

# Rheinland-Pfalz



---

**Lehrplan**  
**Wahlpflichtfach**  
**Mathematik-**  
**Naturwissenschaften**

(Klassen 9 und 10)

Realschule

## **Mitglieder der Fachdidaktischen Kommission**

Hans-Joachim Gärtner

Ingrid Baumgartner-Schmitt

Reinhard Marks

Volker Otterbach

Rainer Vicari

**Herausgeber:** Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung, Mainz

**Druckfassung:** SOMMER Druck und Verlag, Grünstadt, 1/1999

## Vorwort


Die Wahlpflichtfächer der Realschule bieten Schülerinnen und Schülern dieser Schulart die Möglichkeit, sich nach Neigung und Begabung, ggf. auch nach Berufsvorstellung, für einen Lernschwerpunkt zu entscheiden.

Der nunmehr abgelöste Lehrplan für das Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften in den Klassenstufen 9 und 10 hatte insofern Neuland betreten, als er in einem fächerübergreifenden Ansatz die Beschäftigung mit Wirkungsgefügen natürlicher und technischer Systeme vorsah und zugleich der induktiven experimentellen Arbeit im Schülerversuch eine Schlüsselstellung zuwies.

Auch der jetzt vorgelegte, überarbeitete und zur verbindlichen Erprobung eingeführte Lehrplan zielt neben der Vermittlung von Faktenwissen insbesondere auch auf Methoden- und Sozialkompetenz. Im Vordergrund stehen Wahrnehmungs- und Handlungskompetenzen wie verantwortliches Handeln gegenüber den Mitmenschen und der Natur, aber auch Verständnis politischer Entscheidungsprozesse.

Bei der Auswahl der Themen und Inhalte, die sich am natürlichen Interesse der Schülerinnen und Schüler an ihrer Umwelt orientiert, werden solche mit Real- und Praxisbezug bevorzugt. Die kybernetische Betrachtungsweise bleibt erhalten. Sie wird allerdings thematisch und inhaltlich verstärkt auf die Grundlagen gesellschaftlich bedeutsamer, gegenwarts- und zukunftsbezogener Themenfelder bezogen, nämlich auf Ökologie, Biotechnologie, Verfahrenstechnologie, Werkstofftechnologie, Informationstechnologie und Wärmetechnologie.

Der neue Lehrplan ist stärker mit dem Lehrplan für das Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften in den Klassenstufen 7 und 8 verzahnt und erleichtert durch seinen modulhaften Aufbau Lehrereinsatz, Schwerpunktbildung sowie schülerzentrierte Unterrichtsmethoden.



Prof. Dr. E. Jürgen Zöllner  
Minister für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung  
des Landes Rheinland-Pfalz

Übersicht	Seite
<b>1 Fachdidaktische Konzeption</b>	5
<b>2 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung</b>	6
2.1 Schülerorientierung	6
2.2 Orientierung an der Lebenswelt	6
2.3 Problemorientierung	6
2.4 Handlungsorientierung	7
2.5 Erkenntnisorientierung	8
2.6 Fächerübergreifender Unterricht	8
2.7 Unterrichtsmethoden und Sozialformen	8
<b>3. Leistungsbewertung</b>	9
3.1 Grundsätze	9
3.2 Zu bewertende Kriterien	9
3.3 Methoden der Leistungsfeststellung	9
3.4 Möglichkeiten der Leistungsbewertung	10
<b>4. Organisatorische Rahmenbedingungen</b>	13
4.1 Zeitbedarf, Freiräume und Schwerpunktbildung	13
4.2 Organisation des Unterrichts	13
4.3 Reihenfolge der Themenbereiche	13
<b>5. Ziele und Inhalte</b>	14
5.1 Lernzieltaxonomie	14
5.1.1 Lernzieldimensionen	14
5.1.2 Lernzielklassen und Anforderungsniveaus	14
5.2 Allgemeine Lernziele	15
5.3 Fachspezifische Lernziele	16
5.4 Soziale Lernziele	18
<b>6. Themenbereiche</b>	19
6.1 Strukturierung der Themenbereiche	19
6.2 Themenbereiche und Unterrichtsorganisation	19
6.3 Übersichten	20
6.3.1 Grundlagen der Ökologie	21
6.3.2 Grundlagen der Biotechnologie	24
6.3.3 Grundlagen der Verfahrenstechnologie	28
6.3.4 Grundlagen der Werkstofftechnologie	31
6.3.5 Grundlagen der Informationstechnologie	34
6.3.6 Grundlagen der Wärmetechnologie	38
<b>Anhang</b>	
Fächerübergreifender und fächerverbindender Unterricht	42

## 1 Fachdidaktische Konzeption

Zum Profil der Realschule gehört eine ausgeprägte Wahlpflichtdifferenzierung in den Klassenstufen 7 bis 10 mit einem Angebot von Fächern, das den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit bietet, nach Begabung und Interesse sowie im Hinblick auf die künftige Berufsentscheidung Lernschwerpunkte zu bilden. In diesen Wahlpflichtangeboten verwirklicht sich ein wesentlicher Teil des Bildungsauftrages der Realschule.

Das Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften wirkt am Erziehungs- und Bildungsauftrag der Realschule durch eine spezifische didaktische und methodische Konzeption mit, die sich in den Klassenstufen 9 und 10 die natürliche Neugier der Schülerinnen und Schüler an Phänomenen ihrer Umwelt zu Nutzen macht und diese Phänomene zu erklären hilft:

**Der Unterricht im Fach Mathematik-Naturwissenschaften der Klassenstufen 9 und 10 soll an grundlegende mathematisch-naturwissenschaftliche Methoden und Inhalte herantühren, mit deren Hilfe komplexe Wirkungsgefüge in der belebten und unbelebten Umwelt des Menschen erkannt werden können. Dabei kommt der Analyse natürlicher und technischer Systeme unter kybernetischen Gesichtspunkten besondere Bedeutung zu.**

Der Lehrplan weist aus diesem Grund Themenbereiche aus, die einerseits der Vertiefung und Ergänzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Pflichtfächer dienen, andererseits aber fächerübergreifende Denk- und Betrachtungsweisen fördern. Der Mathematik kommt hierbei die besondere Funktion zu, mit ihren Auswertungs- und Darstellungsmethoden Theorie- und Modellbildungsprozesse zu fördern. Durch diese Sichtweise sollen vor allem monokausale Denkmuster vermieden und ganzheitliche Lernprozesse gefördert werden, die für das Erreichen der allgemeinen Bildungs- und Erziehungsziele der Schule erforderlich sind.

Im Unterricht sollen darüber hinaus naturwissenschaftliche Erkenntnisse und ihre Anwendungsmöglichkeiten auch unter ethischen Gesichtspunkten betrachtet und analysiert werden. So soll anhand konkreter Beispiele aufgezeigt werden, dass die Pluralität von Werten, Normen und Weltanschauungen unterschiedliche Interpretationen naturwissenschaftlicher Informationen (Daten) zulässt und somit zu unterschiedlichem sittlichem oder politischem Handeln führen kann. Das Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften setzt sich somit auch das Ziel, Wahrnehmungs- und Handlungskompetenzen zu fördern, die auf die persönliche, berufliche und gesellschaftliche Lebensgestaltung wirken. Dies sind vor allem

- verantwortliches Handeln gegenüber den Mitmenschen und der Natur,
- Engagement zum Schutz der Umwelt und
- Verständnis politischer Entscheidungsprozesse.

## **2 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung**

### **2.1 Schülerorientierung**

Die im Lehrplan aufgeführten Lernziele und die Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts berücksichtigen, dass die Schülerinnen und Schüler den Weg vom Einfachen zum Komplexen, vom Konkreten zum Allgemeinen und vom Anschaulichen zum Abstrakten behutsam und altersangemessen beschreiten. Ziele und Inhalte des Unterrichts müssen so konkretisiert werden, dass die Schülerinnen und Schüler in altersgemäßer Form Lernprozesse mitplanen und mitgestalten, selbstständig Wege zu Lösungen finden, Erkenntnisse anwenden, in bestehende Zusammenhänge einordnen oder auf neue Gegebenheiten übertragen können.

### **2.2 Orientierung an der Lebenswelt**

Das Unterrichtsfach Mathematik-Naturwissenschaften befasst sich mit naturwissenschaftlich fassbaren Phänomenen in der Lebenswelt der Jugendlichen. Die Lebenswelt ist der Erlebnis- und Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler, aus dem unmittelbare Beobachtungen in den Unterricht eingebracht werden können. Zugleich ist sie das Umfeld, zu dessen Kenntnis und Verständnis der Unterricht beiträgt. Außerdem soll die Arbeit an konkreten und anschaulichen Beispielen aus der Lebenswelt der Jugendlichen zu entdeckendem und forschendem Lernen motivieren. Bei der Unterrichtsgestaltung ist zu berücksichtigen, dass die Unterrichtsinhalte Mädchen und Jungen in gleicher Weise zugänglich sind. Das bedeutet, dass neben dem naturwissenschaftlich-technischen Bezug, der insbesondere Jungen anspricht, immer wieder unmittelbar sinnlich wahrnehmbare Naturphänomene und praktische Anwendungen mit sozialen und die eigene Person einbeziehende Fragestellungen, die insbesondere von Mädchen vorgezogen werden, Berücksichtigung finden.

Mit diesem Lehrplan sollen vor allem Betrachtungsweisen gefördert werden, die zu einer kritischen, aufgeschlossenen und verantwortlichen Einstellung im Hinblick auf Umweltbewusstsein und Technik führen. Der Lehrplan ist aus diesem Grunde so konzipiert, dass er schrittweise eine Beschreibung und Analyse unserer natürlichen und technischen Umwelt als eines komplexen Wirkungsgefüges ermöglicht und hieran Möglichkeiten, Grenzen und insbesondere Fehler menschlicher Einflussnahme aufzeigt.

### **2.3 Problemorientierung**

Unterricht, in dem Situationen, Ziele und Inhalte bevorzugt werden, die den Jugendlichen helfen, sich in naturwissenschaftliche Fragestellungen einzuarbeiten oder Beziehungsgefüge zwischen menschlichem Handeln und Veränderungen der Umwelt zu erkennen, eröffnet eine Fülle von praktischen, emotionalen und intellektuellen Erfahrungs- und Lernmöglichkeiten.

Im Unterricht stehen vor allem folgende Problembereiche im Vordergrund:

- Probleme des naturwissenschaftlichen Erkennens, der Reproduzierbarkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und des Umsetzens naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in naturwissenschaftliches Handeln;
- Probleme in der Alltagswelt, der natürlichen Umwelt und der Berufs- und Arbeitswelt, die unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet und bearbeitet werden können;
- ethische, ästhetische und politische Probleme in einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt.

## 2.4 Handlungsorientierung

Folgende Aspekte bestimmen den Bildungswert handlungsorientierten Lernens:

- Verantwortungsbewusstsein für Natur und Umwelt äußert sich in angemessenem Handeln.
- Handlungsorientierung stellt eine effektive Methode dar, Motivation und Lernerfolg zu steigern.
- Erfolgreiches Lernen erfolgt im Zusammenspiel von kognitiven, affektiven, sozialen und motorischen Komponenten.
- Handlungsorientiertes Lernen in der Schule bietet die Möglichkeit, umweltgerechtes Handeln einzuüben und zu verinnerlichen.

Vor dem konkreten Handeln müssen Planung und Abwägung möglicher Konsequenzen stehen. Durch vielfältige Handlungsformen werden komplexe, aspektreiche Lernerfahrungen vermittelt, Wahrnehmung, Selbst- und Welterfahrung erweitert und größere Sinnzusammenhänge eröffnet. Der Jugendliche erfährt sich selbst als Verursacher, er erkennt Abhängigkeiten und lernt so, die Folgen des eigenen Handelns einzuschätzen. Die direkte Erfahrung der Konsequenzen des eigenen Handelns ermöglicht ein bewussteres, reflektiertes und verantwortungsvolles Verhalten.

## 2.5 Erkenntnisorientierung

Die Unterrichtsgegenstände sollten möglichst unmittelbar von den Schülerinnen und Schülern erfahren werden. Eine originale Begegnung mit den Phänomenen in der natürlichen und technischen Umwelt der Jugendlichen steht im Vordergrund und erfordert oft eine Verlagerung des Lernortes aus der Schule.

Die **experimentelle Erschließung** der jeweiligen Inhalte hat im Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften einen bedeutenden Stellenwert. Vorrang hat das Schülerexperiment. Neben dem hohen Erkenntniswert besitzt es einen beachtlichen Motivationseffekt und dient zur Einübung sozialer Verhaltensweisen. Die ausgewählten Experimente sind lernpsychologisch angemessen einzusetzen. Funktion, Aufbau und Ablauf der Experimente müssen für die Lernenden nachvollziehbar, die Aussagefähigkeit ihrer Ergebnisse erkennbar sein. Als Frage an die Natur, als Verifizierung von Vermutungen und Schlussfolgerungen und als Nachahmung nimmt das Experiment ganz unterschiedliche Aufgaben wahr.

**Modellvorstellungen** treten im Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften mit fortschreitendem Lernprozess immer stärker in den Vordergrund. Sie dienen im Unterricht meist der Erklärung und Veranschaulichung von Phänomenen und haben nur selten die heuristische Funktion, die sie in der Wissenschaft besitzen. Neben den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen sollen insbesondere bei fächerübergreifenden Projekten auch **Methoden** aus dem gesellschaftswissenschaftlichen Bereich eingesetzt werden (z.B. Erhebung und Auswertung von Daten und Meinungen, Erstellung und Interpretation von Statistiken, Auswertung von Texten).

## 2.6 Fächerübergreifender Unterricht

Das Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften verzichtet auf eine deutliche Grenzziehung zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern einerseits und den geistes- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern andererseits. Alle im Lehrplan aufgeführten naturwissenschaftlichen Inhalte stehen immer in einem ökologischen, ökonomischen und sozialen Kontext, dessen Thematisierung andere Unterrichtsfächer berührt. Für das Verständnis dieser Komplexität muss den Schülerinnen und Schülern eine deutliche Vorstellung von den vielfältigen Vernetzungen vermittelt werden. Dies kann in Kooperation mit anderen Fächern geschehen, sollte aber auch innerhalb des Unterrichts im Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften durch Einbeziehung fachfremder Betrachtungsweisen und Problemzusammenhänge angestrebt werden.

Dabei lassen sich folgende im Anhang des Lehrplans näher beschriebenen Grundmodelle im Unterricht umsetzen:

- Fächerübergreifendes Arbeiten im einzelnen Fach.
- Gegenseitiges Zuarbeiten einzelner Fächer.
- Parallelisierung themenähnlicher und -gleicher Inhalte mehrerer Fächer.
- Erschließung fächerübergreifender Themenbereiche.
- Teamteaching.
- Zeitweiliges Zusammenlegen von Unterrichtsfächern.

