



**Thüringer Ministerium
für
Bildung, Jugend und Sport**

**Lehrplan
für den Erwerb
der allgemeinen Hochschulreife**

Wahlpflichtfach

Naturwissenschaften und Technik

2018

Inhaltsverzeichnis

1	Zur Kompetenzentwicklung im Unterricht des Wahlpflichtfaches Naturwissenschaften und Technik.....	5
1.1	Lernkompetenzen.....	7
1.2	Naturwissenschaftliche Kompetenzen.....	8
1.3	Bilinguale Module.....	11
2	Ziele des Kompetenzerwerbs in den Klassenstufen 9/10.....	13
2.1	Themenbereich: Umwelt und Energetik.....	16
2.1.1	Modul: Globale Umweltprobleme.....	16
2.1.2	Modul: Energieversorgung.....	18
2.1.3	Modul: Naturräume sowie Wissenschaft und Technik am Wirtschaftsstandort Thüringen.....	20
2.1.4	Modul: Nachwachsende Rohstoffe.....	23
2.1.5	Modul: Bauen und Wohnen.....	25
2.1.6	Modul: Besondere Ökosysteme.....	27
2.2	Themenbereich: Versorgungs-, Entsorgungssysteme und Kreisläufe.....	29
2.2.1	Modul: Lebensmittel.....	29
2.2.2	Modul: Wasser im Alltag.....	31
2.2.3	Modul: Arzneimittel.....	32
2.2.4	Modul: Ökonomisch und ökologisch Verpacken.....	34
2.2.5	Modul: Umgang mit Abfällen.....	36
2.3	Themenbereich: Mobilität.....	39
2.3.1	Modul: Verbrennungsmotoren und Kraftstoffe.....	39
2.3.2	Modul: Alternative Antriebs- und Speicherkonzepte.....	40
2.3.3	Modul: Verhalten und Sicherheitstechnik im Straßenverkehr.....	43
2.3.4	Modul: Bewegungen bei Lebewesen.....	44
2.3.5	Modul: Das Fliegen.....	46
2.3.6	Modul: Raumfahrt.....	48
2.3.7	Modul: Orientierung und Positionsbestimmung.....	50
2.4	Themenbereich: Technik, Bionik und Kommunikation.....	53
2.4.1	Modul: Mensch und Medizintechnik.....	53

2.4.2	Modul: Sinnesorgane, Wahrnehmung und technische Sensoren.....	55
2.4.3	Modul: Kommunikation.....	57
2.4.4	Modul: Fernrohre und Mikroskope als optische Hilfsmittel.....	59
2.4.5	Modul: Messen, Steuern und Regeln.....	61
2.4.6	Modul: Kunststoffe im Alltag.....	63
2.4.7	Modul: Herstellung und Eigenschaften ausgewählter Baustoffe.....	64
2.4.8	Modul: Biologische und technische Konstruktionsprinzipien sowie Effekte durch Oberflächengestaltung.....	66
3	Leistungseinschätzung.....	68
3.1	Grundsätze.....	68
3.2	Kriterien	69
3.3	Grundsätze der Leistungseinschätzung in bilingualen Modulen.....	70

1 Zur Kompetenzentwicklung im Unterricht des Wahlpflichtfaches Naturwissenschaften und Technik

Im Wahlpflichtbereich kann der Schüler¹ zwischen den Fächern Darstellen und Gestalten, Gesellschaftswissenschaften, Naturwissenschaften und Technik, Informatik, einer dritten Fremdsprache oder einem Fach nach schulinternem Lehrplan wählen. Auf diese Weise sind alle Bereiche des Unterrichts (mathematisch, naturwissenschaftlich-technisch, gesellschaftswissenschaftlich, sprachlich und musisch-künstlerisch) erfasst.

Für den Schüler spielen bei der Entscheidung für sein Wahlpflichtfach vor allem seine Interessen und Neigungen eine Rolle. Damit leistet der Wahlpflichtbereich einen wesentlichen Beitrag zur individuellen Förderung des Schülers und ist auch im Kontext der Entwicklung der Berufswahlkompetenz zu sehen.

In besonderer Weise setzen die Fächer des Wahlpflichtbereiches fächerverbindendes und -integrierendes Arbeiten um. Dies erfolgt vor allem durch projektorientierten Unterricht unter Einbeziehung außerschulischer Partner und Lerngelegenheiten, um selbstverantwortetes Lernen zu fördern und wesentliche Impulse für die Kompetenzentwicklung zu geben.

Der modulare Aufbau der Lehrpläne für die Fächer des Wahlpflichtbereiches bietet den Schulen die Möglichkeit, unter Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten geeignete Themenbereiche bzw. Module auszuwählen und diese im Rahmen der schulinternen Lehr- und Lernplanung auszugestalten.

Der Unterricht im Fach Naturwissenschaften und Technik ermöglicht dem Schüler den Erwerb überfachlicher sowie naturwissenschaftlicher Kompetenzen. Diese Kompetenzen haben gleichermaßen Zielstatus. Sie bedingen einander, durchdringen und ergänzen sich gegenseitig und werden in der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen und fächerübergreifenden Inhalten des Unterrichts erworben.

Das Fach Naturwissenschaften und Technik verbindet bei der Kompetenzentwicklung naturwissenschaftliche Herangehensweisen mit vielfältigen Aspekten der belebten und unbelebten Umwelt. Dabei werden verschiedene Bezüge zu gesellschaftlichen, mathematischen, historischen und ethischen Sachverhalten hergestellt. Das Fach vertieft dadurch das Interesse an der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Frage- bzw. Problemstellungen und fördert eine positive Einstellung zu Naturwissenschaften und Technik. Es ermöglicht ein umfangreiches Experimentieren, Arbeiten an außerschulischen Lernorten sowie projektartige Unterrichtsabschnitte. Dadurch werden die praktischen und praxisbezogenen Anteile im Unterricht erhöht.

Die naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) gehört in unserer durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt unverzichtbar zu einer zeitgemäßen Allgemeinbildung. Sie bietet im Sinne eines lebenslangen Lernens eine wichtige Grundlage für die Auseinandersetzung mit der sich ständig verändernden Welt und ist Voraussetzung für die Aneignung neuer Erkenntnisse sowie sachgerechter Entscheidungen in vielen persönlichen und alltäglichen Situationen. Der Unterricht im Fach Naturwissenschaften und Technik, der auf den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife ausgerichtet ist, bietet dem Schüler eine vertiefte Allgemeinbildung und eine wissenschaftspropädeutische Bildung, die für eine qualifizierte berufliche Ausbildung oder ein Studium vorausgesetzt werden.

1 Personenbezeichnungen gelten für alle Geschlechter.

Das fachübergreifende Arbeiten ist in der Konzeption der traditionellen naturwissenschaftlichen Fächer bereits ein fester Bestandteil und wird in diesem Fach vertieft. Die fachübergreifende und fächerverbindende Auseinandersetzung mit komplexen naturwissenschaftlichen und technischen Problemstellungen rückt ins Zentrum der vertiefenden Kompetenzentwicklung im Wahlpflichtfach Naturwissenschaften und Technik. Die daraus resultierenden Anforderungen ermöglichen ein interdisziplinäres Arbeiten innerhalb der Module. Eine gezielte Abstimmung zwischen den beteiligten Fächern ist dabei zwingend erforderlich.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Problemstellungen sind mathematische Kompetenzen unverzichtbar, um naturwissenschaftliche Vorgänge und Begriffe mit Hilfe von Formeln, grafischen Darstellungen, Tabellen und Symbolen beschreiben und diese unter Nutzung naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten erklären zu können. Die Einbindung der Mathematik ist im Lehrplan als Grundlage zur Problemlösung immanent gegeben. Durch Abstrahieren und Quantifizieren wird das Verständnis für naturwissenschaftliche Probleme unterstützt und die Vergleichbarkeit z. B. von Strukturen, Prozessen und Eigenschaften ermöglicht. Mit Hilfe der Mathematik können Analogien und Zusammenhänge aufgezeigt werden, wodurch sich Wissen ordnen und systematisieren lässt. Mathematische Werkzeuge, z. B. Formelsammlungen, Taschenrechner und Computeralgebrasysteme, nehmen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht eine wichtige Position ein. Die Nutzung dieser Werkzeuge beeinflusst und unterstützt den Erwerb der allgemeinen Kompetenzen. Der Einsatz von Computeralgebrasystemen (CAS) ist in Abstimmung mit dem Fach Mathematik zu realisieren.

Der Technikaspekt des Faches liegt schwerpunktmäßig in der Betrachtung, Erklärung und im Einsatz technischer Geräte, Einrichtungen und Prozesse. In ausgewählten Projekten können technische Produkte erstellt werden. Dadurch wird das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung verdeutlicht und das Erkennen, Bewerten und Beherrschen der Risiken und Gefahren naturwissenschaftlich-technischer Entwicklungen ermöglicht. Die naturwissenschaftlich-technische Grundbildung ermöglicht die Herausbildung eines begründeten Bewusstseins für die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung.

Für die heutige Wissensgesellschaft ist es notwendig, in allen Fächern die Medienkompetenz² bei dem Schüler weiter zu entwickeln. Elektronische Medien sind auch im naturwissenschaftlichen Unterricht zur Gewinnung von Erkenntnissen, zum Lösen von Problemen, zur Modellbildung, zur Informationsbeschaffung und zur Ergebnispräsentation unverzichtbar. Das äußert sich in vielfältigen Anwendungen, wie z. B. Messwerterfassung und Simulationen. Darüber hinaus bieten sich erweiterte Möglichkeiten des individuellen und kooperativen Lernens in virtuellen Arbeits- und Lernplattformen an.

Hinweise zum Lehrplan

Der Lehrplan beschreibt Kompetenzen, über die der Schüler am Ende der Klassenstufe 10 verfügen soll. Der Lehrplan ist verbindliche Grundlage für die schulinterne Lehr- und Lernplanung³. Er eröffnet Möglichkeiten der individuellen Schwerpunktsetzung bei der Wahl der Module und deren zeitlicher Realisierung. Auch innerhalb der Module ist entsprechend den Voraussetzungen und Rahmenbedingungen eine individuelle Schwerpunktsetzung und Umsetzung möglich. Die didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts, die Wahl der Unterrichtsformen sowie die Anordnung von Lerninhalten innerhalb eines Moduls obliegen dem Lehrer. Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Unterricht Möglichkeiten bietet, Schüler mit Lernschwierigkeiten und Schüler mit besonderen Begabungen gleichermaßen zu fördern.

² Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Kursplan Medienkunde, 2010.

³ Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Leitgedanken zu den Thüringer Lehrplänen für den Erwerb der allgemein bildenden Schulabschlüsse, Kapitel 3, 2011.

Der Lehrplan enthält insgesamt sechszwanzig Module, die inhaltlich vier Themenbereichen zugeordnet sind. Die Inhalte der einzelnen Module sind so gewählt, dass eine möglichst große Bandbreite naturwissenschaftlicher Themen in den Klassenstufen 9/10 zur Auswahl steht. Jedes Modul ist im Umfang auf etwa drei Monate orientiert. Für den zweijährigen Einsatz sind insgesamt sechs bis acht Module auszuwählen. Die Auswahl der Module erfolgt aus mindestens zwei der vier Themenbereiche. Ein schulinternes Modul kann innerhalb der zwei Jahre integriert werden, sofern es sich thematisch und in Struktur und Diktion an den Modulen des Lehrplans orientiert. Es ersetzt damit eines der zu wählenden Module.

Die Reihenfolge der Module ist schulintern zu bestimmen und berücksichtigt die gegebenen Rahmenbedingungen. Dabei können im Interesse der Schüler und aus schulorganisatorischen Gründen auch jahrgangsübergreifende Varianten umgesetzt werden. Eine Gleichverteilung des Stundenvolumens auf die Klassenstufen 9 und 10 wird empfohlen. Der Einsatz naturwissenschaftlicher Lehrkräfte und die Nutzung von Fachräumen ergibt sich aus den fachlichen und arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen. Auf Grund der Inhalte ist bei ausgewählten Modulen auch der Einsatz einer Lehrkraft aus dem Fach Geografie möglich.

Der Praxisorientierung des Wahlpflichtfaches Naturwissenschaften und Technik wird durch Angebote bzw. Vorschläge für mögliche praktische Schülertätigkeiten (z. B. Schülerexperimente, Projekte, Exkursionen) Rechnung getragen. Die Schülerexperimente werden mit dem Symbol „>“ gekennzeichnet. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind entsprechend den vorhandenen Rahmenbedingungen auszuwählen, anzupassen bzw. zu ersetzen. Zusätzlich zu den vorgeschlagenen praktischen Schülertätigkeiten weist der Lehrplan über die Angabe entsprechender Operatoren (messen, experimentell bestimmen, aufbauen, prüfen usw.) weitere Gelegenheiten zum Experimentieren aus.

1.1 Lernkompetenzen

Alle Unterrichtsfächer zielen gleichermaßen auf die Entwicklung von Lernkompetenzen, da sie eine zentrale Bedeutung für den Umgang mit komplexen Anforderungen in Schule, Beruf und Gesellschaft haben. Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung der Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenzen, die einen überfachlichen Charakter aufweisen. Lernkompetenzen werden im Kontext geeigneter Fachinhalte entwickelt und erhalten so eine naturwissenschafts- bzw. fachspezifische Ausprägung.

Methodenkompetenz – effizient lernen

Der Schüler kann

- Aufgaben und Probleme analysieren und Lösungsstrategien entwickeln,
- geeignete Methoden für die Lösung von Aufgaben und Problemen auswählen und anwenden sowie Arbeitsphasen zielgerichtet planen und umsetzen,
- zu einem Sachverhalt relevante Informationen aus verschiedenen Quellen (z. B. Lehrbuch, Lexika, Internet) sachgerecht und kritisch auswählen,
- Informationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Symbole, Diagramme, Tabellen, Schemata) erfassen, diese verarbeiten und interpretieren,
- Informationen geeignet darstellen und in andere Darstellungsformen übertragen,
- unter Nutzung der Methoden des forschenden Lernens Erkenntnisse über Zusammenhänge, Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten gewinnen und anwenden,
- Definitionen, Regeln und Gesetzmäßigkeiten formulieren und verwenden,
- sein Wissen systematisch strukturieren sowie Querbezüge zwischen Wissenschaftsdisziplinen herstellen,

- Arbeitsergebnisse verständlich und anschaulich präsentieren,
- Medien sachgerecht nutzen,
- Vorgehensweisen, Lösungsstrategien und Ergebnisse reflektieren.

Selbst- und Sozialkompetenz – selbstregulierend und mit Anderen lernen

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen,
- den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten,
- respektvoll mit anderen Personen umgehen,
- Konflikte angemessen bewältigen,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler reflektieren und einschätzen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
 - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt sachgerecht zu bewerten,
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten.

1.2 Naturwissenschaftliche Kompetenzen

Die Fächer des naturwissenschaftlichen Aufgabenfeldes gewährleisten eine solide naturwissenschaftliche Grundbildung. Bei der Bearbeitung von Fragestellungen erschließt, verwendet und reflektiert der Schüler naturwissenschaftliche Methoden und Fachwissen^{4,5}. Die nachfolgend ausgewiesenen naturwissenschaftlichen und fachspezifischen Kompetenzen umfassen die Methodenkompetenz und die Sachkompetenz.

Die Entwicklung der Methodenkompetenz versteht sich als gemeinsame Zielsetzung aller naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer und erhält im konkreten Fach ihre fachspezifische Ausprägung. Sie wird in fachlichen Kontexten erworben.

Sie bezieht sich insbesondere auf

- Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, also auf experimentelles und theoretisches Arbeiten,
- Kommunikation,
- Reflexion und Bewertung naturwissenschaftlicher Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten.

4 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz in den Fächern Biologie, Chemie und Physik für den Mittleren Schulabschluss, Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, 2005.

5 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder: Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie, Chemie und Physik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004).

Der Schüler kann

- geeignete Methoden der Erkenntnisgewinnung auswählen und anwenden, d. h.
 - naturwissenschaftliche Sachverhalte analysieren (z. B. auf der Grundlage von Beobachtungen und Experimenten) und beschreiben,
 - naturwissenschaftliche Sachverhalte vergleichen und ordnen,
 - kausale Beziehungen ableiten und naturwissenschaftliche Aussagen bzw. Entscheidungen begründen,
 - naturwissenschaftliche Sachverhalte mit Hilfe von Fachwissen erklären,
 - Modellvorstellungen und Modelle entwickeln und nutzen,
 - mathematische Verfahren sachgerecht anwenden,
 - sachgerecht induktiv und deduktiv Schlüsse ziehen,
 - Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten sowie protokollieren bzw. dokumentieren,
 - Fehlerbetrachtungen vornehmen,
 - naturwissenschaftliche Arbeitstechniken sachgerecht ausführen und die dazu erforderlichen Geräte, Materialien, Chemikalien und Naturobjekte sachgerecht verwenden,
 - die Schrittfolge der experimentellen Methode anwenden
 - Fragen formulieren und Hypothesen aufstellen,
 - Beobachtungen und Untersuchungen, qualitative und quantitative Experimente zur Prüfung der Hypothesen planen, durchführen, dokumentieren und auswerten,
 - aus den Ergebnissen Erkenntnisse ableiten und die Gültigkeit der Hypothesen prüfen bzw. Fragen beantworten,

- kritisch reflektieren und sachgerecht bewerten, d. h.
 - naturwissenschaftliche Sachverhalte mit Gesellschafts- und Alltagsrelevanz (z. B. die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, Forschungsmethoden, persönliche Verhaltensweisen)
 - aus naturwissenschaftlicher Sicht und aus weiteren Perspektiven (z. B. wirtschaftlichen, ethischen, gesellschaftlichen) unter Verwendung geeigneter Kriterien reflektieren,
 - im Hinblick auf ihre Ergebnisse wichten und sich einen persönlichen Standpunkt bilden,
 - Informationen und Aussagen hinterfragen, auf fachliche Richtigkeit prüfen und sich eine Meinung bilden,

- sachgerecht kommunizieren, d. h.
 - fachlich sinnvolle Fragen, Hypothesen und Aussagen formulieren,
 - Fachinformationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Formelsammlungen, Diagramme, Tabellen, Schemata, Formeln, Gleichungen) zielgerichtet entnehmen, auswerten bzw. interpretieren und ggf. kritisch bewerten,
 - naturwissenschaftliche Sachverhalte übersichtlich darstellen (z. B. als Skizze, Diagramm) und dabei die Fachsprache (z. B. Fachbegriffe, Formelzeichen, chemische Gleichungen) korrekt verwenden,
 - zwischen Fachsprache und Alltagssprache unterscheiden,
 - mathematische Werkzeuge (z. B. Computeralgebrasysteme CAS⁶ bzw. Taschenrechner) sinnvoll einsetzen.

6 Die Verwendung von CAS erfolgt nach Einführung im Mathematikunterricht.

Die im Unterricht des Wahlpflichtfaches Naturwissenschaften und Technik zu entwickelnde Sachkompetenz hat einen starken Bezug zu den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern. Sie ist durch das Fachwissen geprägt und orientiert sich an nachfolgenden Konzepten/Basiskonzepten, deren Umsetzung in den jeweiligen Fachlehrplänen beschrieben wird. Diese dienen der Strukturierung und Vernetzung des Fachwissens und sind Grundlage für das Verständnis von naturwissenschaftlichen und technischen Prinzipien.

Astronomie:

- Astronomische Beobachtung
- Strukturen und Dimensionen
- Entwicklung

Biologie:

- System
- Struktur und Funktion
- Entwicklung

Chemie:

- Stoff-Teilchen-Beziehungen
- Struktur-Eigenschaften-Beziehungen
- Chemische Reaktionen
- Energetische Betrachtungen bei Stoffumwandlungen

Physik:

- Materie
- Wechselwirkungen
- System
- Energie

Technik/Technisches Werken:

- Stoffumsatz
- Energieumsatz
- Informationsansatz

1.3 Bilinguale Module

Bilinguale Module bezeichnen einen inhaltlich und zeitlich begrenzten Abschnitt des Sachfachunterrichts, in dem eine Fremdsprache als Arbeitssprache genutzt wird.

Gegenstand des Unterrichts bilden Inhalte und Methoden des jeweiligen Sachfaches, mehrerer Sachfächer oder gemeinsame Inhalte des Sachfaches/der Sachfächer und der Fremdsprache. Hierzu zählt auch die korrekte Verwendung von Termini in der deutschen Sprache und der Fremdsprache.

Mit dem Erwerb von Kompetenzen im Sachfach erfolgt die Festigung der allgemeinsprachlichen und der Aufbau der fachsprachlichen Kompetenz, die Synergien sowohl für den Sachfachunterricht als auch für den Fremdsprachenunterricht hervorbringen.

In den in der Rahmenstundentafel zusammengefassten Klassenstufen 9/10 werden insgesamt mindestens 50 Unterrichtsstunden bilingualer Sachfachunterricht für alle Schüler verpflichtend ausgewiesen. Diese Stunden kommen in der Regel aus den bilingual unterrichteten Fächern und der ersten Fremdsprache. Ein Unterricht von bilingualen Modulen ist darüber hinaus auch in den vorhergehenden Klassenstufen möglich. Die Lehrerkonferenz legt langfristig fest, wann, in welchem Stundenumfang, in welchem Fach bzw. in welchen Fächern und in welcher Fremdsprache bilinguale Module angeboten werden.

