

Kerncurriculum berufliches Gymnasium



UMWELTTECHNIK
Ausgabe 2024

Impressum

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Kultus, Bildung und Chancen (HMKB)
Luisenplatz 10
65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 368-0
E-Mail: poststelle.hmkb@kultus.hessen.de
Internet: <https://kultus.hessen.de>

Stand: Ausgabe 2024, Stand 01.08.2025

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	5
1 Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium.....	6
1.1 Ganzheitliches Lernen und Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium	6
1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums	8
1.3 Überfachliche Kompetenzen	10
2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Schwerpunkts	14
2.1 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung	14
2.2 Umwelttechnik / Technische Kommunikation und Mikrobiologie	15
2.2.1 Beitrag der Fächer zur Bildung	15
2.2.2 Kompetenz-Strukturmodell	16
2.2.3 Kompetenzbereiche	17
2.2.4 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)	20
2.3 Umweltökonomie	22
2.3.1 Beitrag des Faches zur Bildung	22
2.3.2 Kompetenz-Strukturmodell	23
2.3.3 Kompetenzbereiche	24
2.3.4 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)	28
3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	31
3.1 Einführende Erläuterungen	31
3.2 Umwelttechnik / Technische Kommunikation und Mikrobiologie	32
3.2.1 Bildungsstandards der Fächer	32
3.2.2 Kurshalbjahre und Themenfelder	37
E1: Ökosysteme	43
E2: Umweltanalytik	45
Q1: Energietechnik (LK)	47
Q2: Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung (LK)	50
Q3: Luftreinhaltung (LK)	53
Q4: Abfall und Recycling (LK)	56
Q1: Einführung in die Steuerungs- und Automatisierungstechnik (eGK)	58

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

E:	Grundlagen der Technischen Kommunikation und der Mikrobiologie	60
3.3	Umweltökonomie	63
3.3.1	Bildungsstandards des Faches	63
3.3.2	Kurshalbjahre und Themenfelder	67
E:	Grundlagen der Umweltökonomie	74
Q1:	Umweltökonomische Fertigungswirtschaft (GK)	78
Q2:	Umweltökonomische Informations- und Entscheidungsprozesse (GK)	80
Q3:	Volkswirtschaftliche Umweltökonomie (GK)	82
Q4:	Das Prinzip Verantwortung in der Umweltökonomie (GK)	84

Hinweis: Anregungen zur Umsetzung des Kerncurriculums im Unterricht sowie weitere Materialien abrufbar im Internet unter: [Kerncurricula | kultus.hessen.de](https://kultus.hessen.de/Kerncurricula)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Vorbemerkung

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium trat zum Schuljahr 2016/17 in Kraft und ist seither Grundlage eines kompetenzorientierten Oberstufenunterrichts zur Vorbereitung auf das hessische Landesabitur. Den Fächern Mathematik, Deutsch und den fortgeführten Fremdsprachen (Englisch, Französisch) liegen dabei die Bildungsstandards nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012 zugrunde. Den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik liegen die Bildungsstandards nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020 zugrunde.

Die politischen Vorhaben zur „Ländervereinbarung über die gemeinsame Grundstruktur des Schulwesens und die gesamtstaatliche Verantwortung der Länder in zentralen bildungspolitischen Fragen“ (Beschluss der KMK vom 15.10.2020) in Verbindung mit der „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung“ (Beschluss der KMK vom 07.07.1972 in der Fassung vom 06.06.2024) bedingen eine Ausweitung der für das schriftliche Abitur prüfungsrelevanten Themen und Inhalte auf das Kurshalbjahr Q4, das vor den Osterferien endet.

Dies macht eine Anpassung der Kerncurricula der gymnasialen Oberstufe in allen Abiturprüfungsfächern notwendig. Die Änderungen betreffen die inhaltliche Anschlussfähigkeit der Q4 sowie gegebenenfalls notwendige Anpassungen in den vorherigen Kurshalbjahren.

1 Die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium

1.1 Ganzheitliches Lernen und Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium

Das Ziel der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ist die Allgemeine Hochschulreife, die zum Studium an einer Hochschule berechtigt und auch den Weg in eine berufliche Ausbildung ermöglicht. Lernende, die die gymnasiale Oberstufe besuchen, wollen auf die damit verbundenen Anforderungen vorbereitet sein. Erwarten können sie daher einen Unterricht, der sie dazu befähigt, Fragen nach der Gestaltung des eigenen Lebens und der Zukunft zu stellen und orientierende Antworten zu finden. Sie benötigen Lernangebote, die in sinnstiftende Zusammenhänge eingebettet sind, in einem verbindlichen Rahmen eigene Schwerpunktsetzungen ermöglichen und Raum für selbstständiges Arbeiten schaffen. Mit diesem berechtigten Anspruch geht die Verpflichtung der Lernenden einher, die gebotenen Lerngelegenheiten in eigener Verantwortung zu nutzen und mitzugestalten. Lernen wird so zu einem stetigen, nie abgeschlossenen Prozess der Selbstbildung und Selbsterziehung, getragen vom Streben nach Autonomie, Bindung und Kompetenz. In diesem Verständnis wird die Bildung und Erziehung junger Menschen nicht auf zu erreichende Standards reduziert, vielmehr kann Bildung Lernende dazu befähigen, selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung, selbstbewusst und resilient, kritisch-reflexiv und engagiert, neugierig und forschend, kreativ und genussfähig ihr Leben zu gestalten und wirtschaftlich zu sichern.

Für die Lernenden stellen die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium ein wichtiges Bindeglied zwischen einem zunehmend selbstständigen, dennoch geleiteten Lernen in der Sekundarstufe I auf der einen Seite und dem selbstständigen und eigenverantwortlichen Weiterlernen auf der anderen Seite dar, wie es mit der Aufnahme eines Studiums oder einer beruflichen Ausbildung verbunden ist. Auf der Grundlage bereits erworbener Kompetenzen zielt der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium auf eine vertiefte Allgemeinbildung, eine allgemeine Studierfähigkeit sowie eine fachlich fundierte wissenschaftspropädeutische Bildung. Dabei gilt es in besonderem Maße, flankiert durch Angebote zur beruflichen Orientierung, die Potenziale der Jugendlichen zu entdecken und zu stärken sowie die Bereitschaft zu beständigem Weiterlernen zu wecken, damit die jungen Erwachsenen selbstbewusste, ihre Neigungen und Stärken berücksichtigende Entscheidungen über ihre individuellen Bildungs-, Berufs- und Lebenswege treffen können. So bietet der Unterricht in der Auseinandersetzung mit ethischen Fragen die zur Bildung reflektierter Werthaltungen notwendigen Impulse – den Lernenden kann so die ihnen zukommende Verantwortung für Staat, Gesellschaft und das Leben zukünftiger Generationen bewusst werden. Auf diese Weise nehmen die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium den ihnen in den §§ 2 und 3 des Hessischen Schulgesetzes (HSchG) aufgegebenen Erziehungsauftrag wahr.

Das Lernen in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium differenziert die Inhalte und die Lern- und Arbeitsweisen der Sekundarstufe I weiter aus. So zielt der Unterricht auf den Erwerb profunden Wissens sowie auf die Vertiefung beziehungsweise Erweiterung von Sprachkompetenz. Der Unterricht fördert Team- und Kommunikationsfähigkeit, lernstrategische und wissenschaftspropädeutische Fähigkeiten und Fertigkeiten, um zunehmend selbstständig lernen zu können, sowie die Fähigkeit, das eigene Denken und Handeln zu reflektieren. Ein breites, in sich gut organisiertes und vernetztes sowie in unterschiedlichen Anwendungssituationen erprobtes Orientierungswissen hilft dabei, unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen. Aus dieser Handlungsorientierung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

leiten sich die didaktischen Aufgaben der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums ab:

- sich aktiv und selbstständig mit bedeutsamen Gegenständen und Fragestellungen zentraler Wissensdomänen auseinanderzusetzen,
- wissenschaftlich geprägte Kenntnisse für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen zu nutzen,
- Inhalte und Methoden kritisch zu reflektieren und daraus folgend Erkenntnisse und Erkenntnisweisen auszuwerten und zu bewerten,
- in kommunikativen Prozessen sowohl aus der Perspektive aufgeklärter Laien als auch aus der Expertenperspektive zu agieren.

Lernende begegnen der Welt auf unterschiedliche Art und Weise. Ganzheitliche schulische Bildung eröffnet den Lernenden daher unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Sie reflektieren im Bildungsprozess verschiedene „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“¹, die sich – in flexibler beziehungsweise mehrfacher Zuordnung – in den Unterrichtsfächern und deren Bezugswissenschaften wiederfinden:

- (1) eine kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften oder Technik),
- (2) ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (Sprache/Literatur, Musik / bildende und theatrale Kunst / physische Expression)
- (3) normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (Geschichte, Politik, Ökonomie, Recht, Wirtschaft, Gesundheit und Soziales)
- (4) einen Modus, in dem „Probleme konstitutiver Rationalität“ behandelt werden und über „die Bedingungen menschlicher Erkenntnis und menschlichen In-der-Welt-Seins“ nachgedacht wird (Religion, Ethik und Philosophie).

Jeder dieser gleichrangigen Modi bietet also eine eigene Art und Weise, die Wirklichkeit zu konstituieren – aus einer jeweils besonderen Perspektive, mit den jeweils individuellen Erschließungsmustern und Erkenntnisräumen. Den Lernenden eröffnen sich dadurch Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit, die durch geeignete Lehr-Lern-Prozesse initiiert werden.

Die Grundstruktur der Allgemeinbildung besteht in der Verschränkung der oben genannten Sprachkompetenzen und lernstrategischen Fähigkeiten mit den vier „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“ und gibt damit einen Orientierungsrahmen für kompetenzorientierten Unterricht auf Basis der KMK-Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife. Mit deren Erreichen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre Kompetenzen und fundierten Fachkenntnisse in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen verständig nutzen können.

In der Umsetzung eines ganzheitlichen Bildungsanspruchs verbinden sich sowohl Erwartungen der Schule an die Lernenden als auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

¹ Hier und im Folgenden adaptiert aus Jürgen Baumert: Deutschland im internationalen Bildungsvergleich, in: Nelson Killius und andere (Herausgeber), Die Zukunft der Bildung, Frankfurt am Main: Suhrkamp 2002, Seite 113, und Bernhard Dressler: Bildung und Differenzkompetenz, in: Österreichisches Religionspädagogisches Forum 2/2021, Seite 216.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Den Lehrkräften kommt daher die Aufgabe zu,

- Lernende darin zu unterstützen, sich die Welt aktiv und selbstbestimmt fortwährend lernend zu erschließen, eine Fragehaltung zu entwickeln sowie sich reflexiv und zunehmend differenziert mit den unterschiedlichen „Modi der Weltbegegnung und Welterschließung“ zu beschäftigen,
- Lernende mit Respekt, Geduld und Offenheit sowie durch Anerkennung ihrer Leistungen und förderliche Kritik darin zu unterstützen, in einer komplexen Welt mit Herausforderungen wie fortschreitender Technisierung, beschleunigtem globalen Wandel, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität und diversifizierten Formen der Lebensgestaltung angemessen umgehen zu lernen sowie im Sinne des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Aufgabe der Lernenden ist es,

- das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen und Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren; schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen; dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen; sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- im Sinne des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Die Entwicklung von Kompetenzen wird möglich, wenn Lernende sich mit komplexen und herausfordernden Aufgabenstellungen, die Problemlösen erfordern, auseinandersetzen, wenn sie dazu angeleitet werden, ihre eigenen Lernprozesse zu steuern und an der Gestaltung des Unterrichts aktiv mitzuwirken. Solchermaßen gestalteter Unterricht bietet Lernenden Arbeitsformen und Strukturen, in denen sie wissenschaftspropädeutisches und berufsbezogenes Arbeiten in realitätsnahen Kontexten erproben und erlernen können. Es bedarf der Bereitstellung einer motivierenden Lernumgebung, die neugierig macht auf die Entdeckung bisher unbekannten Wissens, in welcher die Suche nach Verständnis bestärkt und Selbstreflexion gefördert wird. Und es bedarf Formen der Instruktion, der Interaktion und Kommunikation, die Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung, und auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen ermöglichen.

1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium formuliert Bildungsziele für fachliches (Bildungsstandards) und überfachliches Lernen sowie inhaltliche Vorgaben als verbindliche Grundlage für die Prüfungen im Rahmen des Landesabiturs. Die Leistungserwartungen werden auf diese Weise für alle, Lehrende wie Lernende, transparent und nachvollziehbar. Das Kerncurriculum ist in mehrfacher Hinsicht anschlussfähig: Es nimmt

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

zum einen die Vorgaben in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) und den Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 18.10.2012 zu den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Deutsch und Mathematik sowie in der fortgeführten Fremdsprache (Englisch, Französisch) und vom 18.06.2020 in den naturwissenschaftlichen Fächern (Biologie, Chemie und Physik) und die Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (Beschluss der KMK vom 07.07.1972 in der Fassung vom 16.03.2023) auf. Zum anderen setzt sich in Anlage und Aufbau des Kerncurriculums die Kompetenzorientierung, wie bereits im Kerncurriculum für die Sekundarstufe I umgesetzt, konsequent fort – modifiziert in Darstellungsformat und Präzisionsgrad der verbindlichen inhaltlichen Vorgaben gemäß den Anforderungen der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums und mit Blick auf die Abiturprüfung.

Das pädagogisch-didaktische Konzept des ganzheitlichen Lernens und der Kompetenzorientierung in der gymnasialen Oberstufe und dem beruflichen Gymnasium spiegelt sich in den einzelnen Strukturelementen wider:

Überfachliche Kompetenzen (Abschnitt 1.3): Bildung, nicht nur als individueller, sondern auch sozialer Prozess fortwährender Selbstbildung und Selbsterziehung verstanden, zielt auf fachlichen und überfachlichen Kompetenzerwerb gleichermaßen. Daher sind im Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe und für das berufliche Gymnasium neben den fachlichen Leistungserwartungen zunächst die wesentlichen Dimensionen und Aspekte überfachlicher Kompetenzentwicklung beschrieben.

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches (Abschnitt 2): Der „Beitrag des Faches zur Bildung“ (Abschnitt 2.1) beschreibt den Bildungsanspruch und die wesentlichen Bildungsziele des Faches. Dies spiegelt sich in den Kompetenzbereichen (Abschnitt 2.2 beziehungsweise Abschnitt 2.3 in den Naturwissenschaften, in Mathematik und Informatik) und der Strukturierung der Fachinhalte (Abschnitt 2.3 beziehungsweise Abschnitt 2.4 Naturwissenschaften, Mathematik, Informatik) wider. Die didaktischen Grundlagen, durch den Bildungsbeitrag fundiert, bilden ihrerseits die Bezugsfolie für die Konkretisierung in Bildungsstandards und Unterrichtsinhalten.

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Abschnitt 3): Bildungsstandards weisen die Erwartungen an das fachbezogene Können der Lernenden am Ende der gymnasialen Oberstufe und des beruflichen Gymnasiums aus (Abschnitt 3.2). Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer beziehungsweise das Nutzen von Wissen für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen.²

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und repräsentativen Lerninhalten und Themen, deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten fachlichen Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils bestimmter Kompetenzen aus in der Regel unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Auf diese Weise können alle Bildungsstandards mehrfach und in unterschiedlichen inhaltlichen Zusammenhängen erarbeitet werden. Hieraus erklärt sich, dass Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte nicht bereits im

² In den sieben Fächern, für die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der KMK vom 18.10.2012 für die Fächer Deutsch, Mathematik sowie die fortgeführten Fremdsprachen Englisch und Französisch und vom 18.06.2020 für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie, Physik) vorliegen, werden diese in der Regel wörtlich übernommen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Kerncurriculum miteinander verknüpft werden, sondern dies erst sinnvoll auf der Unterrichtsebene erfolgen kann.

Die Lerninhalte sind in unmittelbarer Nähe zu den Bildungsstandards in Form verbindlicher Themen der Kurshalbjahre, gegliedert nach Themenfeldern, ausgewiesen (Abschnitt 3.3). Hinweise zur Verbindlichkeit der Themenfelder finden sich im einleitenden Text zu Abschnitt 3.3 sowie in jedem Kurshalbjahr. Die Thematik eines Kurshalbjahres wird jeweils in einem einführenden Text skizziert und begründet. Im Sinne eines Leitgedankens stellt er die einzelnen Themenfelder in einen inhaltlichen Zusammenhang und zeigt Schwerpunktsetzungen für die Kompetenzanbahnung auf.

1.3 Überfachliche Kompetenzen

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der gymnasialen Oberstufe oder des beruflichen Gymnasiums ein Studium oder eine berufliche Ausbildung beginnen und die damit verbundenen Anforderungen erfolgreich meistern wollen, kommt dem Erwerb all jener Kompetenzen, die über das rein Fachliche hinausgehen, eine fundamentale Bedeutung zu. Nur in der Verknüpfung mit personalen und sozialen Kompetenzen können sich fachliche Expertise und nicht zuletzt auch die Bereitschaft und Fähigkeit, für Demokratie und Teilhabe sowie zivilgesellschaftliches Engagement und einen verantwortungsvollen Umgang mit den natürlichen Ressourcen einzustehen, adäquat entfalten.

Daher liegt es in der Verantwortung aller Fächer, dass Lernende im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht ihre überfachlichen Kompetenzen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessenorientierte sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung. Dabei kommt den Fächern Politik und Wirtschaft sowie Deutsch eine besondere Verantwortung zu, Lernangebote bereitzustellen, die den Lernenden die Möglichkeit eröffnen, ihre Interessen und Neigungen zu entdecken und die gewonnenen Informationen mit Blick auf ihre Ziele zu nutzen.

Überfachliche Kompetenzen umspannen ein weites Spektrum. Es handelt sich dabei um Fähigkeiten und Fertigkeiten genauso wie um Haltungen und Einstellungen. Mit ihnen stehen kulturelle Werkzeuge zur Verfügung, in denen sich auch normative Ansprüche widerspiegeln.

Im Folgenden werden die anzustrebenden überfachlichen Kompetenzen als sich ergänzende und ineinandergreifende gleichrangige Dimensionen beschrieben, dem Prinzip „vom Individuum zur Gemeinschaft“ entsprechend:

a) Personale Kompetenzen: eigenständig und verantwortlich handeln und entscheiden; selbstbewusst mit Irritationen umgehen, Dissonanzen aushalten (Ambiguitätstoleranz); widerstandsfähig mit Enttäuschungen und Rückschlägen umgehen; sich zutrauen, die eigene Person und inneres Erleben kreativ auszudrücken; divergent denken; fähig sein zu naturbezogenem sowie ästhetisch ausgerichtetem Erleben; sensibel sein für die eigene Körperlichkeit und psychische Gesundheit, eigene Bedürfnisse wahrnehmen und äußern.

Dazu gehören

emotionale Kompetenzen: den eigenen emotionalen Zustand erkennen, adressaten- und situationsadäquat ausdrücken können und damit umgehen; aversive oder belastende Emotionen bewältigen (Emotionsregulation); emotionale Selbstwirksamkeit; empathisch auf Emotionen anderer eingehen, anderen vertrauen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Motivation/Lernbereitschaft: sich (auf etwas) einlassen; für eine Sache fiebern; sich motiviert fühlen und andere motivieren; von epistemischer Neugier geleitete Fragen formulieren; sich vertiefen, etwas herausbekommen, einer Sache/Fragestellung auf den Grund gehen; (etwas) durchhalten, etwas vollenden; eine Arbeitshaltung kultivieren (sich Arbeitsschritte vornehmen, Arbeitserfolg kontrollieren).

Lernkompetenz / wissenschaftspropädeutische Kompetenzen: eigenes Lernen reflektieren („Lernen lernen“) und selbst regulieren; Lernstrategien sowohl der Zielsetzung und Zielbindung als auch der Selbstbeobachtung (*self-monitoring*) anwenden; Probleme im Lernprozess wahrnehmen, analysieren und Lösungsstrategien entwickeln; eine positive Fehler-Kultur aufbauen; sich im Spannungsverhältnis zwischen Fremd- und Selbstbestimmung orientieren; fachliches Wissen nutzen und bewerten und dabei seine Perspektivität reflektieren, dabei verschiedene Stufen von Erkenntnis und Wissen erkennen und zwischen diesen differenzieren, auf einem entwickelten/gesteigerten Niveau abstrahieren; in Modellen denken und modellhafte Vorstellungen als solche erkennen; Verfahren und Strategien der Argumentation anwenden; Zitierweisen beherrschen.