## 2.7 Unterrichtsmethoden und Sozialformen

Die Wahl der Unterrichtsmethoden und Sozialformen ist für Zielsetzungen und Inhalte des Unterrichts von grundsätzlicher Bedeutung. Zur Umsetzung der Ziele dieses Lehrplanes werden vor allem Methoden und Sozialformen empfohlen, die Selbstständigkeit, Kooperationsfähigkeit und Selbstverantwortung fördern, aber auch auf unterschiedliche Zugangsweisen von Mädchen und Jungen Rücksicht nehmen. So ist es für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht überaus bedeutsam, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, von sich aus Fragen zu formulieren, Problemstellungen zu entwickeln, Problemstellungen experimentell zu bearbeiten, selbst Informationen zu beschaffen und auszuwerten, zu beurteilen, zu bewerten und weiterzugeben. Darüber hinaus muss in der Unterrichtspraxis deutlich werden, dass auch die Kommunikation und Kooperation wesentliche Elemente des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts sind.



## **3 Leistungsbewertung**

### **3.1 Grundsätze**

Das Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften will dazu anleiten, die eigene Leistungsfähigkeit zu erproben, persönliche Leistungsgrenzen auszuweiten und sich auf außerschulische Leistungsforderungen vorzubereiten. Gefördert wird dies durch Unterrichtsstrukturen, die individuelle Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler respektieren, die Übungs- und Wiederholungsmöglichkeiten bereitstellen, die Lernbereitschaft fördern und die Überprüfung des Lernerfolgs möglich machen.

Die Erfahrung, allein oder gemeinsam mit anderen Leistungen erbringen zu können, stärkt Selbstbewusstsein und Selbstvertrauen und damit die Bereitschaft, sich neuen Aufgaben zu stellen. Die Schule fördert diese Erfahrung durch Unterstützung, Ermutigung und durch Anerkennung der erbrachten Leistung. Kontrollen des Lernfortschritts und Bewertung von Leistungen sind daher nicht nur am Ende von Lernprozessen vorzusehen, sondern so weit wie möglich zur Selbstkontrolle der Schülerinnen und Schüler bereits in den Lernprozess einzubauen.

Bei der Leistungsbewertung geht es um eine gerechte und transparente Entscheidung auf der Grundlage der im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten. Die Schülerinnen und Schüler müssen befähigt werden, eigene Leistungen einschätzen zu können. Dazu müssen mit ihnen frühzeitig entsprechende Kriterien erarbeitet und vereinbart werden.

### **3.2 Zu bewertende Leistungen**

Die Differenzierung der Leistungsanforderungen erfolgt gemäß der in Abschnitt 5.1 dargestellten Lernzieltaxonomie. Die Lerninhalte des Wahlpflichtfaches Mathematik- Naturwissenschaften in den Klassen 9 und 10 umfassen die Einübung und Vertiefung grundlegender mathematisch-naturwissenschaftlicher Methoden und Inhalte. Bei der Analyse natürlicher und technischer Systeme unter kybernetischen Gesichtspunkten haben fächerübergreifende Denk- und Betrachtungsweisen im Vordergrund zu stehen. Die Leistungsbewertung muss sich daher im Wesentlichen auf diese methodischen Ziele beziehen, vor allem auf die in den Abschnitten 5.2 und 5.3 dargestellten allgemeinen und fachspezifischen Lernziele.

### **3.3 Methoden der Leistungsfeststellung**

Einer Beurteilung sind nur Leistungen zugänglich, die tatsächlich beobachtet und in ihren Ausprägungen beschreibbar sind. Aus den anzustrebenden Lernzielen ergibt sich zwangsläufig, dass - vor allem auch bei schriftlichen Leistungen - nicht die Kenntnisse über fachliche und soziale Methoden und Arbeitsweisen zu bewerten sind, sondern deren praktische Anwendung und der Grad ihrer Akzeptanz und Automatisierung. Eine Vielzahl unterschiedlicher Arten von Beobachtungsmethoden und Lernzielüberprüfungen ist anzustreben.

**Klassenarbeiten** enthalten experimentelle, handlungsorientierte und soziale Aufgabenstellungen. Geeignet ist die Wiederholung eines Versuchs mit leicht geänderter Aufgabenstellung oder die Durchführung eines Experiments aus einer Versuchsreihe mit neuer Problemstellung. Die Anforderungen in einer Klassenarbeit sollten möglichst viele der in den Abschnitten 5.2 bis 5.4 aufgeführten Fähigkeiten umfassen. Die Aufgabenstellung ist entsprechend zu gliedern.

**Andere Leistungsnachweise** umfassen nach Eigenart des Faches eine Vielfalt von Arbeitsformen und Leistungen wie etwa

- **mündliche:** Beitrag zum Unterrichtsgespräch, Beschreibung, Zusammenfassung, Schülervortrag (Referat), punktuelle Beantwortung von Fragen, etc.
- **schriftliche:** Datenbeschaffung, Entwürfe, Planungen, Protokolle und andere Dokumentationen, Mathematisierungen und Berechnungen, Auswertungen, Präsentationen, punktuelle Beantwortung von Fragen, punktuelle Problemlösungen, etc.
- **manuelle:** Zeichnen, Bau von Modellen, Beobachtungs- und Messgeräten, sachgerechter Umgang mit Materialien und Geräten, Geschicklichkeit, Sauberkeit und Genauigkeit beim Experimentieren, Beobachten und Messen, etc.
- **soziale:** Beachtung von Sicherheitsaspekten und -vorschriften, Umgang mit Mitgliedern der Lern- bzw. Arbeitsgruppe, Arbeitsorganisation und -verteilung, Beachtung ökologischer Aspekte, etc.

Alle zur Leistungsfeststellung herangezogenen Arbeitsformen müssen im Unterricht geübt worden sein.

Im Hinblick auf eine sachliche Motivation im fortlaufenden Unterrichtsgeschehen bietet sich eine epochale Leistungsbewertung an, bei der dem einzelnen Schüler differenzierte Rückmeldungen zu den einzelnen Kompetenzbereichen gegeben werden können (Sach-, Methoden und Sozialkompetenz). Hierzu empfiehlt sich das Führen von nach Kompetenzbereichen gegliederten Beobachtungsbögen sowohl für die Arbeitsgruppen als auch die Einzelschüler und die konstante Einforderung von Arbeitsdokumentationen (z.B. Zeichnungen, Auflistungen, Tabellen, Entwürfe, Protokolle, Präsentationen, Modelle). Die Dokumentation abgeschlossener Arbeitseinheiten kann auch isoliert bewertet werden.

### **3.4 Möglichkeiten der Leistungsbewertung**

Die folgenden beispielhaften Bewertungsansätze und -kriterien sind den Schülerinnen und Schülern jeweils schon in den ersten Lernphasen bewusst zu machen und möglichst mit ihnen gemeinsam festzulegen.

Die Bewertung erfolgt im Wesentlichen anhand der

- Beobachtung des Schülerverhaltens (mündlich, manuell, sozial),
- Kontrolle fixierter Darstellungen (Prozessdokumentationen, Protokolle, Dokumentationen, Mathematisierungen und Berechnungen, Ergebnisse, Texte, Zeichnungen, Computerausdrucke etc.),
- Beurteilung von Produkten (Modelle, Präsentationen etc.).

Leistung	Bewertungskriterien
<p><b>Analysieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemfindung</li> <li>- Lösungsvorschläge</li> <li>- Versuchsplanung</li> </ul>	<p><b>Beobachtung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fragen, Ideen, Vorhersagen, Hypothesen</li> <li>– Anwendung von Kenntnissen</li> <li>– Realisierbarkeit von Vorschlägen</li> <li>– experimentelle Überprüfbarkeit von Aussagen</li> <li>– Sicherheit</li> </ul> <p><b>Kontrolle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zeichnung</li> <li>– Aufbau</li> <li>– Funktionalität</li> <li>– Durchschaubarkeit</li> </ul>
<p><b>Informationsbeschaffung, -sichtung und -auswertung</b></p>	<p><b>Beobachtung/Kontrolle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Relevanz der Information und der Informationsquelle</li> <li>– Schnelligkeit, Sicherheit und Umfang der Informationsbeschaffung, -speicherung und –übertragung</li> </ul>
<p><b>Strukturieren, Simulieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Strukturierung</li> <li>– Versuchsdurchführung</li> <li>– Umgang mit Modellen</li> <li>– Handhabung von Modellbildungssystemen</li> </ul>	<p><b>Beobachtung/Kontrolle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zweckmäßigkeit</li> <li>– Zeiteinteilung</li> <li>– sinnvolle Genauigkeit</li> <li>– Ideenreichtum</li> <li>– Sauberkeit</li> <li>– Methodenkenntnis und –beherrschung</li> </ul>
<p><b>Soziale Leistung in der Gruppe</b></p>	<p><b>Beobachtung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gegenseitige Akzeptanz und Rücksichtnahme</li> <li>– Organisation</li> <li>– Arbeitsteilung</li> <li>– Geräuschpegel</li> <li>– erwünschte und nicht erwünschte Kontakte zu anderen Gruppen</li> <li>– Sicherheit</li> </ul> <p><b>Kontrolle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zustandekommen</li> <li>– Schnelligkeit</li> <li>– Umfang und</li> <li>– Qualität von Gruppenergebnissen</li> </ul>

<p><b>Deuten von Abhängigkeiten und Zusammenhängen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erkennen problemübergreifender Bezüge</li> <li>– Ergebnisfindung</li> <li>– Fehlerbetrachtung</li> <li>– Ideen oder Versuche zur Optimierung</li> <li>– Kritische Beurteilung</li> </ul>	<p><b>Beurteilung</b> von Dokumentationen, Protokollen, Tabellen, Diagrammen, Texten, Zeichnungen etc.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fachliche Richtigkeit</li> <li>– Sauberkeit</li> <li>– Prägnanz</li> </ul> <p><b>Beobachtung/Kontrolle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Qualität der Aussage</li> <li>– Erkennen qualitativer und quantitativer Aspekte</li> <li>– Geeignete Darstellung von Datenreihen</li> <li>– Erkennen von Zusammenhängen</li> <li>– Je-desto-Aussagen</li> <li>– Geeignete Darstellung von Abhängigkeiten</li> <li>– Unterscheidung von Beschreibung und Erklärung</li> <li>– Deutung von Darstellungsformen</li> <li>– Vergleich von Erwartung und Ergebnis</li> <li>– Angabe weiterführender Versuche</li> <li>– Methodenkenntnis und –beherrschung</li> </ul> <p><b>Beobachtung/Beurteilung</b> von Präsentationen, Ergebnissen, Produkten und Gesprächsbeiträgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erkennen größerer Zusammenhänge</li> <li>– Erkennen unterschiedlicher Standpunkte und Deutungen</li> <li>– Beachtung der Umweltverträglichkeit</li> </ul>
<p><b>Formale Aspekte</b></p>	<p><b>Kontrolle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Äußere Form</li> <li>– Gliederung</li> <li>– Sauberkeit von Schrift und Zeichnungen</li> </ul> <p><b>Beobachtung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verantwortung für Unversehrtheit und Ordnung der Geräte und Materialien</li> <li>– Schnelligkeit und Geschick im Umgang mit Geräten und Materialien</li> <li>– Verantwortung für Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz</li> </ul> <p><b>Beurteilung</b> von Präsentationen, Ergebnissen und Produkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchschaubarkeit und Verständlichkeit in Wort und Bild</li> <li>– Prägnanz der Darstellung</li> </ul>

## 4 Organisatorische Rahmenbedingungen

### 4.1 Zeitbedarf, Freiräume und Schwerpunktbildung

Der Lehrplan geht von maximal 40 Unterrichtswochen, beim vier- bzw. dreistündigen Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften also von insgesamt 160 bzw. 120 Wochenstunden pro Schuljahr aus. 60 Prozent dieser Wochenstunden stehen für die Umsetzung der verbindlichen Lernziele dieses Lehrplans zur Verfügung: Damit ergeben sich pro Schuljahr 96 bzw. 72 Wochenstunden, die jedem der in Abschnitt 6 beschriebenen Themenbereiche zugrundegelegt werden. Die verbleibenden Wochenstunden sind Freiräume, um Entscheidungen vor Ort im Hinblick auf Schwerpunktbildungen, die individuellen Voraussetzungen der Jugendlichen, die Zusammensetzung der Lerngruppe, örtliche und regionale Besonderheiten der Schulen, die Ausstattung der Schulen, fächerübergreifende Unterrichtsprojekte sowie die Einbeziehung von "Lernpartnern" (Öffnung der Schule) zu ermöglichen. Darüber hinaus kann auch aktuellen Entwicklungen Rechnung getragen werden.

	9. Schuljahr	10. Schuljahr
<b>Wochenstunden</b>	<b>160</b>	<b>120</b>
<b>davon verbindlich verplant</b>	<b>96</b>	<b>72</b>
<b>davon Freiräume</b>	<b>64</b>	<b>48</b>

### 4.2 Organisation des Unterrichts

Bei der Umsetzung des Lehrplanes kommt dem induktiven Vorgehen und dem experimentellen Arbeiten im Schülerversuch eine besondere Schlüsselrolle zu. Es ist daher notwendig,

- dass der Unterricht in naturwissenschaftlichen Arbeitsräumen mit Schülerarbeitsplätzen zur Durchführung von Gruppenversuchen und entsprechenden Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen stattfindet,
- dass die vorhandenen Gerätesammlungen den Hinweisen im Lehrplan entsprechend zu ergänzen sind und
- dass aus Sicherheitsgründen nur Lerngruppen bis zu einer maximalen Größe von 24 Schülerinnen und Schülern unterrichtet werden.

Die Organisation des Unterrichts in Doppelstunden wird empfohlen.

### 4.3 Gliederung der Themenbereiche

Die Gliederung der Themenbereiche in diesem Lehrplan ist eine Empfehlung; sie kann im Hinblick auf die Lerngruppen, schulorganisatorische Zwänge, regionale Gegebenheiten usw. geändert werden. Insbesondere hat der unterrichtende Lehrer die Möglichkeit, durch die Wahl und die Anordnung bestimmter Themenbereiche schüleradäquate Schwerpunkte zu setzen. Es können sich somit für verschiedene Schulen unterschiedliche inhaltliche Abfolgepläne ergeben, die sich, obwohl den gleichen Zielen verpflichtet, in der Wahl und Gliederung der Themengebiete voneinander unterscheiden.

## 5 Ziele und Inhalte

### 5.1 Lernzieltaxonomie

Die Lernziele des vorliegenden Lehrplanes orientieren sich an nachstehender Taxonomie und sind unter Berücksichtigung des begleitenden Textes verbindlich.

