionsweise

Gegenstromprinzip
Energiebilanz

Aktivierungsenergie
Katalysator

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Für ein Grundverständnis wichtiger technologischer Prinzipien ist ein einfaches Verfahren sinnvoll. Einfache Informationsquellen (z. B. Sachtexte, Schaubilder) sind ausreichend für die Beschreibung von Produktionsabläufen. Die Optimierung technischer Verfahren wird ausreichend durch den Zerteilungsgrad, das Vorwärmen der Edukte bzw. den Einsatz von Katalysatoren erklärt.

Zugunsten schülernaher, alltagsbezogener Aufgaben (z. B. Recherche von Berufsbildern in der regionalen Industrie, bei denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind) kann auf eine vertiefte Betrachtung der chemischen Reaktionen verzichtet werden.

V: Werden technische Verfahren im Kontext von Industrieentwicklung vertieft betrachtet, können Schülerinnen und Schüler sie um eine Diskussion gesamtgesellschaftlicher Bewertungen ergänzen. Prozessbeschreibungen auf der Basis mathematisierter Darstellungsarten (z. B. Fließdiagramm, Energie-, Konzentrations- oder Ausbeutediagramme) sind anspruchsvoller. Reaktionsgleichungen vertiefen die fachsprachliche Kompetenz. Die Bewertung/Deutung/Ableitung von Prozessoptimierungen (z. B. Druck, Konzentration, Kreislaufprinzip, Wärmetauscher) ist fächerübergreifend und eher für leistungsstarke Lernende geeignet.

Bezüge:

NaWi

--

Biologie

TF 12 Biotechnologie

Chemie

TF 1 Chemische Reaktion, Edukt, Produkt

TF 3 Energiewandlung

Physik

TF 7 Moderne Wissenschaft

TF 8 Thermischer Energiestrom und seine Steuerung

TF 9 Ströme und ihre Steuerung

TF 10 Energie, Wirkungsgrad

TF 9: Den Stoffen auf der Spur

Aus Alltag und Medien wissen Jugendliche, dass in vielen Zusammenhängen Stoffe untersucht werden. In den Bereichen Umwelt, Lebensmittel und Getränke, Medizin oder Kriminalistik ist dies besonders gut verständlich. Es geht um die Identifizierung von Stoffen, die Bestimmung des Gehaltes, die Reinheit oder die Zusammensetzung eines Gemisches.

Die Entwicklung und der Einsatz entsprechender qualitativer und quantitativer Untersuchungsverfahren machen einen bedeutenden Anteil der Chemie aus. Dabei reichen die Verfahren von einfachen Untersuchungen mit Teststäbchen bis zu komplexen Analysen mit hohem technischem Aufwand. Moderne Geräte können oft kleinste Konzentrationen von Stoffen nachweisen. In einem zeitgemäßen Chemie-Unterricht findet auch die moderne Analytik Eingang.

Beim Umgang mit analytischen Fragestellungen wenden die Lernenden das bisher erworbene Fachwissen an und entwickeln ihre praktischen Fähigkeiten weiter. Außerdem befassen sie sich mit der Auswahl eines geeigneten Verfahrens in Abhängigkeit von der notwendigen Messgenauigkeit.

Unter Schulbedingungen eignen sich (auf der Stoffebene) besonders Untersuchungen von **Wasser**, z. B. Aquarium, Gartenteich, Leitungswasser, Mineralwasser. Auf der Teilchenebene stehen Konzentrationsbestimmungen von **Ionen** im Mittelpunkt.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- wenden geeignete qualitative und quantitative Verfahren (z. B. Kolorimetrie, Maßanalyse) bei der Wasseranalytik an,
- erfassen Prinzipien von qualitativen und quantitativen Testverfahren (z. B. Kolorimetrie, Maßanalyse) zur Wasseruntersuchung,
- wenden das Wissen über Messverfahren und Messgenauigkeit (z. B. pH-Wert) in verschiedenen Zielsetzungen (z. B. zur Planung von Experimenten, zur kritischen Beurteilung von Angaben auf Etiketten, in Medien, ...) an,
- wechseln Darstellungsformen bei Verwendung von Messwerten, Diagrammen, Tabellen,
- verwenden Daten aus Wasseranalysen in verschiedenen Problemstellungen (z. B. Gesundheit, Umwelt).

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Verschiedene Stoffe können mit bestimmten, dazu passenden Verfahren identifiziert und quantitativ erfasst werden.

Die Maßanalyse eignet sich für Stoffe, die mit einem anderen Stoff bekannter Konzentration gerade vollständig reagieren. (CR)

Kolorimetrische Bestimmungen eignen sich für Stoffe, die farbig sind oder sich in farbige Stoffe überführen lassen. Chromatografische Verfahren nutzen unterschiedliche Löslichkeiten im Laufmittel und verschieden starke Adsorption an einer stationären Phase zur Trennung von Stoffgemischen. (SEF)

Bei der Auswahl eines Analyseverfahrens für einen bestimmten Zweck sind Kriterien wie Messgenauigkeit und Nachweisgrenze zu beachten.

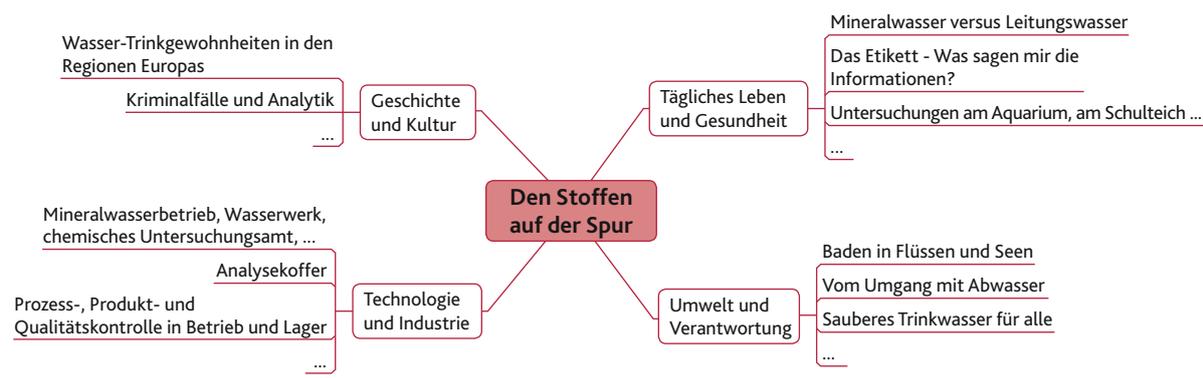
Fachbegriffe:

Maßanalyse
Konzentration

Kolorimetrie
Chromatographie
Messgenauigkeit
Nachweisgrenze

Grenzwert

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Ein Grundverständnis wird erreicht durch die Eingrenzung auf eine enge Fragestellung, z. B.: Ist der Schulteich oder das Aquarium „gesund“? Kann man Wasser aus dem Rhein aus chemischer Sicht trinken? Dabei werden Kenntnisse über Salze aufgegriffen. Die Funktionsweise der Untersuchungsverfahren kann auf eine anschauliche Beschreibung reduziert werden.

V: Vertiefungen sind möglich durch die abstraktere Betrachtung der Analyseverfahren, die mehr oder weniger selbstständige, intensivere Beschäftigung mit der praktisch-technischen Durchführung (z. B. Kalibrierung) oder der Erweiterung der Betrachtungen auf andere Stoffklassen (z. B. Zucker, Alkohol, organische Verschmutzungen).

Mineralwässer bieten Anknüpfungsmöglichkeiten zur Bearbeitung von Elementfamilien und für stöchiometrische Betrachtungen.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Die Bedeutung der modernen Analytik wird insbesondere bei einer Betriebserkundung vermittelt, z. B. in einem Mineralbrunnenbetrieb oder einer Einrichtung zur Gewässer- oder Lebensmittelüberwachung.

Bezüge:

NaWi

TF 7 Stoffgemisch

Biologie

TF 4 Chromatographie von Chlorophyll
TF 5 Trinkwasser, Abwasser
TF 8 Doping
TF 11 genetischer Fingerabdruck

Chemie

TF 2 Ion, Salz, Lösung
TF 6 Indikator, Neutralisation
TF 10 Gefahrstoffe

Physik

TF 2 Absorption, Farbigkeit
TF 5 elektrische Ladung
TF 11 Sensoren

TF 10: Gefährliche Stoffe

Jede Beschäftigung mit Stoffen, jede Verwendung und jede neue Entwicklung von Stoffen widmet sich auch Fragen nach ihrer Gefährlichkeit. Selbst bei einfachsten Reaktionen und Untersuchungen muss der sichere Umgang mit Stoffen gewährleistet sein. Die Gewinnung und Verwendung sowie die Synthese völlig neuer Stoffe müssen in ihrer Ambivalenz zwischen Vorteil und Fortschritt auf der einen und Risiken und Gefahren auf der anderen Seite für die Person, die Gesellschaft oder zukünftige Generationen thematisiert werden.

Auf der Stoffebene werden Giftstoffe oder Explosivstoffe betrachtet. Zur Wirkungsweise werden Betrachtungen auf der Teilchenebene herangezogen.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- recherchieren fragengeleitet zu verschiedenen Gefahrstoffen, z. B. zur Wirkung, Handhabung,
- wechseln von Alltagsvorstellungen zu Fachvorstellungen, indem sie journalistische Darstellungen (z. B. Feuerwerk, Tankerunfall, Vergiftung) in fachadäquate Darstellungen überführen und umgekehrt,
- stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen Kenntnisse über Gefahrstoffe bedeutsam sind,
- führen eine Nutzen-/Risikoanalyse durch, um die Verwendung von Gefahrstoffen zu beurteilen.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Insbesondere Eigenschaften wie z. B. Toxizität, Brennbarkeit und Explosivität machen einen Stoff zu einem gefährlichen Stoff. Dabei ist die Dosis, Menge oder Konzentration von entscheidender Bedeutung.

Giftstoffe greifen bereits in geringen Mengen in den Stoffwechsel oder das Nervensystem von Lebewesen ein und fügen ihnen Schaden zu. (SEF)

Explosivstoffe sind energiereiche Verbindungen, bei deren Reaktion in sehr kurzer Zeit eine große Menge gasförmiger Produkte entsteht. (CR)

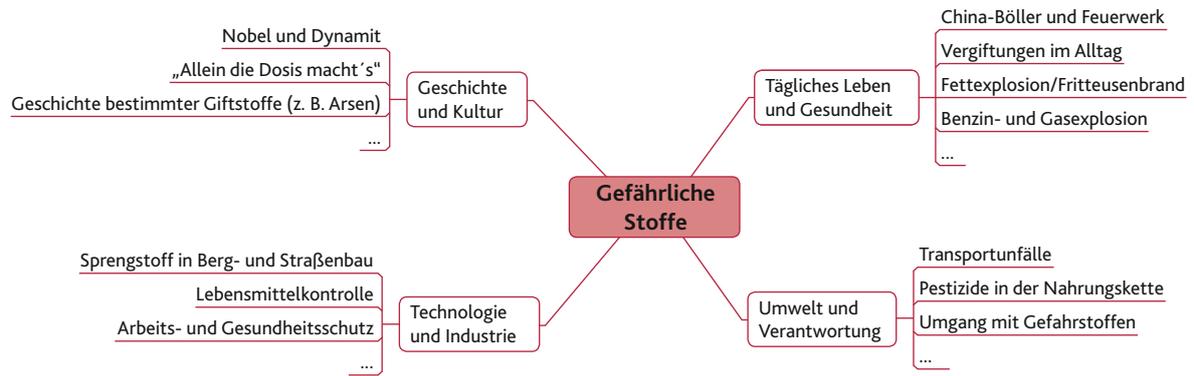
Explosivstoffe sind energiereiche Verbindungen, bei deren Reaktion in sehr kurzer Zeit viel Energie abgegeben wird. (E)

Fachbegriffe:

Gefahrstoff
Gefahrstoffkennzeichnung

„Gift“, Explosivstoff
Letale Dosis (LD₅₀)
Arbeitsplatzgrenzwert AGW
biologischer Grenzwert BGW

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Differenzierung erfolgt über die Anzahl und Komplexität der ausgewählten Beispiele.

Bezüge:

NaWi

TF 7 Gefahrstoffe

Biologie

TF 5 Trinkwasserschutzgebiet

TF 7 chemische Synapse, Drogen,
Schlangengifte

TF 11 medizinische Diagnostik und Therapie

Chemie

TF 1 chemische Reaktion, Edukt, Produkt

TF 3 Energiewandlung

TF 5 Lösungsmittel

TF 6 Säure

TF 9 Konzentration, Grenzwert

Physik

TF 5 Gefahren der Radioaktivität

TF 11: Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima

Stoffe sind in Kreisläufe eingebunden und ihre Nutzung kann nicht losgelöst von Prozessen in Natur und Umwelt betrachtet werden. Die Verantwortung des Menschen erstreckt sich auch auf Umwelt und Klima. Er greift durch die Verwendung natürlicher Ressourcen in die natürlichen Stoffkreisläufe ein und die Nutzung fossiler Energieträger trägt zur aktuellen Klimadebatte bei. Um die komplexen Zusammenhänge verstehen zu können, ist Forschung zum Klimageschehen und zur Klimageschichte unabdingbar. Darauf basierende Modellierungen führen zu Klimaprognosen, die wiederum in politische Entscheidungen einfließen. Die Betrachtungen aus der Sicht der Chemie konzentrieren sich in diesem Themenfeld auf die Treibhauseffekt-Problematik und den diesbezüglichen Beitrag der Kohlenstoffverbindungen.

Auf der Stoffebene steht der **Kohlenstoffkreislauf** im Zentrum. Er ermöglicht, auf der Teilchenebene die Erhaltung der Atome bei chemischen Reaktionen in ihrer globalen Bedeutung zu erfassen.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- erschließen den Kohlenstoffkreislauf durch Experimente, Auswertung von Daten und unter Nutzung anderer Quellen,
- stellen den globalen Kohlenstoffkreislauf als ein System chemischer Reaktionen dar,
- erstellen Regelkreisschemata, um Folgen von natürlichen und anthropogenen Einflüssen auf den Kohlenstoffdioxidkreislauf abzuschätzen (Modellierung),
- unterscheiden modellierte Daten von Messdaten und beurteilen deren Aussagekraft,
- wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales) an, um die Einflüsse auf den Kohlenstoffkreislauf zu bewerten.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und Methan sind wichtige klimawirksame Gase, die in der Atmosphäre mit Strahlung wechselwirken. (SEF, WW)

Der Kohlenstoffkreislauf ist ein komplexes System chemischer Reaktionen.

Dieses System wird durch natürliche und anthropogene Faktoren beeinflusst und stellt sich auf die veränderten Bedingungen neu ein. (CR)

Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wird Energie an die Umgebung abgegeben.

Der Energieträgerwechsel (Energieabgabe) wird erkennbar an Erwärmung, Bewegung bzw. Licht. (E)

Fachbegriffe:

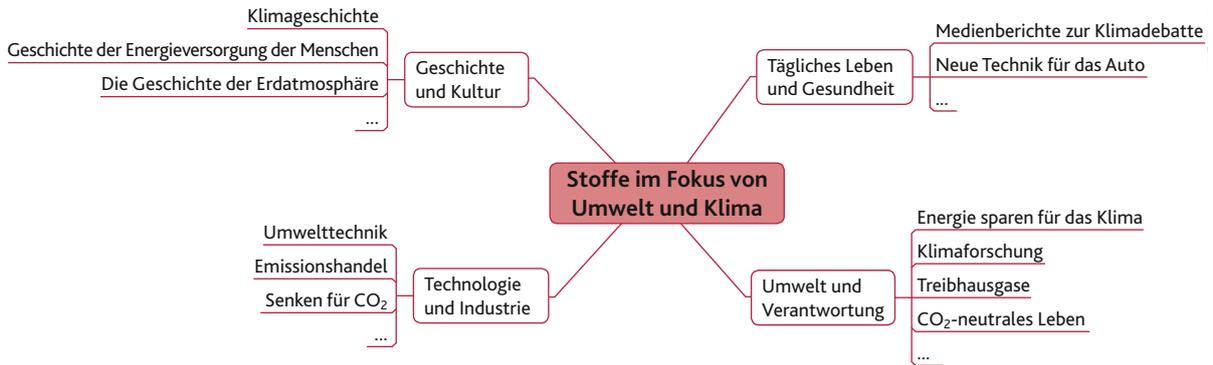
Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt

Kohlenstoffkreislauf
Absorption, Emission
Kohlenstoffsенke

Fossile und regenerative Energieträger

Dynamisches Modell
Modellierung

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Grundlegend ist die Vermittlung des Kreislaufgedankens, der am Beispiel des Kohlenstoffs mit Hilfe einer begrenzten Anzahl an Reaktionen erarbeitet wird.

Einführend genügt es, die Aussagekraft einer Modellierung an einer einfachen Darstellung zu vermitteln.

V: Vertiefend bietet es sich an, Klimaforschung unter dem Aspekt „Forschung“ zu bearbeiten. Dabei können Beteiligte, einzelne Forschungsbereiche und die Forschungsmethoden in den Blick genommen werden.

Auch die Modellierung als Methode kann thematisiert werden.

Bezüge:

NaWi

TF 5 Wasserkreislauf

Biologie

TF 5 Ökosystem, Nachhaltigkeit, Modellierung
TF 12 Biologische Anthropologie

Chemie

TF 3 Verbrennungsreaktion
TF 5 Kohlenstoffverbindung

Physik

TF 2 Absorption
TF 6 Energieversorgung
TF 10 Wirkungsgrad

TF 12: Mobile Energieträger

Gesellschaftliche Entwicklungen, insbesondere das Wachstum der Bevölkerung, gehen einher mit einem stetig steigenden Energiebedarf. Dies stellt Wissenschaft und Technik vor große Herausforderungen. In der Chemie werden innovative Produkte und Verfahren entwickelt, die u. a. die effiziente und ortsunabhängige Nutzung von Energie ermöglichen. Dazu gibt es zahlreiche Lösungsansätze. Die Schülerinnen und Schüler lernen das Prinzip der Nutzung von Redoxreaktionen für mobile Energiequellen kennen und erhalten einen Überblick über die Vielfalt der technischen Umsetzungen ohne vertiefte Betrachtungen von Elektrodenprozessen.

Auf der Stoffebene stehen Materialkombinationen im Mittelpunkt, die Speicherung und „Mobilität“ von Energie ermöglichen. Auf der Teilchenebene führt dies zur Auseinandersetzung mit Elektronenübertragungsvorgängen.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- führen Versuche zu galvanischen Elementen und der Redoxreihe durch, protokollieren sie und werten sie aus,
- wenden das Akzeptor-Donator-Prinzip auf verschiedene Redox-Reaktionen an,
- nutzen Modellzeichnungen und Formelsprache zur Darstellung von Elektronenübergängen,
- bewerten mobile Energieträger, indem sie technische Bewertungskriterien (Energiedichte, Ladezeit, Zyklenhaltbarkeit) und Kriterien zur Nachhaltigkeit anwenden.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Bei der Auswahl geeigneter Stoffe zur elektrochemischen Energiegewinnung bzw. Energiespeicherung spielt die Verfügbarkeit, Massensparnis und die relative Lage in der Redoxreihe eine Rolle. (SEF)

Bei chemischen Reaktionen in galvanischen Zellen wird der Energieträger gewechselt. Dies macht sich am elektrischen Stromfluss bemerkbar. (E)

Auf der Teilchenebene:

Stoffe unterscheiden sich in ihrer Tendenz zur Elektronenabgabe (Oxidation) bzw. -aufnahme (Reduktion). In der Kombination zweier geeigneter Halbzellen entsteht ein galvanisches Element. (TMS)

Bei chemischen Reaktionen in galvanischen Zellen werden Elektronen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip übertragen. Diese Elektronenübertragung ist durch Elektronenabgabe (Oxidation) und Elektronenaufnahme (Reduktion) gekennzeichnet und wird als Redoxreaktion bezeichnet.

Chemische Reaktionen im Akkumulator sind umkehrbar. (CR)

Fachbegriffe:

Batterie

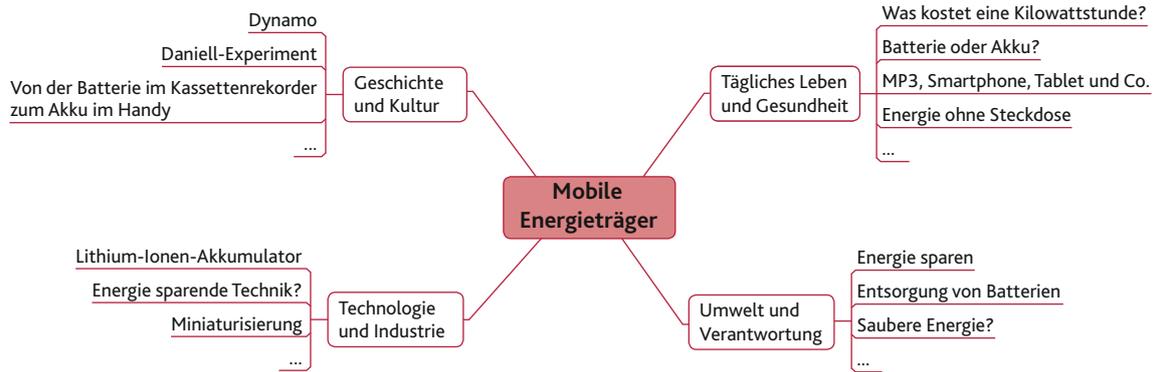
Akkumulator

Redoxreihe

Oxidation, Reduktion
galvanisches Element

Elektronenübertragung
Donator-Akzeptor-Prinzip
Redoxreaktion

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Ein grundlegendes Verständnis des Donator-Akzeptor-Prinzips wird erreicht, wenn eine in einer einfachen Reaktionsgleichung dargestellte Redoxreaktion in ihre Teilprozesse zerlegt und modellhaft auf der Teilchenebene dargestellt werden kann.

Einfache Untersuchungen galvanischer Elemente nach Anleitung sind ausreichend.

V: Einem erweiterten Verständnis entspricht es, wenn Untersuchungen zu galvanischen Elementen theoriegeleitet entworfen und auf praktisch-experimenteller Ebene optimiert werden können.

Bezüge:

NaWi

TF 5 Energieträger Sonne

Biologie

TF 5 Energiefluss, Nachhaltigkeit
TF 12 Biologische Anthropologie

Chemie

TF 1 chemische Reaktion
TF 2 Atombau, Ionen
TF 3 Energieträger
TF 4 Metall
TF 6 Donator-Akzeptor-Prinzip
TF 8 Energiebilanz

Physik

TF 4 Wechselwirkungen
TF 5 Wechselwirkungen
TF 6 Energieversorgung, Spannung
TF 10 Wirkungsgrad

4 LEHRPLAN PHYSIK

4.1 Zur Auswahl der Fachinhalte

Zielsetzung

Physikunterricht ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, die Welt mit den „Augen der Physik“ sehen zu lernen. Zu dieser speziellen Weltsicht gehören die Modellierung natürlicher und technischer Phänomene, deren formalisierte Beschreibung und die Vorhersage der Ergebnisse von Wirkzusammenhängen. Moderner Physikunterricht stellt dafür strukturiertes Basiswissen bereit, nutzt darüber hinaus die naturwissenschaftliche Erkenntnismethode, übt adressatengerechte Kommunikation und schult die Bewertung von Sachverhalten unter verschiedenen Blickwinkeln. Auf diese Weise wird auch außerhalb der Schule eine naturwissenschaftliche Betrachtungsweise von Phänomenen und medialen Inhalten möglich. Im Beruf oder den weiterführenden Schulen sollen Vertiefungen und Spezialisierungen darauf aufbauen können. Die Anforderungen an einen solchen Unterricht haben sich stark verändert:

- In der Lebenswelt der Lernenden finden Primärerfahrungen und einfache Technik kaum noch statt (z. B. mechanische Spielzeuge, Dynamo, Fernsehöhre, Glühbirne, ...).
- Alltägliche „einfache“ Technik ist meist schon hochkomplex.
- Naturwissenschaft ist in den Medien mit schnell wechselnden Themen allgegenwärtig.
- Das physikalische und technische Wissen der Menschheit wächst täglich schneller. Daher wächst die Bedeutung allgemeiner physikalischer Kompetenzen.
- Herausforderungen wie z. B. die globale Energieversorgung für die Zukunft sind nur von naturwissenschaftlich gebildeten Menschen zu bewältigen. Das gilt für die Entwicklung von Lösungen, aber auch für die aufgeklärte politische Meinungsbildung.
- Berufsbilder und Studiengänge befinden sich im ständigen Wandel. In der Berufswelt wird „lebenslanges Lernen“ gefordert. In der Schule kommt es deshalb nicht mehr in erster Linie darauf an, eine Fülle an Detailwissen zu erwerben. Stattdessen rückt die Fähigkeit zur Einordnung neuen Wissens in die eigene konzeptionelle Wissensbasis und zum kreativen Umgang damit in den Vordergrund.

Der vorliegende Lehrplan ermöglicht in seiner Struktur und der Auswahl der Fachinhalte eine Annäherung an diese Anforderungen. Durch die konsequente Orientierung an Basiskonzepten und Kompetenzentwicklung knüpft er nahtlos an die mit dem Lehrplan des Faches Naturwissenschaften begonnene Umsetzung der Bildungsstandards an.



Für die schulinterne Arbeits- und Unterrichtsplanung: Erläuterungen und Übersichten zu Basiskonzepten: S. 195 ff., Kompetenzen sowie deren Entwicklung: S. 202 ff., Hinweise zur fachspezifischen Differenzierung: S. 209 ff.

Spiraliger Aufbau traditioneller und neuer Inhalte

Durch die Aufteilung der Fachinhalte in 12 Themenfelder in einem spiraligen Aufbau erhält das bewusste Wiederholen und Verknüpfen einen größeren Stellenwert als bisher. Bereits erworbene Fähigkeiten können regelmäßig reaktiviert, gefestigt und ausgebaut werden; der kumulative Erwerb von Kompetenzen und Konzepten wird möglich. So wird z. B. das Teilchenmodell zur Erklärung in der Akustik genauso verwendet wie in der Wärmelehre; die Elektrizitätslehre folgt ebenso wie die Wärmelehre dem Grundgedanken, dass ein Strom (elektrisch oder thermisch) einen Antrieb benötigt (Spannung oder Temperaturdifferenz) und durch Widerstände beeinflusst werden kann.

	Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe	1. Lernjahr				2. Lernjahr				3. Lernjahr			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Akustische Phänomene	Optische Phänomene an Grenzflächen	Thermische Ausdehnung in Experiment und Modell	Dynamische Phänomene	Atombau und ionisierende Strahlung	Spannung und Induktion	Kosmos und Forschung	Wärmetransporte und ihre Beeinflussung	Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis	Energiebilanzen und Wirkungsgrade	Sensoren im Alltag	Praxis und Forschung
Akustik	■	■										■	■
Optik	■		■									■	■
Mechanik	■				■						■		■
Elektrik	■						■			■		■	■
Thermodynamik	■			■					■			■	■
Atomphysik	■			■		■		■					■

Tabelle: Bezug der Themenfelder zu klassischen Sachgebieten der Physik (spiraliger Aufbau)

Die traditionellen Sachgebiete der Physik (Optik, Mechanik, Thermodynamik und Elektrik) finden sich in mehreren, über die Mittelstufe verteilten Themenfeldern wieder. Ihre Anordnung berücksichtigt, dass Schülerinnen und Schüler mit dem Profil Berufsreife physikalische Inhalte eher auf der phänomenologischen und praktischen Ebene, künftige Oberstufenschülerinnen und -schüler darüber hinaus auch auf theoretischer und mathematischer Ebene bearbeiten.

Daneben finden sich Themenfelder zu bisher nicht oder nicht in allen Schulformen vertretenen Sachgebieten:

Die **Akustik (Themenfeld 1)** eignet sich als Einstieg in die Physik, da hier in Anschluss an das Fach Naturwissenschaften sinnliche Wahrnehmungen als Ausgangspunkt für physikalische Betrachtungen verwendet werden. Zudem wird ein Modell zur Signalübertragung bereitgestellt, welches in den Themenfeldern 2 (Optik) und 11 (Sensorik) wieder aufgegriffen wird.

Atombau und ionisierende Strahlung (Themenfeld 5) am Beginn des zweiten Lernjahres entwickelt zum einen das Teilchenmodell und zum anderen das Konzept der berührungslosen Wechselwirkung am Beispiel der elektrischen Ladung weiter. Im Chemieunterricht wird bereits im ersten Lernjahr ein differenziertes Teilchenmodell eingeführt, welches hier verwendet oder in Zusammenarbeit erarbeitet werden kann. Der Ladungsbegriff und Vorstellungen zum Aufbau der Materie werden in den folgenden Themenfeldern aufgegriffen.

Auch diejenigen Schülerinnen und Schüler, die die Schule nach Klasse 9 verlassen, sollen einen Einblick bekommen, wie die Physik als Wissenschaft arbeitet und als moderne Physik aktuell relevant ist. Daher ist **Kosmos und Forschung (Themenfeld 7)** bereits im zweiten Lernjahr angesiedelt. Das Wecken von Interesse und die Beschäftigung mit populärwissenschaftlichen Darstellungen sind hier stärker intendiert als inhaltliche Tiefe.

Die **Sensorik (Themenfeld 11)** zeigt beispielhaft, wie Zustände, Effekte und Messwerte in elektrische Signale gewandelt werden. Angestrebt ist ein Verständnis für grundsätzliche Funktionsweisen alltäglicher Technik. Das Themenfeld ermöglicht das Wiederaufgreifen und die Vertiefung eines oder mehrerer Konzepte aus vorangegangenem Unterricht am Beispiel eines Sensors (z. B. Mikrofon: Induktion, CCD: Strahlung-Materie-Wechselwirkung oder Aufbau der Materie, NTC: Widerstand im Stromkreis, ...). Es dient somit in besonderem Maße zur Einübung des Konzepttransfers.

Am Ende des Mittelstufenunterrichts steht das Themenfeld 12 **Praxis und Forschung**. Bis dahin ist die experimentelle Kompetenz der Schülerinnen und Schüler soweit aufgebaut, dass sie eine physikalische Fragestellung selbstständig experimentell bearbeiten können. Dieses Themenfeld eignet sich sowohl zur Vertiefung bis dahin untersuchter physikalischer Inhalte als auch zur experimentellen Betrachtung von Themen, die bis dahin nicht unterrichtet wurden, aber in der bisherigen Lehrtradition enthalten waren.

Die Fähigkeiten zum Transfer und zum naturwissenschaftlichen Untersuchen sind Grundpfeiler des Oberstufenunterrichts, weshalb die übergreifenden Themenfelder **Sensoren im Alltag** sowie **Praxis und Forschung** im letzten Lernjahr zu finden sind, ebenso wie die Themenfelder **Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis** sowie **Energiebilanzen und Wirkungsgrade**, die ein hohes Abstraktionsniveau beinhalten.

Aufbau von konzeptbezogenem Fachwissen und Kompetenzen

Die vorgegebene Reihenfolge der Themenfelder ermöglicht einen kontinuierlichen Aufbau von konzeptbezogenem Fachwissen und der Kompetenzen. Die permanente Verknüpfung neuer Inhalte mit vorherigen und der spiralförmige Aufbau von Sachgebieten mit seinen bewussten „Pausen“ erzwingt regelmäßige Wiederholung. Auf diese Weise wird der kumulative Erwerb von Kompetenzen und Konzepten gefördert.

	Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe	1. Lernjahr				2. Lernjahr				3. Lernjahr			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Akustische Phänomene	Optische Phänomene an Grenzflächen	Thermische Ausdehnung in Experiment und Modell	Dynamische Phänomene	Atombau und ionisierende Strahlung	Spannung und Induktion	Kosmos und Forschung	Wärmetransporte und ihre Beeinflussung	Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis	Energiebilanzen und Wirkungsgrade	Sensoren im Alltag	Praxis und Forschung
Entwicklung des Energiekonzepts	■			■		■		■	■	■			
Entwicklung der Experimentierkompetenz	■	■	■	■		■		■	■		■	■	

Tabelle: Beispiele für den Aufbau von konzeptbezogenem Fachwissen und Kompetenzen

Das bereits im Fach Naturwissenschaften (Themenfelder 3, 5, 6) entwickelte und mehrfach angewendete Energiekonzept ist eingeübt und tragfähig, aber noch qualitativ und eher propädeutisch. Es wird im Themenfeld 4 aufgegriffen, im Themenfeld 6 physikalisch fundiert und in den Themenfeldern 8 bis 10 bis hin zu Berechnungen und Bilanzierungen weiterentwickelt.

Die Experimente im Fach Naturwissenschaften waren inhaltlich meist einfach, ermöglichten aber ein Einüben grundlegender Experimentiertechniken und das fragengeleitete Herangehen. Im Physikunterricht wird darauf aufbauend zunehmend quantitativ (bis hin zur Deduktion von Formeln) und selbstständig experimentiert (bis hin zur weitgehend selbstständigen Erschließung von Zusammenhängen im Themenfeld 12).

Der Anbindung an die im Fach Naturwissenschaften erworbenen Kompetenzen und an das bisher aufgebaute konzeptbezogene Fachwissen kommt besondere Bedeutung zu. Diese Anbindung ist wesentlich für das Gelingen des Unterrichts in der Mittelstufe. Daher ist eine Abstimmung der Arbeitspläne der Fächer Naturwissenschaften und Physik notwendig, ebenso wie eine Abstimmung mit den Arbeitsplänen und der zeitlichen Verteilung des Unterrichts der Fächer Biologie und Chemie.

Bei der Reihenfolge und der Ausgestaltung der Themenfelder wurden neben der Spiralität des Konzept- und Kompetenzaufbaus auch eine jeweils altersgemäße Themenstellung und der angestrebte Abstraktionsgrad berücksichtigt. **Wenn im Ausnahmefall eine Veränderung der Reihenfolge vorgenommen wird, müssen all die genannten Kriterien erfüllt sein.**



Tabellarische Übersicht über die pro Lernjahr in den Themenfeldern gesetzten Schwerpunkte bezüglich Fachinhalten, Basiskonzepten und Kompetenzen: S. 192 ff.

Didaktische Überlegungen

Der Lehrplan rückt bewusst einige didaktische Leitlinien in den Mittelpunkt, die teils durch die Bildungsstandards vorgegeben werden und teils zum Erwerb eines tragfähigen physikalischen Grundverständnisses besonders geeignet erscheinen.

In der Mechanik verlangt die Umsetzung der Bildungsstandards eine stärkere Betrachtung von **Wechselwirkungen** zur Beschreibung von Bewegungsänderungen. Im Lehrplan erhält deswegen die Kraft als Maß für die Stärke einer Wechselwirkung zwischen zwei Partnern eine konzeptuelle Anbindung. Die konsequent dynamische Einführung des Kraftbegriffes soll gängige Fehlkonzepte vermeiden und scheint auf lange Sicht tragfähiger als die alleinige statische Betrachtungsweise.

In den Bildungsstandards Physik wird als Teil des Basiskonzepts System formuliert: „*Ströme benötigen einen Antrieb (Ursache) und können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden*“. Dies bezieht sich sowohl auf die Elektrizitätslehre als auch auf thermodynamische Vorgänge. Das Erkennen dieser strukturellen Äquivalenzen ist hilfreich beim Aufbau tragfähiger physikalischer Konzepte. Daher dient das **Strom-Antrieb-Widerstand-Konzept** in beiden aufeinander folgenden Themenfeldern der Wärmelehre und der Elektrizitätslehre als unterrichtliche Grundlage.

Der Lehrplan ist in Bezug auf den **Energiebegriff** so formuliert, dass im Unterricht auf die Begriffe Arbeit und Wärme ebenso verzichtet werden kann wie auf die Einführung von verschiedenen Energieformen. Durch die Konzentration auf Energie (eventuell auf verschiedenen Trägern) und Energiedifferenzen kann ein Überhang an tradierten Begriffen zugunsten einer begrifflichen Straffung vermieden werden.

Abhängig vom angestrebten Bildungsabschluss wird die **Mathematisierung** als Kompetenz in den Blick genommen. Die zunächst qualitative und zunehmend auch quantitative Beschreibung von Zusammenhängen ist eine wichtige naturwissenschaftliche Kompetenz und wird durchgängig bei allen Gelegenheiten geübt. Unter anderem stellt sicheres Versprachlichen von Proportionalitäten eine wichtige Voraussetzung für das Herleiten von Formeln dar, das exemplarisch an geeigneten Stellen geübt wird. Aber nicht alle im Unterricht benutzten Formeln sollen hergeleitet, wohl aber plausibel gemacht und vielfältig angewendet werden. Besonderes Augenmerk ist dabei auf den Umgang mit Einheiten zu legen.

Großer Raum wird der Anwendung konzeptbezogenen Fachwissens auf neue Kontexte gegeben. Häufiges Wiederholen, Anwenden und Verknüpfen von Wissen aus zurückliegenden Themenfeldern und die Nutzung der Fachmethoden in unterschiedlichen Zusammenhängen tragen zur Sicherung und Festigung bei.

4.2 Darstellung und Lesart der Themenfeld-Doppelseite

Themenfeld-Titel → gibt Hinweise auf inhaltliche Schwerpunkte

Untertitel → weist auf Basiskonzeptanbindung oder didaktische Schwerpunktsetzungen hin.

Der einleitende Text gibt Auskunft über Intention und Kerngedanken des Themenfeldes. Es wird ein Bezug zu Vorerfahrungen und Vorwissen der Lernenden hergestellt und über die intendierte Schwerpunktsetzung bei der Behandlung des Themenfeldes informiert. Hier finden sich sowohl Hinweise zu didaktischen als auch zu inhaltlichen Aspekten.

Die Intention des Themenfeldes ist **verbindlich** umzusetzen.

Kompetenzen:

Hier werden konkrete Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler aufgeführt, die im Rahmen des Themenfeldes zu ermöglichen sind und die zur Kompetenzentwicklung beitragen.

Die Umsetzung der kompetenzbezogenen Aktivitäten ist **verbindlich**.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Die Formulierungen beschreiben das bei den Schülerinnen und Schülern angestrebte Verständnis fachlicher Zusammenhänge. Sie zeigen der Lehrkraft mit welcher Schwerpunktsetzung die Fachinhalte ausgewählt und aufbereitet werden.

Die Anbindung des Fachwissens an die hier aufgeführten Teilkonzepte der Basiskonzepte ist **verbindlich**.

Eine Übersicht zum Zusammenhang von Teilkonzepten und Basiskonzepten befindet sich auf S. 198 ff.

Fachbegriffe:

Die Liste beschränkt sich auf diejenigen Fachbegriffe, die auch von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht **verbindlich** benutzt werden sollen.

Die Überfrachtung des Unterrichts mit Begriffen, die der reinen Beschreibung von Phänomenen dienen und weder aus pädagogischen Erwägungen noch zum Aufbau von Konzepten gebraucht werden, ist dringend zu vermeiden.

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:

Die Mindmap gibt Anregungen für den Unterricht und hilft bei der schulinternen Arbeitsplanung. Die Kategorien der Hauptäste bilden die Kategorien bildungsrelevanter Kontexte ab. Für die konkrete Unterrichtsplanung kann aus den hier gemachten Vorschlägen ausgewählt oder aber es können andere, hier nicht genannte Kontexte aufgegriffen werden.

Die Vielfalt möglicher Kontexte bietet Spielraum zur Berücksichtigung individueller Interessen der Lernenden sowie aktueller oder schulspezifischer Besonderheiten.

Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Hinweise zur Differenzierung zeigen Möglichkeiten zur Anpassung an verschiedenen leistungsstarke Lerngruppen bzw. für das leistungsdifferenzierte Arbeiten innerhalb einer Lerngruppe. Ausgehend von einem erwarteten Grundverständnis werden Vorschläge für die Vereinfachung einerseits sowie für Vertiefungen und Erweiterungen andererseits gemacht. Hier finden sich ebenfalls Hinweise auf mögliche Grade der Mathematisierung.

Bezüge:

Hier werden direkte Verbindungen zu anderen Themenfeldern sowohl des jeweiligen Faches, den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie zum Rahmenlehrplan der Orientierungsstufe aufgezeigt. Die Vernetzungen sind wichtig, um den kumulativen Aufbau von Basiskonzepten und eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung zu ermöglichen. Dies gilt nicht nur für die innerfachliche Vernetzung, sondern auch für die lernwirksame Verbindung der Fächer.

Durch die Kontextorientierung ergibt sich eine Vielzahl von Möglichkeiten des fächerverbindenden Arbeitens über die naturwissenschaftlichen Fächer hinaus, auch in Form von Projekten.

4.3 Die Themenfelder (TF)

Themenfeld	Titel
1	Akustische Phänomene Schall im Basiskonzept Wechselwirkung
2	Optische Phänomene an Grenzflächen Licht im Basiskonzept Wechselwirkung
3	Thermische Ausdehnung in Experiment und Modell Temperatur im Basiskonzept Materie
4	Dynamische Phänomene Bewegungsänderungen im Basiskonzept Wechselwirkung
5	Atombau und ionisierende Strahlung Radioaktivität im Basiskonzept Materie
6	Spannung und Induktion Elektrizität im Basiskonzept Energie
7	Kosmos und Forschung Physik als sich weiter entwickelnde Wissenschaft
8	Wärmetransporte und ihre Beeinflussung Thermische Energieströme im Basiskonzept System
9	Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis Elektrizität im Basiskonzept System
10	Energiebilanzen und Wirkungsgrade Maschinen im Basiskonzept Energie
11	Sensoren im Alltag Physikalische Grundprinzipien alltäglicher Technik
12	Praxis und Forschung Selbstständig und fragengeleitet experimentieren

Abkürzungen für Basiskonzepte in den Themenfeldern:

E – Energie, SY – System, WW – Wechselwirkung, TMS – Teilchen-Materie/Stoff

TF 1: Akustische Phänomene Schall im Basiskonzept Wechselwirkung

Schall ist in Form von Musik und Lärm ein ständiger Begleiter im Leben der Schülerinnen und Schüler. Die Schallaufnahme erfolgt dabei einerseits bewusst, z. B. beim Musikhören o. Ä., andererseits vielfach auch ungewollt (z. B. Verkehr). Möglicherweise wurden bereits im NaWi-Unterricht der Hörsinn und die Schallaufnahme im Ohr thematisiert. Im Physikunterricht werden nun schwingende Körper als Schallquellen näher untersucht und bisher Gelerntes wird mit Fachbegriffen untermauert.