Als Sachfächer werden dabei alle nach der Stundentafel am Gymnasium unterrichteten Fächer außer Sprachen verstanden.

Es ist zu beachten, dass die in bilingualen Modulen vermittelten Unterrichtsinhalte nicht Gegenstand der Besonderen Leistungsfeststellung sein dürfen.

Im Rahmen von bilingualen Modulen werden die gleichen Kompetenzen entwickelt, die die Lehrpläne des jeweiligen Sachfaches bzw. der jeweiligen Sachfächer vorgeben. Nachfolgend werden die am Ende der Klassenstufe 10 vom Schüler bei der Bearbeitung von Sachfachgegenständen in der Fremdsprache erworbenen Kompetenzen beschrieben. Diese sind schulintern für die jeweils gewählten Sachfachinhalte zu konkretisieren.

Klassenstufen 5 – 10
Sachkompetenz
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– ausgewählte Gegenstände eines Sachfaches/mehrerer Sachfächer unter Beachtung der fachlichen und methodischen Spezifik bearbeiten,– durch unterschiedliche Medien präsentierte, didaktisierte, adaptierte und/oder authentische fremdsprachige Texte rezipieren,– den Inhalt dieser Texte global, selektiv oder detailliert erfassen und aufgabengemäß darstellen und verarbeiten,– verschiedene Textsorten, z. B. Protokolle, Flussdiagramme, Formeln, im Rezeptions- bzw. Produktionsprozess nutzen,– nicht lineare Texte, z. B. Tabellen, Mindmaps, Beschriftungen von grafischen Darstellungen, sowie gelegentlich lineare Texte, z. B. mündliche und schriftliche Berichte, Beschreibungen, Zusammenfassungen, unter Nutzung vielfältiger Hilfsmittel produzieren sowie– Texte sprachmittelnd in der deutschen, punktuell in der Fremdsprache unter Nutzung vielfältiger Hilfsmittel produzieren.

Methodenkompetenz

Der Schüler kann

- Situationen und Aufgabenstellungen nutzen, um Erwartungen zur Textrezeption bzw. -produktion zu entwickeln,
- fachliches, sprachliches und soziokulturelles Wissen als Verstehenshilfe nutzen,
- sachfachspezifische Methoden funktional angemessen verwenden, z. B. Erstellung eines Schaubildes auf Grundlage eines Textes, Beschriftung einer grafischen Darstellung, Protokollieren eines Experimentes,
- Informationen verdichten, z. B. in Tabellen, Mindmaps,
- Gedächtnishilfen selbstständig anfertigen, z. B. Notizen, Stichwortgerüste sowie
- altersgemäße Hilfsmittel, Medien, Quellen und Präsentationstechniken nutzen.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- in Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit Verantwortung für die Aufgabenlösung übernehmen,
- auch bei Schwierigkeiten weiter an der Lösung der Aufgabe arbeiten,
- bei Unklarheiten nachfragen,
- texterschließende Hilfsmittel selbstständig nutzen,
- unvoreingenommen und konstruktiv mit Authentizität umgehen, d. h. Sachverhalte, Vorgänge, Personen und Handlungen aus der Perspektive Anderer betrachten,
- mit anderen zusammenarbeiten und dabei Unterstützung geben und annehmen,
- über eigene Lernstrategien und Sprachhandlungen reflektieren sowie
- seine Kompetenzentwicklung einschätzen.

Grundsätze der Leistungseinschätzung in bilingualen Modulen finden sich unter Punkt 3.3.

2 Ziele des Kompetenzerwerbs in den Klassenstufen 9/10

Grundlage des Kompetenzerwerbs des in der Klassenstufe 9 einsetzenden Wahlpflichtfaches Naturwissenschaften und Technik bilden vor allem die bereits erworbenen Sach- und Methodenkompetenzen des naturwissenschaftlichen und technischen Unterrichts. Nach ersten Erfahrungen im Fach Werken sowie Heimat- und Sachkunde der Grundschule, den Kompetenzen im Fach Mensch-Natur-Technik⁷ der Klassenstufen 5/6 bestimmen hier vor allem die grundlegenden Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Fächer der Klassenstufen 7/8 die Lernausgangslage.

Lernausgangslage aus den Klassenstufen 7/8

Die übergreifenden naturwissenschaftlichen Kompetenzen des Abschnitts 1.2 sind altersgerecht ausgeprägt und werden im Wahlpflichtfach Naturwissenschaften und Technik sowie in den traditionellen naturwissenschaftlichen Fächern aufgegriffen und weiter entwickelt.

Die nachfolgenden Ausführungen zur Lernausgangslage zu Beginn der Klassenstufe 9 berücksichtigen in knapper Form die aus der Sicht der Kompetenzentwicklung im Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer der Klassenstufen 7/8 geschaffenen Lernvoraussetzungen. Sie haben orientierende Funktion, da die Kompetenzen der Schüler am Ende der Klassenstufe 8 unterschiedlich ausgeprägt sein können.

Biologie

Der Schüler kann den Zusammenhang von Struktur und Funktion an Beispielen erläutern (grundlegende Zellbestandteile, Anpassungsfähigkeit Wirbelloser, ausgewählte Organe des Menschen) und Entwicklungen beschreiben (Weg vom Einzeller zum Vielzeller am Beispiel der Grünalgen, Individualentwicklung der Insekten und des Menschen). Er ist in der Lage, lebende Strukturen aus der Sicht des Systemkonzepts zu betrachten (Zelle als Gesamtheit ihrer Bestandteile, Einzeller als Einheit mit allen Lebensfunktionen, Zusammenwirken von Organsystemen im menschlichen Organismus). Auf der Basis seiner biologischen Kenntnisse kann er Maßnahmen zur Gesunderhaltung des menschlichen Körpers ableiten, Verhaltensweisen sowie Eingriffe des Menschen in die Natur sachgerecht bewerten und Verhaltensregeln entwickeln.

Der Schüler kann Anpassungserscheinungen von Lebewesen (Wirbellose) und physiologische Vorgänge (Verdauung bzw. Stärkespaltung) experimentell überprüfen bzw. nachvollziehen und Ausgangsstoffe und Reaktionsprodukte biologischer Prozesse nachweisen (ausgewählte Nährstoffe, Kohlenstoffdioxid). Darüber hinaus ist er in der Lage, mikroskopische Betrachtungen ausgewählter biologischer Objekte anzustellen und zu dokumentieren (z. B. mikroskopisches Zeichnen).

Zu folgenden inhaltlichen Schwerpunkten aus der Klassenstufe 7/8 sind die Lernkompetenzen altersgerecht ausgeprägt:

Zelle als Lebensbaustein

Zellbestandteile und ihre Funktionen; Unterscheidung tierischer und pflanzlicher Zellen; tierische und pflanzliche Einzeller an je einem Beispiel; Entwicklung vom Einzeller zum Vielzeller (Grünalgen); Abgrenzung der Bakterienzellen von anderen Zellen sowie der Viren von Zellen

⁷ Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport (Hrsg.): Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife Mensch-Natur-Technik (MNT), 2015.

Wirbellose in ihren Lebensräumen

Abgrenzung der Wirbellosen von Wirbeltieren anhand des Stützsystems; Körpergliederung und äußerer Körperbau von Ringelwürmern, Krebstieren, Spinnentieren, Insekten und Weichtieren; Fortpflanzung und Entwicklung der Insekten; ausgewählte Angepasstheiten Wirbelloser; ausgewählte Bedeutungen Wirbelloser in der Natur; Eingriffe des Menschen in Lebensräume Wirbelloser

Gesunderhaltung des menschlichen Körpers

Fortpflanzung, Entwicklung und Sexualität des Menschen; grundlegende Funktionen von Herz-Kreislauf-, Atmungs- und Verdauungssystem und deren Zusammenwirken, Blut als Transportmittel, Prinzip der Oberflächenvergrößerung, Zelle als Ort der Stoff- und Energieumwandlung; Beziehungen zwischen Stütz- und Bewegungssystem; Zusammenwirken von Sinnes-, Nerven- und Hormonsystem, Bau und Funktion des Ohres; Abwehrsystem

Chemie

Der Schüler kann den Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung von Stoffen an Beispielen aus der anorganischen Chemie darstellen, Reaktionsarten mit einfachen Modellen erklären und einfache chemische Sachverhalte analysieren sowie unter Nutzung der Fachsprache (Fachbegriffe, Formeln, chemische Gleichungen) darstellen.

Mit Hilfe von Experimenten kann der Schüler empirisch Erkenntnisse zu chemischen Sachverhalten gewinnen bzw. aufgestellte Hypothesen überprüfen. Dabei kann er einfache Experimente selbstständig planen, durchführen und auswerten.

Der Schüler kann den Zusammenhang zwischen Stoffmenge, molarer Masse und Masse von Ausgangsstoffen und Reaktionsprodukten erläutern und einfache grafische Darstellungen interpretieren. Er ist in der Lage, ausgewählte chemische Sachverhalte (z. B. Atombau, Ionenbildung, Aggregatzustände) mit Hilfe von Modellen zu beschreiben und zu erklären.

Zu folgenden inhaltlichen Schwerpunkten aus den Klassenstufen 7/8 sind die Lernkompetenzen altersgerecht ausgeprägt:

Chemische Reaktion, Reaktionsarten

Merkmale chemischer Reaktionen: Stoff- und Energieumwandlung, Teilchenveränderung, Umbau der chemischen Bindung; Wortgleichung, Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion als Sauerstoffübertragung und als Elektronenübergang, Dissoziation, Neutralisation, Fällungsreaktion

Teilchen, Atombau, chemische Bindung

Kugelteilchenmodell, Atome, Moleküle, Bohrsches Atommodell (Schalenmodell), PSE – Gesetzmäßigkeiten für Hauptgruppenelemente, Ionen, Ionenbildung, Ionenbindung, unpolare und polare Atombindung, Metallbindung

Experimentelle Tätigkeit

Stoffeigenschaften und Stofftrennung, Verbrennungen, Stoffe als Energieträger, Gefahrensymbole, Gefahrstoffe, pneumatisches Auffangen und Nachweis von Sauerstoff und Wasserstoff, Redoxreaktionen von Metallen/Metalloxiden, Leitfähigkeit, Löslichkeit, Neutralisation; Nachweis von Halogenid-Ionen, Wasserstoff-Ionen, Hydroxid-Ionen

Chemische Zeichensprache, chemisches Rechnen

Aussagen von Symbolen und Formeln, Formeln anorganischer Verbindungen aufstellen, Wort- und Formelgleichungen entwickeln, Stoffmenge, molare Masse, Massenberechnung, Dissoziationsgleichungen, Gleichungen in Ionenschreibweise

Alltags- und Praxisrelevanz

Trinkwasser, Abwasser, Feuer, Brandschutz, Verwendung von Sauerstoff und Wasserstoff, Hochofenprozess, Stahlherstellung, Haushaltschemikalien, Salze im Alltag, saurer Regen

Physik

Mit Hilfe ausgewählter physikalischer Größen kann der Schüler grundlegende Körpereigenschaften beschreiben (z. B. Masse, Dichte, elektrischer Widerstand, Temperatur), Naturphänomene und technische Vorgänge erläutern (z. B. Änderung des Aggregatzustandes, Leitungsvorgänge, Energieumwandlungen) sowie den Aufbau und die Funktionsweise einfacher technischer Einrichtungen beschreiben und erklären (z. B. ausgewählte kraftumformende Einrichtungen, optische Geräte und Stromkreise).

Er kann einfache grafische Darstellungen interpretieren und dadurch Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen beschreiben und erklären (z. B. Kraft und Dehnung beim Hooke'schen Gesetz, Kennlinien elektrischer Bauelemente, Temperaturverlauf bei Veränderung des Aggregatzustandes).

Mit Hilfe von Experimenten kann der Schüler empirisch Erkenntnisse über den Zusammenhang physikalischer Größen gewinnen bzw. aufgestellte Hypothesen überprüfen. Dabei kann er physikalische Größen unter Verwendung unterschiedlicher Experimentiergeräte und -anordnungen (z. B. Stativbausatz, Kalorimeter, optische Bank) sowie ausgewählter Messgeräte (z. B. Federkraftmesser, Volt- und Ampèremeter) sowohl direkt messen als auch indirekt bestimmen, wobei der Schüler mathematische Grundfertigkeiten bei den erforderlichen Berechnungen anwenden kann.

Mit Hilfe einfacher physikalischer Modelle kann der Schüler ausgewählte Naturerscheinungen und technische Prozesse beschreiben und erklären (z. B. Teilchenmodell zur Erklärung des Druckes in Flüssigkeiten und Gasen sowie zur vertieften Charakterisierung der physikalischen Größe Temperatur, elektrische Feldlinien zur Beschreibung von Kraftwirkungen in der Umgebung geladener Körper).

Zu folgenden inhaltlichen Schwerpunkten aus den Klassenstufen 7/8 sind die Lernkompetenzen altersgerecht ausgeprägt:

Kraft, Druck und mechanische Energie

Körper und Stoffe, Volumen, Masse, Dichte, Kraft, Reibung, eine ausgewählte kraftumformende Einrichtung, Druck, mechanische Arbeit, Energie und Leistung sowie Energieerhaltung und Wirkungsgrad

Geladene Körper, Stromkreise, elektrische Größen und Leitungsvorgänge

Ladung als elektrische Grunderscheinung, elektrisches Feld, Stromkreislaufbau, Reihen- und Parallelschaltung, Strom, Spannung, Widerstand, elektrische Energie und Leistung, einfache Beispiele für Leitungsvorgänge in Metallen, Gasen und Halbleitern

Temperatur, Wärme und Zustandsänderungen

Temperatur, Temperaturskalen, Wärme, thermische Energie, spezifische Wärmekapazität, Grundgleichung der Wärmelehre, thermische Ausdehnung, Anomalie des Wassers, Aggregatzustandsänderungen und Umwandlungswärmen

Lichtausbreitung und Bildentstehung

Lichtausbreitung, Schatten, Reflexion und Brechung, Arten optischer Linsen, Konstruktion reeller und virtueller optischer Abbildungen an Sammellinsen, einfache optische Geräte

2.1 Themenbereich: Umwelt und Energetik

2.1.1 Modul: Globale Umweltprobleme

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Treibhauseffekt

Der Schüler kann

- die Arten von Treibhausgasen (z. B. Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan, Ozon), ihre Herkunft, Verweildauer in der Atmosphäre und ihren Anteil am Treibhauseffekt nennen,
- die Strahlungsbilanz der Erde beschreiben,
- ein einfaches Modell zum Zustandekommen des Treibhauseffektes beschreiben: Spektralbereiche unterscheiden; Zusammenwirken von Sonneneinstrahlung besonders im grünen Spektralbereich – hoher Durchlässigkeit der Atmosphäre für diese Strahlung – Absorption auf der Erdoberfläche, Erwärmung, Abgabe von Infrarotstrahlung – Undurchlässigkeit, Absorption und Rückstrahlung durch Treibhausgase in der Atmosphäre,
- zwischen natürlichem und anthropogenem Treibhauseffekt unterscheiden.

Globale Erwärmung und Klimawandel

Der Schüler kann

- Veränderungen der Luft- und Meerestemperaturänderung interpretieren und mögliche zukünftige Entwicklungen diskutieren,
- die globale Erwärmung und den Klimawandel als mögliche Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes begründen,
- Bioindikatoren für den Klimawandel (z. B. Hanfpalme, Feuerlibelle, Wespenspinne) charakterisieren,
- Folgen des möglichen Klimawandels für Eismassen, Ozeane bzw. Gewässer, die Atmosphäre sowie die Biosphäre ableiten,
- mögliche spezifische Folgen für den Raum Mitteleuropa (Einfluss auf den Golfstrom und das Klima, Häufung von Extremwetterereignissen, Veränderungen in der mitteleuropäischen Flora und Fauna) und die entsprechenden Auswirkungen auf die Menschen begründen,
- weitere infrage kommende Ursachen für den möglichen Klimawandel nennen und erklären (z. B. Sonnenaktivität),
- persönliche, staatliche und internationale Maßnahmen erläutern, die der Verstärkung des Treibhauseffektes und dem Klimawandel entgegenwirken.

Ozonproblematik

Der Schüler kann

- die Schutzfunktion der natürlichen Ozonschicht beschreiben,
- ozonschädigende Verbindungen und deren Herkunft nennen, z. B. anthropogene FCKW, Distickstoffmonoxid, natürliche Halogenverbindungen,
- die Rolle der ozonschädigenden Stoffe als Katalysator und Reaktionspartner erläutern und die Reaktionen beim Ozonabbau vereinfacht darstellen,
- das Ozonloch über der Nord- und Südpolregion beschreiben,
- Folgen des Ozonlochs für die Biosphäre und den Menschen ableiten,

- Beispiele für Alternativen zu FCKW basierten Treibgasen, Kältemitteln und Hilfsstoffen in der Industrie nennen und die Umweltverträglichkeit dieser alternativen Stoffe diskutieren (z. B. mögliche Klimaschädigung),
- Ursachen von bodennah entstehendem Ozon (Sommersmog) und seine Auswirkungen auf den Menschen erläutern.

Smog

Der Schüler kann

- die Entstehung von Smog als Folge der Anreicherung fester (z. B. Staub-, Rußpartikel) und flüssiger (z. B. Tropfen von Wasser, Schwefliger Säure, Schwefelsäure) Schwebstoffe in Gasen (Luft, Schwefeldioxid) beschreiben und die Herkunft Smog auslösender Stoffe nennen,
- die Rolle besonderer Wetterlagen (Nebel, Inversionswetter) für die Entstehung von Smog begründen,
- mögliche Folgen für die Natur und den Menschen beschreiben,
- Regelungen zur Smogvermeidung erläutern.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- sich sachlich mit der Meinung Anderer zu globalen Umweltproblemen auseinandersetzen,
- den eigenen Standpunkt zur Nachhaltigkeit situationsgerecht vertreten,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
 - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt sachgerecht zu bewerten,
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten.

➤ Vorschläge für Schülerexperimente

- spektrale Lichtzerlegung
- Nachweis infraroter und ultravioletter Strahlung
- Ozonnachweis
- Absorption von Strahlung

2.1.2 Modul: Energieversorgung

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Grundlagen und Nachhaltigkeit der Energieversorgung

Der Schüler kann

- die Bedeutsamkeit der Versorgung mit Energie (verschiedene Formen) für die Entwicklung der Gesellschaft einschätzen und begründen,
- die weltweite Verteilung von Energieträgern (Energierohstoffen) beschreiben, den Energiebedarf verschiedener Wirtschaftssysteme vergleichen und den wachsenden Energiebedarf einer sich entwickelnden Gesellschaft begründen,
- den Anteil unterschiedlicher Energiearten an der Gesamtenergieerzeugung (Energimix) von Deutschland darstellen,
- die mit dem wachsenden Bedarf verbundenen Probleme (z. B. Endlichkeit fossiler Energieträger, Umweltbelastungen, dauerhafte Klimabeeinflussung, Treibhauseffekt) beschreiben und die Notwendigkeit einer nachhaltigen Energieversorgung begründen,
- mögliche Entwicklungsschritte zu einer nachhaltigen Energieversorgung beschreiben,
- eine Energiebilanz für einen Haushalt erstellen,
- Maßnahmen zur Unterstützung einer nachhaltigen Energieversorgung und -nutzung ableiten,
- die Begriffe Primär-, Sekundär- und Nutz- bzw. Endenergie sowie Energieträger definieren und verschiedene Beispiele zuordnen,
- Energieformen benennen und Beispiele von Energieumwandlungen beschreiben,
- den Wirkungsgrad von Energieumwandlungen an ausgewählten Beispielen beschreiben und berechnen,
- zwischen regenerativen und nicht regenerativen Energien unterscheiden.

Nutzung nicht regenerativer Energien

Der Schüler kann

- einen Überblick über die Arten nicht regenerativer Energien geben,
- den Aufbau und die Wirkungsweise ausgewählter konventioneller Kraftwerke beschreiben und erklären (z. B. Gaskraftwerk, Kernkraftwerk),
- Vorteile konventioneller Kraftwerke begründen (z. B. Planbarkeit der Energiebereitstellung, preiswerte und ausgereifte Technologien),
- das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung erklären und Vorteile begründen (Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades des Kraftwerks),
- die durch die Nutzung der nicht regenerativen Energien verursachten Umwelt- und Abfallprobleme erörtern,
- Gründe für die Energiewende erläutern.