#### 5.1.1 Lernzieldimensionen

	<b>H a n d l u n g s k o m p e t e n z e n</b>		
	<b>Sachkompetenz</b>	<b>Methodenkompetenz</b>	<b>Sozialkompetenz</b>
<b>Verhaltenskomponenten</b>	<p><b>kognitiv:</b> wissen, verstehen, anwenden und bewerten von Begriffen, Strukturen, Methoden und sozialen Verhaltensweisen</p> <p><b>psychomotorisch:</b> versuchende oder nachahmende Bewältigung, kontrollierte Ausführung, präzise, koordinierte und automatisierte Beherrschung von Bewegungsabläufen, Gerätehandhabungen, Versuchs- und Präsentationstechniken</p> <p><b>kommunikativ:</b> Beachtung, Meinungs Austausch, gemeinsames Handeln und Integrieren von Individuen und Gruppen</p> <p><b>affektiv:</b> dulden, akzeptieren, bewerten und engagierte Beachtung von Meinungen, Einstellungen und Wertordnungen</p>		

#### 5.1.2 Lernzielklassen und Anforderungsniveaus

	<b>L e r n z i e l k l a s s e n</b>			
	<b>Wissen</b> <i>Information</i>	<b>Können</b> <i>Operation</i>	<b>Erkennen</b> <i>Diskussion</i>	<b>Werten</b> <i>Akzeptanz</i>
<b>Anforderungsstufen</b>	<p><b>Einblick:</b> Das aus der ersten Begegnung erworbene Wissen</p> <p><b>Überblick:</b> Systematisierte Übersicht</p> <p><b>Kenntnis:</b> Detaillierte Wiedergabe und Einordnung</p> <p><b>Vertrautheit:</b> Erweiterte und vertiefte Kenntnis, sicherer Umgang</p>	<p><b>Fähigkeit:</b> Bewältigung</p> <p><b>Fertigkeit:</b> koordiniertes, sicheres Können</p> <p><b>Beherrschung:</b> automatisierter, vertrauter Umgang</p>	<p><b>Bewusstsein:</b> Die zum Weiterdenken erforderliche Grundstufe des Erkennens</p> <p><b>Einsicht:</b> Die durch Auseinandersetzung erworbene Auffassung</p> <p><b>Verständnis:</b> Die Ordnung von Einsichten und weitere Verarbeitung zu einem begründeten Urteil</p>	<p><b>Bereitschaft:</b> Anerkennung und Verwirklichung von Werthaltungen</p> <p><b>Interesse:</b> Engagierte Beachtung von Werthaltungen aus innerer Überzeugung</p>

## 5.2 Allgemeine Lernziele

In den Klassenstufen 9 und 10 steht vor allem die Analyse natürlicher und technischer Systeme unter kybernetischen Gesichtspunkten (d.h. die Abhängigkeiten und Kontrollfunktionen in offenen Systemen) im Vordergrund. Die folgenden **verbindlichen** Lernziele sind anzustreben:

- Die Einsicht in die wechselseitigen Beziehungen zwischen Mathematik, Naturwissenschaften, Technik, Gesellschaft und Umwelt.
- Die Fähigkeit, komplexe Wirkungsgefüge in der belebten und unbelebten Umwelt zu erkennen.
- Die Fähigkeit, komplexe Wirkungsgefüge zu analysieren.
- Die Fähigkeit, die Wechselwirkungen der Elemente komplexer Wirkungsgefüge zu beschreiben.
- Der Einblick in die Modellbildung komplexer Wirkungsgefüge.
- Die Fähigkeit, Modelle komplexer Wirkungsgefüge zu analysieren.
- Die Fähigkeit, das Verhalten (von Modellen) komplexer Wirkungsgefüge vorherzusagen.
- Die Fähigkeit, situations- und fächerübergreifende Bezüge zu erkennen.
- Das Bewusstsein von Einflüssen auf Umwelt und Lebensqualität.
- Die Fähigkeit, sich Information zu verschaffen, Information zu speichern und zu übertragen.
- Die Fertigkeit, Arbeitsgeräte, Materialien und Datenträger funktionsgerecht zu handhaben.
- Die Fähigkeit, Computer sach- und situationsgerecht einzusetzen.
- Die Fertigkeit, Experimente und andere Arbeitsvorhaben zeitgerecht zu planen, durchzuführen und auszuwerten.
- Die Fähigkeit, Ausgangsbedingungen, Planung, Durchführung und Ergebnisse von Experimenten kritisch zu reflektieren.
- Die Fertigkeit, unter Beachtung fachspezifischer Methoden Prozesse sachorientiert zu dokumentieren und Ergebnisse zu präsentieren.
- Die Fähigkeit, die Konventionen der deutschen Sprache bei der Beschreibung von Sachverhalten zu beachten.
- Die Fähigkeit, Begriffe der Fachsprache sachgerecht zu benutzen.
- Die Kenntnis von Fakten, soweit sie für das Verständnis der Themen und Methoden erforderlich sind.
- Die Kenntnis und Beherrschung von Vorschriften, Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Unfallverhütung und Abfallbeseitigung.
- Das Interesse für die Erforschung komplexer Umweltzusammenhänge.

### 5.3 Fachspezifische Lernziele

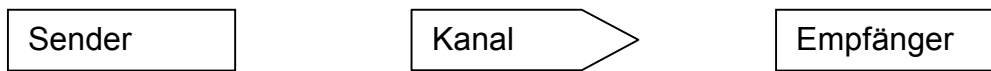
Die zu vermittelnden Fachmethoden sind in der Regel nicht eindeutig einzelnen Themenbereichen zuzuordnen. Bei der Einstufung der Anforderungen sind die Klassenstufe und der jeweilige Entwicklungsstand der Jugendlichen zu berücksichtigen (Spiralprinzip). Den Schülerinnen und Schülern sollen die folgenden Fachmethoden integriert in die Arbeit innerhalb der Themenbereiche (siehe Abschnitt 6) **verbindlich** nahe gebracht werden:

#### **Analysieren**

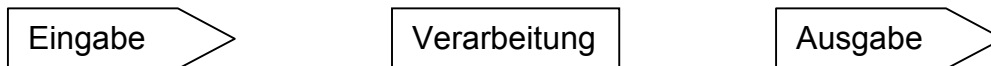
- Betrachtungen, Beobachtungen, Vergleiche, Untersuchungen und Experimente als Methoden empirischer Erkenntnisgewinnung anwenden.
- Modellvorstellungen kennen und anwenden.  
*Begriffe: Sachmodell, Denkmodell, Funktionsmodell, mathematisches Modell, Simulation, Modellexperimente.*
- Informationen aus Umfragen, Texten, Lexika, Datenbanken oder Datennetzen gewinnen.  
*Begriffe und Regeln: Datenrecherche, Datenbank, Datenfernübertragung.*

#### **Strukturieren**

- Strukturen belebter und unbelebter Systeme kennen.  
*Begriffe: Sender-Kanal-Empfänger-Modell (SKE-Modell):*



*Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Modell (EVA-Modell):*



- Verhaltensweisen und -regeln belebter und unbelebter stofflicher Systeme kennen.
- Funktions- und Sachmodelle entwerfen und herstellen.  
*Begriffe: Sachmodell, Funktionsmodell, Simulation, Modellbildungssystem, Tabellenkalkulation.*
- Funktionen in geeigneter Form simulieren.  
*Begriffe und Regeln: Simulation, Modellexperiment, Modellbildungssystem, Tabellenkalkulation.*
- Wirkdiagramme erstellen und deuten.
- Durch Variation der Eingabedaten Möglichkeiten und Grenzen von Modellen erkunden.  
*Begriffe und Regeln: Definitionsbereich, Wertebereich, Modellbildungssystem, Tabellenkalkulation.*



- Signal-, Energie- und Stoffwandlungen erkennen und simulieren.  
*Begriffe und Regeln: Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe, Fühler, Wandler, Geber.*
- Steuerungen von Regelungen unterscheiden.  
*Begriffe und Regeln: Steuerungsgröße, Steuerkette, Regelgröße, Führungsgröße, Regelstrecke, Rückkopplung, Mitkopplung, Gegenkopplung, Regelkreis, Soll-Wert, Ist-Wert, Vergleichler, Stellglied, Regler.*
- Gleichgewichtszustände erkennen, begründen und darstellen.  
*Begriffe: Statisches Gleichgewicht, dynamisches Gleichgewicht, Fließgleichgewicht, Gleichgewichtsverschiebung, stabiler und instabiler Zustand.*
- Ablaufdiagramme erstellen und deuten.  
*Begriffe und Regeln: Ablaufdiagramm, Schleife, Verzweigung, bedingte und unbedingte Aktion.*
- Experimentelle Erkenntnisgewinnung von Untersuchungen an Funktionsmodellen unterscheiden.
- Struktur und Syntax von Aussagen kennen, anwenden und beachten.  
*Begriffe und Regeln: Falsche Aussage, wahre Aussage, Aussageform, Verneinung, UND-Verknüpfung, ODER-Verknüpfung, Implikation, Äquivalenz, Sätze der Aussagenlogik.*
- Begriffe und Regeln des Umgangs mit Variablen kennen, anwenden und beachten.  
*Begriffe und Regeln: Konstante, Variable, Grundmenge, Lösungsmenge, Größe, Größensymbol, Maßeinheit, Messgerät.*
- Variablen als Funktionsvariablen bzw. Parameter erkennen.  
*Begriffe und Regeln: Funktionsvariable, unabhängige und abhängige Variable, Parameter.*
- Größen und ihre Maßeinheiten anwenden.
- Geräte und Verfahren zur Messung von Größen kennen und beherrschen.
- Informationen (aus Umfragen, Texten, Lexika oder Datenbanken) sichten und auswerten.

## **Deuten**

- Das Verhalten belebter und unbelebter Systeme mit Hilfe erkannter Regeln deuten.
- Darstellungsformen von Abhängigkeiten interpretieren.
- Umweltverträglichkeiten beurteilen und ökologische Konsequenzen mitbedenken.
- Zur Darstellung von Abläufen und Zusammenhängen geeignete, unterschiedliche Techniken und Medien benutzen.  
*Techniken und Medien: Text, Zeichnung, Tabelle, Diagramm, Fotografie, Plakat, Protokoll, Tabellenkalkulation, Modell (-bildungssystem), Wirkdiagramm, Ablaufdiagramm, Sammlung, Ausstellung, Pflege.*

## 5.4 Soziale Lernziele

Die sozialen Lernziele sind in allen Themenbereichen zu beachten. Dabei ist nicht nur die Kenntnis gesellschaftlicher Rahmenbedingungen anzustreben, sondern auch die praktische Anwendung sozialer Regeln unter Beobachtung der Automatisierung und des Grades der Akzeptanz. Folgende Ziele sollen **verbindlich** angestrebt werden:

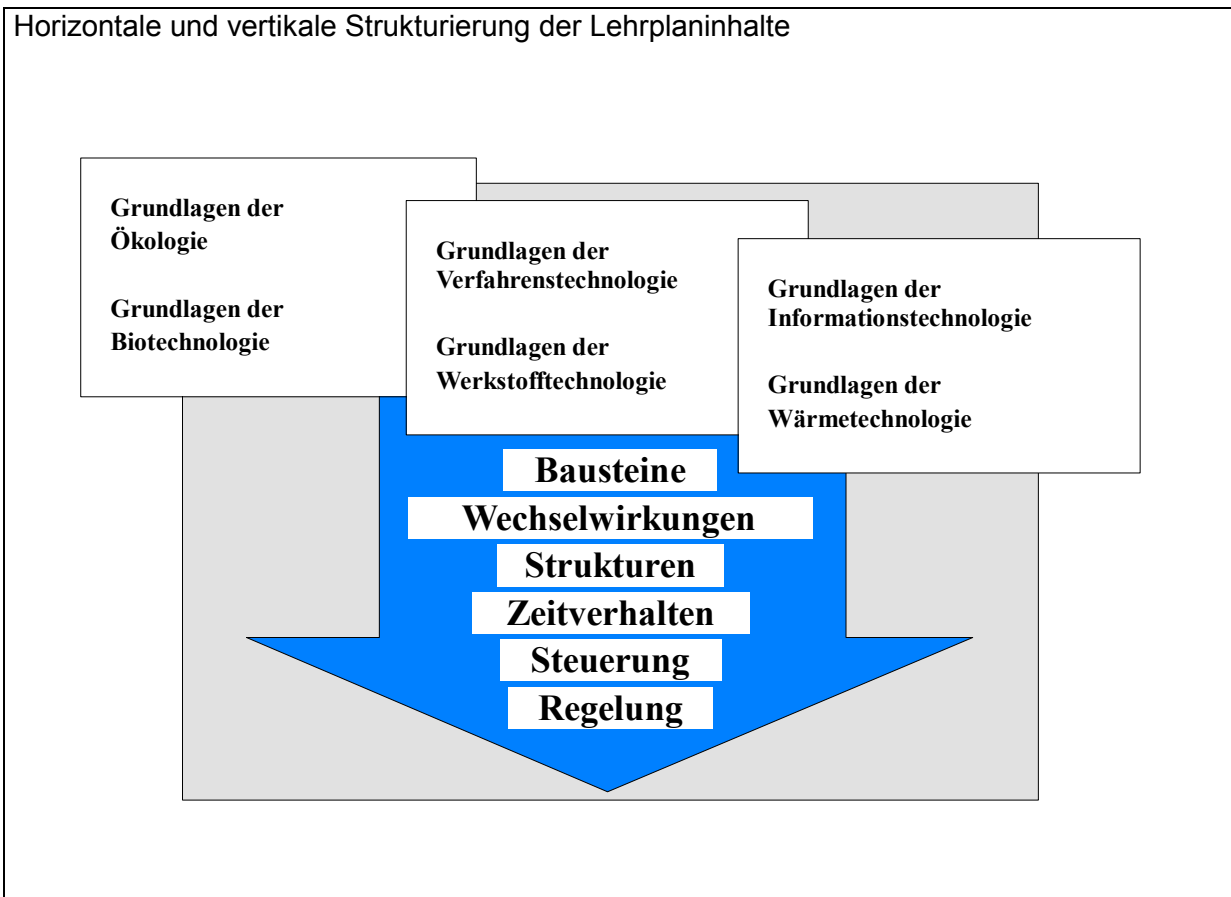
- Einflüsse auf die Lebensqualität durch Erkenntnisse und Leistungen der Naturwissenschaften und der Technik erkennen.
- Soziale, ökologische und ökonomische Abhängigkeiten erkennen und beschreiben.
- Die Bereitschaft, Meinungen und Verhaltensweisen von Mitschülerinnen und Mitschülern angemessen zu tolerieren.
- Die Fähigkeit, partnerschaftlich und rücksichtsvoll zusammenzuarbeiten.  
*Begriffe und Regeln: Teamwork, Brainstorming, kooperatives Problem- und Konfliktlösungsverhalten.*
- Die Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen.

## 6 Themenbereiche

### 6.1 Strukturierung der Themenbereiche

Der Lehrplan weist sechs ähnlich strukturierte Themenbereiche aus, in denen an zusammengehörigen Objekten und Objektbeziehungen (Inhalten) auf die Lernziele hingearbeitet werden soll.

**Die vertikale Strukturierung der Themenbereiche ist sachlogisch ausgerichtet. Vielfach ist es methodisch günstig, im Unterricht eine andere Abfolge zu wählen.**



### 6.2 Themenbereiche und Unterrichtsorganisation

In der Klassenstufe 9 sind zwei der sechs angebotenen Themenbereiche zu behandeln. Für die Klassenstufe 10 besteht die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der jeweiligen Lerngruppe oder schulorganisatorischen Rahmenbedingungen zwei weitere Themenbereiche zu behandeln oder einen weiteren Themenbereich besonders zu vertiefen:

Klasse 9, 1. Halbjahr	Klasse 9, 2. Halbjahr	Klasse 10, 1. Halbjahr	Klasse 10, 2. Halbjahr
Themenbereich A	Themenbereich B	Themenbereich C	Themenbereich D

oder

Klasse 9, 1. Halbjahr	Klasse 9, 2. Halbjahr	Klasse 10, 1. Halbjahr	Klasse 10, 2. Halbjahr
Themenbereich A	Themenbereich B	Themenbereich C + mögliche Addita	

Bei der Behandlung eines Themenbereiches sind im 9. Schuljahr 48 Wochenstunden, im 10. Schuljahr 36 bzw. 72 Wochenstunden vorzusehen. Die verbleibenden unterrichtlichen Freiräume stehen zur Bildung von Schwerpunkten sowie zur Durchführung von Exkursionen und Projekten zur Verfügung. Die Entscheidung darüber, was angemessen ist, fällt der Lehrer situationsbezogen und auf der Grundlage seiner fachlich-pädagogischen Kompetenz.