Sprachkompetenzen (im Sinne eines erweiterten Sprachbegriffs): unterschiedliche Zeichensysteme beherrschen (*literacy*): Verkehrssprache, Fachsprache, Mathematik, Fremdsprachen, Naturwissenschaften, musisch-künstlerische Fächer, symbolisch-analoges Sprechen (wie etwa in religiösen Kontexten), Ästhetik, Informations- und Kommunikationstechnologien; sich in den unterschiedlichen Symbol- und Zeichengefügen ausdrücken und verständigen; Übersetzungsleistungen erbringen: Verständigung zwischen unterschiedlichen Sprachniveaus und Zeichensystemen ermöglichen.

b) Soziale Kompetenzen: sich verständigen und kooperieren; Verantwortung übernehmen und Rücksichtnahme praktizieren; im Team agieren; Konflikte aushalten, austragen und konstruktiv lösen; andere Perspektiven einnehmen; von Empathie geleitet handeln; sich durchsetzen; Toleranz üben; Zivilcourage zeigen: sich einmischen und in zentralen Fragen das Miteinander betreffend Stellung beziehen.

Dazu gehören

wertbewusste Haltungen: um Kategorien wie Respekt, Gerechtigkeit, Fairness, Kostbarkeit, Eigentum und deren Stellenwert für das Miteinander wissen; ökologisch nachhaltig handeln; mit friedlicher Gesinnung im Geiste der Völkerverständigung handeln, ethische Normen sowie kulturelle und religiöse Werte kennen, reflektieren und auf dieser Grundlage eine Orientierung für das eigene Handeln gewinnen; demokratische Normen und Werthaltungen im Sinne einer historischen Weltansicht reflektieren und Rückschlüsse auf das eigene Leben in der Gemeinschaft und zum Umgang mit der Natur ziehen; selbstbestimmt urteilen und handeln.

interkulturelle Kompetenz: Menschen aus verschiedenen soziokulturellen Kontexten und Kulturen vorurteilsfrei sowie im Handeln reflektiert und offen begegnen; sich kulturell unterschiedlich geprägter Identitäten, einschließlich der eigenen, bewusst sein; die unverletzlichen und unveräußerlichen Menschenrechte achten und sich an den wesentlichen Traditionen der Aufklärung orientieren; wechselnde kulturelle Perspektiven einnehmen, empathisch und offen das Andere erleben.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Mit Blick auf gesellschaftliche Entwicklungen und die vielfältigen damit verbundenen Herausforderungen für junge Erwachsene zielt der Erwerb fachlicher und überfachlicher Kompetenzen insbesondere auf die folgenden **drei gesellschaftlichen Dimensionen**, die von übergreifender Bedeutung sind:

Demokratie und Teilhabe / zivilgesellschaftliches Engagement: sozial handeln, politische Verantwortung übernehmen; Rechte und Pflichten in der Gesellschaft wahrnehmen; sich einmischen, mitentscheiden und mitgestalten; sich persönlich für Einzelne und/oder das Gemeinwohl engagieren (aktive Bürgerschaft); Fragen des Zusammenlebens der Geschlechter/ Generationen /sozialen Gruppierungen / Kulturen reflektieren; Innovationspotenzial zur Lösung gesellschaftlicher Probleme des sozialen Miteinanders entfalten und einsetzen; entsprechende Kriterien des Wünschenswerten und Machbaren differenziert bedenken.

Nachhaltigkeit / Lernen in globalen Zusammenhängen: globale Zusammenhänge bezogen auf ökologische, soziale und ökonomische Fragestellungen wahrnehmen, analysieren und darüber urteilen; Rückschlüsse auf das eigene Handeln ziehen; sich mit den Fragen, die im Zusammenhang des wissenschaftlich-technischen Fortschritts aufgeworfen werden, auseinandersetzen; sich dem Diskurs zur nachhaltigen Entwicklung stellen, sich für nachhaltige Entwicklung engagieren.

Selbstbestimmtes Leben in der digitalisierten Welt:

Lernkompetenz: digitale Werkzeuge zur Organisation von Lernprozessen nutzen (zum Beispiel Dateiablage, zielgerechte Nutzung von Programmen, Recherche, Gestaltung, Zugriff auf Arbeitsmaterialien über das Internet beziehungsweise schulische Intranet); digitale Bearbeitungswerkzeuge handhaben und zur Ergebnisdarstellung nutzen; beim Lernen digital kommunizieren und sich vernetzen (zum Beispiel über Messengerdienste, Videochats) sowie sich gegenseitig unterstützen und sich dabei gegenseitig Lern- und Lösungsstrategien erklären. Medienkompetenz ist heutzutage genauso wichtig wie Lesen, Schreiben und Rechnen. Die Digitalisierung spielt dabei eine zentrale Rolle bei der Vermittlung von digitalen Medien und bereitet die Schüler auf die sich ständig verändernde Lebenswelt vor. Die prozessbezogenen Kompetenzen umfassen Fähigkeiten wie das Strukturieren und Modellieren, Implementieren, Kommunizieren und Darstellen sowie Begründen und Bewerten. Diese Kompetenzen bilden eine Grundlage für lebenslanges Lernen und die Anpassung an den Wandel in der Digitalisierung.

Die Lernenden sollen die Funktionsweise und Struktur von Informatiksystemen verstehen, diese konstruieren können und sich mit den Wechselwirkungen zwischen Digitalisierung, Medienerziehung und Gesellschaft auseinandersetzen. Dabei stellt der Umgang mit Informatiksystemen und Digitalisierungs-Werkzeugen eine grundlegende Qualifikation für die Teilhabe an der Gesellschaft und insbesondere in der Berufswelt dar. Prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen, wie zum Beispiel Daten und ihre Spuren, Computerkompetenz, algorithmisches Problemlösen und automatisierte Prozesse sind Bestandteil des Unterrichts.

Personal/Sozial: den Einfluss von digitaler Kommunikation auf eigenes Erleben, soziale Interaktion und persönliche Erfahrungen wahrnehmen und reflektieren; damit verbundene Chancen und Risiken erkennen; Unterschiede zwischen unmittelbaren persönlichen Erfahrungen und solchen in „digitalen Welten“ identifizieren; in der mediatisierten Welt eigene Bedürfnisse wahrnehmen und Interessen vertreten; Möglichkeiten und Risiken digitaler Umgebungen in unterschiedlichen Lebensbereichen (Alltag, soziale Beziehungen, Kultur, Politik) kennen, reflektieren und berücksichtigen: zum Beispiel in sozialen Medien; Umgangsregeln bei digitaler

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Interaktion kennen und anwenden; Urheberrechte wahren; auch im „online-Modus“ ethisch verantwortungsvoll handeln, das heißt unter anderem einen selbstbestimmten Umgang mit sozialen Netzwerken im Spannungsfeld zwischen Wahrung der Privatsphäre und Teilhabe an einer globalisierten Öffentlichkeit praktizieren.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Schwerpunkts

2.1 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung³

Der auf Konsum und Wirtschaftswachstum ausgerichtete Lebensstil in Industrie- sowie zunehmend auch in Schwellenländern gefährdet die Balance der natürlichen Ressourcen unserer Umwelt. Hoher Energie- und Wasserverbrauch, Luftverschmutzung, Mobilität und industrielle Produktion sowie große Abfallmengen sind wesentliche Problemfelder, für die nachhaltige Lösungen gefunden werden müssen. Die Perspektive eines friedlichen Zusammenlebens der Menschen – auch kommender Generationen – wird von dem Erfolg nachhaltiger Lösungen abhängen.

Die Besonderheit des Schwerpunkts Umwelttechnik innerhalb der Fachrichtung Technik ist seine hybride Struktur. Der Leistungskurs Umwelttechnik ist dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld zugeordnet, der Grundkurs Umweltökonomie fällt in das gesellschaftswissenschaftliche Aufgabenfeld.

An geeigneten Stellen im vorliegenden Kerncurriculum werden thematische Querbezüge zwischen den beiden Fächern hergestellt, so dass die beiden Fächer im Verständnisprozess als Einheit gesehen werden können. Die Eigenständigkeit bei der Leistungsbewertung in den Kurshalbjahren und der Abiturprüfung bleibt erhalten.

Unterricht im Schwerpunkt Umwelttechnik ist dem Anspruch verpflichtet, Lernenden die Erkenntnis zu ermöglichen, dass wirtschaftliches Handeln weitreichende gesellschaftliche Auswirkungen haben und grundsätzlich umweltökonomische und umwelttechnische Folgen nach sich ziehen kann. Ein wichtiger Bildungsauftrag des Faches ist dann erfüllt, wenn Lernende Verständnis dafür entwickeln, dass technische und ökonomische Gesichtspunkte mit angemessener Gewichtung in begründetem Handeln münden. In diesem Zusammenhang unverzichtbar ist ein interdisziplinärer Ansatz. Leistet bereits das Fach Umwelttechnik eine Verknüpfung unterschiedlicher Natur- und Ingenieurwissenschaften, wird durch die Verbindung mit dem Fach Umweltökonomie das Spektrum noch einmal erweitert.

³ Das nachfolgende Kapitel orientiert sich an der Fachpräambel aus den „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Technik“.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

2.2 Umwelttechnik / Technische Kommunikation und Mikrobiologie

2.2.1 Beitrag der Fächer zur Bildung

Bedingt durch die Zunahme der Weltbevölkerung, ein Wirtschaftswachstum, welches auf Zunahme des Konsumverhaltens basiert, und durch den technischen Fortschritt ist der anthropogene Einfluss auf unseren Planeten in einem Maße angewachsen, dass es zu einer Gefahr für nahezu alle natürlichen Prozesse und Ökosysteme geworden ist.

Die Herausforderungen für die Zukunft bestehen darin, technisch und wirtschaftlich innovative Lösungen zu finden. Zentrale Lösungsansätze wie zum Beispiel alternative Energien, neue Mobilitätskonzepte, Anlagen zur Luftreinhaltung, Aufbereitungssysteme für Abwasser und Trinkwasser oder auch Abfallkonzepte stehen im Zentrum der Umwelttechnik. All dies setzt technische und naturwissenschaftliche Problemlösestrategien voraus, die im Zentrum des Schwerpunkts Umwelttechnik stehen.

Umwelttechnik entwickelt sich zunehmend zu einer Schlüsseltechnologie und internationalen Wachstumsbranche. Dabei ist nicht alles erstrebenswert, was technisch machbar ist. Technische Systemlösungen müssen der Anforderung genügen, ökologisch, ökonomisch sinnvoll und sozialverträglich zu sein. In der Einführungsphase ergänzt und unterstützt das Fach Technische Kommunikation und Mikrobiologie das spätere Leistungskursfach Umwelttechnik. Der Unterricht in den Fächern Umwelttechnik sowie Technische Kommunikation und Mikrobiologie ist interdisziplinär angelegt: Bezugsdisziplinen der Umwelttechnik sind Chemie, Physik und Biologie. Zusätzlich wird auf die technologischen Anwendungen aus Umwelt- und Energietechnik kontinuierlich Bezug genommen.

Umwelttechnik hat die Aufgabe, schädigende zivilisatorische Einflüsse auf die schutzwürdigen Güter Luft, Wasser und Boden zu verhindern, zu mindern oder sogar rückgängig zu machen. Dabei steht sie in dem Spannungsfeld zwischen technischem Fortschritt, gesellschaftlichen und ökonomischen Veränderungen sowie dem Erhalt lebensnotwendiger Ressourcen.

Die Bewältigung umwelttechnischer Problemsituationen erfordert dementsprechend das permanente Zusammenspiel von allgemeinen umwelttechnischen Kompetenzen mit naturwissenschaftlichen, technischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Inhalten.

Insbesondere umwelttechnische Entwicklungen wie zum Beispiel in der Luftreinigung oder der Wasseraufbereitung tragen zur Verbesserung der Lebenssituation vieler Menschen bei.

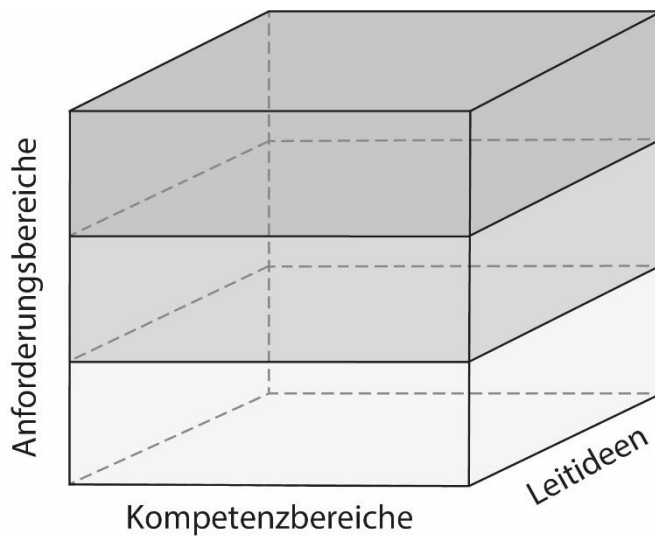
Umwelttechnik gewinnt in allen Lebensbereichen an Bedeutung und spiegelt sich im Bildungsangebot des beruflichen Gymnasiums innerhalb der Fachrichtung Technik wider. In diesem Kontext haben Leistungskurs Umwelttechnik sowie das Fach Technische Kommunikation und Mikrobiologie die Aufgabe, die Lernenden für die oben genannten umwelttechnischen Probleme, Prozesse und Zusammenhänge zu sensibilisieren. Zudem verfolgt der Leistungskurs den Anspruch, Lösungsansätze aufzuzeigen und zu einem bewussten Umgang mit Natur und Ressourcen auch im Alltag anzuregen.

Der Leistungskurs Umwelttechnik zeigt Lernenden mittels seiner vielseitigen inhaltlichen Struktur auch Möglichkeiten für entsprechende berufliche Tätigkeiten auf. Er führt zu einer allgemeinen Studierfähigkeit und bildet eine fachliche Grundlage für entsprechende Studiengänge und umwelttechnische Ausbildungsberufe.

2.2.2 Kompetenz-Strukturmodell

Das Kompetenz-Strukturmodell des beruflichen Gymnasiums ist dreidimensional aufgebaut:

1. **Kompetenzbereiche** konkretisieren die Handlungsdimensionen;
2. **Leitideen** beschreiben die inhaltlichen Dimensionen;
3. **Anforderungsbereiche** (Oberstufen- und Abiturverordnung / OAVO in der jeweils geltenden Fassung) verknüpfen Leitideen und Kompetenzbereiche. Sie beschreiben mithilfe von Operatoren die einzelnen Niveaustufen.



1. Kompetenzbereiche

- K1: Kommunizieren und Kooperieren
- K2: Analysieren und Interpretieren
- K3: Entwickeln und Modellieren
- K4: Entscheiden und Implementieren
- K5: Reflektieren und Beurteilen

3. Anforderungsbereiche

- AFB I Reproduktion
- AFB II Reorganisation und Transfer
- AFB III Reflexion und Problemlösung

2. Leitideen

- L1: Naturwissenschaftliches Denken
- L2: Ingenieurwissenschaftliches Denken
- L3: Prozessdenken
- L4: Interdisziplinäre Zusammenhänge
- L5: Umwelt und Gesellschaft

Abbildung: Kompetenz-Strukturmodell (Hessische Lehrkräfteakademie 2024)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Fünf Kompetenzbereiche erfassen die wesentlichen Aspekte des Handelns in der jeweiligen Fachrichtung beziehungsweise dem jeweiligen Schwerpunkt. Sie beschreiben kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zwar fachspezifisch geprägt, aber nicht an spezielle Inhalte gebunden sind. Sie können von den Lernenden allerdings nur in der aktiven Auseinandersetzung mit konkreten Fachinhalten erworben werden, weil Inhaltsbereiche in Form von Wissensaspekten und Problemlösungen untrennbar miteinander verknüpft sind. Die hier gewählten Begriffe sind zwar zum Teil identisch mit einzelnen Operatoren innerhalb der Anforderungsbereiche, im Zusammenhang mit der Abiturprüfung (vergleiche OAVO), in Zusammenhang mit dem Kerncurriculum sollen sie allerdings als allgemeine Handlungs- und Problemlösungsansätze verstanden werden.

Fünf Leitideen reduzieren die Vielfalt inhaltlicher Zusammenhänge auf eine begrenzte Anzahl fachtypischer, grundlegender Prinzipien und strukturieren so einen systematischen Wissensaufbau. Bei aller Unterschiedlichkeit der Themen und Inhalte fassen sie wesentliche Kategorien zusammen, die als grundlegende Denkmuster im jeweiligen Unterrichtsfach immer wiederkehren. Die Leitideen erfassen die Phänomene beziehungsweise Prozesse, die aus der Perspektive des jeweiligen Schwerpunkts erkennbar sind.

Drei Anforderungsbereiche erlauben eine differenzierte Beschreibung der erwarteten Kenntnisse, Fähigkeiten und Einsichten: Anforderungsbereich I umfasst in der Regel Reproduktionsleistungen, die Lernenden beschreiben Sachverhalte und wenden gelernte Arbeitstechniken in geübter Weise an. In Anforderungsbereich II werden Reorganisations- und Transferleistungen erwartet, die Lernenden wählen unter verschiedenen Bearbeitungsansätzen selbstständig aus und wenden diese auf vergleichbare neue Zusammenhänge an. Anforderungsbereich III umfasst Reflexion und Problemlösung, kreatives Erarbeiten, Anwenden und Bewerten von Lösungsansätzen in komplexeren und neuartigen Zusammenhängen.

Das Kompetenz-Strukturmodell unterstützt die Übersetzung abstrakter Bildungsziele in konkrete Aufgabenstellungen und Unterrichtsvorhaben. Die Unterscheidung in drei Dimensionen ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich. Der Erwerb von Kompetenzen geschieht gleichsam in der Verbindung der Kompetenzbereiche mit den Leitideen und den Anforderungsbereichen als Schnittpunkt im Kompetenzwürfel.

2.2.3 Kompetenzbereiche

Bildungsstandards beschreiben kognitive Dispositionen für erfolgreiche und verantwortliche Denkopoperationen und Handlungen, zur Bewältigung von Anforderungen in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten des beruflichen Gymnasiums.

Die in **Kompetenzbereichen** erfassten wesentlichen Aspekte dieser Denkopoperationen und Handlungen sind aber nicht an spezielle Inhalte gebunden. Sie lassen sich nicht scharf voneinander abgrenzen und durchdringen sich teilweise.

Wissenschafts- und Handlungsorientierung sind die grundlegenden Prinzipien des Arbeitens in den Fachrichtungen beziehungsweise Schwerpunkten des beruflichen Gymnasiums. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen, sind die Kompetenzbereiche in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten gleichlautend bezeichnet. Die konkretisierenden Beschreibungen weisen sowohl Übereinstimmungen als auch fachspezifische Besonderheiten aus.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Die Kompetenzbereiche gehen dabei von den Kompetenzbereichen in den Kerncurricula der Sekundarstufe I und der gymnasialen Oberstufe aus und werden für das berufliche Gymnasium weiterentwickelt. Zugrunde gelegt werden die Vorgaben der Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) für die jeweilige Fachrichtung beziehungsweise den jeweiligen Schwerpunkt.

Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Kommunikation ist der Austausch und die Vermittlung von Informationen durch mündliche, schriftliche oder symbolische Verständigung unter Verwendung der Fachsprache. Mithilfe von Zeichnungen, Texten, Tabellen, Diagrammen, Symbolen und anderen spezifischen Kennzeichnungen tauschen sich die Lernenden über Fachinhalte aus und bringen sich aktiv in Diskussionen ein. Eigene Beiträge werden unter Verwendung adäquater Medien präsentiert. Bei der Dokumentation von Problemlösungen und Projekten können sie selbstständig fachlich korrekte und gut strukturierte Texte verfassen, normgerechte Zeichnungen erstellen sowie Skizzen, Tabellen, Kennlinien oder Diagramme verwenden.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Problemlösung und Projektentwicklung. Die Lernenden vereinbaren gemeinsam Ziele, verständigen sich über die Arbeitsaufteilung und Zuständigkeiten, definieren Schnittstellen und planen Termine. Sie übernehmen für den eigenen Bereich und das gesamte Projekt oder die Untersuchung Verantwortung, halten sich an Absprachen, unterstützen sich gegenseitig, arbeiten effektiv und in angemessener Atmosphäre zusammen. Auftretende Konflikte lösen sie respektvoll und sachbezogen.