Das erste Themenfeld dient der Einführung in wichtige naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie Beobachten und Messen, Zusammenhänge erkennen und beschreiben, ein Modell verwenden. Inhaltlich stehen Schallerzeugung (Schwingung), Informationsübertragung (Sender-Träger-Empfänger) und Wechselwirkung (Reflexion, Absorption) im Mittelpunkt des Unterrichts. Die Aufzeichnung von Schwingungen ermöglicht die Einführung und Veranschaulichung erster physikalischer Größen (Amplitude und Frequenz). Ziel ist auch die Sensibilisierung der Schülerinnen und Schüler für den gesundheitlichen Aspekt dieses Themenfeldes. Bei der Betrachtung von Schallschutzmaßnahmen (Reduzierung der Lautstärke der Schallquelle, Behinderung der Ausbreitung, Abschirmung des Empfängers) kann das Sender-Träger-Empfänger-Modell aufgegriffen werden.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- wenden Verfahren zur Schallpegelmessung an,
- beobachten und beschreiben kriteriengeleitet den Vorgang der Schallerzeugung genau (z. B. schwingende Körper bei Musikinstrumenten),
- führen Experimente nach Anleitung durch und werten sie aus (z. B. Zusammenhang zwischen Saitenlänge und Tonhöhe, zwischen Anregung und Lautstärke),
- dokumentieren unterschiedliche Töne durch das Erstellen qualitativer Schwingungsbilder (z. B. für hohe/tiefe und laute/leise Töne),
- bewerten ihre eigenen Hörgewohnheiten (z. B. hohe Lautstärken in Kopfhörern oder bei Konzerten) in Bezug auf das Risiko möglicher Hörschädigungen unter Berücksichtigung des Grundprinzips der Informationsübertragung.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Schallerzeuger schwingen mit verschiedener Frequenz und Amplitude, was als Tonhöhe und Lautstärke des abgestrahlten Schalls wahrgenommen wird. (WW)
- Wenn Schall auf einen Körper trifft, kann er diesen in Schwingung versetzen (z. B. im Ohr). (WW)
- Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken (z. B. Teilchenstöße bei der Schallübertragung, einfaches Teilchenmodell). (TMS)
- Zur Informationsübermittlung sind Sender, Informationsträger und Empfänger notwendig (z. B. Schallübertragung vom Musikinstrument zum Innenohr). (SY)
- Der Austausch von Materie, Energie und Information findet mit endlicher Geschwindigkeit statt (hier: Schallgeschwindigkeit). (SY)

Fachbegriffe:

Schall
Schwingung
Amplitude
Frequenz

Schallgeschwindigkeit

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Ein grundlegendes Verständnis des Sender-Träger-Empfänger-Modells beinhaltet folgende Aspekte: Schall entsteht durch schwingende Körper (z. B. Gitarrensaite), breitet sich auf einem Träger (z. B. Luft) mit einer bestimmten Geschwindigkeit aus und versetzt durch Wechselwirkung mit anderen Körpern diese wiederum in Schwingung (z. B. Trommelfell im Ohr).

Vertiefungen bieten sich durch die Untersuchung weiterer Schallquellen und bekannter Phänomene wie Echo und Resonanz an. Weiterhin können die Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit vom Träger thematisiert und Materialien auf ihre Eignung zur Reflexion und Absorption von Schall untersucht werden. Quantitative Betrachtungen an Schwingungsbildern und Schallpegeln ermöglichen erste Mathematisierungen.

Bezüge:

NaWi

TF 1 Hörsinn

Biologie

TF 7 Informationsverarbeitung

Chemie

--

Physik

TF 11 Informationsverarbeitung

TF 2: Optische Phänomene an Grenzflächen Licht im Basiskonzept Wechselwirkung

Licht aus unterschiedlichsten Quellen ist ein alltägliches Phänomen. In vielfältigen technischen Anwendungen (z. B. Beleuchtung, Fotografie) wird Licht genutzt. Im NaWi-Unterricht wurde Licht möglicherweise in ganz unterschiedlichen Zusammenhängen thematisiert: Das Auge als Sinnesorgan zur Aufnahme von Lichtreizen, optische Geräte wie Mikroskop und Fernrohr zum genaueren Betrachten von weit entfernten oder ganz kleinen Dingen, aber auch die Sonne als Licht- und Energiequelle.

Im Mittelpunkt des zweiten Themenfeldes steht die Weiterentwicklung des Konzeptes Wechselwirkung von Strahlung und Materie. Ein praktisch immer auftretendes Phänomen ist die Reflexion des Lichtes an Grenzflächen. Weitere zu untersuchende Phänomene sind die Absorption – und damit auch Schatten – bei lichtundurchlässigen sowie Brechung bei lichtdurchlässigen Stoffen. Nach dem Kennenlernen des Sender-Träger-Empfänger-Modells im Themenfeld 1 wird hier Informationsübertragung ohne materiellen Träger thematisiert und so ein Verständnis für Felder als Energie- und Informationsträger angebahnt. Phänomene wie Reflexion, Brechung und Absorption werden sowohl experimentell als auch zeichnerisch mit Hilfe von Randstrahlen bearbeitet. Dieses Hilfsmittel (Strahlenmodell) ermöglicht die Darstellung von Schattenbildern sowie das Nachvollziehen oder Vorhersagen von Strahlenverläufen in natürlichen (z. B. Regenbogen) oder auch technischen (z. B. Lichtleiter) Bereichen.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- planen einfache Experimente zur Reflexion, Brechung und Absorption, führen sie durch und protokollieren die Ergebnisse,
- nutzen das Strahlenmodell zur Darstellung bzw. Vorhersage optischer Phänomene (Brechung, Reflexion, Absorption, Schatten),
- dokumentieren optische Phänomene durch das Anfertigen von Diagrammen aus Messwerten,
- werten Diagramme zur Gewinnung von Informationen über den Strahlenverlauf aus.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Licht wird an Grenzflächen reflektiert und/oder gebrochen, zudem findet Absorption statt (z. B. als Erwärmung wahrnehmbar). (WW)
- Absorption von Teilen des Lichtspektrums in Materie führt zur Veränderung des Farbeindrucks. (WW)
- Der Austausch von Materie, Energie und Information findet mit endlicher Geschwindigkeit statt (hier: Lichtgeschwindigkeit). (SY)

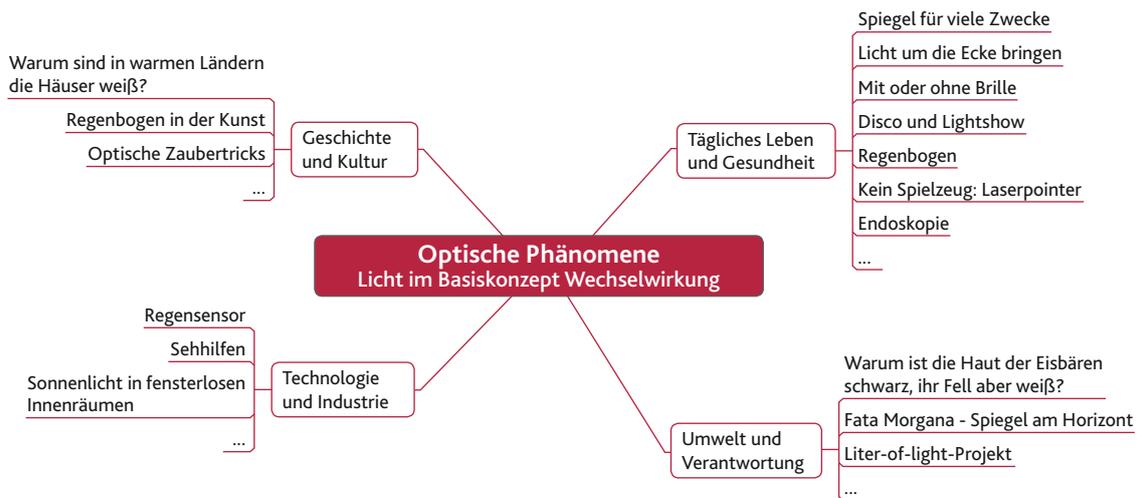
Fachbegriffe:

Licht, Brechung,
Reflexion

Absorption

Lichtgeschwindigkeit

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Ein Grundverständnis der Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie kann sich aus dem Beobachten und Beschreiben der Phänomene beim Auftreffen von Licht auf durchsichtige und undurchsichtige Gegenstände ergeben (Reflexion, Brechung und Absorption). Strahlenverläufe werden beobachtet und skizziert (z. B. auch bei Linsen). Die Absorption wird in Hinblick auf verschieden starke Erwärmung betrachtet.

Eine Behandlung auf höherem Anspruchsniveau kann die Konstruktion von Strahlenverläufen bei beliebigen Grenzflächen und die vertiefte Arbeit mit Diagrammen einschließen (z. B. Vorhersage des Strahlungsverlaufes in verschiedenen Materialien anhand des Zusammenhanges zwischen Einfallswinkel- und Brechungswinkel). Lichtausbreitung und Brechung (einschließlich Dispersion) werden mit geeigneten Modellen bzw. Veranschaulichungen beschrieben. Farbigkeit wird durch Absorption von Spektralanteilen erklärt. Ebenso können Streuung und Totalreflexion thematisiert werden.

Bezüge:

NaWi

TF 1 Sehsinn

Biologie

TF 4 Fotosynthese
TF 7 Funktion des Auges

Chemie

TF 9 kolorimetrische Analysen
TF 11 Treibhauseffekt

Physik

TF 11 Informationsverarbeitung

TF 3: Thermische Ausdehnung in Experiment und Modell Temperatur im Basiskonzept Materie

Die Beobachtung, dass sich Eigenschaften von Stoffen und Körpern mit der Temperatur ändern, gehört zu den Grunderfahrungen aus der Lebenswelt. Die Suche nach möglichen Erklärungen gibt Anlass zu vielfältigen Fragestellungen und experimentellen Untersuchungen und erfordert das Denken in Modellen.

Das einfach zugängliche Phänomen der thermischen Volumen- bzw. Längenänderung wird exemplarisch zur bewussten Auseinandersetzung mit der experimentellen Methode genutzt. Durch geschickte experimentelle Techniken und sorgfältiges Arbeiten können auch Effekte kleiner Größenordnung sichtbar gemacht werden. Der zweite Schwerpunkt des Themenfeldes besteht im bewussten Umgang mit Modellvorstellungen. Bei der Deutung der thermischen Ausdehnung von Metallen kann das aus dem NaWi-Unterricht bekannte einfache Teilchenmodell angewendet werden. Effekte wie z. B. das Zusammenziehen von Gummi bei Erwärmung oder aber die Anomalie des Wassers zeigen die Grenzen dieses Modells auf und machen eine Erweiterung notwendig.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- planen einfache Experimente (z. B. zur temperaturabhängigen Volumen- bzw. Längenänderung bei Körpern), führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse,
- entwickeln Strategien zum Sichtbarmachen kleiner Effekte,
- beschreiben an alltäglichen Beispielen das Verhalten von Stoffen bei Temperaturänderung unter Nutzung des Teilchenmodells,
- begründen an geeigneten Beispielen, dass das einfache Teilchenmodell Grenzen hat.

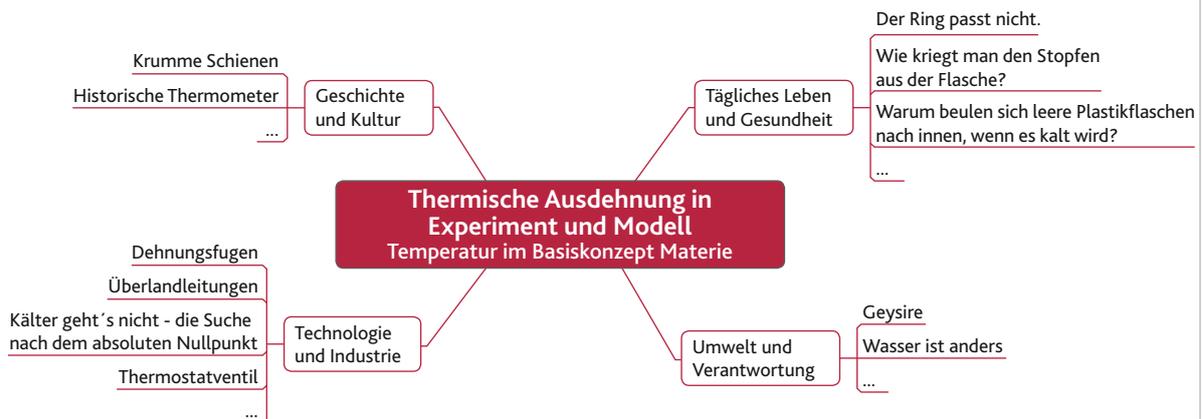
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken (z. B. stärkere Bewegung der Teilchen bei Temperaturerhöhung). (TMS)

Fachbegriffe:

Aggregatzustand
Teilchen
Teilchenmodell
Temperatur
thermische Ausdehnung

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Für den Aufbau von Grundfertigkeiten und eines Grundverständnisses reicht experimentell das Erklären der Funktionsweise eines vorgegebenen Aufbaus ebenso wie eine qualitative Beobachtung der Phänomene bei der Auswertung der Experimente. Erklärungen und Berechnungen können auf einfachem Niveau erfolgen. Auf der Modellebene wird ein Grundverständnis der Volumen- bzw. Längenausdehnung über Animationen oder Modellexperimente zum einfachen Teilchenmodell erreicht. Die Grenzen dieses Modells sollten in jedem Fall thematisiert werden.

Bei vertieftem Verständnis werden experimentelle Aufbauten selbst entwickelt und optimiert. Der Anforderungsgrad kann bei Auswertungen auf graphische Darstellung bis hin zu mathematischen Herleitungen erweitert werden. Möglich ist auch eine quantitative Untersuchung bei Gasen mit der Folgerung nach einem absoluten Nullpunkt der Temperatur. Die Erklärungstiefe kann ebenso erweitert werden wie der Komplexitätsgrad von Berechnungen. Auf der Modellebene kann zusätzlich eine notwendige Modellerweiterung unter Rückgriff auf das aus dem Chemieunterricht bekannte differenzierte Atommodell erfolgen.

Bezüge:

NaWi

TF 1 Thermometer, Ausdehnung von Flüssigkeiten

Biologie

--

Chemie

TF 1 einfache Atommodelle
TF 2 Aggregatzustand, differenziertes Atommodell
TF 7 Kunststoffe, komplexe Strukturen

Physik

TF 8 Temperatur, Wärmeleitung

TF 4: Dynamische Phänomene Bewegungsänderungen im Basiskonzept Wechselwirkung

Bewegung ist ein Grundbedürfnis und wird alltäglich erlebt: im Verkehr auf dem Schulweg sowie in Sport und Freizeit. Im NaWi-Unterricht wurde die physikalische Größe Geschwindigkeit experimentell ermittelt. Konzeptionell wurde das Basiskonzept Energie angelegt.

Im Physikunterricht werden in diesem Themenfeld Bewegungen hauptsächlich unter dem Aspekt der Wechselwirkung betrachtet. Die Änderung der Geschwindigkeit eines Körpers (Betrag und/oder Richtung) bedarf einer Wechselwirkung mit einem Partner. Sie kann sowohl durch Berührung (Stoß, Reibung) als auch berührungslos (Magnetfeld, Gravitationsfeld) hervorgerufen werden. Die Kraft wird als Größe zur Beschreibung der Wechselwirkung kennengelernt. Die Abgrenzung der Begriffe Kraft und Energie geschieht durch bewussten Wechsel der Betrachtungsebene: Bewegungsänderungen werden je nach Problemstellung sowohl mittels Wechselwirkungs- als auch mittels Energiekonzept zielführend beschrieben.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- planen einfache Experimente zur Untersuchung von Bewegungsänderungen, führen sie durch und dokumentieren deren Ergebnisse,
- dokumentieren Bewegungen durch geeignete Darstellungen (z. B. Diagramme, Vektoren),
- wenden verschiedene Messverfahren (statisch, dynamisch) zur Bestimmung von Kräften an,
- nutzen Kraftpfeilpaare zur Beschreibung von Wechselwirkungen.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Die Geschwindigkeit eines Körpers ist charakterisiert durch Richtung und Betrag. (WW)
- Die Wechselwirkung von Körpern miteinander bewirkt eine Änderung der Bewegungszustände oder eine Verformung der Körper. (WW)
- Die Masse eines Körpers bestimmt dessen Trägheit in Bezug auf Bewegungsänderungen. (WW)
- Die Kraft ist ein Maß für Stärke und Richtung einer Wechselwirkung. An jedem Wechselwirkungspartner misst man die gleiche Kraft, aber in entgegengesetzter Richtung. (WW)
- Körper im Kräftegleichgewicht ändern ihren Bewegungszustand nicht. (SY)
- Die berührungslose Wechselwirkung von Körpern wird durch Felder (z. B. magnetische Wechselwirkung, Gravitation) vermittelt. (WW)
- Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden, d. h., die Gesamtenergie bleibt konstant, Änderungen der Energie sind ein Hinweis auf eine Wechselwirkung (z. B. bei Reibung). (E)

Fachbegriffe:

Geschwindigkeit,
Richtung,
Wechselwirkung

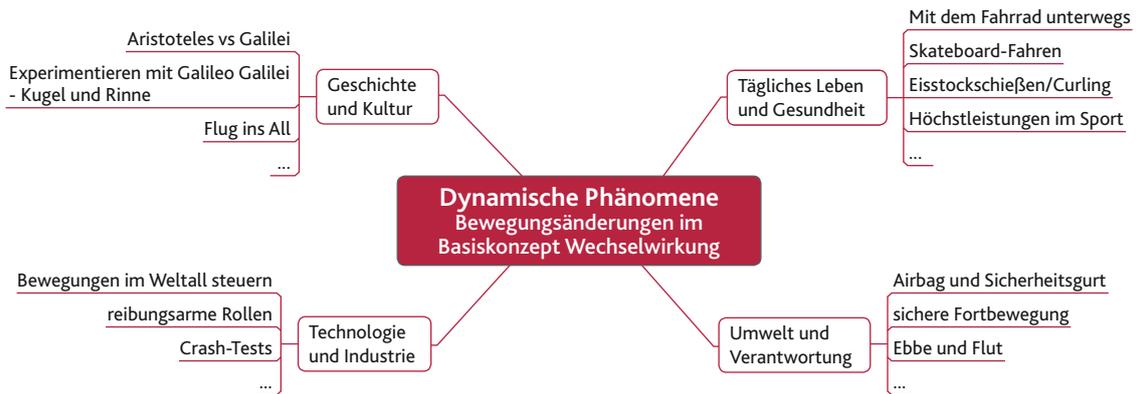
Masse, Trägheit

Kraft

Kräftegleichgewicht

Reibung (unter energetischem und WW-Aspekt), Energie

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Erarbeitung kann an einfachen realen Beispielen erfolgen (z. B. Fahrrad, Einkaufswagen beschleunigen/abbremsen, rollende Stahlkugel auf Tisch durch Magneten ablenken, rudern). Wenn „nichts passiert“, bleibt der Bewegungszustand erhalten (Trägheit), für jede Änderung ist eine Wechselwirkung notwendig. Die physikalische Größe Kraft ist ein Maß für die Stärke dieser Wechselwirkung. Am Zusammenhang $m \cdot \Delta v = F \cdot \Delta t$ können Zusammenhänge zwischen den Größen verdeutlicht werden.

Ergänzungen durch Bewegungen mit Richtungsänderungen und schwerer erkennbare Wechselwirkungen (z. B. Erde als Partner) können das Grundverständnis vertiefen, die Kraft kann dynamisch z. B. über den oben genannten Zusammenhang bestimmt werden. Falls der Impuls als physikalische Größe eingeführt wird, ergibt sich das Wechselwirkungskonzept als unmittelbare Folgerung aus dem Impulserhaltungssatz. Das führt zu einer größeren Tragfähigkeit des Wechselwirkungskonzeptes auch im Hinblick auf die Oberstufe. Die physikalische Größe Impuls kann elementar über die Abhängigkeit des „Schwunges“ von der Masse eines Körpers und seinem Geschwindigkeitsbetrag plausibel gemacht werden. Weiterhin können Kraftstöße bilanziert und vergleichende quantitative Betrachtungen zu Impuls und Kraft an gestellt werden. Energie (als skalare) und Impuls (als vektorielle Größe) können gegenüber gestellt werden.

Bezüge:

NaWi TF 3 Geschwindigkeit	Biologie TF 8 Energie, Muskelarbeit
Chemie TF 5 intermolekulare Wechselwirkung TF 7 intermolekulare Wechselwirkung	Physik TF 10 Wirkungsgrad

TF 5: Atombau und ionisierende Strahlung

Radioaktivität im Basiskonzept Materie

Schülerinnen und Schüler erleben im Familien- oder Bekanntenkreis, dass Patienten durch „Bestrahlung“ behandelt werden; in den Medien werden sie Zeuge des gesellschaftlichen Diskurses über die Nutzung der Kernenergie und hören dabei Stichworte wie „Atombombe“, „Reaktorsicherheit“ oder „Endlager“.

Ziel dieses Themenfeldes ist es, den Schülerinnen und Schülern elementare Grundkenntnisse über den atomaren Aufbau der Materie, das Phänomen Radioaktivität sowie die Auswirkungen ionisierender Strahlung zu vermitteln. Dazu wird das aus dem Chemieunterricht bekannte Kern-Hülle-Modell aufgegriffen. Einfache Experimente zur elektrostatischen Wechselwirkung vertiefen die Vorstellung von elektrischer Ladung als einer der charakterisierenden Eigenschaften von Protonen und Elektronen. Weiter wird der Blick auf den Atomkern und seine Bestandteile gerichtet. Veränderungen im Atomkern führen zur Aussendung ionisierender Strahlung. Diese Vorgänge können nicht kausal, aber mittels statistischer Gesetzmäßigkeiten beschrieben werden. Die Wechselwirkung der Strahlung mit Materie führt zur Energiedeposition.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Modelle und Simulationen zur Beschreibung von Sachverhalten und zum Erkenntnisgewinn (z. B. bei Atombau oder Wechselwirkung der Strahlung mit Materie),
- recherchieren über Radioaktivität (z. B. Wirkungen, medizinische Nutzung, Gefahren, Radiokarbonmethode),
- argumentieren und diskutieren über Nutzen und Gefahren ionisierender Strahlung,
- bewerten Schutzmaßnahmen vor ionisierender Strahlung (z. B. in Bezug auf Strahlungsarten und Dosis).

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle (differenziertes Atommodell). (TMS)
- Ändert sich die Zusammensetzung bzw. der Energiegehaltes des Atomkerns (z. B. beim radioaktiven Zerfall) wird Strahlung ausgesendet. (TMS)
- (Elementar-)Teilchen unterscheiden sich in Eigenschaften wie Masse und elektrische Ladung. Elektronen sind negativ, Protonen positiv geladen, Neutronen sind elektrisch neutral. (TMS)
- Die berührungslose Wechselwirkung von Körpern wird durch Felder vermittelt (z. B. bei Wechselwirkung geladener Teilchen) (WW)
- Die Absorption ionisierender Strahlung kann in Lebewesen zu Schädigungen führen. (WW)

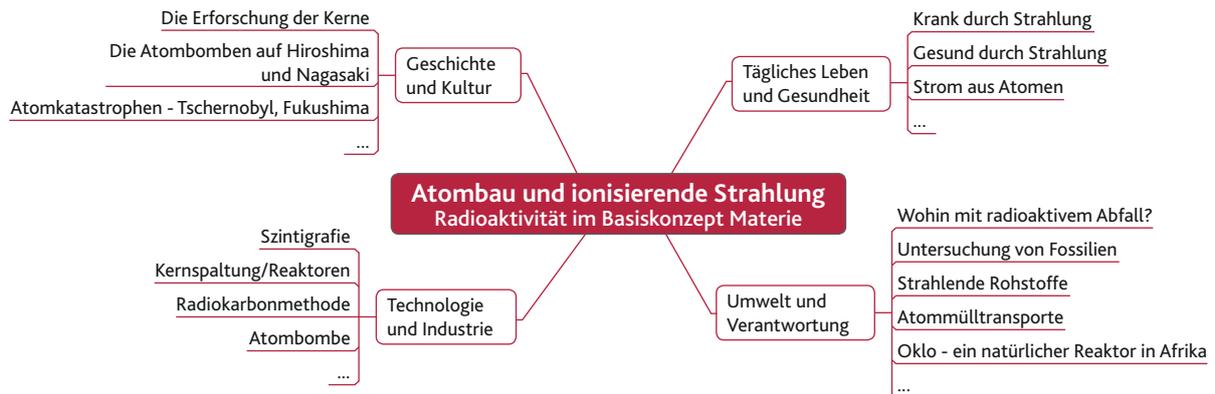
Fachbegriffe:

Atom, Atomhülle, Atomkern, Elektron, Neutron, Proton
 Radioaktivität, Halbwertszeit, Kernspaltung, Kernzerfall, ionisierende Strahlung

 elektrische Ladung

 Absorption

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Für ein Grundverständnis reicht es aus, wenn Radioaktivität verstanden wird als Eigenschaft bestimmter Atomsorten, auf Grund von Vorgängen im Atomkern energiereiche Strahlung auszusenden. Kernspaltung wird als Prozess zur Energiefreisetzung verstanden, bei dem solche Atomsorten konzentriert vorkommen bzw. neu entstehen. Beispiele für Schäden durch Strahlung, aber auch für die gezielte Nutzung werden zusammengestellt und vergleichend zur Bewertung von Risiken herangezogen.

Für ein vertieftes Verständnis kann der Zusammenhang zwischen experimenteller Beobachtung und Schlussfolgerung zum Thema gemacht werden (z. B. beim Rutherford-Experiment). Realexperimente z. B. zur Halbwertszeit oder zur Reichweite bzw. Durchdringung können durchgeführt werden, wenn dies möglich ist. Die schlussfolgernde Darstellung der Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und Auswirkungen ionisierender Strahlung (z. B. in Bezug auf die Abgabe von Energie in Gewebe) oder das Wissen über Zerfallsreihen hat ebenfalls einen erhöhten Anforderungsgrad.

Bezüge:

NaWi

TF 2 Teilchen

Biologie

TF 10 genetische Veränderungen

TF 11 genetische Veränderungen

Chemie

TF 1 einfaches Atommodell

TF 2 Kern-Hülle-Modell, Ionen

TF 5 intermolekulare Wechselwirkungen

TF 6 Donator/Akzeptor-Prinzip

TF 7 intermolekulare Wechselwirkungen

TF 10 Gefahrstoffe

TF 12 Redoxreaktionen

Physik

TF 2 Absorption

TF 6: Spannung und Induktion Elektrizität im Basiskonzept Energie

Die Nutzung der Elektrizität zur Energieübertragung ist aus dem Alltag nicht mehr wegzu-denken. Im täglichen Sprachgebrauch wird dabei das Wort „Strom“ eher im Sinne von „Energie“ oder „Energiestrom“ verwendet. Aus ersten Untersuchungen an elektrischen Ge-räten im NaWi-Unterricht folgerten die Schülerinnen und Schüler bereits, dass zum elektri-schen Energietransport ein geschlossener Stromkreis notwendig ist.

Eine vergleichende Betrachtung von Kraftwerken zeigt, dass der Generator ein wiederkeh-render zentraler Bestandteil ist. Er erzeugt – wie eine „Pumpe“ – die für das Strömen von Elektrizität nötige Spannung (als Potenzialunterschied). Bei der Veranschaulichung helfen einfache Modelle und Analogien (z. B. Wasserstromkreis, Höhenanalogie). Quantitative Betrachtungen beschränken sich hier auf den Zusammenhang von Leistung, Zeit und Energie sowie das Messen von Spannungen. Die quantitative Betrachtung der elektrischen Stromstärke erfolgt in TF 9 in anderem Zusammenhang, um einer Verwechslung der Begrif-fe Stromstärke und Spannung entgegen zu wirken.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- vergleichen und bewerten Methoden zur Bereitstellung elektrischer Energie,
- nutzen den Zusammenhang $\Delta E = P \cdot \Delta t$ für Berechnungen im Zusammenhang mit Ener-gienutzung im Haushalt,
- führen einfache Messungen bzw. Experimente (z. B. Maschenregel, Induktion) durch.
- erarbeiten sich mit Hilfe geeigneter Quellen Aufbau und Funktion technischer Geräte (z. B. Kraftwerk, Generator),
- erklären das Funktionsprinzip eines Generators mit Hilfe der Induktion.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

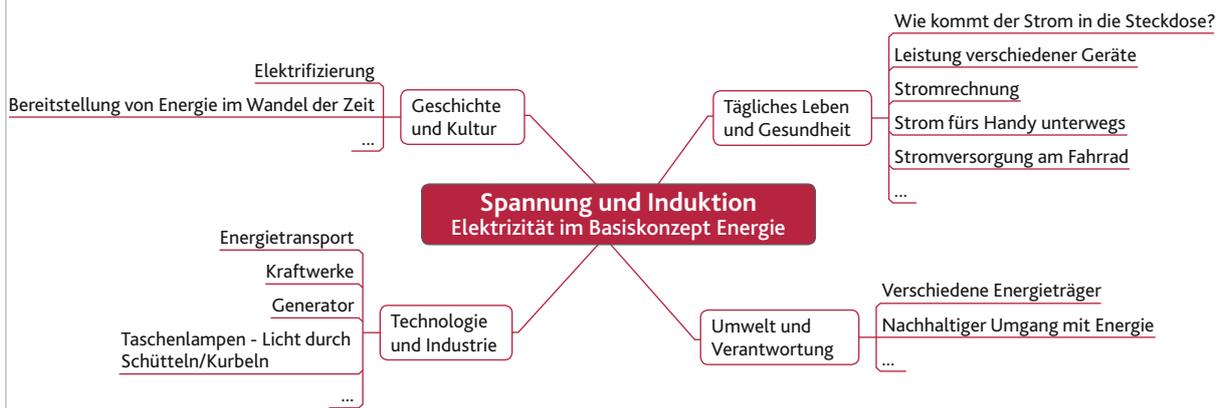
- Zur kontinuierlichen elektrischen Energieübertragung ist ein ge-schlossener Stromkreis notwendig, in dem die Energie von der Elektrizitätspumpe (z. B. Generator, Batterie, Solarzelle) zum elektrischen Gerät strömt. (SY)
- Damit Energie strömt, ist ein „Antrieb“ nötig (hier: Spannung als Potenzialunterschied). Die Energie strömt von alleine nur in Rich-tung des niedrigeren Wertes (hier des Potentials). (E, SY)
- Die pro Zeiteinheit transportierte Energie kann als Energiestrom-stärke beschrieben werden („Leistung“ beschreibt hier die Stärke des Energiestroms an elektrischen Geräten). (E)
- Bei der Nutzung von Energie wird meistens der Träger gewechselt (z. B. Generator, Solarzelle, Elektromotor). (E)
- Der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen trägt zur Nach-haltigkeit bei. (E)
- Die Induktion beruht auf der Wechselwirkung von sich verändern-den magnetischen und elektrischen Feldern. (WW)
- Die Darstellung der räumlichen Struktur der Felder (z. B. mit Feld-linien) gibt Auskunft über Richtung und Stärke einer WW. (WW)

Fachbegriffe:

Spannung, Lei-stung, elektrischer Strom (hier nur qualitativ), Ener-gie,

Induktion, magne-tisches Feld, Wechselwirkung

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Für ein Grundverständnis des physikalischen Konzepts reicht es aus, Generator und elektrisches Gerät als Energie-„Umlader“ zu erkennen. Elektrizität dient als Träger der Energie, die zwischen ihnen transportiert wird. Dabei kann der Generator als Elektrizitäts-„Pumpe“, die einen Potenzialunterschied zum Antrieb erzeugt, angesehen werden (vgl. Druckunterschied, Höhenunterschied für das Strömen von Wasser). Induktion wird als physikalische Ursache des Generatorprinzips verstanden: Bewegte Magnetfelder verursachen eine elektrische Spannung zwischen den Enden einer Spule.

Eine vertiefte Behandlung kann durch experimentelles und mathematisches Nachvollziehen der Maschenregel ebenso erfolgen wie durch selbst geplante Experimente zur Abhängigkeit der induzierten Spannung von verschiedenen Parametern (Windungszahl, Umdrehungszahl eines drehenden Magneten). Der zeitliche Verlauf der induzierten Spannung kann dargestellt werden, und es besteht die Möglichkeit, die Induktionsspannung als Folge einer Kraft auf die Ladungsträger zu beschreiben.

Bezüge:

NaWi

TF 6 elektrischer Stromkreis

Biologie

TF 4 Pflanzen als Energieträger

TF 12 Entwicklung der Menschheit/Energie

Chemie

TF 3 Energie aus chemischen Reaktionen

TF 11 Energieversorgung

TF 12 Energieversorgung, Spannung

Physik

TF 9 Gesetzmäßigkeiten im Stromkreis

TF 8 Energie, Wärmepumpe

TF 7: Kosmos und Forschung

Physik als sich weiter entwickelnde Wissenschaft

Kosmos und Raumfahrt sind seit jeher faszinierende Themen. Im NaWi-Unterricht standen unser Sonnensystem und seine Planeten im Vordergrund. Einige Schülerinnen und Schüler konsumieren häufig Wissenschaftssendungen und erleben so, dass Forschung an sich eine spannende Sache ist. Dabei geht es meistens um Themen, die weit über das im Unterricht Behandelte hinausreichen.

Es ist ein Anliegen dieses Themenfeldes, die Physik als sich ständig weiter entwickelnde, moderne und lebendige Wissenschaft darzustellen und Begeisterung dafür zu wecken. Grundlagenforschung führte schon oft zu technologischen Errungenschaften, die heute aus unserem Alltag nicht wegzudenken sind. Forschung nutzt die Methode naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung (Beobachtung, Hypothesenbildung, Experiment, Gesetz und Modellbildung), wie sie auch im naturwissenschaftlichen Unterricht angewendet wird und sich sogar in der Entwicklung eigener Vorstellungen widerspiegelt.

In den ersten Lebensjahren ist die kindliche Neugier allumfassend. Das Entdecken und Fragen zählten auch im Grundschulalter zu den Lieblingstätigkeiten der Schülerinnen und Schüler. In einem sie interessierenden Kontext knüpfen sie an diesen natürlichen Forscherdrang an und recherchieren in verschiedensten Quellen. Sie setzen sich darüber hinaus mit der Problematik medialer Vermittlung aktueller Wissenschaft auseinander, reflektieren an einem Beispiel die Entwicklung der eigenen Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Sachverhalten (z. B. Zustandekommen von Tag/Nacht, Sonnensystem) und ziehen Schlussfolgerungen für ihre eigenen adressatengerechten, vielfältigen und spannenden Präsentationen.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- erschließen sich und beschreiben die Methode naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung,
- recherchieren in verschiedenen Quellen zu ausgewählten Themen moderner Physik,
- präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit an ausgewählten Themen moderner Physik sach- und adressatengerecht,
- nutzen vorhandenes Wissen zur Einordnung populärwissenschaftlicher Informationen.

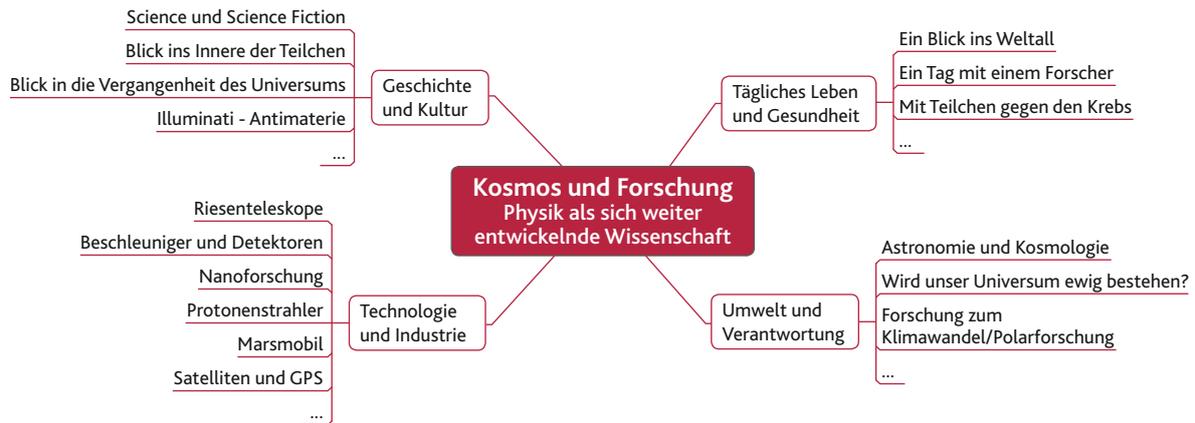
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Je nach gewähltem Kontext können auch hier Konzepte weiterentwickelt werden. Das Hauptaugenmerk liegt in diesem Themenfeld jedoch in der Kompetenzentwicklung im Bereich der Kommunikation.

Fachbegriffe:

Abhängig vom gewählten Thema entscheidet die Lehrkraft, welche inhaltsbezogenen Fachbegriffe verwendet werden.

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Darstellung der Physik als sich weiter entwickelnde Wissenschaft kann unabhängig vom Schwierigkeitsgrad der Inhalte erfolgen. Historische Aspekte kommen genauso in Betracht wie aktuelle Forschungen. Zur Untersuchung der medialen Vermittlung aktueller Wissenschaft eignet sich der Vergleich zwischen verschiedenen Quellen in Bezug auf die Adressaten.

Für das Recherchieren und Präsentieren auf grundlegendem Niveau kann es hilfreich sein, geeignete Quellen von vornherein zu benennen, das Thema eng zu begrenzen und einfache Inhalte auszuwählen (z. B. ein Sternenleben, Alltag auf der ISS, aus Grundlagenforschung entstandene technologische Errungenschaften). Adressaten für Präsentationen könnten Mitschülerinnen und Mitschüler oder Großeltern sein.

Der Anspruch steigt durch freie Quellenwahl, komplexere Themen und schwieriger zu verstehende Inhalte (z. B. Theorien zur Entstehung des Weltalls, Erforschung von Exoplaneten, Zusammenhänge von Astro- und Teilchenphysik). Adressaten für Präsentationen könnten Öffentlichkeit und interessierte Laien sein.

Bezüge:

NaWi

TF 2 Makro- und Mikrokosmos

Biologie

TF 7 Entwicklung der Menschheit/Forschung

Chemie

TF 8 industrielle chemische Verfahren

Physik

TF 2 Licht an Grenzflächen
TF 5 Modellexperimente

TF 8: Wärmetransporte und ihre Beeinflussung Thermische Energieströme im Basiskonzept System

Effekte von erwünschten bzw. unerwünschten Wärmetransporten spielen im Alltag vielfach eine Rolle. So ist bei Wohnhäusern eine effektive Wärmedämmung gefragt, während bei der Kühlung von Prozessoren ein möglichst ungehinderter thermischer Energiestrom erwünscht ist. Nicht zuletzt hat die Frage nach der passenden Kleidung neben dem modischen auch einen physikalischen Aspekt.

Ein Schwerpunkt dieses Themenfeldes ist es, Grundlagen der Wärmeleitung zu betrachten und dabei Anknüpfungsmöglichkeiten für die Beschreibung elektrischer Ströme bereitzustellen. Derartige thermische Ströme benötigen eine Temperaturdifferenz als Antrieb und lassen sich durch den Wärmewiderstand des durchströmten Materials in ihrer Stärke beeinflussen (Strom-Antrieb-Widerstand-Konzept). Der besondere didaktische Reiz besteht darin, dass bei den thermischen Strömen ein „Begreifen“ von „Widerstand“ möglich ist und somit der thermische Widerstand – im Gegensatz zum elektrischen Widerstand – der sinnlichen Erfahrung zugänglich ist.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- planen Experimente zu thermischen Energietransporten (z. B. zur effektiven Kühlung oder Wärmedämmung), führen sie durch, werten sie quantitativ mit Hilfe der Darstellung von Temperaturverläufen im Diagramm aus und interpretieren sie,
- diskutieren und argumentieren in Bezug auf verschiedene Möglichkeiten der Kühlung bzw. Wärmedämmung,
- optimieren Kühl- und Wärmedämmmaßnahmen durch gezielte Beeinflussung thermischer Energieströme,
- vergleichen und bewerten verschiedene Möglichkeiten zur Kühlung bzw. Wärmedämmung,
- nutzen Energieflussdiagramme zur Erklärung des Grundprinzips von Wärmepumpen und Wärmekraftmaschinen.

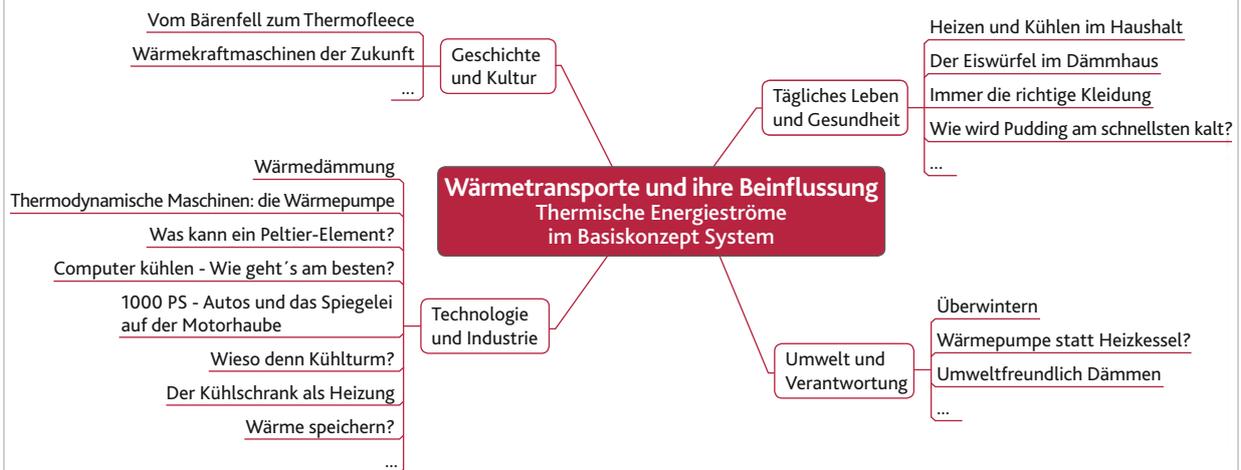
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Damit Energie strömt, ist ein „Antrieb“ nötig (Wärmeleitung benötigt Temperaturdifferenz). Die Energie strömt von alleine nur in Richtung des niedrigeren Wertes (hier der Temperatur). (SY, E)
- Ströme können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden. Die Stärke thermischer Ströme ist von Art, Dicke und Querschnitt des durchströmten Materials abhängig (thermischer Widerstand). (SY)
- Die Vermeidung von unerwünschter Energieabgabe trägt zur Nachhaltigkeit bei. (E)

Fachbegriffe:

Temperatur
thermischer Strom
Energie
thermisches Gleichgewicht
Wärmepumpe

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Einfache Experimente mit variierenden Parametern (Temperaturen, Dämmmaterial und -dicke) zeigen die Einflussfaktoren auf den thermischen Energiestrom. Dabei genügen zur vergleichenden Darstellung Messungen des Temperaturverlaufs oder direkte Messungen mittels geeigneter Messgeräte (z. B. Peltier-Elemente).

Zum vertieften Konzeptverständnis werden die Darstellungen stärker quantifiziert bzw. mathematisiert (z. B. Zusammenhang von Energie- und Temperaturänderung $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$).

Eine weitere Vertiefungsmöglichkeit kann auf experimenteller Ebene vorgenommen werden, wenn je nach Komplexität eine oder mehrere Größen konstant gehalten werden müssen, um eine Formel zu gewinnen. Auch eine Vertiefung auf technischer Ebene ist möglich, z. B. zu Aufbau und Funktionsweise von Wärmepumpen.

Falls als Energieträger die Entropie (in phänomenologischer Deutung) eingeführt wird, kann die Analogie zwischen thermischen und elektrischen Energietransporten auch auf der Ebene der physikalischen Formeln und Größen herausgestellt werden (z. B. Zusammenhang von Energie- und Entropiestrom $P = I_s \cdot T$).

Bezüge:

NaWi

TF 1 Messen
TF 5 Anpasstheit an Temperaturen

Biologie

TF 4 Energieversorgung des Organismus
TF 5 Energiefluss, nutzbare Energie

Chemie

TF 3 Verbrennungsreaktionen
TF 8 Ströme und ihre Steuerung bei industriellen Verfahren

Physik

TF 2 Absorption
TF 3 Temperatur
TF 11 temperaturempfindliche Sensoren

TF 9: Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis Elektrizität im Basiskonzept System

Aus dem alltäglichen Umgang mit elektrischen Geräten bringen die Schülerinnen und Schüler Grunderfahrungen zu den Wirkungen und Gefahren der Elektrizität mit. In Themenfeld 6 haben sie elektrische Stromkreise primär unter dem Aspekt des Energietransports betrachtet und die Größe Spannung (Potenzialdifferenz) als Antrieb identifiziert. In Themenfeld 8 haben sie den Begriff des Widerstandes kennengelernt und das Strom-Antrieb-Widerstand-Konzept auf thermische Systeme angewandt.