Nutzung regenerativer Energien

Der Schüler kann

- den Strahlungshaushalt der Erde beschreiben und in diesem Zusammenhang die Bedeutung der Sonnenenergie für die regenerativen Energien begründen,
- die Kernfusion in der Sonne beschreiben, die Strahlungsleistung nennen und in diesem Zusammenhang die Bedeutung der Solarkonstante erläutern,
- einen Überblick über die Arten regenerativer Energien geben,
- den grundlegenden Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise von Wasserkraftwerken beschreiben und erklären,
- den grundlegenden Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise technischer Einrichtungen der Photovoltaik zur Bereitstellung von Elektroenergie beschreiben und erklären,
- den grundlegenden Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise technischer Einrichtungen der Windkraftnutzung zur Bereitstellung von Elektroenergie beschreiben und erklären,
- den grundlegenden Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise technischer Einrichtungen zur Nutzung einer weiteren Art regenerativer Energie beschreiben und erklären,
- Vor- und Nachteile der Bereitstellung von Energie bzw. Energieträgern auf der Basis von Biomasse diskutieren (z. B. Vorteile: nachwachsende Rohstoffe, CO₂-Bilanz, geringerer technischer und technologischer Aufwand, planbare Verfügbarkeit; Nachteile: Verbrauch von Naturflächen und Flächen für die Nahrungsmittelproduktion, zweckentfremdeter Nahrungsmittelverbrauch, Monokultur, Minderung der Biodiversität),
- die Vorteile, Nachteile, Perspektiven und Grenzen der Nutzung regenerativer Energien diskutieren,
- den Stand der aktuellen Forschung recherchieren und mögliche Entwicklungen im Bereich erneuerbarer Energien diskutieren.

Energietransport und -speicherung

Der Schüler kann

- die Begriffe Grundlast, Mittellast und Spitzenlast im Zusammenhang mit der Energieversorgung definieren,
- Bedeutung von Verbundnetzen für die gleichmäßige Versorgung mit Elektroenergie erläutern,
- Maßnahmen zur Gewährleistung einer stabilen Energieversorgung bei Nutzung regenerativer Energien beschreiben und bewerten (z. B. Speichersysteme, Kombination mit nicht regenerativen Energien, Netzbalancesysteme, Ausbau von Verbundnetzen),
- die Möglichkeiten und Probleme einer effektiven Speicherung von Energie im Zusammenhang mit der Nutzung regenerativer Energien beschreiben und exemplarisch belegen,
- Vor- und Nachteile von Energietrassen und Speichermöglichkeiten an konkreten Beispielen diskutieren und bewerten (z. B. Energietransitland Thüringen, Pumpspeichersysteme, Wasserstoff, Natriumchlorid, Druckluft).

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- die Bereitstellung von Energie aus Bio-Masse aus ethischer Sicht bewerten,
- Möglichkeiten der „Energieeinsparung“ im Haushalt diskutieren und bewerten,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Bestimmen des Wirkungsgrades elektrischer Geräte
- Messung der Leistung elektrischer Geräte im Haushalt
- Bestimmen von Heizwerten/Brennwerten (z. B. Kraftstoffe, Heizöl)
- Messung von Spannung und Strom bei Belastung von Spannungsquellen
- Ermitteln der solaren Energieeinstrahlung auf der Erdoberfläche (vgl. mit Solarkonstante)
- Einsatz von Solarzellen (Abschattung, Neigung, Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom, Reihen- und Parallelschaltung)
- Einsatz von Windgeneratoren (Windgeschwindigkeit, Rotorform und -größe)
- Absorption von Wärmestrahlung

2.1.3 Modul: Naturräume sowie Wissenschaft und Technik am Wirtschaftsstandort Thüringen

Die Umsetzung dieses Moduls sollte sich inhaltlich stark an den regionalen Besonderheiten bzw. Möglichkeiten orientieren. Dies gilt ebenso für Schülerexperimente.

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Natur</u>
Der Schüler kann
– die grundsätzliche Gliederung Thüringens in Naturräume erläutern (z. B. Mittelgebirge, Buntsandstein-Hügelländer, Muschelkalkplatten und -bergländer, Basalkuppen, Ackerhügelländer, Auen und Niederungen, Zechsteingürtel),
– die natürliche Vegetation eines ausgewählten Thüringer Naturraumes mit der klassischen land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung sowie mit modernen Nutzungsformen vergleichen (z. B. Mittelgebirgsraum Thüringer Wald),
– an einem ausgewählten Beispiel Vorkommen, Entstehung, Zusammensetzung, Mineralführung und Nutzung eines für bestimmte Regionen Thüringens typischen Gesteins erläutern (z. B. Quarzporphyr),
– an einem ausgewählten Beispiel Vorkommen, Zusammensetzung, wichtige Varietäten und Nutzung eines für bestimmte Regionen Thüringens typischen Minerals bzw. Erzes erläutern (z. B. Quarz, Gips),
– einen Überblick über wichtige Organismenarten geben, die in Thüringen einen Verbreitungsschwerpunkt haben bzw. für deren Erhalt Thüringen eine besondere Rolle zukommt und für ein ausgewähltes Beispiel Merkmale, Vorkommen und Gefährdung erläutern sowie Maßnahmen zum Schutz ableiten (z. B. Schwarze Mutante des Feldhamsters),
– die Bedeutung von Leitorganismen bzw. Zeigerarten/Bioindikatoren für die Einschätzung von Umweltfaktoren und Lebensraumtypen sowie für die Lagerstättenkunde erläutern,
– an einem ausgewählten Beispiel eines für bestimmte Regionen Thüringens charakteristischen Biotoptyps Kennzeichen, Vorkommen und Gefährdung erläutern sowie Maßnahmen zum Schutz ableiten (z. B. Kalk-Trockenrasen und Kalk-Halbtrockenrasen) und in diesem Zusammenhang die Bedeutung von Schutzgebieten begründen (z. B. Geschützte Landschaftsbestandteile, Flächennaturdenkmale, Naturschutzgebiete).

Wissenschaft und Technik

Der Schüler kann

- wichtige Forschungs- und Ausbildungsstätten in Thüringen mit ausgewählten aktuellen Aufgaben im Bereich der Forschung benennen wie z. B. die Universität Jena und die TU Ilmenau, die Bauhaus- Universität Weimar, die Fachhochschulen Erfurt, Nordhausen, Jena und Schmalkalden, die Duale Hochschule Gera-Eisenach und dabei mindestens ein Beispiel aus der eigenen Region,
- für eine Forschungs- und Ausbildungsstätte in Thüringen einen Überblick über die verschiedenen Studiengänge und Forschungsgebiete geben,
- mindestens zwei verschiedene Forschungsprojekte, an denen zur Zeit in Thüringen gearbeitet wird, im Zusammenhang mit ihrer zukünftigen Bedeutung genauer erläutern,
- das Ausbildungsangebot von mindestens zwei verschiedenen Studieneinrichtungen in Thüringen genauer erläutern, einen Überblick über die erreichbaren Studienabschlüsse geben und sich daraus ergebende Berufsbilder mit ihren wichtigsten Merkmalen erklären sowie Vorstellungen über den späteren Arbeitsplatz entwickeln,
- die Bedeutung wichtiger in Thüringen hergestellter Produkte für den Wirtschaftsstandort erläutern,
- den Zusammenhang zwischen Produktion und umweltschonenden Maßnahmen exemplarisch herstellen und die wachsende Bedeutung des Umweltschutzes erkennen,
- die Auswirkungen einer engen Vernetzung zwischen Bildungs- und Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft an Beispielen erläutern.

Wirtschaft

Der Schüler kann

- Industriezweige bzw. -gebiete im Zusammenhang mit den in der Region vorkommenden Bodenschätzen nennen und deren wichtigste Produkte mit ihrer Bedeutung für die Region erläutern, wie z. B.
 - Gewinnung von Rohsalzen durch K+S Kali GmbH
 - Erdgasförderung im Raum Bad Langensalza – Mühlhausen (Stromerzeugung mittels Gasturbinen bzw. Gasmotoren)
 - Hartgesteine des Thüringer Schiefergebirges (Diabas, Grauwacke, Quarzit, Granit), des Thüringer Waldes (Dolerit bei Schnellbach, Landkreis Schmalkalden-Meiningen, Porphyrit, Porphyrit, Granit, Gneis) und des Harzes (Grauwacke, Porphyrit) sowie im thüringischen Teil der Rhön (Basalt) zur Herstellung von Schotter und Splitt
 - Gewinnung von Dachschiefeln des Dinants im Gebiet von Lehesten – Unterloquitz (Einsatz im Bauwesen)
 - Travertin im Gebiet von Weimar und Bad Langensalza, der Kalkstein der Werksteinbänke des Unteren Muschelkalks, z. B. in Oberdorla bei Mühlhausen, der Rätsandstein am Großen Seeberg bei Gotha sowie im Gebiet von Eisenach
 - Gips- und Anhydritlagerstätten insbesondere am Südrand des Harzes und am West- und Südwestrand des Kyffhäusers zur Rohstoffversorgung der gesamten Bundesrepublik mit Baugips, Spezialgips für die grobkeramische, die Porzellan- und Sanitärporzellanindustrie, Anhydritbinder, Abbindelegern für die Zementindustrie sowie Rohmaterial für die Herstellung von Schwefelsäure
 - Kalkstein des Unteren Muschelkalks, Sandstein des Mittleren Buntsandsteins und Ton-Schluffstein des Oberen Buntsandsteins als Rohstoffbasis für das einzige thüringische Zementwerk in Deuna im Eichsfeldkreis

- weitere wichtige Industriezweige und ihre Produkte an ausgewählten Beispielen erläutern, wie z. B. Jenoptik Jena mit historischem Bezug zu Zeiss, Abbe, und Schott; Opel und Bosch in Eisenach mit Bezug zu BMW und AWE; Jagdwaffen und Fahrzeugbau in Suhl; Industriegebiet Erfurter Kreuz; Multicar Waltershausen; Stahlwerk Thüringen in Unterwellenborn,
- große industrielle Ballungsgebiete im Zusammenhang mit ihrer verkehrstechnischen Anbindung benennen (z. B. Eisenach, Erfurt, Jena und Gera) sowie Chancen und Risiken der künftigen Entwicklung diskutieren,
- die Bedeutung der verschiedenen Transportmöglichkeiten für die industrielle Entwicklung einer Region erklären, insbesondere die Anbindung an die Autobahn und die ICE- Strecke sowie die Bedeutung von Flughäfen,
- die Vorzüge einer Just-in-time-Produktion durch verkürzte Lieferwege und die Bildung von Clustern wie in der Automobilindustrie, Elektrotechnik, Optik und der Logistik erläutern,
- Arbeitgeber des nicht produzierenden Gewerbes nennen und ihre wichtigsten Aufgaben sowohl für den Arbeitnehmer als auch in der Bedeutung für die Region erläutern wie z. B. Deutsche Bahn AG, Deutsche Post, Helios Kliniken, Zeitungsgruppe Thüringen, Großmärkte, Stadtwerke, Hermes GmbH in Ohrdruf.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Konflikte zwischen Industrie, Landwirtschaft und Umweltschutz an Beispielen aus der Region beurteilen,
- Eingriffe des Menschen in die belebte und unbeliebte Umwelt sachgerecht bewerten (z. B. Talsperrenbau, Steinbruchbetriebe, Stromtrassen),
- einen eigenen Standpunkt bilden, sachgerecht vertreten und eigene Handlungsweisen ableiten.

2.1.4 Modul: Nachwachsende Rohstoffe

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Nachwachsende Rohstoffe

Der Schüler kann

- den Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ erläutern und Beispiele für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen und deren Verwendung nennen,
- fossile und nachwachsende Rohstoffe vergleichen,
- die Bedeutung der Schonung von Rohstoff-Ressourcen und fossilen Energieträgern beschreiben,
- den Begriff „Industriepflanzen“ definieren.

Fette

Der Schüler kann

- eine Übersicht über Pflanzen erstellen, aus denen Fett gewonnen werden kann,
- die Gewinnung von Fetten aus Pflanzen durch Auspressen, Extraktion und Ausschmelzen beschreiben,
- den Bau von Fettmolekülen als dreifache Ester der Glycerins beschreiben und mit vereinfachten Formeln darstellen,
- Mineralöle und „fette Öle“ vergleichen,
- die Gewinnung von Glycerin und Fettsäuren durch Hydrolyse von Fetten erläutern und mit der chemischen Zeichensprache darstellen,
- die Verwendung der Fette zur Herstellung von Seifen, Tensiden, Hydraulikölen und Biodiesel erklären,
- Zusammensetzung und Eigenschaften von Diesel und Biodiesel vergleichen,
- Vor- und Nachteile der Verwendung von Biodiesel recherchieren.

Kohlenhydrate

Der Schüler kann

- die Bildung von Zucker, Stärke und Cellulose in Pflanzen erklären,
- die Gewinnung von Stärke aus Pflanzen beschreiben,
- die Nutzung biologisch abbaubarer Kunststoffe aus Stärke und Cellulose erläutern,
- die Herstellung von Ethanol (als Energieträger) aus Pflanzen, Früchten und Zucker erklären,
- die Zusammensetzung von „Super E10“ recherchieren,
- die Verwendung des Begriffes „Bioethanol“ bewerten und die Verwendung von „Super E10“ diskutieren.

Holz

Der Schüler kann

- die Verwendung von Holz als Baustoff, Rohstoff und Energiequelle an Beispielen beschreiben und die historische Entwicklung der Nutzung des Rohstoffes beschreiben,
- die Bedeutung von Holz als Kohlenstoffspeicher begründen,
- Bestandteile von Holz nennen,
- den Holzaufschluss zur Cellulosegewinnung und Papierherstellung erläutern,
- Eigenschaften von Cellulose und Papier vergleichen.

Arzneipflanzen

Der Schüler kann

- ausgewählte Arzneipflanzen und die nutzbaren Pflanzenteile nennen,
- die Wirkung der Inhaltsstoffe verschiedener Arzneipflanzen beschreiben,
- Methoden der Wirkstoffgewinnung aus Pflanzenteilen beschreiben (z. B. Trocknen, Extrahieren, Pressen, Wasserdampfdestillieren).

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- beim Experimentieren Hilfe annehmen und Hilfe geben,
- Nachhaltigkeit der Maßnahmen bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe einschließlich der Konkurrenz zur Lebensmittelerzeugung bewerten und einen eigenen Standpunkt darstellen.

➤ *Vorschläge für Schülerexperimente*

- Pflanzenteile (z. B. Sonnenblumenkerne, Nüsse, Rapssamen) auspressen, extrahieren und ausschmelzen und die entstehenden Fette mit der Fettfleck-Probe nachweisen
- aus Pflanzenöl eine Seife herstellen
- aus Pflanzenöl durch Umesterung Biodiesel herstellen
- aus einem Fettalkohol ein Tensid herstellen
- Ethanol durch Gärung herstellen
- Eigenschaften von Ethanol untersuchen (z. B. Brennbarkeit, Mischbarkeit)
- Eigenschaften von Zellstoff und einigen Papiersorten untersuchen
- Bestandteile von Zellstoff und Papier nachweisen
- Wirkstoffe aus ausgewählten Pflanzen (z. B. Anis, Thymian und Pfefferminze) durch Trocknen, Extraktion bzw. Wasserdampfdestillation gewinnen.

2.1.5 Modul: Bauen und Wohnen

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Wärmeschutz

Der Schüler kann

- wichtige Faktoren für das Wohlbefinden des Menschen und die Bedeutung des Wohnumfeldes wie z. B. Innentemperatur, Luftqualität, Fußbodentemperatur, Wandoberflächentemperatur beschreiben,
- Eigenschaften ausgewählter künstlicher und natürlicher Mauersteine (z. B. Hochlochziegel, Porenbetonsteine) nennen,
- Eigenschaften und Verarbeitung wichtiger Arten von Dämmstoffen (z. B. Styropor, Mineralwolle, Schaumglas) bewerten,
- mehrere Arten von Wandaufbauten und die Aufgabe sowie Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Schichten, insbesondere die Auswirkungen der Innen- bzw. Außendämmung beurteilen,
- den Wärmedurchgangswiderstand und den U-Wert in Analogie zu elektrischen Widerständen charakterisieren,
- die Bedeutung des winterlichen Wärmeschutzes mit Berechnungen zum Wärmedurchgangswiderstand einfacher Wandaufbauten begründen,
- für einfache Wandaufbauten den U-Wert berechnen und mit den gesetzlichen Anforderungen vergleichen,
- die Speicherefähigkeit der einzelnen Wandarten beurteilen,
- die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes mit Fähigkeiten zur Bewertung von verschiedenen Einflussfaktoren wie Größe und Ausrichtung der Fenster, Dachfenster, Südfenster, Wintergarten und der Bedeutung von Beschattungen diskutieren,
- solare Wärmegewinne bei der Energiebilanz eines Hauses berücksichtigen,
- die Anforderungen an eine Wohnung oder ein Wohnhaus gemäß der bestehenden Gesetze und oben genannten bauphysikalischen Anforderungen systematisieren.

Feuchteschutz

Der Schüler kann

- die Bedeutung der relativen Luftfeuchte für das Raumklima und deren Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren wie Lufttemperatur, absoluter Luftfeuchte und Wasserdampfanfall beschreiben,
- die relative Luftfeuchte charakterisieren und messen sowie in diesem Zusammenhang den Begriff Taupunkt definieren,
- die Ursachen der Wasserdampfkondensation als Grundlage für Schimmelbildung mit Auswirkungen auf die Gesundheit und den Bautenschutz beschreiben und erklären,
- wichtige Arten von Wärmebrücken nennen und Möglichkeiten der Vermeidung beschreiben,
- die Grundregeln des Lüftens ableiten,
- interne Wasserdampfquellen erkennen und geeignete Maßnahmen zur Regulation der Wasserdampfmenge ableiten,
- die Auswirkungen der Innen- bzw. Außendämmung auf den Feuchteschutz beurteilen,

- Zusammenhänge zwischen dem Wärmeschutz und dem Feuchteschutz selbständig herleiten und die Notwendigkeit für die Abstimmung der einzelnen Maßnahmen begründen.

Heizen

Der Schüler kann

- den grundsätzlichen Aufbau und die Funktion einer Warmwasserheizung mit den wichtigsten Bauteilen (z. B. Brenner, Brauchwasserspeicher, Umwälzpumpe) beschreiben und die zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien (z. B. Arten der Wärmeübertragung, -speicherung) anwenden,
- den vereinfachten Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise sowie den Energiefluss einer Wärmepumpe beschreiben,
- die Arten von Wärmepumpen mit Hilfe von Leistungszahlen vergleichen,
- Vor- und Nachteile sowie Rahmenbedingungen beim Einsatz von Wärmepumpen recherchieren,
- die Möglichkeiten der Nutzung/Einbindung regenerativer Energien darstellen.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- verschiedene Baustoffe hinsichtlich der Kosten, des zweckmäßigen Einsatzes, der fachgerechten Verarbeitung und der späteren umweltfreundlichen Entsorgung beurteilen,
- die Bedeutung des sorgsamsten Umgangs mit vorhandener Bausubstanz erkennen und die Kenntnisse anwenden,
- mit Hilfe seiner Kenntnisse über den Wärmeschutz Verhaltensweisen zur Energieeinsparung und zur Verminderung des CO₂-Ausstoßes ableiten,
- die Bedeutung innovativer Baustoffe für den Umweltschutz unter Beachtung der Nachhaltigkeit einschätzen,
- herkömmliche und neue Arten von Heizungssystemen nach ihrer Wirtschaftlichkeit und Umweltbelastung bewerten und daraus Grundregeln für verantwortungsbewussten Umgang mit Energieträgern ableiten.