Im Leistungskurs Umwelttechnik bedeutet Kommunikation das Entnehmen von Informationen aus unterschiedlichen Quellen, das Entwickeln einer zielgerichteten Recherchearbeit sowie das Dokumentieren, Präsentieren, Verstehen, Bewerten und Reflektieren der Arbeitsergebnisse zu umwelttechnischen Sachverhalten. Grundlegend dafür sind das Lesen und Erstellen von Zeichnungen, Diagrammen, Block- und Fließschaltbildern, Tabellen, Versuchsprotokollen, Fachtexten, Regelwerken und das Benutzen von Fachsprache in strukturierter Form.

Analysieren und Interpretieren (K2)

Nachdem Sachverhalte angemessen erfasst und kommuniziert sind, sind fachliche Zusammenhänge systematisch in Teilaspekte zu zerlegen und entsprechend einer angemessenen Fachsystematik zu durchdringen. Dies ermöglicht, Beziehungen, Wirkungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen sowie Ergebnisse zu interpretieren.

Im Leistungskurs Umwelttechnik bedeutet dies, dass naturwissenschaftliche Denkstrukturen wie Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, welche kontextbezogen analysiert, strukturiert und vernetzt werden, zu interpretieren sind. Weiterhin werden durchgeführte Untersuchungen, Erkenntnisprozesse und Ergebnisse kritisch reflektiert und teilweise können neue Zusammenhänge entwickelt werden.

Durch zielgerichtete Fragestellung, Hypothesenbildung, Verifikation und Falsifikation werden Regeln abgeleitet und somit im Sinne der Wissenschaftspropädeutik an das ingenieurwissenschaftliche Arbeiten herangeführt.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Entwickeln und Modellieren (K3)

Dieser Kompetenzbereich beschreibt die Reduktion komplexer realer Verhältnisse auf vereinfachte Abbildungen, Prinzipien und wesentliche Einflussfaktoren. Hierzu gehört sowohl das Konstruieren passender Modelle als auch das Verstehen oder Bewerten vorgegebener Modelle. Typische Teilschritte des Modellierens sind das Strukturieren und Vereinfachen vorhandener Realsituationen, das Übersetzen realer Gegebenheiten in Modelle und das Interpretieren der Modellergebnisse im Hinblick auf Stimmigkeit und Angemessenheit.

Entwickeln und Modellieren erfolgt unter Anwendung spezifischer Theorien und führt zum Verständnis komplexer Sachverhalte sowie zur Entwicklung von Strukturen und Systemen, die als Ersatzsysteme fungieren und die Realität in eingeschränkter, aber dafür überschaubarer Weise abbilden. Im Modellierungsprozess entwickeln die Lernenden Modelle, die wesentliche Elemente der Problemlösung beinhalten und in Prinzipien und Systembetrachtungen zum Ausdruck kommen.

Im Leistungskurs Umwelttechnik bedeutet dies das Entwickeln von Modellen in Bezug auf Realsysteme, um naturwissenschaftliche Grundlagen beziehungsweise Verfahren und Prozesse abzubilden, den Erkenntnisweg zu unterstützen und an ingenieurwissenschaftliches Denken und Arbeiten heranzuführen. Ausgewählte technische Lösungen werden qualitativ in ihrer Funktionsweise und quantitativ durch Berechnung erarbeitet und beurteilt. Einfache umwelttechnische Anlagen werden dimensioniert.

Entscheiden und Implementieren (K4)

Die Lernenden entscheiden sich mit Bezug auf fachliche Kriterien begründet für einen Problemlösungsansatz und implementieren festgelegte Strukturen und Prozessabläufe unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen, Regeln und Zielvorgaben in ein konkretes System.

Im Leistungskurs Umwelttechnik bedeutet dies das Anwenden von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen auf bestehende technische Lösungen. Dabei werden naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien genutzt und auf umwelttechnische Lösungen übertragen.

Ausgehend von den erlernten Kenntnissen, Qualifikationen, Methoden und Strategien entscheiden sich die Lernenden für eine konkrete Implementierung des Lösungsansatzes. Hierbei wird das selbstorganisierte Lernen gefördert.

Reflektieren und Beurteilen (K5)

Die Lernenden reflektieren nach vorgegebenen oder selbst gewählten Kriterien Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten, Unterschiede, Vor- und Nachteile von Arbeitsergebnissen. Sie stellen Problemlösungen in angemessener Weise dar. In einer Begründung sichern sie die gegebenen Aussagen oder Sachverhalte fachlich fundiert durch rational nachvollziehbare Argumente, Belege oder Beispiele ab und beurteilen ihre gefundenen Lösungsansätze.

Im Leistungskurs Umwelttechnik bedeutet dies eine sachgerechte Reflexion, Bewertung und Beurteilung fachbezogener Sachverhalte in umwelttechnischen Zusammenhängen. Diese werden unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektiert.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

In einer Begründung sichern die Lernenden die gegebenen Aussagen oder Sachverhalt durch fachlich fundiert Argumente, Belege oder Beispiele ab und beurteilen ihre gefundenen Lösungsansätze.

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der gymnasialen Oberstufe und im beruflichen Gymnasium und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts (vergleiche § 7 Absatz 7 OAVO). Diese Lernformen lassen sich in möglicher Bezugnahme sowohl auf andere fachrichtungs- und schwerpunktbezogene Fächer als auch auf die des allgemein bildenden Bereichs umsetzen. In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere auch, die Kompetenzbereiche der Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben, erfasst in Aufgabengebieten (vergleiche § 6 Absatz 4 HSchG), zu berücksichtigen. So können Synergiemöglichkeiten ermittelt und genutzt werden. Für die Lernenden ist diese Vernetzung zugleich Voraussetzung und Bedingung dafür, Kompetenzen in vielfältigen und vielschichtigen inhaltlichen Zusammenhängen und Anforderungssituationen zu erwerben.

Damit sind zum einen Unterrichtsvorhaben gemeint, die mehrere Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen der Fächer integrieren. So lassen sich zum Beispiel in Projekten – ausgehend von einer komplexen problemhaltigen Fragestellung – fachübergreifend und fächerverbindend sowie unter Bezugnahme auf die drei herausgehobenen überfachlichen Dimensionen (vergleiche Abschnitt 1.3) komplexere inhaltliche Zusammenhänge und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen der Fächer erarbeiten. Zum anderen können im fachbezogenen Unterricht Themenstellungen bearbeitet werden, die – ausgehend vom Fach und einem bestimmten Themenfeld – auch andere, eher benachbarte Fächer berühren. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

2.2.4 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)

Die Bewältigung von anforderungsreichen Problemsituationen erfordert das permanente Zusammenspiel von Handlungen (Kompetenzbereiche) und Wissen (Leitideen). Die jeweiligen fachlichen Inhalte werden Leitideen zugeordnet, die nicht auf bestimmte Themenbereiche begrenzt sind. Diese Leitideen bilden den strukturellen Hintergrund des Unterrichts und bauen ein tragfähiges Gerüst für ein Wissensnetz auf.

Naturwissenschaftliches Denken (L1)

Prinzipien naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens stellen den Bezugsrahmen für ein fundiertes Verständnis jener technischen Anwendungen dar, die im Bereich Umwelttechnik von Bedeutung sind. Der Anspruch eines die einzelnen naturwissenschaftlichen (Teil-) Disziplinen miteinander vernetzenden Denkens ist grundlegende Leitidee, insofern es darum geht, Anwendungen auch zu entwickeln und zu beurteilen.

Ingenieurwissenschaftliches Denken (L2)

Die Umsetzung naturwissenschaftlicher Grundlagen in umwelttechnischen Anlagen, Verfahren und Prozessen ist wesentlich angewiesen auf die Grundlagen ingenieurwissenschaftlichen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Denkens. Die Umwelttechnik nutzt Erkenntnisse aus den Naturwissenschaften und den Ingenieurwissenschaften, um je nach Fragestellung geeignete Lösungen zu entwickeln. Naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Methoden sind verzahnt und ermöglichen in ihrer Gesamtheit Lösungen für umwelttechnische Aufgaben.

Prozessdenken (L3)

Die belebte Natur ist durch Kreislaufprozesse gekennzeichnet, ohne die sie sich selbst nicht aufrechterhalten könnte. Im Gegensatz dazu verlaufen vom Menschen initiierte Prozesse fast immer linear. Lineare Abläufe haben in der Regel unwiederbringliche Rohstoffvernichtung oder Entsorgungsprobleme zur Folge. Kreisförmige Abläufe sind eine unabdingbare Voraussetzung für Ressourcenschonung und den Erhalt der Umwelt. Umwelttechnisches, verantwortliches Handeln strebt daher im Idealfall kreisförmige Abläufe an.

Interdisziplinäre Zusammenhänge (L4)

Umwelt im erweiterten Sinne ist der uns umgebende Lebensraum. Umwelttechnische Entscheidungen reagieren auf lokale Veränderungen beziehungsweise Einflüsse und wirken sich sowohl auf lokaler als auch globaler Ebene aus. Entscheidungen im Bereich Umwelttechnik können daher nicht losgelöst von ökonomischen, soziopolitischen, geografischen und gesundheitlichen Aspekten bedacht und getroffen werden. Der Erhalt der Umwelt als Grundlage für eine hohe Lebensqualität ist ein erstrebenswertes, übergeordnetes Ziel, dem alle diese Aspekte Rechnung zu tragen haben.

Umwelt und Gesellschaft (L5)

Die Fachrichtungen und Schwerpunkte des beruflichen Gymnasiums sind eingebunden in das komplexe Netzwerk des gesellschaftlichen Bezugsrahmens. Bei kritischer Reflexion fachrichtungs- und/oder schwerpunktbezogener Sachzusammenhänge sind auch politische, ethische, gesellschaftliche, soziale, ökologische und ökonomische Einflussfaktoren zu berücksichtigen, um nachhaltiges, verantwortungsvolles und ressourcenorientiertes Handeln zu ermöglichen.

Technische Veränderungen korrespondieren immer mit gesellschaftlichen Veränderungen. Gleichermaßen bedingen sich Veränderungen der Gesellschaft und Veränderungen der Umwelt gegenseitig. Folgen dieser Veränderungen sind größtenteils nicht absehbar und folgen auf globaler Ebene häufig kurzfristigen Marktinteressen und sind dann nicht prioritär nachhaltig. Trotz der bedingten Einflussmöglichkeiten des Einzelnen sollte sich der Entscheider über die Tragweite seiner Handlungen bewusst sein. Der Handelnde sollte ein möglichst breites Spektrum an Werkzeugen an die Hand bekommen, das ihn aus der aktuellen Sicht zu verantwortungsbewusstem und nachhaltigem Handeln führt.

2.3 Umweltökonomie

2.3.1 Beitrag des Faches zur Bildung

Die globale Klimaerwärmung, Umweltkatastrophen wie das Reaktorunglück in Fukushima im Jahre 2011, Überschreitungen von Feinstaubgrenzwerten in Ballungsräumen und die Zunahme umweltbedingter Erkrankungen sensibilisieren die Gesellschaft dafür, dass ihr langfristiges Überleben von einer funktionsfähigen Natur abhängt. Eine Veränderung des Umweltbewusstseins mündet jedoch nicht automatisch in eine Veränderung des Verhaltens zu mehr Nachhaltigkeit. Ein Grundproblem liegt darin, dass betriebs- und volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen nur bedingt Anreize zu umweltfreundlichem Handeln setzen. Ein konsequenter nachhaltiger Umbau der Volkswirtschaften ist geboten, da die Übernutzung der Umwelt einerseits dazu führt, dass zukünftig nicht mehr ausreichend Rohstoffe zur Verfügung stehen werden und die Umwelt andererseits nicht mehr als Aufnahmemedium ausreichend ist, ohne nachhaltig geschädigt zu werden.

Die Umweltökonomie betrachtet Umweltprobleme, Wirkungszusammenhänge und Lösungsmöglichkeiten aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht, indem sie in ihren Theorien, Analysen und Berechnungen ökologische Parameter in den Mittelpunkt stellt. Zu unterscheiden sind der betriebswirtschaftliche und der volkswirtschaftliche Teil der Umweltökonomie. Die betriebswirtschaftliche Umweltökonomie analysiert die Beziehungen eines Unternehmens zu seiner natürlichen Umwelt sowie die Einwirkungen der Umwelt und der staatlichen Umweltpolitik auf den Betrieb. Sie beschreibt Möglichkeiten des Betriebes, entsprechend seiner Zielsetzungen, der langfristigen Gewinnmaximierung und der Sicherung seiner Existenz, den umweltbezogenen Erfordernissen des Rechtsrahmens und des Marktes am besten gerecht zu werden. Aufgabe der volkswirtschaftlichen Umweltökonomie ist es, Fehlfunktionen des freien Marktes (zum Beispiel partielles und absolutes Marktversagen) zu erklären und staatliche Eingriffsmöglichkeiten aufzuzeigen. Dabei geht es um die Gestaltung der Rahmenbedingungen, in denen die Wirtschaftsakteure – vornehmlich Unternehmen und Haushalte – agieren.

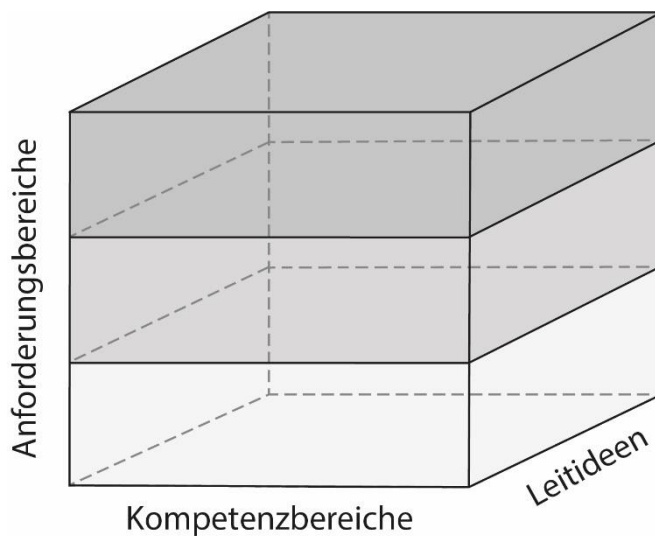
Seit den 1980er Jahren haben sich unterschiedliche umweltökonomische Denkschulen entwickelt, die letztlich alle aus der neoklassischen Umweltökonomie hervorgingen. Auf diese „traditionelle“ Umweltökonomie wird im vorliegenden Kerncurriculum im Besonderen eingegangen, wobei neuere Ansätze der ökologischen und nachhaltigen Ökonomie einbezogen werden, wenn es darum geht, Annahmen der neoklassischen Denkschule zu hinterfragen.

Der spezifische Beitrag der Umweltökonomie zu den beschriebenen Bildungszielen des beruflichen Gymnasiums besteht darin, die Lernenden zu befähigen, sowohl im privaten und beruflichen Handeln als auch in gesellschaftspolitischen Diskussionen, umweltökonomische Zusammenhänge, Modelle und Prinzipien zu erkennen und ihr eigenes und fremdes umweltbezogenes Verhalten kritisch zu hinterfragen. Mit den erworbenen Kompetenzen können die Lernenden den gesellschaftlichen Wandel zu mehr Nachhaltigkeit durch eine Änderung ihrer Konsumgewohnheiten bis hin zur politischen Teilhabe aktiv mitgestalten. Das Fach leistet somit einen Beitrag zu der von den Vereinten Nationen geforderten „Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung“.

2.3.2 Kompetenz-Strukturmodell

Das Kompetenz-Strukturmodell des beruflichen Gymnasiums ist dreidimensional aufgebaut:

1. **Kompetenzbereiche** konkretisieren die Handlungsdimensionen;
2. **Leitideen** beschreiben die inhaltlichen Dimensionen;
3. **Anforderungsbereiche** (Oberstufen- und Abiturverordnung / OAVO in der jeweils geltenden Fassung) verknüpfen Leitideen und Kompetenzbereiche. Sie beschreiben mithilfe von Operatoren die einzelnen Niveaustufen.



1. Kompetenzbereiche

- K1: Kommunizieren und Kooperieren
- K2: Analysieren und Interpretieren
- K3: Entwickeln und Modellieren
- K4: Entscheiden und Implementieren
- K5: Reflektieren und Beurteilen

3. Anforderungsbereiche

- AFB I Reproduktion
- AFB II Reorganisation und Transfer
- AFB III Reflexion und Problemlösung

2. Leitideen

- L1: Unternehmerisches Handeln
- L2: Nachhaltigkeit
- L3: Rechtsrahmen
- L4: Politisches Handeln
- L5: Umwelt und Gesellschaft

Abbildung: Kompetenz-Strukturmodell (Hessische Lehrkräfteakademie 2024)

Fünf Kompetenzbereiche erfassen die wesentlichen Aspekte des Handelns in der jeweiligen Fachrichtung beziehungsweise dem jeweiligen Schwerpunkt. Sie beschreiben kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zwar fachspezifisch geprägt, aber nicht an spezielle Inhalte gebunden sind. Sie können von den Lernenden allerdings nur in der aktiven Auseinandersetzung mit konkreten Fachinhalten erworben werden, weil Inhaltsbereiche in Form von Wissensaspekten und Problemlösungen untrennbar miteinander verknüpft sind. Die hier gewählten Begriffe sind zwar zum Teil identisch mit einzelnen Operatoren innerhalb der Anforderungsbereiche, im Zusammenhang mit der Abiturprüfung (vergleiche OAVO), in Zusammenhang mit dem Kerncurriculum sollen sie allerdings als allgemeine Handlungs- und Problemlösungsansätze verstanden werden.

Fünf Leitideen reduzieren die Vielfalt inhaltlicher Zusammenhänge auf eine begrenzte Anzahl fachtypischer, grundlegender Prinzipien und strukturieren so einen systematischen Wissensaufbau. Bei aller Unterschiedlichkeit der Themen und Inhalte fassen sie wesentliche Kategorien zusammen, die als grundlegende Denkmuster im jeweiligen Unterrichtsfach immer wiederkehren. Die Leitideen erfassen die Phänomene beziehungsweise Prozesse, die aus der Perspektive des jeweiligen Schwerpunkts erkennbar sind.

Drei Anforderungsbereiche erlauben eine differenzierte Beschreibung der erwarteten Kenntnisse, Fähigkeiten und Einsichten: Anforderungsbereich I umfasst in der Regel Reproduktionsleistungen, die Lernenden beschreiben Sachverhalte und wenden gelernte Arbeitstechniken in geübter Weise an. In Anforderungsbereich II werden Reorganisations- und Transferleistungen erwartet, die Lernenden wählen unter verschiedenen Bearbeitungsansätzen selbstständig aus und wenden diese auf vergleichbare neue Zusammenhänge an. Anforderungsbereich III umfasst Reflexion und Problemlösung, kreatives Erarbeiten, Anwenden und Bewerten von Lösungsansätzen in komplexeren und neuartigen Zusammenhängen.

Das Kompetenz-Strukturmodell unterstützt die Übersetzung abstrakter Bildungsziele in konkrete Aufgabenstellungen und Unterrichtsvorhaben. Die Unterscheidung in drei Dimensionen ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich. Der Erwerb von Kompetenzen geschieht gleichsam in der Verbindung der Kompetenzbereiche mit den Leitideen und den Anforderungsbereichen als Schnittpunkt im Kompetenzwürfel.

2.3.3 Kompetenzbereiche

Bildungsstandards beschreiben kognitive Dispositionen für erfolgreiche und verantwortliche Denkopoperationen und Handlungen, zur Bewältigung von Anforderungen in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten des beruflichen Gymnasiums.

Die in **Kompetenzbereichen** erfassten wesentlichen Aspekte dieser Denkopoperationen und Handlungen sind aber nicht an spezielle Inhalte gebunden. Sie lassen sich nicht scharf voneinander abgrenzen und durchdringen sich teilweise.

Wissenschafts- und Handlungsorientierung sind die grundlegenden Prinzipien des Arbeitens in den Fachrichtungen beziehungsweise Schwerpunkten des beruflichen Gymnasiums. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen, sind die Kompetenzbereiche in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten gleichlautend bezeichnet. Die konkretisierenden Beschreibungen weisen sowohl Übereinstimmungen als auch fachspezifische Besonderheiten aus.