Schwerpunkt dieses Themenfeldes sind quantitative Untersuchungen zum Strom-Antrieb-Widerstand-Konzept am Beispiel elektrischer Stromkreise. Dazu wird jetzt auch die Größe elektrische Stromstärke in die Betrachtungen einbezogen. Die gegenseitige Abhängigkeit der Größen Spannung, elektrische Stromstärke und elektrischer Widerstand wird aufgezeigt. Die Veränderung einer einzelnen Größe hat Einfluss auf das gesamte System. Die Nutzung von Analogien zu bekannten Systemen (Wärmeleitung) ermöglicht die Entwicklung eines tragfähigen Konzeptes für die Vorgänge im elektrischen Stromkreis. Die Anwendung der Gesetzmäßigkeiten erfolgt vor allem bei alltagsnahen Problemstellungen.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- wenden Messverfahren im Stromkreis an (z. B. zur Überprüfung der Knotenregel),
- führen einfache Experimente zu Größen im Stromkreis durch (z. B. zu U-I-Kennlinien verschiedener Bauteile oder zum spezifischen Widerstand eines Drahtes),
- nutzen Analogien zu thermischen Strömen zur Erklärung der Abhängigkeit der elektrischen Stromstärke von Spannung und Widerstand,
- nutzen Wissen über die Zusammenhänge elektrischer Größen zur Berechnung von Größen im Stromkreis,
- beurteilen Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom.

Beitrag zur Entwicklung von Basiskonzepten:

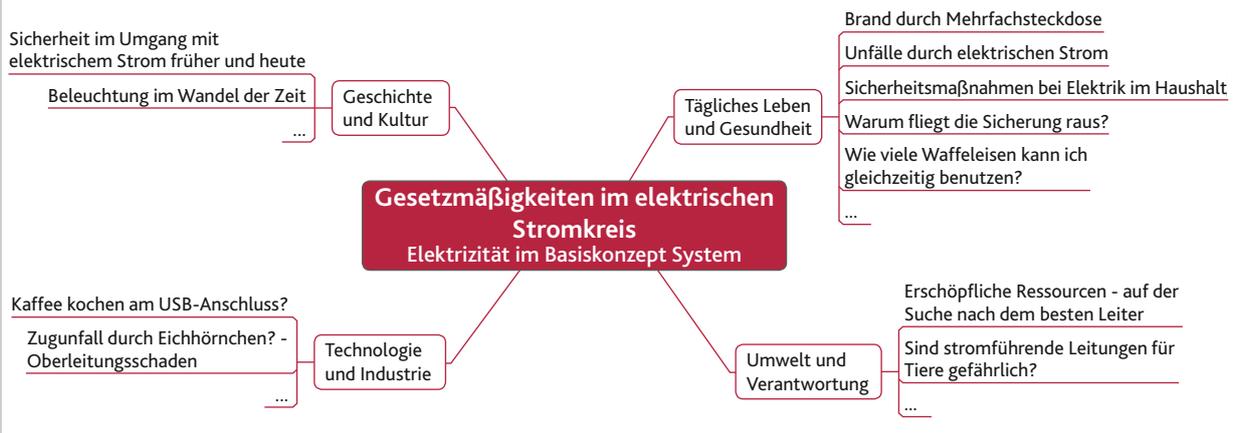
- Ströme können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden. Die elektrische Stromstärke ist abhängig vom elektrischen Widerstand. (SY)
- Mittels gemessener physikalischer Größen (hier U, I, t) kann man die Energie indirekt bestimmen. (E)
- Die pro Zeiteinheit transportierte Energie kann als Energiestromstärke beschrieben werden (der Begriff „Leistung“ beschreibt hier die Stärke des Energiestroms an elektrischen Geräten). (E)

Fachbegriffe:

Spannung
Stromstärke
Widerstand

Leistung

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Für ein Basisverständnis der Zusammenhänge zwischen Stromstärke, Spannung, Widerstand, Leistung und Energie reicht die Betrachtung einfacher Stromkreise an Beispielen aus dem Alltag aus.

Die Komplexität steigt mit zunehmender Quantifizierung bei der Betrachtung verzweigter Stromkreise. Erweiterungen sind zudem in Hinblick auf Messtechnik (z. B. mittels temperatur- oder lichtempfindlicher Widerstände) denkbar. Ebenso können das induktive (spezifischer Widerstand) und deduktive (z. B. Abhängigkeit der Leistung vom Widerstand) Verfahren zur Herleitung von Formeln sowie die experimentelle Methode vertieft werden.

Bezüge:

NaWi

TF 6 Stromkreis

Biologie

TF 7 Neuronale Erregung/Ableitung
TF 11 Elektrophorese

Chemie

TF 4 Metalle, Leitfähigkeit
TF 8 Ströme bei industriellen Verfahren

Physik

TF 6 Energietransport im Stromkreis, Spannung
TF 8 Widerstand, Strom-Antrieb-Widerstand-Konzept in thermischen Systemen

TF 10: Energiebilanzen und Wirkungsgrade Maschinen im Basiskonzept Energie

Maschinen erleichtern und beeinflussen unseren Alltag. Bereits im NaWi-Unterricht wurde dies mit den Schwerpunkten Kompartimentierung, elektrische Stromkreise und Getriebe thematisiert. Im Themenfeld 4 wurde die Kraft als physikalische Größe in dynamischen Zusammenhängen eingeführt und in statischen Zusammenhängen gemessen. Die Energie ist als physikalische Größe bereits aus NaWi bekannt, Energieflussdiagramme wurden vielfältig genutzt. Im Themenfeld 6 wurde Leistung als pro Zeiteinheit fließende Energie eingeführt.

Hier im Themenfeld 10 erfolgt eine weitere Ausschärfung der Begriffe Energie und Kraft. Energieerhaltung wird als nie widerlegte Erfahrung verwendet. Der Wirkungsgrad wird als Größe zur Beschreibung der energetischen Effizienz von Maschinen eingeführt. Seine Erhöhung spielt eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung und Optimierung von Geräten sowie beim Versuch, Energieverluste zu minimieren. Der Zusammenhang $\Delta E = P \cdot \Delta t = F \cdot \Delta s$ bildet die Grundlage zur Beschreibung der Funktion einfacher Maschinen.

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Vorgänge mit Hilfe von Energieflussdiagrammen, ermitteln Wirkungsgrade als Quotient aus genutzter und aufgewendeter Energie und nutzen den oben genannten Formelzusammenhang für Berechnungen. Sie experimentieren mit einfachen Maschinen (z. B. Flaschenzug) und berechnen Wirkungsgrade komplizierterer Maschinen (z. B. Elektromotor).

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen gegebene oder erarbeitete Formeln zum Aufstellen von Energiebilanzen, zum Treffen von Vorhersagen und zur Berechnung von Wirkungsgraden,
- nutzen Energieflussdiagramme zur Darstellung von Energieumladungen,
- bewerten den sinnvollen Einsatz von Maschinen unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades,
- bewerten das Optimieren von Maschinen unter praktischen und energetischen Gesichtspunkten.

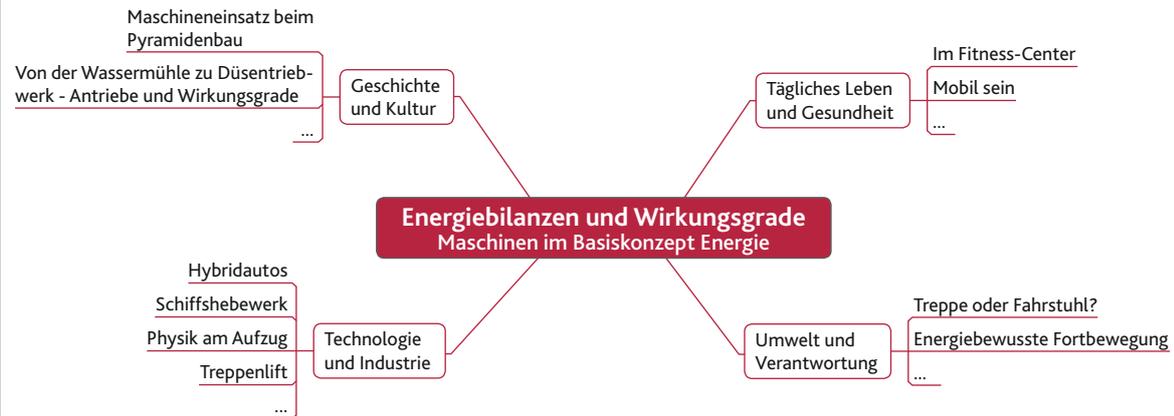
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden, d. h. die Gesamtenergie bleibt konstant. (E)
- Bei der Nutzung von Energie wird meistens der Träger gewechselt (z. B. Generator, Verbrennungsmotor, Elektromotor, Solarzelle). (E)
- Energie ist immer gekoppelt an Objekte (z. B. Körper, Stoffe, aber auch Teilchen, Felder). Mittels daran gemessener physikalischer Größen kann man ihren Wert indirekt bestimmen. (E)
- Vorhersagen über Größen sowie die Herleitung von Zusammenhängen sind möglich über das Aufstellen von Energiebilanzen. (E)
- Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der Energie auf den gewünschten Träger wechselt. Die Optimierung des Wirkungsgrades und die Vermeidung von unerwünschter Energieabgabe tragen zur Nachhaltigkeit bei. (E)

Fachbegriffe:

Energie
Wirkungsgrad

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Die Erarbeitung der aufgeführten Inhalte erfolgt an einfachen realen Beispielen, die Berechnung der aufgewendeten und der genutzten Energie sowie des Wirkungsgrades mittels vorgegebener Formeln. Lose Rolle und Flaschenzug können zum einen unter dem Aspekt der Idealisierung (Energieerhaltung) betrachtet werden, zum anderen als reale Maschinen (Wirkungsgrad <1). Kräfte und Wege können einfach gemessen, die aufgewendete und die genutzte Energie daraus berechnet werden.

Komplexere Beispiele ergeben sich je nach gewähltem Kontext. Durch das Erstellen von Energiebilanzen unter Nutzung des Energieerhaltungssatzes können Vorhersagen für den Wert einzelner Größen getroffen werden. Einzelne Formeln können auch hergeleitet, verschiedene einfache Maschinen vergleichend betrachtet werden.

Bezüge:

NaWi

TF 6 Maschinen, Energie

Biologie

TF 3 Energieträger Glukose
 TF 4 Fotosynthese
 TF 5 Energiefluss im Ökosystem, Trophiestufen, Wirkungsgrad
 TF 8 Energieerhaltung, Energiebilanzen

Chemie

TF 3 Verbrennungsreaktionen, Energieträgerwechsel
 TF 8 Wirkungsgrad bei industriellen Verfahren
 TF 11 fossile Brennstoffe
 TF 12 Batterien und Akkus

Physik

TF 4 Kraft
 TF 6 Leistung als pro Zeiteinheit fließende Energie
 TF 11 Maschinen optimieren mit Sensoren

TF 11: Sensoren im Alltag
Physikalische Grundprinzipien alltäglicher Technik

Ob im Auto, im Smartphone oder in der Waschmaschine, ob Foto-Chip, Beschleunigungssensor oder Mikrofon - Sensoren finden sich in nahezu jedem technischen Gerät aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Weitgehend unbemerkt verrichten sie ihren Dienst und wandeln analoge Informationen aus der Umwelt in elektronische Signale um. Diese werden weiterverarbeitet und schließlich über geeignete Signalwandler wieder ausgegeben oder zur Regelung von Prozessen genutzt.

Die Auseinandersetzung mit den Prinzipien der Signalerzeugung auf Basis der zu Grunde liegenden Wechselwirkungen ist Schwerpunkt dieses Themenfeldes. Vorhandenes konzeptionelles Wissen wird aufgegriffen und in den Zusammenhang von Sensoren und Signalwandlern gestellt (z. B. variable Widerstände und elektrische Thermometer; Strahlung, Absorption und CCD; Induktion und Mikrofon; elektrisches Feld und Touchscreen). Damit wird ein grundsätzliches Verständnis für die Funktion von Sensoren und die Signalwandlung in Geräten zur Unterhaltungs-, Kommunikations-, Mess- und Regeltechnik ermöglicht. Die Vielzahl der Bauformen und Funktionsprinzipien von Sensoren erfordert eine klare Einschränkung durch die Lehrkraft, ermöglicht andererseits jedoch auch eine auf die Lerngruppe angepasste Schwerpunktsetzung.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen das Wissen über zu Grunde liegende Wechselwirkungen, um Prinzipien bei der Signalaufnahme/-übertragung/-ausgabe zu beschreiben,
- führen Experimente mit Sensoren durch und werten sie aus,
- erschließen die Entwicklung der Signalwandlung und an einem geeigneten Beispiel ihre physikalischen Hintergründe,
- recherchieren zur Funktionsweise von Sensoren, dokumentieren und präsentieren die Ergebnisse der Recherche adressatengerecht.

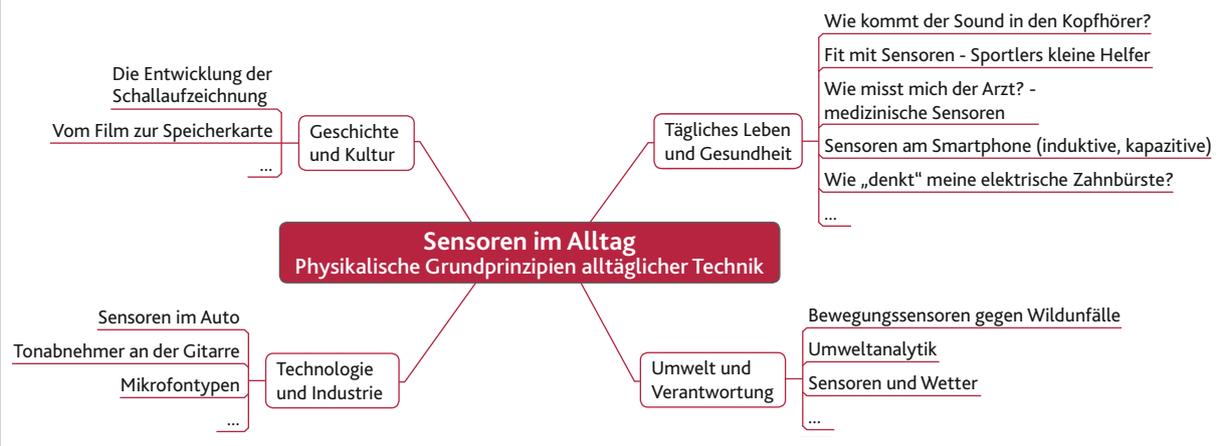
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Vorhandenes konzeptionelles Wissen wird aufgegriffen und in den Zusammenhang von Sensoren und Signalwandlern gestellt (z. B. Mikrofon unter dem Aspekt Induktion, CCD unter dem Aspekt Strahlung und Materie, NTC unter dem Aspekt Widerstand im Stromkreis).

Fachbegriffe:

Signal, Wandlung, Sensor
 Abhängig vom gewählten Thema entscheidet die Lehrkraft, welche weiteren inhaltsbezogenen Fachbegriffe verwendet werden.

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Für ein grundlegendes Verständnis wird z. B. der Weg eines akustischen Signals vom Mikrofon bis zum Lautsprecher verfolgt und soweit als möglich sichtbar gemacht. Dies ermöglicht Einblicke in die elektromagnetische Signalwandlung und Übertragung.

Für ein erweitertes Verständnis kann der Aufbau und die Funktionsweise von Sensoren und Aktoren als Wandler genauer untersucht werden. Dabei kann z. B. auch auf die Eigenschaften von Halbleitern eingegangen werden oder die Signalübertragung mittels elektromagnetischer Wellen thematisiert werden.

Bezüge:

NaWi

TF 1 Sinneswahrnehmungen, Messen
TF 6 EVA-Prinzip

Biologie

TF 7 Reiz, Sinneszelle, EVA-Prinzip
TF 8 Interzelluläre Kommunikation

Chemie

TF 9 chemische Analytik

Physik

TF 1 Schallaufnahme
TF 2 Licht an Grenzflächen
TF 5 Strahlung an Grenzflächen
TF 8 Temperatur, Widerstand
TF 9 Stromstärke, Widerstand

TF 12: Praxis und Forschung

Selbstständig und fragengeleitet experimentieren

Die Schülerinnen und Schüler haben in den vorangegangenen Themenfeldern Wissen erworben, das in Konzepten (Energie, Materie, Wechselwirkung und System) strukturiert ist. Außerdem haben sie die Methode der Erkenntnisgewinnung (Hypothese, Experiment, Beobachtung, Auswertung) eingeübt.

Ziel dieses letzten Themenfeldes ist die Nutzung des Wissens und der Methoden zur Problemlösung. Die Inhalte können aus verschiedenen Themenfeldern stammen, aber auch völlig neu sein. Der Schwerpunkt kann sowohl auf der Erweiterung als auch auf der Vertiefung des bisher Erlernten liegen. Individuelle Aufgabenstellungen sind genauso möglich wie projektartiges und damit arbeitsteiliges Vorgehen der gesamten Lerngruppe. Ebenso ist ein „physikalisches Praktikum“ unter Beachtung der Zielstellung des Themenfeldes denkbar.

Das selbstständige und fragengeleitete Experimentieren steht im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler formulieren Fragen bzw. Hypothesen, planen Untersuchungen und führen sie durch. Sie beobachten Vorgänge, werten Daten aus und interpretieren sie. Schließlich beantworten sie die Ausgangsfrage, überprüfen ihre Hypothese oder optimieren ihren Ansatz bzw. ihre Versuchsanordnung, um weitergehende oder genauere Ergebnisse zu erzielen.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen anhand von Fragestellungen oder Phänomenen Hypothesen auf und überprüfen sie,
- planen Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse,
- nutzen physikalische Kenntnisse zur Lösung von Aufgaben und Problemen,
- tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.

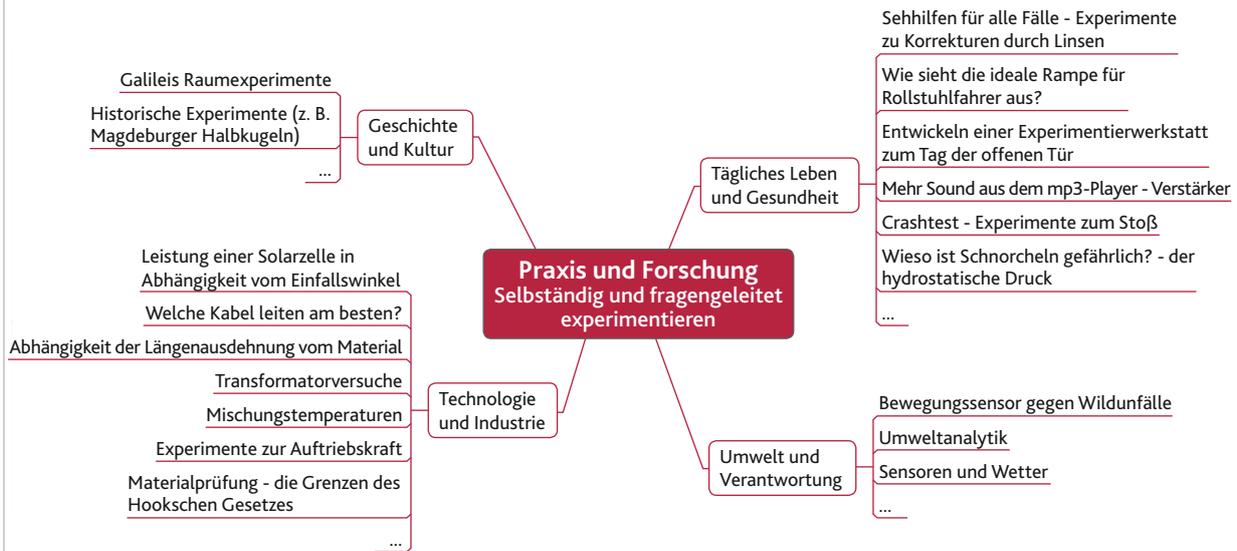
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Die im Themenfeld 12 aususchärfenden Konzepte sind abhängig von den ausgewählten Experimenten.

Fachbegriffe:

Abhängig vom gewählten Thema entscheidet die Lehrkraft, welche inhaltsbezogenen Fachbegriffe verwendet werden.

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Auf grundlegendem Niveau können einfache Versuche – wenn nötig auch mit Hilfestellungen – zur Wiederholung, Ergänzung und Vertiefung von Inhalten bisheriger Themenfelder durchgeführt werden.

Auf höherem Niveau erfolgt die experimentelle Bearbeitung komplexerer Fragestellungen.

Bezüge:

Die Bezüge sind abhängig von den gewählten Experimenten.

5 ZUR ARBEIT MIT DEN LEHRPLÄNEN

5.1 Fachübergreifende Hinweise und Erläuterungen

5.1.1 Kompetenzbereiche und Kompetenzentwicklung

Die Kompetenzbeschreibungen orientieren sich an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Für die Konkretisierung werden die vier Großbereiche in Teilbereiche unterteilt:

Umgang mit Fachwissen:

- naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen
- mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen
- Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen

Erkenntnisgewinnung:

- naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren
- modellieren
- naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren

Kommunikation:

- Informationen sachgerecht entnehmen
- sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren
- naturwissenschaftlich (fachsprachlich) argumentieren und diskutieren

Bewertung:

- Bewertungskriterien festlegen und anwenden
- Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen
- Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten

Die folgende Übersicht zeigt die durch die Lehrpläne der Fächer angelegten Möglichkeiten zur Entwicklung von Kompetenzen der verschiedenen Bereiche:

Die Schülerinnen und Schüler können...		TF 1	TF 2	TF 3	TF 4	TF 5	TF 6	TF 7	TF 8	TF 9	TF 10	TF 11	TF 12
...naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen	Umgang mit Fachwissen												
...mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen													
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen													
...naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren	Erkenntnisgewinnung												
...modellieren													
...naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren													
...Informationen sachgerecht entnehmen	Kommunikation												
...sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren													
...naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren													
...Bewertungskriterien festlegen und anwenden	Bewertung												
...Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen													
...Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten													

Kompetenzentwicklung steht im TF im Fokus im Fach:

Biologie



Chemie



Physik



5.1.2 Lehr-Lern-Modell für den kompetenzorientierten Unterricht

Kompetenzentwicklung und Lernsituation

Kompetenzentwicklung zeigt sich nicht allein durch den Zuwachs an Wissen und Können. Dazu bietet der Unterricht den Schülerinnen und Schülern Lernsituationen, in denen Wissen mit Handeln verknüpft wird. Die Lernsituationen unterscheiden sich je nach Kompetenzbereich.

Erkenntnisgewinnung:

Lernsituationen, welche die Lernenden dazu auffordern, Fragen zu stellen und ihr Vorwissen oder ihre Vorstellungen in Frage zu stellen, leiten die Kompetenzentwicklung ein. Die Lernenden erwerben Wissen, indem naturwissenschaftliche Methoden geübt und angewendet werden. Die Reflexion über die Erkenntnismethode ist Teil der Kompetenzentwicklung.

Kommunikation:

Lernsituationen, die zur Kompetenzentwicklung im Bereich Kommunikation beitragen, fordern die Lernenden zu einem „Kommunikationsvorhaben“ auf, z. B. zu einer Recherche oder zur Anfertigung eines Kommunikationsmittels oder einer Präsentation. Im Mittelpunkt der Lernsituation steht der Umgang mit oder die Anfertigung von Medien. Das geschieht nicht inhaltsleer, sondern bezieht das in den Lehrplänen geforderte Fachwissen mit ein. Die Reflexion über die Qualität der Kommunikation ist auch hier Bestandteil der Kompetenzentwicklung.

Umgang mit Fachwissen:

Über Erkenntnisgewinnung oder Kommunikation erwerben Schülerinnen und Schüler neues oder vertieftes Fachwissen. Das Fachwissen wird transferfähig, wenn es vom Erwerbskontext gelöst wird und in immer neuen Problemstellungen wieder angewendet wird. Die für den Kompetenzbereich typischen Lernsituationen gehen von einem (lebensweltlichen oder fachlichen) Problem aus, das gelöst werden kann, wenn Fachwissen reaktiviert und neu kombiniert wird. Dies gelingt besonders gut durch kooperative Lernumgebungen, in denen das individuelle Wissen einzelner Lernender zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt wird.

Bewertung:

Lernsituationen, die zur Entwicklung von Bewertungskompetenz beitragen, gehen von konkreten Fallbeispielen aus, die zur Stellungnahme herausfordern und die Schülerinnen und Schüler im Sinne eines Planspiels in (ethisch oder ökologisch motivierte) Konfliktsituationen versetzen. Unter Anwendung von Fachwissen, das zur Aufklärung beiträgt, werden Argumente gebildet und gewichtet. Bewertungskompetenz ist deshalb mehr als die Fähigkeit, Fachwissen anzuwenden: Sie bedarf der Kenntnis verschiedener Perspektiven und Handlungsoptionen.

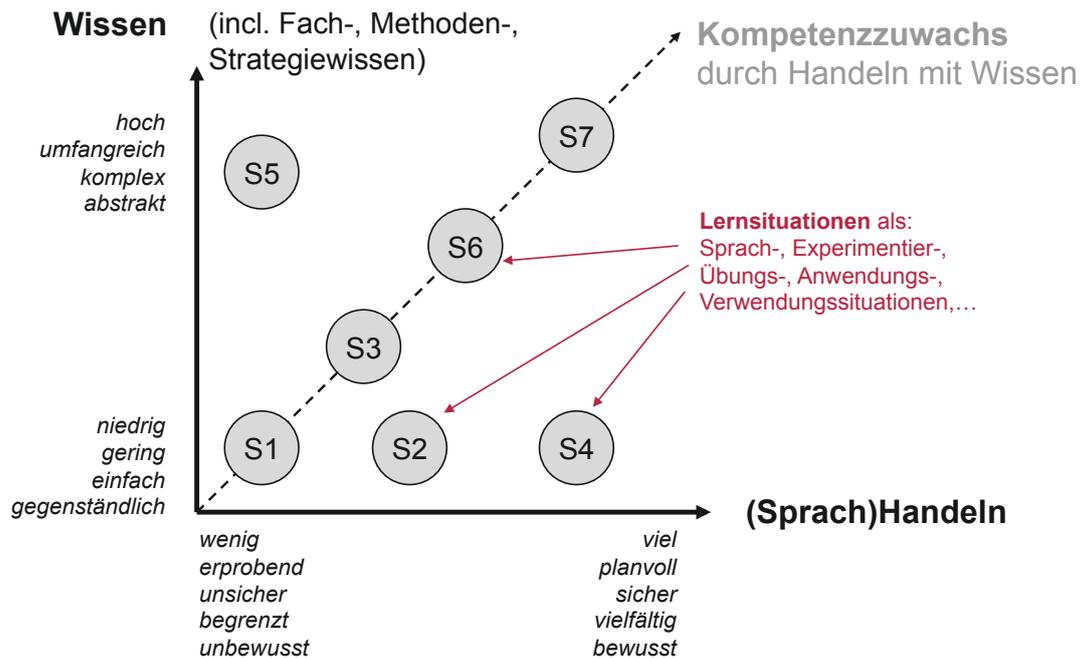


Abb.: Zusammenhang von Lernsituationen und Kompetenzerwerb

Phasen der Kompetenzentwicklung im Unterricht – ein Prozessmodell

Aus der Sicht konstruktivistischer Lerntheorien ist Lernen ein individueller Prozess und findet in einer Folge von Lernschritten statt. Lernende treten mit ihrem persönlichen Vorwissen, ihren Vorerfahrungen und mit einem Bestand an Kompetenzen in die Lernumgebung des Unterrichts ein und verlassen diese Lernumgebung mit einem Lernzuwachs, der sich im Zuwachs von Wissen und/oder Können zeigt.

Da sich die Kompetenzentwicklung der einzelnen Lernenden voneinander unterscheidet, können Aussagen zum Lernertrag nur durch die Diagnose individueller Lernprodukte erfolgen. Aufgabenbasiertes Arbeiten, das den handelnden Umgang mit (neuem) Wissen herausfordert, ist deshalb ein notwendiges Instrument des kompetenzorientierten Unterrichts (vgl. Leisen 2006-2010). Die Lehrpläne definieren Kompetenzen, legen aber den Weg nicht fest. Um eine Überforderung zu vermeiden, wechseln im Unterricht Lernsituationen und Lerneinheiten ab, in denen zum einen der Wissenserwerb und zum anderen das Einüben von Handlungen im Vordergrund steht. Die Lehrkraft steuert die Kompetenzentwicklung durch die Planung von Lerneinheiten, welche das diagnostizierbare Lernprodukt in das Zentrum der Unterrichtsgestaltung stellen.

Die kleinste Planungseinheit für den kompetenzorientierten Unterricht ist die Lerneinheit, die in der Regel 1-3 Stunden umfasst. Das folgende Lehr-Lernmodell (vgl. Studienseminar Koblenz) berücksichtigt die Phasen des (individuellen) Lernprozesses und verdeutlicht die Steuerungsinstrumente der Lehrkraft: Aufgabenstellungen, Materialien, Moderation und Diagnose/Rückmeldung.

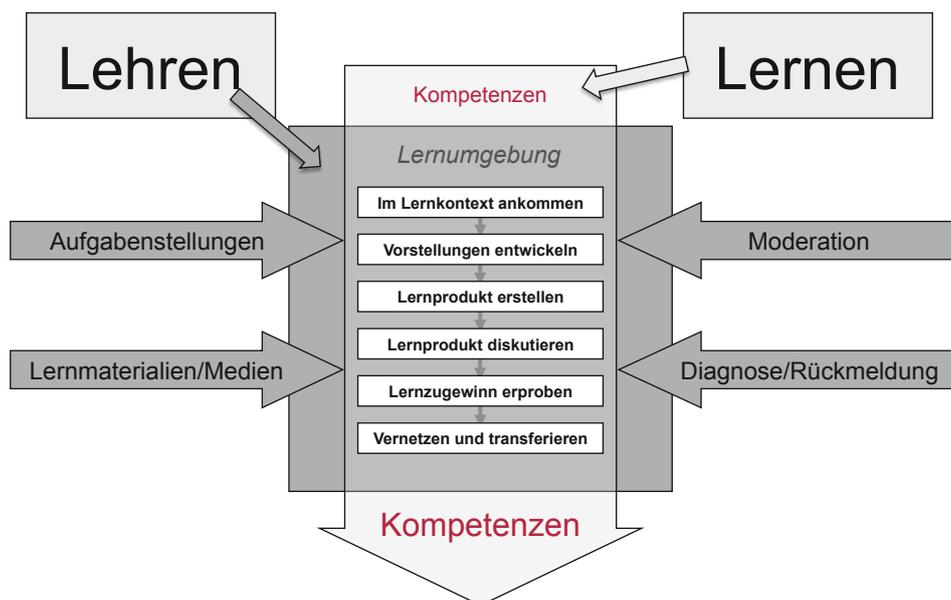


Abb.: Lehr-Lern-Modell

1. Phase: Im Lernkontext ankommen/Problemstellung entdecken

Die Lernenden brauchen Impulse (Phänomene, Bilder, Zitate ...), um im Lernkontext anzukommen. Diese wecken Assoziationen, binden an das Vorwissen oder an Selbsterfahrungen der Schülerinnen und Schüler an oder wecken Neugierde. Häufig entdecken und entfalten die Lernenden eine Problemstellung selbstständig, doch kann diese auch durch die Lehrkraft vorgegeben werden. Ergebnis dieser Phase ist es, dass jede Schülerin und jeder Schüler Gelegenheit hat, im Lernkontext anzukommen und sich für den Lernprozess (emotional und kognitiv) zu öffnen.

2. Phase: Vorstellungen entwickeln

In einem zweiten Schritt entwickeln die Lernenden individuelle Vorstellungen und Hypothesen mit Bezug zur Problemstellung. Dazu erhält jede Schülerin und jeder Schüler Gelegenheit Vorwissen, Meinungen, Einstellungen etc. einzubringen. Durch den gegenseitigen Austausch werden Erkenntnislücken sowie unterschiedliche Vorstellungen oder Meinungen aufgedeckt. Ergebnis dieser Unterrichtsphase ist ein tragfähiger Lernanreiz, der sich aus dem Bedürfnis nach Klärung ergibt.

3. Phase: Lernprodukt erstellen und Lernmaterialien bearbeiten

Das Herzstück der kompetenzorientierten Lerneinheit ist die Aufgabenstellung, die zur Klärung der Problemstellung und zur Herstellung eines Lernproduktes beiträgt. Soll ein Lernzuwachs erfolgen, brauchen die Lernenden neue Informationen – entweder neue Wissensbausteine oder Anleitungen für neue Methoden. Die Informationen entnehmen sie Quellen, die von der Lehrkraft zur Verfügung gestellt werden. In der Regel sind dies didaktisierte Lernmaterialien (z. B. Texte, Arbeitsblätter, Bilder, Experimentiermaterialien, Datenmaterial) oder ein Lehrervortrag. Die Lernmaterialien werden in geeigneten Sozialformen bearbeitet und ausgewertet. In diesem dritten Lernschritt entstehen individuelle Lernprodukte (z. B. Tabelle, Mindmap, Text, Skizze, Bild, Diagramm, Experiment, Kurzvortrag) auf dem Weg zur Problemlösung.

Bei der Bearbeitung der Lernmaterialien und beim Erstellen der Lernprodukte werden neue Vorstellungen gebildet bzw. alte erweitert oder ausgeschärft und präzisiert. Hier findet ein wichtiger, individueller Lernzuwachs statt, der in der folgenden Phase stabilisiert und verfestigt wird.

4. Phase: Lernprodukte diskutieren

Die in der 3. Phase entwickelten individuellen neuen Vorstellungen werden im vierten Schritt artikuliert, verbalisiert, umgewälzt und mit denen anderer Lernender abgeglichen und verhandelt. In diesem Schritt wird sich die Lerngruppe auf gemeinsame Erkenntnisse im Sinne eines „gemeinsamen Kerns“ verständigen.

5. Phase: Sich des eigenen Lernzugewinns bewusst werden und erproben

In dieser Phase ermitteln die Lernenden den eigenen Lernzuwachs durch den Vergleich mit den in der 2. Phase entwickelten Vorstellungen und Hypothesen. Der Lernzuwachs wird erfahren, indem das Gelernte auf die Problemstellung angewendet wird. Hier wird den Lernenden der Lernzuwachs deutlich und bewusst. Durch Anwendung des Gelernten auf ähnliche Aufgabenstellungen wird erprobt, ob der Kompetenzzuwachs einem erfolgreichen handelnden Umgang standhält. Diese Phase muss zeitnah zur vorangegangenen liegen, während bei der folgenden eine Zeitverschiebung lernpsychologisch sinnvoll ist.

6. Phase: Vernetzen und transferieren

Die Lernenden haben das neue Wissen in einem bestimmten Kontext erworben. Aus der neurophysiologischen Erkenntnis, dass das Einspeichern in das Gedächtnis einen anderen Weg nimmt als das Abrufen aus dem Gedächtnis, ergibt sich die Notwendigkeit, dieses Wissen zu dekontextualisieren und in anderen Kontexten anzuwenden. Dabei erfolgt eine Verankerung in vorhandenen Begriffs- und Wissensnetzen, wodurch das neu erworbene Wissen nachhaltig verfügbar wird.

Die Steuerung der Lernprozesse durch die Lehrkraft:

Lernen erfolgt individuell und eine vollständige Synchronisation der Lernprozesse im Klassenunterricht ist nicht möglich und auch nicht erwünscht. So kann es z. B. sein, dass sich während der 3. Phase (Lernprodukt erstellen) durch den Austausch zwischen den Lernenden neue Vorstellungen entwickeln („Phase 2“), diese zu einer Erkenntnis formuliert werden („Phase 3“) und nach Diskussion in der Schülergruppe („Phase 4“) in die Erstellung des eigentlichen Lernproduktes einfließen. Der Lernprozess wird also in Schleifen durchlaufen.

Die steuernde Funktion der Lehrkraft beruht in der Konzeption der Lerneinheit und der Lernmaterialien (materiale Steuerung) und im situativen Einsatz während des Unterrichts. Neben der Moderation sind Diagnose der Lernstände und gezielte Rückmeldung zum Lernfortschritt wesentliche Instrumente für das Lehren (personale Steuerung).

Aufgabenstellungen sind der Motor der kompetenzorientierten Lernumgebungen. Sie sind herausfordernd und berücksichtigen Fehlerchancen: Aufgaben im Lernraum unterscheiden sich von Leistungsaufgaben, indem sie nicht auf richtige Lösungen hin konzipiert sind, sondern verschiedene Lösungswege oder Lösungsansätze zulassen, welche die Diskussion unter den Lernenden anregen.

Durch eine situativ angemessene Klassen- und Gesprächsführung bindet die Lehrkraft die Lernmaterialien in den Lernprozess ein und fördert die diskursive Verhandlung der Lernprodukte. Sowohl auf Basis der Lernprodukte als auch der Äußerungen der Schülerinnen und Schüler beim Diskurs werden Lernstand und Kompetenzentwicklung diagnostiziert.

Die Reflexion des Lernzugewinns erfolgt durch den Vergleich der individuellen Vorstellungen vor und nach dem Lernprozess. Ergänzt durch Reflexionen über den Lernprozess (Metareflexionen), die von der Lehrkraft an geeigneten Stellen angeregt werden, sowie durch individuelle qualifizierte Rückmeldungen entwickeln sich auf diese Weise Könnensbewusstsein, Selbstbewusstsein und Persönlichkeit der Lernenden.



Vertiefende Aspekte zur Differenzierung: Biologie S. 167 ff., Chemie S. 188 ff., Physik S. 209 ff.

5.1.3 Systematischer Aufbau von Fachwissen mit Hilfe von Basiskonzepten

Basiskonzepte sind grundlegende, für den Unterricht eingegrenzte und für Schülerinnen und Schüler nachvollziehbare Ausschnitte fachlicher Konzepte und Leitideen, die elementare Prozesse, Gesetzmäßigkeiten und Theorien der naturwissenschaftlichen Fächer strukturiert und vernetzt darstellen. Sie beinhalten zentrale, aufeinander bezogene Begriffe, erklärende Modellvorstellungen und Theorien, die sich in dem jeweiligen Fach zur Beschreibung elementarer Phänomene und Prozesse als relevant herausgebildet haben. Dabei erheben sie nicht den Anspruch, jeweils das gesamte Fach vollständig abzubilden.

Konzepte sind Ergebnis von Abstraktionen, die (allmählich) aus der Beschäftigung mit konkreten Fachinhalten entstehen. Das nachfolgende Organigramm zeigt am Beispiel des Energiekonzeptes den Konzeptbezug einzelner Fachinhalte in den verschiedenen Fächern.

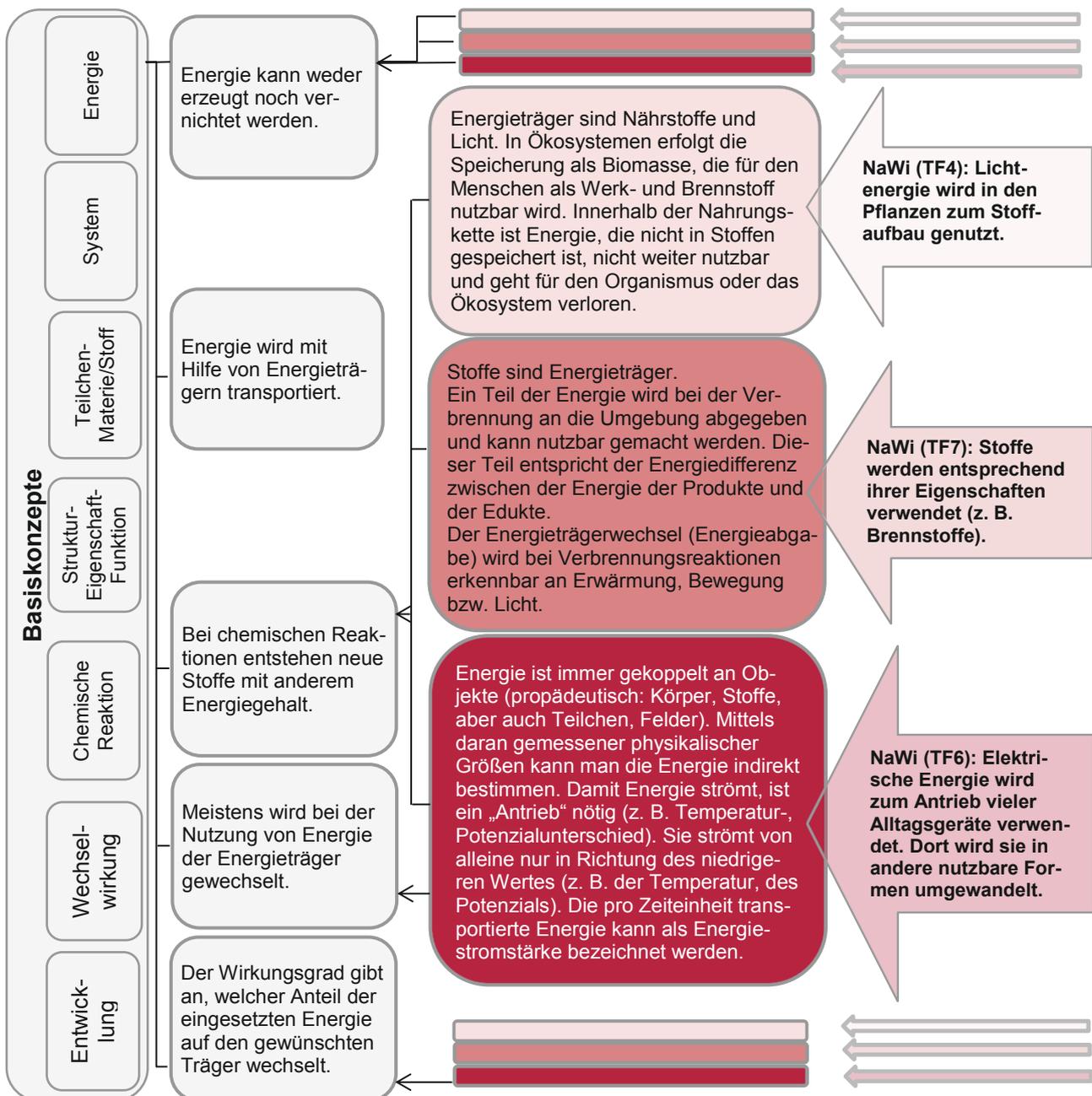


Abb.: Zusammenhang von Basiskonzept und konzeptbezogenem Fachwissen der einzelnen Fächer

Die besondere Bedeutung der Basiskonzepte für das Lernen besteht darin, dass mit ihrer Hilfe schulische Inhalte der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer sinnvoll strukturiert werden und die fachlichen Beziehungen durch den Konzeptgedanken über die gesamte Lernzeit miteinander verbunden werden können. Basiskonzepte bilden als strukturierte Wissensbestände den Rahmen, in dem neue Erfahrungen mit schon erworbenen Kenntnissen verbunden werden. Sie erleichtern so den kontinuierlichen Aufbau von fachlichen Kompetenzen im Sinne kumulativen Lernens und den Erwerb eines grundlegenden, vernetzten Wissens. Sie helfen, Vorgänge in der Natur und Technik zu verstehen, bei neuen Phänomenen und Fragestellungen bekannte Zusammenhänge sowie Strukturen zu erkennen und zur Erklärung heranzuziehen.