➤ Vorschläge für Schülerexperimente

- Messen physikalischer Größen in Bauwerken und Wohnräumen (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Durchgangswiderstand, Änderung der CO₂-Konzentration)
- Experimente zur Wohnqualität (z. B. zum Schallschutz, zur Wärmedämmung, zum Raumklima)

2.1.6 Modul: Besondere Ökosysteme

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Der Schüler kann

- ein Ökosystem als Beziehungsgefüge der Lebewesen untereinander (Biozönose) und mit ihrem Lebensraum (Biotop) erklären,
- zwischen Großökosystemen (z. B. Tropischer Regenwald, Sommergrüner Laubmischwald, Wüste) und Kleinökosystemen (z. B. Wiese, Totholz, Trockenmauer) unterscheiden,
- besondere Ökosysteme mit Extrembedingungen (aus der Sicht des Menschen der gemäßigten Breiten) von herkömmlichen abgrenzen,
- Beispiele für besondere Großökosysteme (z. B. Tiefsee, Trockenwüste) hinsichtlich folgender Aspekte charakterisieren:
 - geografisches Vorkommen (z. B. Tiefsee: Marianengraben, Trockenwüste: Sahara)
 - allgemeiner Charakter (z. B. Tiefsee: lichtloser Meeresbereich, Trockenwüste: extrem vegetationsarme Wassermangelbereiche) und spezifische Bedingungen (z. B. Tiefsee: konstant niedrige Temperatur, sehr hoher Druck, Nahrungsmangel; Trockenwüste: extreme Temperaturschwankungen und Trockenheit, Nahrungsmangel)
 - typische Lebewesen (z. B. Tiefsee: Riesenkalmar, Anglerfisch; Trockenwüste: Fennek, Dromedar, Kamel) und ihre Anpassungserscheinungen
 - zusätzliche Besonderheiten (z. B. Tiefsee: Kleinökosystem der Schwarzen Raucher und seine Lebensgemeinschaft; Trockenwüste: Oasen)
- Überlebensstrategien von Tieren in Extremlebensräumen beschreiben (z. B. Ertragen von Schwankungen, Regulationsmechanismen, Aktivitätsverlagerung, Ruheperioden zur Überdauerung, Migration, Opportunismus)
- Beispiele für besondere Kleinökosysteme (z. B. Salzpflanzenstandorte, Schwermetallstandorte, Trockenstandorte, wie z. B. Halbtrockenrasen, anthropogene Lebensräume wie Weinberge, Streuobstwiesen, Ruderalflächen) hinsichtlich folgender Aspekte charakterisieren:
 - Vorkommen/Standort (z. B. Kalk-Halbtrockenrasen: Muschelkalk- und Gipsböden)
 - allgemeiner Charakter und spezifische Bedingungen (z. B. Kalk-Halbtrockenrasen: auch Trespen-Halbtrockenrasen, natürliche Wiesengesellschaft; trocken-warme Standorte, meist süd-, südost- oder südwest-exponiert, Plateaus oder Hänge)
 - typische Lebewesen und ihre Anpassungserscheinungen (z. B. Kalk-Halbtrockenrasen: typische Vertreter der Pflanzengesellschaft wie Saat-Espalette, Fliegen-Ragwurz; typische Tiere wie Segelfalter, Gemeine Heideschnecke)
 - Gefährdung und Schutz (z. B. Kalk-Halbtrockenrasen: Gefährdung durch Sukzession, Verbuschung; Schutz durch Biotoppflege, Zurückdrängen der Sukzession, Entbuschung)
- die Bedeutung von Übergangslbensräumen, Kontaktbiozönosen, Biotopverbundsystemen (z. B. für Amphibien, Fledermäuse, Hummeln; für Hummeln z. B. Biotopverbund aus Nistlebensraum, Trachtpflanzenbereiche zum Sammeln von Pollen und Nektar, Überwinterungsquartier), Mikrohabitaten (z. B. Totholz, Aas) und Trittsteinbiotopen begründen,
- Waldnutzungsformen als Ökosysteme vergleichen und Schlüsse bezüglich Naturnähe, Nachhaltigkeit und ökonomischer Rentabilität ziehen: Niederwald, Mittelwald, Hochwald (Kahlschlagbewirtschaftung), Plenterwald und Femelwald,

- die Besonderheiten urbaner Ökosysteme erläutern und begründen: Spezifik der Bedingungen (besondere abiotische Bedingungen, z. B. Wärmeinsel, siedlungseigenes Tiefdruckgebiet mit höherer Niederschlagsmenge, Windminderung - aber auch Turbulenzen durch Straßenschluchten; besondere biotische Bedingungen, z. B. starke Dynamik von Biotop und Biozönose durch ständige menschliche Eingriffe, starke Artenfluktuation, Besiedlung durch Generalisten und Spezialisten, Kulturfolger, synanthrope bzw. anthropophile Lebewesen, wie z. B. Stadttaube, Haussperling, Steinmarder, Hausmaus, Wanderratte, Zitterspinne, Hausstaubmilbe, Kopflaus),
- die Bedeutung anthropogener Ersatzlebensräume für Pflanzen und Tiere erläutern (z. B. künstlich angelegte Teiche, Trockenmauern),
- ausgewählte ökologische Aspekte des Städtebaus erläutern (z. B. Aspekte der Grünordnung, der Energetik, von Boden/Fläche/Raum, des Verkehrs und des Wassers),
- Methoden zur Ökosystemanalyse erläutern und anwenden (z. B. ökologische Exkursion).

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- die Notwendigkeit von fachübergreifenden Kenntnissen für sachgerechte Entscheidungen und Handlungsweisen erkennen und begründen:
 - Erhaltung und Schutz von natürlichen und vom Menschen geprägten naturnahen Biotopen (extensive Nutzungsräume)
 - ökologische Stadt- und Gebäudeplanung
 - Schaffung von Ersatzlebensräumen
 - Erhaltung, Förderung und Erzeugung von Übergangsräumen, Trittsteinbiotopen, Mikrohabitaten
 - wirkungsvolle Verknüpfung ökonomischer und ökologischer Interessen (z. B. durch nachhaltige Waldbewirtschaftung),
- sich unter Nutzung seiner fachübergreifenden Kenntnisse einen Standpunkt bilden, diesen sachgerecht begründen und in Diskussionen vertreten,
- Verhaltensregeln beim Experimentieren und während ökologischer Exkursionen vereinbaren, einhalten und das eigene Verhalten sowie das der Gruppe reflektieren,
- in kooperativen Lernformen arbeiten und Verantwortung für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Untersuchungen von Boden- und Wasserproben
- Messung der Beleuchtungsstärke, Temperatur und Luftfeuchte in Lebensräumen
- Chemolumineszenzversuch (kaltes Licht) als Modellexperiment für Leuchterscheinungen bei Tiefseetieren
- Langzeitexperimente zur Besiedlung von besonderen Lebensräumen (z. B. Totholz)

2.2 Themenbereich: Versorgungs-, Entsorgungssysteme und Kreisläufe

2.2.1 Modul: Lebensmittel

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Lebensmittel

Der Schüler kann

- den Begriff Lebensmittel als Gesamtheit von Nahrungsmitteln, Trinkwasser und Genussmitteln definieren und den Lebensmittelgruppen Beispiele zuordnen,
- die Lebensmittelbestandteile nach verschiedenen Kriterien ordnen und systematisieren,
- den Begriff Brennwert (Energiegehalt) definieren und für ausgewählte Lebensmittel recherchieren,
- den Nachweis einzelner Lebensmittelbestandteile beschreiben (z. B. Eiweiße, Stärke, Cellulose, Glucose, Fette, Salze).

Ernährung

Der Schüler kann

- den auf Ernährung bezogenen Energiebedarf von Menschen in Abhängigkeit von Alter und Tätigkeit darstellen und vergleichen,
- die bedarfsangepasste Ernährung mit Hilfe des Brennwertes erklären,
- die Inhaltsangaben auf einer Lebensmittelverpackung interpretieren,
- für ausgewählte Lebensmittel einen Steckbrief erstellen, die Bedeutung und den Brennwert verschiedener Lebensmittel anhand der Bestandteile beurteilen und vergleichen,
- gleiche Produkte verschiedener Hersteller hinsichtlich verschiedener Kriterien (z. B. Inhaltsstoffe, Brennwert, Haltbarkeit, Preis) vergleichen,
- Beispiele einer bedarfsangepassten und ausgewogenen Ernährung für einen bestimmten Zeitraum zusammenstellen,
- einen vorgegebenen Ernährungsplan beurteilen,
- die Prozesse bei der Verdauung und biologischen Oxidation der Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette mit einfachen Modellen beschreiben (z. B. unter Nutzung der chemischen Zeichensprache),
- die Funktion ausgewählter Wirk- und Ergänzungsstoffe beschreiben und die Bedeutung dieser Stoffe begründen (z. B. Ballaststoffe, Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, Geschmacks- und Aromastoffe).

Hygiene bei der Lagerung und Verarbeitung von Lebensmitteln

Der Schüler kann

- die Ursachen für das Verderben von Lebensmitteln erklären und daraus Regeln für die Lagerung ableiten,
- aus den Ursachen für das Verderben von Lebensmitteln ausgewählte Methoden der Konservierung von Lebensmitteln ableiten sowie die Eignung der Methoden für einzelne Lebensmittel beurteilen (z. B. Kühlen, Gefrieren, Trocknen, Einkochen, Behandlung mit Konservierungsstoffen, Bestrahlung, Schutzatmosphäre, Kombinationen der Methoden),
- die Mindesthaltbarkeitsangaben auf einer Verpackung interpretieren,
- die Wirkungsweise ausgewählter Konservierungsstoffe beschreiben (z. B. Zucker, Kochsalz, Ascorbinsäure, Phosphate, Ethanol, Sorbate, Nitrit-Pökelsalz),
- die Bedeutung der Hygiene beim Umgang mit Lebensmitteln erklären (z. B. Sauberkeit der Hände und Geräte, Keimbelastung der Gerätschaften in Abhängigkeit vom Material).

Lebensmittelzusatzstoffe

Der Schüler kann

- den Begriff Lebensmittelzusatzstoffe definieren und diese nach ihrer Hauptfunktion systematisieren (z. B. Konservierungsstoffe, Lebensmittelfarbstoffe, Antioxidantien und Säureregulatoren, Süßstoffe, Geschmacksverstärker),
- für einzelne Lebensmittel die Lebensmittelzusatzstoffe recherchieren und die jeweilige Hauptfunktion zuordnen,
- Zweck, Nutzen und Bedenken der Verwendung ausgewählter Lebensmittelzusatzstoffe diskutieren.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen im Umgang mit Lebensmitteln sachgerecht und verantwortungsvoll zu treffen
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse über Nahrungsketten sachgerecht zu bewerten
 - Regeln für die gesunde Ernährung bewerten und Schlussfolgerungen für das eigene Handeln abzuleiten,
- Werbeaussagen und interessengebundene Veröffentlichungen im Zusammenhang mit Lebensmittelzusatzstoffen kritisch beurteilen,
- seinen eigenen Lernfortschritt bezüglich gesunder Ernährung reflektieren und Verhaltensziele mit seinen Mitschülern diskutieren.

➤ *Vorschläge für Schülerexperimente*

- Stärke, Cellulose und reduzierende Zucker nachweisen
- Fette und Eiweiße nachweisen
- einzelne Bestandteile ausgewählter Lebensmittel qualitativ analysieren (z. B. Phosphorsäure in Cola, Wasser in Halbfettmargarine, Nitritpökelsalz in Wurst, Farbstoffe auf Smarties)
- die Wirkung ausgewählter Lebensmittelzusatzstoffe auf Lebensmittel untersuchen

2.2.2 Modul: Wasser im Alltag

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Trinkwasser

Der Schüler kann

- den Weg vom Grundwasser zum Trinkwasser erläutern,
- in diesem Zusammenhang den Einfluss des Kohlensäure- bzw. des Kohlenstoffdioxidgehalts im Wasser beispielsweise auf die Änderung des pH-Wertes erklären,
- die Hauptbestandteile im Trinkwasser nennen,
- die Entstehung der Wasserhärte erklären,
- den qualitativen Nachweis der Hauptbestandteile im Trinkwasser beschreiben,
- die Trinkwassergewinnung aus Brunnen, Quellen und Oberflächengewässern vergleichen,
- die Funktionsweise von Trinkwasser-Aufbereitungsanlagen erläutern,
- Kriterien der Wasserqualität (chemische und bakterielle Belastung, Geruch und Geschmack) beschreiben, ausgewählte Grenzwerte (z. B. Nitrationen, Eisenionen, Schwefelverbindungen, Kohlenwasserstoffe) recherchieren und Wasserqualitäten beurteilen,
- die Verwendung der Begriffe Trinkwasser, Tafelwasser, Quellwasser und Mineralwasser recherchieren und die einzelnen Wässer vergleichen,
- den quantitativen Nachweis für ausgewählte Bestandteile in verschiedenen Wasserarten erläutern,
- Vorsorgemaßnahmen in Trinkwasserschutzgebieten begründen,
- die Berechnung der Kosten für Wasser im eigenen Haushalt nachvollziehen,
- den Wasserbedarf im eigenen Haushalt ermitteln, den einzelnen Verwendungsbereichen zuzuordnen (z. B. Nahrung, Reinigung, Sanitär) und Möglichkeiten zur Einsparung erläutern.

Brauchwasser

Der Schüler kann

- Möglichkeiten der Gewinnung und Nutzung von Regenwasser im Haushalt beschreiben und dazu eine Kosten-Nutzen-Rechnung erstellen,
- Eigenschaften und Bestandteile von Regenwasser und Trinkwasser aus biologischer und chemischer Sicht vergleichen,
- die Nutzung von Brauchwasser in Industriebetrieben und in der Landwirtschaft recherchieren,
- den Wasserbedarf in Haushalt, Industrie und Landwirtschaft vergleichen,
- den sparsamen Umgang mit der Ressource Wasser erörtern.

Abwasser

Der Schüler kann

- die Notwendigkeit der Abwasserreinigung begründen,
- die Funktionsweise von Kleinkläranlagen erläutern,
- einfache und biologische Kleinkläranlagen vergleichen,
- Aufbau und Funktionsweise einer zentralen Kläranlage mit mechanischer, chemischer und biologischer Reinigungsstufe erklären,

- die Abwasserreinigung in Kleinkläranlagen und zentralen Kläranlagen unter ökologischen, ökonomischen und politischen Gesichtspunkten diskutieren.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- selbstständig und in kooperativen Lernformen arbeiten,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- naturwissenschaftliche Kenntnisse bewusst nutzen, um Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten sowie die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- ausgewählte Bestandteile in Trinkwasser, Tafelwasser und Mineralwasser qualitativ und quantitativ (z. B. mit Teststäbchen) nachweisen (z. B. Chloridionen, Sulfationen, Magnesiumionen, Calciumionen, Hydrogencarbonationen, Nitrationen)
- ausgewählte Eigenschaften von Trinkwasser, Mineralwasser und destilliertem Wasser ermitteln und vergleichen (z. B. elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert)
- den Einfluss von Kohlenstoffdioxid auf den pH-Wert der Wässer und auf die Löslichkeit von Calciumcarbonat ermitteln und dokumentieren
- Klärung von Schmutzwasser im Modellexperiment (Sandfilter) durchführen

2.2.3 Modul: Arzneimittel

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Wirkung von Arzneimitteln

Der Schüler kann

- den Begriff Arzneimittel erklären und Beispiele für Arzneimittel sowie deren Anwendungsgebiete nennen,
- zwischen symptombezogenen und ursachenbezogenen Wirkungen von Arzneimitteln unterscheiden und Beispiele zuordnen.

Acetylsalicylsäure (ASS)

Der Schüler kann

- die Geschichte von Acetylsalicylsäure als Wirkstoff recherchieren sowie verschiedene Arzneimittel mit diesem Wirkstoff nennen und typischen Anwendungsgebieten zuordnen,
- mögliche Bestandteile einer Tablette (Wirkstoff, Füllstoff, Bindemittel, Gleitmittel, Überzug) und deren Funktion beim Einsatz einer Acetylsalicylsäure-Tablette beschreiben,
- die Herstellung der Acetylsalicylsäure in einem Reaktionsschema darstellen und die Veresterung der Salicylsäure mit Hilfe der chemischen Zeichensprache beschreiben,
- chemische Eigenschaften von reiner Acetylsalicylsäure mit denen einiger ASS-haltiger Arzneimittel (z. B. Aspirin) vergleichen,

- schmerzstillende, fiebersenkende, entzündungs- und gerinnungshemmende Effekte von ASS über die Hemmung von Gewebshormonen (Prostaglandinen) erklären,
- Probleme der Nebenwirkungen (z. B. Neigung zu Magenreizungen oder -blutungen, Unverträglichkeiten, im Extremfall Reye-Syndrom vor allem bei Kleinkindern - Hirn- und Leberschädigungen) beschreiben,
- Wechselwirkungen mit anderen, stark gerinnungshemmenden Arzneimitteln beschreiben,
- das Suchtpotenzial von ASS-Arzneimitteln begründen,
- sinnvolle und risikoarme Anwendungen nennen.

Magensäure-Regulanzien (Antiazida)

Der Schüler kann

- die Zusammensetzung des Magensaftes recherchieren und dessen saure Eigenschaften begründen,
- ausgewählte Arzneimittel gegen Sodbrennen bzw. Säureüberproduktion nach Wirkstoffen ordnen (z. B. Carbonate, Hydrogencarbonate und Hydroxide) und in einer Übersicht darstellen,
- die Wirkstoffe der Magensäure-Regulanzien hinsichtlich ihrer chemischen Eigenschaften vergleichen, die Wirkungsweise mit Hilfe der chemischen Zeichensprache darstellen und die Reaktionsart kennzeichnen,
- Modellexperimente zur Wirkungsweise der Magensäure-Regulanzien (Carbonat-, Hydrogencarbonat- oder Hydroxid-Basis) mit verdünnter Salzsäure planen und durchführen,
- Eigenschaften der reinen Wirkstoffe (z. B. Carbonate, Hydrogencarbonate und Hydroxide) mit denen einiger wirkstoffhaltiger Arzneimittel vergleichen,
- Einflüsse begründen, die Sodbrennen fördern (fetthaltiges oder scharfes Essen, pfefferminzhaltige Speisen, Kaffee-, Alkohol- oder Nikotinkonsum, Verstärken der Beschwerden im Liegen) und Schlussfolgerungen zur Vermeidung von Beschwerden ableiten.

Arzneipflanzen

Der Schüler kann

- ausgewählte Arzneipflanzen nennen, die nutzbaren Pflanzenteile und deren Wirkung als Arznei zuordnen,
- Methoden der Wirkstoffgewinnung aus Pflanzenteilen (z. B. Trocknen, Extrahieren, Pressen, Wasserdampfdestillieren) beschreiben,
- an ausgewählten Beispielen die Gewinnung der Wirkstoffe aus Pflanzen mit der synthetischen Herstellung der Wirkstoffe vergleichen sowie Vor- und Nachteile erklären.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- in kooperativen Lernformen lernen und experimentieren,
- verantwortungsvoll mit Arzneimitteln umgehen, diese sinnvoll und risikoarm anwenden sowie sicher entsorgen,
- Risiken kritisch bewerten und einen eigenen Standpunkt zur Suchtgefahr vertreten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Herstellung von Acetylsalicylsäure aus Salicylsäure und Essigsäureanhydrid
- Untersuchen der Eigenschaften von Acetylsalicylsäure (z. B. Löslichkeit, Hydrolyse, pH-Wert)
- Untersuchen der Eigenschaften von ausgewählten Medikamenten mit dem Wirkstoff ASS
- Reaktionen von Carbonaten, Hydrogencarbonaten und Hydroxiden mit Salzsäure
- Reaktion der Magensäure-Regulanzen mit Salzsäure
- Gewinnung von Wirkstoffen aus ausgewählten Pflanzen (z. B. Anis, Thymian, Pfefferminze) durch Extraktion bzw. Wasserdampfdestillation

2.2.4 Modul: Ökonomisch und ökologisch Verpacken

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Ökonomische Verpackungsprinzipien</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– die Anforderungen an eine produkt-, transport- und lagerungsgerechte Verpackung exemplarisch begründen,– Optimierungsmöglichkeiten von Verpackungsformen erproben bzw. berechnen,– die Optimierungsergebnisse mit den tatsächlichen Gebindegrößen und -formen vergleichen,– weitere Kriterien bzw. erforderliche Eigenschaften von Verpackungen erläutern (z. B. Halt- und Beanspruchbarkeit, Handling),– Anforderungen an eine effiziente Verpackungsherstellung begründen (Materialqualität, Materialquantität, Aufwand an Energie, Zeit, Arbeitskraft),– Preisgestaltung und Gebindegrößen recherchieren und vergleichen,– den Zusammenhang zwischen werbewirksamer Gestaltung und Kaufanreiz diskutieren.
<u>Ökologische Verpackungsprinzipien</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– Vorteile der Verpackungsherstellung auf der Basis von Materialien, die durch nachhaltige Bewirtschaftung erzeugt wurden, begründen,– Anforderungen an ökologische Verpackungsmaterialien begründen (z. B. recyclebar, leicht und umweltfreundlich entsorgbar, biologisch abbaubar),– Mehrwegsysteme beschreiben und diese mit Einwegsystemen vergleichen.
<u>Anwendungen</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– auf der Grundlage der beschriebenen Anforderungen, Kriterien bzw. Prinzipien einen Verpackungsentwurf für ein technisches Konsumgut entwickeln,– auf der Grundlage der beschriebenen Anforderungen, Kriterien bzw. Prinzipien einen Verpackungsentwurf für ein Lebensmittel entwickeln.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- die Notwendigkeit von fachübergreifenden Kenntnissen für sachgerechte Entscheidungen und Handlungsweisen begründen:
 - wirkungsvolle Verknüpfung ökonomischer und ökologischer Belange bei der Gestaltung von Verpackungen nach dem Prinzip: „So viel Ökonomie wie nötig und so viel Ökologie wie möglich.“
 - verantwortungsvoller Umgang mit Verpackungsmüll, Mülltrennung, Vermeidung von Verpackungsmüll,
- sich unter Nutzung seiner fachübergreifenden Kenntnisse einen Standpunkt bilden, diesen sachgerecht begründen und in Diskussionen vertreten,
- Verhaltensregeln beim Experimentieren vereinbaren, einhalten und das eigene Verhalten sowie das der Gruppe reflektieren,
- in kooperativen Lernformen arbeiten und Verantwortung für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Test von Verpackungen auf ausgewählte Schutzwirkungen (Schutz vor z. B. Erschütterung, Bruch, Beschädigung)
- Test auf Wasserbeständigkeit bei verschiedenen Verpackungsmaterialien (z. B. Wellpappe, Kunststoffolie)
- Brennproben bei Verpackungsmaterialien aus Kunststoff (Abzug!), Nachweis von Kohlenstoffdioxid (Bezug zu Müllverbrennung, anthropogenem Treibhauseffekt, Klimawandel)
- Abbaubarkeit bzw. Kompostierbarkeit verschiedener Verpackungsmaterialien (z. B. Pappe, Kunststoff)
- Lignin- und Zellulosenachweis in Verpackungsmaterialien