### 6.3 Übersichten

Die Übersichten der Themenbereiche sind dreispaltig aufgebaut:

Sachkompetenz	Methoden- und Sozialkompetenz	Hinweise
---------------	-------------------------------	----------

In der Spalte “**Sachkompetenz**” sind Inhalte aufgeführt, mittels derer die verbindlichen Lernziele erreicht werden sollen. Sachkompetenz wird als Fähigkeit verstanden, in Zusammenhang mit den Inhalten stehende Kenntnisse, Einsichten und Fertigkeiten selbstständig und selbstverantwortlich anzuwenden. Sie wird über mathematisch-naturwissenschaftliche Erkenntnis- und Darstellungsmethoden erworben. Damit ist der Unterrichtende verstärkt zur Initiierung erkenntnisgewinnender Lernprozesse verpflichtet. Die zugehörigen Lernziele sind im Lehrplanabschnitt 5 allgemein aufgeführt. Im Lehrplanabschnitt 6 werden sie in der Spalte “**Methoden- und Sozialkompetenz**” konkretisiert. In der Spalte “**Hinweise**” werden darüber hinaus unverbindliche Anregungen für die Unterrichtsgestaltung gegeben. Diese Hinweise erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, enthalten keine Wertungen und sollen die didaktisch methodische Eigenständigkeit des einzelnen Lehrers nicht einengen.

### 6.3.1 Grundlagen der Ökologie

Im Themenbereich "Grundlagen der Ökologie" stehen Wirkungsgefüge von Lebensgemeinschaften und abiotischen Faktoren im Mittelpunkt der kybernetischen Analyse. Die Auswahl der Beispiele richtet sich nach den Unterrichtsmöglichkeiten, die der Nahraum der Schule bietet. Die aufgeführten Begriffe sind **nicht** vorzugeben, um sie danach mit Beispielen zu belegen. Stattdessen sollen sie aus den praktischen Untersuchungen jener Ökosysteme, die den Schülern zugänglich sind (z.B. Wiese, Hecke, Wald, Weiher, Bach), entwickelt werden. Besondere Bedeutung kommt dem Artbegriff zu. Arten- und Formenkenntnis ist notwendige Grundlage bei der unterrichtlichen Behandlung dieses Themas.

Die verbindlich vorgeschriebenen Lernziele können anhand der unten beschriebenen Inhalte (Sach- Methoden- und Sozialkompetenz) angestrebt werden. Dabei ist je nach zeitlicher Ansiedlung des Themenbereiches unter Berücksichtigung der Klassenstufe und der lernpsychologischen Voraussetzungen Rückgriff auf die in Abschnitt 5.3 als verbindlich dargestellten Lernziele zu nehmen (vor allem in Hinblick auf die Spalte "Methoden- und Sozialkompetenz").

An die Lernziele des Biologieunterrichts der Klasse 7 und die Lernziele des Wahlpflichtfachs Mathematik-Naturwissenschaften, Klassenstufe 7-8 (insbesondere 6.1 und 6.2.2) wird angeknüpft.

Sachkompetenz	Methoden- und Sozialkompetenz	Hinweise
<b>Bausteine</b>		
Art	Tiere und Pflanzen gezielt beobachten, Unterscheidungskriterien entwickeln und Arten voneinander unterscheiden.	Begriffe: Individuum - Art - Population.
Artenkenntnis	Arten wieder erkennen und mit ausgewählten Hilfen unbekannte Arten bestimmen können.	Bestimmung der Arten nach Bestimmungshilfen (Abbildungen, binärer Schlüssel);  <i>Projektvorschlag:</i> <i>Bestandsaufnahme der Lebewesen eines ausgewählten Biotops.</i>

## Wechselwirkungen

Wirkung abiotischer Faktoren auf Körperbau und Lebensweise von Pflanzen und Tieren

Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge durch (Modell-) Experimente untersuchen.

Wasser, Luftbewegung, Licht, Temperatur, Bodenzusammensetzung; Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Oberfläche, Verdunstungsschutz u.a.

Umweltbedingte Anpassung (Modifikation), genetische Anpassung (Mutation); Konvergenz bei der Entwicklung von Organen bei verschiedenen Arten.

Wechselwirkungen zwischen Organismus und belebter Umwelt mit positiver Wirkung

Auf der Grundlage von Beobachtungen auf Wechselwirkungen zwischen Lebewesen schließen; Modellversuche entwickeln und durchführen.

Probiotisch (Samenverbreitung) symbiontisch (dto., Blütenbestäubung), Symbiose (Mykorrhiza, Leguminosen, Flechten).

Wechselwirkung zwischen Organismus und belebter Umwelt mit negativer Wirkung

Beobachtungen im Freiland in größere Zusammenhänge einordnen bzw. in vorgegebene Modelle einbringen.

Einwirkung von Feinden: räuberisch lebende Tiere, Parasiten (Schlupfwespen, Blattläuse, Gallen), Krankheitserreger (Pilze); Einwirkung von Konkurrenten (Nahrung, Brutplätze usw.).

*Projektvorschlag:  
Biologische Schädlingsbekämpfung.*

## Strukturen von Ökosystemen

räumliche Strukturen

Vertikale und horizontale Strukturen erkennen und (zeichnerisch) darstellen können.

Beispiele: Stockwerke des Waldes; Zonen in stehenden und fließenden Gewässern.

Untersuchungen zur Präsenz und Häufigkeit einer Art durchführen.

Kartierung von Pflanzen auf einer Wiese.

*Projektvorschlag:  
Kartierung von Ameisenhöhlen im Wald.*

zeitliche Strukturen

Jahreszeitlich bedingte periodische Vorgänge beobachten, deuten und darstellen.

Jahreszeitliche Veränderung eines Laubbaums; Migrationen (z.B. Vogelzug).

gesellschaftliche Strukturen

Lebensvorteile durch Bildung gesellschaftlicher Strukturen beurteilen.

Paarbildung bei der Fortpflanzung, Rangordnung in Herden, Arbeitsteilung in Tierstaaten.

## Prozesse in Ökosystemen

Materieflüsse

Nahrungsketten, -netze und -kreisläufe unter dem Gesichtspunkt des Massenflusses untersuchen und darstellen.

Kreislauf: Produzenten - Konsumenten (versch. Ordnungen) - Destruenten; autotroph – heterotroph; Biomassenumsatz, Nahrungspyramide.

Aus experimentellen Untersuchungen auf Stoffkreisläufe schließen.

Kohlenstoff-, Sauerstoff-, Stickstoffkreislauf.

Energieflüsse

Nutzung und Entwertung von Energie in Nahrungsketten untersuchen und auswerten.

Wärmehaushalt (z.B. Keimung, Haarwechsel, Winterstarre); Energieflussdiagramm.

Informationsflüsse

Techniken des Informationsaustausches zwischen Lebewesen beobachten.

Optische, akustische und chemische Signale (z.B. Fell- und Gefiederfärbung, Vogelgesang, Duftstoffe).

## Steuerungen und Regelungen

Wachstum von Individuen und Populationen

Bedingungen des Wachstums von Pflanzen untersuchen.

Gesetz vom Minimum (Versuche mit Gartenkresse und Bohnen).

*Additum:*  
*Sukzessionen beobachten und dokumentieren.*

*Projektvorschlag:*  
*Langzeitbeobachtungen (Dokumentation über mehrere Schülerjahrgänge hinweg).*

Faktoren für das Wachstum von Populationen in Modellversuchen darstellen.

Untersuchungen an Blattlauspopulationen oder an Populationen von *Euglena gracilis*.

Bewegungen

Auslösung von Bewegungen bei Individuen (Pflanzen und Tiere) experimentell untersuchen.

Durch Licht und Schwerkraft gesteuerte Bewegungen (Klinostat).

Populationsbewegungen beobachten oder als Modellversuch planen und durchführen.

Gründe: Nahrungsmangel, Übervölkerung.

Biologisches Gleichgewicht

Simulationen zum biologischen Gleichgewicht durchführen und auswerten.

Planspiele; Computersimulation.

Künstlich vereinfachtes Ökosystem (Ackerland)

Ständige Steuerung des Stoff- und Energieflusses an ausgewählten Beispielen untersuchen und modellhaft darstellen.

Düngung, Zurückdrängen unerwünschter Pflanzen und Tiere.

*Projektvorschläge:*  
*a) Renaturierung,*  
*b) Ökologischer Landbau.*

### 6.3.2. Grundlagen der Biotechnologie

Der Mensch nutzt seit Jahrtausenden Mikroorganismen und ihre Stoffwechselprodukte vor allem bei der Nahrungsmittelherstellung. Die technische Durchführung biologischer Prozesse gewinnt jedoch auch in anderen Bereichen wie z.B. der Energieversorgung, der Reinigung von Abwässern, der Herstellung von Chemikalien und Heilmitteln und im Bergbau immer mehr an Bedeutung.

Im Themenbereich "Grundlagen der Biotechnologie" stehen daher der Aufbau der Mikroorganismen, die Nutzung ihrer Stoffwechselprodukte sowie die Notwendigkeit eines verantwortungsbewussten Einsatzes von Mikroorganismen im Mittelpunkt der kybernetischen Analyse. Dabei soll in Grundzügen aufgezeigt werden, wie biologische Prozesse durch Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse beeinflusst und verfahrenstechnisch optimiert werden können.

Die verbindlich vorgeschriebenen Lernziele können anhand der unten beschriebenen Inhalte (Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz) angestrebt werden. Dabei ist je nach zeitlicher Ansiedlung des Themenbereiches unter Berücksichtigung der Klassenstufe und der lernpsychologischen Voraussetzungen Rückgriff auf die in Abschnitt 5.3 als verbindlich dargestellten Lernziele zu nehmen (vor allem im Hinblick auf die Spalte "Methoden- und Sozialkompetenz").

Sachkompetenz	Methoden- und Sozialkompetenz	Hinweise
<b>Bausteine</b> Selbstständige Zellen	Strukturelemente verschiedener Zelltypen beobachten und unterscheiden.	Prokaryonten und Eukaryonten; lichtmikroskopische Beobachtungen, Auswertung elektronenmikroskopischer Aufnahmen.
<b>Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und ihrer Umwelt</b> Ernährung	Ernährungstypen unter den Mikroorganismen charakterisieren.	Homotroph, heterotroph, fototroph, chemotroph, lithotroph, organotroph. Symbiose, Parasitismus, Saprophytismus.
Stofftransport	Mechanismen des Stofftransportes zwischen Mikroorganismen und ihrer Umwelt beschreiben und unterscheiden.	Experimente und Simulationen zu Diffusion, Osmose und aktivem Transport.



<b>Strukturen</b>		
Eigenschaften	Nicht humanpathogene Einzeller lichtmikroskopisch untersuchen, zeichnen, in verschiedene Gruppen einteilen und identifizieren.	Beispielsliste s. Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht, Dunkelfeldbeobachtung, Fixieren, Färben mit Methylblau, Gramfärbung, Tuschepräparat.
Systematik	Einblick in die Systematik von Mikroorganismen gewinnen und Einteilungskriterien anwenden.	Prokaryonten, Eukaryonten.
<b>Physiologische Prozesse</b>		
Energiewandlung	Energiewandlungsprozesse in Organismen experimentell untersuchen und unterscheiden.	Fotosynthese, Atmung, Gärung; Sauerstoffnachweis, Kohlenstoffdioxidnachweis. EVA-Modell.
Gärungen und unvollständige Oxidationen	Energiewandlungsprozesse in Organismen an weiteren, technisch nutzbaren Stoffwechselprodukten erkennen und diese Stoffwechselprodukte in einfachen Versuchen mit Mikroorganismen herstellen.	Alkohol, Essigsäure, Milchsäure, Zitronensäure, Antibiotika. <i>Projektvorschläge:</i> <i>Herstellung von</i> a) <i>Sauerkraut</i> b) <i>Jogurt</i> c) <i>Käse</i>
<b>Steuerungen und Regelungen</b>		
Struktur gesteuerter Systeme	Die Elemente einer Steuerung kennen und zur Beschreibung von gesteuerten Systemen verwenden. Steuerung des Wachstums durch Veränderung von Milieubedingungen experimentell nachweisen.	Steuerkette.  Veränderung des Nährstoffangebotes, des pH-Wertes, der Bebrütungstemperatur und der Sauerstoffversorgung.
Struktur geregelter Systeme	Die Elemente einer Regelung kennen und zur Beschreibung von geregelten Systemen verwenden. Regelung des Wachstums als Verschiebung von Gleichgewichtszuständen erkennen und experimentell nachweisen.	Regelkreismodell.

Wachstum und seine Kontrolle

Das Wachstum von Mikroorganismen in einer Kultur auf verschiedene Weise bestimmen.

Techniken der Nährmedienherstellung und Kulturherstellung beherrschen.

Zusammenhänge zwischen der Konzentration von Stoffwechselprodukten und der Anzahl von Mikroorganismen in einer Kultur herstellen.

Wachstumsbedingende Faktoren kennen und ihren Einfluss quantitativ nachweisen.

Wachstumskurven in statischen und kontinuierlichen Kulturen analysieren und Rückschlüsse auf die Optimierung der Kulturtechniken ziehen.

Wachstum und wachstumsbedingende Faktoren als System verstehen und in Form eines Regelkreises darstellen.

*Additum:*

*Computergestützte Simulationen mit Hilfe erarbeiteter Regelkreise erstellen und verschiedene Szenarien erproben.*

Einen Fermenter unter Berücksichtigung der Ergebnisse der experimentellen und kybernetischen Analyse entwickeln, bauen und optimieren.

Auszählen mit Hilfe von Zählkammern, Herstellen von Verdünnungsreihen, Trübungsmessungen.

pH-Wert, Temperatur, Sauerstoffversorgung, Nährstoffansprüche, Wachstumskurven.

Anlaufphase, exponentielle Phase, stationäre Phase, Absterbephase.

Computersimulationen.

Chemostat, Turbidostat.