Sie werden Schritt für Schritt durch alle Jahrgangsstufen hindurch in unterschiedlichen Zusammenhängen erkenntniswirksam immer wieder aufgegriffen, thematisiert und weiter ausdifferenziert. Sie bilden die übergeordneten Strukturen im Entstehungsprozess eines vielseitig verknüpften Wissensnetzes. Fachinhalte können dabei aus unterschiedlichen Konzeptperspektiven betrachtet und aus der Sicht des jeweiligen Basiskonzepts strukturiert vernetzt werden.

Konzepte sind individuelle Erklärungsmuster. Unterricht muss demzufolge so gestaltet werden, dass Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit bekommen, die naturwissenschaftlichen Konzepte in ihre eigene Weiterklärung mit einzubeziehen. Die drei naturwissenschaftlichen Lehrpläne tragen in unterschiedlicher Weise zur Entwicklung der naturwissenschaftlichen Basiskonzepte bei.

Die folgende Tabelle zeigt den kumulativen Aufbau der Basiskonzepte insgesamt und Schwerpunkte in einzelnen Themenfeldern in den einzelnen Fächern.

Basiskonzept	TF 1	TF 2	TF 3	TF 4	TF 5	TF 6	TF 7	TF 8	TF 9	TF 10	TF 11	TF 12
Energie												
System												
Teilchen-Materie/Stoff												
Struktur-Eigenschaft-Funktion												
Chemische Reaktion												
Wechselwirkung												
Entwicklung												

Basiskonzept verpflichtend im Fach

Biologie

Chemie

Physik

Basiskonzept fakultativ

jeweils in Fachfarbe

|||||||



Ausführliche Beschreibung der Konzeptentwicklung in den einzelnen Fächern:
Biologie Kap. 5.2, Chemie 5.3, Physik 5.4

Die folgenden Seiten beinhalten einen Vergleich der Teilkonzepte in den einzelnen Fächern.

Übersicht zur Basiskonzeptentwicklung

Energie			
Fächerübergreifend	Biologie	Chemie	Physik
Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.	Lebende Systeme nehmen Energie aus ihrer Umgebung auf, speichern sie und geben sie wieder ab. Energie kann nicht neu entstehen oder vernichtet werden.		Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden, d. h. die Gesamtenergie bleibt konstant. Vorhersagen über Größen sowie die Herleitung von Zusammenhängen sind möglich über das Aufstellen von Energiebilanzen.
Die Energie wird mit Hilfe von Energieträgern transportiert. <i>Der Begriff „Energieformen“ wird oft synonym zu „Energie auf verschiedenen Energieträgern“ gebraucht, z. B. wenn Stoffe als Energieträger betrachtet werden, wird von „chemischer Energie“ gesprochen.</i>	Energieträger sind Nährstoffe und Licht.	Stoffe sind Energieträger.	Energie ist immer gekoppelt an Objekte (propädeutisch: Körper, Stoffe, aber auch Teilchen, Felder). Mittels daran gemessener physikalischer Größen kann man ihren Wert indirekt bestimmen. Damit Energie strömt, ist ein „Antrieb“ nötig (z. B. Temperatur-, Potenzialunterschied). Sie strömt von alleine nur in Richtung des niedrigeren Wertes (z. B. der Temperatur, des Potentials). Die pro Zeiteinheit transportierte Energie kann als Energiestromstärke beschrieben werden.

<p>Bei chemischen Reaktionen entstehen neue Stoffe mit anderem Energiegehalt.</p>	<p>In der Fotosynthese wird Energie von Licht auf Materie übertragen, dabei entsteht Glucose. Bei Stoffwechselprozessen in lebenden Systemen findet eine permanente Energieübertragung statt. Lebende Systeme geben Energie an ihre Umgebung ab, dies wird als Erwärmung deutlich.</p>	<p>Bei chemischen Reaktionen entstehen neue Stoffe mit anderem Energiegehalt.</p>	
<p>Energie kann den Träger wechseln.</p>	<p>In der Fotosynthese wird Energie von Licht auf Materie übertragen, dabei entsteht Glucose. Bei Stoffwechselprozessen in lebenden Systemen findet eine permanente Energieübertragung statt. Lebende Systeme geben Energie an ihre Umgebung ab, dies wird als Erwärmung deutlich.</p>	<p>Chemische Reaktionen werden als Energieträgerwechsel betrachtet. Produkte und Edukte tragen unterschiedlich viel Energie. Die Energiedifferenz kann positiv oder negativ sein. Ist sie negativ (exotherm), wird im Verlauf der Reaktion Energie an die Umgebung abgegeben. Ist sie positiv (endotherm), wird der Umgebung Energie entzogen.</p>	<p>Bei der Nutzung von Energie (z. B. Generator, Verbrennungsmotor, Elektromotor, Solarzelle, ...) wird meistens der Träger gewechselt.</p>
<p>Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der eingesetzten Energie auf den gewünschten Träger wechselt.</p>	<p>Innerhalb der Trophiestufen geht ein Teil der Energie als Wärme für das System verloren. Energiebilanzen für die Herstellung und Bereitstellung von Nahrungsmitteln oder Werkstoffen sind je nach Verfahren verschieden.</p>	<p>Technische Verfahren werden auch unter energetischem Aspekt optimiert. Zum Beispiel durch den Einsatz von Katalysatoren.</p>	<p>Die Optimierung des Wirkungsgrades, der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen und die Vermeidung von unerwünschter Energieabgabe tragen zur Nachhaltigkeit bei.</p>

Tabelle Basiskonzept Energie

System			
	Biologie	Chemie	Physik
Fächerübergreifend	<p>Systeme bestehen aus Elementen, die untereinander Materie, Energie und Informationen austauschen und als Einheit betrachtet werden können.</p> <p>Lebewesen besitzen Funktionseinheiten, zwischen denen Materie, Energie und Informationen ausgetauscht werden. Das kleinste Kompartiment, das alle Kennzeichen des Lebens trägt, ist die Zelle.</p>		<p>Physikalische Systeme können materielle Einheiten sein (z. B. techn. Stromkreis), aber auch gedankliche Einheiten (z. B. „geschlossene Systeme“, deren Grenzen für eine Energiebilanzierung bewusst gewählt sind).</p> <p>Das einfachste System zur Informationsübermittlung besteht aus Sender, Informationsträger und Empfänger.</p> <p>Zur kontinuierlichen Energieübertragung sind Energieträger (z. B. elektrische Ladung) sowie abgebende bzw. aufnehmende Elemente (z. B. Generator und elektrische Geräte) notwendig.</p> <p>Der Austausch von Materie, Energie und Information findet mit endlicher Geschwindigkeit statt (z. B. Schall-, Lichtgeschwindigkeit).</p>
Systeme im Gleichgewicht befinden sich in einem stabilen Zustand, in dem von außen keine Veränderung wahrnehmbar ist.	Ökosysteme, Organismen oder Zellen befinden sich in einem dynamischen Gleichgewicht, wenn von außen keine Veränderung wahrnehmbar ist.		Körper im Kräftegleichgewicht ändern ihren Bewegungszustand nicht.
Auf Störung reagiert ein System im Gleichgewicht durch Veränderung in Richtung eines neuen Gleichgewichts.	Lebende Systeme haben die Fähigkeit zur Regulation. Der Organismus besitzt Kompartimente zum Messen, Regeln und Steuern.		

<p>Störungen führen zu Veränderungen (Konzentration-, Druck-, Temperatur-, Potenzialunterschiede) und sind Antrieb für Ströme (Flüssigkeitsströme, thermische Ströme, elektrische Ströme).</p>	<p>Konzentrationsgefälle sind Antrieb für Stoffaustausch.</p>	<p>Elektrische Spannung (elektr. Potenzialdifferenz) ist der Antrieb für elektrischen Strom. Damit Energie strömt, ist ein „Antrieb“ nötig (Wärmeleitung benötigt Temperaturdifferenz).</p>
<p>Ströme können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden.</p>	<p>Lebewesen verfügen über Mechanismen, um Stoffströme oder Energieströme zu beeinflussen.</p>	<p>Die Stärke thermischer Ströme ist von Art, Dicke und Querschnitt des durchströmten Materials abhängig (thermischer Widerstand). Die elektrische Stromstärke ist abhängig vom elektrischen Widerstand.</p>

Tabelle Basiskonzept System

Teilchen-Materie/Stoff			
Fächerübergreifend	Biologie	Chemie	Physik
Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.	Die Bewegung von Teilchen ist Voraussetzung für Diffusion und Osmose und somit von zentraler Bedeutung für die Aufnahme und Abgabe von Stoffen. Stoffwechselreaktionen werden durch Wechselwirkung zwischen Eiweißen und deren Substraten gesteuert.	Materie/Stoff besteht aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken (z. B. Metalle bestehen aus einem Gitter von Metallatomen, deren Elektronen zum Teil über die jeweilige Atomhülle hinaus beweglich sind).	Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken (z. B. Teilchenstöße bei der Schallübertragung oder stärkere Bewegung bei Temperaturerhöhung).
Durch die unterschiedliche Kombination von Teilchen, ihre Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen ihnen ergibt sich die Vielfalt der Stoffe.	Lebewesen bestehen aus verschiedenen Stoffen, die das Element Kohlenstoff enthalten. Aus den Elementen COHNSP wird Biomasse aufgebaut. Die Anordnung von Molekülbausteinen in Proteinen oder Nucleinsäuren bestimmt deren Funktionen.	Die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen ergibt sich aus der Fähigkeit des Kohlenstoffatoms zur Ausbildung von Elektronenpaarbindungen mit anderen Kohlenstoffatomen.	
Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle (differenziertes Atommodell).		Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle (differenziertes Atommodell).	Ändert sich die Zusammensetzung bzw. der Energiegehalt des Atomkerns (z. B. beim radioaktiven Zerfall), wird Strahlung ausgesendet.
(Elementar) Teilchen unterscheiden sich in Eigenschaften wie Masse und elektrische Ladung.		Protonen und Elektronen sind Träger elektrischer Ladung.	Elektronen sind negativ, Protonen positiv geladen, Neutronen sind elektrisch neutral.

<p>Der submikroskopische Bau der Stoffe wird mit Modellen (einschließlich der Formeln) beschrieben.</p>		<p>Der submikroskopische Bau der Stoffe wird mit Modellen (einschließlich der Formeln) beschrieben.</p>	
<p>Bindungsmodelle dienen zur Interpretation von Teilchenanordnungen (Aggregationen), räumlichen Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen.</p>		<p>Bindungsmodelle dienen zur Interpretation von Teilchenanordnungen (Aggregationen), räumlichen Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen (z. B. die Polarität von Wasser und Kohlenstoffverbindungen wird durch ihre Molekülstruktur bestimmt).</p>	

Tabelle Basiskonzept Teilchen-Materie/Stoff

Fächerübergreifend		Biologie	Chemie	Physik
Die Struktur bestimmt die Eigenschaft bzw. die Funktion.	<p>An eine Funktion angepasste Strukturen finden sich auf der Ebene von Organen, Zellen und Molekülen.</p> <p>Lebenswichtige Funktionen sind unter anderem der Austausch von Stoffen, Energie und Informationen mit der Umgebung.</p> <p>Die Struktur und die Zusammensetzung der Stoffe bestimmen ihre Eigenschaften.</p>	<p>Die Eigenschaften der Stoffe bestimmen ihre Verwendung.</p> <p>Die Struktur und die Zusammensetzung der Stoffe bestimmen ihre Eigenschaften.</p> <p>Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften bzw. ähnlicher Struktur bilden eine Stoffklasse.</p> <p>Stoffeigenschaften werden mit Teilchenmodellen gedeutet.</p>		

Tabelle Basiskonzept Struktur-Eigenschaft-Funktion

Chemische Reaktion			
	Biologie	Chemie	Physik
Fächerübergreifend			
Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.	Bei der Stoffumwandlung entstehen neue Stoffe. Die Stoffumwandlung ist mit einem Energieumsatz verbunden.	Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.	
Stoffkreisläufe werden als Systeme chemischer Reaktionen aufgefasst.	In Ökosystemen, Organismen und Zellen findet Stoffumwandlung statt. Die Stoffumwandlung basiert auf einzelnen Stoffwechselreaktionen.	Der Kohlenstoffkreislauf ist ein komplexes System chemischer Reaktionen.	
Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen oder Schemata beschrieben.	Reaktionsschemata erlauben Bilanzierungen. Kohlenstoffverbindungen lassen sich durch verschiedene Formeln und Symbole beschreiben. Die Symbolik dient der Erklärung von Stoffwechselreaktionen.	Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen oder Schemata beschrieben.	
Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert.	In Ökosysteme, Organismen oder Zellen finden je nach Umweltfaktoren andere Stoffwechselreaktionen statt.	Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert.	
Chemische Reaktionen sind umkehrbar.	Fließgleichgewichte in Ökosystemen sind das Ergebnis umkehrbarer Prozesse.	Chemische Reaktionen sind (prinzipiell) sowohl stofflich als auch energetisch umkehrbar (z. B. Analyse und Synthese von Wasser, endotherm und exotherm).	
Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse	Beim Aufbau von Biomasse wird genauso viel Masse gebraucht wie beim Abbau wieder freigesetzt wird.	Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse	

In Donator-Akzeptor-Reaktionen werden Teilchen übertragen.	Die Übertragung von Phosphatresten verändert den Energieinhalt von Biomolekülen.	In Donator-Akzeptor-Reaktionen werden Teilchen übertragen (z. B. Elektronenübertragung in galvanischen Zellen).	
Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.	Neue Stoffe, die bei Stoffwechselreaktionen entstehen, enthalten die Atome der Edukte in einer veränderten Zusammensetzung	Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt (z. B. Oxonium-Kationen und Hydroxid-Anionen reagieren bei Neutralisationsreaktionen zu Wassermolekülen).	

Tabelle Basiskonzept Chemische Reaktion

Wechselwirkung			
Fächerübergreifend	Biologie	Chemie	Physik
Die Wechselwirkung von Körpern miteinander bewirkt eine Änderung der Bewegungszustände oder eine Verformung der Körper.			<p>Die Geschwindigkeit eines Körpers ist charakterisiert durch Richtung und Betrag.</p> <p>Die Masse eines Körpers bestimmt dessen Trägheit in Bezug auf Bewegungsänderungen.</p> <p>Die Kraft ist ein Maß für Stärke und Richtung einer Wechselwirkung.</p> <p>An jedem Wechselwirkungspartner misst man die gleiche Kraft, aber in entgegengesetzter Richtung.</p> <p>Die berührungslose Wechselwirkung von Körpern wird durch Felder vermittelt. Die Darstellung der räumlichen Struktur der Felder (z. B. mit Feldlinien) gibt Auskunft über die Richtung und Stärke einer Wechselwirkung.</p>
Sich verändernde elektrische und magnetische Felder beeinflussen sich wechselseitig.			Die Induktion und das elektromotorische Prinzip beruhen auf der Wechselwirkung von sich verändernden magnetischen und elektrischen Feldern.
Wenn Strahlung oder Schall auf Körper trifft, findet Energieübertragung (Absorption) und/oder eine Änderung der Strahlungsrichtung (Reflexion, Brechung) statt.			<p>Licht wird an Grenzflächen reflektiert und/oder gebrochen, zudem findet Absorption statt (z. B. als Erwärmung wahrnehmbar).</p> <p>Absorption von Teilen des Lichtspektrums in Materie führt zur Veränderung des Farbedrucks.</p> <p>Die Absorption ionisierender Strahlung kann in Lebewesen zu Schädigungen führen.</p> <p>Wenn Schall auf einen Körper trifft, kann er diesen in Schwingung versetzen (z. B. im Ohr).</p>
Wenn ein Körper schwingt, ändert sich periodisch sein Zustand. Dabei kann er Schall abgeben.			Schallerzeuger schwingen mit verschiedener Frequenz und Amplitude, was als Tonhöhe und Lautstärke des abgestrahlten Schalls wahrgenommen wird.

Tabelle Basiskonzept Wechselwirkung

Entwicklung		
Fächerübergreifend	Biologie	Chemie Physik
Entwicklung ist eine systemimmanente Eigenschaft komplexer Systeme und führt zu ständiger Veränderung.	Lebende Systeme entwickeln und verändern sich in einem fortwährenden Prozess. Die stammesgeschichtliche Entwicklung von Lebewesen nennt man Evolution, die Individualentwicklung Ontogenese.	
Die Entwicklung komplexer Systeme ist ein unumkehrbarer Prozess.	Die Evolution von Lebewesen oder die Entwicklung von Ökosystemen ist unumkehrbar.	
Entwicklung ist an Vielfalt, Selektion und Vervielfältigung gebunden.	Voraussetzung für die Evolution ist die Variabilität von Lebewesen. Selektionsfaktoren beeinflussen die Fitness von Lebewesen. Die besser angepassten Lebewesen haben den größeren Fortpflanzungserfolg.	
Die Veränderbarkeit von Strukturen ist Voraussetzung für Vielfalt.	Veränderung entsteht durch Mutation oder Neukombination von Erbanlagen. Dies ist Voraussetzung für Individualität und Vielfalt innerhalb von Populationen.	
Durch das Zusammenspiel einzelner Veränderungen treten spontan völlig neue Systemeigenschaften auf (Emergenz).	Im Laufe der Evolution treten neue Formen scheinbar Übergangslos und sprunghaft auf. Ökosysteme können auf Veränderungen sprunghaft mit neuen Systemeigenschaften reagieren. Umweltfaktoren, die diese Veränderungen hervorrufen, sind z. B. Klimafaktoren.	

Tabelle Basiskonzept Entwicklung

5.1.4 Hinweise zur Lernstandsdiagnose und zur Leistungsbewertung

Jugendliche Lernende empfinden neben der Mathematik vor allem die naturwissenschaftlichen Fächer oft als „schwierig“. Die öffentliche Meinung und die Zeugnisnoten in diesen Fächern geben vielen von ihnen Recht. Um dennoch angstfreies Lernen zu ermöglichen und dafür zu motivieren, müssen Lernfortschritte kontinuierlich sichtbar gemacht werden. Hilfreich dafür sind Unterrichtszeiten, die weitgehend frei von Bewertung sind (*Lernraum*). In diesen Zeiten sind Fehler ausdrücklich gestattet und werden als dem Lernprozess förderlich erlebt. Zeitlich getrennt davon wird den Lernenden Gelegenheit gegeben, ihr Wissen und Können darzustellen und ihren Kompetenzzuwachs zu zeigen (*Leistungsraum*).

Die zeitliche Trennung von Lern- und Leistungsraum ist in Fächern mit geringer Wochenstundenzahl schwieriger als in Hauptfächern. Im Folgenden werden hier einige Hinweise zu Rückmeldungen über den Lernfortschritt allgemein und zur Leistungsbewertung im Besonderen gegeben.

Rückmeldungen zum individuellen Lernfortschritt geben den Lernenden Impulse für neue Lernziele und motivieren für weiteres Tun. Kompetenzzuwachs wird so individuell erfahrbar. Eine ausreichend häufige Rückmeldung gelingt nur durch Einbeziehung aller am Lernprozess Beteiligten. Wenn Lernende regelmäßig Selbsteinschätzungen vornehmen und diese den Fremdeinschätzungen von Mitschülerinnen und Mitschülern, Lehrkräften und im Einzelfall auch Eltern gegenüber stellen, fördert dies ihre Beurteilungskompetenz in einem hohen Maße.

Derartige Rückmeldungen können sowohl kurzfristig angelegt sein (z. B. Gelingen einer Gruppenarbeit, einer Präsentation, eines Experimentes), sich aber auch auf ganze Themenfelder erstrecken (z. B. Engagement im und für den Unterricht, Entwicklung der Experimentierkompetenz). Die Formen solcher Rückmeldungen können vielfältig sein, z. B. einfache Formen des Feedbacks am Ende einer Unterrichtsstunde, Beobachtungsbögen zu ausgewähltem Lernverhalten, Ankreuzbögen zur Selbst- und Fremdeinschätzung. Die kontinuierliche Einbeziehung von Lerntagebüchern, Portfolios u. ä. hilft den Schülerinnen und Schülern, auch längere Unterrichtsphasen überblicken zu lernen.

Der Blick auf jeden Einzelnen und seine Kompetenzentwicklung aus verschiedenen Perspektiven stärkt einerseits die Selbstverantwortung für den Lernfortschritt und ermöglicht andererseits aus Sicht der Lehrenden die Gestaltung differenzierter Lernangebote. Soll konkret die Kompetenzentwicklung einer Lerngruppe betrachtet werden, bieten sich Diagnoseinstrumente an, die den Lernstand vor und nach einer Lerneinheit in den Blick nehmen. All dies benötigt Zeit im Unterricht, die sich aber im Hinblick auf die Lernmotivation der einzelnen Lernenden und für ein gutes Unterrichtsklima insgesamt auszahlt.

Die Leistungsbewertung im naturwissenschaftlichen Unterricht ist - wie in allen anderen Fächern auch - den Grundsätzen Transparenz und Gerechtigkeit verpflichtet. Den Lernenden soll in jedem Fall klar sein, welche Leistung von ihnen erwartet wird und nach welchen Kriterien die Bewertung stattfindet. An geeigneten Stellen sind die Lernenden an der Entwicklung von Kriterien zur Leistungsbewertung zu beteiligen. Das hilft ihnen, Bewertungen nachzuvollziehen.

Laut Schulordnung ist zur Leistungsbewertung eine Vielfalt mündlicher, schriftlicher und praktischer Arbeitsformen zu berücksichtigen. Für die naturwissenschaftlichen Fächer kommen beispielsweise in Frage:

- schriftlich: Lernprodukte (z. B. Protokolle, Textproduktionen, Schemazeichnungen, Begriffsnetze), Überprüfung von Hausaufgaben, die „schriftliche Überprüfung“ (keine Klassenarbeit!) und Langzeitaufgaben (z. B. Portfolios, Langzeitprotokolle, Lerntagebücher)
- mündlich: Beiträge in Diskussionen, Zusammenfassungen von Text- und Gesprächsinhalten, Interviews, Kurzreferate, Präsentationen
- praktisch: Aufbau und Durchführung von Experimenten in Gruppen- oder Einzelarbeit, Mitarbeit bei Demonstrationsversuchen, Bau von Modellen

Bei der Leistungsbewertung sind grundsätzlich alle in den Themenfeldern ausgewiesenen Kompetenzen angemessen zu berücksichtigen.

Einer Bewertung und Beurteilung sind nur Leistungen zugänglich, die tatsächlich in ihren Ausprägungen beschreibbar sind und festgestellt werden können. Folgende Kategorien sind möglich:

- Kumuliertes Fachwissen, wenn es durch regelmäßige Übung im Unterricht gesichert ist, wie z. B.:
 - naturwissenschaftliche Zusammenhänge beschreiben, erklären, anwenden
 - Zusammenhänge darstellen (z. B. in Begriffsnetzen)
- Kompetenzorientierte Leistungen in klassenstufenspezifischer Ausprägung, wie z. B.:
 - Anwendung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisganges (Fragestellung, Hypothese, Planung, Durchführung, Auswertung)
 - situationsgerechter Einsatz von Hilfsmitteln
 - Anfertigung von Zeichnungen, Modellen usw.
 - Beobachtungen, Untersuchungen, Messungen
 - Produktion von Texten
 - Interpretation von Texten, Grafiken, Tabellen
 - Beteiligung an und Führung von Gesprächen
 - Argumentation

- Allgemeine methodische und soziale Kompetenzen, wie z. B.:
 - eigenverantwortliches Arbeiten
 - Arbeitsorganisation (Beschaffung und Auswertung von Information, Arbeitsverteilung, Unterstützung und Hilfe, Zeitrahmen)
 - Teamfähigkeit, Einhalten von Vereinbarungen

Schriftliche Überprüfungen enthalten prozess- und ergebnisorientierte Aufgabenstellungen aus unterschiedlichen Anforderungsbereichen, wie sie in den Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Fächer festgelegt sind:

I Reproduzieren

umfasst die Wiedergabe und direkte Anwendung von grundlegenden Begriffen und Methoden in einem abgegrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang (z. B. Reproduktion einer Problemlösung mit geändertem Datenmaterial).

II Zusammenhänge herstellen

umfasst das Bearbeiten bekannter Sachverhalte, indem Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten verknüpft werden, die in verschiedenen Gebieten erworben wurden (z. B. Anwendung eines Lösungsverfahrens auf eine neue, aber vergleichbare Problemstellung).

III Verallgemeinern und Reflektieren

umfassen das Bearbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu eigenen Fragen, Lösungswegen, Lösungen, Begründungen, Folgerungen, Interpretationen oder Wertungen zu gelangen (z. B. Anwendung von Wissen und Können auf eine neue Problemstellung mit dem Ziel des Transfers).

Anforderungsbereiche auf einen Blick:

Wissen und Können kommen zur Anwendung unter vertrauten Bedingungen	... unter neuen Bedingungen
... in unveränderter Form	Reproduktion = Anforderungsbereich I	nahe Transferaufgabe (II-III)
... in veränderter Form	Reorganisation (II)	weite Transferaufgabe (III)

Vgl. Hammann, Markus in „Kompetenzförderung und Aufgabenentwicklung“, MNU 59/2, S. 85-95

5.2 Zur Arbeit mit dem Lehrplan Biologie

5.2.1 Reihenfolge der Themenfelder und didaktische Linien

Die (weitere) Entdeckung und Beschreibung von Vielfalt im TF 1 (Vielfalt) knüpft an den Unterricht der Orientierungsstufe an und nutzt das noch kindliche Interesse an der Erkundung und Erforschung. Lebewesen werden jetzt unter biologischen Aspekten beschrieben. Die Kennzeichen des Lebendigen sind die Hintergrundfolie für alle folgenden Themenfelder. Von hier aus werden einzelne Aspekte vertieft.

Vielfalt kann im TF 2 (Vielfalt und Veränderung) durch die Evolutionstheorie erklärt werden. Schülerinnen und Schüler werden angeregt, eigene Vorstellungen zur Entstehung der Arten zu hinterfragen und sich mit dem Fachkonzept auseinanderzusetzen. Der Konzeptwechsel wird nicht allen Schülerinnen und Schülern gelingen. TF 2 versteht sich als Startpunkt für das Evolutionskonzept, das von hier aus implizit oder explizit in nachfolgenden Themenfeldern aufgegriffen wird. Themenfeld 1 und 2 bilden eine thematische Einheit.

TF 3 (Organismus, Organe und Zellen) zielt auf die Weiterentwicklung der Basiskonzepte System (Systemebenen), Energie (Nährstoffe als Energieträger), sowie Struktur und Funktion (Oberflächenvergrößerungen für Stoffaufnahme und -transport) und knüpft an das Fachwissen der Orientierungsstufe an. Hier haben die Schülerinnen und Schüler den zellulären Aufbau von Organismen, die Fotosynthese und die Zellatmung (als Phänomene), die Teilchenstruktur der Materie und die Organe von Pflanzen und Tieren kennengelernt. Sie beschreiben Strukturen und Phänomene mit grundlegenden Fachbegriffen und einfachen Schemazeichnungen. Dieses Überblickswissen wird gebraucht, um das Zusammenspiel der Organe für die Energie- und Nährstoffversorgung zu verstehen und mit Hilfe von Modellen zu erklären. Die Zellatmung braucht Nährstoffe, die über Fotosynthese produziert werden. Bei der Erforschung der Fotosynthese und dem Bau der Pflanzen und Pflanzenzelle im TF 4 (Pflanzen, Pflanzenorgane, Pflanzenzellen) wenden die Lernenden die in TF 3 erworbenen Konzepte und Kompetenzen wieder an. Die beiden Themenfelder sind didaktisch sehr ähnlich, um Wiedererkennung, Übung und Anwendung zu ermöglichen. Die Systemebenen Organismus, Organe und Zellen werden im TF 8 (Sport und Ernährung – Energiebilanz des Körpers) um die molekulare Dimension erweitert. Sowohl im TF 3 als auch in TF 8 werden Fragen zur Ernährung, zu Sport und Bewegung aufgeworfen, die in TF 3 nur berührt, in TF 8 aber vertieft werden. TF 8 hat stark differenzierenden und vernetzenden Charakter und nimmt eine Sonderstellung im Kanon der Themenfelder ein. Das didaktische Potential reicht von der gesundheitserzieherischen Aufgabe bis zur Weiterentwicklung des Energiekonzeptes. TF 8 bietet die Möglichkeit der schulartspezifischen Differenzierung, es kann oberstufenpropädeutisch oder allgemeinbildend umgesetzt werden. Die Stellung des Themenfeldes ist je nach Zielsetzung variabel und kann an TF 7 direkt angeschlossen oder später eingebaut werden.

TF 4 und TF 5 (Ökosysteme im Wandel) lassen sich durch den Kohlenstoffkreislauf thematisch verknüpfen, sie haben aber sowohl in ihrer pädagogischen Absicht als auch in Bezug auf die Entwicklung der Basiskonzepte völlig andere Schwerpunkte. TF 5 führt in das ökologische Bewerten ein und liefert Bausteine zur Entwicklung von Bewertungskompetenz als pädagogischen Schwerpunkt während der Pubertät. Unter dem Aspekt der Basiskonzept-

und Kompetenzentwicklung stehen Regulation und Modellbildung im Fokus. TF 5 bildet die Basis dafür, dass Regelkreismodelle in verschiedenen Problemstellungen (besonders in TF 7, TF 8, TF 9) zur Anwendung kommen können.

TF 7, TF 9 und TF 11 sind inhaltlich grundverschieden, treffen sich aber auf der Ebene der Basiskonzepte: Die Schülerinnen und Schüler lernen das Schlüssel-Schloss-Prinzip kennen, mit dem Kommunikation auf der molekularen Ebene beschrieben wird. In den TF 7 (Informationen empfangen, verarbeiten, speichern) und TF 9 (Krankheitserreger erkennen und abwehren) werden die Schülerinnen und Schüler ähnlichen Aufgabenstellungen begegnen, wenn sie die Vorgänge an Synapsen oder im Immunsystem mit molekularen Modellen erklären. Im TF 11 (Biowissenschaften und Gesellschaft) wird der sichere Umgang mit Modellvorstellungen gebraucht, um die Molekulargenetik zu verstehen. TF 11 hat wie TF 8 einen stark differenzierenden und vernetzenden Charakter. Es ist deshalb möglich, einzelne Aspekte in anderen Themenfeldern an passenden Stellen zu behandeln.

TF 7, TF 10 (Individualität und Entwicklung) und TF 12 (Biologische Anthropologie) lassen sich auf der Kontextebene thematisch verbinden. Menschliches Verhalten wird unter biologischen Aspekten beschrieben und erklärt. Fragen zur Identität und der menschlichen Existenz („wer bin ich“, „wo komme ich her“, ...), wie der Heranreifende sie stellt, finden somit in verschiedenen Jahrgangsstufen Raum.

TF 6 (Erwachsen werden) nimmt eine Sonderstellung ein, indem es den erzieherischen Aspekt betont und keine tiefer gehenden fachlichen Vorgaben macht. Das Themenfeld versteht sich als Weiterführung der Sexualerziehung aus Grundschule und Orientierungsstufe. Schülerorientierung und die Beteiligung der Lernenden an der Planung sind wesentliche Merkmale der Themenfeldkonzeption. Dies setzt das Interesse und die Reife der Schülerinnen und Schüler voraus. Es ist möglich, Aspekte von TF 6 an passenden Inhalten anderer Themenfelder (TF 10 AIDS, TF 11 sexuelle Identität, TF 12 Evolution des Verhaltens) zu vertiefen und die Sexualerziehung, ähnlich wie die Ernährungslehre oder Umweltbildung, als Querschnittsthema zu behandeln.

Zwischen den Themenfeldern existieren thematische Überschneidungen. Diese werden genutzt, um Fachwissen zu vertiefen und das Wissensnetz zu festigen. Um die Basiskonzept- und Kompetenzentwicklung nicht zu gefährden, sollten die Themenfelder inhaltlich nicht überfrachtet werden. Die Entscheidung zur Auswahl der Inhalte und der Reihenfolge von Themenfeldern oder einzelner Themenfeld-Aspekte trifft die Lehrkraft unter Berücksichtigung schulinterner Arbeitspläne und pädagogischer Zielsetzungen.

Die folgende Grafik zeigt die durch den Lehrplan angelegte Vernetzung von Fachwissen. Sie verdeutlicht den kumulativen Aufbau von Konzeptwissen und Kontextwissen. Die vertikale Leserichtung zeigt die zunehmende Abstraktion (Konzeptwissen) oder Komplexität (Kontextwissen). Die horizontale Leserichtung zeigt Themenfelder gleicher Abstraktion und verweist damit auf Tauschmöglichkeiten.

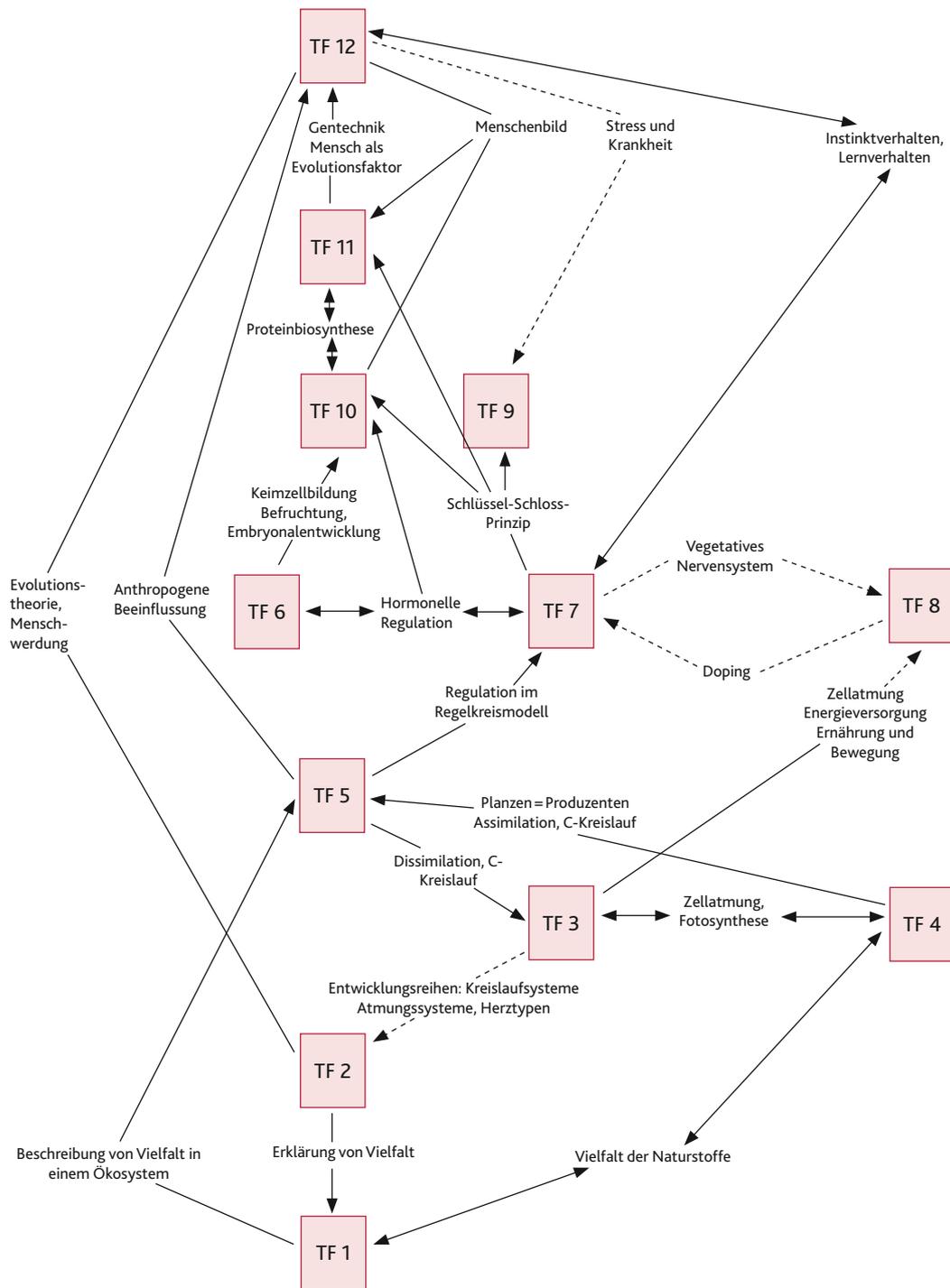


Abb.: Bezüge zwischen den Themenfeldern

Legende:

- unverzichtbare Vernetzung
- - - sinnvolle differenzierende Vernetzung

- Pfeilrichtung aufsteigend = TF ist Voraussetzung
- ← Pfeilrichtung absteigend = TF schafft Anwendungs- und Vernetzungsmöglichkeiten
- ↔ Die so verknüpften Themenfelder können in hinführender oder anwendender Vernetzung stehen.

5.2.2 Basiskonzepte und ihre Entwicklung

Die Auswahl der Unterrichtsinhalte ist nicht beliebig, sondern dient dem Aufbau von Konzepten. Konzepte sind Abstraktionen und Intelligenzleistungen. Sie können nicht gelehrt oder vermittelt werden, sondern sind individuelle Erklärungsmuster und das Ergebnis individueller Lernprozesse. Dem gegenüber stehen Basiskonzepte als naturwissenschaftliches Theoriegebäude. Ziel des Biologieunterrichtes ist es, die Schülervorstellungen und Basiskonzepte einander anzunähern. Das im Lehrplan festgeschriebene Fachwissen und die Fachbegriffe dienen dazu, Basiskonzepte systematisch aufzubauen. Die Reifung der Basiskonzepte braucht viel Zeit und entwickelt sich vom Konkreten zum Abstrakten.

Kontextwissen, Fachwissen und Basiskonzepte stellen unterschiedliche Ebenen dar, in denen Wissen verfügbar ist. Am Beispiel des „Energiekonzeptes“ kann dies modellhaft gezeigt werden. Unterricht ermöglicht die Bearbeitung der Übergänge von der Kontextebene zur Ebene des Fachwissens und vom Fachwissen zur Konzeptebene – und umgekehrt. Der Wechsel wird im Modell durch die Pfeile dargestellt. Dadurch wird die Übertragung von Denkweisen auf neue Zusammenhänge eingeübt.

Die folgende Abbildung zeigt die Hierarchieebenen des Wissens und den Zusammenhang von Kontextwissen, Fachwissen und Basiskonzept:

Der Zugang zu den Themen und Inhalten des Biologieunterrichts erfolgt über lebensweltliche Fragen, die im Unterricht aufgegriffen werden und aus denen sich fachliche, disziplinäre Fragen ableiten lassen, die zu neuen Erkenntnissen führen. Fachbegriffe verbinden konkretes Faktenwissen und konkret Erfahrenes zu fachbezogenen, sinnvollen Einheiten. Sie stellen theoretische Annäherungen dar. Es entsteht ein neues Wissensnetz, das es ermöglicht, Sachverhalte logisch zusammenzufassen oder fachbezogene Fragen zu stellen, die über das Faktenwissen hinausgehen. Die Konzeptebene bindet Fachbegriffe aus verschiedenen Teilgebieten der Biologie und aus verschiedenen Fächern zu einem Ganzen zusammen. Konzepte verleihen die Fähigkeit, gemeinsame Merkmale bei Elementen einer Gruppe zu erkennen, Wichtiges von Unwichtigem zu unterscheiden, aus dem Erkannten logische Schlüsse zu ziehen und zur Problemlösung anzuwenden.

Damit die Entwicklung der Basiskonzepte dauerhaft zu einer Veränderung/Überarbeitung der individuellen Konzepte führen - mit denen die Schülerinnen und Schüler nach wie vor im Alltag sehr erfolgreich sind - müssen die im Biologieunterricht auf der Ebene der Fachdisziplin gewonnenen Erkenntnisse und die auf der Ebene der Basiskonzepte entwickelten konzeptionellen Einsichten rückgekoppelt werden in die Ebene der Lebenswelt. Durch ihre wiederholte Anwendung auf immer wieder neue Themen und Fragestellungen werden zum einen diese Themen zunehmend besser und tiefer bearbeitet und verstanden. Zum anderen festigt sich das konzeptionelle Verständnis der Schülerinnen und Schüler. Gelingt dies nicht, bleibt der Biologieunterricht auf der Stufe der Reproduktion unverbundener Fakten stehen. Seine Ergebnisse tragen dann nicht zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung bei.

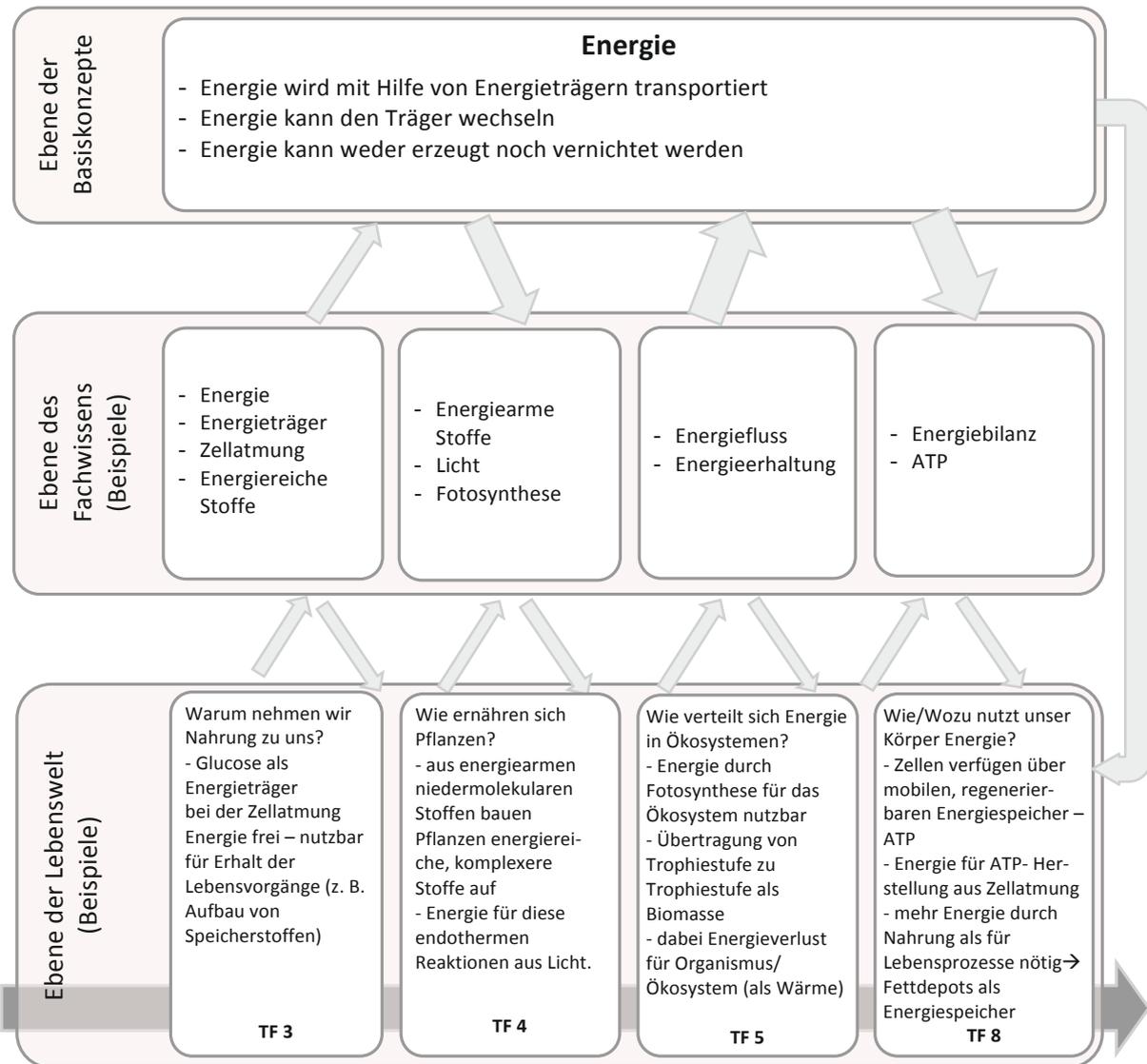


Abb.: Hierarchieebenen des Wissens, Zusammenhang von Kontextwissen, Fachwissen und Basiskonzept

Konkretisierung der Basiskonzepte durch anschlussfähiges Fachwissen

Im Unterricht bearbeiten die Schülerinnen und Schüler ein konkretes, an ihre Lebenswelt angebundenes Unterrichtsthema. Sie stellen zunächst konkrete Fragen, die sich über die Fachbegriffe mehr und mehr zu Fachfragen entwickeln. Die Fachfragen führen zu Unterrichtsinhalten, die sich verschiedenen Basiskonzepten zuordnen lassen. Die Basiskonzepte erlauben es, fachliche Inhalte zu strukturieren. Dies ermöglicht Nachhaltigkeit und macht Wissen transferfähig.