2.2.5 Modul: Umgang mit Abfällen

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Vermeidung von Müll, Verringerung des Müllaufkommens, Müllentsorgung</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– Müll nach seiner Herkunft zuordnen und Beispiele nennen (Industriemüll, Bauschutt, Sondermüll, landwirtschaftliche Abfälle, Müll aus Haushalten),– Daten zum Müllaufkommen analysieren, in einer Übersicht darstellen, Tendenzen ermitteln und deren mögliche Ursachen diskutieren,– Probleme, die durch die Zunahme des Müllaufkommens entstehen, beschreiben und mögliche Lösungsansätze begründen,– das Müllaufkommen der eigenen Familie erfassen und davon ausgehend das Müllaufkommen einer Kommune abschätzen,– Varianten der Müllvermeidung und -verringerung darstellen und das Einsparpotenzial einzelner Varianten abschätzen,– wichtige Passagen aus dem Abfallbeseitigungsgesetz recherchieren, um die Verbrennung des Restmülls, die Spezialbehandlung von Sondermüll und das Deponieren von Bauschutt exemplarisch zu begründen,– die Notwendigkeit der Mülltrennung in verschiedenen Bereichen (Industrie, Landwirtschaft, Handel, Haushalt) begründen.
<u>Recycling, Produkt- und Rohstoffkreisläufe</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– die Notwendigkeit des Recyclings unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit bzw. des sparsamen Umgangs mit Rohstoffen und Energie begründen (z. B. Aluminiumrecycling, Stahlrecycling, Kunststoffrecycling; Recycling von Batterien, Akkumulatoren),– Methoden der Abfall- und Wertstoffeffassung als Voraussetzung des Recyclings vergleichen:<ul style="list-style-type: none">• Pfandsysteme (z. B. Bleiakku, Einweg- und Mehrwegflaschen)• Sammelstellen (z. B. Glas, Batterien, Energiesparlampen)• Sammelaktionen (z. B. Metallschrott, Elektronikschrott)– Technologien ausgewählter Recyclingverfahren beschreiben und erklären,– am Beispiel ausgewählter Stoffkreisläufe (z. B. PET- Flaschen, Glasflaschen, Kalkkreislauf, Kreislaufprinzip bei der Ammoniaksynthese) die Minimierung von Abfällen beschreiben.
<u>Rauch- und Abgasbehandlung</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– Verursacher von Rauch und Abgasen nennen (z. B. Industrieanlagen, Verkehr und Haushalt) und den Umfang von Rauch- und Abgasmengen vergleichen,– die Umweltbelastung durch Rauch und Abgase (z. B. Smog, saurer Regen) und deren Folgen beschreiben und begründen sowie die Notwendigkeit der Rauch- und Abgasbehandlung ableiten,– einzelne Verfahren der Rauch und Abgasreinigung beschreiben und vergleichen (z. B. Nassreinigung im Kohlekraftwerk, Elektrofilter, Rußpartikelfilter, Katalysator).

Landwirtschaftliche Abfälle

Der Schüler kann

- die Notwendigkeit der Düngung auf landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Flächen auf der Grundlage von Kenntnissen über den Stoffkreislauf in einem Ökosystem und über die Merkmale von Monokulturen begründen,
- anorganische und organische Düngung voneinander abgrenzen und die Möglichkeit der organischen Düngung auf der Basis landwirtschaftlicher Abfälle erläutern,
- Gülle als Kot-Urin-Gemisch (mit weiteren Abfallanteilen) landwirtschaftlicher Nutztiere charakterisieren sowie Möglichkeiten und Probleme der Gülleentsorgung bzw. -verwertung auf der Basis folgender Kenntnisse diskutieren:
 - Zusammensetzung bzw. Gehalt an organischen Reststoffen und Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium), Ammoniak- und Methanemission, Belastung mit Krankheitserregern
 - Eignung als Mehrnährstoffdünger auf nicht für Gemüse- und Obstanbau genutzten Acker- und Grünlandflächen sowie zur Biogaserzeugung
 - notwendige Zwischenlagerung (Güllesilos), zeitweise Ausbringung (Gülleverordnung)
 - mögliche Güllebehandlung und anschließende Kompostierung als Alternative zur Ausbringung
 - mögliche negative Auswirkungen der Gülleausbringung auf Boden, Oberflächen- und Grundwasser (z. B. Eutrophierung),
- Kompost als Gemisch leicht verrottbarer organischer Abfallstoffe vor allem pflanzlicher Herkunft mit dem Ziel der Humuserzeugung charakterisieren und den Kompostierungsprozess auf der Basis folgender Kenntnisse beschreiben:
 - Kompostierungsfaktoren: organische Ausgangsstoffe, Betreiber (Kompostwürmer, Bakterien, Pilze, tierische Einzeller) und ihre zur Kompostierung führenden Stoffwechselprozesse (heterotrophe Assimilation, Atmung, Gärung), Bedingungen (heterogenes Ausgangsmaterial, Belüftung, Wasser, Optimaltemperaturen), mögliche Zusätze (Kompostbeschleuniger),
- verschiedene Kompostierungsverfahren beschreiben:
 - Kleinmengenkompostierung nach der Art der Aufbewahrung: offene Kompostierung (z. B. Komposthaufen, Kammersysteme), geschlossene Kompostierung (z. B. Schnellkomposter, Thermokomposter)
 - technische Kompostierung: Bau und Funktion (Hauptarbeitsschritte) einer Kompostierungsanlage.

Entsorgung von Stoffwechselprodukten bei Pflanzen und Tieren

Der Schüler kann

- Pflanzen und Tiere hinsichtlich ihrer prinzipiellen Entsorgungsvorgänge auf der Basis folgender Kenntnisse vergleichen:
 - bei Pflanzen größtenteils Deponierung von Stoffwechselprodukten im Inneren des Pflanzenkörpers (z. B. bestimmte sekundäre Pflanzenstoffe)
 - bei Pflanzen dienen Stoffwechselprodukte häufig bestimmten Funktionen (z. B. Fraßschutz, Fäulnisschutz, Wundverschluss und Lockstoffe)
 - Abgabe bestimmter pflanzlicher Stoffwechselprodukte an die Umwelt (z. B. Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid)
 - bei Tieren überwiegende Abgabe der Stoffwechselprodukte an die Umwelt (z. B. Kohlenstoffdioxid, Kot, Urin, Schweiß)
 - Stoffwechselendprodukte/Exkrete sind nur teilweise funktionell (Kühlung, Reviermarkierung, Information über physiologische Zustände, z. B. Paarungsbereitschaft)
 - Notwendigkeit von Entgiftungs- und Rückgewinnungsvorgängen bei Tieren,
- den prinzipiellen Bau und die grundsätzlichen Funktionen ausgewählter tierischer Entgiftungs- und Exkretionsorgane beschreiben (z. B. Leber, Nieren, Haut).

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- den eigenen Standpunkt zu Müllvermeidung und Recyclingverfahren sach- und situationsgerecht vertreten,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler einschätzen und ein Feedback geben,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt (z. B. durch Recyclingverfahren und Müllverbrennung) sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Kalkkreislauf: Umwandlung Kalkstein - Branntkalk - Löschkalk - Kalkstein
- Verbrennung von Schwefel und Lösen der Abgase in Wasser - saurer Regen
- Pyrolyse von Polyethylen und Nachweis der Doppelbindung im Produkt
- ausgewählte physikalische Methoden der Materialtrennung (z. B. Trennung ferromagnetischer Stoffe von anderen Stoffen)
- Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Atemluft
- Nachweis der Wasserabgabe über die Haut und die Lunge
- Nachweis der Wasserabgabe bei Pflanzen
- Experimente zur Extraktion pflanzlicher Stoffwechselprodukte (z. B. durch Aufbrühen, mit Hilfe von organischen Lösungsmitteln)

2.3 Themenbereich: Mobilität

2.3.1 Modul: Verbrennungsmotoren und Kraftstoffe

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Aufbau und Wirkungsweise von Motoren

Der Schüler kann

- den Aufbau des Viertakt-Otto- und Viertakt-Diesel-Motors beschreiben und ihre Wirkungsweise erklären,
- die Energieumwandlungen in beiden Motoren beschreiben,
- Ottomotoren und Dieselmotoren vergleichen,
- den Zusammenhang von Hubraum, Verdichtung und Leistung beschreiben,
- Besonderheiten der Motoren an ausgewählten Beispielen recherchieren und die Ergebnisse präsentieren (z. B. Common Rail, Turbolader, Abgasrückführung).

Kraftstoffe

Der Schüler kann

- Namen von Kraftstoffen, Abkürzungen und Synonyme recherchieren und systematisieren (z. B. Benzin, Normal, Super, Super plus, Super E10, Diesel, Biodiesel, RME, Autogas, LPG, Erdgas, CNG, Ethanol, Bioethanol, Wasserstoff),
- Bestandteile von Benzin, Diesel, Biodiesel, Autogas und Erdgas recherchieren und die Eigenschaften der Kraftstoffe vergleichen,
- Kraftstoffe als Gefahrstoffe kennzeichnen, GHS-Symbole zuordnen sowie H- und P-Sätze erläutern,
- den Begriff Oktanzahl erklären,
- Reaktionsgleichungen für die Verbrennung der Kraftstoffe aufstellen (Benzin-Octan, Diesel-Decan/Dodecan, Erdgas-Methan, Biodiesel-Palmitinsäuremethylester),
- das Verhältnis von Kraftstoffmasse, Energie (Verbrennungsenthalpie) und Kohlenstoffdioxid-ausstoß ermitteln und bei verschiedenen Kraftstoffen vergleichen.

Schadstoffe und Abgasreinigung

Der Schüler kann

- die Bildung und den Ausstoß von Schadstoffen (Kohlenstoffmonoxid, Schwefeldioxid, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Rußpartikel) bei der Verbrennung mithilfe von Reaktionsgleichungen erklären,
- statistische Größen zum Schadstoffausstoß und Umwelteinflüsse der Schadstoffe recherchieren und die Notwendigkeit der Abgasreinigung begründen,
- Bau eines Oxidations-Katalysators als Bestandteil der Abgasanlage beschreiben und seine Wirkungsweise erklären,
- Bau eines Dreiwege-Katalysators beschreiben, die Wirkungsweise erklären und Reaktionsgleichungen für die Umwandlung der Schadstoffe aufstellen,
- die Funktion der Lambda-Sonde im Regelkreis beschreiben,
- Bau und Funktion eines Rußpartikelfilters beschreiben,
- Rußpartikelfilter und Katalysator vergleichen.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Meinungen und Auffassungen Anderer tolerieren und den eigenen Standpunkt unter Einbeziehung von Fachkenntnissen artikulieren und vertreten,
- naturwissenschaftliche Kenntnisse bewusst nutzen, um Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
- Eingriffe des Menschen in die Natur sachgerecht bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Eigenschaften von Benzin (Octan): Löslichkeit, Lösevermögen, Brennbarkeit, „Papprohrversuch“
- Nachweis der Verbrennungsprodukte Wasser und Kohlenstoffdioxid
- Eigenschaften von Diesel (Decan): Löslichkeit, Lösevermögen, Brennbarkeit, Flammpunkt im Vergleich zu Benzin und Biodiesel
- Verbrennung von Autogas (Propan/Butan) und Nachweis der Reaktionsprodukte
- Rußbildung bei Sauerstoffmangel
- Katalysatorwirkung allgemein

2.3.2 Modul: Alternative Antriebs- und Speicherkonzepte

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Alternative Konzepte für Verbrennungsmotoren

Der Schüler kann

- den Aufbau und die Wirkungsweise herkömmlicher Verbrennungsmotoren (Otto- und Dieselmotor) beschreiben, erklären und nach ausgewählten Kriterien (z. B. Wirkungsgrad, maximaler Druck und höchste Temperatur, Schadstoffausstoß, Kraftstoffverbrauch und -kosten) miteinander vergleichen,
- ein ausgewähltes Verfahren zur Steigerung der Effizienz herkömmlicher Verbrennungsmotoren beschreiben (z. B. Common-Rail-Technologie),
- die alternativen Brennstoffe Biodiesel, Erdgas (CNG) und Autogas (LPG) hinsichtlich ausgewählter physikalischer und chemischer Eigenschaften (z. B. Dichte, Heizwert, chemische Zusammensetzung, Oktan- bzw. Cetanzahl) sowie der Verfügbarkeit und ihrer Kosten miteinander und mit den herkömmlichen Brennstoffen Benzin und Diesel vergleichen,
- zwischen bivalenten und monovalenten Fahrzeugen unterscheiden,
- die technischen Voraussetzungen für den Einsatz eines alternativen Brennstoffes [z. B. Biodiesel, Erdgas (CNG), Autogas (LPG)] beschreiben (z. B. hoher Druck bei CNG oder LPG, zusätzliche Drucktanks, spezielle Einblasventile und Druckreduziereinrichtungen, spezielle Kunststoffteile bei Verwendung von Biodiesel) und begründen,
- technische und ökonomische Vor- und Nachteile des Einsatzes alternativer Brennstoffe in Verbrennungsmotoren gegenüber herkömmlichen Kraftstoffen nennen,
- an Hand der ausgestoßenen Schadstoffe die bessere Umweltverträglichkeit eines ausgewählten alternativen Brennstoffes im Vergleich zur Verwendung von Benzin oder Diesel begründen.

Elektroantriebe

Der Schüler kann:

- den grundsätzlichen Aufbau und die Wirkungsweise eines Elektromotors am Beispiel des Gleichstrommotors erläutern,
- das Lastverhalten eines Gleichstrommotors (Stromfluss bei unterschiedlicher mechanischer Beanspruchung) beschreiben und erklären,
- den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise eines Synchron- oder eines Asynchronmotors beschreiben und erklären sowie in diesem Zusammenhang eine einfache Möglichkeit der Erzeugung von Drehfeldern beschreiben,
- das Generatorprinzip als Umkehrung des Motorprinzips als physikalische Grundlage der Nutzbremmung darstellen,
- Elektroantriebe und Verbrennungsmotoren hinsichtlich ausgewählter Kriterien (z. B. Aufbau, Wirkungsgrad, Drehmoment- und Leistungscharakteristik, Schadstoffemission, Speicherung der Antriebsenergie) vergleichen und davon ausgehend Vor- und Nachteile beider Antriebsarten nennen,
- Elektroantriebe hinsichtlich unterschiedlicher Arten der Speicherung/Bereitstellung der Antriebsenergie (Akku, Wasserstoff, spezielle Superkondensatoren wie z. B. Doppelschichtkondensatoren) sowie unterschiedlicher Stromerzeugungskonzepte (dieselelektrischer oder solarer Antrieb, Gyroantrieb, Brennstoffzelle) unterscheiden,
- den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise von Hybridelektrofahrzeugen beschreiben,
- herkömmliche Antriebskonzepte (Verbrennungsmotoren) mit mehreren ausgewählten unterschiedlichen alternativen Antriebskonzepten nach ausgewählten Kriterien (z. B. Reichweite, Verfügbarkeit, Umweltverträglichkeit, maximale Leistung, Wirkungsgrad, Kosten) vergleichen und davon ausgehend auf Vor- und Nachteile schließen.

Brennstoffzellen

Der Schüler kann

- das Prinzip der Stromerzeugung aus chemischen Reaktionen erklären:
 - Redoxreaktion (freiwilliger Verlauf, exergonisch)
 - räumlich getrennte Teilreaktionen Oxidation und Reduktion
 - Elektronenübergang durch Leiter,
- Bau und Funktion einer PEM-Brennstoffzelle beschreiben, das Prinzip der Stromerzeugung aus chemischen Reaktionen anwenden und die einzelnen Prozesse mit der chemischen Zeichensprache darstellen,
- den elektrischen Wirkungsgrad, die Lebensdauer und die Kosten einer PEM-Brennstoffzelle recherchieren,
- die PEM-Brennstoffzelle mit anderen Brennstoffzellen vergleichen, z. B. alkalische Brennstoffzelle, Methanol-Brennstoffzelle, Phosphorsäure-Brennstoffzelle,
- aktuelle und künftige Anwendungen von Brennstoffzellen recherchieren und bewerten.

Akkumulatoren

Der Schüler kann:

- die Energieumwandlung beim Laden und Entladen eines Akkumulators beschreiben,
- Bau und Funktion des Blei-Akkumulators erklären und die Reaktionsgleichungen für die Teilreaktionen sowie die Gesamtgleichung entwickeln,
- die chemischen Vorgänge beim Laden und Entladen beschreiben,

- den Zusammenhang zwischen Elektrolytdichte und Ladungszustand erklären,
- Verwendung, Lebensdauer und Kosten der Blei-Akkumulatoren recherchieren und bewerten,
- Pfandsystem und Recycling bei Blei-Akkumulatoren erläutern,
- den Blei-Akku mit anderen Akkumulatoren vergleichen sowie Vor- und Nachteile bewerten (z. B. chemische Reaktionen, Memory-Effekt, Spannungen, Wirkungsgrad, Umweltaspekte).

Superkondensatoren zur Speicherung elektrischer Energie

Der Schüler kann:

- den Kondensator als Bauelement zur Speicherung elektrischer Ladungen und elektrischer Energie darstellen,
- die Kapazität als physikalische Größe zur Charakterisierung von Kondensatoreigenschaften definieren und qualitativ den Zusammenhang zur gespeicherten Energie angeben,
- den spezifischen Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise eines ausgewählten Kondensators mit besonders hoher Kapazität (z. B. Doppelschichtkondensatoren) beschreiben,
- Kondensatoren und Akkumulatoren als Speicher elektrischer Energie nach ausgewählten Kriterien (z. B. Energiedichte, Lade- und Entladeverhalten) vergleichen und daraus Schlussfolgerungen hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten bei Elektroantrieben ziehen.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen in der Experimentiergruppe/Projektgruppe treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen.

➤ Vorschläge für Schülerexperimente

- Untersuchen des Lastverhaltens eines Elektromotors (Stromfluss bei Belastung des Motors)
- Ermitteln des Wirkungsgrades eines Elektromotors
- Motor als Generator
- Bau und Funktion einer galvanischen Zelle
- Funktion einer Brennstoffzelle
- Laden und Entladen eines Akkumulators (Modell eines Blei - oder Lithium-Ionen-Akkus)
- Spindeln von Schwefelsäure
- Laden und Entladen eines Kondensators

2.3.3 Modul: Verhalten und Sicherheitstechnik im Straßenverkehr

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Verhalten im Straßenverkehr

Der Schüler kann

- Grundregeln der gegenseitigen Rücksichtnahme von Verkehrsteilnehmern nennen und anwenden,
- Faktoren nennen, die die Sicherheit im Straßenverkehr beeinflussen (z. B. Sichtverhältnisse und Straßenzustände bei besonderen Witterungsbedingungen und Hindernissen, Funktion von Kleidung),
- Gefahrensituationen nennen und beurteilen (z. B. Radfahrer/Fußgänger neben rechts abbiegenden Fahrzeugen, Überholvorgänge an unübersichtlichen Stellen, Toter Winkel bei Fahrzeugen) sowie geeignete Verhaltensregeln ableiten,
- Gefahren durch beeinträchtigende bzw. ablenkende Faktoren beschreiben (z. B. mangelnde Konzentration, Medikamenten-, Alkohol- und Drogeneinfluss, Einschränkung der Sicht und Hörfähigkeit, ungeeignete Sitzposition) und die Notwendigkeit der Aufmerksamkeit im Straßenverkehr begründen,
- Grenzen der Sicherheitseinrichtungen erläutern.