Die Kompetenzbereiche gehen dabei von den Kompetenzbereichen in den Kerncurricula der Sekundarstufe I und der gymnasialen Oberstufe aus und werden für das berufliche Gymnasium weiterentwickelt. Zugrunde gelegt werden die Vorgaben der „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) für die jeweilige Fachrichtung beziehungsweise den jeweiligen Schwerpunkt (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 in der Fassung vom 16.11.2006).

Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Kommunikation ist der Austausch und die Vermittlung von Informationen durch mündliche, schriftliche oder symbolische Verständigung unter Verwendung der Fachsprache. Mithilfe von Zeichnungen, Texten, Tabellen, Diagrammen, Symbolen und anderen spezifischen Kennzeichnungen tauschen sich die Lernenden über Fachinhalte aus und bringen sich aktiv in Diskussionen ein. Eigene Beiträge werden unter Verwendung adäquater Medien präsentiert. Bei der Dokumentation von Problemlösungen und Projekten können sie selbstständig fachlich korrekte und gut strukturierte Texte verfassen, normgerechte Zeichnungen erstellen sowie Skizzen, Tabellen, Kennlinien oder Diagramme verwenden.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Problemlösung und Projektentwicklung. Die Lernenden vereinbaren gemeinsam Ziele, verständigen sich über die Arbeitsaufteilung und Zuständigkeiten, definieren Schnittstellen und planen Termine. Sie übernehmen für den eigenen Bereich und das gesamte Projekt oder die Untersuchung Verantwortung, halten sich an Absprachen, unterstützen sich gegenseitig, arbeiten effektiv und in angemessener Atmosphäre zusammen. Auftretende Konflikte lösen sie respektvoll und sachbezogen.

Im Fach Umweltökonomie lässt sich durch nahezu alle Bereiche als „roter Faden“ der Konflikt in verschiedenen Ausprägungen erkennen. Interessens-, Methoden-, Meinungs- oder Wertekonflikte seien hier exemplarisch genannt. Um einen Konflikt erfassen zu können, ist ein Austausch von Informationen und Werten ebenso unerlässlich wie die Fähigkeit, sich in die Rollen anderer zu versetzen, um deren Positionen und Paradigmen zu verstehen. Dazu ist es notwendig, dass die Lernenden kommunizieren, um Überzeugungen zu festigen, ggf. aber auch zu revidieren. Im Gegenzug können andere nur durch eine adäquate Kommunikation von eigenen Standpunkten überzeugt werden. Kommunikation dient lediglich als Basis für gemeinsame Konfliktlösungen. Unverzichtbar ist aber auch die Kompetenz der Kooperation. Sie drückt sich in Kompromissbereitschaft und einem Mindestmaß an Uneigennützigkeit aus. Die Lernenden werden in ihrem zukünftigen Arbeits-, aber auch in ihrem Privatleben immer wieder darauf zurückgreifen. Die Themen der Umweltökonomie bieten sich in besondere Weise an, diese Fähigkeiten zu trainieren.

Analysieren und Interpretieren (K2)

Nachdem Sachverhalte angemessen erfasst und kommuniziert sind, sind fachliche Zusammenhänge systematisch in Teilaspekte zu zerlegen und entsprechend einer angemessenen Fachsystematik zu durchdringen. Dies ermöglicht, Beziehungen, Wirkungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen sowie Ergebnisse zu interpretieren.

Im Fach Umweltökonomie bezeichnet die Analysekompetenz die Fähigkeit der Lernenden, komplexe und vielschichtige umweltökonomische Sachverhalte, Prozesse, institutionelle Regelungen und Problemzusammenhänge fachlich angemessen zu erschließen. Es gilt, die

Analysekompetenz unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten anzuwenden sowie die Ergebnisse der Analyse fachsprachlich zu beschreiben. Die Lernenden interpretieren dabei auch ihre eigenen sowie fremde ökonomische, ökologische und politische Sinnvorstellungen (zum Beispiel Manifestationen, Deutungsmuster, Theorien, Ideologien, Vorurteile). Ziel ist es, die Rationalität und Kontroversität von Sinnvorstellungen und rechtlichen Normierungen mit wissenschaftlichen Verfahrensweisen zu überprüfen. Die Lernenden untersuchen Zusammenhänge, Wechselwirkungen und Abhängigkeiten. Im Analyseprozess wird an das vorhandene Fachwissen angeknüpft, es wird ergänzt und dynamisch erweitert. Im Prozess der Erkenntnis und Auseinandersetzung mit wichtigen ökonomischen Fragen unserer Gegenwart und Zukunft wird ein Transfer- und Problembewusstsein entwickelt.

Entwickeln und Modellieren (K3)

Dieser Kompetenzbereich beschreibt die Reduktion komplexer realer Verhältnisse auf vereinfachte Abbildungen, Prinzipien und wesentliche Einflussfaktoren. Hierzu gehört sowohl das Konstruieren passender Modelle als auch das Verstehen oder Bewerten vorgegebener Modelle. Typische Teilschritte des Modellierens sind das Strukturieren und Vereinfachen vorhandener Realsituationen, das Übersetzen realer Gegebenheiten in Modelle und das Interpretieren der Modellergebnisse im Hinblick auf Stimmigkeit und Angemessenheit.

Entwickeln und Modellieren erfolgt unter Anwendung spezifischer Theorien und führt zum Verständnis komplexer Sachverhalte sowie zur Entwicklung von Strukturen und Systemen, die als Ersatzsysteme fungieren und die Realität in eingeschränkter, aber dafür überschaubarer Weise abbilden. Im Modellierungsprozess entwickeln die Lernenden Modelle, die wesentliche Elemente der Problemlösung beinhalten und in Prinzipien und Systembetrachtungen zum Ausdruck kommen.

Im Fach Umweltökonomie geht es um die Verbindung von Realsituationen und abstrakten umweltökonomischen Begriffen, Methoden, Theorien und Resultaten. Die Lernenden sind in der Lage, umweltökonomische Modelle zu benennen, zu erklären und Realsituationen in umweltökonomische Modelle und Lösungsansätze einzuordnen. Sie können Realsituationen in Modelle überführen und unterschiedliche Kontexte abbilden. Dazu gehört zum einen das Konstruieren und Visualisieren realer Situationen. Zum anderen können die Lernenden auch mit Modellen rechnen. Sie interpretieren umweltökonomische Modellergebnisse im Hinblick auf die Übereinstimmung mit der Realität und hinterfragen die Modellannahmen. Umweltökonomische Modelle sind nicht nur deskriptiv, sondern auch normativ wie zum Beispiel das Prinzip der Nachhaltigkeit oder der Vorrang marktwirtschaftlicher Instrumente vor hoheitlichen Maßnahmen. Es stellt sich daher nicht nur die Frage nach der Modellkonformität, sondern auch die der Angemessenheit individueller, unternehmerischer oder politischer Entscheidungen vor dem Hintergrund wertgeleiteter Modellansätze. Somit sind die Lernenden in der Lage, Modelle als Grundlage für eigene umweltbewusste Entscheidungen zu nutzen.

Entscheiden und Implementieren (K4)

Die Lernenden entscheiden sich mit Bezug auf fachliche Kriterien begründet für einen Problemlösungsansatz und implementieren festgelegte Strukturen und Prozessabläufe unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen, Regeln und Zielvorgaben in ein konkretes System.

Im Fach Umweltökonomie bedeutet das, dass die Lernenden sich gezielt mit bereitgestellten oder selbst erarbeiteten Informationen und Daten befassen und anhand dieser Entscheidungen aus unterschiedlichen Perspektiven treffen. Dies sind in vielen Fällen Entscheidungen aus Sicht eines Unternehmens, welches auch nach umweltökonomischen Gesichtspunkten handeln muss. Aber auch die Rolle des Staates, anderer Unternehmen und Stakeholder sind Perspektiven, die die Lernenden einnehmen und in deren Interesse sie Entscheidungen treffen werden. Bei allen Entscheidungen werden ökologische, ökonomische, soziale und rechtliche Aspekte berücksichtigt. Die getroffene Entscheidung gilt es, im jeweiligen Kontext optimal zu implementieren. Die Lernenden schulen dabei ihr Können, Entscheidungen strukturiert und überlegt zu treffen und ihr weiteres Handeln gemäß der Entscheidung auszurichten. Dabei werden sowohl ihre Kompetenzen im fachlichen wie auch im persönlichen Bereich erweitert.

Reflektieren und Beurteilen (K5)

Die Lernenden reflektieren nach vorgegebenen oder selbst gewählten Kriterien Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten, Unterschiede, Vor- und Nachteile von Arbeitsergebnissen. Sie stellen Problemlösungen in angemessener Weise dar. In einer Begründung sichern sie die gegebenen Aussagen oder Sachverhalte fachlich fundiert durch rational nachvollziehbare Argumente, Belege oder Beispiele ab und beurteilen ihre gefundenen Lösungsansätze.

Für das Fach Umweltökonomie spielen die Motive und Interessen der handelnden Akteure eine besondere Rolle. Eine kritische Reflexion bedarf der Fähigkeit, Probleme und Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven betrachten zu können. Nur dann kann sie zu einer Bestätigung von Arbeitsergebnissen und Problemlösungen führen oder gibt Anhaltspunkte für Korrekturen und Neubewertungen. Das Ergebnis des Reflexionsprozesses kann nie wertfrei sein, da es immer unter dem Einfluss eines normativen Paradigmas zustande kommt. Deshalb ist es unabdingbar, die Kriterien der Reflexion und die für die Beurteilung bedeutsame Gewichtung offenzulegen. Nur so ist es den Mitlernenden oder sachverständigen Dritten möglich, die Ergebnisse nachzuvollziehen. Durch die Beurteilung sichern die Lernenden die gegebenen Aussagen oder Sachverhalte fachlich fundiert durch rational nachvollziehbare Argumente, Belege oder Beispiele ab und validieren somit ihre gefundenen Lösungsansätze. Die Lernenden reflektierten darüber hinaus ihre eigenen Gruppen-, Arbeits- und Entscheidungsfindungsprozesse und lernen diese einzuordnen. In ihren Urteilen berücksichtigen die Lernenden normative Werte ebenso wie Erkenntnisse aus der Umwelttechnik.

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der gymnasialen Oberstufe und im beruflichen Gymnasium und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts (vergleiche § 7 Absatz 7 OAVO). Diese Lernformen lassen sich in möglicher Bezugnahme sowohl auf andere fachrichtungs- und schwerpunktbezogene Fächer als auch auf die des allgemein bildenden Bereichs umsetzen. In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere auch, die Kompetenzbereiche der Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben, erfasst in Aufgabengebieten (vergleiche § 6 Absatz 4 HSchG), zu berücksichtigen. So können Synergiemöglichkeiten ermittelt und genutzt werden. Für die Lernenden ist diese Vernetzung zugleich Voraussetzung und Bedingung dafür, Kompetenzen in vielfältigen und vielschichtigen inhaltlichen Zusammenhängen und Anforderungssituationen zu erwerben.

Damit sind zum einen Unterrichtsvorhaben gemeint, die mehrere Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen der Fächer integrieren. So lassen sich zum Beispiel in Projekten – ausgehend von einer komplexen problemhaltigen Fragestellung – fachübergreifend und fächerverbindend sowie unter Bezugnahme auf die drei herausgehobenen überfachlichen Dimensionen (vergleiche Abschnitt 1.3) komplexere inhaltliche Zusammenhänge und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen der Fächer erarbeiten. Zum anderen können im fachbezogenen Unterricht Themenstellungen bearbeitet werden, die – ausgehend vom Fach und einem bestimmten Themenfeld – auch andere, eher benachbarte Fächer berühren. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

2.3.4 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)

Die Bewältigung von anforderungsreichen Problemsituationen erfordert das permanente Zusammenspiel von Handlungen (Kompetenzbereiche) und Wissen (Leitideen). Die jeweiligen fachlichen Inhalte werden Leitideen zugeordnet, die nicht auf bestimmte Themenbereiche begrenzt sind. Diese Leitideen bilden den strukturellen Hintergrund des Unterrichts und bauen ein tragfähiges Gerüst für ein Wissensnetz auf.

Unternehmerisches Handeln (L1)

Für Unternehmen bedeutet „Wirtschaften“ Gewinnerzielung und den rationalen Umgang mit knappen Ressourcen. Nur eine konsequente Einbeziehung von Umweltaspekten sichert die Zukunft von Mensch-, Tier- und Pflanzenwelt. Unternehmen sind komplexe Gebilde. Diese Leitidee umfasst die Kenntnis und das Verstehen unternehmerischer Abläufe und Strukturen. Sie ist darauf gerichtet, den Lernenden Begriffe und Zusammenhänge deutlich zu machen, um ihr Bild eines Unternehmens und deren Aufgaben, allgemein und in ökologischer Sicht, zu erweitern. Im Gegensatz zu der klassischen Betriebswirtschaftslehre ist die betriebswirtschaftliche Umweltökonomie eine um soziale und ökologische Aspekte erweiterte Querschnittslehre.

Nachhaltigkeit (L2)

Nachhaltigkeit ist ein normativer Schlüsselbegriff der modernen Gesellschaft. Der hier zugrunde gelegte Nachhaltigkeitsbegriff fußt auf der Definition der BRUNDTLAND-Kommission, die Nachhaltigkeit begreift als „eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Menschen in der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (HAUFF 1987). Damit wird die Idee der inter- und intragenerativen Gerechtigkeit transportiert, also einerseits die Frage nach einer Verringerung der ungleichen wirtschaftlichen Entwicklung in verschiedenen Weltregionen und andererseits der Möglichkeit, durch heutiges Verhalten die Handlungsbedingungen zukünftiger Generationen, insbesondere Potenziale und Restriktionen, beeinflussen zu können.

Darüber basiert der hier verwendete Nachhaltigkeitsbegriff auf dem „Drei Säulen-Modell der Nachhaltigkeit“ der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages. Demnach hat Nachhaltigkeit eine ökologische, eine ökonomische und eine soziale Dimension. Hier wird der normative Aspekt des Begriffs deutlich, da postuliert wird, dass dauerhaft stabile Gesellschaften nur zu erreichen sind, wenn ökologische, ökonomische und soziale Ziele nicht gegeneinander ausgespielt, sondern gleichrangig angestrebt werden.

Das Verständnis von Nachhaltigkeit ist für die Lernenden bedeutsam, weil es vernetztes Denken und das Denken in globalen Zusammenhängen fördert. Es sensibilisiert für die Tragweite persönlichen und unternehmerischen Handelns. Die Lernenden – als Akteure in politischen Entscheidungen – erweitern ihre politische Urteilsfähigkeit und kommen im Idealfall zu wertstatt interessensgeleiteten Entscheidungen. Besonders die ökologische Dimension einer nachhaltigen Entwicklung kann in einer Demokratie nur mit dem Rückhalt und der Akzeptanz der Bevölkerung und ihrer Entscheidungsträger gelingen.

Rechtsrahmen (L3)

Im Zusammenspiel der verschiedenen Wirtschaftssubjekte sind rechtliche Normen und Regelungen unabdingbar und bilden die Grundlage für alle Interaktionen auf wirtschaftlicher, politischer und privater Ebene. Die Leitidee „Rechtsrahmen“ soll ein grundlegendes Verständnis für den Umgang mit Gesetzestexten legen. Die Globalisierung unserer Welt sowie das Zusammenwirken der verschiedenen Staaten auf europäischer Ebene haben Auswirkungen auf die Rechtssysteme und den Rechtsgedanken der einzelnen Staaten. Die Hierarchie der Gesetzgebung und die Auswirkungen auf einzelne Staaten wird, in Bezug zu den anderen Themen des Kerncurriculums, am Beispiel Deutschland aufgezeigt. Eine Sensibilisierung der Lernenden für die Bedeutung des Umweltrechtes ist auch aus Nachhaltigkeitsgründen wichtig und notwendig.

Politisches Handeln (L4)

Ziel politischen Handelns ist es, den gesellschaftlichen Wohlstand unter Berücksichtigung der wichtigen Wohlstandskomponente „hohe Umweltqualität“ zu maximieren. Bei der Erfüllung dieser Aufgabe bedient sich die Umweltökonomie der Wohlfahrtsökonomie. Bei dieser Disziplin spielt der funktionierende Markt eine entscheidende Rolle. Ein Marktversagen durch externe Effekte oder öffentliche Güter kann als Legitimation politischen Handelns verstanden werden. Dabei bezieht sich die Umweltpolitik auf verschiedene Prinzipien und verwendet aus wirtschaftstheoretischer Sicht marktkonforme, ordnungsrechtliche und weiche Instrumente. Der Staat und überstaatliche Organisationen sind die wichtigsten Entscheidungsträger, um ein nachhaltiges Handeln der Unternehmen und Haushalte zu fördern. Politisches Handeln stellt im Idealfall einen Ausgleich unterschiedlicher Interessen her. Gleichzeitig ist es Ziel, den zukünftigen Wandel zu beeinflussen. Dies geschieht vor allem durch ein Umdenken bei Entscheidungsträgern in allen Bereichen.

Umwelt und Gesellschaft (L5)

Die Fachrichtungen und Schwerpunkte des beruflichen Gymnasiums sind eingebunden in das komplexe Netzwerk des gesellschaftlichen Bezugsrahmens. Bei kritischer Reflexion fachrichtungs- und/oder schwerpunktbezogener Sachzusammenhänge sind auch politische, ethische, gesellschaftliche, soziale, ökologische und ökonomische Einflussfaktoren zu berücksichtigen, um nachhaltiges, verantwortungsvolles und ressourcenorientiertes Handeln zu ermöglichen. Umweltprobleme beeinflussen gesellschaftliche Prozesse und können zur Radikalisierung von Gesellschaften beitragen. Ein effizienter Schutz der Umwelt wirkt friedenserhaltend und friedensstiftend, indem er zum Beispiel die Gefahr einer klimabedingten Völkerwanderung abwendet. Gesellschaftlicher, politischer, klimatischer und wirtschaftlicher Wandel ist

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Umweltökonomie

allgegenwärtig. Der Einfluss von Umweltthemen auf die Gesellschaft lässt sich in verschiedenen Bereichen nachweisen. Der Einfluss von Umweltverbänden und Medien nimmt zu. Immer häufiger bilden sich Bürgerinitiativen gegen Unternehmen oder den Staat. Letztlich ist ein Umdenken im Konsumverhalten der Gesellschaft notwendig.

3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte

3.1 Einführende Erläuterungen

Nachfolgend werden die mit Abschluss des beruflichen Gymnasiums erwarteten fachlichen Kompetenzen in der jeweiligen Fachrichtung beziehungsweise dem jeweiligen Schwerpunkt in Form von Bildungsstandards, gegliedert nach Kompetenzbereichen (Abschnitt 3.2.1 und 3.3.1), sowie die verbindlichen Unterrichtsinhalte (Abschnitt 3.2.2 und 3.3.2), thematisch strukturiert in Kurshalbjahre und Themenfelder, aufgeführt. Kurshalbjahre und Themenfelder sind durch verbindlich zu bearbeitende inhaltliche Aspekte konkretisiert und durch ergänzende Erläuterungen didaktisch fokussiert.

Im Unterricht werden Bildungsstandards und Themenfelder so zusammengeführt, dass die Lernenden in unterschiedlichen inhaltlichen Kontexten die Bildungsstandards – je nach Schwerpunktsetzung – erarbeiten können. Mit wachsenden Anforderungen an die Komplexität der Zusammenhänge und kognitiven Operationen entwickeln sie in entsprechend gestalteten Lernumgebungen ihre fachlichen Kompetenzen weiter.

Die Themenfelder bieten die Möglichkeit – im Rahmen der Unterrichtsplanung didaktisch-methodisch aufbereitet – jeweils in thematische Einheiten umgesetzt zu werden. Zugleich lassen sich inhaltliche Aspekte der Themenfelder, die innerhalb eines Kurshalbjahres vielfältig miteinander verschränkt sind und je nach Kontext auch aufeinander aufbauen können, themenfeldübergreifend in einen unterrichtlichen Zusammenhang stellen.

Themenfelder und inhaltliche Aspekte sind über die Kurshalbjahre hinweg so angeordnet, dass im Verlauf der Lernzeit – auch Kurshalbjahre übergreifend – immer wieder Bezüge zwischen den Themenfeldern hergestellt werden können. In diesem Zusammenhang bieten die Leitideen (vergleiche ausführliche Darstellung in den Abschnitt 2.2.4 und 2.3.4) Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen.