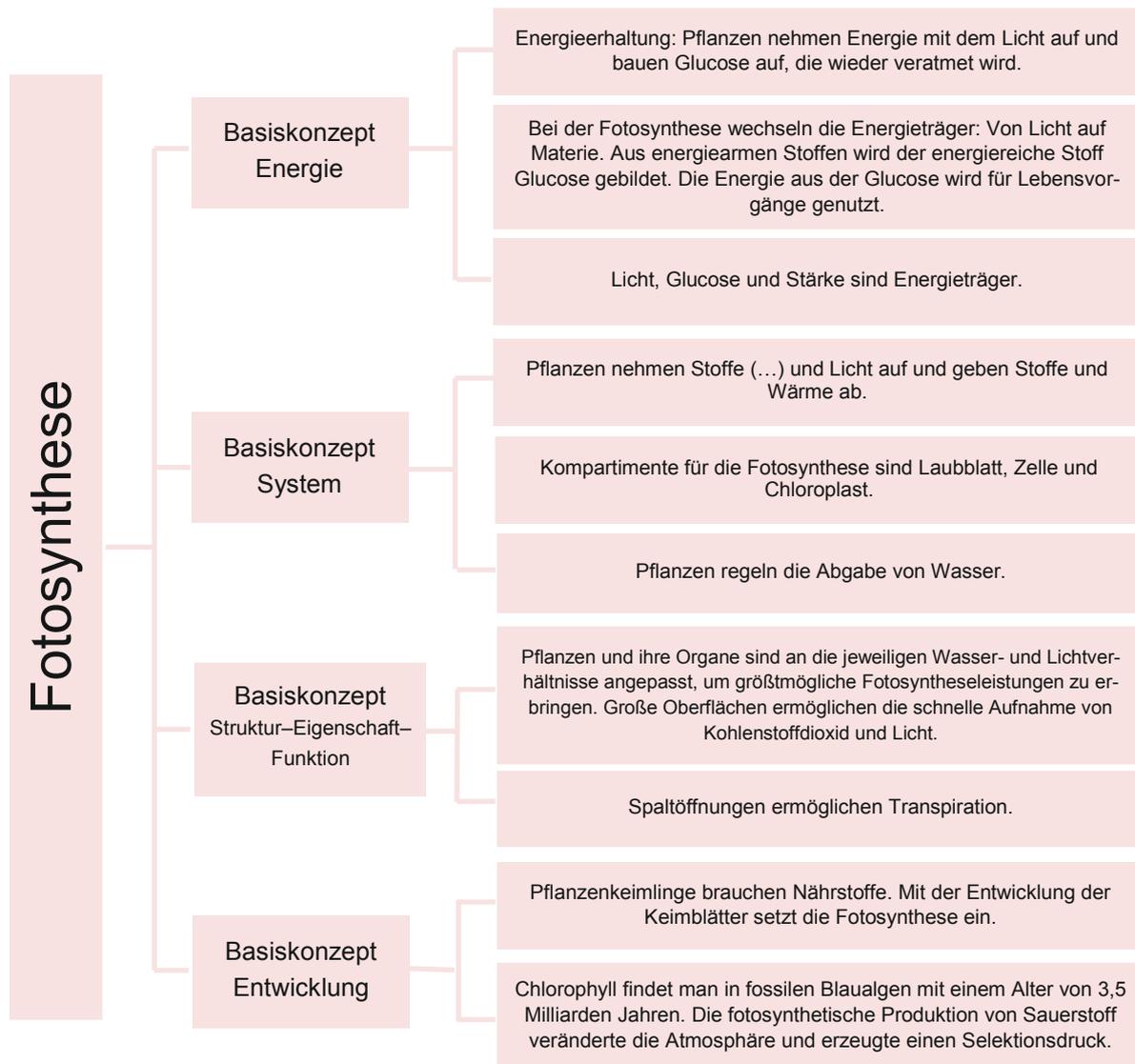


Abb.: Am Beispiel der Fotosynthese können verschiedene Basiskonzepte bearbeitet werden.

Der Lehrplan ist so konzipiert, dass in der Gesamtheit aller Themenfelder sowie des vorausgegangenen Unterrichts in Naturwissenschaften alle Basiskonzepte mehrfach auftreten. Dadurch kann eine kumulative Entwicklung stattfinden. Hierauf ist bei der Unterrichtsplanung in besonderem Maß zu achten. In jedem Basiskonzept ist das konzeptionelle Fachwissen ausformuliert, so dass es in verschiedenen Zusammenhängen erkennbar wird.

Der Beitrag der Biologie zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Basiskonzepte

Die folgenden Tabellen zeigen die Basiskonzeptentwicklung im Fach Biologie, die sich durch die Reihenfolge der Themenfelder und durch die jeweils ausgewiesenen Schwerpunkte („Konzeptbezogenes Fachwissen“ und „Fachbegriffe“) ergibt. Mit Blick auf die nachhaltige Entwicklung der Konzepte empfiehlt es sich darüberhinaus, sich situativ ergebende Chancen für die Konzeptentwicklung zu nutzen.

Basiskonzept Energie

Teilkonzept	
Konkretisierung	Entwicklung in den Themenfeldern
Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.	
Lebende Systeme nehmen Energie aus ihrer Umgebung auf, speichern sie und geben sie wieder ab. Energie kann nicht neu entstehen oder vernichtet werden.	<p>NaWi: Energiewandlerketten bei Bewegung</p> <p>TF 3: Tiere und Menschen nehmen Energie mit der Nahrung auf, geben Energie wieder ab oder speichern sie.</p> <p>TF 4: Pflanzen nehmen Energie mit dem Licht auf und bauen Glucose auf, die wieder veratmet wird.</p> <p>TF 5: Ökosysteme nehmen Energie durch Licht auf, speichern einen Teil als Biomasse und geben den Rest als Wärme wieder ab.</p> <p>TF 8: Energiebilanz des Körpers</p>
Die Energie wird mit Hilfe von Energieträgern transportiert.	
Energieträger sind Nährstoffe und Licht.	<p>NaWi: Brennstoffe, Fotosynthese</p> <p>TF 3: Glucose als Energieträger</p> <p>TF 4: Licht, Glucose und Stärke als Energieträger</p> <p>TF 5: Licht und Biomasse als Energieträger</p> <p>TF 8: Energiegehalt von Nahrung, ATP als mobiler und regenerierbarer Energieträger</p>
Energie kann den Träger wechseln.	
In der Fotosynthese wird Energie von Licht auf Materie übertragen, dabei entsteht Glucose. Bei Stoffwechselprozessen in lebenden Systemen findet eine permanente Energieübertragung statt. Lebende Systeme geben Energie an die Umgebung ab, dies wird als Erwärmung deutlich.	<p>TF 3: Bei der Zellatmung wird energiereiche Glucose zu energiearmen Stoffen, die Energie wird für Lebensprozesse gebraucht.</p> <p>TF 4: Bei der Fotosynthese wechseln die Energieträger von Licht auf Materie. Aus energiearmen Stoffen wird der energiereiche Stoff Glucose gebildet. Die Energie aus der Glucose wird für Lebensvorgänge genutzt.</p> <p>TF 5: Beim Energiefluss im Ökosystem findet eine permanente Energieübertragung statt.</p> <p>TF 8: Bei Zellatmung wird Energie von Glucose auf ATP übertragen. Energie aus ATP wird für Muskelarbeit genutzt.</p>
Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der Energie auf den gewünschten Träger wechselt.	
Innerhalb der Trophiestufen geht ein Teil der Energie als Wärme für das System verloren. Energiebilanzen für die Herstellung und Bereitstellung von Nahrungsmitteln oder Werkstoffen sind je nach Verfahren verschieden.	<p>TF 5: Energie wird durch Biomasse von Trophiestufe zu Trophiestufe übertragen. Ein Teil der Energie geht als Wärme für das System verloren. Der Wirkungsgrad ist von Art zu Art verschieden.</p> <p>Die Berücksichtigung von Energiebilanzen, z. B. bei der Auswahl von Lebensmitteln, trägt zum verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen bei.</p>

Basiskonzept System

Teilkonzept	
Konkretisierung	Entwicklung in den Themenfeldern
Systeme bestehen aus Elementen, die untereinander Materie, Energie bzw. Informationen austauschen und in ihrem Zusammenwirken als Einheit betrachtet werden können.	
Leben ist auf verschiedenen Systemebenen (Organismen, Organe, Zellen und Ökosysteme) organisiert. Lebewesen besitzen Funktionseinheiten, zwischen denen Materie, Energie und Informationen ausgetauscht werden. Das kleinste Kompartiment, das alle Kennzeichen des Lebendigen trägt, ist die Zelle.	<p>TF 1: Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>TF 3 und TF 4: Systemebenenwechsel vom Organismus zur Zelle, Organe sind Funktionseinheiten des Organismus.</p> <p>TF 5: Ökosystem als System: Produzenten, Konsumenten, Destruenten als Systemelemente</p> <p>TF 6: Informationsaustausch zwischen Organen durch Hormone</p> <p>TF 7: EVA-Prinzip, Funktionseinheiten: Sinnesorgane, Nervensystem, Gehirn</p> <p>TF 8: Systemebenenwechsel bei Betrachtung der Funktionseinheiten des Muskels</p> <p>TF 9: Immunsystem als Funktionseinheit des Organismus</p> <p>TF 11: Biosphäre als System</p>
Systeme im Gleichgewicht befinden sich in einem stabilen Zustand, in dem von außen keine Veränderung wahrnehmbar ist.	
Ökosysteme, Organismen oder Zellen befinden sich in einem dynamischen Gleichgewicht, wenn von außen keine Veränderung wahrnehmbar ist.	TF 5: Gleichgewicht und Selbstregulation von Ökosystemen
Auf Störung reagiert ein System im Gleichgewicht durch Veränderung in Richtung eines neuen Gleichgewichts.	
Lebende Systeme haben die Fähigkeit zur Regulation. Der Organismus besitzt Kompartimente zum Messen, Regeln und Steuern.	<p>TF 1: Regulation ist ein Kennzeichen des Lebendigen.</p> <p>TF 5: Regulation in Ökosystemen hängt von vielen Faktoren ab (z. B. Populationsdichte), positive Rückkopplungen führen zu Destabilisierungen (z. B. Treibhauseffekt).</p> <p>TF 6: Das Gehirn übernimmt die Regulation der Hormonkonzentration.</p> <p>TF 7: Sinneszellen registrieren Veränderungen, der Organismus reagiert auf Störung mit Gegenmaßnahmen.</p> <p>TF 8: Konstanterhaltung eines „inneren Milieus“ bei Bewegung oder Nahrungsaufnahme (Regelkreise zur Thermoregulation, Blutzuckerregulation, ...)</p> <p>TF 12: Anthropogene Einflüsse stören Ökosysteme derart, dass sich das Gleichgewicht der Biosphäre verändert.</p>

Störungen führen zu Veränderungen und sind Antrieb für Ströme.	
Konzentrationsgefälle sind Antrieb für Stoffaustausch.	TF 3: Aufnahme der Atemgase in das Blut TF 4: Transpiration bei Pflanzen TF 9: Ionenstrom als Ursache neuronaler Erregung
Ströme können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden.	
Lebewesen verfügen über Mechanismen, um Stoffströme oder Energieströme zu beeinflussen.	NaWi: Wärmeisolation TF 4 und 5: Drosselung des Wasserstroms bei Pflanzen durch Spaltöffnungsweite und Wachsschichten TF 3 und 8: Der Durchmesser von Blutgefäßen hat Einfluss auf die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes (Arteriosklerose, Thrombose).

Basiskonzept Teilchen-Materie/Stoff

Teilkonzept	
Konkretisierung	Entwicklung in den Themenfeldern
Stoffe werden durch ihre Eigenschaften charakterisiert.	
Die Eigenschaften der lebenswichtigen Stoffe (Wasser, Atemgase, Mineralstoffe, Nährstoffe, Fette, ...) schaffen Lebensbedingungen, an die Lebewesen angepasst sind.	TF 3 und 8: Chemie der Nährstoffe: Brennwert, Wasserlöslichkeit (bzw. Resorptionsfähigkeit und Transportfähigkeit in Blut und Lymphe) TF 4: Pflanzliche Rohstoffe haben vielfältige Eigenschaften: Brennbarkeit, Aroma, wasserabweisend, wärmeisolierend, antibakteriell. TF 5: (Temperaturabhängige) Wasserlöslichkeit (z. B. von Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Mineralsalze), Säurestärke (z. B. von Kohlenstoffdioxid), Fettlöslichkeit (z. B. von DDT) sind ökologisch bedeutsame Eigenschaften.
Materie/Stoff besteht aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.	
Die Bewegung von Teilchen ist Voraussetzung für Diffusion und Osmose und somit von zentraler Bedeutung für die Aufnahme und Abgabe von Stoffen. Stoffwechselreaktionen werden durch Wechselwirkung zwischen Eiweißen und deren Substraten gesteuert.	NaWi: Teilchenbewegung erklärt Aggregatzustände des Wassers und Wetterphänomene. TF 3 und 4: Beschreibung des Atmungssystems und des Blutes: Darstellung der Konzentrationsverhältnisse von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid durch einfache Teilchenmodelle; Eiweiße sind Funktionsmoleküle, die mit ihren Substraten über das Schlüssel-Schloss-Prinzip in Wechselwirkung treten können: TF 3 Enzyme, Verdauung, TF 7 Transmitter, TF 9 Immunreaktion, TF 10 und 11 DNA-Replikation und Proteinbiosynthese
Durch die unterschiedliche Kombination von Teilchen, ihre Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen ihnen ergibt sich die Vielfalt der Stoffe.	
Lebewesen bestehen aus verschiedenen Stoffen, die das	TF 3: Bei der Zellatmung gehen keine Atome verloren. TF 4: Die Vielfalt der Pflanzenstoffe hat ihre Ursache im Bin-

Element Kohlenstoff enthalten. Aus den Elementen COHNSP wird Biomasse aufgebaut. Die Anordnung von Molekülbausteinen in Proteinen oder Nucleinsäuren bestimmt deren Funktionen.	<p>ungsverhalten von Kohlenstoff.</p> <p>TF 4: Die Stoffe Kohlenstoffdioxid, Wasser, Glucose sind Verbindungen der Elemente C, H, O. Die Summenformel zeigt das Atomzahlverhältnis im Molekül.</p> <p>TF 9: Spezifische Antikörper sind das Ergebnis von variablen Strukturen in Eiweißen</p> <p>TF 11: Die Aminosäuresequenz bestimmt Struktur und Funktion eines Eiweißes. Die Nucleotidsequenz bestimmt die Aminosäuresequenz.</p>
Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle.	
----	----
Elementarteilchen unterscheiden sich in Eigenschaften wie Masse und elektrische Ladung.	
----	----

Basiskonzept Chemische Reaktion

Teilkonzept	
Konkretisierung	Entwicklung in den Themenfeldern
Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.	
Bei der Stoffumwandlung entstehen neue Stoffe. Die Stoffumwandlung ist mit einem Energieumsatz verbunden.	<p>TF 3: Bei der Zellatmung wird Glucose mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser.</p> <p>TF 4: Bei der Photosynthese wird Kohlenstoffdioxid und Wasser zu Sauerstoff und Glukose umgewandelt.</p> <p>TF 8: Aus dem Energiebedarf lässt sich der Nährstoffbedarf berechnen.</p>
Stoffkreisläufe werden als Systeme chemischer Reaktionen aufgefasst.	
In Ökosystemen, Organismen und Zellen findet Stoffumwandlung statt. Die Stoffumwandlung basiert auf einzelnen Stoffwechselreaktionen.	TF 5: Stoffaufbau (Assimilation) und Stoffabbau (Dissimilation) sind Teilprozesse von Stoffkreisläufen (besonders: Kohlenstoffkreislauf).
Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.	
Reaktionsschemata erlauben Bilanzierungen. Kohlenstoffverbindungen lassen sich durch verschiedene Formeln und Symbole beschreiben. Die Symbolik dient der Erklärung von Stoffwechselreaktionen.	<p>TF 3: Die Stoffumwandlung von Glukose und Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser wird modellhaft beschrieben.</p> <p>TF 4: Die Synthese von Sauerstoff und Glukose aus Kohlenstoffdioxid und Wasser wird modellhaft beschrieben.</p> <p>TF 5: Stoffkreisläufe werden mit Teilchensymbolen/Formeln beschrieben.</p> <p>TF 8: Der Abbau der Nährstoffe im Organismus oder in der Zelle lässt sich mit Symbolen beschreiben.</p>

	<p>TF 9: Die Immunreaktion lässt sich mit Symbolen beschreiben. TF 10 /11: Der Aufbau der DNA und der Aufbau von Eiweißen lässt sich mit Symbolen beschreiben.</p>
<p>Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert.</p>	
<p>In Ökosystemen, Organismen oder Zellen finden je nach Umweltfaktoren andere Stoffwechselreaktionen statt.</p>	<p>TF 4: Die Regulation des Wasserstroms hat Einfluss auf die Fotosynthese. TF 5: Teilprozesse in Stoffkreisläufen lassen sich beeinflussen. TF 9: Fieber beeinflusst den Stoffwechsel, Hygienemaßnahmen zur Abwehr von Erregern. TF 11: Enzyme steuern Stoffwechselreaktionen.</p>
<p>Chemische Reaktionen sind umkehrbar.</p>	
<p>Fließgleichgewichte in Ökosystemen sind das Ergebnis umkehrbarer Prozesse.</p>	<p>TF 5: Auf ökologischer Ebene ist die Zellatmung die Umkehrung der Fotosynthese.</p>
<p>Die Atome bleiben erhalten. Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse.</p>	
<p>Beim Aufbau von Biomasse wird genauso viel Masse gebraucht wie beim Abbau wieder frei gesetzt wird.</p>	<p>TF 3: Die Atome aus der Glucose werden für die Kohlenstoffdioxid- und Wassermoleküle verwendet. TF 4: Die Atome aus Kohlenstoffdioxid- und Wassermolekülen werden für die Fotosynthese von Biomasse gebraucht. TF 5: Kohlenstoffdioxid-Fingerabdruck: Berechnung der Kohlenstoffdioxidemission auf der Basis der Atommassen.</p>
<p>In Donator-Akzeptor-Reaktionen werden Teilchen übertragen.</p>	
<p>Die Übertragung von Phosphatresten verändert den Energieinhalt von Biomolekülen.</p>	<p>TF 8: ATP entsteht durch die Übertragung eines Phosphatrestes auf ADP.</p>
<p>Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.</p>	
<p>Neue Stoffe, die bei Stoffwechselreaktionen entstehen, enthalten die Atome der Edukte in einer veränderten Zusammensetzung.</p>	<p>TF 3 und TF 4: Glucose-, Kohlenstoffdioxid-, Wasser- und Sauerstoffmoleküle lassen sich als verschiedene „Umgruppierungen“ von Atomen verstehen.</p>

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft-Funktion

Teilkonzept	
Konkretisierung	Entwicklung in den Themenfeldern
Die Struktur bestimmt die Funktion.	
<p>An eine Funktion angepasste Strukturen finden sich auf der Ebene von Organen, Zellen und Molekülen.</p> <p>Lebenswichtige Funktionen sind unter anderem der Austausch von Stoffen, Energie und Informationen mit der Umgebung.</p>	<p>TF 3: Der Aufbau der Atmungsorgane, des Herz-Kreislaufsystems und der Verdauungsorgane ist an die jeweiligen Funktionen angepasst.</p> <p>Die große Oberfläche (Lunge, Dünndarm, Kapillarsystem) ermöglicht die schnelle Aufnahme und Abgabe von Stoffen.</p> <p>TF 4: Pflanzen und ihre Organe sind an die jeweiligen Wasser- und Lichtverhältnisse angepasst, um größtmögliche Fotosyntheseleistung zu erbringen. Große Oberflächen ermöglichen die schnelle Aufnahme von Kohlenstoffdioxid und Licht bzw. die Abgabe von Wasser.</p> <p>TF 7: Reizaufnehmende Strukturen haben Eigenschaften, um mit einem spezifischen Reiz in Wechselwirkung zu treten, z. B. Farbstoff in Lichtsinneszellen, Membran in Hörorganen, Rezeptoren auf Riechsinneszelle (...).</p> <p>Neuronen sind an die Informationsaufnahme, Codierung und Informationsweiterleitung angepasst. Ein Modell für die Informationsweiterleitung an chemischen Synapsen ist das Schlüssel-Schloss-Prinzip.</p> <p>TF 8: Die Muskelzelle (Muskelfaser) ist die kleinste Funktionseinheit für die Bewegung.</p> <p>Der Aufbau des Muskels und der Muskelzellen wird durch die Kontraktionsfunktion und die Notwendigkeit der Versorgung mit Nährstoffen und Sauerstoff bedingt.</p> <p>TF 9: Immunzellen erkennen Krankheitserreger, senden Botschaften und wehren Erreger ab. Das Schlüssel-Schloss-Prinzip erklärt modellhaft die Kommunikation auf molekularer Ebene und die Wirkungsweise der Antikörper.</p> <p>TF 10: Das Chromosom ist die Transportform der DNA. Bei der Verteilung der mütterlichen und väterlichen Chromosomen während der Meiose entstehen neue Kombinationen (Zelluläre Ebene).</p> <p>TF 10 und 11: Komplementäre Basenpaare bilden die molekularen Funktionseinheiten für die Replikationsfunktion und auch für die Übersetzungsfunktion (Transkription und Translation) der DNA (Molekulare Ebene).</p>
Die Struktur bestimmt die Eigenschaft von Stoffen.	
	<p>TF 11: Strukturveränderung der DNA führt zur Veränderung der genetischen Information (Mutation).</p> <p><i>Differenzierung: Strukturveränderung der DNA führt zu veränderter Proteinstruktur mit Auswirkungen für deren Funktionsfähigkeit.</i></p>

Basiskonzept Entwicklung

Teilkonzept	
Konkretisierung	Entwicklung in den Themenfeldern
Entwicklung ist eine systemimmanente Eigenschaft komplexer Systeme und führt zu ständiger Veränderung.	
<p>Lebende Systeme entwickeln und verändern sich in einem fortwährenden Prozess.</p> <p>Die stammesgeschichtliche Entwicklung von Lebewesen nennt man Evolution, die Individualentwicklung Ontogenese.</p>	<p>NaWi: Von der Wildform zur Zuchtform, von der Blüte zur Frucht, Embryonalentwicklung des Menschen</p> <p>TF 1: Entwicklung als Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>TF 2: Evolutive Zeiträume sind unvorstellbar und werden durch Modelle erfassbar.</p> <p>TF 5: Entwicklung von Ökosystemen</p> <p>TF 6: Phasen der menschlichen Entwicklung; Befruchtung als Beginn der Individualentwicklung.</p> <p>TF 12: Verhalten und Anatomie des Menschen als Ergebnis von Evolution</p>
Die Entwicklung komplexer Systeme ist ein unumkehrbarer Prozess.	
Die Evolution von Lebewesen oder die Entwicklung von Ökosystemen ist unumkehrbar.	<p>TF 2: ausgestorbene Arten</p> <p>TF 5: Menschliche Einflüsse können zu unumkehrbaren Veränderungen von Ökosystemen führen.</p> <p>TF 6: Individualentwicklung in definierten, unumkehrbaren Phasen</p>
Entwicklung ist an Vielfalt, Selektion und Vervielfältigung gebunden.	
Voraussetzung für die Evolution ist die Variabilität von Lebewesen. Selektionsfaktoren beeinflussen die Fitness von Lebewesen. Die besser angepassten Lebewesen haben den größeren Fortpflanzungserfolg.	<p>NaWi: Züchtung durch Zuchtwahl</p> <p>TF 1: Vielfalt als Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>TF 2: Mutation, Variabilität und Selektion führen zur Vielfalt der Arten.</p> <p>TF 5: Veränderung von Umweltfaktoren wirken selektierend auf Organismen in Ökosystemen (Neobiota, Artenverschiebung, Artensterben).</p> <p>TF 11: Reproduktionsmedizin beeinflusst Entwicklung.</p>
Die Veränderbarkeit von Strukturen ist Voraussetzung für Vielfalt.	
Veränderung entsteht durch Mutation oder Neukombination von Erbanlagen. Dies ist Voraussetzung für Individualität und Vielfalt innerhalb von Populationen.	<p>NaWi: Züchtung</p> <p>TF 6: Bei der Befruchtung der Eizelle entsteht ein neuer Mensch mit neuen Eigenschaften.</p> <p>TF 10: Sexualität (Meiose, Befruchtung) ist Ursache für Individualität.</p> <p>TF 11: Veränderungen von Lebewesen lassen sich gentechnisch herbeiführen.</p>

Durch das Zusammenspiel einzelner Veränderungen treten spontan völlig neue Systemeigenschaften auf (Emergenz).

Im Laufe der Evolution treten neue Formen scheinbar übergangslos und sprunghaft auf. Ökosysteme können auf Veränderungen sprunghaft mit neuen Systemeigenschaften reagieren. Umweltfaktoren, die diese Veränderungen hervorrufen, sind z. B. Klimafaktoren.

TF 2: Artenexplosion im Kambrium
TF 5: Menschliches Handeln kann zu plötzlichen Veränderungen von Ökosystemen führen.
TF 12: Kulturelle und biologische Evolution beeinflussen einander.

5.2.3 Kompetenzen und ihre Entwicklung

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Die/der Lernende begegnet einem neuen Phänomen oder neuen Fragen. Dies erzeugt eine Erkenntnislücke, die geschlossen wird, indem die Schülerin oder der Schüler naturwissenschaftliche Methoden erlernt und anwendet. Im Mittelpunkt der Erkenntnisgewinnung steht die Fähigkeit, aus Beobachtungen, Daten oder Modellen Schlussfolgerungen zu ziehen und dabei auch die Grenzen der Aussagefähigkeit zu erfassen. Die Kompetenzentwicklung zeigt sich im Grad der Selbstständigkeit bei der Anwendung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisganges.

Beispiele:

Schülerinnen und Schüler können ...		Kompetenzformulierung der Themenfelder und Umsetzungsbeispiel Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren	Erkenntnisgewinnung	TF 4 ... experimentieren hypothesengeleitet, werten Versuche aus und stellen Versuchsergebnisse in Protokollen dar. <i>Die Lernenden planen in Gruppen einen Versuch und führen ihn durch. Jeder hält die Ergebnisse in einem Forschungsprotokoll fest.</i>
... modellieren		TF 5 ... erschließen die Komplexität von Ökosystemen mit Hilfe von Modellen. <i>Die Lernenden erstellen ein Regelkreisschema, das erklärt, welchen Einfluss abiotische und biotische Faktoren auf den Forellenbestand in einem Fischteich haben.</i> TF 7 ... erschließen den Zusammenhang von Struktur und Funktion eines Sinnesorgans und des Neurons durch Modelle/Modellversuche. <i>Die Lernenden entwickeln einen Modellversuch, um die Wirkung von Schall auf das Trommelfell zu untersuchen.</i>
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren		TF 4 ... experimentieren hypothesengeleitet, werten Versuche aus und stellen Versuchsergebnisse in Protokollen dar. <i>Die Versuchsergebnisse werden verglichen, dabei werden Messfehler und Messungenauigkeiten diskutiert. Lernprodukte sind z. B. eine selbst erstellte Liste der Versuchsfehler oder die Verbesserung einer Versuchsplanung.</i> TF 5 ... erschließen die Komplexität von Ökosystemen mit Hilfe von Modellen. <i>Modelle können genutzt werden, um Voraussagen zur Entwicklung von Systemen zu machen. Die Unsicherheit der durch Modellierung gewonnenen Erkenntnisse wird durch die Modellierung verschiedener Szenarien deutlich.</i> TF 5 ... bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen. <i>Die Lernenden nutzen ein Computerprogramm, um ihren CO₂-Fußabdruck zu berechnen. Sie prüfen die Plausibilität der im Programm hinterlegten Daten.</i>

Kompetenzbereich Kommunikation

Im Unterricht kommunizieren Schülerinnen und Schüler fachbezogen und der gewohnte Sprachraum verändert sich. Der bewusste Wechsel von Alltagssprache und Fachsprache ist ein wesentlicher Aspekt von Kommunikationskompetenz. Im Biologieunterricht wird das zielgerichtete Auffinden von (fachbezogenen) Informationen aus verschiedenen Quellen geübt, dabei lernen sie den Umgang mit fachtypischen Darstellungsformen, z. B. Diagrammen, Schemazeichnungen, Modellen und Formeln. Diese nutzen Schülerinnen und Schüler nicht nur zur Entnahme von Informationen, sondern auch zur Herstellung eigener Kommunikationsmittel, die z. B. im Rahmen von Präsentationen, oder Dokumentationen verwendet werden. Im Unterricht diskutieren die Schülerinnen und Schüler fachbezogen und lernen, naturwissenschaftlich zu argumentieren. Die Entwicklung von Kommunikationskompetenz lässt sich nicht vom Umgang mit Fachwissen oder der Erkenntnisgewinnung trennen, weil Kommunikation nicht inhaltsleer sein kann.

Beispiele:

Schülerinnen und Schüler können ...	Kompetenzformulierung der Themenfelder und Umsetzungsbeispiel Schülerinnen und Schüler ...
... Informationen sachgerecht entnehmen	<p>TF 1 ... recherchieren und präsentieren zu Organismen oder Organismengruppen. <i>Die Lernenden zeigen die Kennzeichen des Lebendigen an einem Beispiel. (Webquest zu einem selbst gewählten Lebewesen durchführen, in Webquest-Protokoll Informationen strukturieren und Quellennachweise führen).</i></p>
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren	<p>TF 1 ... recherchieren und präsentieren zu Organismen oder Organismengruppen. <i>Lernende haben arbeitsteilig in verschiedenen Quellen zu einem Lebewesen recherchiert. Sie wählen Bilder aus, bringen sie in eine sachlogische Reihenfolge und erstellen daraus die Gliederung für eine Präsentation.</i></p> <p>TF 3 ... stellen Stoffaustausch oder -umwandlung unter Verwendung von Teilchensymbolen oder Formelsprache schematisch dar <i>Die Lernenden lesen einen Text zum Sauerstofftransport im Körper und erstellen daraus eine Schemazeichnung. Der Wechsel der Darstellungsform kann auch umgekehrt stattfinden.</i></p> <p>TF 9 ... verwenden Modelle zur Erklärung der Immunantwort als Ergebnis interzellulärer Kommunikation. <i>Die Lernenden erstellen einen Stop-Motion-Film, um die Immunantwort auf eine Virusinfektion zu erklären.</i></p>
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren	<p>TF 1 ... recherchieren und präsentieren zu Organismen oder Organismengruppen. <i>Die Lernenden haben arbeitsteilig in verschiedenen Quellen zu einem Lebewesen recherchiert und erstellen gemeinsam eine Präsentation (Kooperationsprodukt). In einem Gruppenpuzzle tragen sie ihre Ergebnisse zusammen und wählen die besten Ergebnisse aus, dabei argumentieren sie fachbezogen.</i></p>

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen

Kompetenzen im Umgang mit Fachwissen werden gebraucht, wenn Probleme auf einer vorhandenen Wissensbasis analysiert und gelöst werden. Der Umgang mit Fachwissen schließt sich didaktisch an die Erkenntnisgewinnung an und wird im Unterricht in Anwendungsaufgaben entwickelt. Die Kompetenz reift, wenn Fachwissen unabhängig vom Erwerbskontext angewendet wird (Dekontextualisierung). Dies schließt die eigenständige Systematisierung und Strukturierung von Fachwissen und das Metawissen über Methoden (bzw. Geräte, Verfahren) ein. Die Kompetenzentwicklung zeigt sich in der zunehmenden Vernetzung und der Fähigkeit, Wissen mehr und mehr zu strukturieren und zu abstrahieren. Letzteres ist eng mit der Entwicklung von Basiskonzepten verbunden (siehe S. 150 ff.).

Beispiele:

Schülerinnen und Schüler können ...		Kompetenzformulierung der Themenfelder und Umsetzungsbeispiel
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen	Umgang mit Fachwissen	<p>Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>TF 2 ... wenden die Evolutionstheorie auf verschiedene Problemstellungen an. <i>Die Lernenden erklären Artenvielfalt, die Stammesgeschichte der Wale und der Pferde mit der Evolutionstheorie.</i></p> <p>TF 3 ... erschließen den Zusammenhang von Fotosynthese und Energiespeicherung mit Hilfe von Energiediagrammen. <i>Die Lernenden nutzen ein Energiediagramm, um die Bedeutung der Zellatmung zu erklären.</i></p> <p>TF 7 ... wenden das Schlüssel-Schloss-Prinzip zur Erklärung der Informationsübertragung an Synapsen in verschiedenen Problemstellungen (z. B. Synapsengifte, Drogen) an. <i>Die Lernenden erklären den Wundstarrkrampf mit Hilfe einer (selbst angefertigten) Zeichnung, welche die Reaktion von Tetanustoxin mit Rezeptoren der postsynaptischen Membran zeigt.</i></p>
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen		<p>TF 1 ... ordnen Lebewesen an Hand anatomischer oder physiologischer Merkmale taxonomisch ein. <i>Die Lernenden kennen das algorithmische Verfahren des binären Bestimmungsschlüssels und wissen, wie man Vögel fachgerecht beschreibt. Sie wenden das Wissen an, um einen Bestimmungsschlüssel mit dem Thema „Vögel auf dem Schulgelände“ herzustellen. Dies kann auch in digitaler Form sein.</i></p> <p>TF 3 ... führen exemplarisch Versuche oder Untersuchungen zu physiologischen Fragestellungen durch. <i>Die Lernenden benutzen elektronische Geräte für die Puls- und Blutdruckmessung. Sie übertragen die Messwerte in ein Tabellenkalkulationsprogramm, z. B. Excel.</i></p> <p>TF 4 ... experimentieren hypothesengeleitet, werten Versuche aus und stellen Versuchsergebnisse in Protokollen dar.</p> <p>TF 4 ... mikroskopieren pflanzliche Zellen/Gewebe.</p>

	<p><i>Beim Umgang mit Chemikalien (z. B. Kalkwasser) oder Geräten (z. B. Gaswaschflasche, Sauerstoffelektrode, Mikroskop) zeigen die Lernenden Kenntnisse über Sicherheit und Handhabung sowie handwerkliches Geschick.</i></p> <p>TF 10 ... nutzen kombinatorische Methoden (Kreuzungsschemata), um Wahrscheinlichkeit für Geno- und Phänotypen vorauszusagen.</p> <p><i>Die Lernenden wenden das Kreuzungsschema für die Vaterschaftsaussage über Blutgruppenzugehörigkeit an.</i></p>
<p>... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen</p>	<p>TF 9 ... beurteilen Maßnahmen gegen Infektionskrankheiten unter Anwendung von Fachwissen.</p> <p>TF 9 ... verwenden Modelle zur Erklärung der Immunantwort als Ergebnis interzellulärer Kommunikation.</p> <p><i>Die Lernenden erklären die Folgen einer HIV-Infektion.</i></p> <p>TF 10 ... nutzen kombinatorische Methoden (Kreuzungsschemata), um Wahrscheinlichkeit für Geno- und Phänotypen vorauszusagen.</p> <p><i>Die Lernenden stellen den fachlichen Zusammenhang zwischen Kreuzungsquadrat und Reduktionsteilung der Meiose her.</i></p> <p>TF 10 ... wenden einfache Modelle an, um den Weg vom Gen zum Merkmal zu erklären.</p> <p><i>Dekontextualisierung: Die Lernenden erklären den Zusammenhang von Begriffen (Gen, DNA, Protein, Aminosäure, ...) mit Hilfe eines Begriffsnetzes.</i></p>

Kompetenzbereich Bewertung

Bewertungskompetenz beinhaltet die Fähigkeit, Fachwissen in persönliche, politische oder gesellschaftliche Entscheidung mit einzubeziehen. Im Biologieunterricht werden ethisch oder ökologisch relevante Fragestellungen bearbeitet. Die Diskussion über die Herkunft von Meinungen und Perspektiven sowie über Werte und Normen kann nur gestreift werden, der Biologieunterricht setzt den Schwerpunkt auf die zur Bewertung notwendigen fachlichen Grundlagen. Bewertungskompetenz entwickelt sich im Zusammenwirken verschiedener Fächer und zeigt sich in der Fähigkeit des Lernenden, zunehmend multiperspektivisch zu denken, eine (eigene) Meinung mit Hilfe von Fachkenntnissen zu argumentieren und (eigene) Handlungsoptionen abzuleiten.

Beispiele:

Schülerinnen und Schüler können ...	Bewertung	Kompetenzformulierung der Themenfelder und Umsetzungsbeispiel Schülerinnen und Schüler ...
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden		TF 5 ... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um die Beeinflussung von Ökosystemen zu bewerten. <i>Die Lernenden erstellen eine Pro- und Contra-Liste zur Etablierung eines Naturparks in der Region Nahe-Hunsrück und ordnen die Punkte den Rubriken Ökologie, Ökonomie und Soziales zu. Abschließend ordnen sie die Maßnahme in ein Nachhaltigkeitsdreieck ein.</i>
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen		TF 5 ... bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen. <i>Die Lernenden bestimmen (unter Zuhilfenahme externer Daten) ihren CO₂-Fußabdruck. Sie entwickeln Maßnahmen, ihren CO₂-Fußabdruck zu verringern.</i>
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten		TF 5 ... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um die Beeinflussung von Ökosysteme zu bewerten. <i>Die Lernenden bewerten den Bau einer Moselbrücke aus der Sicht eines Pendlers, Naturschützers, Weinbauern, des Besitzers eines gastronomischen Betriebs ... Die Lernenden simulieren die Diskussion in einem politischen Entscheidungsgremium.</i>

Kompetenzentwicklung

Kompetenzen entwickeln sich individuell. In ihrer Aufgabenstellung orientiert sich die Lehrkraft am erreichten Kompetenzstand und berücksichtigt Heterogenität. In einer Experimentiersituation kann das heißen, dass für einzelne Schülerinnen und Schüler eine kleinschrittige Experimentieranleitung sinnvoll sein kann, während bei weiter fortgeschrittenem Kompetenzstand das selbstständige Experimentieren im Fokus steht. Hier ist es Aufgabe der Lehrkraft, die für ihre Lerngruppe geeigneten Stufungen differenziert vorzunehmen.

Die Reihenfolge der Themenfelder berücksichtigt Entwicklungslinien, sofern sie an die fortschreitende Reifung des Jugendlichen gebunden sind: im Bereich der **Erkenntnisgewinnung** wird die reifende Abstraktionsfähigkeit genutzt, um Modelle zu entwerfen und anzuwenden. Zur Entwicklung der **Kommunikationskompetenz** werden zunehmend Darstellungsformen eingebunden, die auch in anderen Fächern geübt und eingeführt werden, das betrifft z. B. den Umgang mit Diagrammen oder der Formelsprache der Chemiker und Mathematiker. Die Darstellung und Analyse komplexer Systeme in Schemazeichnungen und Modellen wird insbesondere im Biologieunterricht eingeführt und geübt.

Die Entwicklung von **Bewertungskompetenz** ist eng mit der persönlichen Reifung während der Pubertät verbunden. Die Reihenfolge der Themenfelder trägt dem Rechnung, indem die Kontexte zunächst das kindgemäße und bewertungsneutrale Sachinteresse im den Vordergrund stellen, während im weiteren Verlauf zunehmend persönliche, soziale und globale Bezüge hergestellt werden. Bewertungskompetenz reift im Zusammenspiel mit anderen Fächern.

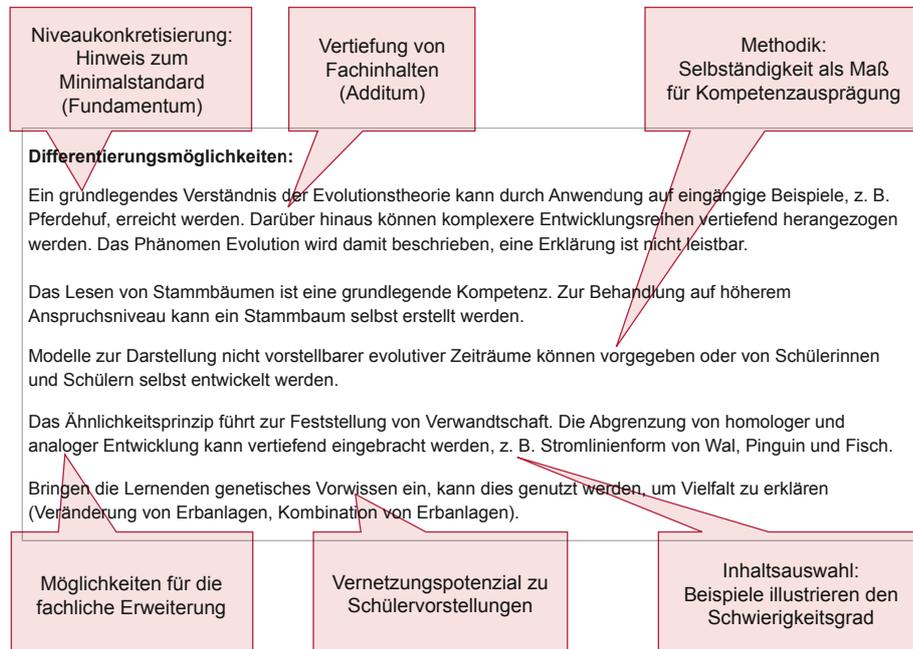
Die Übersicht zeigt Kompetenzschwerpunkte in verschiedenen Themenfeldern. Der Lehrplan stellt sicher, dass Schülerinnen und Schüler Gelegenheiten bekommen, alle Kompetenzbereiche zu entwickeln.