Sicherheit und Technik

Der Schüler kann

- den grundsätzlichen Aufbau eines motorisierten Fahrzeugs erläutern,
- die Bedeutung der Bereifung im Zusammenhang mit dem Straßenzustand, der Straßenoberfläche und den Witterungsbedingungen erklären,
- Regeln für das Beladen eines PKW im Kofferraum und Fahrgastraum sowie die Notwendigkeit des Sicherns der Ladung begründen,
- zwischen aktiven und passiven Sicherheitseinrichtungen unterscheiden und Beispiele zuordnen,
- verschiedene Arten von Bremssystemen unterscheiden und an einem Beispiel Aufbau und Funktion erklären,
- die Bedeutung der Schutzkleidung, insbesondere des Helms für den Schutz eines Zweiradfahrers begründen,
- die Funktion der Sicherheitseinrichtungen Kopfstütze, Gurt, Gurtstraffer und Kindersitz erläutern,
- die Funktion des Airbags erklären und Verhaltensregeln daraus ableiten (Kindersitz auf Beifahrersitz, richtige Sitzposition),
- Karosseriemerkmale und -formen bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Sicherheit beurteilen (z. B. Knautschzone, Versteifungen, Überrollbügel beim Cabrio, Sicherheitsglas),
- weitere ausgewählte Sicherheitseinrichtungen bezüglich ihrer Funktion und Bedeutung beschreiben (z. B. ABS, ESP, Abstandswarner, Spurassistent, Außentemperaturanzeige, Tagfahrlicht beim PKW und Zweirad),
- die Bedeutung von Crashtests für die Weiterentwicklung von Fahrzeugen und Sicherheitseinrichtungen beschreiben.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- das Einhalten von Sicherheitsregeln als unbedingte Anforderung an sich und andere erkennen,
- sein Verhalten so gestalten, dass gefährliche Situationen im Straßenverkehr und Freizeitbereich vermieden werden,
- durch sein Vorbild auf andere Verkehrsteilnehmer positiv einwirken und zum Entwickeln einer Akzeptanz für Sicherheitsmaßnahmen beitragen,
- die Gefahr des blinden Vertrauens auf Sicherheitseinrichtungen erkennen, entsprechende Verhaltensregeln ableiten und seine Erkenntnisse an Andere weitergeben.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Reibung bei Trockenheit und Nässe
- Wirkung von Tripelspiegeln als Bestandteile von Reflektoren und reflektierender Kleidung
- Reaktionstest

2.3.4 Modul: Bewegungen bei Lebewesen

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Bewegungen

Der Schüler kann

- aktive und passive Bewegungen voneinander abgrenzen,
- die physikalische Größe Geschwindigkeit definieren und Beispiele für verschiedene Geschwindigkeiten bei Lebewesen recherchieren,
- Geschwindigkeiten ermitteln,
- die physikalische Größe Beschleunigung definieren und Beispiele für verschiedene Beschleunigungen bei Lebewesen recherchieren.

Passive Bewegungen

Der Schüler kann

- an Beispielen passive Bewegungen beschreiben (z. B. Hygroskopische Bewegungen - Öffnungs- und Schließbewegungen bei Zapfen, Verdriftung bei Plankton, Verbreitung von Früchten, Transportgemeinschaften bei Tieren - Schiffshalter, Milben),
- eine Übersicht über die Verbreitungsarten von Früchten erstellen und eine Verbreitungsart erläutern,
- Geschwindigkeiten und Beschleunigungen bei passiven Bewegungen an einem ausgewählten Beispiel bestimmen (z. B. Springkraut).

Aktive Bewegungen bei Einzellern bzw. auf Zellebene

Der Schüler kann

- die Bewegungen von Einzellern den Taxien zuordnen und den Begriff definieren,
- die Taxien bei Einzellern entsprechend der auslösenden Reize und nach der Reaktionsrichtung klassifizieren (Foto- und Chemotaxis, positiv und negativ),
- die Taxien auf Zellebene und bei Einzellern entsprechend der Bewegungsmechanismen klassifizieren (Plasmabewegung, Flimmerbewegung und Geißelbewegung),
- den Bewegungsmechanismen Beispiele zuordnen, den Bewegungsablauf beschreiben und die Bedeutung im Körper bzw. bei freilebenden Einzellern begründen.

Aktive Bewegung bei pflanzlichen Mehrzellern

Der Schüler kann

- die Bewegungen pflanzlicher Mehrzeller nach Bewegungsmechanismen (Nastien und Tropismen) klassifizieren,
- Tropismen nach der Reaktionsrichtung klassifizieren (positiv und negativ),
- den Bewegungsmechanismen Beispiele zuordnen, den Bewegungsablauf beschreiben und die Bedeutung begründen,
- Geschwindigkeiten aktiver Bewegungen pflanzlicher Mehrzeller bestimmen (z. B. Öffnungs- und Schließbewegungen von Blüten, Senk- und Hebebewegungen bei Blättern).

Aktive Bewegung bei tierischen Mehrzellern

Der Schüler kann

- Muskelbewegungen als wichtigste Bewegungsformen bei Tieren benennen sowie Aufbau und Arbeitsweise verschiedener Muskeltypen (glatte Muskulatur, quergestreifte Muskulatur, Herzmuskulatur) beschreiben,
- Struktur und Funktion eines quergestreiften Skelettmuskels erklären (vereinfachte Gleitfilamenttheorie, vereinfachter Querbrückenmechanismus),
- die Notwendigkeit von Widerlagern und Gegenspielern von Muskeln begründen,
- einen Überblick über Bewegungsformen in verschiedenen Lebensräumen (Wasser, Luft und Land) geben und zwei ausgewählte Bewegungsformen miteinander vergleichen (z. B. Schwimmen und Fliegen bei Wirbeltieren),
- verschiedene Laufarten im Tierreich vergleichen (z. B. Vierfüßigkeit mit Zweifüßigkeit hinsichtlich Material- und Energieaufwand, Gleichgewichtssteuerung),
- physiologische Veränderungen beim Übergang von der Vierfüßigkeit zur Zweifüßigkeit des Menschen begründen,
- Geschwindigkeiten aktiver Bewegungen tierischer Mehrzeller bestimmen.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- respektvoll mit Tieren und Pflanzen umgehen und deren Lebensraum schützen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Geschwindigkeiten von Lebewesen
- Öffnungs- und Schließbewegungen bei Zapfen
- Mikroskopieren (z. B. begeißelte einzellige Grünalgen oder tierische Einzeller)
- Versuche zur Licht-, Erd- und Berührungswendigkeit (Rankbewegung) bei Zimmer- und Freilandpflanzen
- Ermitteln und Vergleichen des Strömungswiderstandes von verschiedenen Körperformen
- Modellexperiment zum dynamischen Auftrieb

2.3.5 Modul: Das Fliegen

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Grundlagen des Fliegens</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– Strömungen mit Hilfe von Stromlinienbildern als gerichtete Bewegung von Flüssigkeiten oder Gasen darstellen,– laminare von turbulenten Strömungen unterscheiden,– den Zusammenhang zwischen der Strömungsgeschwindigkeit und dem statischen Druck (Bernoulli - Effekt) qualitativ beschreiben,– die Bedeutung des Profils einer Tragfläche für den dynamischen Auftrieb erklären,– den Einfluss des Anstellwinkels der Tragflächen auf den Betrag der dynamischen Auftriebskraft darstellen,– die aerodynamischen Eigenschaften eines Flügels mit Hilfe der Gleitzahl, der Flächenbelastung und der Flügelstreckung beschreiben,– den Zusammenhang zwischen der Strömungswiderstandskraft und der Körperform, der Querschnittsfläche, der Luftdichte sowie der Strömungsgeschwindigkeit erläutern,– das Zusammenwirken mehrerer Kräfte (Auftriebs-, Gewicht-, Vortriebs- und Widerstandskraft) bei der Bewegung eines Flugzeuges beschreiben.
<u>Flugzeugtechnik</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– die Hauptteile eines Flugzeuges nennen, sie an einem Modell oder Bild zeigen und ihre Funktion angeben,– die Wirkungsweise der verschiedenen Leitwerke zur Steuerung des Flugzeuges beschreiben und erklären,– den Aufbau und die Wirkungsweise einer ausgewählten Triebwerksart beschreiben und erklären,– die Prinzipien der Messung von Höhe und Fluggeschwindigkeit beschreiben.

Analogien zur Tier- und Pflanzenwelt

Der Schüler kann:

- die Anpassung der Vögel an das Fliegen erläutern,
- den Aufbau eines Vogelflügels beschreiben und in diesem Zusammenhang Flügelprofile miteinander vergleichen,
- aerodynamische Eigenschaften verschiedener Vogelarten mit Hilfe der Gleitzahl, der Flächenbelastung und der Flügelstreckung vergleichen und daraus Schlussfolgerungen über den Zusammenhang von Körperbau und Flugeigenschaften ziehen,
- den Flügelschlag als Vortrieb bei Vögeln beschreiben und dabei verschiedene Flugarten vergleichen,
- natürliche Drehflügler mit Hubschraubern vergleichen,
- die systematische Analyse des Vogelfluges durch Otto Lilienthal als Voraussetzung für die Konstruktion erster Flugapparate darstellen,
- Flugformen bei Vögeln, Fledertieren und Echsen erläutern (z. B. Ruder-, Rüttel-, Gleit- und Sturzflug),
- den Gleitflug von Vögeln und Flugzeugen miteinander vergleichen,
- Flugformen bei Insekten erläutern (Flug mit entkoppelten Vorder- und Hinterflügeln: z. B. Libellenflug, Käferflug; Flug mit gekoppelten Vorder- und Hinterflügeln: z. B. Honigbienen- und Hummelflug),
- Flugarten von Vögeln und Insekten vergleichen,
- Flugformen bei Pflanzenfrüchten erläutern: Schraubenflieger, Scheiben- bzw. Gleitflieger, Schirmflieger, Federschweifflieger.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- die Nutzung der Flugzeuge für Tourismus und Transport kritisch bewerten (z. B. Anzahl der Flüge, Treibstoffverbrauch, Kosten und Zeit, CO₂-Bilanz),
- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen,
- den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Fliegen sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Darstellung von Stromlinienbildern
- Experimente zum Bernoulli-Effekt (z. B. Luftstrom über ein waagrecht gehaltenes Papier, Luftstrom zwischen 2 senkrecht gehaltenen Blättern, Bernoulli-Ball)
- Messen der Auftriebskraft für unterschiedliche Anstellwinkel der Tragfläche
- experimentelle Untersuchung des Zusammenhangs von Luftdruck und Höhe
- experimentelle Untersuchung des Zusammenhangs von Strömungsgeschwindigkeit und Staudruck
- Erprobung verschiedener Papierflugzeugmodelle (z. B. Leitwerke, Gleitzahlen)

2.3.6 Modul: Raumfahrt

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Geschichte der Raumfahrt</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– die Bedeutung der Raumfahrtpioniere K. E. Ziolkowski, H. Oberth und R. Goddard für die Entwicklung der Raumfahrt darstellen,– sich kritisch mit der Entwicklung und dem Bau der ersten Großrakete durch W. v. Braun in Deutschland auseinandersetzen,– die technischen Leistungen, die zum Start von Sputnik 1 und zum Flug von J. Gagarin führten, darstellen und die Person S. Koroljow in diesem Zusammenhang würdigen,– die Aktivitäten der USA und der ehemaligen Sowjetunion beim „Wettlauf zum Mond“ beschreiben und historisch sowie gesellschaftlich einordnen.
<u>Raumfahrttechnik</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– mit Hilfe physikalischer Gesetze das Rückstoßprinzip als Grundlage des Raketenantriebs beschreiben und erklären,– den Zusammenhang zwischen der Ausströmgeschwindigkeit der Treibstoffteilchen, dem Treibstoffdurchsatz und der Schubkraft eines Raketentriebwerks darstellen und davon ausgehend Berechnungen durchführen,– die Raketengrundgleichung interpretieren und davon ausgehend das Mehrstufenprinzip großer Trägerraketen erklären,– verschiedene Raketenantriebssysteme beschreiben (z. B. chemische Triebwerke, elektrische Triebwerke) und hinsichtlich mehrerer Gesichtspunkte vergleichen (z. B. Treibstoffe, Schubkräfte, Betriebsdauer),– die chemische Zusammensetzung sowie die Verbrennungsreaktion einer Kombination von Raketentreibstoffen beschreiben (z. B. Wasserstoff und Sauerstoff),– den Aufbau einer ausgewählten Trägerrakete sowie eines Raumschiffes oder einer Raumstation beschreiben,– den Ablauf eines Raketenstarts bis zum Erreichen des Orbits darstellen,– Perspektiven der Entwicklung von Raumfahrttechnik aufzeigen.
<u>Bahnen von Raumflugkörpern</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– ausgewählte Bahnen von Raumflugkörpern hinsichtlich ihrer Bahnparameter (z. B. Perigäum, Apogäum, Inklination) beschreiben, miteinander vergleichen sowie typische Raumflugkörper angeben, die sich auf diesen Bahnen bewegen,– unter Verwendung des Gravitationsgesetzes die Bahngeschwindigkeit und die Umlaufdauer für Bahnen im niedrigen Erdorbit sowie für geostationäre Umlaufbahnen berechnen,– die Energie eines Raumflugkörpers auf seiner Umlaufbahn ermitteln und die Energie verschiedener Bahnen vergleichen,

- die Bedeutung der 1. und 2. kosmischen Geschwindigkeit angeben und diese Geschwindigkeiten ermitteln,
- Swing-by-Manöver beschreiben und unter Verwendung seiner Kenntnisse über Gravitation qualitativ erklären.

Lebewesen im All

Der Schüler kann

- kosmische Gefahren für den Menschen und andere Organismen angeben,
- die Ursachen für Schwerelosigkeit nennen und Möglichkeiten beschreiben, bei denen dieser Zustand simuliert wird,
- die Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den Menschen beschreiben und erklären,
- Maßnahmen zum Schutz der Raumfahrer vor kosmischen Gefahren und den Auswirkungen der Schwerelosigkeit erläutern,
- die besonderen Bedingungen für das Leben an Bord einer Raumstation bzw. während eines Langzeitfluges darstellen,
- ausgewählte biologische Experimente, die an Bord von Raumstationen durchgeführt werden, beschreiben und ihre Bedeutung nennen.

Raumfahrtanwendungen und -nutzen

Der Schüler kann

- die Bedeutung der Raumfahrt für die Telekommunikation, die Wetterbeobachtung, die Navigation, Erkundung von Bodenschätzen, den Katastrophenschutz sowie den Umweltschutz erläutern,
- an ausgewählten Beispielen die innovative Wirkung der Raumfahrt beschreiben,
- ausgewählte Anwendungen der Raumfahrt bei der Fernerkundung der Erde, der Erforschung des Sonnensystems und des Weltalls beschreiben und erklären,
- den Ablauf und die Ergebnisse ausgewählter Raumfahrtmissionen darstellen,
- ausgewählte Experimente, die auf der ISS durchgeführt werden und die Verwendung ihrer Ergebnisse beschreiben.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen,
- den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler reflektieren und einschätzen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Modellexperiment zum Raketenantrieb (z. B. Wasserrakete)
- Schwerelosigkeit beim freien Fall eines Wasserbehälters
- Auswirkung des Vakuums (z. B. fehlender Sauerstoff bei Verbrennung, Unterdruck auf Ballon, Senkung der Siedetemperatur, gleich schneller Fall von Körpern)
- Verfahren zur Bestimmung einer Masse unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit (z. B. Federpendel)

2.3.7 Modul: Orientierung und Positionsbestimmung

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Grundlagen der Orientierung und Positionsbestimmung</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– die Bedeutung der Orientierung und Positionsbestimmung an Hand ausgewählter Beispiele erläutern,– Himmelsrichtungen mit und ohne Kompass bestimmen (z. B. Orientierung am Sonnenstand oder dem Stand des Polarsterns),– für einen Ort auf der Erdoberfläche dessen geografische Koordinaten angeben bzw. mit ihrer Hilfe eine Position ermitteln,– mit Hilfe von Kompass und geographischen Karten seine Position und eine Marschrichtung zu einem anderen Ort ermitteln,– mit Hilfe eines Peilverfahrens (z. B. Kreuzpeilung) seine Position im Gelände bestimmen und auf einer Karte eintragen,– eine Methode zur Abstandsbestimmung (z. B. Höhenwinkelmessung) für die Angabe seiner Position anwenden,– ein ausgewähltes Verfahren zur Ortsbestimmung aus der Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung (z. B. Schiffsnavigation mit Log und Kompass, Trägheitsnavigation) beschreiben und erklären,– die Notwendigkeit der Anwendung mehrerer unterschiedlicher Methoden für eine Ortsbestimmung begründen.
<u>Astronomische Methoden zur Ortsbestimmung</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– die Besonderheiten astronomischer Navigationsmethoden charakterisieren,– die scheinbare Bewegung von Gestirnen über dem Beobachtungshorizont beschreiben und in diesem Zusammenhang die Begriffe Zenit, Meridian, Kulmination, Himmelsnordpol, Himmelsäquator, Zeitgleichung sowie Sternzeit und Stundenwinkel definieren,– den Zusammenhang zwischen der Höhe bestimmter Gestirne (z. B. Sonne am Tag oder Polarstern bei Nacht) und der geographischen Breite des Standortes beschreiben und erklären,– eine Methode der Messung von Gestirnhöhen und die dabei verwendeten Messgeräte (z. B. Sextant, Pendelquadrant) erläutern sowie die entsprechenden Messungen durchführen,

- eine Methode zur Bestimmung des Längengrades beschreiben (Mittagsmethode bei Sonnenbeobachtung oder Kulmination von Sternen bei Nacht) und die dafür erforderlichen Messungen durchführen.

Funknavigation zur Positionsbestimmung

Der Schüler kann

- die Besonderheiten der Funknavigation im Vergleich zu anderen Methoden der Positionsbestimmung charakterisieren und ihre Bedeutung für die Luft- und Seefahrt beschreiben,
- die Komponenten eines Funksignals nennen (Laufzeit, Laufzeitdifferenz, Richtung, Feldstärke), deren Auswertung zur Positionsbestimmung verwendet werden (z. B. aus der Laufzeit ergibt sich die Entfernung),
- zwischen dem Peil- und dem Entfernungungsverfahren unterscheiden und ein ausgewähltes Navigationsverfahren erläutern (z. B. Kreuzpeilung),
- Beispiele für terrestrische Funknavigationssysteme nennen und ein ausgewähltes System näher beschreiben (z. B. Radiokompass, LORAN, Instrumentenlandesystem).

GPS - Ortsbestimmung mit Navigationssatelliten

Der Schüler kann

- Besonderheiten der Satellitennavigation im Vergleich zu anderen Navigationsmethoden nennen,
- den Zusammenhang zwischen der Laufzeit eines Signals und dem Abstand zwischen Sender und Empfänger beschreiben und erklären,
- die Bestimmung des Standortes auf der Erde mit Hilfe von mindestens drei Navigationssatelliten als praktische Anwendung des vorab genannten Zusammenhangs darstellen,
- Faktoren nennen, welche die Genauigkeit dieser Methode der Positionsbestimmung beeinflussen und eine ausgewählte Korrektur angeben (z. B. Refraktion und Signaldämpfung durch die Atmosphäre, Berücksichtigung von relativistischen Effekten),
- die Segmente eines Satellitennavigationssystems nennen und ihre Funktion innerhalb des Systems beschreiben,
- die Informationen nennen, die mit dem Signal eines Navigationssatelliten übertragen werden und ihre Bedeutung für die Standortbestimmung angeben,
- mit Hilfe eines einfachen GPS-Empfängers Ortskoordinaten bestimmen und zur Navigation einsetzen,
- wesentliche Etappen der historischen Entwicklung der Satellitennavigation angeben und andere Systeme für die satellitengestützte Positionsbestimmung recherchieren (z. B. Galileo, GLONAS), die neben dem GPS-System in der Zukunft nutzbar sein werden,
- Anwendungsgebiete für die Satellitennavigation angeben und ein ausgewähltes Beispiel näher beschreiben.

Vergleiche zu biologischen Navigationssystemen

Der Schüler kann

- Beispiele für die zielgerichtete Orientierung von Tieren nennen (z. B. Vogelzug),
- einen Überblick über wichtige Orientierungsmechanismen bei Tieren entwickeln (z. B. Orientierung am Magnetfeld der Erde, Orientierung am Sonnenstand, Orientierung an Gestirnen und Landmarken, Ultraschallorientierung, Infraschallorientierung) und einen ausgewählten Orientierungsmechanismus beschreiben und erklären,

- einen komplexen Orientierungsmechanismus erläutern (z. B. Ameise: Abspeicherung der eigenen Körperproportionen sowie Bewegungsfrequenzen, mit deren Hilfe Laufwege und Zielorte gefunden werden).

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler reflektieren und einschätzen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen,
- die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht bewerten.

➤ Vorschläge für Schülerexperimente

- Bestimmung von Himmelsrichtungen mit Kompass und mit einfachen anderen Mitteln (z. B. Orientierung an bestimmten Gebäuden, Pflanzen oder dem Polarstern, Zeiger einer Uhr)
- Verwendung eines Schattenstabes für die Bestimmung Nord-Süd-Richtung
- Durchführung eines Peilverfahrens (z. B. Kreuzpeilung)
- Durchführung einer Abstandsbestimmung (z. B. Höhenwinkelmessung)
- Bestimmung der Kulminationshöhe eines Gestirns (z. B. mit Schattenstab bei der Sonnenbeobachtung) und Bestimmung der geografischen Breite
- Bestimmung der geografischen Länge
- Handhabung eines GPS-Empfängers

2.4 Themenbereich: Technik, Bionik und Kommunikation

2.4.1 Modul: Mensch und Medizintechnik

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Diagnostetechniken

Der Schüler kann

- die physiologischen und physikalischen Grundlagen des Blutdruckes nennen,
- zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck unterscheiden sowie deren Normalwerte und die Werte für erhöhten Blutdruck angeben,
- eine Art der Blutdruckmessung beschreiben,
- den Blutzucker als Glucoseanteil des Blutes charakterisieren, dabei die Maßeinheit angeben und die Werte für normalen und erhöhten Blutzucker angeben,
- eine Methode der Blutzuckermessung beschreiben,
- das Elektrokardiogramm (EKG) als ein wichtiges Diagnoseverfahren zur Untersuchung der Herzfunktion darstellen,
- die Entstehung elektrischer Spannungen im Herzmuskel erklären und in diesem Zusammenhang zwischen Ruhe- und Aktionspotential unterscheiden,
- wesentliche Abschnitte einer EKG-Kurve beschreiben und ihre Ursachen angeben,
- die Elektroenzephalographie (EEG) als Verfahren zur Messung der elektrischen Aktivitäten des Gehirns beschreiben und seine Bedeutung für die Neurologie darstellen,
- die physikalischen Grundlagen eines ausgewählten bildgebenden Diagnoseverfahrens (z. B. Röntgen, Sonographie) sowie dessen technische Umsetzung und seine spezifische Bedeutung für die Diagnose von Krankheiten oder Verletzungen erläutern,
- die Vor- und Nachteile eines ausgewählten bildgebenden Diagnoseverfahrens nennen.