Die Bildungsstandards sind nach Anforderungsbereichen differenziert. In den Kurshalbjahren der Qualifikationsphase setzen sich die Lernenden mit den Fachinhalten des Leistungskurses sowie den Fachinhalten des Grundkurses auseinander. Die jeweils fachbezogenen Anforderungen, die an Lernende in Leistungs- und Grundkurs gestellt werden, unterscheiden sich wie folgt: „Grundkurse vermitteln grundlegende wissenschaftspropädeutische Kenntnisse und Einsichten in Stoffgebiete und Methoden, Leistungskurse exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Verständnis und erweiterte Kenntnisse.“ (§ 8 Absatz 2 OAVO).

Im Unterricht ist ein Lernen in Kontexten anzustreben. Kontextuelles Lernen bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis der Forschung, gesellschaftliche, technische und ökonomische Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Lernenden den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Geeignete Kontexte beschreiben Situationen mit Problemen, deren Relevanz für die Lernenden erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

3.2 Umwelttechnik / Technische Kommunikation und Mikrobiologie

3.2.1 Bildungsstandards der Fächer

Kompetenzbereich: Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K1.1** ■ Informationen aus unterschiedlichen Quellen entnehmen und zusammenfassen,
- K1.2** ■ die gewonnenen Informationen in Zeichnungen, Diagramme oder Tabellen überführen,
- K1.3** ■ einfache Zusammenhänge skizzieren,
- K1.4** ■ Berechnungen durchführen und die Ergebnisse dokumentieren.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K1.5** ■ technische Prozesse in Blockschaltbildern/Fließschaltbildern darstellen,
- K1.6** ■ Vorgänge mathematisch modellieren und berechnen,
- K1.7** ■ Versuchsprotokolle erstellen,
- K1.8** ■ Daten, Erkenntnisse, Ergebnisse und Sachverhalte darstellen und präsentieren,
- K1.9** ■ die gewonnenen Informationen auswerten und zielgerichtet verknüpfen sowie diese überarbeiten und strukturieren.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K1.10** ■ Ergebnisse fachlich erörtern und über Sachverhalte unter Berücksichtigung des normativen Rahmens diskutieren,
- K1.11** ■ ihre Ergebnisse kritisch beurteilen,
- K1.12** ■ aus Erkenntnissen gemeinsam Lösungsansätze für Problemstellungen entwickeln und präsentieren,
- K1.13** ■ gewonnene Erkenntnisse bei der Lösung vergleichbarer Problemstellungen gezielt nutzen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Kompetenzbereich: Analysieren und Interpretieren (K2)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K2.1** ■ Zusammenhänge, Vorgänge und Phänomene fachgerecht beschreiben,
- K2.2** ■ Hypothesen skizzieren und diese auf weitere Untersuchungen überführen,
- K2.3** ■ physikalische und technische Erkenntnisse zusammenfassen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K2.4** ■ Daten, Ergebnisse und Sachverhalte auswerten,
- K2.5** ■ geeignete Arbeitstechniken und Methoden für ihre Untersuchungen entwickeln,
- K2.6** ■ Funktionen und Eigenschaften naturwissenschaftlicher und technischer Modelle erläutern,
- K2.7** ■ Anwendungsbereiche und Grenzen naturwissenschaftlicher und technischer Modelle kriteriengeleitet überprüfen,
- K2.8** ■ den Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung auf (umwelt-)technische Prozesse anwenden.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K2.9** ■ fehlerhafte technische und naturwissenschaftliche Ansätze erörtern und die Erkenntnis daraus für die technische Problemstellung herleiten,
- K2.10** ■ Funktionen und Eigenschaften naturwissenschaftlicher Modelle und die Erkenntnisse daraus beurteilen, um sie für den Prozess der Problembehandlung zu interpretieren,
- K2.11** ■ sich mit verschiedenen technischen Lösungen kritisch auseinandersetzen und mit anderen darüber fachlich diskutieren.

Kompetenzbereich: Entwickeln und Modellieren (K3)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K3.1** ■ die zur technischen Lösung nötigen Berechnungen beschreiben,
- K3.2** ■ Erkenntnisse aus den Berechnungen für technische Lösungen angeben,

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie**K3.3** ■ Lösungsansätze für die technische Umsetzung skizzieren,**K3.4** ■ mathematische Modelle in eine Realsituation überführen.**Anforderungsbereich II**

Die Lernenden können

K3.5 ■ mehrschrittige Modellierungen mit wenigen und klar formulierten Einschränkungen entwickeln,**K3.6** ■ Ergebnisse einer solchen Modellierung interpretieren/erläutern,**K3.7** ■ verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren anwenden,**K3.8** ■ naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten zuordnen und berücksichtigen,**K3.9** ■ technische Regeln und Gesetze im Rahmen ihres Gültigkeitsbereiches anwenden.**Anforderungsbereich III**

Die Lernenden können

K3.10 ■ Modelle im Kontext zu einer Realsituation beurteilen,**K3.11** ■ verschiedene technische Lösungen hinsichtlich ihrer Umsetzung diskutieren,**K3.12** ■ Unregelmäßigkeiten in Versuchen oder Untersuchungen deuten und beurteilen.**Kompetenzbereich: Entscheiden und Implementieren (K4)****Anforderungsbereich I**

Die Lernenden können

K4.1 ■ ihre Untersuchungen beschreiben und Beobachtungen sowie ermittelte Daten fachlich strukturieren,**K4.2** ■ Untersuchungsergebnisse formulieren gegenüberstellen und nach einem Entscheidungsprozess implementieren,**K4.3** ■ Erkenntnisse auf umwelttechnische Anwendungsbereiche übertragen und Lösungsansätze implementieren.**Anforderungsbereich II**

Die Lernenden können

K4.4 ■ ihre Untersuchungen, Beobachtungen und ermittelten Daten unter Beachtung möglicher Fehlerquellen auswerten,

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

- K4.5** ■ Funktionen und Eigenschaften naturwissenschaftlicher Modelle erläutern und hinsichtlich ihrer Anwendungsgrenzen überprüfen,
- K4.6** ■ den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess hinterfragen und analysieren sowie auf umwelttechnische Anwendungen übertragen, überführen und diesen zuordnen,
- K4.7** ■ die jeweiligen Rahmenbedingungen wie zum Beispiel Gesetze und Verordnungen im Hinblick auf eine technische Situation anwenden.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K4.8** ■ fehlerhafte technische und naturwissenschaftliche Ansätze erörtern und die Erkenntnis daraus für die technische Problemstellung anwenden,
- K4.9** ■ Funktionen und Eigenschaften naturwissenschaftlicher Modelle und die Erkenntnisse daraus beurteilen, um sie für den Prozess der Problembehandlung anzuwenden,
- K4.10** ■ Bedrohungen, Schadensszenarien und Gefahren technischer Lösungen analysieren und die Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts und die mögliche Schadensschwere ihrer technischen Lösung bewerten,
- K4.11** ■ sich mit verschiedenen technischen Lösungen kritisch auseinandersetzen und mit anderen darüber fachlich diskutieren.

Kompetenzbereich: Reflektieren und Beurteilen (K5)**Anforderungsbereich I**

Die Lernenden können

- K5.1** ■ komplexe Aufgabenstellungen hinsichtlich der Dimensionierung einer technischen Anlage rechnerisch beurteilen,
- K5.2** ■ mehrere Lösungsansätze angeben/zusammenfassen, die sich aus verschiedenen Berechnungen und Modellen ergeben,
- K5.3** ■ wesentliche, zur technischen Lösung beitragende Lösungsansätze verständlich skizzieren.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K5.4** ■ ihre berechneten Ergebnisse analysieren und diese als Lösungsansatz für ein technisches System überprüfen,

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

- K5.5** ■ analysieren, dass bestimmte technische Lösungen von persönlichen Motiven, gesellschaftlich politischen und wirtschaftlichen Interessen geleitet werden,
- K5.6** ■ Modelle und Theorien auf Fallbeispiele übertragen und damit deren Anwendbarkeit überprüfen,
- K5.7** ■ naturwissenschaftsbezogene und umwelttechnische Sachverhalte in einem Kontext darstellen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K5.8** ■ die Einsatzfähigkeit ihrer entwickelten Modelle und Theorien hinsichtlich persönlicher, gesellschaftspolitischer und ethischer Aspekte beurteilen,
- K5.9** ■ krisengeleitete Problemsituationen der Umwelt unter Einbezug naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und sich daraus ergebender umwelttechnischer Lösungsansätze erörtern,
- K5.10** ■ Chancen und Risiken von umwelttechnischen Lösungen gewissenhaft und kritisch beurteilen,
- K5.11** ■ Unbedenklichkeit verschiedener umwelttechnischer Modelle prüfen und bewerten beziehungsweise mögliche Gefahren und die Unwahrscheinlichkeit ihres Auftretens darstellen.

3.2.2 Kurshalbjahre und Themenfelder

Dem Unterricht in der **Einführungsphase** kommt mit Blick auf den Übergang in die Qualifikationsphase eine Brückenfunktion zu.

Eine Besonderheit des beruflichen Gymnasiums ist seine Organisation nach beruflichen Fachrichtungen und Schwerpunkten, die bereits zu Beginn der Oberstufe einen Leistungskurs festlegt. Mit Eintritt in diese Schulform belegen die Lernenden neben den allgemein bildenden Fächern neue fachrichtungs- oder schwerpunktbezogene Unterrichtsfächer, die den Fächerkanon der Sekundarstufe I erweitern. Einerseits erhalten Lernende so die Möglichkeit, das in der Sekundarstufe I erworbene Wissen und Können zu festigen und zu vertiefen beziehungsweise zu erweitern (Kompensation). Auf diese Weise kann es ihnen gelingen, Neigungen und Stärken zu identifizieren, um auf die Wahl eines allgemein bildenden Leistungskurses und der allgemein bildenden Grundkurse entsprechend vorbereitet zu sein.

Andererseits beginnen sie mit dem Eintritt in das berufliche Gymnasium neu mit fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Fächern, in denen sie ohne schulisches Vorwissen an das systematische wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt werden. Damit wird eine solide Ausgangsbasis geschaffen, um in der Qualifikationsphase erfolgreich zu lernen. Die Themenfelder der Einführungsphase sind dementsprechend ausgewählt und bilden die Basis für die Qualifikationsphase.

In der **Qualifikationsphase** erwerben die Lernenden sowohl im Unterricht der jeweiligen fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Fächer als auch in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen eine solide Wissensbasis und wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvoller und komplexer Frage- und Problemstellungen an. Dabei erschließen sie Zusammenhänge zwischen Wissensbereichen und erlernen Methoden und Strategien zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Der Unterricht in der Qualifikationsphase zielt auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit; der Erwerb einer angemessenen Fachsprache ermöglicht die Teilhabe am fachbezogenen Diskurs. Durch die Wahl von Grundkursen und einem Leistungskurs in den allgemein bildenden Fächern haben die Lernenden die Möglichkeit, auf unterschiedlichen Anspruchsebenen zu lernen und ein individuelles Leistungsprofil zu entwickeln. Darüber hinaus können sie durch die Entscheidung für eine bestimmte Fachrichtung oder einen bestimmten Schwerpunkt innerhalb des Kanons der Fächer relevante Kompetenzen erlangen. Dementsprechend beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der allgemeinen Hochschulreife.

Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Einführungsphase

In der Einführungsphase sind Themenfelder verbindlich festgelegt (vergleiche Kurshalbjahresthemen). Die „zum Beispiel“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anreicherung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableiten lässt, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind je Kurshalbjahr etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – in der Regel entspricht dies circa

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

zwölf Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen, zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder vollumfänglich oder teilweise zu bearbeiten.

Qualifikationsphase

In den Kurshalbjahren Q1-3 sind die Themenfelder 1 und 2 verbindliche Grundlage des Unterrichts. Durch Erlass wird ein weiteres Themenfeld in zwei dieser drei Kurshalbjahre sowie ein Themenfeld im Kurshalbjahr Q4 verbindlich festgelegt, insgesamt gelten also zwölf verbindliche Themenfelder für die schriftlichen Abiturprüfungen. Ergänzend können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb dieser Themenfelder ausgewiesen werden. Die „zum Beispiel“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – in Q1-3 in der Regel zwölf Unterrichtswochen und in der Q4 in der Regel vier Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder zu bearbeiten.

Bedeutung der fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Leistungskurse

Die fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Leistungskurse führen einerseits in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen ein. Sie machen dabei wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen bewusst und erfahrbare. Andererseits richten sie sich auf Inhalte, Modelle, Theorien und Arbeitsweisen, so dass die Komplexität und die Differenziertheit der Fachrichtung beziehungsweise des Schwerpunkts deutlich werden. Der Unterricht ist auf eine Beherrschung der Arbeits- und Fachmethoden, deren selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion sowie auf ein exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Arbeiten ausgerichtet.

Bedeutung der fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Grundkurse

Bei den fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Grundkursen können zwei grundlegende Typen unterschieden werden.

Die einen – wie im vorliegenden Schwerpunkt das Fach Umweltökonomie – erweitern das berufsbezogene Kompetenzprofil, indem sie eigenständige, für den beruflichen Schwerpunkt bedeutsame Fächer abbilden.

Die anderen verstärken und vertiefen das berufsbezogene Kompetenzprofil des Leistungskurses, indem neben der Wissenschaftspropädeutik Anwendungsbezug und Praxisorientierung betont werden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

 Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Übersicht über die Themen der Kurshalbjahre und die Themenfelder
Einführungsphase (E1/E2)

Umwelttechnik		Technische Kommunikation und Mikrobiologie		Umweltökonomie	
E1	Ökosysteme	Grundlagen der Technischen Kommunikation und der Mikrobiologie (Einheit E1 und E2)		Grundlagen der Umweltökonomie (Einheit E1 und E2)	
	E1.1 Aufbau von Ökosystemen, Einfluss von Umweltfaktoren	E1	Grundlagen technischer Prozesse	E1	Überblick über die umweltökonomischen Problemzusammenhänge
	E1.2 Stoffkreisläufe und Energiefluss	E2	Grafische Darstellung von Prozessen	E2	Ökonomische Grundtatbestände
	E1.3 Natürliche und anthropogene Einflüsse	E3	Cytologie	E3	BIP und Grenzen des Wachstums
	E1.4 Schadensbilder und Schadensvermeidung	E4	Milieufaktoren und Wachstum von Mikroorganismen	E4	Wechsel zum Nachhaltigkeitsparadigma
	E1.5 Klima und Wetter	E5	Hygiene	E5	Grundlagen des Rechts
	verbindlich: Themenfelder E1.1–E1.3	verbindlich: Themenfelder E1–E5 (Einheit E1 und E2)		verbindlich: Themenfelder E1–E6 (Einheit E1 und E2)	

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

 Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Umwelttechnik		Technische Kommunikation und Mikrobiologie		Umweltökonomie	
E2	Umweltanalytik	Grundlagen der Technischen Kommunikation und der Mikrobiologie (Einheit E1 und E2)		Grundlagen der Umweltökonomie (Einheit E1 und E2)	
	E2.1 Donator-Akzeptor-Konzept	E6	Toxikologie	E6	Grundlagen der Tabellenkalkulation
	E2.2 Chemisches Rechnen	E7	Technische Anwendung	E7	Umweltethik
	E2.3 Beschreiben und analysieren von stofflichen Systemen	E8	Grundlagen der elektronischen Textverarbeitung und Präsentationstechnik	E8	Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts
	E2.4 Feld- und Laboranalysen und deren Dokumentation			E9	Geschichte der Umweltpolitik
	E2.5 Katalytische Prozesse			E10	Ausgewählte Themen zur Nachhaltigkeit
	verbindlich: Themenfelder E2.1–E2.3	verbindlich: Themenfelder E1–E5 (Einheit E1 und E2)		verbindlich: Themenfelder E1–E6 (Einheit E1 und E2)	

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Qualifikationsphase (Q1/Q2)

Umwelttechnik (LK)		Umwelttechnik (eGK)	Umweltökonomie (GK)
Q1	Energietechnik	Einführung in die Steuerungs- und Automatisierungstechnik	Umweltökonomische Fertigungswirtschaft
	Q1.1 Grundlagen zum Energiebegriff	Q1.1 Speicherprogrammierbare Steuerung 1 (SPS1)	Q1.1 Umweltorientierte Produktion
	Q1.2 Konventionelle Verfahren zur Energieversorgung	Q1.2 Messgrößenerfassung	Q1.2 Grundlagen der betrieblichen Kostenrechnung
	Q1.3 Regenerative Verfahren zur Energieversorgung	Q1.3 Steuern und Regeln	Q1.3 Energieinfrastruktur
	Q1.4 Zukunftstechnologien unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen	Q1.4 Speicherprogrammierbare Steuerung 2 (SPS2)	Q1.4 Energiemanagement im Unternehmen
	Q1.5 Umweltfaktor Energietechnik	Q1.5 Projektierung einer Steuerung/Regelung	Q1.5 Umweltkostenrechnung
	verbindlich: Themenfelder Q1.1–Q1.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q1.4 und Q1.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q1.1–Q1.3	verbindlich: Themenfelder Q1.1 und Q1.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q1.3–Q1.5, durch Erlass festgelegt

Umwelttechnik (LK)		Umweltökonomie (GK)
Q2	Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung	Umweltökonomische Informations- und Entscheidungsprozesse
	Q2.1 Wasserquantität und Wasserqualität	Q2.1 Umweltmanagement- und Umweltinformationssysteme
	Q2.2 Trinkwassergewinnung und Trinkwasseraufbereitung	Q2.2 Betriebliche und umweltorientierte Investitionsrechnung
	Q2.3 Abwasserbehandlung	Q2.3 Ökobilanz am Beispiel Wasser
	Q2.4 Versorgungs- und Entsorgungsnetze	Q2.4 Privatisierung von Wasser
	Q2.5 Boden und Trinkwasserqualität	Q2.5 Wasserhaushaltsrecht
	verbindlich: Themenfelder Q2.1–Q2.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q2.4 und Q2.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q2.1 und Q2.2 gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q2.3–Q2.5, durch Erlass festgelegt

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fächer: Umwelttechnik und
Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Qualifikationsphase (Q3/Q4)

Umwelttechnik (LK)		Umweltökonomie (GK)	
Q3	Luftreinhaltung	Volkswirtschaftliche Umweltökonomie	
	Q3.1 Zustandsbeschreibungen	Q3.1 Ursachen von Marktversagen	
	Q3.2 Luftschadstoffe	Q3.2 Umweltpolitik und staatliche Verhaltenssteuerung	
	Q3.3 Verfahren zur Emissionsminderung	Q3.3 Internationale Klimaabkommen	
	Q3.4 Abgasreduktion im Alltag	Q3.4 Ausgleichsmechanismen in der Luftreinhaltung	
	Q3.5 Rückstände und Problemstoffe	Q3.5 Ökonomische versus ökologische Interessen der Luftreinhaltung	
	verbindlich: Themenfelder Q3.1–Q3.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q3.4–Q3.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q3.1 und Q3.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q3.3–Q3.5, durch Erlass festgelegt	

Umwelttechnik (LK)		Umweltökonomie (GK)	
Q4	Abfall und Recycling	Das Prinzip Verantwortung in der Umweltökonomie	
	Q4.1 Prozesskette vom Rohstoff zum (End-) Produkt	Q4.1 Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft	
	Q4.2 Probleme durch Abfälle	Q4.2 Alternative Wirtschaftsmodelle	
	Q4.3 Abfallvermeidung, Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertung	Q4.3 Umweltmarketing	
	Q4.4 Beseitigung		
	Q4.5 Globale Betrachtung der Abfallproblematik		
	verbindlich: ein Themenfeld aus Q4.1–Q4.5 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfelds können Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.	verbindlich: ein Themenfeld aus Q4.1–Q4.3 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfelds können Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.	