*Projektvorschlag:  
Bierbrauen.*

<p><i>Additum:</i> <i>Regelungstechnik der Zelle</i></p>	<p>Kontrollmechanismen für den Fermenter entwickeln, bauen und automatisieren.</p> <p>Den Ablauf eines (groß)technischen Fermentierverfahrens und seine technische Umsetzung erkunden und beschreiben.</p> <p><i>Grundzüge der Mechanismen zur Regelung der Enzymsynthese und ihre biochemischen Grundlagen beschreiben.</i></p> <p><i>Grundzüge der Gentechnik beschreiben.</i></p>	<p>Kontrolle der Temperatur, der Pumpen, der Ventile, des Umwälzens, des pH-Wertes und des Ertrages.</p> <p><i>Projektvorschläge:</i> <i>Laborgeräte im Eigenbau:</i> a) Wasserbad b) Schüttler c) Fotometer d) Magnetrührer.</p> <p>z.B. Brauverfahren, Käseherstellung.</p> <p>Ablaufdiagramm. Brauerieerkundung.</p> <p><i>Induktion, Repression, Operator-, Regulator und Strukturgene.</i></p> <p><i>Gentransfer.</i></p>
<p><i>Additum:</i> <i>Ethische Fragen der Biotechnologie</i></p>	<p><i>Rollenspiele zu biotechnologischen Problemen durchführen und unter ethischen Gesichtspunkten diskutieren.</i></p>	<p><i>Veränderung des Erbgutes von Mikroorganismen, Verantwortung des Wissenschaftlers, gesetzliche Vorschriften und Verbote, kategorischer Imperativ.</i></p>

### 6.3.3 Grundlagen der Verfahrenstechnologie

Die überwiegende Zahl der Produktionsverfahren in der chemischen Industrie wird gesteuert oder geregelt, um die Prozesse unter optimalen Bedingungen ablaufen zu lassen. Dies geschieht auf der Grundlage physikalisch-chemischer Parameter, über die der Reaktionsverlauf und die Produktausbeute beeinflusst werden. Der Themenbereich "Grundlagen der Verfahrenstechnologie" stellt daher Grundzüge der Thermodynamik und der Reaktionskinetik in den Mittelpunkt der kybernetischen Analyse.

Die verbindlich vorgeschriebenen Lernziele können anhand der unten beschriebenen Inhalte (Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz) angestrebt werden. Dabei ist je nach zeitlicher Ansiedlung des Themenbereiches unter Berücksichtigung der Klassenstufe und der lernpsychologischen Voraussetzungen Rückgriff auf die in Abschnitt 5.3 als verbindlich dargestellten Lernziele zu nehmen (vor allem im Hinblick auf die Spalte "Methoden- und Sozialkompetenz").

Sachkompetenz	Methoden- und Sozialkompetenz	Hinweise
<b>Bausteine</b> Atome, Moleküle, Ionen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den kleinsten Stoffteilchen mit Hilfe von Modellvorstellungen beschreiben.	Elektronen, Nukleonen, Isotope, elektrische Ladung, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität.
<b>Wechselwirkungen</b>  Chemische Reaktionen	An ausgewählten Phänomenen Möglichkeiten der Wechselwirkung zwischen kleinsten Stoffteilchen mit Hilfe von Modellen beschreiben.  An ausgewählten Experimenten die chemische Reaktion als Umgruppierung von Atomen deuten und klassifizieren.	Experimente, Funktionsmodelle und Computersimulationen zu: Phasenwechsel, chemische Reaktion.  elektrostatische Wechselwirkungen, Van-der-Waals-Kräfte, Bindungen.
Grundbegriffe der Stöchiometrie	Den Informationsinhalt eines Reaktionsschemas durch Mengen-, Massen- und Volumenangaben erweitern.	Mol, Loschmidtsche Zahl, molare Masse, Molvolumen.

Energiebilanz	<p>Experimentell belegen, dass jede chemische Reaktion mit Energieumwandelungsprozessen verbunden ist.</p> <p><i>Additum:</i>  <i>Die molare Bildungsenthalpie von chemischen Reaktionen bestimmen und vorhersagen.</i></p>	Bildungsenthalpie; endotherme und exotherme Reaktionen.
<b>Strukturen</b>		
Dynamisches Gleichgewicht	Nachweisen und mit Hilfe von Modellen darstellen, dass chemische Reaktionen umkehrbar sind und dass sich in geschlossenen Systemen ein dynamischer Gleichgewichtszustand zwischen Edukten und Produkten ausbildet.	MWG. Experimente, Funktionsmodelle und Computersimulationen.
Fließgleichgewicht	Nachweisen und mit Hilfe von Modellen darstellen, dass sich in offenen Systemen kein dynamischer Gleichgewichtszustand bei reversiblen Reaktionen ausbilden kann, sondern sich ein Fließgleichgewicht ausbildet.	Experimente, Funktionsmodelle und Computersimulationen.
Kreisprozess	Massen- und Energieströme in Kreisprozessen unterscheiden und als tangentiale Kreisprozesse darstellen.	
<b>Zeitverhalten</b>		
Reaktionsgeschwindigkeit	<p>Den Einfluss von geschwindigkeitbestimmenden Faktoren experimentell untersuchen.</p> <p>Homogene von heterogenen Reaktionen unterscheiden.</p> <p>Die zeitliche Änderung von Prozessgrößen bestimmen und grafisch darstellen.</p>	<p>Oberfläche, Konzentration, Temperatur, Katalysatoren, Teilchengröße, Teilchenart, Bindungsart.</p> <p>Zeit-Zustand-Diagramme.</p>

Gleichgewichtslage	<p>Experimentell nachweisen, dass sich ein dynamisches Gleichgewicht verändern lässt.</p> <p>Aus der Untersuchung geschlossener Systeme folgen, dass diese sich nicht ökonomisch nutzen lassen.</p> <p>.</p>	<p>Druck-, Temperatur- und Konzentrationsänderungen; Prinzip des kleinsten Zwanges.</p>
<p><b>Steuerung und Regelung offener Systeme</b></p> <p>Strukturen gesteuerter und geregelter Systeme</p>	<p>Die Elemente einer Steuerung bzw. Regelung kennen und zur Beschreibung von gesteuerten bzw. geregelten Systemen verwenden.</p>	<p>Steuerkette, Regelkreismodell.</p>
<p>Kennzeichen wirtschaftlich genutzter Systeme</p>	<p>Nachweisen, dass es sich bei industriellen Verfahren um offene Systeme handelt.</p> <p>Den zeitlichen Ablauf großtechnischer Prozesse beschreiben und simulieren.</p>	<p>Haber-Bosch-Verfahren. Kontaktverfahren. Kalkbrennen. Zeit-Zustand-Diagramme. Ablaufdiagramme. Computersimulationen.</p>
<p>Massen- und Energiefluss</p>	<p>Mit Hilfe von Modellen darstellen und begründen, dass in offene Systeme im zeitlichen Mittel ebenso viel Energie und Masse hinein- wie herausfließen.</p> <p>Feststellen und dokumentieren, dass die Energie- und Massenströme großtechnischer Verfahren Auswirkungen auf die Umwelt haben.</p>	<p>Massen- und Energieflussdiagramme.</p> <p>Abwärme, Abfallstoffe, Abluft. <i>Projektvorschlag: Umweltreportage.</i></p>
<p>Stoffkreisläufe Recycling</p>	<p>Nachweisen und berechnen, dass Recycling bei großtechnischen Verfahren die Wirtschaftlichkeit erhöht.</p>	<p>Simulationsprogramm zum Haber-Bosch-Verfahren.</p>
<p>Ressourcenschonung</p>	<p>Nachweisen und berechnen, dass die Verwendung von Rohstoffen durch Verfahrensumstellungen, Wiederverwendung und Reststoffverwertung optimiert werden kann.</p> <p>Recyclingverfahren experimentell durchführen und als tangentielle Kreisprozesse darstellen.</p>	<p>Ökobilanzen.</p> <p>Bleikreislauf, Kupferkreislauf, Rauchgasentschwefelung. <i>Projektvorschlag: Papierrecycling.</i></p>

### 6.3.4 Grundlagen der Werkstofftechnologie

Die Herstellung und Wiederverwertung von Werkstoffen in Form von Kreisprozessen stehen im Mittelpunkt dieses Lehrplanabschnittes und werden hier am Beispiel der Kunststoffe betrachtet.

Kunststoffe begegnen uns in fast allen Lebensbereichen. Ihre nahezu universellen Eigenschaften haben sie in vielen Bereichen unentbehrlich gemacht. Aus dem weit verbreiteten Einsatz als kurzfristig nutzbare Materialien (Verpackung) und der ständig steigenden Produktion wächst das Problem der Entsorgung. Da diese Stoffe in der Regel nur schwer oder gar nicht natürlich abbaubar sind, ist die Entwicklung geeigneter Recyclingverfahren eine der wesentlichen Aufgaben der Gegenwart, besonders auch in Anbetracht begrenzter Ressourcen.

Alternativ können auch andere makromolekulare Werkstoffe betrachtet werden (z.B. auf Eiweiß- oder Kohlenhydratbasis).

Die verbindlich vorgeschriebenen Lernziele können anhand der unten beschriebenen Inhalte (Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz) angestrebt werden. Dabei ist je nach zeitlicher Ansiedlung des Themenbereiches unter Berücksichtigung der Klassenstufe und der lernpsychologischen Voraussetzungen Rückgriff auf die in Abschnitt 5.3 als verbindlich dargestellten Lernziele zu nehmen (vor allem im Hinblick auf die Spalte "Methoden- und Sozialkompetenz").

Sachkompetenz	Methoden- und Sozialkompetenz	Hinweise
<b>Bausteine</b> Monomere	Gemeinsamkeiten und Unterschiede unterschiedlicher Kunststoffmonomere aus ihren Strukturformeln ableiten.	Radikale, Ionen, funktionelle Monomere.
<b>Wechselwirkungen</b> Synthesereaktionen	Möglichkeiten der Wechselwirkung zwischen Monomeren mit Hilfe von Modellen beschreiben. Verschiedene Polymerisationsreaktionen theoretisch erarbeiten und die Unterschiede zwischen ihnen beschreiben. Einige Polymerisationsreaktionen experimentell durchführen.	Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition.

<b>Strukturen</b> Polymertypen	Verschiedene Polymertypen anhand ihrer Eigenschaften experimentell unterscheiden.	Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere.
Ordnungszustände	Eigenschaften verschiedener Polymertypen auf Molekülstrukturen zurückführen.	Amorphe Kunststoffe. Teilkristalline Thermoplaste. Duroplaste.
<b>Zeitverhalten</b> Reaktionsgeschwindigkeit	Den Einfluss von geschwindigkeitbestimmenden Faktoren bei der Synthesereaktion experimentell untersuchen.  Umweltbelastungen durch die langsame Verrottbarkeit der Kunststoffe erklären.	Katalysatoren, Konzentration, Temperatur.
<b>Steuerung und Regelung</b> Strukturen gesteuerter und geregelter Systeme	Die Elemente einer Steuerung bzw. Regelung kennen und zur Beschreibung von gesteuerten Prozessen bzw. geregelten Systemen verwenden.  <i>Additum: Die Variation von Produkteigenschaften exemplarisch kennen lernen.</i>	Steuerkette, Regelkreismodell.
Kennzeichen wirtschaftlich genutzter Systeme.	Nachweisen, dass es sich bei den industriellen Verfahren zur Kunststoffherstellung um offene Systeme handelt.	Steuerungs- und Regelkreismodelle.
Beeinflussung von Ressourcen	Erkennen, dass durch die erhöhte Nutzung von Kunststoffen die Vorräte an nicht-erneuerbaren Rohstoffen vermindert werden.	Erdöl, Erdgas und Kohle als Rohstoffe für die kunststoff-erzeugende Industrie.
Beeinflussung der Umwelt	Erkennen, dass durch die erhöhte Nutzung von Kunststoffen die Umweltbelastung wächst.	



Ressourcenschonung	Erklären, dass durch die Verarbeitung und den Verbrauch die zur Kunststoffherstellung verwandten Materialressourcen nicht verloren gehen, sondern durch Steuerung der Stoffströme effektiver genutzt werden können.	<i>Projektvorschläge:</i> a) <i>Sammeln und Klassifizieren von Kunststoffabfällen im Haushalt.</i> b) <i>Entwicklung eines Entsorgungskonzepts für die Schule.</i> c) <i>Papierrecycling.</i>
Energierückgewinnung	Verfahren zur Energiegewinnung aus Kunststoffabfällen experimentell untersuchen und ihre Problematik diskutieren.	Verbrennung von Polyethen. PVC-Problematik
Recycling	Physikalische Trennverfahren zur Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abfallgemischen kennen lernen und entsprechende Modellexperimente durchführen.  Recyclingverfahren, die auf chemischen Kreisprozessen aufbauen, kennen lernen und entsprechende Modellexperimente durchführen.	Abtrennung von Kunststoffen aus dem Hausmüll, Schwimm-Sink-Verfahren.  Pyrolyse von PMMA, Pyrolyse von Altreifen.
Ökobilanzen	Ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings gegenüberstellen und diskutieren.	

### 6.3.5 Grundlagen der Informationstechnologie

Informatik hat für die Naturwissenschaften und die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften eine ebenso große Bedeutung wie für die Technik. Im Themenbereich "Grundlagen der Informationstechnologie" können deren Begriffe anhand technischer Systeme erarbeitet werden. Im Mittelpunkt des Themenbereichs soll die kybernetische Analyse von Haushaltsgeräten und Haushalten als offenen Systemen stehen, wobei die Strukturen und Abläufe im Vordergrund stehen. Reale technische Systeme haben nur insoweit thematische Bedeutung, wie sie exemplarisch zur Veranschaulichung dieser Strukturen und Abhängigkeiten geeignet sind. Die technische Realisierung im Modell soll in der Gegenüberstellung mechanischer, pneumatischer, hydraulischer, elektrischer und elektronischer Systeme auch deren Vor- und Nachteile verdeutlichen. Die wesentlichen Aspekte der Aussagenlogik, wie sie in diesem Themenabschnitt erarbeitet werden, können an biologischen oder technischen Realisationen verdeutlicht werden (biologische oder technische Kybernetik).

Die verbindlich vorgeschriebenen Lernziele können anhand der unten beschriebenen Inhalte (Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz) angestrebt werden. Dabei ist je nach zeitlicher Ansiedlung des Themenbereiches unter Berücksichtigung der Klassenstufe und der lernpsychologischen Voraussetzungen Rückgriff auf die in Abschnitt 5.3 als verbindlich dargestellten Lernziele zu nehmen (vor allem im Hinblick auf die Spalte "Methoden- und Sozialkompetenz").

Sachkompetenz	Methoden- und Sozialkompetenz	Hinweise
<b>Technische Bausteine</b>		
Größen	Den Begriff 'Größe' bei der Beschreibung von Phänomenen und Systemen anwenden.	Größen: Name, Symbol, Maßeinheit, Messverfahren. Zustandsgröße, Prozessgröße, Regelgröße.
Beschreibung von Größen und ihren Beziehungen	Grundlegende mathematische Begriffe gegeneinander abgrenzen, durch Beispiele repräsentieren und anwenden.	Wiederholung und Vertiefung grundlegender Begriffe der mathematischen Sprache: Konstante $\leftrightarrow$ Variable; Relation $\leftrightarrow$ Operation; Aussage $\leftrightarrow$ Term; Aussage $\leftrightarrow$ Aussageform; analog $\leftrightarrow$ digital, binär.