Anwendungen technischer Hilfsmittel und ihre biologischen Grundlagen

Der Schüler kann

- den Zusammenhang von Struktur/Bau und Funktion des menschlichen Auges beschreiben,
- Kurz- und Weitsichtigkeit unterscheiden, Ursachen dafür nennen und die Korrektur der jeweiligen Fehlsichtigkeit durch den Einsatz von Brillen mit geeigneten Linsen erläutern,
- den Begriff Astigmatismus erklären und Möglichkeiten der Korrektur nennen,
- den Zusammenhang von Struktur/Bau und Funktion des menschlichen Hörgorgans beschreiben und ausgewählte Hördefizite ableiten,
- mit Hilfe von Grundkenntnissen über Schallwellen und deren Ausbreitung die physikalischen und physiologischen Grundlagen des Hörvorgangs beschreiben,
- den prinzipiellen Aufbau und die grundsätzliche Wirkungsweise eines Hörgerätes beschreiben,
- die verschiedenen Arten von Hörgeräten benennen und eine davon näher beschreiben,
- eine weitere ausgewählte technische Einrichtung bzw. ein ausgewähltes Verfahren für die Therapie beschreiben (z. B. Dialyse, Dialysemaschine, Herz-Lungen-Maschine, Herz- bzw. Hirnschrittmacher).

Nuklearmedizin

Der Schüler kann

- mit Hilfe grundlegender Kenntnisse über den Kernbau und den radioaktiven Zerfall die Nuklearmedizin als Anwendung von Radionukliden sowie kernphysikalischer Verfahren für die medizinische Diagnostik und Therapie darstellen,
- ausgewählte Radiopharmaka (z. B. Tc-99m, J-131) charakterisieren und ihre Einsatzmöglichkeiten und -kriterien beschreiben,
- die Gewinnung kurzlebiger Radiopharmaka beschreiben,
- eine ausgewählte bildgebende Diagnosemethode der Nuklearmedizin [z. B. Szintigraphie, Positronen-Emissions-Tomographie (PET)] beschreiben, die dabei zum Einsatz kommenden Radiopharmaka und nuklearmedizinischen Messgeräte (z. B. Gammakameras, PET-Scanner) nennen,
- ein ausgewähltes nuklearmedizinisches Therapieverfahren (z. B. Radio-Iod-Therapie der Schilddrüse, Radiosynoviorthese von Gelenken) beschreiben,
- mögliche Nebenwirkungen des Einsatzes von Radiopharmaka darstellen und daraus wichtige Regeln für den Strahlenschutz ableiten,
- zwischen der physikalischen und biologischen Halbwertszeit unterscheiden,
- die Definition von Grundgrößen der Dosismessung (z. B. Energiedosis, Äquivalenzdosis) zur Bestimmung der Wirksamkeit radioaktiver Strahlung anwenden.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Risiken im Hinblick auf spezielle Diagnoseverfahren (z. B. Einsatz von Röntgenstrahlen) und Therapiemethoden (z. B. Verwendung radioaktiver Produkte) sachgerecht einschätzen und Schlussfolgerungen für das eigene Handeln (z. B. Röntgenpass führen) ableiten,
- respektvoll mit kranken und behinderten Menschen umgehen und die Bedeutung des sozialen Engagements bewerten,
- die Organspendeproblematik adressatengerecht diskutieren,
- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen,
- den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten,
- Konflikte angemessen bewältigen,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler reflektieren und einschätzen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten.

➤ Vorschläge für Schülerexperimente

- Blutdruckmessung
- Seh- und Hörtest
- Nachweis unterschiedlicher Komponenten radioaktiver Strahlung
- Messen der physikalischen Halbwertszeit eines kurzlebigen Radionuklids

2.4.2 Modul: Sinnesorgane, Wahrnehmung und technische Sensoren

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Sinnesorgane, Empfindungen und Wahrnehmungen

Der Schüler kann

- Sinnesorgane (Auge, Ohr, Nase, Zunge, Haut) des Menschen nennen und ihnen Funktionen zuordnen,
- die Definition der Begriffe Rezeptor und Sinnesorgan wiedergeben und diese mit technischen Sensoren vergleichen,
- in diesem Zusammenhang zwischen Empfindung, Wahrnehmung und Vorstellung unterscheiden,
- spezielle biologische Sensoren (Rezeptoren bzw. Sinnesorgane) angeben sowie deren Funktionen nennen (z. B. für die Wahrnehmung elektrischer Felder, für die Orientierung am Magnetfeld der Erde, für die Wahrnehmung der Polarisationsmuster am Himmel),
- an mindestens einem ausgewählten Sinnesorgan (z. B. Auge) den Zusammenhang von Struktur und Funktion erläutern und dazu physikalische Grundlagen beschreiben,
- an Hand von Experimenten die Funktion der Sinnesorgane nachweisen und unter verschiedenen Bedingungen überprüfen (sehen, hören schmecken, riechen, tasten, fühlen),
- die Leistungsfähigkeit und Grenzen der Sinnesorgane erkennen und daraus Schlussfolgerungen für das eigene Verhalten ziehen (Belastung der eigenen Sinnesorgane, Verhalten anderen Personen gegenüber, z. B. Lärmbelastung),
 - Auge: Sehen bei unterschiedlichen Helligkeiten, Auflösungsvermögen, räumliches Sehen, Farbsehen, Gesichtsfeld, sichtbarer Bereich und angrenzende Gebiete
 - Ohr: Hörbereich und angrenzende Gebiete, Richtungshören, Hörkurve
- die Farbwahrnehmung als Teilbereich des Sehens beschreiben (sichtbares Licht, Farbmischung, Farbreiz, Farbvalenz und Farbempfindung),
- die Notwendigkeit des Schutzes der Sinnesorgane (besonders Augen und Ohren) vor Überlastungen und schädigenden Einflüssen begründen (z. B. Kurzsichtigkeit durch übermäßige Nutzung von Bildschirmgeräten, Schwerhörigkeit durch zu hohe Lautstärken, Verletzungsgefahr bei unzureichendem Schutz der Sinnesorgane),
- den Unterschied zwischen Wahrnehmung (subjektiv) und Messung (objektiv) diskutieren (z. B. Temperatur, Helligkeit, Tonhöhen, Lautstärken),
- die Informationsaufnahme und -verarbeitung in einem Sensor und der Empfindung und Wahrnehmung eines Sinnesorgans (z. B. Farbwahrnehmung, Temperaturempfinden, Geschmack, Geruch, Tasten) vergleichen,
- die Weiterleitung der Information (Erregung) über elektrische oder chemische Signale in vereinfachter Form darstellen,
- den Zusammenhang zwischen Reizstärke und Intensität einer Empfindung bzw. Wahrnehmung beschreiben,
- die Informationsverarbeitung in einer Reiz-Reaktions-Kette am Beispiel eines Reflexes erläutern,
- zwischen verschiedenen Arten von Reflexen (z. B. bedingten und unbedingten) unterscheiden und die Definition eines Reflexes angeben,
- die jeweiligen Anteile der Sinnesorgane an der Informationsgewinnung vergleichen,

Technische Sensoren

Der Schüler kann

- zu ausgewählten Sinnesorganen des Menschen analoge technische Sensoren nennen,
- Anwendungen technischer Sensoren in der Industrie, der Landwirtschaft, dem Verkehrswesen, der Medizin, den Medien, dem Sport, dem Hobby usw. nennen,
- die Funktion einzelner Sensoren in den genannten Bereichen beschreiben,
- an mindestens einem Beispiel Bau und Funktion eines technischen Sensors beschreiben und mit dem entsprechenden biologischen Sensor des Menschen oder eines Tieres vergleichen,
- mindestens zwei weitere technische Sensoren charakterisieren, Aufbau und Funktionsweise der Sensoren erklären und die entsprechenden physikalischen Größen zuordnen,
- an einer ausgewählten technischen Einrichtung (z. B. Auto) den Einsatz mehrerer unterschiedlicher Sensoren beschreiben, ihre Aufgaben im Einzelnen und im Zusammenwirken benennen sowie die Funktionsweise erläutern,
- technische Sensoren aus dem direkten Erfahrungsbereich der Schüler recherchieren und im Überblick ihren Anwendungsbereich und die Wirkungsweise erläutern (z. B. CAS-Rechner, Fotoapparat, Bewegungsmelder, Gas- und Rauchmelder, Alarmanlage, Smartphone),
- Sensoren nach bestimmten Gesichtspunkten ordnen (Einsatzgebiet, physikalische Größe und Messprinzip),
- nach eigener oder gemeinsamer Interessenlage spezielle Beispiele von Sensoren recherchieren und den Mitschülern in Form eines Projektes bzw. Schülervortrages vorstellen (z. B. Lambdasonde, Airbagsensor, Bewegungsmelder bei Alarmanlagen oder Wildkameras).

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Reizüberflutungen erkennen und Strategien zur Bewältigung für sich und andere ableiten,
- Regulationsmechanismen zur Vermeidung von negativem Stress erläutern und anwenden,
- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe zur Stressbewältigung vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten
- die Auswirkungen des Einsatzes von Sensoren auf das Verhalten der Menschen beschreiben und werten (z. B. autonomes Fahren) sowie Nutzen und Gefahren erkennen.

➤ Vorschläge für Schülerexperimente

- Tastempfindungen (z. B. taktiler Auflösungsvermögen)
- Temperaturempfindung und Temperaturmessung im Vergleich
- Experimente zum Zusammenwirken von Geruchs- und Geschmackssinn
- optische Abbildungen mit Sammellinsen in Analogie zum Auge
- „optische Täuschungen“ und Wahrnehmungsgrenzen des Auges
- Farbmischungen und ihre Anwendungen (z. B. Bühnenbeleuchtung, Farbdrucker)
- Messen oder Beobachten mit einem ausgewählten technischen Sensor
- Experimente mit dem Smartphone

2.4.3 Modul: Kommunikation

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Kommunikation bei Tieren und Pflanzen

Der Schüler kann

- Kommunikationsformen bei Tieren und ihre Funktionen auf der Basis folgender Kenntnisse an Beispielen beschreiben:
 - chemische Kommunikation, z. B. über Duftstoffe, Exkrete (Kot, Urin) und Sexuallockstoffe/Pheromone
 - akustische Kommunikationsformen
 - optische Kommunikation über Farben, Muster, Reflexionen
 - taktile Kommunikation
 - komplexe verhaltensbiologische Kommunikationsformen,
- chemische Kommunikation als wichtigste Kommunikationsform bei Pflanzen erläutern (z. B. Abwehrstoffe bei Schädlingsbefall, die andere Pflanzen informieren),
- kommunikative Interaktionen von Pflanzen und Tieren beschreiben (z. B. Tabakschwärmer-Tabak),
- an einem Beispiel Formen und Funktionen komplexer Kommunikation bei Tieren erläutern (z. B. „Bientanz“, „Fühlersprache“ der Ameisen),
- Mimik und Gestik als komplexe nonverbale Kommunikation von Menschen und Schimpansen miteinander vergleichen.

Grundlagen der akustischen Kommunikation

Der Schüler kann

- mechanische Schwingungen an Hand ausgewählter Beispiele (z. B. Pendel, verschiedene Federschwinger) als periodische Ortsänderung grafisch darstellen und die dabei auftretenden Energieumwandlungen qualitativ beschreiben,
- die Kenngrößen (Amplitude, Schwingungsdauer bzw. Frequenz) mechanischer Schwingungen charakterisieren,
- mit Hilfe ausgewählter Beispiele (z. B. Kette aus gekoppelten Pendeln, lange Schraubenfeder, geeignete Simulationsprogramme) mechanische Wellen als sich im Raum ausbreitende Schwingungen charakterisieren,
- zwischen longitudinalen und transversalen Wellen unterscheiden und die Schallausbreitung diesbezüglich einordnen,
- die Ausbreitung einer mechanischen Welle grafisch darstellen und in diesem Zusammenhang die Wellenlänge als eine Kenngröße mechanischer Wellen definieren,
- den Zusammenhang von Wellenlänge, Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit beschreiben,
- die Schallausbreitung in unterschiedlichen Medien vergleichen (z. B. Knochenleitung),
- den Unterschied zwischen einem Ton, einem Klang und einem Geräusch beschreiben,
- den Zusammenhang zwischen Tonlautstärke und Schwingungsamplitude sowie den Zusammenhang zwischen Tonhöhe und Frequenz darstellen,
- mit Hilfe der Frequenz den Stimmumfang und den Hörbereich des Menschen nennen und mit den entsprechenden Angaben ausgewählter Tiere vergleichen (z. B. Fledermäuse, Wale)

sowie in diesem Zusammenhang Ultraschall und Infraschall als besondere Frequenzbereiche charakterisieren,

- den Schalldruck, die Schallintensität und den Schallpegel als physikalische Größen zur quantitativen Beschreibung der Lautstärke definieren und mit diesen Größen ausgewählte Beispiele aus Natur und Technik charakterisieren,
- den Aufbau und die Wirkungsweise des menschlichen Gehörs beschreiben und erklären,
- den Aufbau und die Wirkungsweise eines ausgewählten technischen Signalwandlers zur Umwandlung von Schall in andere Signalformen oder umgekehrt beschreiben und erklären (z. B. Lautsprecher, Mikrofon, Telefon).

Grundlagen der drahtlosen Kommunikation

Der Schüler kann

- das elektrische Feld in einem Kondensator und das Magnetfeld einer Spule qualitativ beschreiben,
- den Kondensator und die Spule als Bauelemente charakterisieren, in denen sich elektrische bzw. magnetische Feldenergie speichern lässt,
- den Aufbau eines geschlossenen Schwingkreises beschreiben und ihn als Hauptbaugruppe in allen Empfängern und Sendern von Rundfunk und Fernsehfunk sowie Handys kennzeichnen,
- die periodischen Energieumwandlungen in einem Schwingkreis beschreiben und mit denen bei einer mechanischen Schwingung vergleichen,
- einen offenen Schwingkreis mit einem geschlossenen Schwingkreis nach ausgewählten Kriterien vergleichen (z. B. Aufbau, Energieumwandlung, Felder),
- elektromagnetische Wellen in Analogie zu mechanischen Wellen als sich im Raum mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitende Schwingungen elektrischer und magnetischer Felder beschreiben,
- die drahtlose Energie- und Informationsübertragung durch elektromagnetische Wellen begründen,
- charakteristische Frequenz- bzw. Wellenlängenbereiche hertzscher Wellen nennen und ihnen ausgewählte typische Anwendungen zuordnen,
- eine Modulationsart zur drahtlosen Informationsübertragung qualitativ beschreiben.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen,
- die Rolle unterschiedlicher Medien zur Meinungsbildung und Informationsverbreitung diskutieren und kritisch bewerten,
- verfügbare Informationen verantwortungsbewusst und gezielt verwenden,
- den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten,
- respektvoll mit anderen Personen umgehen,

- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Richtungshören, Knochenleitung (Schall)
- räumliches Sehen
- Laden und Entladen eines Kondensators (Messen der Spannung und Betreiben eines „Verbrauchers“ beim Entladen)
- Selbstinduktion in einer Spule beim Auf- und Abbau ihres Magnetfeldes (Schaltvorgänge; Zünden einer Glimmlampe beim Ausschalten als Nachweis der im Feld gespeicherten Energie)
- Aufzeichnen der gedämpften Schwingung beim Entladen eines Kondensators über eine Spule mit Hilfe eines Oszillographen
- Nachweis der drahtlosen Energieübertragung zwischen Schwingkreisen
- Aufzeichnen der periodischen Ortsänderung einer mechanischen Schwingung (z. B. Sandpendel, Kratzspuren einer Stimmgabelspitze auf einer berußten Glasplatte)
- Messen von Kenngrößen einer mechanischen Schwingung
- Aufzeichnen verschiedener Töne mit einem Oszillographen und Bestimmen der Tonfrequenz
- Schallpegelmessung

2.4.4 Modul: Fernrohre und Mikroskope als optische Hilfsmittel

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<p><u>Grundlagen</u></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> – mit Hilfe der Strahlenverläufe optische Eigenschaften und die Bildentstehung bei Sammellinsen und Hohlspiegeln darstellen und miteinander vergleichen, – die Bildentstehung im menschlichen Auge beschreiben und in diesem Zusammenhang die Akkommodation des Auges erklären, – Sehfehler und ihre Ursachen sowie Möglichkeiten der Korrektur beschreiben und begründen, – den Zusammenhang zwischen dem Sehwinkel und der Vergrößerung beschreiben, – die Normalvergrößerung optischer Instrumente definieren, – die vergrößernde Wirkung einer Lupe mit Hilfe des Begriffs Sehwinkel erklären und die Abhängigkeit der Normalvergrößerung einer Lupe von ihrer Brennweite angeben. <p><u>Fernrohre</u></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> – einen Überblick über die historische Entwicklung der Fernrohre geben und ausgewählte bedeutende Entdeckungen nennen, die mit Hilfe von Teleskopen gemacht wurden, – die Hauptteile eines Fernrohres nennen und in diesem Zusammenhang zwischen Linsenteleskopen (Refraktoren) und Spiegelteleskopen (Reflektoren) unterscheiden,

- die Funktion von Objektiv und Okular am Beispiel des keplerschen Fernrohres erklären,
- den Strahlenverlauf im keplerschen Fernrohr und einem ausgewählten Spiegelteleskop darstellen und in diesem Zusammenhang die vergrößernde Wirkung des Fernrohres erklären,
- die Abhängigkeit der optischen Vergrößerung von der Brennweite des Objektivs und des Okulars beschreiben,
- qualitativ beschreiben, was unter dem Auflösungsvermögen eines Fernrohres und seiner Grenzhelligkeit zu verstehen ist, sowie die Bedeutung des Objektivdurchmessers in diesem Zusammenhang einordnen,
- Möglichkeiten und Grenzen moderner Teleskope diskutieren.