Die Schülerinnen und Schüler können...		TF 1	TF 2	TF 3	TF 4	TF 5	TF 6	TF 7	TF 8	TF 9	TF 10	TF 11	TF 12
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen.	Umgang mit Fachwissen		■	■	■		■	■		■			
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen.				■	■								
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen.		■				■		■	■	■	■	■	■
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren.	Erkenntnisgewinnung	■	■	■	■	■							
... modellieren.				■		■		■	■	■	■		
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren.		■	■		■					■	■	■	
... Informationen sachgerecht entnehmen.	Kommunikation	■				■						■	
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren.		■		■	■	■						■	
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren.			■									■	
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden.	Bewertung					■							
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen.							■						
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten.									■	■			

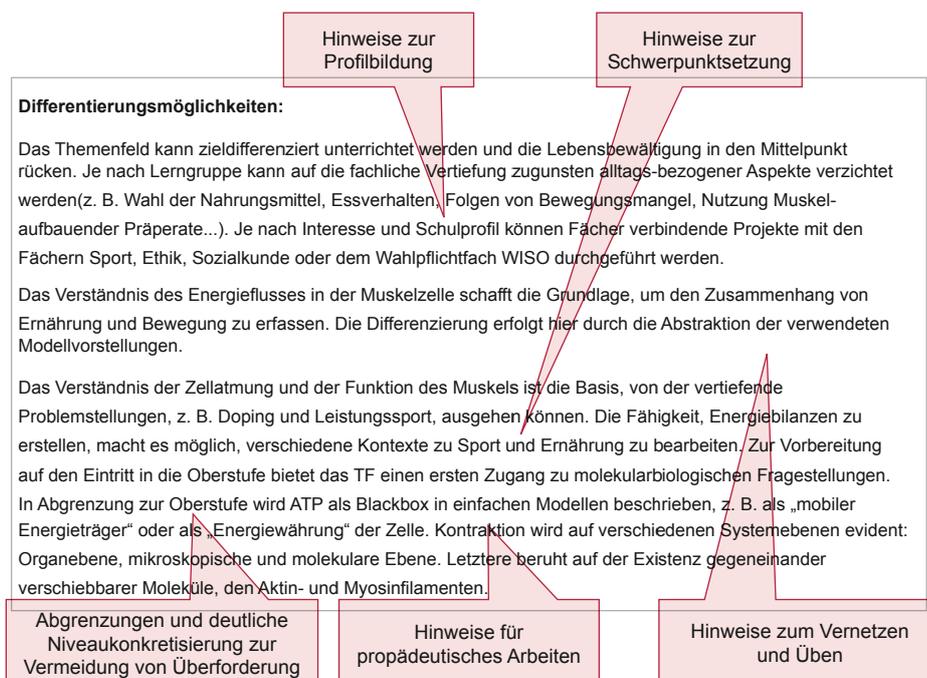
5.2.4 Fachspezifische Differenzierung

Darstellung des Differenzierungspotentials in den Themenfeldern (ausgewählte Beispiele)

Beispiel 1: Differenzierungsmöglichkeiten TF 2: konzeptionelle Vertiefung und Ausprägungsgrad der Kompetenzen (→ lerngruppen- und lernerspezifische Differenzierung):



Beispiel 2: Differenzierungsmöglichkeiten TF 8: Schwerpunktsetzungen, Möglichkeiten der Plateaubildung, oberstufenpropädeutisches Arbeiten und Abgrenzungen zu Oberstufenanforderungen (→ schulspezifische Differenzierung):



Schulspezifische Differenzierungsmöglichkeiten

Schulprofile und Schulabschlüsse machen eine Zieldifferenzierung notwendig. Die Themenfelder ermöglichen zum einen eine Schwerpunktsetzung mit Blick auf das oberstufenpädagogische Arbeiten. Zum anderen lassen sie Raum für Themen und Inhalte, welche zur konkreten Lebensbewältigung beitragen. Dies nimmt insbesondere für Schülerinnen und Schüler, welche die Schule mit dem Abschluss der Berufsreife verlassen, einen hohen Stellenwert ein.

Lerngruppen- und lernerspezifische Differenzierungsmöglichkeiten

- **Differenzierungsmöglichkeiten auf der Kontextebene**

Der Lehrplan zeigt in den einzelnen Themenfeldern in der Rubrik „Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung“ Wahlmöglichkeiten auf. Die aus der Mindmap abgeleiteten Kontexte unterscheiden sich bereits in ihrer Anlage hinsichtlich ihrer Komplexität, der Breite der unterrichtlichen Fragestellungen und ihres Abstraktionsniveaus. Außerdem kann bei jedem Kontext binnendifferenziert unterrichtet und die schuleigene Arbeitsplanung sowie regionale Gegebenheiten berücksichtigt werden.

- **Differenzierungsmöglichkeiten im Bereich der Konzeptentwicklung**

Das durch den Lehrplan vorgeschriebene Fachwissen ermöglicht den kumulativen Aufbau von Konzepten. Bei den einzelnen Lernenden wird eine unterschiedliche Verständnistiefe erreicht. Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich in ihren Voraussetzungen in vielfältiger Weise. Das von der Lehrkraft ausgewählte Lernangebot berücksichtigt diese Vielfalt insbesondere im Hinblick auf die konzeptionelle Tiefe, mit der ein Fachgegenstand bearbeitet werden kann. Wesentlich für das Differenzierungsangebot innerhalb einer Lerngruppe ist es, bei allen Schülerinnen und Schülern eine Weiterentwicklung anzustreben.

Beispiel: unterschiedlicher Entwicklungsstand eines Konzeptes nach Themenfeld 5

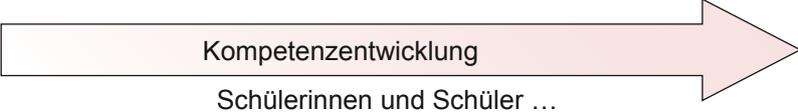
Am Ende von TF 5 wird die unterschiedliche Verständnistiefe einzelner Schülerinnen und Schüler deutlich. Trotz des gleichen Unterrichtsinhaltes und gleicher Basismaterialien (z. B. Schulbuch) haben sich Konzepte in unterschiedlicher Tiefe entwickelt.		
Schülerinnen und Schüler können ...		
... Nahrungsketten verstehen	<p>Tiere brauchen Nährstoffe von anderen Lebewesen, Pflanzen bauen Nährstoffe aus Kohlenstoffdioxid und Wasser auf.</p> <p>Verschiedene Tiere haben verschiedene Nahrungsquellen.</p> <p>Vielfalt äußert sich auch als Ernährungsvariation.</p>	<p>Heterotrophe Lebewesen nutzen die Energie der Nährstoffe, welche von autotrophen Lebewesen durch Photosynthese aufgebaut werden. Die Nährstoffe werden zum Aufbau von Zellen gebraucht oder in den Zellen veratmet, dabei entsteht Wasser und Kohlenstoffdioxid, das abgegeben wird. Vielfalt äußert sich auch in dem, wovon verschiedene Tiere leben.</p>

	→ geringer Vernetzungsgrad, wenig Detailwissen (geringe horizontale Vernetzung)	→ hoher Vernetzungsgrad, reich an Detailwissen (horizontale Vernetzung)
... morphologische und anatomische Merkmale als Angepasstheit deuten.	Die äußerlich sichtbaren Merkmale von Pflanzen und Tieren lassen sich als Angepasstheit an bestimmte Funktionen deuten. Zwischen Vielfalt und Angepasstheit besteht ein Zusammenhang.	Merkmale von Organismen lassen sich als Angepasstheit deuten: Die Strukturen sind so gebaut, dass Funktionen wie Stoffaufnahme, Stoffabgabe, Reproduktion, Regulation besonders gut erfüllt werden. Die Anpassung an eine bestimmte Funktion lässt sich auch am Feinbau der Organe zeigen. Vielfalt zeigt sich auch mikroskopisch in Substrukturen. Zwischen Vielfalt und Angepasstheit besteht ein Zusammenhang, der mit der Evolutionstheorie erklärt werden kann.
	→ geringe Erklärungstiefe, der Lernende bleibt auf der konkret erfassbaren (organismischen) Erklärungsebene.	→ hoher Grad an vertikaler Vernetzung bzw. große Erklärungstiefe: Ein Phänomen oder ein Aspekt wird auf verschiedenen Abstraktionsebenen (z. B. Systemebenen) erklärt.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ konkret ▪ wenig Detailwissen ▪ geringe horizontale Vernetzung ▪ unsystematisch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ abstrakt ▪ viel Detailwissen ▪ hohe horizontale Vernetzung ▪ systematisch

- **Differenzierungsmöglichkeit im Bereich der Kompetenzentwicklung**

Der Umgang mit Fachwissen ist im Lehrplan sowohl auf der Konzeptebene als auch auf der Kompetenzebene verankert. Im Unterschied zur Konzeptbeschreibung geben die Kompetenzbeschreibungen Hinweise auf konkrete Aufgabenstellungen oder Lernprodukte. Schülerinnen und Schüler einer Lerngruppe entwickeln die Kompetenzen in unterschiedlicher Ausprägung. Die differenzierte Rückmeldung zum Lernstand in einzelnen Kompetenzbereichen ermöglicht den Lernenden, einerseits ihre Stärken und andererseits ihren Entwicklungsbedarf zu erkennen. Die inhaltliche Offenheit des Lehrplans erlaubt es, Kompetenzen an unterschiedlich komplexen Inhalten zu entwickeln und bietet damit weitere Möglichkeiten zur Differenzierung. Einfache Inhalte erlauben z. B. die eigenständige Bearbeitung eines vollständigen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgangs, während der Erkenntnisgang zur Erforschung komplexer Inhalte in allen Phasen eine Lernbegleitung braucht. Insbesondere im Bereich Bewertung wird die Kompetenzentwicklung von einfachen und linearen hin zu komplexen und stark vernetzten Fachinhalten aufgebaut.

Beispiel: unterschiedlicher Entwicklungsstand bzgl. der Kompetenz

Schülerinnen und Schüler können ...		
... Erkenntnisse gewinnen	<p>... beobachten und vergleichen mit Hilfe vorgegebener Kriterien oder Tabellen, z. B. bei der Gewässeruntersuchung.</p> <p>... erforschen einen Sachverhalt unter Anleitung, z. B. die Lichtabhängigkeit der Fotosynthese.</p>	<p>... entwickeln selbstständig Untersuchungskriterien und Auswertinstrumente, z. B. im Rahmen einer Gewässeruntersuchung.</p> <p>... konzipieren einen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgang und forschen selbstständig zu einer Fragestellung, z. B. zu den Faktoren der Fotosynthese.</p>
... mit Fachwissen umgehen	<p>... wenden Fachwissen (zur Problemlösung) an, wenn der Anwendungskontext eine große Ähnlichkeit zum Erwerbskontext hat.</p> <p>... verstehen problemorientierte Fragestellungen und lösen das Problem in vorgegebener Schrittfolge.</p> <p>... formulieren Fragen (z. B. für eine Recherche) auf der Ebene von Alltagswissen</p>	<p>... wenden Fachwissen unabhängig vom Erwerbskontext für die Lösung neuer Probleme an.</p> <p>... entdecken Problemstellungen selbstständig und führen die Problemanalyse und Problemlösung selbstständig durch.</p> <p>... formulieren Fragen (z. B. für eine Recherche) auf der Ebene von Fachwissen oder Konzeptwissen.</p>
... kommunizieren	<p>... recherchieren unter Anleitung und unter Verwendung einfacher, ggf. didaktisierter Quellen.</p> <p>... präsentieren mit Hilfe von Leitfragen und unter Verwendung vorgegebener Medien.</p> <p>... beschreiben Sachverhalte in verständlicher Sprache (z. B. Deutsch als Fremdsprache).</p>	<p>... recherchieren in verschiedenen Quellen ohne Anleitung.</p> <p>... präsentieren frei und unter Verwendung selbst entworfener/ausgewählter Medien.</p> <p>... beschreiben Sachverhalte in der Fachsprache.</p>
... bewerten	<p>... argumentieren die ethische Relevanz eines Themas (z. B. Kohlenstoffdioxidproduktion) und wechseln Perspektiven.</p>	<p>... leiten darüber hinaus Handlungsoptionen ab und führen eine Folgenreflexion durch.</p>

5.3. Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie

5.3.1 Basiskonzepte und ihre Entwicklung

Die Entwicklung eines konzeptionellen Verständnisses von Chemie beginnt mit den ersten Vorstellungen der Lernenden von Stoffen und ihren Veränderungen. Diese einfachen Erklärungsmuster – Präkonzepte – sind naturgemäß häufig im engeren fachsystematischen Sinne noch verbesserungswürdig. Für die Schülerinnen und Schüler selbst sind sie die einzigen und damit subjektiv richtigen Deutungsmuster von Welt.

In einem kontextorientierten Chemieunterricht können die Schülerinnen und Schüler ihre subjektiven Konzepte stetig weiter entwickeln, da in den Themenfeldern verschiedene Inhalte immer wieder in vergleichbarer Weise bearbeitet werden. Dabei bilden die Arbeits- und Denkweisen der Chemie ein wichtiges Gerüst, das über wiederkehrende Erklärungsmuster die Entwicklung der Basiskonzepte ermöglicht und das Lernen im Fach Chemie erleichtert. Da die Basiskonzepte das Fachwissen strukturieren und ihre Entwicklung nicht unbedingt die Entwicklung der je eigenen Konzepte der Schülerinnen und Schüler widerspiegelt, bleibt dieses Spannungsfeld für den Chemieunterricht von zentraler Bedeutung. Er wird umso erfolgreicher sein, je besser es gelingt, die individuellen Entwicklungen der Konzepte (Lernen) mit der Entwicklung von Basiskonzepten (Fach) zu verbinden.

Der vorliegende Lehrplan schließt auch aus diesen Gründen an die im Fach Naturwissenschaften eingeführten Konzepte und Erklärungsmuster an.

Die Abbildung auf Seite 172 verdeutlicht die Zusammenhänge. Der Zugang zu den Themen und Inhalten des Chemieunterrichts erfolgt über lebensweltliche Fragen unter Verwendung lebensweltlicher Kontexte, die im Unterricht aufgegriffen werden und aus denen sich fachliche, disziplinäre Fragen ableiten lassen. Auf dieser Ebene der Fachdisziplin findet Unterricht statt, der im Idealfall zur Klärung der fachlichen Fragen führt. Eine tiefere Auseinandersetzung mit diesen unterrichtlichen Fragen führt durch Dekontextualisierung auf eine allgemeinere konzeptionelle Ebene, die Ebene der Basiskonzepte. Dies erlaubt einen Blick in die tieferen Strukturen der Disziplin Chemie.

Damit die Entwicklung der Basiskonzepte dauerhaft zu einer Veränderung der individuellen Konzepte führt - mit denen die Schülerinnen und Schüler nach wie vor im Alltag sehr erfolgreich sind - müssen die im Chemieunterricht auf der Ebene der Fachdisziplin gewonnenen Erkenntnisse und die auf der Ebene der Basiskonzepte entwickelten konzeptionellen Einsichten rückgekoppelt werden in die Ebene der Lebenswelt. Durch ihre wiederholte Anwendung auf immer wieder neue Themen und Fragestellungen werden zum einen diese Themen zunehmend besser und tiefer bearbeitet und verstanden. Zum anderen festigt sich das konzeptionelle Verständnis der Schülerinnen und Schüler. Gelingt dies nicht, bleibt der Chemieunterricht auf der Stufe der Reproduktion isolierter Fakten stehen. Seine Ergebnisse tragen dann nur sehr begrenzt zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung bei.

Die Abbildung zeigt die Hierarchieebenen des Wissens und den Zusammenhang von Kontextwissen, Fachwissen und Basiskonzepten.

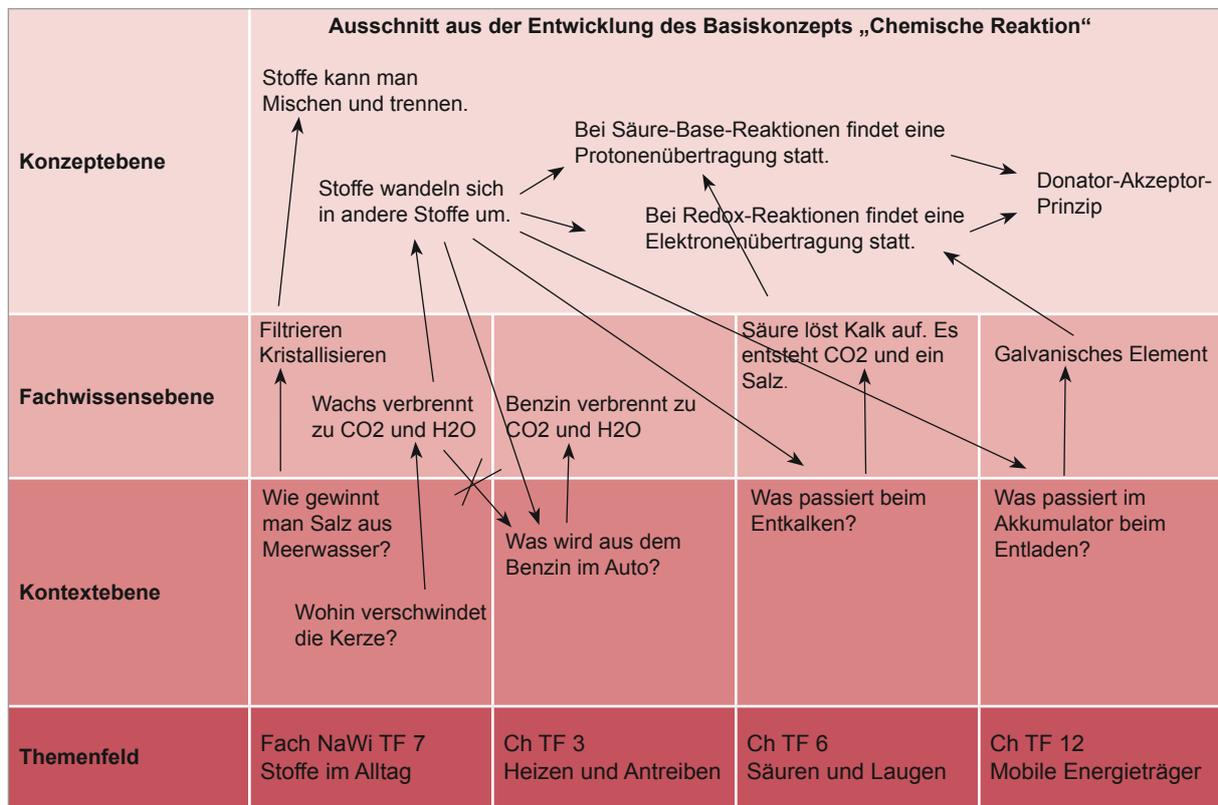


Abb. Ein Beispiel für Aufbau und Anwendung von Basiskonzepten

Die Verfügbarkeit des Fachwissens zum Basiskonzept „Chemische Reaktion“ erleichtert den Zugang zu neuen Kontexten.

Die Deutung einer komplexen chemischen Reaktion bzw. Vorhersagen über deren Verlauf sind dadurch alleine nicht möglich. Aber die Einsicht, dass alle Stoffumwandlungen nach den gleichen Prinzipien erfolgen, führt zu Konzepten, mit denen chemische Reaktionen in anderen Bereichen (z. B. biochemische Prozesse, Klima- und Umweltveränderungen, ...) qualitativ und quantitativ beschrieben und verstanden werden können.

Basiskonzepte als Strukturierungsprinzip von Fachwissen

Die Basiskonzepte strukturieren fachliche Inhalte. Es ist nicht die einzig denkbare Struktur – man denke nur an andere Einteilungen der Chemie, die sich stärker an den Stoffklassen orientieren (z. B. Anorganische Chemie, Organische Chemie, Biochemie, Makromolekulare Chemie) – aber eine, die auf der kognitiven Ebene zu einem tieferen Verstehen führt. Die Zurückführung aller in der Chemie zu diskutierenden Strukturen, Vorgänge und Deutungsmodelle auf einige wenige Basiskonzepte führt bei Fachkundigen zum Denken in größeren Zusammenhängen. Neues Wissen kann verortet werden, wird so gefestigt und transferfähig.

Im Unterricht kann man ein tieferes Verstehen dieser Basiskonzepte nicht voraussetzen. Aber durch die Betrachtung des gleichen fachlichen Inhalts unter verschiedenen Basiskonzepten erhalten die Lernenden Zugang zu einem übergreifenden konzeptionellen Rahmen.

Zum Beispiel kann ein Energieträger (etwa Methan) mit dem Blick auf den Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Verwendung eines Stoffes zum Gegenstand von Unterricht werden. Dabei kann der Fokus auf den Prinzipien einer chemischen Reaktion, der mit ihr einhergehenden Energiewandlung oder dem strukturellen Aufbau der Stoffe liegen.

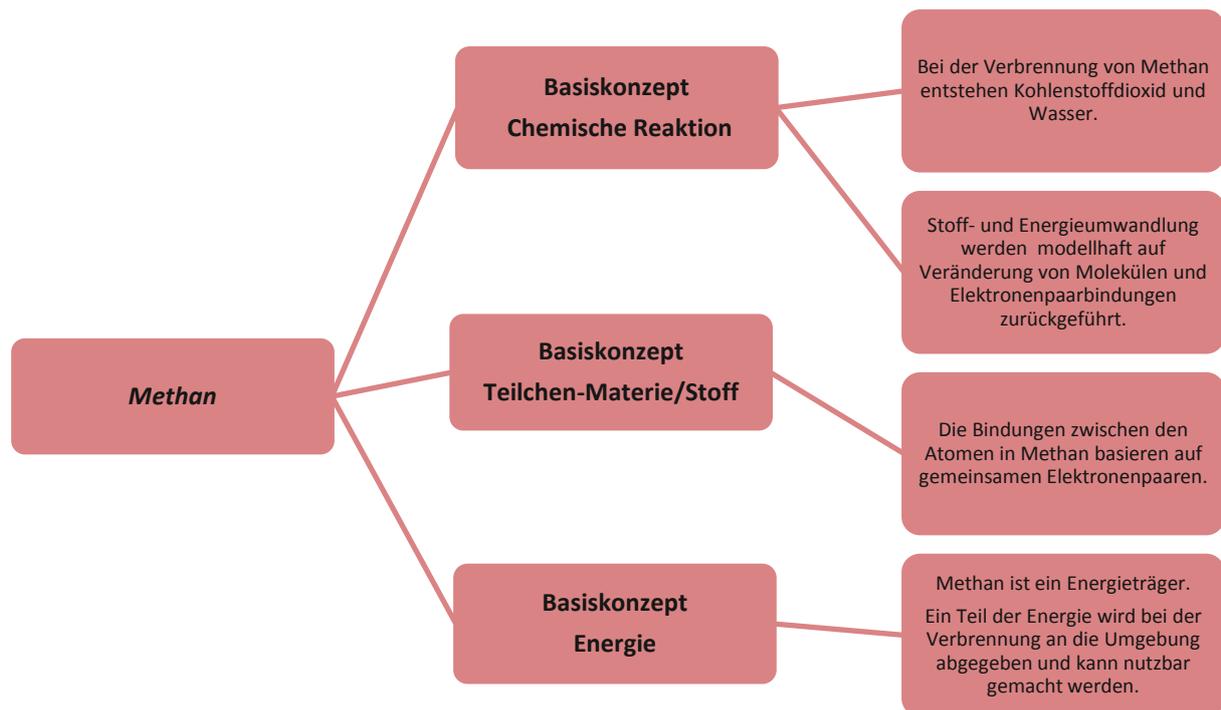


Abb.: Am Beispiel des Stoffes Methan können verschiedene Basiskonzepte bearbeitet werden.

Konkretisierung der Basiskonzepte durch anschlussfähiges Fachwissen

Der Lehrplan ist so konzipiert, dass in der Gesamtheit aller Themenfelder sowie des vorausgegangenen Unterrichts im Fach Naturwissenschaften alle Basiskonzepte im Unterricht mehrfach konkret thematisiert, erweitert und entwickelt werden. Dadurch werden ein kumulativer Aufbau und eine systematische Vernetzung von Fachwissen möglich. Hierauf ist bei der Unterrichtsplanung in besonderem Maße zu achten.

Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass im Gegensatz zu den für die Fachwissenschaft Chemie ausformulierten, klar strukturierten und allgemeingültigen – also nicht an einzelne Personen und deren Kenntnis- und Entwicklungsstand gebundenen – Basiskonzepten im Unterricht immer die Konzepte der Schülerinnen und Schüler – also stark vom Individuum abhängige, personale Konzepte - ihre Weiterentwicklung und damit auch ihr Verhältnis zu den Basiskonzepten im Fokus stehen!

Für jedes Basiskonzept ist das konzeptionelle Fachwissen ausformuliert, so dass es in verschiedenen Zusammenhängen konkret wird, wie an einem Beispiel zum Basiskonzept „Chemische Reaktion“ hier dargestellt ist:

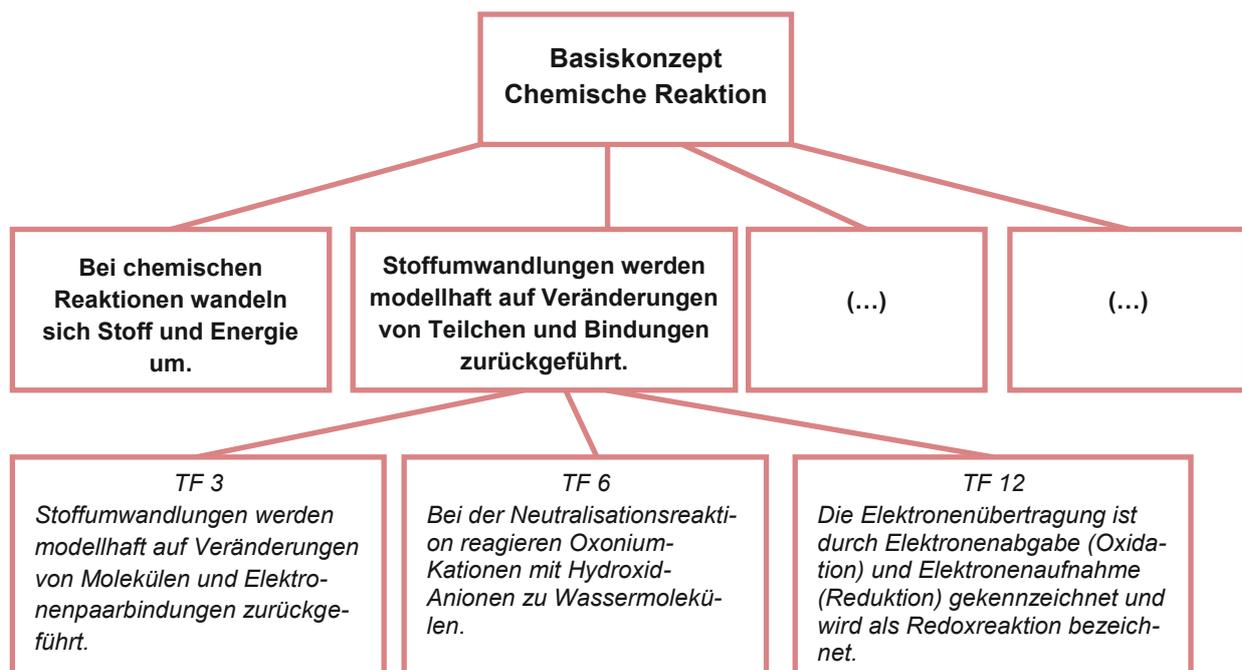


Abb.: Entwicklung eines Basiskonzepts über mehrere Themenfelder

Eine vollständig ausformulierte Übersicht über die Entwicklung der Basiskonzepte folgt auf den nächsten Seiten. Die Basiskonzepte sind so formuliert, dass sie Entsprechungen in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern Biologie und Physik haben. Daher sind eine Abstimmung der schuleigenen Arbeitspläne und die Verknüpfung der Konzepte in den naturwissenschaftlichen Fächern nicht nur sinnvoll und durch den Lehrplan möglich, sondern sie werden den Fachkonferenzen explizit als Aufgabe übertragen.

Basiskonzept Teilchen-Materie/Stoff (Stoff-Teilchen-Beziehungen)

- Materie/Stoff besteht aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.
- Durch die unterschiedliche Kombination von Teilchen, ihre Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen ihnen ergibt sich die Vielfalt der Stoffe.
- Stoffe werden durch ihre Eigenschaften charakterisiert.
- Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle (differenziertes Atommodell).
- Elementarteilchen unterscheiden sich in Eigenschaften wie Masse und elektrische Ladung.
- Der submikroskopische Bau der Stoffe wird mit Modellen beschrieben.
- Bindungsmodelle dienen zur Interpretation von Teilchenanordnungen (Aggregationen), räumlichen Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen.

Teilkonzepte in allgemeiner Formulierung
Entwicklung im Themenfeld
Materie/Stoff besteht aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.
TF 1 Atome sind die Bausteine der Elemente. TF 2 Salze bestehen aus Ionen. TF 4 Metalle bestehen aus einem Gitter von Metallatomen, deren Elektronen zum Teil über die jeweilige Atomhülle hinaus beweglich sind. TF 6 Saure Lösungen enthalten mehr oder weniger Oxonium-Kationen. Alkalische Lösungen enthalten mehr oder weniger Hydroxid-Anionen. TF 7 Als Monomere kommen Moleküle mit einer Mehrfachbindung oder mit mehreren funktionellen Gruppen vor. TF 12 Stoffe unterscheiden sich in ihrer Tendenz zur Elektronenabgabe (Oxidation) bzw. -aufnahme (Reduktion). In der Kombination zweier geeigneter Halbzellen entsteht ein galvanisches Element.
Durch die unterschiedliche Kombination von Teilchen, ihre Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen ihnen ergibt sich die Vielfalt der Stoffe.
TF 1 Stoffe werden in der Chemie nach klaren Regeln benannt und klassifiziert. TF 1 Elemente werden mit Elementsymbolen beschrieben und im PSE geordnet. Man unterscheidet mehr als 110 Elemente. TF 1 Verbindungen sind Stoffe, an denen mehrere Elemente beteiligt sind und die durch Formeln beschrieben werden. TF 5 Die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen ergibt sich aus der Fähigkeit des Kohlenstoffatoms zur Ausbildung von Elektronenpaarbindungen mit anderen Kohlenstoffatomen. TF 7 Polymere sind Makromoleküle, die aus vielen mehr oder weniger gleichartigen Monomeren entstanden sind.

Stoffe werden durch ihre Eigenschaften charakterisiert.

Siehe Basiskonzept Struktur-Eigenschaft

Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle (differenziertes Atommodell).

TF 1 Die einfache Atomvorstellung beschränkt sich auf Aussagen zu Masse, Größe und Kugelform.

TF 2 Die Atome bestehen aus einem Kern aus Protonen und Neutronen sowie einer Hülle aus Elektronen.

TF 2 Die Anzahl der Elektronen entspricht der Anzahl der Protonen im Kern.

TF 2 Die Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich durch die Protonenzahl.

TF 3 Der Aufenthaltsbereich für Elektronen ist in sich gegliedert.

Elementarteilchen unterscheiden sich in Eigenschaften wie Masse und elektrische Ladung.

TF 2 Ionen sind geladene Teilchen, die aus Atomen durch Aufnahme oder Abgabe von Elektronen entstehen.

TF 2 Protonen und Elektronen sind Träger elektrischer Ladung (Elementarladung).

Der submikroskopische Bau der Stoffe wird mit Modellen beschrieben.

Im Unterricht findet immer wieder bewusst der Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene statt. Dies ist durchgängiges Prinzip des Lehrplanes, z. B. in:

TF 1 Beschreibungen auf der Teilchenebene sind immer modellhaft.

TF 3 Stoff- und Energieumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Molekülen und Elektronenpaarbindungen zurückgeführt.

Bindungsmodelle dienen zur Interpretation von Teilchenanordnungen (Aggregationen), räumlichen Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen.

*Die Bindungsmodelle sind anschlussfähig an das Basiskonzept Wechselwirkung, wie es in der **Physik** ausgeführt ist.*

TF 2 Zwischen Ionen wirken elektrostatische Kräfte in alle Raumrichtungen. Entgegengesetzt geladene Ionen ziehen sich an (Ionenbindung) und bilden dadurch dreidimensionale Strukturen (Ionengitter).

TF 3 Die Bindungen zwischen den Atomen in Wasserstoff, Sauerstoff, Wasser und Methan (und anderen Kohlenwasserstoffen) basieren auf gemeinsamen Elektronenpaaren.

TF 4 Die elektrische Leitfähigkeit von Metallen wird mit dem Metallgitter und seinen beweglichen Elektronen gedeutet.

TF 5 Die Polarität von Wasser und Kohlenstoffverbindungen wird durch ihre Molekülstruktur bestimmt.

TF 7 Elektronenpaarbindungen und intermolekulare Wechselwirkungen begründen die räumlichen Strukturen bei den Kunststoffen.

Das Basiskonzept Wechselwirkung wird im Lehrplan Physik wie folgt ausgeführt:

Die Wechselwirkung von Körpern miteinander bewirkt eine Änderung der Bewegungszustände oder eine Verformung der Körper.

Sich verändernde elektrische und magnetische Felder beeinflussen sich wechselseitig.

Wenn Strahlung oder Schall auf Körper trifft, findet Energieübertragung (Absorption) und/oder eine Änderung der Strahlungsrichtung (Reflexion, Brechung) statt.

Wenn ein Körper schwingt, ändert sich periodisch sein Zustand. Dabei kann er Schall abgeben.

TF 11 Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und Methan sind die wichtigsten klimawirksamen Gase, die in der Atmosphäre mit Strahlung wechselwirken.

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft-Funktion

Die Struktur bestimmt die Eigenschaft bzw. die Funktion. Dieser Zusammenhang gilt für alle Systemebenen.

- Die Eigenschaften der Stoffe bestimmen ihre Verwendung.
- Die Struktur und die Zusammensetzung der Stoffe bestimmen ihre Eigenschaften.
- Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften bzw. ähnlicher Struktur bilden eine Stoffklasse.
- Stoffeigenschaften werden mit Teilchenmodellen gedeutet.

Teilkonzepte in allgemeiner Formulierung
Entwicklung im Themenfeld
Die Eigenschaften der Stoffe bestimmen ihre Verwendung.
TF 2 Die Eigenschaften der Salze bestimmen mögliche Verfahren zur Gewinnung. TF 3 Wasserstoff und Methan sind Energieträger. TF 5 Die Eigenschaften der Stoffe (z. B. Lösungseigenschaften) bedingen ihre Verwendung (z. B. Lösungsmittel). TF 6 Die Verwendung von sauren und alkalischen Lösungen beruht auf ihren Reaktionen (z. B. Neutralisationen, Reaktionen mit Kalk und unedlen Metallen). TF 7 Aus den Eigenschaften der Polymere resultieren Verwendungsmöglichkeiten und damit verbundene Vor- und Nachteile. TF 10 Insbesondere Eigenschaften wie z. B. Toxizität, Brennbarkeit und Explosivität machen einen Stoff zu einem gefährlichen Stoff. Dabei ist die Dosis, Menge oder Konzentration von entscheidender Bedeutung. TF 10 Toxische Stoffe/„Giftstoffe“ greifen bereits in geringen Mengen in den Stoffwechsel oder das Nervensystem von Lebewesen ein und fügen ihnen Schaden zu. TF 12 Bei der Auswahl geeigneter Stoffe zur elektrochemischen Energiegewinnung bzw. Energiespeicherung spielt die Verfügbarkeit, Massenersparnis und die relative Lage in der Redoxreihe eine Rolle.
Die Struktur und die Zusammensetzung der Stoffe bestimmen ihre Eigenschaften.
TF 5 Innerhalb einer Stoffklasse verändern sich die Eigenschaften in Abhängigkeit von der Größe des Moleküls. TF 7 Zusammensetzung und Struktur der Makromoleküle sowie die Wechselwirkungen zwischen den Makromolekülen entscheiden über die Eigenschaften der Polymere. TF 9 Verschiedene Stoffe können mit bestimmten, dazu passenden Verfahren identifiziert und quantitativ erfasst werden. TF 9 Bei der Auswahl eines Analyseverfahrens für einen bestimmten Zweck sind Kriterien wie Messgenauigkeit und Nachweisgrenze zu beachten.

TF 9 Kolorimetrische Bestimmungen eignen sich für Stoffe, die farbig sind oder sich in farbige Stoffe überführen lassen.

TF 9 Chromatografische Verfahren nutzen unterschiedliche Löslichkeiten im Laufmittel und verschieden starke Adsorption an einer stationären Phase zur Trennung von Stoffgemischen.

Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften bzw. ähnlicher Struktur bilden eine Stoffklasse.

TF 2 Salze sind durch ihre Eigenschaften (z. B. Sprödigkeit) charakterisiert.

TF 4 Metalle sind durch ihre Eigenschaften charakterisiert, die die Verwendung bestimmen.

TF 5 Kohlenstoffverbindungen mit ähnlicher Struktur (z. B. funktionelle Gruppen) bilden eine Stoffklasse (z. B. Alkanole).

TF 6 Indikatoren zeigen durch charakteristische Farben unterschiedliche pH-Wert-Bereiche an.

TF 7 Polymere werden in Elastomere, Thermoplaste und Duroplaste eingeteilt.

Stoffeigenschaften werden mit Teilchenmodellen gedeutet.

TF 4 Die elektrische Leitfähigkeit von Metallen wird mit dem Metallgitter und seinen beweglichen Elektronen gedeutet.

TF 5 Die Polarität von Wasser und Kohlenstoffverbindungen wird durch die Molekülstruktur bestimmt.

TF 6 Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf.

TF 7 Zusammensetzung und Struktur der Makromoleküle sowie die Wechselwirkungen zwischen den Makromolekülen entscheiden über die Eigenschaften der Polymere.

Basiskonzept Chemische Reaktion

- Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.
- Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse.
- Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.
- Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.
- In Donator-Akzeptor-Reaktionen werden Teilchen übertragen.
- Chemische Reaktionen sind umkehrbar.
- Stoffkreisläufe werden als Systeme chemischer Reaktionen aufgefasst.
- Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert.

Teilkonzepte in allgemeiner Formulierung
Entwicklung im Themenfeld
Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.
TF 1 Bei chemischen Reaktionen werden Stoffe in andere Stoffe umgewandelt. TF 6 Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um. Säuren bilden mit Wasser saure Lösungen. Alkalien bilden mit Wasser alkalische Lösungen (Laugen). TF 6 Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf. TF 10 Explosivstoffe sind energiereiche Verbindungen, bei deren Reaktion in sehr kurzer Zeit eine große Menge gasförmiger Produkte entsteht.
Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse.
TF 1 Bei chemischen Reaktionen bleibt die Gesamtmasse der Stoffe erhalten. TF 1 Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Dies erklärt das Gesetz von der Erhaltung der Masse. TF 9 Die Maßanalyse eignet sich für Stoffe, die mit einem anderen Stoff bekannter Konzentration gerade vollständig reagieren.
Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.
TF 3 Stoff- und Energieumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Molekülen und Elektronenpaarbindungen zurückgeführt. TF 4 Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und ihrer Bindungen zurückgeführt. TF 6 Bei der Neutralisationsreaktion reagieren Oxonium-Kationen mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen.

TF 12 Diese Elektronenübertragung ist durch Elektronenabgabe (Oxidation) und Elektronenaufnahme (Reduktion) gekennzeichnet und wird als Redoxreaktion bezeichnet.	
Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.	
TF 3 Verbrennungen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben. TF 4 Die Gewinnung eines Metalls wird mit einer Reaktionsgleichung beschrieben. TF 6 Neutralisationsreaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.	
In Donator-Akzeptor-Reaktionen werden Teilchen übertragen.	
TF 6 Bei der Neutralisationsreaktion reagieren Oxonium-Kationen mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen. TF 12 Bei chemischen Reaktionen in galvanischen Elementen werden Elektronen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip übertragen.	
Chemische Reaktionen sind umkehrbar.	
TF 3 Verbrennungsreaktionen sind (prinzipiell) sowohl stofflich als auch energetisch umkehrbar (Analyse und Synthese von Wasser, endotherm und exotherm). TF 4 Bildung und Zerlegung eines Metalloxids sind prinzipiell umkehrbar. TF 12 Chemische Reaktionen im Akkumulator sind umkehrbar.	
Stoffkreisläufe werden als Systeme chemischer Reaktionen aufgefasst.	
<p><i>Das Teilkonzept Stoffkreisläufe wird im Lehrplan Biologie unter Basiskonzept System wie folgt ausgeführt:</i></p> <p><i>Systeme bestehen aus Elementen, die untereinander Materie, Energie und Informationen austauschen und in ihrem Zusammenwirken als Einheit betrachtet werden können.</i></p> <p><i>Systeme im Gleichgewicht befinden sich in einem stabilen Zustand, in dem von außen keine Veränderung wahrnehmbar ist.</i></p> <p><i>Auf Störung reagiert ein System im Gleichgewicht durch Veränderung in Richtung eines neuen Gleichgewichts.</i></p> <p><i>Störungen führen zu Veränderungen und sind Antrieb für Ströme (Flüssigkeitsströme, thermische Ströme, elektrische Ströme).</i></p> <p><i>Ströme können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden.</i></p>	<p>TF 8 Technische Verfahren sind Systeme chemischer Reaktionen, von denen Teile im Kreislauf geführt werden.</p> <p>TF 11 Der Kohlenstoffkreislauf ist ein komplexes System chemischer Reaktionen. Dieses System wird durch natürliche und anthropogene Faktoren beeinflusst und stellt sich auf die veränderten Bedingungen neu ein.</p>
Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert.	
TF 8 Technische Verfahren werden nach bestimmten Aspekten optimiert (Produktionskosten, Eduktrückgewinnung, Ausbeute, Umweltbelastung, Energieaufwand, ...). TF 8 Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert.	

Basiskonzept Energie

- Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.
- Die Energie wird mit Hilfe von Energieträgern transportiert.
- Meistens wird bei der Nutzung von Energie der Energieträger gewechselt.
- Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der eingesetzten Energie auf den gewünschten Träger wechselt.

Teilkonzepte in allgemeiner Formulierung	
Entwicklung im Themenfeld	
Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.	
----	----
Die Energie wird mit Hilfe von Energieträgern transportiert.	
Stoffe sind Energieträger. Bei chemischen Reaktionen entstehen neue Stoffe mit anderem Energiegehalt.	TF 3 Wasserstoff und Methan sind Energieträger. TF 8, TF 10, TF 12 nach Wahl
Meistens wird bei der Nutzung von Energie der Energieträger gewechselt.	
Chemische Reaktionen werden als Energieträgerwechsel betrachtet. Produkte und Edukte tragen unterschiedlich viel Energie. Die Energiedifferenz kann positiv oder negativ sein. Ist sie negativ (exotherm), wird im Verlauf der Reaktion Energie an die Umgebung abgegeben. Ist sie positiv (endotherm), wird der Umgebung Energie entzogen.	TF 3 Ein Teil der Energie wird bei der Verbrennung an die Umgebung abgegeben und kann nutzbar gemacht werden. TF 3 Dieser Teil entspricht der Energiedifferenz zwischen der Energie der Produkte und der Edukte. TF 3 Der Energieträgerwechsel (Energieabgabe) wird bei Verbrennungsreaktionen erkennbar an Erwärmung, Bewegung bzw. Licht. TF 10 Explosivstoffe sind energiereiche Verbindungen, bei deren Reaktion in sehr kurzer Zeit ein großer Energiebetrag abgegeben wird. TF 11 Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wird Energie an die Umgebung abgegeben. TF 11 Der Energieträgerwechsel (Energieabgabe) wird erkennbar an der Erwärmung, Bewegung bzw. Licht. TF 12 Bei chemischen Reaktionen in galvanischen Zellen wird der Energieträger gewechselt. Dies macht sich am elektrischen Stromfluss bemerkbar.
Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der eingesetzten Energie auf den gewünschten Träger wechselt.	
Chemische Reaktionen und technische Verfahren werden unter energetischem Aspekt optimiert.	TF 8 Um die Energiebilanz von technischen Verfahren zu optimieren, wird die an die Umgebung abgegebene Energie möglichst sinnvoll genutzt (Heizung durch Fernwärme, Vorwärmen der Edukte). TF 8 Um die Aktivierungsenergie herabzusetzen, werden in der Regel Katalysatoren eingesetzt.