E1: Ökosysteme

Ökosysteme sind immer einem Wandel unterzogen. Oftmals sind diese natürlichen Veränderungen nur kurzfristig und es stellen sich nach einer Weile wieder Gleichgewichte ein, die weitgehend dem alten Zustand entsprechen. Einige Veränderungen wirken sich jedoch dauerhaft aus und sorgen für neue Strukturen und Zusammensetzungen der Ökosysteme. Um ein Verständnis für die Veränderung von Ökosystemen und deren Folgen entwickeln zu können, ist ein Wissen um biotische und abiotische Faktoren, welche die Zusammensetzung unterschiedlicher Ökosysteme bestimmen, sowie Kreisläufe, die dabei eine Rolle spielen, notwendig. Durch den anthropogenen Einfluss verändern sich Ökosysteme zudem immer schneller und nachhaltiger. Die Zusammenhänge zwischen raschen Veränderungen der Umwelt und Veränderungen von Klima, Artenreichtum und Artenzusammensetzung sowie von gesundheitsschädigenden Umwelteinflüssen sind komplex. In geeigneten Anforderungssituationen analysieren Lernende diese Zusammenhänge. Aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen können sie umwelttechnische Lösungsansätze, die zum Erhalt von Ökosystemen beitragen entwickeln und beurteilen. Sie finden Lösungsansätze, die sich auch auf die Lebensqualität und im Extremfall auf das Überleben von Menschen als Bestandteil dieser Ökosysteme auswirken.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Naturwissenschaftliches Denken (L1), Ingenieurwissenschaftliches Denken (L2), Prozessdenken (L3), Interdisziplinäre Zusammenhänge (L4) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich:

Themenfelder E1.1–E1.3

Inhalte und erläuternde Hinweise**E1.1 Aufbau von Ökosystemen, Einfluss von Umweltfaktoren**

- Struktur und Aufbau
- Beziehungsgefüge (Produzenten, Konsumenten, Destruenten)
- Biotische und abiotische Faktoren
- Trophieebenen

E1.2 Stoffkreisläufe und Energiefluss

- Nährstoffkreisläufe
- Kohlenstoffkreislauf
- Stickstoffkreislauf
- Energiefluss, Energiepyramide

E1.3 Natürliche und anthropogene Einflüsse

- natürliche Einflüsse: Sukzession, Eutrophierung
- anthropogene Einflüsse: Bevölkerungswachstum, Ressourcenverbrauch, Flächenversiegelung, Landwirtschaft
- Treibhauseffekt, Treibhausgase, Albedo-Effekt
- Ozonproblematik: Aufbau der Erdatmosphäre, Ozonkiller, Alternativprodukte

E1.4 Schadensbilder und Schadensvermeidung

- gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Smog und Ozon
- saurer Regen
- Auswirkung auf Wälder, Gebäude, technische Einrichtungen
- exemplarische Beispiele zur Schadensvermeidung

E1.5 Klima und Wetter

- Entstehung von Jahreszeiten
- globale und lokale Klimazonen
- See- und Kontinentalklima
- Einfluss von Klima und Wetter auf Ökosysteme

E2: Umweltanalytik

Um den Zustand von Ökosystemen oder den Ablauf von umweltverfahrenstechnischen Prozessen nachvollziehen und beurteilen zu können, bedarf es des Einsatzes geeigneter Instrumentarien. Dabei spielt die Umweltanalytik eine entscheidende Rolle. In der Umweltanalytik sind vor allem chemische Grundkenntnisse, aber auch Kenntnisse zu physikalischen und biologischen Untersuchungsmethoden erforderlich, um unterschiedliche Analyseverfahren zur Beurteilung des Istzustandes der Umwelt verstehen und anwenden zu können. Das Themenfeld E2.1 trägt dem Erfordernis der chemischen Grundkenntnisse Rechnung, da nicht zwangsläufig davon ausgegangen werden kann, dass die chemischen Grundkenntnisse bei den Lernenden vorhanden sind. In der Einführungsphase des beruflichen Gymnasiums wird Chemie nicht an allen Schulen unterrichtet. Die ist bei der Intensität der Bearbeitung des Themenfeldes zu beachten. Im Unterricht werden Fragestellungen zu Stoffkreisläufen, Schadstoffakkumulationen und Reaktionen aus dem Halbjahresthema Ökosysteme wieder aufgegriffen und auf einer chemisch-analytischen Ebene untersucht und beurteilt. Die durch geeignete Auswahl und Durchführung von Analysen gewonnenen Ergebnisse, werden mit gesetzlichen Richt- und Grenzwerten verglichen und von den Lernenden reflektiert. Auf der Grundlage daraus gewonnener Ergebnisse und Erkenntnisse können die Lernenden die Qualität der drei schutzwürdigen Güter Wasser, Boden und Luft beurteilen. Dies macht es ihnen auch möglich, umwelttechnische Handlungsansätze zu modellieren.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitidee im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres ist Naturwissenschaftliches Denken (L1).

verbindlich:

Themenfelder E2.1–E2.3

Inhalte und erläuternde Hinweise**E2.1 Donator-Akzeptor-Konzept**

- Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel am sauerstoffbasierten Redoxmodell
- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- Aufstellen von Redoxreaktionen mithilfe von Oxidationszahlen
- Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen
- pH-Wert-Berechnung

E2.2 Chemisches Rechnen

- Kenngrößen zur Beschreibung von Stoffen wie Stoffmenge, Molare Masse, Molares Volumen
- Stoffumsatzberechnung bei chemischen Reaktionen zum Beispiel CO₂- und SO₂-Emissionen

E2.3 Beschreiben und analysieren von stofflichen Systemen

- Löslichkeit und Löslichkeitsregeln
- heterogene und homogene Stoffgemische wie Suspension, Aerosol, Emulsion, Lösung, Legierung
- Kolloide
- Trennverfahren wie Destillation, Filtration, Abdampfen, Extraktion
- quantitative Beschreibung wie Stoffmengenanteil, Massenanteil, Volumenanteil, Massenkonzentration, Volumenkonzentration, Stoffmengenkonzentration
- Herstellung von (Maß-)Lösungen
- Analyseverfahren: Säure-Base-Titration
- Nachweisreaktionen für Nitrate, Phosphate, Halogenide

E2.4 Feld- und Laboranalysen und deren Dokumentation

- Probennahme und Probenaufbereitung
- Erstellen von Versuchsprotokollen
- Untersuchung von Boden
- Bestimmung der Wassergüte
- theoretische Bestimmung von biologischen Untersuchungsparametern (NOEL, LD-50)

E2.5 Katalytische Prozesse

- chemische katalytische Prozesse wie Autokatalysator, katalytisch-thermische Nachverbrennung
- enzymatische Prozesse

Q1: Energietechnik (LK)

Energieumwandlungen sind Voraussetzung des Lebens und des technischen Fortschritts. Sinnvolle Energieanwendung und Energieeinsparung sind Ausdruck der Erkenntnis, dass die fossilen Energieträger nicht in unbegrenzter Menge zur Verfügung stehen. Auch die Umstellung der Energieerzeugung auf neue Energieträger wird dadurch ein unabdingbarer Beitrag zur Energiebedarfsdeckung der Zukunft werden. Gleichzeitig stellt jene Umstellung technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen dar. Diese Problematik kann dann begriffen werden, wenn die Beziehungen zwischen der bisher praktizierten Energieversorgung, den allgemeinen Anforderungen an die Energieversorgung und den daraus resultierenden Schädigungen der Umwelt erkannt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Lernenden physikalische Grundlagen der Thermodynamik verstehen und auf Energieversorgungsanlagen übertragen können.

Die so gewonnenen Erkenntnisse kommen in der Umsetzung von neuen Konzepten einer verantwortlichen Energienutzung zum Tragen. In diesem Zusammenhang gilt es, Hindernisse und Risiken einer alternativen Energieversorgung kommunizieren zu können. In geeigneten Anforderungssituationen werden auch technische und gesellschaftliche Lösungsansätze von den Lernenden modelliert, in das bestehende Versorgungssystem implementiert und reflektiert.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Naturwissenschaftliches Denken (L1), Ingenieurwissenschaftliches Denken (L2), Prozessdenken (L3) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich:

Themenfelder Q1.1–Q1.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q1.4–Q1.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q1.1 Grundlagen zum Energiebegriff**

- Notation physikalischer Einheiten von Energieformen (chemisch, elektrisch, kinetisch, potentiell, thermisch)
- Wärmemengenberechnung mittels Wärmekapazität, Schmelzenthalpie, Verdampfungsenthalpie, Heizwert, Brennwert
- Wärmeübertragungsformen
- Bilanzierung von Energieumwandlungsprozessen
- Wirkungsgrad
- Energieerhaltung (SANKEY-Diagramm)
- Energiebegriffe im Versorgungssystem (Primär-, Sekundär-, End- und Nutzenergie)
- Energienutzungsverteilung in Deutschland nach Wirtschaftssektoren und Regionen
- Anteile verschiedener Energieträger am Gesamtenergiebedarf

Q1.2 Konventionelle Verfahren zur Energieversorgung

- Aufbau, Funktionsweise und Berechnung von Wärmekraftmaschinen (Kraftwerk, Kraft-Wärme-Kopplung), Kraft-Wärme-Maschinen und Brennwertkessel
- Analyse von Tages- und Jahreslast-Diagrammen und Zuordnung der Kraftwerke zu den Lastbereichen
- Transport der Endenergie mit Strom-, Fernwärme- und Gasleitungsnetzen mit Differenzierung in zentrale und dezentrale Energieversorgung
- Energiebilanz von Kraftwerken unter Berücksichtigung seiner Funktion in der Elektroenergieversorgung

Q1.3 Regenerative Verfahren zur Energieversorgung

- Standortfaktoren: Einfluss meteorologischer (Sonneneinstrahlung, Windaufkommen), zivilisatorischer (Abschattung, Luftverschmutzung, Kondensstreifen), geografischer (Topografie, Landschaft und geografische Breite), installationstechnischer (Aufstellort und -ausrichtung, Degradation, Netzanschluss) und politischer Faktoren (Förderung, Bauauflagen, Denkmalschutz, Naturschutz et cetera)
- Aufbau, Funktionsweise und Berechnung von Windenergieanlagen, Photovoltaik, Solarthermie, Wasserkraftwerk, und Geothermie
- Probleme bei der Implementierung in das bestehende Versorgungsnetz

Q1.4 Zukunftstechnologien unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen

- Aufbau und Funktionsweise von Energieerzeugern wie Brennstoffzellen, Smart Grids, virtuelle Kraftwerke, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke, Gezeitenkraftwerke, Wellenkraftwerke
- Probleme und Grenzen von Speicherverfahren
- Aufbau und Funktionsweise von Speicheranlagen wie Latentwärmespeicher, Meeresdruckwasserspeicher, Lageenergiespeicher, Untertagedruckluftspeicher, Schwungradspeicher und Power-to-Gas
- Standortkriterien und Umweltfolgen bei der Installation von Kraftwerken
- Bilanzierung von Energieumwandlungsprozessen
- Energieeffizienzklassen und Energielabel
- Wirkungsgrad berechnen
- Anteil des Energieträgers am Gesamtenergiebedarf

Q1.5 Umweltfaktor Energietechnik

- Belastungen der Umwelt durch Energieumwandlungs- Transport- und Speicherprozesse (Landschaftsverbrauch, Rückstände, Verbauung) und Transport (Kabeltrassen, Pipelines)
- Belastungen der Umwelt durch Nutzung (Emissionen) von Endenergie
- Problematik der Energiespeicherung
- Effizienzprobleme bei Stromleitungen, Wärmeerzeugungsanlagen, Verbrennungsmotoren, Leuchtmitteln und Haushaltsgeräten
- gebäudetechnische Möglichkeiten zur Energieeinsparung
- Bilanzierung von Energieumwandlungsprozessen
- Wirkungsgrad berechnen
- Anteile verschiedener Energieträger am Gesamtenergiebedarf
- Standortkriterien und Umweltfolgen bei der Installation von Kraftwerken

Q2: Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung (LK)

Wasser als Grundlage allen Lebens ist ein kostbares Gut, für den Menschen insbesondere in Form von Trinkwasser. Als das am besten überwachte Lebensmittel hat Trinkwasser eine enorme Bedeutung bezogen auf Hygiene und körperliches Wohlbefinden, wodurch sich besondere Anforderungen an seine Qualität ergeben. Durch natürliche und zivilisatorische Einflüsse ist die Qualität dieses Lebensmittels allerdings zunehmend gefährdet. Diese Bedeutung des Trinkwassers erschließt sich dann überzeugend, wenn die Zusammenhänge zwischen der anthropogenen Nutzung von Trinkwasser, den Einflüssen auf seine Zusammensetzung und Qualität und den Folgen der Entnahme des Wassers aus der Natur kommuniziert und analysiert werden. Auf Grundlage der dabei gewonnenen Erkenntnisse lassen sich mit den Lernenden Maßnahmen entwickeln, mit denen Wasser so geschützt, gefördert und aufbereitet wird, dass es unbeschadet und in ausreichendem Maß den Menschen als Lebensmittel zur Verfügung gestellt werden kann. Durch die Tatsache, dass Menschen Wasser gebrauchen, wird dies meist so in seiner Zusammensetzung verändert, dass es nicht mehr in die Umwelt abgegeben werden kann, ohne dabei Schaden an den betroffenen Ökosystemen anzurichten oder die Trinkwassergewinnung zu gefährden. Aus diesem Grund muss das Abwasser durch Klärverfahren wiederaufbereitet werden. Die geeignete Abwasserreinigung ist dabei stark von der Herkunft und der Qualität des Wassers abhängig. Ein Verständnis der Zusammenhänge zwischen Abwassermenge, -qualität, -herkunft und der damit einhergehenden Umweltgefährdung ist von daher für Lernende grundlegend. Von dieser Basis aus können die zur Reinigung benötigten Verfahrensschritte von den Lernenden hergeleitet und in ihrer Wirkungsweise und Wirksamkeit miteinander verglichen werden.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Naturwissenschaftliches Denken (L1), Ingenieurwissenschaftliches Denken (L2), Prozessdenken (L3), Interdisziplinäre Zusammenhänge (L4) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich:

Themenfelder Q2.1–Q2.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q2.4–Q2.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q2.1 Wasserquantität und Wasserqualität**

- quantitative und qualitative Betrachtung von ausgewählten Wasserinhaltsstoffen und Parameter zur Beurteilung laut Trinkwasserverordnung
- biologische Parameter (koloniebildende Einheiten, coliforme Keime, E.coli, Legionellen)
- chemische Parameter (pH-Wert, Härte, Stickstoffverbindungen, Mangan, Eisen, Blei)
- physikalische Parameter (Leitfähigkeit, Trübung, Temperatur)
- Summenparameter (BSB₅, CSB, TOC)
- Problemstoffe (Pflanzenschutzmittelrückstände, Arzneimittelrückstände, Mikroplastik)
- Problemverlagerung: Weiterverwendung, Weiterverwertung (thermisch/energetisch), Beseitigung
- ausgewählte problematische Wasserinhaltsstoffe nach Ursprung und Herkunft: natürliche/anthropogene Quellen und ihrer Auswirkung auf Umwelt und Mensch (zum Beispiel Farben und Lacke, Phosphate)
- Wassergefährdungsklassen
- Wasserverbrauch regional und global
- Wasserdargebot (Niederschlagsmengen, Niederschlagsverteilung, Zufluss und Abfluss aus anderen Ländern)
- Virtuelles Wasser (zum Beispiel Jeansproduktion, Obst- und Gemüseanbau, Tierhaltung)

Q2.2 Trinkwassergewinnung und Trinkwasseraufbereitung

- Trinkwassergewinnung von Oberflächengewässern (Talsperren, Seen, Flüsse)
- Trinkwassergewinnung von unterirdischen Gewässern (Schachtbrunnen, Vertikalfilterbrunnen, Horizontalfilterbrunnen, Quelfassung)
- Wasserschutzzonen
- Funktionsweise und Aufbau der Pumpen am Beispiel von Kreiselpumpe, Saug- und Druckpumpe
- Trinkwasseraufbereitungsverfahren: Filter, Belüftungsverfahren, Denitrifizierung, Enteisung, Entmanganung, Desinfizierung (Ozon, UV, Chlordioxid), Entcarbonisierung
- häusliche Trinkwasser-Anlagen: Entcarbonisierung, Schutz vor Krankheitskeimen wie Legionellen
- Empfehlung: Exkursion in ein Wasserwerk

Q2.3 Abwasserbehandlung

- Klassifizierung (Abwasserarten, Einwohnergleichwert, Einwohnerwert)
- Abfluss-Zeit-Diagramm, Einfluss von Regenereignissen
- Aufbau und Funktion einer kommunalen Kläranlage
- kommunale Verfahren der Abwasserreinigung (mechanische Reinigungsstufen, biologische Reinigungsstufen: Belebungsbecken, Tropfkörper, Vor-, Nach- und Simultandenitrifikation und chemische Reinigungsstufe: Fällung)
- Klärschlammführung/Klärschlammbehandlung (Stand der Technik)
- Empfehlung: Exkursion in eine Kläranlage
- Brauchwassernutzung

Q2.4 Versorgungs- und Entsorgungsnetze

- Misch- und Trennsystem
- Berechnungen von Strömungen (Kontinuitätsgesetz, Volumenstrom, Verweildauer, Leitungsdimensionierung)
- laminare und turbulente Strömung
- Kennzeichnung der Trinkwasserverteilung
- Inspektion und Wartung der Netze
- Problematik der Wasserverluste und Fremdwassereinträge, Sanierung des Kanalsystems (Austausch von Rohren, Beseitigung von Undichtigkeiten und Ablagerungen, Spülen)
- Kleinkläranlagen (Pflanzenkläranlage, Mehrkammersystem, Sickergrube)
- Gegenüberstellung von Materialien: Korrosionserscheinungen, Schutz des Trinkwassers vor Metalleionen

Q2.5 Boden und Trinkwasserqualität

- Einfluss der Bodenarten, und der Mineralisierungsprozesse auf die Trinkwasserqualität anhand chemischer Parameter und Wasserspeicherkapazität
- biologische Bodenaktivität und Bodenatmung,
- trinkwassergefährdende Stoffe im Boden
- Schutzmaßnahmen für Boden und Wasser wie Erosionsschutz, Funktionsschutz, Rekultivierung beziehungsweise Renaturierung

Q3: Luftreinhaltung (LK)

Ungeachtet vereinzelter natürlicher Ereignisse, die kurzfristig dazu in der Lage sind und wahrscheinlich auch zukünftig in der Lage sein werden, die Zusammensetzung der Atmosphäre zu verändern, ist diese langfristig seit mehreren Millionen Jahren nahezu unverändert geblieben. Grund dafür sind natürliche Stoffkreisläufe, welche entstehende Luftschadstoffe wieder abbauen. Durch die Zunahme von anthropogenen Emissionen werden diese natürlichen Stoffkreisläufe allerdings massiv und nachhaltig gestört. In Folge kommt es zu einer unnatürlichen lokalen oder globalen Anhäufung von Luftschadstoffen. Belastungen durch eine Vielzahl unterschiedlicher Schadstoffemissionen wirken sich auf Ökosysteme, Gesundheit, Klima und technische Materialien aus. Hier spielen auch Aspekte der Arbeitssicherheit eine Rolle. Das wachsende Bewusstsein dafür, welche Gefährdungen von Luftschadstoffen ausgehen, legt nahe, dass Maßnahmen ergriffen werden müssen, um deren Emissionen so gering wie vertretbar zu halten oder ganz zu vermeiden.