Technische Bausteine zur Realisierung und Darstellung von Zuständen	Anzeigebausteine, Eingabebausteine (Fühler), aktive Bausteine (Treiber, Inverter) und Speicherbausteine kennen und sachgerecht handhaben.	Mechanische, pneumatische, elektrische, elektronische etc. Realisierungsmöglichkeiten.
Speicher	Die Notwendigkeit der Speicherung von Zuständen erkennen und begründen.	Chemische und physikalische Speichermöglichkeiten.
Operatormodell	Die Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Struktur kennen und bei der Analyse von Phänomenen und Systemen anwenden.	EVA-Modell; Operatorketten.
<b>Wirkungen zwischen technischen Bausteinen</b>		
Verknüpfungen von binären Variablen	Verknüpfungen von binären Variablen und deren Gesetzmäßigkeiten klassifizieren und technisch realisieren.  Die Verknüpfungen von binären Variablen bei der Beschreibung von Phänomenen und Systemen anwenden.  Symbolische Darstellungsformen der Verknüpfungen von binären Variablen kennen und anwenden.	Identität, Negation, Konjunktion, Disjunktion, Mehrfachnegationen, Kommutativ-, Assoziativ- und Distributivgesetz, Gesetze von De Morgan, Absorptionsgesetz, Termumformungen, Implikation, Äquivalenz, Antivalenz.  Boole'sche Algebra.
Technische Realisierung von Verknüpfungen	Technische Realisierungen der Verknüpfungen von binären Variablen kennen und anwenden.	Mechanische, pneumatische, elektrische oder elektronische etc. Realisierungsmöglichkeiten für: Speicher (Selbsthaltung), Verstärker (Treiber, Puffer), Inverter (NICHT), Verknüpfungen (UND, ODER, WENN ..., DANN, Äquivalenz, Antivalenz, EXKLUSIV-ODER).

## Systemstrukturen

Signal- und Energiewandler

Haushalts- und Heimwerkergeräte hinsichtlich ihrer Signal- und Energiewandlerfunktion untersuchen und beschreiben.

Sender-Kanal-Empfänger-Modell.

Analyse einfacher technischer Systeme

Die Verkettung bzw. Vernetzung von Wandlerfunktionen untersuchen und im Modell darstellen.

Wirkungsketten, Wirkungsdiagramme; Modellbildungssysteme.

Signal, Nachricht, Information

Die Begriffe Signal, Nachricht, Information voneinander unterscheiden und anwenden.

Kodierungen

Einfache kurze Nachrichten in unterschiedlichen Kodierungen ver- und entschlüsseln.

Piktogramme; Dezimalsystem, Alphabet; Variablentypen (Zeichentypen); Morsesystem; Binärsystem, Hexadezimalsystem; Programmiersprachen.

*Projektvorschlag:  
Eigene Kodierungen entwickeln.*

## Prozesse

Beschreibung zeitunabhängiger Prozesse

Die gegenseitige Abhängigkeit von Zuständen in Tabellen und Diagrammen darstellen.

Zustand-Zustand-Diagramme von Signalwandlern.

Beschreibung zeitabhängiger Prozesse

Die Abfolge zeitabhängiger Zustände in Tabellen und Diagrammen darstellen, unterschiedliche Darstellungsformen ineinander umwandeln und interpretieren.

Zeit-Zustand-Diagramme Ablaufdiagramme.

Zeitverhalten technischer Bausteine und Systeme

Das Zeitverhalten von technischen Systemen beobachten und darstellen.

Zeitverhalten von Waschmaschinen, Spülmaschinen, Heizungssystemen, Wasserversorgungssystemen.

Modelle technischer Systeme

Technische Systeme auf unterschiedliche Arten als Modell darstellen.

Funktionsmodell, Wirkungsplan, Schaltplan, Gleichung, Tabelle, Graph, Computersimulation.

## Steuerung von Prozessen

Struktur gesteuerter Prozesse

Die Elemente einer Steuerung kennen und zur Beschreibung von gesteuerten Prozessen verwenden.

Steuerkette.

Simulation von Überwachungsanlagen

Einfache Steuerungssysteme als Funktionsmodell realisieren.

z.B. Einbruchsicherung, Haltewunsch-Schaltung, Zeitmessung etc.

*Projektvorschlag:  
Bau von Überwachungsanlagen.*

## Regelung von Prozessen

Struktur geregelter Prozesse

Die Elemente einer Regelung kennen und zur Beschreibung von geregelten Prozessen verwenden.

Regelkreismodell.

Gleichgewicht in offenen Systemen

Die Konstanz von Systemgrößen innerhalb eines Toleranzbereichs erkennen.

Zwei-Punkt-Vorratshaltungen.

Simulation geregelter Prozesse

Einfache Regelungssysteme als Funktionsmodell realisieren.

Simulation von Vorratshaltungen:  
Funktionsmodell, Wirkungsplan, Gleichung, Tabelle, Diagramme, Modellbildungssystem.

*Projektvorschlag:  
Bau einer Füllstandsregelung.*

Wechselwirkungen offener Systeme mit der Umwelt

Wechselwirkungen offener Systeme mit der Umwelt beobachten oder recherchieren und dokumentieren.

Z.B. Wechselwirkungen eines Stausees mit seiner Umwelt.

Struktur offener Systeme

Die Verknüpfung der Abhängigkeiten in offenen Systemen darstellen.

Wirkungsplan, Gleichung, Computersimulation.

Zeitverhalten offener Systeme

Das Zeitverhalten von offener Systeme beobachten und darstellen.

Tabelle, Zeit-Zustand-Diagramme, Computersimulation.

### 6.3.6 Grundlagen der Wärmetechnologie

Das Verständnis wärmetechnischer Systeme gewinnt im Hinblick auf global notwendige Energieeinsparungen und die Nutzung natürlicher Energiequellen zunehmend an Bedeutung. Im Themenbereich "Grundlagen der Wärmetechnologie" kann das Verständnis grundlegender Begriffe, wärmetechnischer Komponenten sowie ihres Wirkungsgefüges anhand vor Ort zugänglicher Systeme erarbeitet werden.

Die verbindlich vorgeschriebenen Lernziele können anhand der unten beschriebenen Inhalte (Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz) angestrebt werden. Dabei ist je nach zeitlicher Ansiedlung des Themenbereiches unter Berücksichtigung der Klassenstufe und der lernpsychologischen Voraussetzungen Rückgriff auf die in Abschnitt 5.3 als verbindlich dargestellten Lernziele zu nehmen (vor allem im Hinblick auf die Spalte "Methoden- und Sozialkompetenz").

Sachkompetenz	Methoden- und Sozialkompetenz	Hinweise
<b>Bausteine</b>		
Größen	Den Begriff 'Größe' bei der Beschreibung von Phänomenen und Systemen anwenden.	Größen: Name, Symbol, Maßeinheit, Messverfahren.  Zustandsgröße, Prozessgröße, Regelgröße.
Operatormodell	Die Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Struktur kennen und bei der Analyse von Phänomenen und Systemen anwenden.	EVA-Modell: Größe-Wandler-Größe; Wandlerketten.
Wärmewandler, Wärmetauscher	In wärmetechnischen Systemen die Übertragung von Energie von einem Träger auf einen anderen erkennen und beschreiben.	Träger-Wandler-Träger.  Wandler: Träger ist eine Größe (z.B. Heizspirale, Brenner, Kollektor etc.).  Tauscher: Träger ist ein Stoff (z.B. Radiator, Haut, Kühlschlange, Verdampfer, Kondensator etc.).

Fühler	Möglichkeiten der Umwandlung der Größe 'Temperatur' in elektrische oder mechanische Größen beschreiben und im SKE-Modell darstellen.  Geeignete Temperaturfühler in Funktionsmodellen verwenden.	Bimetall, NTC, PTC, LDR etc.
Stellglieder	Möglichkeiten zur Steuerung von Wärmeströmen beschreiben und geeignete Stellglieder in Funktionsmodellen verwenden.	Ventile, Pumpen.
Puffer	Die Notwendigkeit der Speicherung von Energieträgern und Energie erkennen und begründen.	Brennstoffbevorratung, Ausdehnungsgefäß, Wärmespeicher.
<b>Systemstrukturen</b>		
Signal- und Energiewandler	Wärmetechnische Geräte im Haushalt hinsichtlich ihrer Komponenten und ihrer Signal- und Energiewandlerfunktion untersuchen.	Sender-Kanal-Empfänger-Modell: Wandler-Träger-Wandler.
Analyse einfacher wärmetechnischer Systeme	Die Verkettung bzw. Vernetzung von Wandlerfunktionen untersuchen und im Modell darstellen.	Wirkungsketten Wirkungsdiagramme, Einsatz geeigneter Software.
<b>Prozesse</b>		
Beschreibung zeitunabhängiger Prozesse	Die gegenseitige Abhängigkeit von Zuständen in Tabellen und Diagrammen darstellen.	Zustand-Zustand-Diagramme von Energiewandlern.
Beschreibung zeitabhängiger Prozesse	Die Abfolge zeitabhängiger Zustände in Tabellen und Diagrammen darstellen, unterschiedliche Darstellungsformen ineinander umwandeln und interpretieren.	Zeit-Zustand-Diagramme. Ablaufdiagramme.
Zeitverhalten wärmetechnischer Bausteine und Systeme	Das Zeitverhalten von technischen Systemen beobachten und darstellen.	Zeitverhalten von Heizungs- und Kühlsystemen.

Hysterese	Das Hystereseverhalten wärmetechnischer Bausteine beobachten und beschreiben.	Bimetallthermometer, Bimetallschalter, NTC, PTC.
Modelle wärmetechnischer Systeme	Technische Systeme auf unterschiedliche Arten als Modell darstellen.	Funktionsmodell, Wirkungsplan, Schaltplan, Gleichung, Tabelle, Graph, Computersimulation.
<b>Steuerung von Prozessen</b>		
Struktur gesteuerter Prozesse	Die Elemente einer Steuerung kennen und zur Beschreibung von gesteuerten Prozessen verwenden.	Steuerkette.
Simulation von temperaturgesteuerten Anlagen	Einfache Steuerungssysteme als Funktionsmodell realisieren.	Z.B. Infrarot-Bewegungsmelder, Eiswarner, Frostwächter, Thermosicherung, Thermostat etc. <i>Projektvorschlag: Bau eines Thermostaten.</i>
<b>Regelung von Prozessen</b>		
Struktur geregelter Prozesse	Die Elemente einer Regelung kennen und zur Beschreibung von geregelten Prozessen verwenden.	Regelkreismodell.
Gleichgewicht in offenen Systemen	Die Konstanz von Systemgrößen innerhalb eines Toleranzbereichs erkennen.	Zwei-Punkt-Temperaturregelung; Ein-Punkt-Temperaturregelung; Hysterese (z.B. bei einer Zentralheizung).



Simulation geregelter Prozesse	Einfache Regelungssysteme als Funktionsmodell realisieren.	Simulation von Temperaturregelungen: Funktionsmodell, Wirkungsplan, Gleichung, Tabelle, Diagramm, Modellbildungssystem. <i>Projektvorschläge:</i> <i>Bau wärmetechnischer Anlagen:</i> a) <i>Wärmepumpe</i> b) <i>Solarthermieanlage</i> c) <i>Sonnenofen</i> d) <i>Solarofen</i> .
Wechselwirkungen offener Systeme mit der Umwelt	Wechselwirkungen offener Systeme mit der Umwelt beobachten oder recherchieren und dokumentieren.	Wirkungsgrad, Umweltbelastung, wettermäßige und klimatische Wechselwirkungen. <i>Projektvorschlag:</i> <i>Umweltreportage.</i> Wärmekraftwerk, Zentralheizung, Kühlanlagen, Klimaanlage, Solaranlagen, Wärmepumpen. Erkundung eines Wärmekraftwerkes.
Struktur offener Systeme	Die Verknüpfung der Abhängigkeiten in offenen Systemen darstellen.	Wirkungsplan, Gleichung, Computersimulation.
Zeitverhalten offener Systeme	Das Zeitverhalten von offener Systeme beobachten und darstellen.	Tabelle, Zeit-Zustand-Diagramme, Computersimulation.

## **Anhang: Fachübergreifender und fächerverbindender Unterricht**

Es zeigt sich immer deutlicher, dass Probleme der modernen Gesellschaft nicht ausschließlich fachspezifisch gelöst werden können. Deshalb müssen Fachinhalte miteinander in Beziehung gesetzt, Wissen und Denken in verschiedenen Disziplinen vernetzt werden.

Bietet die Grundschule noch eine weit gehende Integration der Lernbereiche, z.B. Lesen, Schreiben, Rechnen und Sachkunde, oder ganzheitliche Ansätze etwa der Gestaltpädagogik oder Bewegungserziehung, so werden ab der Sekundarstufe I die Bereiche nach Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler offenbar scharf in einzelne Fächer getrennt. Oft scheint es für sie, dass jedes Fach sein eigenes Spezialwissen isoliert von anderen erarbeitet. Zudem erfolgt dies meist bei jeweils unterschiedlichen Lehrerpersönlichkeiten.

Der Begründungszusammenhang für die Differenzierung in Fächer ist für Schülerinnen und Schüler nicht ohne weiteres nachvollziehbar, zumal die Lebensrelevanz der einzelnen Fächer und Fachinhalte sich häufig erst nach Abschluss eines Bildungsganges zeigt. Gleichzeitig entwickelt sich dadurch das Gefühl, die Inhalte der einzelnen Fächer seien voneinander isoliert zu betrachten. Je weniger sinnhaft aber Lernen erscheint, desto schwerer ist Motivation zu erzeugen oder eine langfristige Sicherung des Gelernten zu erzielen und dessen Übertragbarkeit sicherzustellen. Fächerübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten kann sowohl neue Motivationen schaffen wie auch die Lebensrelevanz einzelner Fachinhalte erkennbarer machen.

Ziel dieser Zusammenarbeit ist vor allem der Erwerb von zusätzlicher Methoden- und Sozialkompetenz durch Sichtbarmachen von übergreifenden Sachbezügen ebenso wie von notwendigen fachspezifischen und fachübergreifenden und fächerverbindenden Arbeits- und Kooperationsformen.

Diese Ansätze erfordern ein hohes Maß an Kooperation und Kreativität.

### **1. Fachübergreifendes Arbeiten im einzelnen Fach**

Es ist notwendig, neben fachspezifischen Gesichtspunkten fächerübergreifende Fragestellungen stets mitzudenken, und ggf. auch außerfachliche Aspekte in begrenztem Umfang in das eigene Fach einzubeziehen. Nicht alles, was über das spezielle Fach hinausgeht, sollte einfach an andere Fächer delegiert werden. Damit wird den Schülerinnen und Schülern verdeutlicht, dass es sich auch bei fachimmanentem Arbeiten um ein Ineinandergreifen der verschiedenen Fächer handelt.

### **2. Gegenseitiges "Zuarbeiten" einzelner Fächer**

In vielen Fällen sind zum Erreichen der Zielsetzungen in einzelnen Fächern bestimmte Teilkenntnisse erforderlich, die die Schülerinnen und Schüler in anderen Disziplinen in detaillierterer Form erwerben. Hierbei ist es wichtig, dass Inhalte verschiedener Fächer in einer sachlogischen und gleichzeitig pragmatischen Abfolge vermittelt werden. Dazu bedarf es der intensiven Kooperation und Koordination der Lehrkräfte der entsprechenden Jahrgangsstufe.

### **3. Parallelisierung themenähnlicher / themengleicher Inhalte mehrerer Fächer**

Oft arbeiten die verschiedenen Disziplinen phasenweise an unterschiedlichen Aspekten des gleichen Themas. Dies trifft im Besonderen bei "verwandten" Fächern zu. Hier gilt es, solche Arbeitsphasen zeitlich zu parallelisieren. Ein übergeordnetes, gemeinsames Thema wird somit in seinem jeweils modifizierten fachspezifischen Bezug zeitgleich bearbeitet.