5.3.2 Kompetenzen und ihre Entwicklung

Kompetenzen entwickeln sich individuell und in Schritten. Im Lehrplan Chemie sind in jedem Themenfeld die schwerpunktmäßig zu entwickelnden Kompetenzen aus den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung, Umgang mit Fachwissen, Kommunikation und Bewertung aufgelistet. Um Kompetenzen zu entwickeln, stellen Schülerinnen und Schüler im Unterricht Lernprodukte her, in denen ihr Wissen zur Anwendung kommt. Lernprodukte sind das Ergebnis kompetenzbezogener Aufgabenstellungen und machen Kompetenzstände transparent. Die Fachinhalte, die in diese Lernprodukte eingebunden sind, werden im Lehrplan als konzeptionelles Fachwissen und über Fachbegriffe definiert. Die festgelegten Kompetenzen lassen sich mit verschiedenen Fachinhalten kombinieren und ermöglichen damit Anpassungen an die Lerngruppe sowie den ausgewählten Kontext.

Der Lehrplan stellt sicher, dass die Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung und im Umgang mit Fachwissen Kompetenzen entwickeln können.

Erkenntnisgewinnung

Die Lernenden begegnen einem neuen Phänomen oder neuen Fragen. Dies erzeugt eine Erkenntnislücke, die geschlossen wird, indem die Schülerin oder der Schüler naturwissenschaftliche Methoden erlernt und anwendet. Im Mittelpunkt der Erkenntnisgewinnung steht die Fähigkeit, aus Beobachtungen, Daten oder Modellen Schlussfolgerungen zu ziehen und dabei auch die Grenzen ihrer Aussagefähigkeit zu erfassen.

In der Chemie kommt dem **Experimentieren als Methode der Erkenntnisgewinnung** eine besondere Bedeutung zu. Zum „Experimentieren“ gehören Facetten wie Hypothesen bilden, Versuche planen, geeignete Geräte auswählen, etwas praktisch durchführen, mit Variablen umgehen, Kontrollexperimente durchführen, auswerten, Fehler betrachten, usw. Diese Facetten müssen auf der Metaebene den Lernenden bewusst werden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten immer wieder Gelegenheit zum Experimentieren und können dabei die Facetten experimenteller Kompetenz weiterentwickeln.

Beispiel:

Schülerinnen und Schüler können ...		Konkret formulierte Kompetenz im Themenfeld Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren	Erkenntnisgewinnung	TF 5 ... planen einfache Untersuchungen zum Lösungsverhalten von Stoffen, führen sie durch und protokollieren. TF 6 ... führen hypothesengeleitet Experimente zur Wirkung von Säuren und Laugen durch. TF 7 ... entwickeln geeignete Versuche zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften und führen sie durch. TF 9 ... wenden geeignete qualitative und quantitative Verfahren (z. B. Kolorimetrie, Maßanalyse) bei der Wasseranalytik an.

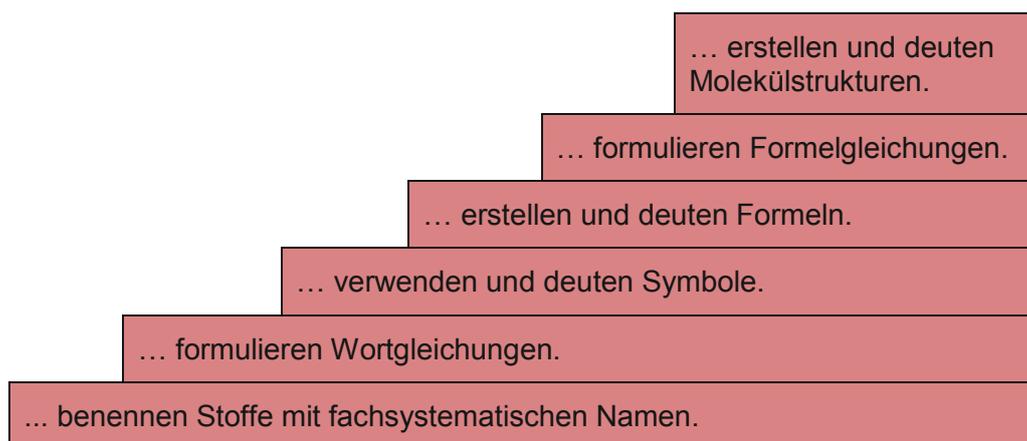
Wiederholtes Experimentieren im Unterricht bedeutet nicht zwangsläufig eine Kompetenzentwicklung. Die wachsende Kompetenz wird deutlich, wenn Lernende die verschiedenen Facetten in geringerer oder stärkerer Ausprägung mit zunehmendem Alter immer selbstständiger beherrschen (Hinweise zum Ausprägungsgrad experimenteller Kompetenz: S. 191).

Kommunikation

Im Unterricht kommunizieren Schülerinnen und Schüler fachbezogen und der gewohnte Sprachraum verändert sich. Der bewusste Wechsel von Alltagssprache und Fachsprache ist ein wesentlicher Aspekt von Kommunikationskompetenz. Zu vielen Themen stehen multimediale Informationsangebote zur Verfügung. Im Chemieunterricht werden das zielgerichtete Auffinden von (fachbezogenen) Informationen sowie die Bewertung verschiedener Informationsquellen geübt. Sachtexte enthalten Diagramme, Schemazeichnungen, Modelle und Formeln. Diese nutzen Schülerinnen und Schüler nicht nur zur Entnahme von Informationen, sondern auch zur Herstellung eigener Kommunikationsmittel, die z. B. im Rahmen von Präsentationen oder Dokumentationen verwendet werden. Der sichere Umgang mit diesen Darstellungsformen ist Ziel des Chemieunterrichts. Im Unterricht diskutieren die Lernenden fachbezogen und lernen, naturwissenschaftlich zu argumentieren. Die Entwicklung von Kommunikationskompetenz lässt sich nicht vom Umgang mit Fachwissen oder der Erkenntnisgewinnung trennen, weil Kommunikation nicht inhaltsleer sein kann. Die Kompetenzentwicklung zeigt sich in der zunehmenden Verwendung von Fachsprache und fachbezogenen Darstellungsformen sowie in der Sicherheit im Umgang mit zeitgemäßen Medien.

Für die Chemie ist die repräsentative Ebene mit ihrer **Formel/Symbol-Sprache** von besonderer Bedeutung und zeichnet sich durch einen hohen Abstraktionsgrad aus. Sie entwickelt sich im Rahmen der Kompetenz „sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren“ und kann stufenartig beschrieben werden.

Schülerinnen und Schüler ...



Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Kompetenzen im Umgang mit der Formel/Symbol-Sprache und schärfen sie in jedem Themenfeld weiter aus.

Beispiel:

Schülerinnen und Schüler können ...		Konkret formulierte Kompetenz im Themenfeld Schülerinnen und Schüler ...
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren	Kommunikation	TF 1 ... ordnen kriteriengeleitet, um die Vielfalt der Stoffe zu erfassen und zu strukturieren TF 2 ... stellen Modelle selbst her, z. B. Natriumchlorid-Ionengitter. [Hierbei ergibt sich die Formel von Natriumchlorid.] TF 3 ... erstellen Reaktionsgleichungen von Verbrennungsreaktionen (...). TF 4 ... beschreiben die Metallgewinnung mit Hilfe von Reaktionsgleichungen. TF 5 ... erklären typische Stoffeigenschaften, insbesondere die Polarität von Lösungsmitteln (Alkan, Alkanol und Wasser) mit Hilfe der Molekülstruktur. TF 6 ... erklären die Neutralisation auf der Modellebene sowie in der Formelsprache. TF 7 ... stellen die Strukturen von Kunststoffen mit Modellen bzw. vereinfachten chemischen Formeln dar. TF 8 ... erstellen Reaktionsgleichungen zu technischen Prozessen. TF 9 ... [Vom gewählten Kontext abhängig, z. B. Molekül-Anionen wie Nitrat, Sulfat,...] TF 10 ... [Vom gewählten Kontext abhängig] TF 11 ... stellen den globalen Kohlenstoffkreislauf als ein System chemischer Reaktionen dar. TF 12 ... nutzen (...) Formelsprache zur Darstellung von Elektronenübergängen.

Umgang mit Fachwissen

Kompetenzen im Umgang mit Fachwissen werden gebraucht, wenn Probleme auf einer vorhandenen Wissensbasis analysiert und gelöst werden sollen. Der Umgang mit Fachwissen schließt sich didaktisch an die Erkenntnisgewinnung an und wird im Unterricht in Anwendungsaufgaben entwickelt. Die Kompetenz reift, wenn Fachwissen unabhängig vom Erwerbkontext angewendet wird (Dekontextualisierung). Dies schließt die eigenständige Systematisierung und Strukturierung von Fachwissen und das Metawissen über Methoden (bzw. Geräte, Verfahren) ein. Die Kompetenzentwicklung zeigt sich in der zunehmenden Vernetzung und der Fähigkeit, Wissen mehr und mehr zu strukturieren und zu abstrahieren. Letzteres ist eng mit der Entwicklung von Basiskonzepten verbunden (siehe Kapitel 3.4.).

Beispiel:

Schülerinnen und Schüler ...		Konkret formulierte Kompetenz im Themenfeld Schülerinnen und Schüler ...
... können naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen	Umgang mit Fachwissen	<p>TF 3 ... wenden ihr Wissen über Brandfaktoren (Sauerstoff, Temperatur, Brennstoff) zur Brandbekämpfung in Alltagssituationen an.</p> <p>TF 5 ... wenden Wissen über Lösungsmittel in verschiedenen alltagsbezogenen Problemstellungen an.</p> <p>TF 6 ... nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen im Alltag.</p> <p>TF 9 ... wenden das Wissen über Messverfahren und Messgenauigkeit (z. B. pH-Wert) in verschiedenen Zielsetzungen (z. B. zur Planung von Experimenten, zur kritischen Beurteilung von Angaben auf Etiketten, in Medien...) an.</p>

Bewertung

Bewertungskompetenz lässt sich vom Umgang mit Fachwissen nicht trennen, beinhaltet aber darüberhinaus die Fähigkeit, Fachwissen in persönliche, politische oder gesellschaftliche Entscheidung mit einzubeziehen. Im Umgang mit Fachwissen werden Schülerinnen und Schüler Folgenreflexionen durchführen und Szenarien modellieren. Aus fachlicher Sicht sind diese Szenarien wertneutral. Erst durch Kenntnis und Auseinandersetzung mit verschiedenen Perspektiven können Bewertungen vorgenommen werden. Der Chemieunterricht setzt den Schwerpunkt auf die zur Bewertung notwendigen fachlichen Grundlagen. Bewertungskompetenz entwickelt sich im Zusammenwirken verschiedener Fächer und zeigt sich in der Fähigkeit der Schülerin bzw. des Schülers, zunehmend multiperspektivisch zu denken, eine (eigene) Meinung mit Hilfe von Fachkenntnissen zu untermauern und (eigene) Handlungsoptionen abzuleiten.

Beispiel:

Schülerinnen und Schüler ...		Konkret formulierte Kompetenz im Themenfeld Schülerinnen und Schüler ...
... können Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten	Bewertung	<p>TF 7 ... nutzen fachspezifisches Wissen, um Kunststoffprodukte und Verbundwerkstoffe mit Blick auf anwendungsbezogene, ökologische und ökonomische Kriterien zu bewerten.</p> <p>TF 10 ... führen eine Nutzen-/Risikoanalyse durch, um die Verwendung von Gefahrstoffen zu beurteilen.</p> <p>TF 11 ... unterscheiden modellierte Daten von Messdaten und beurteilen deren Aussagekraft.</p>

Insgesamt gilt für alle ausgewiesenen Kompetenzbereiche: Der Kompetenzerwerb und die Anwendung erworbener Kompetenzen hört nicht mit dem Fachunterricht auf und ist eine gesamtschulische Aufgabe.

Die Übersicht zeigt Kompetenzschwerpunkte in verschiedenen Themenfeldern. Der Lehrplan stellt sicher, dass Schülerinnen und Schüler Gelegenheiten erhalten, Kompetenzen in allen Kompetenzbereichen zu entwickeln.

Die Schülerinnen und Schüler können...		TF 1	TF 2	TF 3	TF 4	TF 5	TF 6	TF 7	TF 8	TF 9	TF 10	TF 11	TF 12
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen.	Umgang mit Fachwissen			■		■				■		■	
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen.			■				■			■			■
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen.				■						■		■	■
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren.	Erkenntnisgewinnung	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■
... modellieren.		■	■	■		■	■	■				■	■
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren.									■	■		■	
... Informationen sachgerecht entnehmen.	Kommunikation	■		■				■	■	■	■		
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren.		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren.		■		■							■		
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden.	Bewertung			■							■		■
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen.					■		■	■				■	
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten.								■			■	■	

5.3.3 Fachspezifische Differenzierung

Schulspezifische Differenzierungsmöglichkeiten

Der Lehrplan gilt für alle Bildungsgänge. Der im Lehrplan formulierte Anspruch orientiert sich an einem mittleren Niveau.

Schülerinnen und Schüler, die die gymnasiale Oberstufe besuchen wollen, benötigen hinreichend anschlussfähiges Wissen für das Lernen in der Oberstufe. In jedem Themenfeld sind Hinweise zur möglichen Vertiefung bzw. Erweiterung aufgeführt.

Für Schülerinnen und Schüler, die mit der Berufsreife die Schule abschließen, beschreiben die Hinweise z. B. Möglichkeiten zur Reduzierung der Komplexität, der Eindringtiefe und des Abstraktionsniveaus.

Darüberhinaus sollen für diese Schülerinnen und Schüler *ausgewählte Inhalte* bzw. *zentrale Elemente* der Themenfelder 9 bis 12 in ausgewählte Themenfelder integriert werden:

„Den Stoffen auf der Spur“ (TF 9) z. B. in „Säuren und Laugen“ (TF 6)

„Gefährliche Stoffe“ (TF 10) z. B. in „Heizen und Antreiben“ (TF 3)

„Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima“ (TF 11) z. B. in „Heizen und Antreiben“ (TF3)

„Mobile Energieträger“ (TF 12) z. B. in „Vom Erz zum Metall“ (TF 4)

Differenzierungsmöglichkeiten auf der Kontextebene

Der Lehrplan zeigt in den einzelnen Themenfeldern in der Rubrik „Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung“ erste Differenzierungsmöglichkeiten auf.

Die aus der Mindmap ableitbaren Kontexte unterscheiden sich bereits in ihrer Anlage hinsichtlich ihrer Komplexität, der Breite der unterrichtlichen Fragestellungen und ihres Abstraktionsniveaus. Außerdem kann bei jedem Kontext binnendifferenziert unterrichtet und die schuleigene Arbeitsplanung sowie regionale Gegebenheiten berücksichtigt werden.

Differenzierungsmöglichkeiten auf der Konzeptebene

Das durch den Lehrplan vorgeschriebene Fachwissen ermöglicht den kumulativen Aufbau von Konzepten.

Lernende unterscheiden sich in ihren Voraussetzungen in vielfältiger Weise. Die von der Lehrkraft ausgewählten Lernangebote berücksichtigen diese Vielfalt.

Eine wesentliche Funktion kommt den Aufgabenstellungen zu. Sie bestimmen die konzeptionelle Tiefe, mit der ein Fachgegenstand von den Schülerinnen und Schülern durchdrungen werden kann.

Wesentlich für das Differenzierungsangebot innerhalb einer Lerngruppe ist es, bei allen Schülerinnen und Schülern eine Weiterentwicklung zu ermöglichen und sie auf ihren individuellen Lernwegen zu begleiten und zu unterstützen.

Beispiel Themenfeld 3: unterschiedlicher Entwicklungsstand eines Konzeptes

Basiskonzept Chemische Reaktion		
<p>Bei chemischen Reaktionen werden Stoffe in andere Stoffe umgewandelt.</p> <p>Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse.</p> <p>Chemische Reaktionen sind umkehrbar.</p> <p>Stoffumwandlungen werden auf Veränderungen von Molekülen und Elektronenpaarbindungen zurückgeführt.</p>	<p>Bei der Verbrennung von Methan entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser. Bei der Verbrennung von Wasserstoff entsteht Wasser. Wasser kann wieder in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden.</p> <p>Die Gesamtmasse bleibt jeweils erhalten.</p> <p>→ <i>Verständnis beschränkt sich in der Regel auf eine Beschreibung auf der Stoffebene. Eventuell werden einfache Teilchenvorstellungen genutzt.</i></p>	<p>Bei der Verbrennung von Methan entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser. Bei der Verbrennung von Wasserstoff entsteht Wasser. Wasser kann wieder in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden.</p> <p>Die Reaktionen werden auf der Teilchenebene durch die Veränderung der Moleküle und Bindungen gedeutet. Die Erhaltung der Gesamtmasse wird auf der Teilchenebene begründet.</p> <p>→ <i>große Erklärungstiefe</i></p> <p>Bei Verbrennungsreaktionen verändern sich Teilchen und ordnen sich neu an. Ähnliche Stoffe reagieren in gleicher Weise, z. B. Alkane.</p> <p>→ <i>große Erklärungsbreite</i></p> <p>Informationen aus dem PSE über den Aufbau der Atome erlauben Vorhersagen bzw. Erklärungen.</p> <p>→ <i>Verständnis schließt Deutungen auf der Teilchenebene mit ein. Dabei werden tiefergehende</i></p>

		<i>Kenntnisse des Atommodells genutzt und verallgemeinernde Zusammenhänge hergestellt. (Konzeptebene)</i>
Das konzeptbezogene Fachwissen ist ...	<ul style="list-style-type: none"> ▪ konkret ▪ wenig detailliert ▪ gering vernetzt ▪ unsystematisch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ abstrakt ▪ sehr detailliert ▪ stark vernetzt ▪ systematisch

In jedem Themenfeld wird auf Differenzierungsmöglichkeiten hingewiesen, die überwiegend die Konzeptebene betreffen. An einigen Stellen sind darüberhinaus methodisch-didaktische Hinweise formuliert.

Beispiel: Differenzierungsmöglichkeiten im Themenfeld 9

Hinweis auf Mindestanforderung (Fundamentum)

Niveauekonkretisierung zur Vermeidung von Überforderung

Beispiele illustrieren mögliche Schwerpunktsetzungen

Differenzierungsmöglichkeiten

Ein Grundverständnis wird erreicht durch die Eingrenzung auf eine enge Fragestellung, z. B.: Ist der Schulteich oder das Aquarium „gesund?“ Kann man Wasser aus dem Rhein aus chemischer Sicht trinken? Dabei werden Kenntnisse über Salze aufgegriffen. Die Funktionsweise der Untersuchungsverfahren kann auf eine anschauliche Beschreibung reduziert werden.

Vertiefungen sind möglich durch die abstraktere Betrachtung der Analyseverfahren, die mehr oder weniger selbstständige, intensivere Beschäftigung mit der praktisch-technischen Durchführung (z. B. Kalibrierung) oder der Erweiterung der Betrachtungen auf andere Stoffklassen (z. B. Zucker, Alkohol, organische Verschmutzungen).

Mineralwässer bieten Anknüpfungsmöglichkeiten zur Bearbeitung von Elementfamilien und für stöchiometrische Betrachtungen.

Methodisch didaktische Hinweise

Die Bedeutung der modernen Analytik wird insbesondere bei einer Betriebserkundung vermittelt, z. B. in einem Mineralbrunnenbetrieb oder einer Einrichtung zur Gewässer- oder Lebensmittelüberwachung.

Vertiefung von Fachinhalten (Additum)

Erweiterung der experimentellen Kompetenz

Hinweis zur Mathematisierung

Möglichkeit der fachlichen Erweiterung

Differenzierungsmöglichkeiten auf der Kompetenzebene

Die allgemein formulierten Kompetenzen können in ihrer Entwicklung bei verschiedenen Schülerinnen und Schülern unterschiedlich stark ausgeprägt sein.

Beispiel Themenfeld 4: unterschiedlicher Kompetenzstand am Ende des TF

Schülerinnen und Schüler können...		
... chemische Reaktionen mit Reaktionsgleichungen beschreiben.	... Wortgleichungen für Verbrennungsreaktionen und zur Metallgewinnung formulieren.	... aus Beobachtungen und experimentellen Ergebnissen Reaktionsgleichungen in Formelsprache ableiten. ... Indizes und Koeffizienten nachvollziehen oder entwickeln.
... naturwissenschaftlich untersuchen. ... experimentieren.	<p>... einfache Fragestellungen mit Hilfen bearbeiten.</p> <p>... mit konkreter Anleitung und vorgegebenem Material arbeiten.</p> <p>... einen vorgegebenen Protokollbogen ausfüllen.</p>	<p>... selbstständig komplexe Problemstellungen bearbeiten.</p> <p>... mit offenen Aufgabenstellungen arbeiten.</p> <p>... Hypothesen aufstellen.</p> <p>... Versuche planen und dabei bewusst mit Variablen umgehen.</p> <p>... geeignetes Material auswählen.</p> <p>... Untersuchungsmethoden wählen oder variieren.</p> <p>... Experimente zielorientiert durchführen.</p> <p>... hypothesen- und fehlerbezogen auswerten.</p> <p>... sachgerecht dokumentieren.</p> <p>... Schlussfolgerungen ableiten.</p>

5.4. Zur Arbeit mit dem Lehrplan Physik

5.4.1 Themenfelder pro Lernjahr mit Schwerpunkten bzgl. Fachinhalten, Basiskonzepten, Kompetenzen

Abkürzungen: TF - Themenfeld, NaWi - Fach Naturwissenschaften der Orientierungsstufe, Basiskonzepte: WW - Wechselwirkung, EN - Energie, MA - Materie, SY - System

	1	2	3	4
1. Lernjahr	Akustische Phänomene	Optische Phänomene	Thermische Ausdehnung in Experiment und Modell	Dynamische Phänomene
	Zum Einstieg in die Wissenschaft Physik	Zum mannigfaltigen Experimentieren	Zum Optimieren von Experimenten	Zum Einstieg in abstrakte Begriffsbildung
Schwerpunkt fachlich	Akustik: Schallerzeugung und -ausbreitung	Optik: Licht an Grenzflächen	Wärmelehre: thermische Ausdehnung	Mechanik: Wechselwirkungen
Schwerpunkt Basiskonzepte	Einfaches Modell für Entstehung und Übertragung von Schall (WW,SY) Teilchenvorstellung (MA)	Bezug zu akustischen Phänomenen (WW,SY)	Nutzen der Teilchenvorstellung (MA)	Wechselwirkung als Ursache für Bewegungsänderung Kraft als Stärke und Richtung einer WW (dynamischer Kraftbegriff)
Schwerpunkt Kompetenzen	Beobachten und Darstellen Bewerten von Schutzmaßnahmen gegen Lärm	Quantitativ Experimentieren, Nutzen von Diagrammen, Vorhersagen aus Modell treffen	Selbstständig Experimentieren Teilchenmodell nutzen	Darstellen von Bewegungsänderung und Kraft Messen und Berechnen von Kräften
Bezug zu	NaWi	TF 1	TF 1	NaWi

	5	6	7	8
2. Lernjahr	Atombau und ionisierende Strahlung	Spannung und Induktion	Kosmos und Forschung	Wärmetransporte und ihre Beeinflussung
	Als eine Brücke zur Chemie	Zur Vertiefung des Energiekonzeptes	Zeigt Physik als moderne Wissenschaft	Zum Einstieg in das Strom-Antriebs-Widerstand-Konzept
Schwerpunkt fachlich	Atombau und Radioaktivität	Elektrizität: Bereitstellung elektrischer Energie	Elemente „moderner“ Physik	Wärmelehre: Wärmeleitung
Schwerpunkt Basiskonzepte	Elektrische Ladung, ionisierende Strahlung (WW) Atombau (MA)	Leistung und Energie (EN) Spannung als Antrieb für Energiestrom (SY) Generator, Magnetfeld (WW)	Je nach Kontext	Temperaturdifferenz als Antrieb (SY) Beeinflussung des Wärmestroms durch Wärmewiderstand (SY)
Schwerpunkt Kompetenzen	Nutzen von Modellen Bewerten von Schutzmaßnahmen	Berechnen von Energiemengen im Haushalt Messen und Experimentieren	Physikalische Methode an aktuellen Beispielen erkennen Umgang mit Fachinformationen im Alltag (Zeitung, TV, Internet ...) Recherche	Experimentieren, Darstellen in Diagrammen Messen und evtl. Berechnen
Bezug zu	NaWi, TF 1, 2, 3, Chemie	NaWi, TF 1, 2, 3		TF 6

	9	10	11	12
3. Lernjahr	Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis	Energiebilanzen und Wirkungsgrade	Sensoren im Alltag	Praxis und Forschung
	Zum Knüpfen von Zusammenhängen	Zur bewussten Mathematisierung	Zum Transfer in die Technik	Zum selbstständigen Experimentieren
Schwerpunkt fachlich	Elektrizität: Größen im Stromkreis	Energie: Berechnungen mittels Energiebilanzen	Sensorik: Umwandlung von Messgrößen in elektrische Signale	Praktikum: Selbstständiges Experimentieren
Schwerpunkt Basiskonzepte	Beeinflussung des elektrischen Stroms durch elektrischen Widerstand (SY)	Energiebilanzen und Wirkungsgrad (EN)	Je nach gewähltem Kontext (z. B. Mikrophon, CCD, NTC...) Aufgreifen und Vertiefen des entsprechenden Konzepts (Induktion, Strahlung und Materie, elektrischer Widerstand...)	Abhängig von gewähltem Experiment
Schwerpunkt Kompetenzen	Größen messen und berechnen Experimentieren (induktive Methode)	Berechnen von Energien und damit gekoppelter Messgrößen Arbeiten mit und Herleiten von Formeln (deduktive Methode)	Anwendung von vorhandenem Wissen auf neuen Kontext Recherche	Selbstständiges Experimentieren
Bezug zu	TF 3, 4, 6, 8	TF 4, 6, 8, 9	Alle TF	Alle TF

5.4.2 Basiskonzepte und ihre Entwicklung

Im Physikunterricht beobachten und untersuchen die Schülerinnen und Schüler unterschiedlichste bekannte oder für sie neue Phänomene aus Alltag oder Technik, oft auch in Experimentalsituationen. Sie werden angeregt, ihre Vorstellungen einzubringen und so nach Erklärungen zu suchen und erleben dabei oft, dass ihre individuellen Erklärungsmuster nicht ausreichen, um das beobachtete Phänomen zu erklären oder Vorhersagen zu einem Vorgang zu machen. Widersprüche werden sichtbar, neue Fragen treten auf.

Im Idealfall führt die Aneignung neuen Wissens zur Auflösung der Widersprüche und zur Beantwortung der Fragen. Schülerinnen und Schüler konstruieren so ihr individuelles Wissensnetz in Abhängigkeit von ihren bereits vorhandenen Strukturen.

Im Gegensatz zum Alltag artikuliert sich im Physikunterricht das neue Wissen als Fachsprache. Fachbegriffe und die Zusammenhänge zwischen ihnen sind Teil einer fachimmanenten Wissensstruktur. In den naturwissenschaftlichen Bildungsstandards wird dieses Theoriegebäude durch die Basiskonzepte beschrieben. Die alltägliche Herausforderung für die Lernenden besteht nun darin, die auf Basiskonzepten gründenden unterrichtlichen Erklärungsmuster mit ihren individuellen Vorstellungen in Deckung zu bringen. Dies braucht Zeit und immer wieder die Gelegenheit, in einem bestimmten Kontext erworbenes Fachwissen zu dekontextualisieren und in Transferaufgaben anzuwenden.

Aufgabe der Lehrenden ist es, die Schülerinnen und Schüler dafür zu motivieren und mit entsprechenden Hinweisen auf Analogien zu unterstützen. Hilfreich ist dabei auch die Reduktion der im Unterricht verwendeten Fachbegriffe auf das Notwendigste und die Benutzung möglichst vieler Verbindungen zwischen ihnen. Das Sichtbarmachen derartiger Begriffsnetze kann den individuellen Aneignungsprozess unterstützen.

Der Lehrplan ist so angelegt, dass die Schülerinnen und Schüler im Verlaufe des mehrjährigen Physikunterrichts immer wieder Gelegenheit haben, die eigenen Konzepte zu erweitern und fachlich zu schärfen. Am Ende dieses Kapitels werden die vier Basiskonzepte der Physik aus den Bildungsstandards einschließlich ihrer Teilkonzepte detailliert aufgelistet und mit den Lerngelegenheiten in den verschiedenen Themenfeldern in Verbindung gebracht. Ab Seite 133 erfolgt darüberhinaus eine übersichtliche Darstellung der vereinheitlichten Basiskonzepte aller drei Naturwissenschaften. Die angepasste Begriffswelt soll künftig verhindern, dass Lernende in den drei naturwissenschaftlichen Fächern „den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen“, d. h. die grundlegenden gemeinsamen Konzepte aufgrund der Vielzahl leicht unterschiedlicher Definitionen nicht entdecken können. Die übereinstimmenden Formulierungen der fächerübergreifenden Konzepte stellen eine große Chance, aber auch Verpflichtung dar, durch Absprachen zwischen den drei Fachschaften den Schülerinnen und Schülern den individuellen Konzeptaufbau zu erleichtern.

Am Beispiel des „Energiekonzeptes“ wird an dieser Stelle auszugsweise das Wechselspiel zwischen kontextbezogenem erworbenem Fachwissen und dem Aufbau individueller Konzepte gezeigt. Kontextwissen, Fachwissen und Basiskonzepte stellen hier unterschiedliche Abstraktionsebenen des Wissens dar.

Unterricht ermöglicht die Bearbeitung der Übergänge von der Kontextebene zur Ebene des Fachwissen und vom Fachwissen zur Konzeptebene – und umgekehrt. Der Wechsel wird im Modell durch Pfeile dargestellt. Zwischen den oberen Ebenen werden diese im Laufe der Zeit stärker, was die zunehmende Vernetzung und individuelle Konzeptbildung verdeutlicht.

Die drei Ebenen der Darstellung zeigen den Weg vom Konkreten zum Abstrakten: Ausgehend von alltäglichen, kontextgebundenen Fragen in der unteren Ebene werden auf mittlerer fachlicher Ebene mit Hilfe von Begriffen Erklärungsmuster geboten, die zu mehr und mehr konzeptueller Vernetzung führen können.

Die waagerechte zeitliche Achse zeigt ausgehend vom Fach Naturwissenschaften die Gelegenheiten zur Entwicklung eines individuellen Energiekonzeptes im Verlaufe des Physikunterrichts.

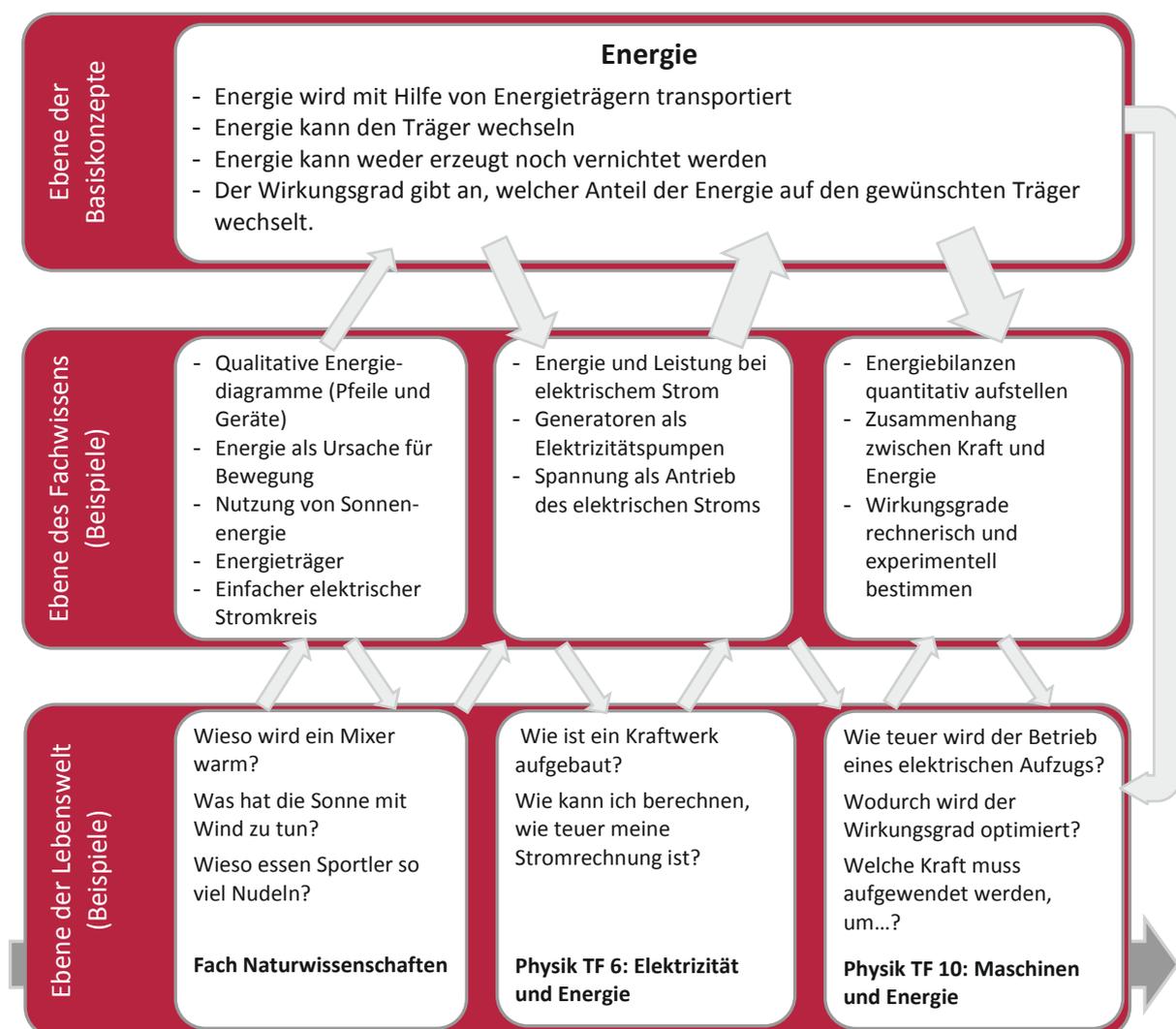


Abb.: Aufbau eines individuellen Energiekonzeptes

Die strukturierende Funktion der Basiskonzepte wird vor allem bei der Betrachtung umfassender Phänomene deutlich. Am Beispiel des „elektrischen Stromes“ wird in der folgenden Darstellung in Auszügen gezeigt, wie mehrere Konzepte zur Erklärung des Phänomens und zur Beantwortung vieler damit im Zusammenhang stehenden Fragen beitragen.

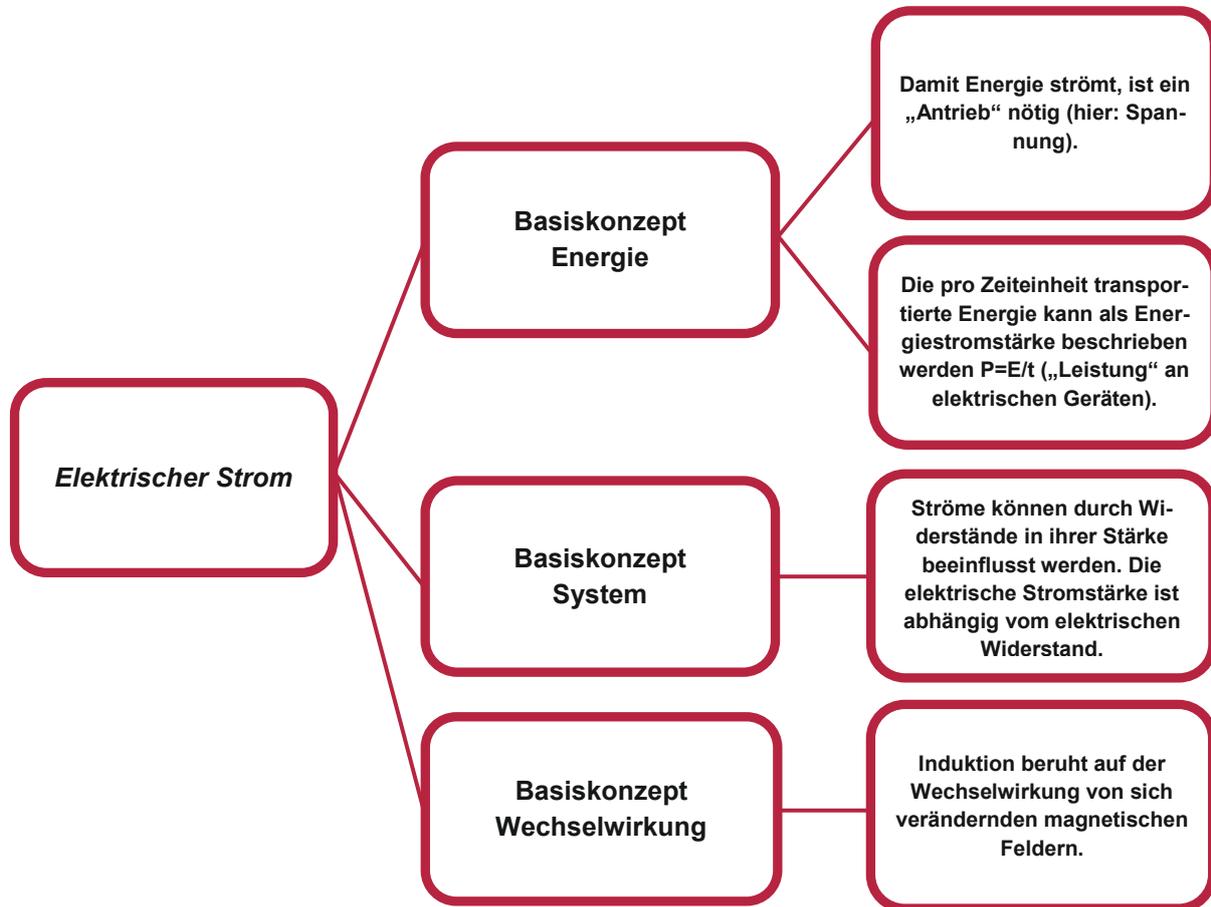


Abb.: Sachinhalt in Basiskonzepten

Der Lehrplan ist so konzipiert, dass in der Gesamtheit aller Themenfelder sowie des vorausgegangenen Unterrichts im Fach Naturwissenschaften alle Basiskonzepte der Bildungsstandards kontinuierlich und kumulativ entwickelt werden können. Darauf ist bei der Unterrichtsplanung besonderer Wert zu legen. Die folgenden Tabellen helfen dabei.

Jedes Basiskonzept wird in Teilkonzepte gegliedert (oben jeweils rot unterlegt) und durch eine Reihe von Aussagen konkretisiert (jeweils linke Spalte). Eine passende Auswahl dieser Aussagen finden sich in identischen Formulierungen im Feld „konzeptbezogenes Fachwissen“ in den entsprechenden Themenfeldern – dort jeweils mit themenfeldspezifischen Ausprägungen. Die jeweils rechte Spalte zeigt auf, in welchen Themenfeldern und in welchen fachlichen Zusammenhängen Gelegenheit zum kumulativen Konzeptaufbau besteht. Weitere, der Übersichtlichkeit halber hier nicht aufgeführte Teilkonzepte der dargestellten Basiskonzepte sowie die Formulierungen weiterer naturwissenschaftlicher Basiskonzepte finden sich in Kapitel 5.1.3.

Basiskonzept Energie

Die Energie wird mit Hilfe von Energieträgern transportiert.	
<p>Energie ist immer gekoppelt an Objekte (propädeutisch: Körper, Stoffe, aber auch Teilchen, Felder). Mittels daran gemessener physikalischer Größen kann man ihren Wert indirekt bestimmen. Damit Energie strömt, ist ein „Antrieb“ nötig (z. B. Temperatur-, Potenzialunterschied). Sie strömt von alleine nur in Richtung des niedrigeren Wertes (z. B. der Temperatur, des Potentials). Die pro Zeiteinheit transportierte Energie kann als Energiestromstärke beschrieben werden.</p> <p><i>Der Begriff „Energieformen“ wird oft synonym zu „Energie auf verschiedenen Energieträgern“ gebraucht, z. B. wenn Stoffe als Energieträger betrachtet werden, wird von „chemischer Energie“ gesprochen.</i></p>	<p>TF 6, 8: Bedingungen für Energietransport (Potentialdifferenz, Temperaturdifferenz)</p> <p>TF 8, 9, 10: Zusammenhang zwischen Energiemenge und zugänglichen Messgrößen (z. B. Temperatur, Masse, elektrische Spannung und Stromstärke)</p> <p>TF 6, 8, 9: Zusammenhang von Energiestromstärke und Trägerstromstärke (z. B. von elektrischer Leistung und elektrischer Stromstärke)</p>
Energie kann den Träger wechseln	
<p>Bei der Nutzung von Energie (z. B. Generator, Verbrennungsmotor, Elektromotor, Solarzelle, ...) wird meistens der Träger gewechselt.</p>	<p>TF 6: Bereitstellung von Elektrizität</p> <p>TF 10: Aufstellen von Energiebilanzen</p>
Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.	
<p>Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden, d. h. die Gesamtenergie bleibt konstant.</p> <p>Vorhersagen über Größen sowie die Herleitung von Zusammenhängen sind möglich über das Aufstellen von Energiebilanzen.</p>	<p>TF 4: Deutung der Reibung als Energieentzug</p> <p>TF 6: Bereitstellung von Elektrizität</p> <p>TF 10: Energieerhaltung als mathematisch-physikalischer Ansatz</p>
Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der Energie auf den gewünschten Träger wechselt.	
<p>Die Optimierung des Wirkungsgrades, der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen und die Vermeidung von unerwünschter Energieabgabe tragen zur Nachhaltigkeit bei.</p>	<p>TF 4: Reibung als Energieabgabe</p> <p>TF 6: Bereitstellung von Elektrizität</p> <p>TF 8: Thermische Isolierung</p> <p>TF 10: Wirkungsgrad bei realen Prozessen</p>

Basiskonzept Teilchen – Materie/Stoff

Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken (einfaches Teilchenmodell).	
Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken (z. B. Teilchenstöße bei der Schallübertragung oder stärkere Bewegung bei Temperaturerhöhung).	TF 1: Schallausbreitung im Teilchenmodell TF 3: Thermische Ausdehnung, Grenzen des einfachen Teilchenmodells
Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle (differenziertes Atommodell).	
Ändert sich die Zusammensetzung bzw. der Energiegehalt des Atomkerns (z. B. beim radioaktiven Zerfall) wird Strahlung ausgesendet.	TF 5: Aufbau des Atoms, speziell des Kerns Evtl. TF 11 (Wechselwirkungen bei und Aufbau von Halbleitern)
(Elementar-)Teilchen unterscheiden sich in Eigenschaften wie Masse und elektrische Ladung.	
Elektronen sind negativ, Protonen positiv geladen, Neutronen sind elektrisch neutral.	TF 5: Bausteine des Atoms und ionisierende Strahlung Evtl. TF 7 (Teilchenphysik, Kosmologie o.ä.)