Indem Lernende Wissen über die natürlichen Zusammenhänge in der Erdatmosphäre erwerben und hierauf bezogen störende anthropogene Einflüsse interpretieren, gelingt es ihnen, die Gefährdungen, die von Luftverunreinigung unterschiedlichen Ursprungs ausgehen, zu begreifen. Dazu eignen sie sich Wissen über chemische und physikalische Zustände und Zustandsänderungen in der Atmosphäre an. Unter Rückgriff auf dieses Wissen modellieren Lernende Auswirkungen auf Klima, Ökosysteme und Gesundheit und kommunizieren die wichtigsten Anforderungen an eine gesunde Atmosphäre. Ausgehend von diesen Erkenntnissen entwickeln die Lernenden zudem spezifische Verfahren zur Verminderung der wichtigsten Luftschadstoffe, beurteilen die Luftschadstoffe hinsichtlich ihrer Wirkung und vergleichen diese miteinander.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Naturwissenschaftliches Denken (L1), Ingenieurwissenschaftliches Denken (L2), Prozessdenken (L3) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich:

Themenfelder Q3.1–Q3.3 sowie in zwei der drei Kurshalbjahre Q1 bis Q3 ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q3.4–Q3.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Inhalte und erläuternde Hinweise

Q3.1 Zustandsbeschreibungen

- Aufbau der Atmosphäre und Zusammensetzung der Luft
 - physikalische Zustände: Atmosphärendruck, Partialdrücke, Absolutdruck, positiver und negativer Überdruck, Druckeinheiten (atm, bar, Pa), Temperatureinheiten Grad Celsius (°C) und Kelvin (K), Luftfeuchtigkeit
 - physikalische Zustandsänderungen: Zustandsgleichungen idealer Gase, universelles Gasgesetz, barometrische Höhenformel
 - Wetter: Atmosphärenzustände, Temperaturverteilung, Entstehung von Niederschlägen und Wind

Q3.2 Luftschadstoffe

- Emissionsquellen: natürliche und anthropogene Emissionsquellen für PM, SO_x, H₂S, NO_x, CO₂, CO, Halogenkohlenwasserstoffe, Methan und flüchtige organische Verbindungen (VOC)
- qualitative Entstehung (NO_x, CO₂, SO_x) und quantitative (CO₂, SO_x) Emissionen bei Verbrennungsvorgängen
- Ausbreitung von Luftschadstoffen: Emission, Transmission, Immission und Deposition, Einflussgrößen (Wetterlage, Höhe der Emissionsquelle, Hauptwindrichtung)
- exemplarische Messung ausgewählter Stoffe
- Auswirkungen und Begrenzung oben genannter Emissionen: Schadwirkung, Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft), Grenzwerte (AGW und BGW)

Q3.3 Verfahren zur Emissionsminderung

- Entstaubung: Sprühturmwäscher, VENTURIwäscher, Gewebefilter, Massenkraftabscheider, Schwerkraftabscheider, Elektroabscheider
- Primärmaßnahmen für Stick- und Schwefeloxidemissionen bei Verbrennungsprozessen
- Sekundärmaßnahmen:
 - Rauchgasentschwefelung mit Kalkstein-Waschverfahren
 - Berechnung der Stoffumsätze bezogen auf den Schwefelgehalt des Brennstoffes
 - Rauchgasentstickung: selektive katalytische Reduktion (SCR), selektive nichtkatalytische Reduktion (SNCR) (high-dust, low-dust, tail-end) und Autokatalysator
 - Reduzierung von VOC: Biofilter, Biorieselbettreaktor, Biowäscher, thermische Nachverbrennung und katalytische Nachverbrennung

Q3.4 Abgasreduktion im Alltag

- Reduktion durch Vermeidung: Entstehung (ökologischer Fußabdruck), Mengenreduktion (zum Beispiel öffentlicher Personennahverkehr, Fahrgemeinschaften), Verzicht (Fahrrad statt Auto)
- Reduktion durch Technologie: Konzepte zur Substitution herkömmlicher Technologien (Hybridtechnologie, Antriebe mit Wasserstoff, Erdgas, Flüssiggas, Elektromobilität)
- Energieeffizienzklassen
- Messungen und Berechnungen von Abgaskonzentrationen

Q3.5 Rückstände und Problemstoffe

- Reststoffbeseitigung, Verlagerung der Probleme auf Abfall und Abwasser bei den Verfahren zur Emissionsminderung (NO_x, CO₂, SO_x PM)
- Umweltgefährdung: Folgen durch Rückstände aus der Rauchgasreinigung (Akkumulation und Aufkonzentration, Elution und Sickerprozesse)
- Wertstoffrückgewinnung: Schwefelgewinnung durch CLAUSprozess, Lösemittelrückgewinnung, REA-Gips

Q4: Abfall und Recycling (LK)

Mit dem Konsum und der Produktion von wirtschaftlichen Gütern entstehen Abfälle. Mit dem Aufkommen und der Entsorgung dieser Abfälle entstehen für die Umwelt weitreichende Probleme. Zum einen verringert das Aufkommen von Abfällen durch Produktion von Konsumgütern die weltweit zur Verfügung stehenden Ressourcen und belastet bei deren Gewinnung indirekt die Umwelt. Zum anderen beeinträchtigen die Abfälle bei der Entsorgung auch direkt die Umwelt durch Freisetzung umweltrelevanter Schadstoffe. Das Bewusstsein um diese Problematiken ist für die Entwicklung umwelttechnisch verträglicher Lösungen bei der Abfallentsorgung, für die Wiedergewinnung von Rohstoffen aus Abfällen und für die Entwicklung von Abfallvermeidungsstrategien von größter Bedeutung. Ausgehend von den Inhalten der vorangegangenen Kurshalbjahre analysieren die Lernenden exemplarisch die Umweltgefährdungspotenziale von Abfällen. Sie reflektieren Produktionsprozesse und Konsumentenverhalten, wodurch Abfälle entstehen und beurteilen alternative Produkte. Entsorgungsanlagen und Recyclinganlagen sowie deren Betriebsweise werden hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt analysiert.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Prozessdenken (L3), Interdisziplinäre Zusammenhänge (L4) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich:

ein Themenfeld aus Q4.1–Q4.5 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfelds können Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q4.1 Prozesskette vom Rohstoff zum (End-)Produkt**

- Rohstoffgewinnung und damit verbundene Eingriffe in Ökosysteme
- Rohstoffverarbeitung und deren Umweltfolgen (zum Beispiel vom Rohöl zum Kunststoff)
- nachwachsende und nicht nachwachsende Rohstoffe
- Lebenslinienanalyse von Konsumgütern (zum Beispiel: Getränkedose, Plastiktüte)
Produktlebensende: Bestehende Erfassungs- und Entsorgungssysteme, mögliche Alternativen zu bestehenden Systemen

Q4.2 Probleme durch Abfälle

- Rohstoffverknappung, Schadwirkungen von Abfällen auf die drei schutzwürdigen Güter (Luft, Wasser, Boden)
- Einsatz, Eigenschaften und Entsorgungsprobleme von Verbundwerkstoffen
- Rücknahmesysteme für problematische Abfälle (zum Beispiel Altöl, Altbatterien, Leuchtstoffröhren)
- umweltschonende Ersatzprodukte (zum Beispiel biologisch abbaubare Kunststoffe)

Q4.3 Abfallvermeidung, Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertung

- Trennverfahren für sortenreine Wertstoffrückgewinnung: Schredder, Windsichter, optische, induktive und magnetische Sortiereinrichtungen, Flotation
- Prozessketten und Grenzen der Wiederverwertung (Recycling, Downcycling zum Beispiel bei Metallschrott, Altglas, Kunststoffen und Altpapier)
- Organisation und Stoffströme flächendeckender Wertstoffrücknahmesysteme (Leichtverpackungen, Altglas, Altpapier und Elektronikschrott)
- Verwertung biologischer Abfälle: Qualitätskriterien (Feuchte, C-N-Verhältnis, zulässige Anteile Reststoffe), Kompostierungsverfahren (offene und geschlossene Verfahren), Biogasanlagen (Verfahren, stoffliche und energetische Endprodukte)
- Thermische Verwertung: Kriterien für thermische Verwertung (Mindestheizwert, Abfallarten)
- Müllheizkraftwerke: Aufbau, Abfallaufbereitung, Abfallverbrennung, Reststoffe, Energieausbeute (thermisch und elektrisch)
- Pyrolyse von Abfällen: Verfahren, anwendbare Abfälle

Q4.4 Beseitigung

- Deponierbarkeit von Abfällen: Restglühverlust, mechanische Stabilität, Schadstofffracht
- Umweltgefährdung durch Deponien: Biologische Aktivität, Elution von Schadstoffen, Grundwasserschutz, Ausgasung, PM-Belastung
- Aufbau von Deponien für Siedlungsabfälle: Deponieklassen und Abfallzuordnung, Basis- und Oberflächenabdichtungen, Sickerwassererfassung und -behandlung, Deponiegaserfassung und -verwertung, Untertagedeponie, Standortkriterien
- Deponiealtlasten: Gefährdungspotenziale, Sondierungen, Kontrolle, Sanierung, Rückbau

Q4.5 Globale Betrachtung der Abfallproblematik

- weltweite Verfügbarkeit und Begrenztheit von Rohstoffen
- Abfallverschiebung in Länder mit niedrigen Umweltstandards
- Akkumulation von Abfällen in der Umwelt: zum Beispiel Mikropartikel in der Nahrungskette, Plastikmüll in den Ozeanen

Q1: Einführung in die Steuerungs- und Automatisierungstechnik (eGK)

Unter Automatisieren versteht man das Herstellen von Bedingungen, unter denen es möglich ist, immer gleiche Vorgänge wiederholt und reproduzierbar auszuführen, ohne dass es eines gesonderten menschlichen Eingriffes bedarf. Automatisierung ist somit das Übertragen von steuernden und regelnden Handlungen des Menschen auf technische Einrichtungen und Systeme unter Zuführung der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik in Verbindung mit der Informationstechnik. Aufgrund ihrer Komplexität, können die meisten umwelttechnischen Abläufe nur durch einen hohen Grad an Automatisierung realisiert werden.

Um die Bedeutung der Steuerungs- und Automatisierungstechnik für die Umwelttechnik zu erfassen, eignen sich die Lernenden Wissen über die Grundzüge der Steuer- und Regeltechnik an. Dazu analysieren sie technische Möglichkeiten zur Erfassung von steuerbaren Größen und modellieren dafür einfache Aufgaben aus der Umwelttechnik für die sie Steuerungen entwickeln, bei denen logische Verknüpfungen angewendet werden.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Ingenieurwissenschaftliches Denken (L2) sowie Prozessdenken (L3).

verbindlich:

Themenfelder Q1.1–Q1.3

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q1.1 Speicherprogrammierbare Steuerung 1 (SPS1)**

- verschiedene Zahlensysteme
- UND-Verknüpfungen / ODER-Verknüpfungen
- Einführung in die Grundfunktionsweise einer Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS)
- grafische Darstellung einer Steuerung (zum Beispiel mittels GRAFCET-Diagramm) und Realisierung im Steuerungslabor

Q1.2 Messgrößenerfassung

- Sensoren: aktive und passive / analog und digital
- Aufbau und Funktion ausgewählter Sensoren für Temperatur und Kraft
- Einsatzbereiche und Kennlinien von Sensoren
- Ermittlung der elektrischen Größen aus den physikalischen Größen durch Diagramme und Rechnungen anhand von Beispielen

Q1.3 Steuern und Regeln

- Grundbegriffe: Steuerung und Regelung
- Darstellung von Steuer- und Regelkreis und Klärung der darin verwendeten Begriffe
- exemplarisch: Steuerkette und Regelkreis in der Praxis
- P_0 -, PT_1 -, PT_n -, PT_z -, I_0 -Strecken
- unstetige Regler (zum Beispiel Bimetallschalter)
- Beispiele für Einsatz und Anwendung von Regelungen in der Praxis

Q1.4 Speicherprogrammierbare Steuerung 2 (SPS2)

- ausgewählte Grund- und Sonderfunktionen
- Funktionspläne zu verschiedenen Steuerungsbeispielen
- praktische Übungen

Q1.5 Projektierung einer Steuerung/Regelung

- Regelung physikalischer Größen (zum Beispiel Füllstandsregelung, Temperaturregelung)
- Zeitverhalten von Reglern anhand von Beispielen (P -, PI -, PID -Strecken beziehungsweise Regler)

E: Grundlagen der Technischen Kommunikation und der Mikrobiologie

Umwelttechnische Anlagen weisen in der Regel eine sehr komplexe technische Struktur auf. Daher können sie und die in ihnen ablaufenden Prozesse oftmals nur durch eine vereinheitlichte, vereinfachende und reproduzierbare Darstellung veranschaulicht werden. Die Aufgabe der technischen Kommunikation ist es, Informationen und Daten über technische Prozesse oder Anlagen allen daran beteiligten Personen verfügbar zu machen. Dazu müssen sie in eine Form gebracht werden, die einen sicheren, effizienten und effektiven Austausch zwischen allen Beteiligten ermöglicht.

Lernenden gelingt es, grundlegende Funktionen der technischen Kommunikation auf umwelttechnische Verfahren zu übertragen, wenn sie Informationen und Daten mithilfe standardisierter Anwendersoftware erstellen, erfassen, verwalten und auswerten. Sie können technische Daten und Darstellungen von Anlagen lesen und interpretieren und darüber untereinander kommunizieren. Sie sind in der Lage Steuerungsabläufe zu entwickeln und können so verfahrenstechnische Prozesse nachvollziehen.

Innerhalb der Umwelttechnik spielt die Mikrobiologie eine zentrale Rolle bei der Bodensanierung und Abfallbeseitigung sowie bei der Reinigung von Abwässern und Abluft. Darüber hinaus ist das Vorhandensein beziehungsweise Nichtvorhandensein von bestimmten Mikroorganismen ein wichtiger Indikator für die Qualität von Gewässern und Trinkwasservorkommen. Für die Beurteilung von gesundheitsschädlichen hygienischen Bedingungen in der Umwelt sind Kenntnisse über Mikroorganismen von wesentlicher Bedeutung. Moderne Umwelttechnik kommt ohne ein Wissen über Aufbau, Arten, Wirkungsbereiche und optimale Lebensbedingungen verschiedener Mikroorganismen nicht aus.

Auf der Grundlage eines diesbezüglichen Wissensnetzes beurteilen Lernende Milieubedingungen und wenden diese Erkenntnisse auf den Einsatz verschiedener Mikroorganismen in umwelttechnischen Anlagen an. So können Lernende auch hygienische Gefährdungen durch Mikroorganismen beurteilen und daraus Maßnahmen zur Sterilisation und Desinfektion entwickeln, die an die jeweiligen Begebenheiten angepasst sind.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Naturwissenschaftliches Denken (L1), Ingenieurwissenschaftliches Denken (L2), Prozessdenken (L3) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich:

Themenfelder E1–E5 (E1 und E2 als Einheit)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Technische Kommunikation und Mikrobiologie

Inhalte und erläuternde Hinweise**E1 Grundlagen technischer Prozesse**

- Zahlensysteme (Dualzahlen, Hexadezimalzahlen)
- Darstellungsformen (zum Beispiel KV-Diagramm) von logischen Verknüpfungen (UND-, ODER-, NICHT-Verknüpfungen)
- Schaltungen und Blockschaltbilder

E2 Grafische Darstellung von Prozessen

- grundlegende Sinnbilder (zum Beispiel Ventile, Pumpen)
- Blockschaltbilder von Anlagen (zum Beispiel Kraftwerke)
- Schaltungen und Schaltpläne

E3 Cytologie

- Aufbau von Prokaryoten und Eukaryoten
- Morphologie und Bedeutung von Bakterien, Viren und Pilzen (Schimmel, Hefen)
- Lebensnotwendigkeit von Bakterien am Beispiel der Normalflora des Menschen
- Problematik der Resistenzbildung

E4 Milieufaktoren und Wachstum von Mikroorganismen

- Einfluss von pH-Wert, Nährstoffen, Temperatur, Belüftung (Aerobier/Anaerobier)
- Vermehrungsarten der Mikroorganismen, Wachstumsraten, Wachstumskurven
- Bedeutung von Mikroorganismen für die Qualität von Böden

E5 Hygiene

- Sterilisation, Desinfektion
- Hygiene im Alltag
- Infektionsrisiken

E6 Toxikologie

- Exotoxine, Endotoxine
- Virulenz, Pathogenität
- Arbeitssicherheit im Umgang mit toxikologischen Stoffen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Technische Kommunikation und Mikrobiologie

E7 Technische Anwendung

- Abluft
- Abluftaufbereitung (zum Beispiel Biofilter)
- Trinkwasseraufbereitung (zum Beispiel Kläranlage)
- Mikrobiologische Bodensanierung

E8 Grundlagen der elektronischen Textverarbeitung und Präsentationstechnik

- Textformatierung, Fußnoten, Tabellen, Formeleditor, Sonderzeichen, Inhaltsverzeichnis, Kopf- und Fußzeilengestaltung, Grafiken
- wissenschaftlich fundiertes Präsentieren: Inhalte, 7x7-Regel, pt-Regel, Schriftartenwahl, Folienerstellung (Masterfolie), Effekte, Farbauswahl

3.3 Umweltökonomie

3.3.1 Bildungsstandards des Faches

Kompetenzbereich: Kommunizieren und Kooperieren (K1)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K1.1** ■ Informationen über einfache umweltökonomische Sachverhalte mit anderen Lernenden austauschen,
- K1.2** ■ Sach- und Beziehungsebene unterscheiden,

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K1.4** ■ andere argumentativ überzeugen,
- K1.5** ■ Vorstellungen und Werte kritisch überdenken,
- K1.6** ■ ausgleichend auf Konfliktpartner einwirken.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K1.7** ■ in einer Diskussion zu komplexen Themen Stellung beziehen und diese verteidigen,
- K1.8** ■ komplexe Gedankengänge in strukturierter Form und sprachlich angemessen schriftlich kommunizieren,
- K1.9** ■ Lösungsansätze zu komplexen Aufgabenstellungen erarbeiten und dabei verschiedene Interessen berücksichtigen.

Kompetenzbereich: Analysieren und Interpretieren (K2)

Anforderungsbereich I

Die Lernenden können

- K2.1** ■ den umweltökonomischen Untersuchungsgegenstand herausarbeiten,
- K2.2** ■ den Untersuchungsgegenstand aufschließende Fragen formulieren,
- K2.3** ■ Sinnvorstellungen als solche erkennen und beschreiben.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K2.4** ■ Daten, Ergebnisse und Sachverhalte zusammentragen und auswerten,
- K2.5** ■ den Untersuchungsgegenstand differenziert wahrnehmen und fachsprachlich korrekt beschreiben,
- K2.6** ■ erste umweltökonomische Interpretationsansätze formulieren,
- K2.6** ■ Sinnvorstellungen kriteriengeleitet untersuchen und die Rationalität von Sinnvorstellungen prüfen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K2.6** ■ den Untersuchungsgegenstand zielgerichtet interpretieren,
- K2.9** ■ deskriptive, analytische und normative Anteile von Sinnvorstellungen unterscheiden und herausarbeiten,
- K2.10** ■ selbstständig forschende Fragen beziehungsweise Hypothesen bezüglich umweltökonomischer Phänomene, Strukturen und Prozesse formulieren.

Kompetenzbereich: Entwickeln und Modellieren (K3)**Anforderungsbereich I**

Die Lernenden können

- K3.1** ■ Modelle nennen und erklären,
- K3.2** ■ Realsituationen in umweltökonomische Modelle einordnen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K3.3** ■ eine Realsituation in ein umweltökonomisches Modell überführen,
- K3.4** ■ Ergebnisse einer solchen Modellierung interpretieren, d. h. modellbasiert ein reales Ergebnis prognostizieren oder eine Realsituation erklären,
- K3.5** ■ ein umweltökonomisches Modell an eine veränderte Realsituation anpassen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K3.6** ■ umweltökonomische Modelle im Kontext einer Realsituation unter Berücksichtigung der Modellannahmen überprüfen, vergleichen und bewerten,
- K3.7** ■ Modelle für umweltbewusste Entscheidungen und Verhalten nutzen.

Kompetenzbereich: Entscheiden und Implementieren (K4)**Anforderungsbereich I**

Die Lernenden können

- K4.1** ■ anhand vorgegebener Daten und Kriterien Entscheidungen treffen,
- K4.2** ■ die ökonomischen, ökologischen und sozialen Folgen ihrer Entscheidungen bezogen auf den Sachverhalt erkennen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K4.3** ■ anhand vorgegebener Daten selbstständig umweltökonomische Kriterien für eine Entscheidungsfindung definieren und eine Entscheidung anhand dieser treffen,
- K4.4** ■ die Folgen ihrer Entscheidungen im Sachverhalt darlegen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K4.5** ■ anhand eines Datenpools selbstständig benötigte Informationen zu einer umweltökonomischen Problemstellung auswählen,
- K4.6** ■ für das selbstständig zusammengestellte Material Auswahlkriterien definieren und eine Entscheidung treffen,
- K4.7** ■ selbstständig Strukturen zur optimalen Implementierung der Entscheidung entwickeln.

Kompetenzbereich: Reflektieren und Beurteilen (K5)**Anforderungsbereich I**

Die Lernenden können

- K5.1** ■ umweltökonomische Probleme aus verschiedenen Perspektiven der beteiligten Akteure wahrnehmen,
- K5.2** ■ Interessens- und Zielkonflikte benennen,
- K5.3** ■ anhand gegebener Kriterien umweltökonomische Sachverhalte einordnen.

Anforderungsbereich II

Die Lernenden können

- K5.4** ■ aus umweltökonomischen Modellen Erkenntnisse für Realsituationen ableiten,
- K5.5** ■ verschiedene Argumente aufgrund selbst bestimmter Kriterien bewerten und Entscheidungen begründen,
- K5.6** ■ umweltökonomische Modelle erweitern und kritisch überprüfen.