Daraus ergibt sich für die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, Erfahrungen aus (zumindest zwei) verschiedenen Fächern direkt miteinander verbinden zu können. Um solche Parallelisierungen zu erreichen, ist es oftmals notwendig, die Reihenfolge der Themen im Vergleich zu ihrer Anordnung im Lehrplan gezielt umzustellen. Entsprechende Absprachen über die Grenzen der Fachkonferenzen hinaus sind dazu unbedingt notwendig.

#### **4. Gemeinsame Bearbeitung übergeordneter, nicht an einzelne Fächer gebundener Themenbereiche**

Von einem Thema ausgehend, können verschiedene Fächer dieses aus ihrer internen Perspektive heraus gemeinsam bearbeiten, wie dies beispielsweise in den Bereichen Verkehrserziehung und Umwelterziehung bereits erfolgt. Gerade hier werden projektorientierte Methoden und Verfahrensweisen schon vielfach erfolgreich angewandt. Dabei ist es möglich, Klassenverbände und Lerngruppen stunden- oder tageweise aufzulösen. Diese sind so zu organisieren, dass bei der Arbeit an einer übergeordneten Thematik zwar noch fächer-spezifische Verfahrensweisen erkennbar bleiben, diese Thematik jedoch nur im Zusammenwirken der einzelnen Disziplinen erfolgreich bearbeitet werden kann. Externe Kooperationspartner und außerschulische Lernorte sind in solchen Projekten nicht nur wünschenswert, sondern oft sogar unverzichtbar. Projektbezogene Unterrichtsformen erfordern offene Fragestellungen und Zielsetzungen (statt vorgegebener Fachlernziele), wobei im Transfer bereits vorhandene Fachkenntnisse angewandt werden. Das Erreichen der inhaltlichen Zielsetzungen erfolgt zumeist durch eine Bearbeitung in Kleingruppen und geht über den Erwerb von Kenntnissen in spezifischen Fachbezügen hinaus. Projektbezogene Arbeitsformen orientieren sich an übergeordneten Strategien der Problemlösung und schließen eine Ergebnispräsentation mit ein.

#### **5. Teamteaching**

Vielfach weisen komplexe Themenbereiche einzelne Schwerpunkte auf, bei denen die Kompetenz von Lehrkräften eines anderen Faches einen Gewinn darstellt, der mit eigener Anstrengung allenfalls auf sehr Zeit raubende Weise erreicht werden könnte. Hier ist es möglich, im Unterricht durch Teamteaching einerseits den eigenen Fachunterricht zielstrebig voranzubringen, andererseits die unabdingbare Verzahnung der verschiedenen Disziplinen am konkreten Beispiel zu verdeutlichen.

#### **6. Zeitweiliges Zusammenlegen einzelner/mehrerer Unterrichtsfächer**

Besonders in verwandten Fächern bietet es sich an, den Unterricht phasenweise zu bündeln. Diese zeitweilige, auch stundenplanmäßige Bündelung einzelner Fächer, z. B. Biologie, Physik, Chemie in Naturwissenschaften oder Geschichte, Erdkunde, Sozialkunde oder Deutsch und Sozialkunde ermöglicht es, unter Beibehaltung der jeweiligen fachspezifischen Zielsetzungen einen ganzheitlichen Zugang zur Thematik zu erreichen.

#### **7. Besondere methodische Anregungen im Rahmen von fachübergreifendem und fächerverbindendem Lernen - dargestellt am Beispiel des Darstellenden Spiels**

Für die Verwirklichung übergeordneter erzieherischer und fächerübergreifender Zielsetzungen sind Arbeitsformen wie z.B. die des Darstellenden Spiels besonders geeignet. Ihr Sinn reicht über die bloße Addition fachspezifischer Ziele unterschiedlicher Fächer hinaus und ermöglicht den Jugendlichen aktive, kreative und innovative Beiträge zur kulturellen Praxis.

Diese Arbeitsformen müssen folgenden Forderungen entsprechen:

- Handlungsorientierung (Theaterprojekte entstehen im spielerischen Handeln)
- **Schülerorientierung** (Durch die Beteiligung der Jugendlichen an Themenwahl,

- Planung und Durchführung eines Theaterprojektes wird das Prinzip eines partizipatorischen Unterrichts realisiert.)
- **Ganzheitlichkeit** (In der Theaterarbeit sind Jugendliche sowohl in ihren kognitiven, emotionalen, pragmatischen Dimensionen als auch ihrer körperlichen Ausdrucksfähigkeit gefordert.)
- **Ich-Nähe** (Theaterarbeit macht primäre Erfahrungen möglich und wirkt so entfremdetem Lernen entgegen.)
- **Förderung kreativer Potenziale** (Theaterarbeit als kreativer Prozess ist "entdeckenlassendes Lernen".)

Darstellendes Spiel ist strukturimmanent fächerübergreifend:

- Stoffe, Inhalte, Themen von Theaterprojekten kommen aus allen möglichen Fächern (Geschichte, Sozialkunde, Biologie, Ethik, Deutsch ...).
- Theaterprojekte setzen in unterschiedlichen Fächern erworbenes Wissen und Können voraus (Zur szenischen Gestaltung eines Umweltthemas sind ökologische Sachkenntnisse, zur Gestaltung eines Umweltsongs musikalisches Können erforderlich.).
- Die Arbeitsformen des Darstellenden Spiels integrieren die Arbeitsformen unterschiedlicher Fächer (Kunst, Musik, Sport, Deutsch ....).

Darstellendes Spiel kann sinnvoll nur in Projektform verwirklicht werden:

- Themen, Stoffe, Inhalte und Spielformen werden zusammen mit der Lerngruppe gesucht und gefunden.
- Die Schüler sind verantwortlich an der Durchführung des Spielprojektes beteiligt.
- Das Projekt ist prozess- und ergebnisorientiert, d.h. die Veröffentlichung geschieht in der Regel, aber nicht notwendigerweise in Form einer Theateraufführung.

## 8. Vorbemerkungen zu den folgenden Erfahrungsfeldern

Bei der Entwicklung neuer Lehrpläne für die Sekundarstufe I haben die Mitglieder der Fachdidaktischen Kommissionen auch vielfältige Anregungen für fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht erarbeitet, die (in Auszügen) den jeweiligen Fachlehrplänen als Anhang beigefügt sind. Darin werden verstärkt Möglichkeiten aufgezeigt, Inhalte mehrerer Fächer aufeinander zu beziehen und unter übergeordneten Zielsetzungen zu verknüpfen.

In Lernsequenzen dieser Form erwerben die Schülerinnen und Schüler über das Fachliche hinaus in besonderem Maße methodische und soziale Kompetenzen, die für das außerschulische und berufliche Leben und Arbeiten unverzichtbar sind. Die Möglichkeiten des fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichts sind so vielfältig, dass die hier vorliegenden Anregungen nur ein kleiner Ausschnitt daraus sind, der speziell die Anbindungen an die Lehrplanverbindlichkeiten in den Vordergrund rückt. Darüber hinaus bietet der pädagogische Freiraum zeitlich wie thematisch weitere Gestaltungsmöglichkeiten.

Die dargestellten Beispiele sollen vielfältige Hinweise und Anregungen zu fächerverbindendem und fachübergreifendem Unterricht geben, der die Einbeziehung des unmittelbaren Erfahrungsraumes verstärkt. Durch weiterführende Beiträge und Erfahrungen aus der Praxis muss dieser Katalog ständig ergänzt und konkretisiert werden.

Die einzelnen Vorschläge für das gemeinsame Arbeiten mehrerer Fächer sind Erfahrungsfeldern zugeordnet, die ausgewählte Lehrplanvorgaben einzelner Fächer in neuen Zusammenhängen abbilden. Diese sind jedoch nicht scharf voneinander abgegrenzt, sondern weisen durchaus Überschneidungsbereiche und damit Verknüpfungsmöglichkeiten auf. Als solche Felder liegen vor:

1. Umgang mit der belebten Natur
2. Energie/Energieträger
3. Wasser
4. Boden
5. Luft
6. Lebensraum und Verkehr
7. Selbstfindung
8. Gesundheit und Lebensführung
9. zurzeit unbesetzt
10. Sucht und Abhängigkeit
11. Lebenszeiten: Von der Kindheit zum Alter
12. Medien
13. Leben in der Gemeinschaft
14. Konfliktbewältigung und Friedenssicherung
15. Demokratie und Menschenrechte
16. Verhältnis der Geschlechter
17. Multikulturelle Gesellschaft
18. Zukunftsvisionen und -perspektiven
19. Europa
20. Migration
21. Arbeiten um zu leben - leben um zu arbeiten
22. Leben in der einen Welt
23. Zeit
24. Konsum und Verzicht
25. Wirklichkeiten und Wahrnehmung
26. Werkstoffe

Die nachfolgend ausgeführten Beispiele stellen eine erste Übersicht dar, welche dieser Erfahrungsfelder wie im vorliegenden Fachlehrplan angebunden sind. Durch den synoptischen Vergleich mit Lehrplanzielsetzungen anderer Fächer ergibt sich daraus ein leichter Zugriff auf mögliche inhaltliche Gestaltungen einzelner Themen in Kooperation mit anderen Unterrichtsfächern. Sofern Erfahrungsfelder nicht in parallelen Jahrgangsstufen angesiedelt sind, kann in Kooperation die Abfolge der Lehrplaninhalte innerhalb der Unterrichtsplanung eines Faches umgestellt werden, um für fächerverbindende und fachübergreifende Projekte Räume zu öffnen. In der hier gewählten Darstellungsform solcher Möglichkeiten wurden daher bewusst die Klassenstufen 5/6, 7/8 und 9/10 zusammengefasst; bei Überschneidungen in einzelnen Bildungsgängen sind einzelne Felder für die Klassen 7 - 10 zusammengefasst.

Dem hier vorliegenden Fachlehrplan sind nur die Erfahrungsfelder als Anhang beigelegt, in denen unmittelbar eine Lehrplananbindung gegeben ist.

Die Ausführungen zu jedem einzelnen Erfahrungsfeld sind unterteilt in:

## **Ziele**

Hier werden übergeordnete Zielsetzungen beschrieben, die im Unterricht der Fächer neben den fachspezifischen Zielen als allgemeine Erziehungsziele bereits implizit oder explizit in den Lehrplänen verankert sind und wie sie sich teilweise auch aus dem grundlegenden Bildungsauftrag der Schule ergeben. Bei der Arbeit in Projekten zu den jeweiligen Erfahrungsfeldern ist es daher notwendig, dass neben fachspezifischen Lernzielen übergeordnete Zielsetzungen erreicht werden.

## **Lehrplanbezüge**

Hier werden, nach Fächern aufgespalten, die Lehrplananbindungen (z. T. verkürzt) wiedergegeben, bei denen fachimmanente Zielsetzungen durch die Arbeit im Erfahrungsfeld erreicht werden können (im Anhang an den Fachlehrplänen ist dabei das eigene Fach immer in der ersten Spalte zu finden; weisen sehr viele Fächer Möglichkeiten des Einbeziehens auf, so sind besonders ergiebige Beispiele ausgeführt, andere Fächer lediglich als weitere Kooperationspartner genannt). Es ergibt sich somit auch für fachfremde Lehrkräfte die Gelegenheit, rasch Einblicke in die Lehrpläne anderer Fächer zu nehmen, soweit sie sich auf dieses Erfahrungsfeld beziehen. Gezielte Absprachen mit den entsprechenden Fachkolleginnen und -kollegen sind daher leichter zu treffen als bisher.

## **Beispiele für Projektunterricht**

### **Projekte**

Diese Rubrik enthält eine Sammlung von Beispielen an, wie Einzelne der o. g. Fächer in einem thematisch umrissenen Projekt gemeinsam sowohl jeweils relevante Fachinhalte als auch übergeordnete Zielsetzungen des Erfahrungsfeldes erreichen können.

### **Hinweise / Außerschulische Partner**

Die hier gegebenen Anregungen zu geeigneten außerschulischen Kooperationspartnern, und weitere allgemeine Zusatzinformationen haben Anregungs- und Beispielcharakter und bedürfen ständiger Erweiterung und Ergänzung beispielsweise durch Adressen regionaler Ansprechpartner.

Im fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht sollen die Schülerinnen und Schüler, zumindest exemplarisch,

- erfahren, dass für eine Lösung realitätsnaher Problemstellungen meist Aspekte aus verschiedenen Fächern, die einander ergänzen oder aber sich widersprechen und gegeneinander abgewogen werden müssen, zu berücksichtigen sind,
- Wissen und methodische Fähigkeiten, die im Fachunterricht erworben wurden, als Beiträge zur Lösung eines komplexen Problems einbringen und dadurch die Bedeutung des Gelernten für die Bewältigung lebensweltlicher Situationen erfahren,
- lernen, eine Problemstellung von verschiedenen Seiten zu beleuchten und Lösungsansätze nicht vorschnell und unkritisch auf die Verfahren eines bestimmten Faches einzuschränken,
- erfahren, dass die Zusammenführung verschiedener fachlicher Sichtweisen zu einem tieferen Verständnis eines Sachverhalts führen kann,
- die Bereitschaft und Fähigkeit entwickeln, zur Bearbeitung einer größeren, komplexen Problemstellung mit anderen zu kommunizieren und zu kooperieren,
- lernen, Problemlösungsprozesse möglichst selbstständig zu strukturieren und zu organisieren, auch in Partner- oder Gruppenarbeit.

## 1. Erfahrungsfeld: Umgang mit der belebten Natur

**Klassenstufe: 9 – 10**

### Ziele:

- Natur als Bereicherung im Sinne von Mitwelt empfinden.
- Verstehen, dass Menschen die Natur nutzen, gefährden und schützen.
- Zusammenhänge von Naturnutzung, Naturzerstörung und -bewahrung verstehen und bewerten.
- Probleme der Vereinbarkeit ökologischer und ökonomischer Aspekte beim Umgang mit der Natur kennenlernen und erörtern.
- Bereitschaft, sich für die Erhaltung der Umwelt aktiv einzusetzen.
- Verantwortung für Menschen und Umwelt übernehmen.
- Achtung vor dem Lebendigen und Sinn für das Schöne in der Natur entwickeln.