Basiskonzept System

Systeme bestehen aus Elementen, die untereinander Materie, Energie und Informationen austauschen und als Einheit betrachtet werden können.

Physikalische Systeme können materielle Einheiten sein (z. B. technischer Stromkreis), aber auch gedankliche Einheiten (z. B. „geschlossene Systeme“, deren Grenzen für eine Energiebilanzierung bewusst gewählt sind).

Das einfachste System zur Informationsübermittlung besteht aus Sender, Informationsträger und Empfänger.

Zur kontinuierlichen Energieübertragung sind Energieträger (z. B. elektrische Ladung) sowie abgebende bzw. aufnehmende Elemente (z. B. Generator und elektrische Geräte) notwendig.

Der Austausch von Materie, Energie und Information findet mit endlicher Geschwindigkeit statt (z. B. Schall-, Lichtgeschwindigkeit).

TF 1: Informationsübermittlung mittels Schall
 TF 2: Übertragung von Information/Energie mittels Licht
 TF 6: Energieübertragung mittels Elektrizität (Generator, Leitung, elektrische Geräte)
 TF 8: Energieaustausch zwischen Körpern unterschiedlicher Temperatur
 TF 9: Stromkreis als elektrisches System

Systeme im Gleichgewicht befinden sich in einem stabilen Zustand, in dem von außen keine Veränderung wahrnehmbar ist.

Körper im Gleichgewicht ändern ihren Bewegungszustand nicht.

TF 4: Kräftegleichgewicht

Störungen führen zu Veränderungen (Konzentrations-, Druck-, Temperatur-, Potenzialunterschiede) und sind Antrieb für Ströme (Flüssigkeitsströme, thermische Ströme, elektrische Ströme).

Elektrische Spannung (elektr. Potentialdifferenz) ist der Antrieb für elektrischen Strom.

Temperaturdifferenz ist der Antrieb für thermischen Strom.

TF 6: Spannung und elektrischer Strom, Analogie zum Wasserstrom
 TF 8: Temperaturdifferenz und thermischer Strom
 TF 9: Spannung und elektrischer Strom

Ströme können durch Widerstände in ihrer Stärke beeinflusst werden.

Die Stärke thermischer Ströme ist von Art, Dicke und Querschnitt des durchströmten Materials abhängig (thermischer Widerstand).

Die elektrische Stromstärke ist abhängig vom elektrischen Widerstand.

TF 8: Beeinflussung thermischer Ströme (Optimierung von Isolierung bzw. Kühlung)
 TF 9: quantitativer Zusammenhang zwischen Widerstand und elektrischer Stromstärke

Basiskonzept Wechselwirkung

Die Wechselwirkung (WW) von Körpern miteinander bewirkt eine Änderung der Bewegungszustände oder eine Verformung der Körper.

Die Geschwindigkeit eines Körpers ist charakterisiert durch Richtung und Betrag. Die Masse eines Körpers bestimmt dessen Trägheit in Bezug auf Bewegungsänderungen. Die Kraft ist ein Maß für Stärke und Richtung einer WW. An jedem WW-Partner misst man die gleiche Kraft, aber in entgegengesetzter Richtung. Die berührungslose WW von Körpern wird durch Felder vermittelt. Die Darstellung der räumlichen Struktur der Felder (z. B. mit Feldlinien) gibt Auskunft über Richtung und Stärke einer WW.

TF 4: Bewegungsänderungen von Körpern, Kraft
Evtl. TF 10: Zusammenhang zwischen Krafteinwirkung, Zeit und Energiezunahme

Sich verändernde elektrische und magnetische Felder beeinflussen sich wechselseitig.

Induktion und elektromotorisches Prinzip beruhen auf der WW sich verändernder magnetischer und elektrischer Felder.

TF 6: Generator
Evtl. TF 11: Mikrofon und Lautsprecher

Wenn Strahlung oder Schall auf Körper trifft, findet Energieübertragung (Absorption) und/oder eine Änderung der Strahlungsrichtung (Reflexion, Brechung) statt.

Licht wird an Grenzflächen reflektiert und/oder gebrochen, zudem findet Absorption statt (z. B. wahrnehmbare Erwärmung). Absorption von Teilen des Lichtspektrums in Materie führt zur Veränderung des Farbeindrucks. Die Absorption ionisierender Strahlung kann in Lebewesen zu Schädigungen führen. Wenn Schall auf einen Körper trifft, kann er diesen in Schwingung versetzen (z. B. Ohr).

TF 1: Schall und Hören
TF 2: Licht an Grenzflächen
TF 5: Wirkung ionisierender Strahlung
Evtl. TF 11: Mikrofon als Signalwandler

Wenn ein Körper schwingt, ändert sich periodisch sein Zustand. Dabei kann er Schall abgeben.

Schallerzeuger schwingen mit verschiedener Frequenz und Amplitude, was als Tonhöhe und Lautstärke des abgestrahlten Schalls wahrgenommen wird.

TF 1: Schallerzeuger und Schallwahrnehmung
Evtl. TF 11: Lautsprecher

5.4.3 Kompetenzen und ihre Entwicklung

Im Lehrplan Physik findet sich in jedem Themenfeld eine Auflistung schwerpunktmäßig zu entwickelnder Kompetenzen. Um Kompetenzen zu entwickeln, stellen Schülerinnen und Schüler im Unterricht Lernprodukte her, in denen ihr Wissen zur Anwendung kommt. Lernprodukte sind das Ergebnis kompetenzbezogener Aufgabenstellungen und machen Kompetenzstände transparent. Die Fachinhalte, die in diese Lernprodukte eingebunden sind, werden im Lehrplan als konzeptuelles Fachwissen und über Fachbegriffe definiert. Die festgelegten Kompetenzen lassen sich mit verschiedenen Fachinhalten kombinieren und ermöglichen damit Anpassungen an die Lerngruppe oder den ausgewählten Kontext.

Der Lehrplan stellt sicher, dass die Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung und im Umgang mit Fachwissen Kompetenzen entwickeln können.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Die Schülerin bzw. der Schüler begegnet einem neuen Phänomen oder neuen Fragen. Dies erzeugt eine Erkenntnislücke, die geschlossen wird, indem die Schülerin oder der Schüler naturwissenschaftliche Methoden erlernt und anwendet. Im Mittelpunkt der Erkenntnisgewinnung steht die Fähigkeit, aus Beobachtungen, Daten oder Modellen Schlussfolgerungen zu ziehen und dabei auch die Grenzen der Aussagefähigkeit zu erfassen. Die Kompetenzentwicklung zeigt sich z. B. im Grad der Selbstständigkeit bei der Anwendung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisganges.

Beispiele:

Teilkompetenz: Schülerinnen und Schüler können ...		Zusammenhang von Zielkompetenz, Aufgabenstellung und Lernsituation Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren	Erkenntnisgewinnung	(TF 3) ... planen einfache Experimente (zur temperaturabhängigen Volumen- bzw. Längenänderung bei Körpern), führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse. <i>Die Schülerinnen und Schüler planen in Vierergruppen ggf. nach Anleitung einen Versuch zur Längenänderung verschiedener Metallstäbe und führen ihn durch. Sie halten die Ergebnisse jeweils in einem Protokoll fest.</i>
... modellieren		(TF 2) ... nutzen das Strahlenmodell zur Darstellung bzw. Vorhersage optischer Phänomene (Brechung, Reflexion, Absorption). <i>Die Schülerinnen und Schüler halten die im Versuch beobachtete Entstehung von Schatten mit Hilfe des Strahlenmodells zeichnerisch fest.</i>

... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren	Erkenntnisgewinnung	(TF 11) ... erschließen die Entwicklung der Signalwandlung und an einem geeigneten Beispiel ihre physikalischen Hintergründe. <i>Die Schülerinnen und Schüler erkunden die Entwicklung (Notwendigkeit, Bedingungen) der Bildaufzeichnung von der Fotoplatte über den Film bis zum Speicherchip und stellen dies in einem Schaubild dar.</i>
---	---------------------	--

Kompetenzbereich Kommunikation

Im Unterricht kommunizieren Schülerinnen und Schüler fachbezogen, wodurch sich der gewohnte Sprachraum verändert. Der bewusste Wechsel von Alltagssprache und Fachsprache ist ein wesentlicher Aspekt von Kommunikationskompetenz. Zu vielen Themen stehen multimediale Informationsangebote zur Verfügung. Im Physikunterricht werden das zielgerichtete Auffinden von (fachbezogenen) Informationen sowie die Bewertung verschiedener Informationsquellen geübt. Sachtexte enthalten Informationen in verschiedenen Darstellungsformen, wie z. B. Diagramme, Schemazeichnungen, Modelle und Formeln. Der sichere Umgang mit derartigen Darstellungsformen ist Ziel des Physikunterrichts. Schülerinnen und Schüler nutzen sie nicht nur zur Entnahme von Informationen, sondern auch für eigene Kommunikationsmittel, z. B. im Rahmen von Präsentationen oder Dokumentationen.

Im Unterricht diskutieren die Schülerinnen und Schüler fachbezogen und lernen, naturwissenschaftlich zu argumentieren. Die Entwicklung von Kommunikationskompetenz lässt sich nicht vom Umgang mit Fachwissen oder der Erkenntnisgewinnung trennen, weil Kommunikation nicht inhaltsleer sein kann. Die Kompetenzentwicklung zeigt sich in der zunehmenden Verwendung von Fachsprache und fachbezogenen Darstellungsformen sowie in der Sicherheit im Umgang mit zeitgemäßen Medien.

Beispiele:

Teilkompetenz Schülerinnen und Schüler können ...		Zusammenhang von Zielkompetenz, Aufgabenstellung und Lernprodukt Schülerinnen und Schüler ...
... Informationen sachgerecht entnehmen	Kommunikation	(TF 6) ... erarbeiten sich mit Hilfe geeigneter Quellen Aufbau und Funktion technischer Geräte (z. B. Kraftwerk, Generator). <i>Die Schülerinnen und Schüler zeigen den Aufbau eines Kraftwerks an einem Beispiel. Dazu führen sie ein Webquest zu einem selbst gewählten Kraftwerk durch. In einem Webquest-Protokoll strukturieren sie Informationen und führen Quellennachweise.</i>

... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren		(TF 5) ... recherchieren über Radioaktivität (z. B. Wirkungen, medizinische Nutzung, Gefahren, Radiokarbonmethode). <i>Die Schülerinnen und Schüler recherchieren arbeitsteilig am Beispiel von Kernkraftwerken Nutzen und Gefahren der Radioaktivität und stellen sich die Ergebnisse in Form eines Fachvortrags gegenseitig vor.</i>
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren		(TF 5) ... argumentieren und diskutieren über Nutzen und Gefahren ionisierender Strahlung. <i>Die Schülerinnen und Schüler recherchieren arbeitsteilig in verschiedenen Quellen zur Altersbestimmung mittels Radiokarbonmethode und erstellen gemeinsam eine Präsentation (Kooperationsprodukt). In einem Gruppenpuzzle tragen sie ihre Ergebnisse zusammen und wählen die besten Ergebnisse aus, dabei argumentieren sie fachbezogen.</i>

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen

Kompetenzen im Umgang mit Fachwissen werden gebraucht, wenn Probleme auf einer vorhandenen Wissensbasis analysiert und gelöst werden sollen. Der Umgang mit Fachwissen schließt sich didaktisch an die Erkenntnisgewinnung an und wird im Unterricht in Anwendungsaufgaben entwickelt. Die Kompetenz reift, wenn Fachwissen unabhängig vom Erwerbskontext angewendet wird (Dekontextualisierung). Dies schließt die eigenständige Systematisierung und Strukturierung von Fachwissen und das Metawissen über Methoden (bzw. Geräte, Verfahren) ein. Die Kompetenzentwicklung zeigt sich in der zunehmenden Vernetzung und der Fähigkeit, Wissen mehr und mehr zu strukturieren und zu abstrahieren. Letzteres ist eng mit der Entwicklung von Basiskonzepten verbunden (siehe auch Kapitel 5.4.2).

Beispiele:

Teilkompetenz		Zusammenhang von Zielkompetenz, Aufgabenstellung und Lernprodukt
Schülerinnen und Schüler können ...		Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen	Umgang mit Fachwissen	(TF 3) ... entwickeln Strategien zum Sichtbarmachen kleiner Effekte. <i>Die Schülerinnen und Schüler forschen zielgerichtet nach einem geeigneten Mechanismus, um z. B. kleinste Längenausdehnungen sichtbar zu machen und stellen ihre „Erfindung“ in einem Werbeflyer vor.</i> (TF 6) ... nutzen den Zusammenhang $\Delta E = P \cdot \Delta t$ für Berechnungen im Zusammenhang mit Energienutzung im Haushalt.

	<p><i>Dekontextualisierung:</i> <i>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Energieeffizienz der Computerräume der Schule und machen auf der Basis von technischen Daten verschiedene Verbesserungsvorschläge.</i></p>
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen	<p>(TF 1) ... wenden Verfahren zur Schallpegelmessung an. <i>Die Schülerinnen und Schüler nutzen Schallpegelmessgeräte (z. B. Schallpegelmesser, Lärmampel) zur Bestimmung des Lärms in ihrer Umgebung und bereiten die Messergebnisse grafisch in Form einer persönlichen Lärmlandkarte auf.</i></p> <p>(TF 9) ... wenden Messverfahren im Stromkreis an (z. B. zur Überprüfung der Knotenregel). <i>Die Schülerinnen und Schüler nutzen Multimeter oder andere Messgeräte zielgerichtet zur Untersuchung von Zusammenhängen im Stromkreis und stellen ihre Messwerte in Diagrammen oder Tabellen dar.</i></p>
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen	<p>(TF 10) ... nutzen Energieflussdiagramme zur Darstellung von Energieumladungen. <i>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Wirkungsweise von Maschinen und deren Wirkungsgrad. Die ermittelten Energieumladungen halten sie in Energieflussdiagrammen fest.</i></p>

Kompetenzbereich Bewertung

Bewertungskompetenz lässt sich vom Umgang mit Fachwissen nicht trennen, beinhaltet aber darüberhinaus die Fähigkeit, Fachwissen in persönliche, politische oder gesellschaftliche Entscheidung mit einzubeziehen. Im Physikunterricht werden ethisch oder ökologisch relevante Fragestellungen bearbeitet. Im Umgang mit Fachwissen werden Schülerinnen und Schüler Folgenreflexionen durchführen und Szenarien modellieren. Aus fachlicher Sicht sind diese Szenarien wertneutral. Erst durch Kenntnis und Auseinandersetzung mit verschiedenen Perspektiven, Normen und Werten können Bewertungen vorgenommen werden. Der Physikunterricht setzt den Schwerpunkt auf die zur Bewertung notwendigen fachlichen Grundlagen. Die Diskussion über die Herkunft von Meinungen und Perspektiven sowie über Werte und Normen kann nur gestreift werden. Physikalische Erkenntnisse haben Einfluss auf das Menschenbild und Menschenbilder prägen Gesellschaft und politische Entscheidungen. Die physikalische Sicht ergänzt andere Sichtweisen, sie darf diese aber nicht ersetzen. Bewertungskompetenz entwickelt sich im Zusammenwirken verschiedener Fächer und zeigt sich in der Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, zunehmend multiperspektivisch zu denken, eine (eigene) Meinung mit Hilfe von Fachkenntnissen zu argumentieren und (eigene) Handlungsoptionen abzuleiten.

Beispiele:

Teilkompetenz Schülerinnen und Schüler können ...		Zusammenhang von Zielkompetenz, Aufgabenstellung und Lernprodukt Schülerinnen und Schüler ...
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden	Bewertung	(TF 8) ... vergleichen und bewerten verschiedene Möglichkeiten zur Kühlung bzw. Wärmedämmung. <i>Die Schülerinnen und Schüler erkunden verschiedene Möglichkeiten der Wärmedämmung für ein Haus und berücksichtigen dabei eigene Kriterien (z. B. Kosten, Raum- und Zeitbedarf, Luftdurchlässigkeit, chemische Belastung etc.). Mit den Ergebnissen erstellen sie ein Exposé.</i>
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen		(TF 1) ... bewerten ihre eigenen Hörgewohnheiten in Bezug auf das Risiko möglicher Hörschädigungen unter Berücksichtigung des Grundprinzips der Informationsübertragung. <i>Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Schallergebnisse, denen sie im Lauf des Tages schulisch und privat ausgesetzt sind, unter Nutzung von Bewertungskriterien und stellen zur Vorbeugung gegen Schäden durch Lärm einen „Schallschutzratgeber“ zusammen.</i>
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten		(TF 6) ... vergleichen und bewerten verschiedene Möglichkeiten zur Bereitstellung von Energie. <i>In verschiedenen Szenarien (z. B. geografische Lage, erforderliche Energiemenge) bewerten die Schülerinnen und Schüler die unterschiedlichen Möglichkeiten der Energiebereitstellung. Dabei nehmen sie verschiedene Rollen ein (Anwohner, Energiekonzern, Gemeinderat, Naturschützer usw.) und gestalten eine Podiumsdiskussion.</i>

Kompetenzentwicklung

Kompetenzen entwickeln sich individuell und in Schritten. In ihrer Aufgabenstellung orientiert sich die Lehrkraft am erreichten Kompetenzstand und berücksichtigt Heterogenität. In einer Experimentiersituation kann das heißen, dass für einzelne Schülerinnen und Schüler eine kleinschrittige Experimentieranleitung sinnvoll sein kann, während bei weiter fortgeschrittenem Kompetenzstand das selbstständige Experimentieren im Fokus steht. Hier ist es Sache der Lehrkraft, die für ihre Lerngruppe geeigneten Stufen differenziert vorzunehmen.

Die Reihenfolge der Themenfelder berücksichtigt Entwicklungslinien, sofern sie an die fortschreitende Reifung des Jugendlichen gebunden sind: Im Bereich der **Erkenntnisgewinnung** wird die reife Abstraktionsfähigkeit genutzt, um Modelle zu entwerfen und anzuwenden. Zur Entwicklung der **Kommunikationskompetenz** werden zunehmend Darstellungsformen eingebunden, die auch in anderen Fächern geübt und eingeführt werden, das betrifft z. B. den Umgang mit Diagrammen oder der Formalsprache der Chemiker und Mathematiker. Die Entwicklung von **Bewertungskompetenz** ist eng mit der persönlichen Reifung während der Pubertät verbunden. Die Reihenfolge der Themenfelder trägt dem Rechnung, indem die Kontexte zunächst das kindgemäße und bewertungsneutrale Sachinteresse im den Vordergrund stellen, während im weiteren Verlauf zunehmend persönliche, soziale und globale Bezüge hergestellt werden. Bewertungskompetenz reift im Zusammenspiel mit anderen Fächern.

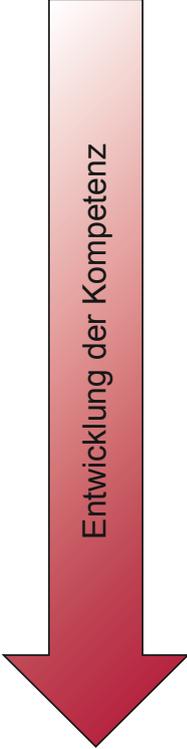
Insgesamt gilt dies für alle im Lehrplan Physik ausgewiesenen Kompetenzbereiche: Der Kompetenzerwerb und die Anwendung erworbener Kompetenzen hört nicht mit dem Fachunterricht auf und ist eine gesamtschulische Aufgabe.

Die nachfolgende Übersicht zeigt Kompetenzschwerpunkte in den verschiedenen Themenfeldern. Der Lehrplan stellt sicher, dass Schülerinnen und Schüler Gelegenheiten bekommen, alle Kompetenzbereiche zu entwickeln. Kompetenzen entwickeln sich durch Übung und durch selbstständige Arbeit. Es ist also dringend geboten, die sich situativ im Unterricht ergebenden Chancen für die Konzeptentwicklung zu nutzen.

Die Schülerinnen und Schüler können...		TF 1	TF 2	TF 3	TF 4	TF 5	TF 6	TF 7	TF 8	TF 9	TF 10	TF 11	TF 12
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen.	Umgang mit Fachwissen			■			■		■	■	■		■
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen.		■			■					■			
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen.			■	■	■		■		■	■	■	■	
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren.	Erkenntnisgewinnung	■	■	■	■		■		■	■		■	■
... modellieren.			■	■		■							
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren.	Kommunikation							■				■	■
... Informationen sachgerecht entnehmen.						■	■	■				■	
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren.		■	■		■			■				■	
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren.	Bewertung					■			■				■
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden.									■	■			
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen.		■				■					■		
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten.							■	■			■		

Abb.: Kompetenzschwerpunkte der Themenfelder im Fach Physik

Die folgende Tabelle zeigt exemplarisch aus dem Bereich der **Erkenntnisgewinnung**, wie die Entwicklung der Kompetenz „...naturwissenschaftlich untersuchen“, z. B. das Beobachten und Untersuchen oder das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, in den einzelnen Themenfeldern konkret angelegt ist.

Themenfeld		Schülerinnen und Schüler...
TF 1		<p>... beobachten und beschreiben kriteriengeleitet den Vorgang der Schallerzeugung genau (z. B. schwingende Körper bei Musikinstrumenten).</p> <p>... führen Experimente nach Anleitung durch und werten sie aus (z. B. Zusammenhang zwischen Saitenlänge und Tonhöhe, zwischen Anregung und Lautstärke).</p>
TF 2		... planen einfache Experimente zur Reflexion, Brechung und Absorption, führen sie durch und protokollieren die Ergebnisse
TF 3		... planen einfache Experimente (z. B. zur temperaturabhängigen Volumen- bzw. Längenänderung bei Körpern), führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse.
TF 4		... planen einfache Experimente zur Untersuchung von Bewegungsänderungen, führen sie durch und dokumentieren deren Ergebnisse.
TF 6		... führen einfache Messungen bzw. Experimente (z. B. zur Maschenregel oder zur Induktion) durch.
TF 8		... planen Experimente zu thermischen Energieströmen (z. B. zur effektiven Kühlung oder Wärmedämmung), führen sie durch, werten quantitative Experimente mit Hilfe der Darstellung von Temperaturverläufen im Diagramm und interpretieren diese.
TF 9		... führen einfache Experimente zu Größen im Stromkreis durch (z. B. zu U-I-Kennlinien verschiedener Bauteile oder zum spezifischen Widerstand eines Drahts).
TF 11		... führen Experimente mit Sensoren durch und werten sie aus.
TF 12		... planen Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse.

5.4.4 Fachspezifische Differenzierung

Die in den Themenfeldern formulierten Unterrichtsinhalte und Ziele erlauben das Lernen auf verschiedenen Niveaustufen. Wie es das Schulgesetz und die übergreifende Schulordnung fordern und im Kapitel 1.3 beschrieben ist, kann und soll eine Differenzierung in Hinblick auf den angestrebten Schulabschluss, die jeweilige Lerngruppe, aber auch innerhalb einer Lerngruppe individuell vorgenommen werden.

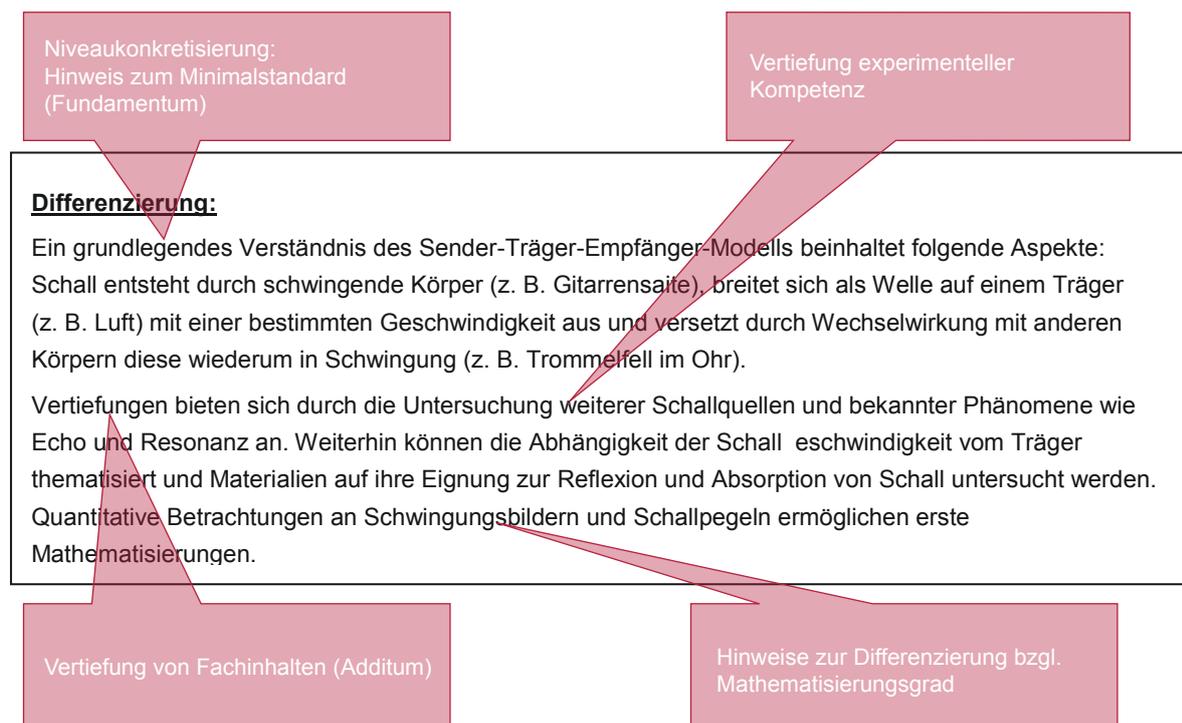
Konkrete Hinweise und Vorschläge zur Differenzierung finden sich in jedem Themenfeld. Im Folgenden werden die Möglichkeiten an Beispielen verdeutlicht.

Hinweise zur Niveaunkretisierung

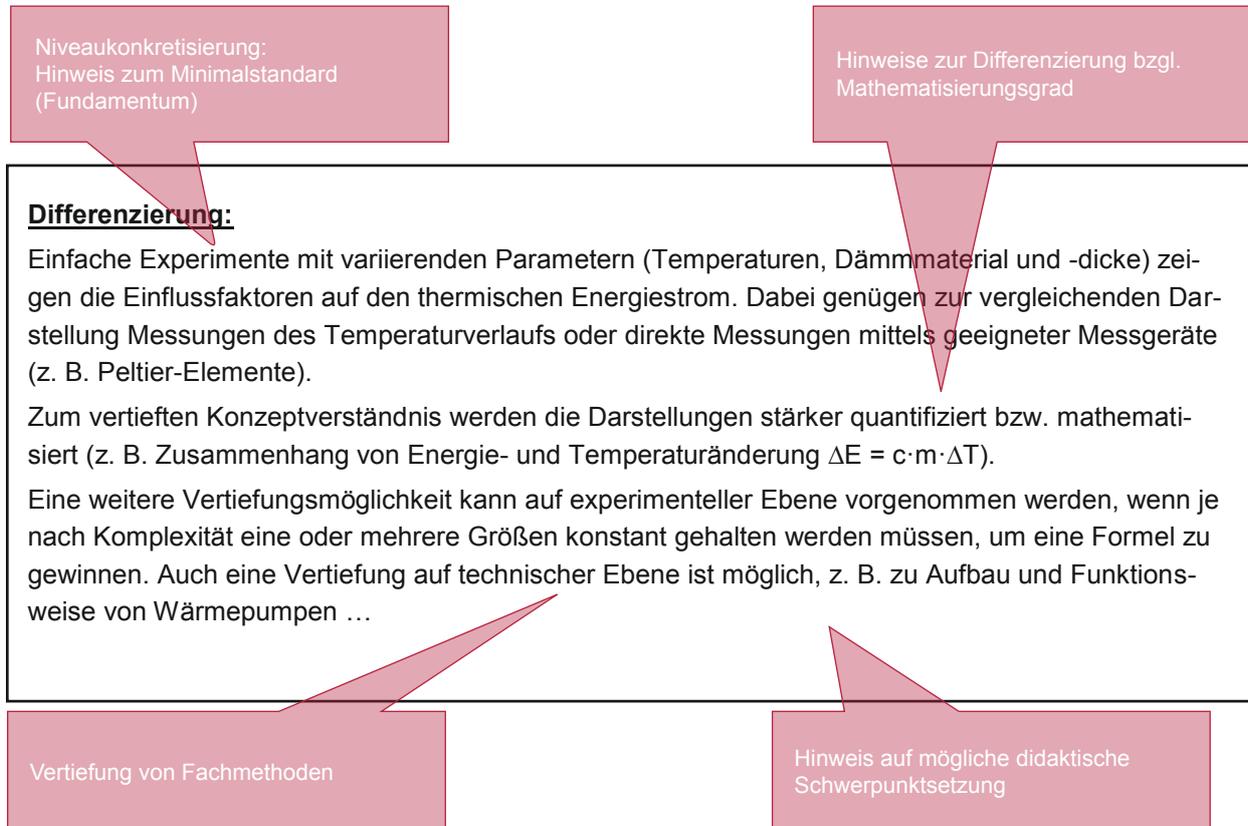
Der vorliegende Lehrplan ist geeignet, um den Schülerinnen und Schülern die Entwicklung der Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards zu ermöglichen. An Lernende, die die Schule mit dem Abschluss der Berufsreife verlassen, wird eine andere Erwartung formuliert werden als an diejenigen, die nach Abschluss der 10. Klasse die Oberstufe besuchen werden und ein vertieftes Verständnis benötigen.

In jedes Themenfeld wurden deshalb Hinweise eingefügt, die Lehrkräften helfen, den passenden Erwartungshorizont zu finden. Die Hinweise sind didaktischer und stellenweise auch methodischer Art, z. B. zu lerngruppenspezifischer Schwerpunktsetzung, zu Verminderung von Komplexität oder zu zusätzlichen Lernangeboten in leistungsstarken Lerngruppen.

Beispiel 1: Die Hinweise zur Differenzierung in TF 1 gehen vor allem auf unterschiedliche konzeptionelle Vertiefung und auf den Ausprägungsgrad der Kompetenzen ein:



Beispiel 2: Die Hinweise zur Differenzierung in TF 8 beschreiben neben methodischen und inhaltlichen auch mögliche didaktische Schwerpunktsetzungen.



Differenzierung im Bereich der Kontexte

Eine der Säulen des Unterrichts ist der Erwerb von Kompetenzen und Fachwissen in für die Lernenden sinnstiftenden Zusammenhängen. Die von der Lehrkraft oder durch schulinterne Arbeitsplanung getroffene Auswahl von Kontexten erlaubt es, auf besondere Interessen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler einzugehen oder schulbezogene Möglichkeiten zu berücksichtigen. Die Auswahl der genutzten Kontexte bietet somit bereits eine Möglichkeit zur Differenzierung:

■ Komplexität und Umfang eines Kontextes

Kontexte können ein unterschiedlich großes Feld eröffnen. So ist im Themenfeld 10 (Energiebilanzen und Wirkungsgrade) der Kontext „Physik am Aufzug“ zur Beschäftigung mit Energieumwandlungen an einem einzigen Beispiel weit weniger komplex als der Kontext „Von der Wassermühle zum Düsentriebwerk“. Letzterer bietet zwar mehr Möglichkeiten für individuell unterschiedliche Aufgabenstellungen und zum Aufzeigen von Analogien, ist aber durch seine Komplexität nicht in jeder Lerngruppe durchführbar.

■ Niveau des Kontextes

Kontexte können unterschiedlich anspruchsvolles Arbeiten in Hinblick auf fachlichen Anspruch, aber auch auf die Durchführung von Aktivitäten erlauben. Das kann man am Beispiel zweier Kontexte im Themenfeld 8 (Wärmetransporte und ihre Beeinflussung) gut darstellen. Der Kontext „Computer kühlen“ ist fachlich einfach zu durchdringen, da man direkt die Ableitung von Wärme durch verschiedene Materialien betrachtet. Zudem sind die Experimente einfach durchzuführen und die Messzyklen sind durch den Fokus auf effektives Ableiten der Wärme kurz. Dagegen führt der Kontext „Die Eiswürfelwette“, in dem ein Eiswürfel möglichst lange erhalten bleiben soll, schnell auf fachlich und experimentell schwieriges Gebiet. Zum einen wird hier fachlich die Schmelzwärme mit berücksichtigt und zum anderen ist experimentell mit erheblichen Messzeiträumen zu rechnen. Dazu kommt die schwierige Abschätzung der Wärmedämmung von Materialien wie etwa Watte, die unterschiedlich dicht gepackt sein kann.

Differenzierung im Bereich der Konzeptentwicklung

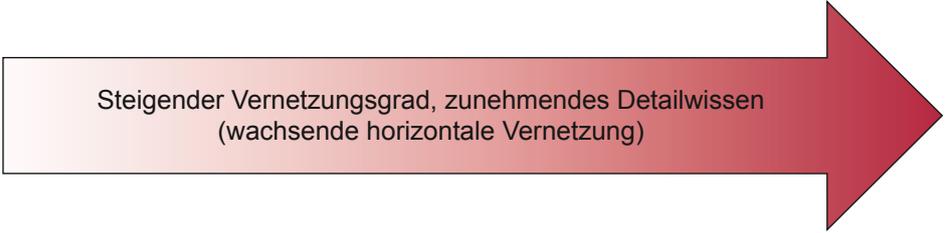
Das in jedem Themenfeld ausgewiesene „konzeptbezogene Fachwissen“ stellt eine Aussage darüber dar, welches fachliche Verständnis des Themas durch den Unterricht angestrebt ist. Dieses kann und wird sich bei jedem Lernenden auf unterschiedlichem Niveau einstellen. Zudem gelingt nicht jedem Lernenden eine Verknüpfung mit Fachwissen und Konzepten aus anderen Themenfeldern, so dass sich ein Transfer erlaubendes Basiskonzept bei den **einzelnen** Lernenden in unterschiedlicher Tiefe ausbildet.

Die Tiefe dieser individuell ausgeprägten Konzepte wird durch die Bearbeitung konzeptbezogener Aufgaben transparent und diagnostizierbar. Dies sind zum einen Aufgaben, welche die Auseinandersetzung mit der eigenen Vorstellung und der Vorstellung anderer herausfordern.

Weitere Aufgabenformate sind z. B. Begriffsnetze, um die Menge und Qualität der Verknüpfungen einschlägiger Fachbegriffe zu visualisieren; Concept cartoons („Zitat -Bewertungen“) eignen sich, die Verständnistiefe zu einem Konzept zu zeigen. Diese Aufgaben können auf verschiedenen Niveaustufen bearbeitet werden. Wesentlich für das Differenzierungsangebot innerhalb einer Lerngruppe ist es, allen Schülerinnen und Schülern die Chance zur Weiterentwicklung zu geben.

Beispiele:

Trotz des gleichen Unterrichtsinhaltes und gleicher Basismaterialien (z. B. Schulbuch) hat sich das Konzeptverständnis einzelner Schülerinnen und Schüler in unterschiedlicher Tiefe entwickelt.

<p>Teilkonzept</p>		
<p>Energie</p>	<p>Um etwas anzutreiben, ist Energie nötig.</p> <p>Licht transportiert Energie.</p> <p>Elektrizität transportiert Energie.</p>	<p>Zum Betrieb eines Elektromotors kann Energie von der Sonne genutzt werden. In der Solarzelle wird die Energie vom Licht auf den Träger Elektrizität umgeladen. In der Zelle entsteht eine Potentialdifferenz, die einen elektrischen Strom antreibt. Mit Hilfe des elektrischen Stroms wird die Energie zum Elektromotor transportiert und so für den Antrieb eines Fahrzeugs benutzt.</p>
<p>Wechselwirkung</p>	<p>Wechselwirkung verursacht Bewegungsänderung.</p> <p>Bei Stößen gibt es immer zwei Wechselwirkungspartner.</p> <p>Wechselwirkungen können auch magnetisch vermittelt werden.</p>	<p>Das in der Mechanik bei Stößen und Magnetismus genutzte Konzept wird auf beliebige analoge Situationen angewendet, z. B. auf die Ablenkung ionisierender Strahlung im elektrischen Feld.</p>
<p>Absorption</p>	<p>Dunkle Oberflächen erwärmen sich bei Bestrahlung stärker als helle.</p> <p>Temperatur ist ein Maß für die thermische Energie.</p> <p>Bei Absorption wird Energie übertragen.</p>	<p>Das in der Akustik genutzte Konzept wird auf beliebige Situationen übertragen. So wird sowohl bei Licht als auch ionisierender Strahlung Energie übertragen, was z. B. zu spezifischen Schädigungen führen kann.</p>

Differenzierung im Bereich der Kompetenzentwicklung

Schülerinnen und Schüler einer Lerngruppe entwickeln die Kompetenzen in unterschiedlicher Ausprägung. Die differenzierte Rückmeldung zum Lernstand in einzelnen Kompetenzbereichen ermöglicht dem Lernenden, seine Stärken einerseits und Entwicklungsbedarf andererseits zu erkennen.

Lehrerinnen und Lehrer unterstützen die Kompetenzentwicklung durch Aufgabenstellungen mit Hilfs- und Vertiefungsangeboten und durch die Anpassung von Lernmaterialien.

Die folgenden Beispiele zeigen, dass insbesondere der Grad der Selbstständigkeit bzw. die Offenheit der Aufgabenstellung die Kompetenzentwicklung beeinflusst. Die Lehrkraft trägt dafür Sorge, dass einerseits eine Überforderung durch eine zu offene Aufgabenstellung vermieden wird, andererseits jedoch die Aufgabe so weit geöffnet wird, dass sie herausfordernd ist und somit lernwirksam werden kann.

Beispiele:

Kompetenz		
	Die Schülerin, der Schüler ...	
Erkenntnisgewinnung (Beispiele)	<p>... führt physikalische Experimente zum Zusammenhang zwischen Anregung und Lautstärke nach Anleitung durch und wertet sie aus.</p> <p>... erkennt an ausgewählten Beispielen Grenzen des einfachen Teilchenmodells.</p>	<p>... plant physikalische Experimente zum Zusammenhang zwischen Saitenlänge und Tonhöhe, führt sie durch und wertet sie aus.</p> <p>... begründet an geeigneten Beispielen, dass das einfache Teilchenmodell Grenzen hat.</p>
Umgang mit Fachwissen (Beispiele)	<p>... wendet Fachwissen (zur Problemlösung) an, wenn der Anwendungskontext eine große Ähnlichkeit zum Erwerbskontext hat.</p> <p>... versteht problemorientierte Fragestellungen und löst das Problem in vorgegebener Schrittfolge.</p>	<p>... wendet Fachwissen unabhängig vom Erwerbskontext für die Lösung neuer Probleme an.</p> <p>... entdeckt Problemstellungen selbstständig und führt eine Problemanalyse selbstständig durch.</p>

Kommunikation (Beispiele)	... recherchiert unter Anleitung und unter Verwendung einfacher, ggf. didaktisierter Quellen. ... präsentiert mit Hilfe von Leitfragen und unter Verwendung vorgegebener Medien. ... beschreibt Sachverhalte in verständlicher Sprache (z. B. Deutsch als Fremdsprache).	... recherchiert in verschiedenen Quellen ohne Anleitung. ... präsentiert frei und unter Verwendung selbst entworfener bzw. ausgewählter Medien. ... beschreibt Sachverhalte in der Fachsprache.
Bewertung (Beispiel)	... kennt die ethische Relevanz eines Themas (z. B. Energieversorgung durch Kraftwerke) und Meinungen.	... kennt darüberhinaus Handlungsoptionen und führt eine Folgenreflexion durch.

Die im Lehrplan ausgewiesenen und konkret an die Fachinhalte der Themenfelder angebotenen Kompetenzen lassen sich in vergleichbarer Weise auf verschiedenen Niveaustufen formulieren.

5.5 Literatur

- Bögeholz, S./Eggert, S.: Göttinger Modell der Bewertungskompetenz – Teilkompetenz „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren“ für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung, ZfDN, Jg.12 (2006), S. 177-197
- Eilks, I./Möllering, J.: Neue Wege zu einem fächerübergreifenden Verständnis des Teilchenkonzepts; MNU 54/4 (2001) S. 240-247
- Hammann, Markus (2006): Kompetenzförderung und Aufgabenentwicklung, MNU, 59, S. 85-95
- Johnson, A. H.: Chemical education research in Glasgow in perspective; Chemical Education Research and Practice 2006, 7(2), S. 49-63
- Klinger, U. (2005): Mit Bildungsstandards Unterrichts- und Schulqualität entwickeln. Friedrich Jahresheft 2005. Standards: Unterrichten zwischen Kompetenzen, zentralen Prüfungen und Vergleichsarbeiten, S. 130-143
- Klinger, U. (2009): Die Welt, das Wissen und die Kompetenz Wissen zu nutzen. MNU, 62, S. 430-437
- KMK (2004): Bildungsabschlüsse für den mittleren Schulabschluss, www.KMK.org
- Leisen, J. (2006): Aufgabenkultur im Mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht, MNU, 59, S. 260-266
- Leisen, J. (2010): Basisartikel - Kompetenzorientiert unterrichten mit dem Lehr-Lern-Modell. Naturwissenschaften im Unterricht, S. 123-124
- Leisen, J. (2010): Internetseite des Studienseminars für das Lehramt an Gymnasien Koblenz: www.studienseminar-koblenz.de (16.09.10)
- Suwelack, W. (2010): Lehren und Lernen im kompetenzorientierten Unterricht, MNU 63/3, S. 182-186
- Suwelack, W. (2012): Den Lernprozess in den Blick nehmen. In: Krüger, Dirk (Hrsg.): Biologie erfolgreich unterrichten. Ottobrunn: Aulis-Verlag 2012. S. 129-156
- Rahmenlehrplan Naturwissenschaften Rheinland-Pfalz:
www.naturwissenschaften.bildung-rp.de
- Reitschert, K./Hössle, C./Langlet, J./Schlüter, K./Mittelsten Scheid, N.: Dimensionen Ethischer Urteilskompetenz, MNU 60/1 (2007), S. 43-51
- Richter, R. (2007): Biologieunterricht im Umbruch. Unterricht Biologie 328/11, S. 2 ff.
- Riemeyer, T. (2007): Moderater Konstruktivismus. In: Krüger, D. und Vogt, H. (Hrsg.), Theorien in der biologiedidaktischen Forschung, Springer-Verlag, Heidelberg, S. 69-79

Mitglieder der fachdidaktischen Kommission:

Marcus Andre

Friedrich-Magnus-Schwerd-Gymnasium, Speyer

Andrea Bürgin

Anne-Frank-Realschule plus, Mainz

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland Pfalz, Bad Kreuznach

Rainer Dittewig

Realschule auf der Karthause, Koblenz

Barbara Dolch

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland Pfalz, Bad Kreuznach

Wolfgang Heuper

Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien, Koblenz

Tobias Jung

Gymnasium Nieder-Olm

Monika Kallfelz

Görres-Gymnasium, Koblenz

Udo Klinger

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland Pfalz, Bad Kreuznach

Dr. Holger Kunz

Max-Planck-Gymnasium, Trier

Lutz Rosenhagen

Integrierte Gesamtschule Ernst Bloch, Ludwigshafen

Marion Roth-Bauer

Veldenz-Gymnasium, Lauterecken

Dr. Myriam Rupp-Dillinger

Bischöfliches Willigis-Gymnasium, Mainz

Waltraud Suwelack (Leitung der fachdidaktischen Kommission)

Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien, Koblenz



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM
FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT,
WEITERBILDUNG UND KULTUR

Ministerium für Bildung
Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur
Mittlere Bleiche 61
55116 Mainz

poststelle@mbwwk.rlp.de
www.mbwwk.rlp.de