Mikroskope

Der Schüler kann

- einen geschichtlichen Überblick zur Entwicklung der Hilfsinstrumente zur Betrachtung/Beobachtung mikroskopischer Strukturen beschreiben,
- den grundsätzlichen Bau und die allgemeinen Funktionen der Hauptteile eines Lichtmikroskops beschreiben und mit denen eines Fernrohres vergleichen,
- die Bildentstehung im Lichtmikroskop an Hand des Strahlenverlaufes beschreiben und ihre vergrößernde Wirkung erklären,
- den Zusammenhang zwischen der Brennweite des Objektivs, des Okulars, der Tubuslänge und der Normalvergrößerung eines Mikroskops qualitativ beschreiben und begründen,
- das Auflösungsvermögen und die damit verbundene förderliche Vergrößerung beschreiben,
- den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften des Mikroskops (Objektivdurchmesser, Brechungseigenschaften des Stoffes zwischen Objekt und Objektiv), der zur Abbildung verwendeten Strahlung (z. B. sichtbares Licht, Elektronenstrahlung) und dem Auflösungsvermögen qualitativ beschreiben,
- den prinzipiellen Aufbau eines Lichtmikroskops mit dem eines Elektronenmikroskops vergleichen und die grundsätzliche Funktionsweise eines Elektronenmikroskops beschreiben,
- ausgewählte Mikroskope verschiedenen Einsatzgebieten zuordnen,
- einen Überblick über die Arten mikroskopischer Präparate und Präparationstechniken geben,
- die Verfahren mikroskopischer Dokumentation (Zeichnen, bildgebende Verfahren) beschreiben und anwenden.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- individuell und in kooperativen Lernformen experimentieren,
- Lernziele beim Experimentieren für die Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Bestimmung der Brennweite von Sammellinsen
- Untersuchen des Strahlenverlaufes und der reellen optischen Abbildung an Hohlspiegeln
- Messen der Normalvergrößerung einer Lupe
- Aufbau eines Modells eines einfachen Lichtmikroskops und Nachweis seiner Vergrößerungswirkung durch Betrachtung optischer Gitter
- Herstellung von Frisch- und Dauerpräparaten
- mikroskopische Übungen mit entsprechender Dokumentation zu pflanzlichen, tierischen/menschlichen und mineralogischen Objekten sowie Werkstoffen

2.4.5 Modul: Messen, Steuern und Regeln

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Das Messen</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– zwischen direktem und indirektem Messen unterscheiden,– den Aufbau und die Wirkungsweise zweier ausgewählter Messgeräte (z. B. Ampèremeter, Thermometer, Manometer, Aräometer, verschiedenartige Tachometer, pH-Meter, Leitfähigkeitsmessgerät, Lux-Meter, Hygrometer) beschreiben und erklären,– zwei ausgewählte Messgeräte sachgerecht beim Messen der entsprechenden physikalischen Größen handhaben,– zwischen dem Messwert und dem wahren Wert der Messgröße unterscheiden und exemplarisch Ursachen für Abweichungen nennen und erklären,– systematische und zufällige Fehler als Ursachen für die Abweichung des Messwertes vom wahren Wert charakterisieren und Beispiele dafür bei zwei ausgewählten Messvorgängen nennen,– den absoluten und relativen Fehler bei zwei ausgewählten Messungen ermitteln und ein vollständiges Messergebnis angeben.
<u>Steuern und Regeln</u>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none">– zwischen Steuern und Regeln unterscheiden und Beispiele für beide Prozesse nennen,– die allgemeinen Elemente eines Regelkreises nennen und ihre Bedeutung für den Regelvorgang beschreiben,– die dynamischen Größen (Führungsgröße bzw. Sollwert, Regelgröße bzw. Istwert, Regelabweichung, Stellgröße, Störgröße) eines allgemeinen Regelkreises charakterisieren,– einen allgemeinen Regelkreis mit seinen Elementen und dynamischen Größen schematisch darstellen und in diesem Zusammenhang den Begriff Rückkopplung erklären,– die Elemente und dynamischen Größen zweier ausgewählter technischer Regelkreise angeben sowie den Ablauf der Vorgänge bei der Regelung erklären (z. B. Temperaturregelung mit Bimetall oder temperaturabhängigen Widerständen, Füllstandsregelung bei Flüssigkeiten, Wirkungsweise der Lambdasonde im Autokatalysator, Geschwindigkeitsregelanlage im Auto),

- die Funktion eines Regelkreises und der einzelnen Regelkreiselemente in der Biologie erläutern:
 - Regelkreise im Sinnes- und Nervensystem: Pupillenreflex, Akkommodation, verschiedene Formen (Nah- und Fernakkommodation)
 - Regelkreise im Hormonsystem: Blutzuckerregulation, Schilddrüsenfunktion
 - Regelkreis unter Beteiligung mehrerer Organsysteme: Temperaturregulation,
- biologische und technische Regelkreise nach ausgewählten Kriterien vergleichen,
- Modelle zur Erklärung der Regulation bzw. Steuerung von Phänomenen in der Natur anwenden:
 - Modelle in der Ethologie:
 - hydraulisches Instinktmodell
 - Blockschaltmodelle (z. B. Übersprunghandlung, doppelte Quantifizierung)
 - Modelle in der Ökologie:
 - Ökosystem-Modelle (Modelle des Stoffkreislaufs, des Energieflusses, der Selbstregulation)
 - Rückkopplungsmodelle zur Regulation der Populationsdichte (z. B. in einer Nahrungskette, in einem Räuber-Beute-Bisystem)
 - Modelle in der Stoffwechselbiologie:
 - Feedbackhemmung in einer enzymgesteuerten Stoffwechselkette.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- die Bedeutung genauer Messungen für alle Lebensbereiche einschätzen,
- mit Messwerten, die er beim Gebrauch von technischen Geräten wahrnimmt, sinnvoll umgehen und Schlussfolgerungen für das eigene Handeln ableiten,
- beim Experimentieren sorgfältig und verantwortungsbewusst mit Geräten umgehen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ableiten,
- respektvoll mit anderen Personen umgehen,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler reflektieren und einschätzen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Pupillenreflex
- Akkommodation
- physikalische Prinzipien, nach denen ausgewählte Messgeräte funktionieren (z. B. Ablenkung stromdurchflossener Leiter als Prinzip der Messung von Stromstärken, Abhängigkeit der Eintauchtiefe von der Flüssigkeitsdichte als Prinzip der Dichtemessung, thermische Ausdehnung oder Temperaturabhängigkeit des Widerstandes bei verschiedenen Leitern und Halbleitern als Prinzip der Temperaturmessung)
- direktes Messen (z. B. Stromstärke, Spannung, Druck, Temperatur) und indirektes Messen (z. B. elektrischer Widerstand, spezifische Wärmekapazität, Beschleunigung) ausgewählter physikalischer Größen
- Aufbau eines ausgewählten Regelkreises (z. B. Temperaturregelung mit Bimetallstreifen)

2.4.6 Modul: Kunststoffe im Alltag

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Der Schüler kann

- den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe am Beispiel der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere an einfachen Modellen erklären,
- die Verwendung der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere mit Hilfe der Eigenschaften begründen,
- Namen, Namenskürzel, Strukturen und Eigenschaften ausgewählten Kunststoffen im Alltag zuordnen (z. B. PE, PP, PET, PS, PTFE, PA, PC, PVC),
- die Einteilung der Kunststoffe nach ihren Eigenschaften und nach ihrer Herstellung unterscheiden und Kunststoffe den einzelnen Gruppen zuordnen.

Herstellung der Kunststoffe

Der Schüler kann

- die Herstellung von Polymerisaten durch Polymerisation mit Hilfe der chemischen Zeichensprache erklären,
- die Notwendigkeit und die Wirkungsweise eines Katalysators bei der Polymerisation beschreiben,
- Möglichkeiten der gezielten Eigenschaftsveränderung beschreiben [z. B. Kettenlänge, Stellung der Monomere im Polymer (isotaktisch, syndiotaktisch, ataktisch), Copolymere],
- die Herstellung eines Copolymerisates mit Hilfe der chemischen Zeichensprache erklären,
- die Herstellung von Polykondensaten durch Polykondensation mit Hilfe der chemischen Zeichensprache erklären,
- Polymerisation und Polykondensation vergleichen,
- die technische Herstellung und Verarbeitung der Kunststoffe an verschiedenen Beispielen darstellen (z. B. Tiefziehen, Extrudieren, Kalandrieren, Spritzgießen, schäumendes Spritzgießen),
- die technische Herstellung eines Alltagsproduktes recherchieren (z. B. Autoreifen, Schuhe, Sportbekleidung).

Recycling

Der Schüler kann

- die Notwendigkeit des Recyclings begründen (z. B. Orientierung der Kunststoffproduktion auf Nachhaltigkeit, sparsamer Umgang mit Rohstoffen und Energie, Umweltschutz: Kunststoffe im Meer),
- eine Übersicht zu Recyclingverfahren erstellen und die Verfahren vergleichen (z. B. Material-Recycling, stoffliches Recycling, energetisches Recycling),
- die quantitativen Anteile der Recyclingverfahren in der Region, in Deutschland, in Europa und global recherchieren und die Bedeutung für die Wirtschaft ableiten.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler einschätzen und ein Feedback geben,
- den eigenen Standpunkt zum Kunststoffrecycling artikulieren und ihn sach- und situationsgerecht vertreten,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - Eingriffe des Menschen in die belebte und un belebte Umwelt, z. B. durch Kunststoffherstellung und Müllverbrennung, sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- Eigenschaften von Kunststoffen (z. B. Löslichkeit, Wärme- und Chemikalienbeständigkeit, mechanische Belastbarkeit, Dichte im Vergleich zu Wasser, Kompostierbarkeit)
- Herstellung eines Polymerisates
- Herstellung eines Polykondensates
- Pyrolyse von Polyethylen und Nachweis der Doppelbindung im Produkt

2.4.7 Modul: Herstellung und Eigenschaften ausgewählter Baustoffe

Klassenstufe 10

Sach- und Methodenkompetenz

Natürliche und künstliche Steine

Der Schüler kann

- Beispiele für natürliche und künstliche Steine als Baustoffe nennen,
- Vorkommen und Abbau von natürlichen Steinen (z. B. Sandstein, Kalkstein, Schiefer) in Thüringen recherchieren,
- die Herstellung von künstlichen Steinen (z. B. Ziegel, Betonstein, Porenbetonstein) beschreiben,
- natürliche und künstliche Steine vergleichen (z. B. Druckfestigkeit, Wärmeleitfähigkeit),
- den Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Anwendungsgebieten natürlicher und künstlicher Steine als Baustoffe mit Hilfe von Beispielen darstellen.

Mörtel

Der Schüler kann

- Möglichkeiten der Verbindung von Steinen mit Hilfe von Mörtel sowie Einsatz des Mörtels als Putzschicht beschreiben,
- die Bestandteile von Kalkmörtel, Zementmörtel und Gipsmörtel (Gipsputz) nennen und ausgewählte Eigenschaften zuordnen (z. B. Mörtelgruppen),
- die industrielle Herstellung der Baustoffe Kalkmörtel, Zementmörtel und Gipsmörtel und entsprechende Firmen in Thüringen recherchieren,
- die Bedingungen für das Abbinden von Kalkmörtel erklären,

- die Umwandlungen Kalkstein - Branntkalk - Löschkalk - Kalkstein mit Hilfe der chemischen Zeichensprache erklären,
- das technische Verfahren „Kalkbrennen“ erläutern (z. B. Ausgangsstoffe, Reaktionsprodukte, technischer Apparat, chemische Reaktion, Arbeitsweise, Energiebilanz),
- die Bedingungen für das Abbinden von Zementmörtel erklären,
- die Kenntnisse zum technischen Verfahren „Kalkbrennen“ auf die Zementherstellung anwenden,
- die Bedingungen für das Abbinden von Gipsmörtel erklären,
- die Variabilität der Eigenschaften von Mörtel durch verschiedene Mischungen erklären: Abbindezeit, Festigkeit, Kapillarität, Wärmedämmung.

Beton

Der Schüler kann

- die wesentlichen Bestandteile und die Herstellung von Beton beschreiben,
- Vorschriften für den Transport und die Einbringung (z. B. Schalung, Betonpumpe, Verdichten) begründen,
- die Notwendigkeit der Nachbehandlung des Betons unter verschiedenen Bedingungen begründen,
- verschiedene Betonarten klassifizieren (z. B. Belastbarkeit: Druck- und Zugfestigkeit),
- die Belastbarkeit von Betonkonstruktionen erläutern (z. B. Stahlbeton, Spannbeton, Faserbeton).

Holz

Der Schüler kann

- den Baustoff Holz als nachwachsenden Rohstoff kennzeichnen,
- einheimische und tropische Hölzer klassifizieren,
- den Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Anwendungsgebieten ausgewählter Holzarten als Baustoffe mit Hilfe von Beispielen erklären (z. B. Fichte, Buche, Eiche, Palisander),
- Varianten des Holzschutzes und Möglichkeiten des Brandschutzes beschreiben.

Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- selbstständig arbeiten,
- Ziele für seine eigene Arbeit festlegen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- entsprechend der Arbeitsanweisung mit Geräten und Baustoffen bewusst umgehen.

➤ Vorschläge für Schülerexperimente

- Eigenschaften baustoffrelevanter Verbindungen, z. B. Calciumcarbonat, Calciumhydroxid, Calciumoxid, Calciumsulfat, Calciumsilikat, Natriumsilikat, Siliziumdioxid, Polystyrol
- Umwandlungen von Kalkstein - Branntkalk - Löschkalk - Kalkstein im Modellexperiment
- Herstellung und Abbinden von Kalkmörtel, Zementmörtel und Gipsmörtel
- Kapillarität der abgebundenen Mörtelarten und Steine

2.4.8 Modul: Biologische und technische Konstruktionsprinzipien sowie Effekte durch Oberflächengestaltung

Klassenstufe 10
Sach- und Methodenkompetenz
<u>Leichtbauweise</u>
Der Schüler kann
– die Anforderungen an eine materialeffiziente und zugleich stabile Bauweise auf der Grundlage folgender Kenntnisse ableiten bzw. begründen, sowie den Zusammenhang zwischen natürlichem Vorbild und technischer Entsprechung erläutern:
<ul style="list-style-type: none">• Röhrenbauweise in Natur (z. B. Grashalme, Bambus) und Technik (z. B. Masten, Pfeiler, Gerüstteile)• kräfteableitende Stützbalken in Natur (z. B. Knochenbälkchen) und Technik (z. B. Deckenkonstruktionen/Brückenkonstruktionen)• Wabensysteme in Natur (z. B. Bienenwaben) und Technik (z. B. Bau- und Verpackungsmaterialien)• ultradünne, ultrafeste und chemikalienbeständige Materialien in Natur (z. B. Spinnfäden, Vogelfedern, chitinhaltige Exoskelette) und Technik (z. B. Kunstfasern, Kunststoffe)• Faserverbundstoffe in der Natur (z. B. Zellwand) und Technik (z. B. Faserbeton).
<u>Oberflächengestaltung</u>
Der Schüler kann
– den Zusammenhang von Struktur/Eigenschaften und Funktion von natürlichen Oberflächen erläutern und Anwendungen in der Technik ableiten:
<ul style="list-style-type: none">• Haifischhaut - Verringerung des Strömungswiderstandes; Beispiele für Anwendungen in der Technik: Oberflächengestaltung von Flugzeugen, Windenergieanlagen und Schiffen zur Verbesserung von Aero- und Hydrodynamik• Haft- und Verschlussmechanismen bei Wirbellosen und Wirbeltieren; Beispiele für Anwendungen in der Technik: Klettverschlüsse, perspektivisch: klebmittel-freie, niet- und verschraubungsfreie Verbindungen im Maschinen- und Fahrzeugbau, die beim Betreiben fest und sicher schließen und beim Entsorgen/Recyclen leicht und umweltschonend lösbar sind• Oberflächenbeschichtungen bei Pflanzen (z. B. Wachskristalle); Beispiele für Anwendungen in der Technik: Polituren zur Oberflächenversiegelung• Lotuseffekt - Minimierung von Kontaktoberflächen; Beispiele für Anwendungen in der Technik: Oberflächengestaltung von selbstreinigenden Fassaden, Fenstern, Sanitärkeramik• Thermoisolation durch Oberflächenbeschichtungen/Körperbedeckung bei Tieren (z. B. Eisbärenfell); Beispiele für Anwendungen in der Technik: transparente Fassadendämmung, solare Wandheizung, Wärme dämmende Textilien.
Selbst- und Sozialkompetenz
Der Schüler kann
– verantwortungsvoll mit Ressourcen umgehen,
– die Bedeutung des sparsamen Materialeinsatzes für Ökonomie und Ökologie bewerten,
– Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,

- sich sachlich mit der Meinung Anderer auseinander setzen,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
 - Entscheidungen zur Verwendung von Baustoffen und Technologien sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten
 - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt sachgerecht zu bewerten.

➤ **Vorschläge für Schülerexperimente**

- zur Belastbarkeit und Beständigkeit von Materialien
- zur Stabilität verschiedener Querschnitte, Formen und Konstruktionen
- zum Mikroskopieren von pflanzlichen Oberflächen

3 Leistungseinschätzung

Bis zur Veröffentlichung einer fachlichen Empfehlung des Thüringer Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur gelten folgende Ausführungen.

3.1 Grundsätze

Die Einschätzung der Kompetenzentwicklung muss dem Charakter des Wahlpflichtunterrichtes Rechnung tragen. Sie folgt dem Prinzip der Ganzheitlichkeit und basiert auf Selbst- und Fremdeinschätzung⁸. Die Leistung des Schülers wird mit Hilfe vielfältiger Instrumente ermittelt, eingeschätzt bzw. benotet. Die Leistungseinschätzung muss sowohl pädagogische als auch fachliche Grundsätze berücksichtigen. Ziel ist es, die Mehrdimensionalität der Leistungen auf der Grundlage transparenter und für den Schüler nachvollziehbarer Kriterien einzuschätzen (vgl. 3.2).

Bei der Leistungseinschätzung sind folgende Anforderungsbereiche zu beachten:

Anforderungsbereich I (Reproduktion)	Anforderungsbereich II (analoge Rekonstruktion)	Anforderungsbereich III (Konstruktion)
<ul style="list-style-type: none">– das Wiedergeben von bekannten Sachverhalten aus einem abgegrenzten Fachgebiet im gelernten Zusammenhang– das Beschreiben und Verwenden gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang	<ul style="list-style-type: none">– selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang– selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann	<ul style="list-style-type: none">– planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigem Deuten, Folgern, Begründen oder Werten zu gelangen– das Anpassen oder Auswählen gelernter Denkmethode bzw. Lernverfahren zum Bewältigen von neuen Aufgaben

Ein angemessenes Verhältnis der drei Anforderungsbereiche ist umzusetzen. In allen Anforderungsbereichen sind Aspekte der Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz ausgewogen und klassenstufenbezogen zu berücksichtigen. Dabei sind grundsätzlich die Leistungen im schriftlichen, mündlichen und praktischen Bereich zu einem bestimmten Zeitpunkt sowie über einen definierten Zeitraum einzubeziehen.

Zur Einschätzung der Kompetenzentwicklung im Wahlpflichtunterricht eignen sich z. B.

- besondere Beiträge in Gruppen- und Unterrichtsgesprächen,
- Vorträge und Kurzreferate,
- schriftliche und mündliche Kontrollen,
- fachspezifische und fächerübergreifende Projekte und Wettbewerbe,
- Modelle, Informationstafeln, Dokumentationen, Facharbeiten,
- Schüler- und Demonstrationsexperimente sowie dabei angelegte Versuchsprotokolle.

⁸ Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Leitgedanken zu den Thüringer Lehrplänen für den Erwerb der allgemein bildenden Schulabschlüsse, Kapitel 4, 2011.

Naturwissenschaftliche Unterrichtsprojekte und Experimente sind in besonderem Maße geeignet, die verschiedenen Formen der Leistungseinschätzung miteinander zu verknüpfen. Sie werden von Bewertungsphasen begleitet, die Auskunft über das Entwicklungsniveau der Kompetenzen geben.

3.2 Kriterien

Die Einschätzung erfolgt auf der Basis transparenter Kriterien und bezieht sich auf die Qualität des zu erwartenden Produkts und des Lernprozesses, ggf. auch der Präsentation des Arbeitsergebnisses. Die Kriterien sind allgemein gültig und gelten für alle Themenbereiche. Sie sind gemäß der Spezifik der unter 3.1 aufgeführten Formen der Leistungseinschätzung anzuwenden.

Produktbezogene Kriterien sind z. B.

- Aufgabenadäquatheit,
- Korrektheit und Wissenschaftlichkeit,
- Übersichtlichkeit, Vollständigkeit und Strukturiertheit der Darstellung von Lösungswegen und Ergebnissen,
- angemessene Verwendung der mathematisch-naturwissenschaftlichen und technischen Fachsprache,
- Einhaltung formaler Gestaltungsnormen.

Prozessbezogene Kriterien sind z. B.

- Anwenden naturwissenschaftlicher Methoden und Arbeitsweisen,
- Effizienz bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher und technischer Problemstellungen,
- sachgemäße Auswahl und Anwendung von Geräten und Hilfsmitteln,
- zielgerichtete Beschaffung und Verarbeitung von naturwissenschaftlich-technischen Sachinformationen unter Nutzung geeigneter Medien,
- Reflexion und Dokumentation des methodischen Vorgehens,
- Leistungsbereitschaft bei Einzel- und Gruppenarbeit,
- Qualität der Planung einschließlich Zeitmanagement,
- Gestaltung der Lernumgebung (z. B. Vollständigkeit der Arbeitsmaterialien, Ordnung am Arbeitsplatz, Arbeitsschutz).

Präsentationsbezogene Kriterien sind z. B.

- logischer Aufbau und Strukturiertheit der Lösungswege und Ergebnisse,
- inhaltliche Qualität der Darstellung,
- angemessener und sicherer Umgang mit geeigneten elektronischen Medien,
- Einhalten des vorgegebenen quantitativen Rahmens,
- angemessene Verwendung der mathematisch-physikalischen und technischen Fachsprache,
- Vortragsweise (z. B. freies Sprechen),
- dem Produkt und der Zielgruppe angemessene Visualisierung, Darstellung und Präsentationsform,
- kompetente Reaktion auf Rückfragen.

3.3 Grundsätze der Leistungseinschätzung in bilingualen Modulen

In bilingualen Modulen steht die Leistungsbewertung nicht im Vordergrund. Der Schwerpunkt liegt in der Auseinandersetzung mit dem Sachfachgegenstand in der Fremdsprache.

Im Fall einer Bewertung basiert diese auf der fachlichen Leistung, da die Unterrichtsgegenstände der bilingualen Module dem Sachfach zugeordnet sind. Eine mögliche Bewertung erfolgt daher in dem jeweiligen Sachfach durch Ziffernnoten und gegebenenfalls eine verbale Leistungseinschätzung.

Der Lehrer muss sicherstellen, dass die Schüler den Unterrichtsstoff verstanden haben. Für den Schüler darf aufgrund von Sprachproblemen kein Nachteil bei der Leistungsbewertung entstehen.

Leistungserhebungen erfolgen in der Regel in der jeweiligen Fremdsprache. Der Schüler kann auf die deutsche Sprache zurückgreifen, wenn ihm die mündliche bzw. schriftliche Darstellung des behandelten Gegenstandes nicht im gewünschten Umfang in der Fremdsprache möglich ist.