### Lehrplanbezüge

Mathematik-Naturwissenschaften (RS)	Erdkunde	Chemie	Englisch	Deutsch	Weitere Fächer
6.3.1 Grundlagen der Ökologie 6.3.2 Grundlagen der Biotechnologie	HS 10.1 RS 10.4 Gy 10.3 Die Grenzen der Erde als Lebensraum des Menschen HS 9.1 RS 10.1 Gy 10.1 Landschaftsschutz	HS 9.2 Umweltchemie an aktuellen Themen  HS 10.6 Umweltchemie  RS 9.2 Chemie - Technik - Umwelt  RS 8.3 Atombau-Modelle - PSE  Gy 10.2 Säuren, Basen, Salze  Gy 9.3 differenziertes Atommodell	4.2/5.2/6.2/7.2 Kritisches Wahrnehmen der eigenen Wirklichkeit  Beschäftigung mit den Möglichkeiten und Grenzen unserer Technologien.  Sensibilisierung für die Umwelt erfordert Auseinandersetzung mit unserer Versorgung und Entsorgung	Fortführung der Aufgabenstellungen aus Kl. 7-8  <b>Sprechen:</b> Gestaltung und Durchführung einer Umfrage  <b>Schreiben:</b> Leserbrief Beschreibung und Kommentierung des Projektes für eine interessierte Öffentlichkeit, Gestaltung von Natur- und Gedankenlyrik  <b>Umgang mit Texten:</b> Herauslösen der Autorposition in expositorischen wie fiktionalen Texten Naturerleben in verschiedenen Epochen.	<b>Ethik</b> <b>Bildende Kunst</b> <b>Biologie</b> <b>Geschichte</b> <b>Physik</b>

**Beispiele für Projektunterricht/Projekte:**

- Simulieren, Nachvollziehen und/oder Bewerten einer Flurbereinigung in Schulortnähe.
- Bau einer Umweltlifasssäule.
- Umweltralley.
- Konservierung von Lebensmitteln.
- Schullandheimaufenthalt mit Sportschwerpunkt.
- Radioaktivität in unserer Umwelt.
- Renaturierung eines Biotops.
- Vorbereitung und ggf. Dokumentation einer bioethischen Diskussion mit Fachleuten.
- Landschaftsschutz im Nahraum.
- Grenzen des Wachstums.
- Verfassen eines Hörspiels und Präsentation desselben (z. B. über den regionalen Wirtschaftsraum) an der Partnerschule.
- Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung.

**Außerschulische Partner:**

u.a. Gärtnereien, Forstämter, Naturschutzverbände, Landwirte, Raumplaner, Sportvereine, Sportfachverbände, Autoren und Autorinnen, Fachleute einschlägiger Berufsgruppen.



## 2. Erfahrungsfeld: Energie/Energieträger

**Klassenstufe: 9 – 10**

**Ziele:**

- Kenntnis der Entstehung fossiler Energieträger.
- Regenerative Energiequellen kennen lernen.
- Nährstoffe als Energieträger für Organismen kennen lernen.
- Technische Möglichkeiten zur Energiegewinnung und -umsetzung kennen und beurteilen lernen.
- Einblick in Auswirkungen der Verwendung von Energieträgern auf Ökosysteme.
- Wissen um die Problematik des ungleichen Verbrauchs fossiler Energie auf der Erde.
- Verantwortungsbewussten Umgang mit Energieressourcen anregen.
- Bewusstwerden der Begrenztheit fossiler Energieträger.
- Verständnis für die Problematik der Nutzung und Entsorgung atomarer Brennstoffe.
- 

**Lehrplanbezüge**

Mathematik-Naturwissenschaften (RS)	Chemie	Physik	Erdkunde	Englisch	Weitere Fächer
4.3.1. Grundlagen der Ökologie 6.3.2 Grundlagen der Biotechnologie 6.3.4 Grundlagen der Werkstofftechnologie 6.3.6 Grundlagen der Wärmetechnologie	HS 9.1 Kohlenwasserstoffe/Alkane HS 10.3 Alkane, Alkene, Alkine RS 10.1 Energiequellen Methan RS 10.2 Heiz- und Kraftstoffe RS 8.2 Wasserstofftechnologie Gy 10.3 Erdgas, Erdöl - Rohstoffe und Energieträger	RS 9 Gy 9.2 HS 9.3, 10.2 Mechanische Energie und ihre Formen Energieumwandlungen Wärmeenergiemaschinen Kernspaltung	HS 9.1 RS 10.2 Gy 10.2 Wirtschaftsräume	4.2/5.2/6.2/7.2 Beschäftigung mit den Möglichkeiten und Grenzen neuer Technologien	<b>Ethik</b> <b>Geschichte</b>

**Beispiele für Projektunterricht/ Projekte:**

- Wartung eines Mofas.
- Historische Energieumwandler.
- Teilnahme an internationalen Schulprojekten, z.B. am Projekt "What did you eat?" des internationalen Schulprojektes "Science across Europe" der Association for Science Education (ASE).
- Ursachen und Auswirkungen des Treibhauseffekts.
- Essverhalten früher und heute.
- Bau wärmetechnischer Anlagen (z.B. Wärmepumpe, Sonnenofen...).
- Salze als Energieträger (z.B. Wärmeheizkissen).
- Geschichte des Ruhrgebiets.
- Vergleich Blatt - Solarzelle.
- 

**Hinweise / Außerschulische Partner:**

Fotovoltaikanlage, Wasserkraftwerk, Windkraftwerk, Tankstelle, Computersimulation (Verband der chemischen Industrie) zum Abgaskatalysator, Technikmuseum, Kooperation mit Fremdsprachenlehrern bei innereuropäischem Erfahrungs- und Meinungsaustausch,

Nutzung themenbezogener Informationsstränge (auch über Internet), örtliche Energieversorgungsunternehmen.

Auskünfte über internationale naturwissenschaftliche Schulprojekte gibt das Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaft in Kiel.

#### 4. Erfahrungsfeld: Boden

**Klassenstufe: 7 - 10**

**Ziele:**

- Die zentrale Bedeutung des Bodens für Pflanzen, Tiere und Menschen kennen.
- Faktoren, die im ökologischen Gefüge Boden wirksam sind, untersuchen, erfassen und verstehen.
- Einblick in die Erhaltung und in den ökologisch verträglichen Umgang mit Böden gewinnen.
- Bereitschaft zu verantwortungsvollem Umgang mit Böden entwickeln.
- 

**Lehrplanbezüge**

<b>Mathematik - Naturwissenschaften (RS)</b>	<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Erdkunde</b>	<b>Ethik</b>	<b>Weitere Fächer</b>
6.3.1 Grundlagen der Ökologie	HS 7/8.1 RS 7.1 Gy 7.1  Bewohner der oberen Bodenschicht	HS 8 Säuren, Laugen, Salze  RS 9.1 Säuren und Laugen  RS 9.2 Beeinflussung unserer Umwelt durch technische Prozesse  RS 9.2 Bedeutung des Stickstoffs und seiner Verbindungen für unsere Ernährung  Gy 10.2 Säuren, Basen und Salze	HS 7.3 RS 8.2 Gy 7.2 Der Zusammenhang von Klima-Boden-Vegetation  Bodenerosion und ihre Folgen.	7/8: <b>Bach- und Waldpatenschaften</b> (Heimat - Erde/Lernen/ Arbeiten)  7/8: <b>Tourismus</b> (Heimat-Erde/ Konsumieren)	<b>Geschichte</b>

**Beispiele für Projektunterricht/Projekte:**

- Der Boden lebt.
- Arbeit im Schulgarten (z.B. Hügelbeet, Komposthaufen).
- Aus fruchtbaren Böden werden unfruchtbare Böden.
- Bodenbearbeitung und Bodenpflege früher und heute.
- Boden, die empfindsame Haut der Erde.
- Bodenarten und Bodentypen im Heimatraum.
- Die Bodenfruchtbarkeit in den Tropen.
- 

**Hinweise / Außerschulische Partner:**

Zusammenarbeit mit Landwirten, Umweltbehörden, Landwirtschaftsverbände, Verband der chemischen Industrie.

## 5. Erfahrungsfeld: Luft

**Klassenstufe: 9 - 10**

**Ziele:**

- Die Bedeutung der Luft für Mensch, (Technik) und Wirtschaft erkennen.
- Emissionen und Immissionen untersuchen, erfassen und bewerten.
- Schadstoffvermeidungsmöglichkeiten kennen und experimentell erfahren.
- Den räumlichen Zusammenhang zwischen Luftverschmutzer und Schädigungszonen erfassen.
- Den eigenen Anteil an der Luftverschmutzung begreifen.
- Engagement für die Reinerhaltung von Luft zeigen.
- 

**Lehrplanbezüge**

<b>Mathematik-Naturwissenschaften (RS)</b>	<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Englisch</b>	<b>Erdkunde</b>	<b>Weitere Fächer</b>
6.3.3 Grundlagen der Verfahrenstechnologie  6.3.4 Grundlagen der Werkstofftechnologie  6.3.6 Grundlagen der Wärmetechnologie	RS 9.3 Gy 10.2 Atmung	HS 9.1/ 10.3 Kohlenwasserstoffe Luft und Oxidation Verbrennungsprodukte/Schadstoffe  RS 9.1 Rauchgasentschwefelung  RS 9.2, 10.1, 10.2 Kohlenwasserstoffe  Gy 10.2 Säuren, Basen, Salze  Gy 10.3 Kohlenwasserstoffe	4.2/5.2/6.2/7.2 Sensibilisierung für die Umwelt Klima-Veränderungen und Ökologie	HS 9.1 RS 10.1 Gy 10.1 Luftverschmutzung als Folge wirtschaftlicher Tätigkeit	<b>Physik</b>  <b>Ethik</b>

**Beispiele für Projektunterricht/Projekte:**

- Saubere Luft - dein gutes Recht, immer und überall?
- Großstadtluft und Krankheiten der Atemorgane.
- Saubere Luft - ein teurer Luxus!
- Teilnahme am Teilprojekt "Global warming" des internationale Schulprojektes "Science across the world" der Association for Science Education (ASE)
- 

**Hinweise / Außerschulische Partner:**

Zusammenarbeit mit Umweltbehörden, TÜV, Industrieanlagen.

**18. Erfahrungsfeld: Zukunftsvisionen und -perspektiven**

**Klassenstufe: 7 - 10**

**Ziele:**

- Den Menschen zugleich als Subjekt und Objekt von Veränderungen erkennen.
- Einsicht in die Gefährdung der Bewohnbarkeit der Erde
- Das an Konsum und rücksichtsloser Vernutzung orientierte Denken kritisch zu hinterfragen.
- Bereits sein, Erkenntnisse zur Erhaltung der Lebensgrundlagen zu akzeptieren und umzusetzen.
- Die Zukunft als positive Herausforderung annehmen und realistische Visionen entwickeln können.
- Erkennen, dass sich durch Globalisierung die Lebensbedingungen für das Individuum und die Gesellschaft entscheiden verändern.
- 

**Lehrplanbezüge**

<b>Mathematik-Naturwissenschaften (RS)</b>	<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Erdkunde</b>	<b>Englisch</b>	<b>Weitere Fächer</b>
6.3.1 Grundlagen der Ökologie	HS 9.6/10.3 RS 9.3/10.2 Gy 10.1/10.3/10.5	Gy 10.3 Kohlenwasserstoffe und Derivate	HS 8.1 RS 8.3 Gy 8.1	4.2/5.2/ 6.2/7.2 Möglichkeiten und Grenzen neuer Technologien.	<b>Bildende Kunst</b> <b>Sozialkunde</b> <b>Deutsch</b> <b>Ethik</b>
6.3.2 Grundlagen der Biotechnologie	Alte und neue Infektionskrankheiten bedrohen die Gesundheit.  Züchtung nimmt Einfluss auf Pflanzen und Tierarten  Gentechnologie - ein Weg zur Menschenzüchtung?	RS 8.2 Wasserstofftechnologie  RS 9.2 Rauchgasentschwefelung  RS 9.1 Verbrennungsprodukte und Schadstoffe  Gy 10.2 Säuren, Basen, Salze  HS 10.3 Alkane, Alkene, Alkine	Erschließung und Umwertung von Räumen  HS 7.3 RS 9.1 Gy 8.2 Eingriffe in den Naturhaushalt	Europäische Integration, Globalismus als Auslöser für Veränderungen im Wohlfahrtsstaat, in der Arbeitswelt und in der Lebenswelt der Jugendlichen beschreiben	

**Beispiele für Projektunterricht/Projekte:**

- Schreibwerkstatt: Zukunft hat Vergangenheit.
- Chancen umweltfreundlicher Energien.
- Die Vereinigten Staaten von Europa?
- Umweltschonende Nutzung fossiler Energieträger.
- Umweltfreundliche Mobilität?
- Zukunftswerkstatt: Unsere Schule/ unsere Gemeinde/ Unser Land/ Europa/ die Welt im Jahr 2100.
- Von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft am Beispiel der eigenen Gemeinde.
- "Schöne neue Welt" - Zukunft in unseren Händen.
- 

**Hinweise/Außerschulische Partner:**

Jugendbuchautoren, Raumplaner; Verwaltung; Gesundheitsamt, Forschungsinstitute, Bauernhof.



## 24. Erfahrungsfeld: Konsum und Verzicht

**Klassenstufe: 7 - 10**

### Ziele:

- Bereitschaft zum verantwortungsbewussten Umgang mit der Umwelt und sich selbst entwickeln.
- Die Notwendigkeit der Selbstbegrenzung als Basis des Teilens einsehen.
- Auswirkungen der Verwendung von Energieträgern auf Ökosysteme kennen.
- Auf Genügsamkeit und Naturverträglichkeit ausgerichtete Lebenskonzepte kennen.
- Die Prinzipien nachhaltigen Wirtschaftens kennen.
- Erkennen, dass viele Bedürfnisse erst geweckt werden.
- 

### Lehrplanbezüge

Mathematik-Naturwissenschaften (RS)	Chemie	Bildende Kunst	Erdkunde	Geschichte	Weitere Fächer
6.3.1 Grundlagen der Ökologie	HS 9.1 Kohlenwasserstoffe/ Alkane	Problemfelder bei der Produktgestaltung Designstrategien (Design 7 - 9)	HS 7.3 RS 9.1 Gy 8.2 Naturhaushalt	HS 22.4 RS/Gy 25.4 Verschärfung der ökologischen Probleme	<b>Deutsch</b> <b>Musik</b> <b>Englisch</b> <b>Ethik</b> <b>Sozialkunde</b> <b>Sport</b>
6.3.4 Grundlagen der Werkstofftechnologie	HS 10.3 Alkane, Alkene, Alkine		HS 9.1 RS 10.1, 10.2 Gy 8.2, 10.1 Landschaft- und Umweltschutz	Raubbau an Ressourcen	
	RS 8.2 Wasserstofftechnologien	künstliche Bedingungenfaktoren des Kommunikationsdesign (Design 7 - 9)	HS 10.1 RS 10.4 Gy 10.3 Globale Beziehungen	HS 21.4 RS/Gy 24.4 Chancen wirtschaftlicher Prosperität	
	RS 10.1 Energiequelle Methan	Kleidung und Accessoires und ihr Einfluss auf Körper und (Textil 7 -.9)			
	RS 10.2 Heiz- und Kraftstoffe				
	Gy 10.3 Erdgas/ Erdöl, Rohstoffe, Energieträger				

**Beispiele für Projektunterricht/Projekte:**

- Freizeitgestaltung mit und/oder gegen den Trend.
- Umweltverträgliche Energie.
- Ich will alles, und zwar jetzt!
- Aus Alt mach Neu: Werkstoffrecycling.
- Werbespots multimedial herstellen.
- Sport in der Natur: Natur kaputt? (Skisport, Mountainbiking, Wandern ...).
- Wie stillen wir unseren Energiehunger?
- Werbung und Konsum.
- Gut leben statt viel haben!
- Was lassen wir unseren Enkeln übrig: Grenzen des Wachstums.
- Fleischkonsum und Tierhaltung.
- 

**Hinweise / Außerschulische Partner:**

Wasserwerk, Kläranlagen, Gesundheitsamt, Umweltbüro, Verbraucherschutzinstitutionen, Klöster, ökologische Land- und Weinbaubetriebe.