Anforderungsbereich III

Die Lernenden können

- K5.7** ■ Lösungsansätze für umweltökonomische Problemstellungen entwickeln, diese kritisch überprüfen und Schwachstellen aufzeigen,
- K5.8** ■ komplexe, umweltökonomische Sachverhalte erfassen und daraus Zukunftsszenarien ableiten,
- K5.9** ■ geeignete Beurteilungsverfahren und -kriterien auswählen und entwickeln.

3.3.2 Kurshalbjahre und Themenfelder

Dem Unterricht in der **Einführungsphase** kommt mit Blick auf den Übergang in die Qualifikationsphase eine Brückenfunktion zu.

Eine Besonderheit des beruflichen Gymnasiums ist seine Organisation nach beruflichen Fachrichtungen und Schwerpunkten, die bereits zu Beginn der Oberstufe einen Leistungskurs festlegt. Mit Eintritt in diese Schulform belegen die Lernenden neben den allgemein bildenden Fächern neue fachrichtungs- oder schwerpunktbezogene Unterrichtsfächer, die den Fächerkanon der Sekundarstufe I erweitern. Einerseits erhalten Lernende so die Möglichkeit, das in der Sekundarstufe I erworbene Wissen und Können zu festigen und zu vertiefen beziehungsweise zu erweitern (Kompensation). Auf diese Weise kann es ihnen gelingen, Neigungen und Stärken zu identifizieren, um auf die Wahl eines allgemein bildenden Leistungskurses und der allgemein bildenden Grundkurse entsprechend vorbereitet zu sein.

Andererseits beginnen sie mit dem Eintritt in das berufliche Gymnasium neu mit fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Fächern, in denen sie ohne schulisches Vorwissen an das systematische wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt werden. Damit wird eine solide Ausgangsbasis geschaffen, um in der Qualifikationsphase erfolgreich zu lernen. Die Themenfelder der Einführungsphase sind dementsprechend ausgewählt und bilden die Basis für die Qualifikationsphase.

In der **Qualifikationsphase** erwerben die Lernenden sowohl im Unterricht der jeweiligen fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Fächer als auch in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen eine solide Wissensbasis und wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvoller und komplexer Frage- und Problemstellungen an. Dabei erschließen sie Zusammenhänge zwischen Wissensbereichen und erlernen Methoden und Strategien zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Der Unterricht in der Qualifikationsphase zielt auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit; der Erwerb einer angemessenen Fachsprache ermöglicht die Teilhabe am fachbezogenen Diskurs. Durch die Wahl von Grundkursen und einem Leistungskurs in den allgemein bildenden Fächern haben die Lernenden die Möglichkeit, auf unterschiedlichen Anspruchsebenen zu lernen und ein individuelles Leistungsprofil zu entwickeln. Darüber hinaus können sie durch die Entscheidung für eine bestimmte Fachrichtung oder einen bestimmten Schwerpunkt innerhalb des Kanons der Fächer relevante Kompetenzen erlangen. Dementsprechend beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der allgemeinen Hochschulreife.

Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Einführungsphase

In der Einführungsphase sind Themenfelder verbindlich festgelegt (vgl. Kurshalbjahresthemen). Die „zum Beispiel“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableiten lässt, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind je Kurshalbjahr etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – in der Regel entspricht dies circa zwölf

Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen, zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder vollumfänglich oder teilweise zu bearbeiten.

Qualifikationsphase

In den Kurshalbjahren Q1 bis Q3 sind die Themenfelder 1 bis 3 verbindliche Grundlage des Unterrichts. Durch Erlass wird ein weiteres Themenfeld in zwei dieser drei Kurshalbjahre sowie ein Themenfeld im Kurshalbjahr Q4 verbindlich festgelegt, insgesamt neun verbindliche Themenfelder für die schriftlichen Abiturprüfungen. Im Hinblick darauf können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb dieser Themenfelder ausgewiesen werden. Die „zum Beispiel“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – in Q1-3 in der Regel 12 Unterrichtswochen und in der Q4 in der Regel 4 Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder zu bearbeiten.

Bedeutung der fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Leistungskurse

Die fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Leistungskurse führen einerseits in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen ein. Sie machen dabei wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen bewusst und erfahrbare. Andererseits richten sie sich auf Inhalte, Modelle, Theorien und Arbeitsweisen, so dass die Komplexität und die Differenziertheit der Fachrichtung beziehungsweise des Schwerpunkts deutlich werden. Der Unterricht ist auf eine Beherrschung der Arbeits- und Fachmethoden, deren selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion sowie auf ein exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Arbeiten ausgerichtet.

Bedeutung der fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Grundkurse

Bei den fachrichtungs- beziehungsweise schwerpunktbezogenen Grundkursen können zwei grundlegende Typen unterschieden werden.

Die einen – wie im vorliegenden Schwerpunkt das Fach Umweltökonomie – erweitern das berufsbezogene Kompetenzprofil, indem sie eigenständige, für die berufliche Fachrichtung beziehungsweise den beruflichen Schwerpunkt bedeutsame Fächer abbilden.

Die anderen verstärken und vertiefen das berufsbezogene Kompetenzprofil des Leistungskurses, indem neben der Wissenschaftspropädeutik Anwendungsbezug und Praxisorientierung betont werden.

Übersicht über die Themen der Kurshalbjahre und die Themenfelder
Einführungsphase (E1/E2)

Umwelttechnik		Technische Kommunikation und Mikrobiologie		Umweltökonomie	
E1	Ökosysteme	Grundlagen der Technischen Kommunikation und der Mikrobiologie (Einheit E1 und E2)		Grundlagen der Umweltökonomie (Einheit E1 und E2)	
	E1.1 Aufbau von Ökosystemen, Einfluss von Umweltfaktoren	E1	Grundlagen technischer Prozesse	E1	Überblick über die umweltökonomischen Problemzusammenhänge
	E1.2 Stoffkreisläufe und Energiefluss	E2	Grafische Darstellung von Prozessen	E2	Ökonomische Grundtatbestände
	E1.3 Natürliche und anthropogene Einflüsse	E3	Cytologie	E3	BIP und Grenzen des Wachstums
	E1.4 Schadensbilder und Schadensvermeidung	E4	Milieufaktoren und Wachstum von Mikroorganismen	E4	Wechsel zum Nachhaltigkeitsparadigma
	E1.5 Klima und Wetter	E5	Hygiene	E5	Grundlagen des Rechts
	verbindlich: Themenfelder E1.1–E1.3	verbindlich: Themenfelder E1–E5 (Einheit E1 und E2)		verbindlich: Themenfelder E1–E6 (Einheit E1 und E2)	

Umwelttechnik		Technische Kommunikation und Mikrobiologie		Umweltökonomie	
E2	Umweltanalytik	Grundlagen der Technischen Kommunikation und der Mikrobiologie (Einheit E1 und E2)		Grundlagen der Umweltökonomie (Einheit E1 und E2)	
	E2.1 Donator-Akzeptor-Konzept	E6	Toxikologie	E6	Grundlagen der Tabellenkalkulation
	E2.2 Chemisches Rechnen	E7	Technische Anwendung	E7	Umweltethik
	E2.3 Beschreiben und analysieren von stofflichen Systemen	E8	Grundlagen der elektronischen Textverarbeitung und Präsentationstechnik	E8	Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts
	E2.4 Feld- und Laboranalysen und deren Dokumentation			E9	Geschichte der Umweltpolitik
	E2.5 Katalytische Prozesse			E10	Ausgewählte Themen zur Nachhaltigkeit
	verbindlich: Themenfelder E2.1–E2.3	verbindlich: Themenfelder E1–E5 (Einheit E1 und E2)		verbindlich: Themenfelder E1–E6 (Einheit E1 und E2)	

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Umweltökonomie

Qualifikationsphase (Q1/Q2)

	Umwelttechnik (LK)	Umwelttechnik (eGK)	Umweltökonomie (GK)
Q1	Energietechnik	Einführung in die Steuerungs- und Automatisierungstechnik	Umweltökonomische Fertigungswirtschaft
	Q1.1 Grundlagen zum Energiebegriff	Q1.1 Speicherprogrammierbare Steuerung 1 (SPS1)	Q1.1 Umweltorientierte Produktion
	Q1.2 Konventionelle Verfahren zur Energieversorgung	Q1.2 Messgrößenerfassung	Q1.2 Grundlagen der betrieblichen Kostenrechnung
	Q1.3 Regenerative Verfahren zur Energieversorgung	Q1.3 Steuern und Regeln	Q1.3 Energieinfrastruktur
	Q1.4 Zukunftstechnologien unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen	Q1.4 Speicherprogrammierbare Steuerung 2 (SPS2)	Q1.4 Energiemanagement im Unternehmen
	Q1.5 Umweltfaktor Energietechnik	Q1.5 Projektierung einer Steuerung/Regelung	Q1.5 Umweltkostenrechnung
	verbindlich: Themenfelder Q1.1–Q1.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q1.4–Q1.5, durch Erlass festgelegt;.	verbindlich: Themenfelder Q1.1–Q1.3	verbindlich: Themenfelder Q1.1 und Q1.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q1.3–Q1.5, durch Erlass festgelegt

Umwelttechnik (LK)		Umweltökonomie (GK)
Q2	Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung	Umweltökonomische Informations- und Entscheidungsprozesse
	Q2.1 Wasserquantität und Wasserqualität	Q2.1 Umweltmanagement- und Umweltinformationssysteme
	Q2.2 Trinkwassergewinnung und Trinkwasseraufbereitung	Q2.2 Betriebliche und umweltorientierte Investitionsrechnung
	Q2.3 Abwasserbehandlung	Q2.3 Ökobilanz am Beispiel Wasser
	Q2.4 Versorgungs- und Entsorgungsnetze	Q2.4 Privatisierung von Wasser
	Q2.5 Boden und Trinkwasserqualität	Q2.5 Wasserhaushaltsrecht
	verbindlich: Themenfelder Q2.1–Q2.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q2.4–Q2.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q2.1 und Q2.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q2.3–Q2.5, durch Erlass festgelegt

Qualifikationsphase (Q3/Q4)

Umwelttechnik (LK)		Umweltökonomie (GK)
Q3	Luftreinhaltung	Volkswirtschaftliche Umweltökonomie
	Q3.1 Zustandsbeschreibungen	Q3.1 Ursachen von Marktversagen
	Q3.2 Luftschadstoffe	Q3.2 Umweltpolitik und staatliche Verhaltenssteuerung
	Q3.3 Verfahren zur Emissionsminderung	Q3.3 Internationale Klimaabkommen
	Q3.4 Abgasreduktion im Alltag	Q3.4 Ausgleichsmechanismen in der Luftreinhaltung
	Q3.5 Rückstände und Problemstoffe	Q3.5 Ökonomische versus ökologische Interessen der Luftreinhaltung
	verbindlich: Themenfelder Q3.1–Q3.3 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q3.4–Q3.5, durch Erlass festgelegt	verbindlich: Themenfelder Q3.1 und Q3.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q3.3–Q3.5, durch Erlass festgelegt

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Umweltökonomie

Umwelttechnik (LK)		Umweltökonomie (GK)
Q4	Abfall und Recycling	Das Prinzip Verantwortung in der Umweltökonomie
	Q4.1 Prozesskette vom Rohstoff zum (End-) Produkt	Q4.1 Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft
	Q4.2 Probleme durch Abfälle	Q4.2 Alternative Wirtschaftsmodelle
	Q4.3 Abfallvermeidung, Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertung	Q4.3 Umweltmarketing
	Q4.4 Beseitigung	
	Q4.5 Globale Betrachtung der Abfallproblematik	
	verbindlich: ein Themenfeld aus Q4.1–Q4.5 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfelds können Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.	verbindlich: ein Themenfeld aus Q4.1–Q4.3 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfelds können Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.

E: Grundlagen der Umweltökonomie

Die Themenfelder E.1 und E.2 geben einen Überblick über umweltökonomische Zusammenhänge und betriebswirtschaftliche Grundtatbestände. Begrifflichkeiten, Konzepte, Modelle sowie Prinzipien werden erarbeitet und erste Zusammenhänge verdeutlicht. Das Themenfeld E.3 unterliegt einem volkswirtschaftlichen Fokus, der einen wesentlichen Aspekt in der Umweltökonomie darstellt und daher in den Themenfeldern der Qualifikationsphase, hier explizit in Q.3, regelmäßig aufgegriffen wird. Die gesamtwirtschaftlichen Zusammenhänge werden erarbeitet und in der Frage nach den Grenzen des Wachstums konkretisiert. Nachhaltigkeit als Schlagwort im Rahmen von Konzepten, die gegen die weitere Zerstörung der Umwelt gerichtet sind, kommt eine hohe Bedeutung in der Umweltökonomie zu und wird im Themenfeld E.4 thematisiert. Themenfeld E.5 legt die Grundlagen des Rechts und des Umweltrechts. Im Zentrum von Themenfeld E.6 stehen grundlegende Funktionen der Tabellenkalkulation und deren Übertragen auf umweltökonomische Bereiche durch das Erstellen, Erfassen, Verwalten und Auswerten von Informationen und Daten mithilfe standardisierter Anwendersoftware. Die Themenfelder E.7 bis E.9 legen den Fokus auf ethische Gesichtspunkte und stellen die Geschichte der Umweltpolitik sowie die Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts dar. In Themenfeld E.10 wird das Thema Nachhaltigkeit vertieft.

In der Einführungsphase erhalten die Lernenden Einblick in betriebs- und volkswirtschaftliche Zusammenhänge und in Notwendigkeiten von Entscheidungen. Sie erfahren, dass umweltökonomisches Handeln nicht nur bedeutet, Gewinne zu generieren, sondern ökonomische, soziale und ökologische Aspekte möglichst in Einklang zu bringen. Die Lernenden erkennen, dass zur Umsetzung von Entscheidungen, rechtliche Rahmenbedingungen eingehalten werden müssen.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Unternehmersches Handeln (L1), Nachhaltigkeit (L2), Rechtsrahmen (L3), Politisches Handeln (L4) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich:

Themenfelder E1–E6 (E1 und E2 als Einheit)

Inhalte und erläuternde Hinweise**E1 Überblick über die umweltökonomischen Problemzusammenhänge**

- Umweltbegriff im engeren und weiteren Sinne
- betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Umweltökonomie
- umweltökonomische Denkschulen
 - Neoklassische Ökonomie und Ökologische Ökonomie

- Spannungsverhältnis zwischen Ökonomie und Ökologie
- allgemeine und sozioökonomische Ursachen von Umweltproblemen
- Institutionen und Aufgaben der Umweltpolitik

E2 Ökonomische Grundtatbestände

- Bedürfnis, Bedarf, Nachfrage
- Ökonomisches Prinzip
- Produktionsfaktoren
 - volkswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Produktionsfaktoren
 - Faktorkombination
 - Limitationalität, Substitutionalität als Ansatz einer nachhaltigen Produktion
- Produktionsfaktoreneinsatz als Ursache von Umweltproblemen
- Güterarten
 - öffentliche, private, Allmendegüter
 - Knappheit, Bedeutung freier Güter als Aufnahmemedium für Umweltverschmutzungen
 - Konsum-/Produktionsgüter
 - Komplementär-/Substitutionsgüter
- Kostenarten
 - fixe und variable Kosten

E3 BIP und Grenzen des Wachstums

- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
 - nominales und reales Bruttoinlandsprodukt (BIP)
 - Entstehungsrechnung
 - Kritik am BIP als Wohlstandsindikator
 - alternative Wohlstandsindikatoren
- Konjunktur und Wachstum
- Grenzen des Wachstums
 - Schlussfolgerungen unterschiedlicher Denkschulen: Technikstrategie (Entkoppelung von Wachstum und Wohlstand), Steady-State-Economy (Gleichgewichtsökonomie)
- „Magisches Sechseck“

E4 Wechsel zum Nachhaltigkeitsparadigma

- Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung
- Meilensteine der Nachhaltigkeit
- magisches Dreieck der Nachhaltigkeit
 - mehrdimensionale Betrachtungsweise und Gleichstellung der Dimensionen
- Managementregeln nach HERMAN DALY
- Nachhaltigkeit im Unternehmensleitbild verankern

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Umweltökonomie

- Umweltschutz als Unternehmensziel
 - Arten von Zielen, Zielhierarchien und Beziehungen
- Verbraucherschutz durch nachhaltige Produkte

E5 Grundlagen des Rechts

- Struktur und Begriffsbestimmung der rechtlichen Normenhierarchie
 - Umweltvölkerrecht, EU-Recht, Verfassungsrecht
 - Gesetze, Rechtsverordnungen, Satzungen, Verwaltungsvorschriften
 - Gesetzgebungs- und Verwaltungskompetenzen: Bund, Länder, Gemeinden
- Grundlagen des Umweltrechts
- Gesetzestexte am Beispiel des Gesetzes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (KrWG)
 - Aufbau und Ziel des Gesetzes
 - Begriff und Hierarchie des Abfalls
 - Begriff und Bedeutung der Kreislaufwirtschaft

E6 Grundlagen der Tabellenkalkulation

- sinnvoller Strukturaufbau, Formatierung, Datenformate, grafisches Darstellen von Daten, Formeln und Funktionen (u. a. Summe, Mittelwert, WENN-Funktion, Verweisfunktion)

E7 Umweltethik

- Definition und Teilgebiete der Umweltethik
- Stellenwert der (Umwelt-)Ethik in der heutigen Zeit
- Umweltethik im Kontext der Unternehmensethik
- regionale und globale Ethikfragen

E8 Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts

- Herausforderungen
- Umweltinnovationen
- Fallstudien

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Umweltökonomie

E9 Geschichte der Umweltpolitik

- Situation der 1970/80er Jahre
- Paradigmenwechsel

E10 Ausgewählte Themen zur Nachhaltigkeit

- individuelle Auseinandersetzung im Hinblick auf intra- und intergenerative Gerechtigkeit

Q1: Umweltökonomische Fertigungswirtschaft (GK)

Themenfeld Q1.1 beleuchtet die umweltorientierte Produktion in ihren unterschiedlichsten Facetten. Themenfeld Q1.2 bildet die Grundlagen der Kostenrechnung ab. Vertieft und ergänzt werden diese Inhalte am Beispiel Energie in den Themenfeldern Q1.3 bis Q1.5. Themenfeld Q1.3 vermittelt Basiskenntnisse der Energieinfrastruktur. Themenfeld Q1.4 setzt den Schwerpunkt auf die Steigerung der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens und bildet so ein nicht zu vernachlässigendes Werkzeug unternehmerischen Handelns. Es müssen zum Beispiel Entscheidungen über die Beschaffung von Energie getroffen werden. Themenfeld Q1.5 vermittelt exemplarisch einen Einblick über unterschiedliche Instrumente der Umweltkostenrechnung.

Die Lernenden verstehen, dass in einer industriell geprägten Wirtschaft wie Deutschland die Analyse der Fertigungswirtschaft ein nicht zu unterschätzender Faktor ist, der Kosten einsparen kann. Besonders die Punkte Recycling, Wieder- und Weiterverwendung sowie Abfallvermeidung stellen einen Lebensweltbezug der Lernenden dar und bieten Anknüpfungspunkte zu anderen Halbjahren und Themenfeldern (zum Beispiel Q4). Die Lernenden erkennen, dass Umweltorientierung in allen Phasen unternehmerischen Handelns implementiert sein muss.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Unternehmerisches Handeln (L1), Nachhaltigkeit (L2), Rechtsrahmen (L3) sowie Politisches Handeln (L4).

verbindlich:

Themenfelder 1 und 2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q1.3–Q3.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q1.1 Umweltorientierte Produktion**

- Wertschöpfungsketten
- Supply-Chain-Management
 - Maßnahmen entlang des Produktlebenszyklus
- Recycling
 - Wieder- und Weiterverwendung, Wieder- und Weiterverwertung, Up- und Downcycling
- Abfallvermeidung und Wertstoffkreisläufe in Produktion, Konsum und Entsorgung
- Cradle-to-Grave und Cradle-to-Cradle

Q1.2 Grundlagen der betrieblichen Kostenrechnung

- betriebswirtschaftliche Rechnungen und Funktionen
 - Gesamt- und Stückkosten, Erlös-, Kosten- und Gewinnfunktion, Fixkostendegression
- Anwendungsgebiete der Teilkostenrechnung
 - Break-Even-Point, kurz- und langfristige Preisuntergrenzen, Deckungsbeiträge und Betriebsergebnis, Gesetz der Massenproduktion
 - Aufgaben der Kostenrechnung im betrieblichen Umweltschutz, Umweltschutzkosten, externe Umweltkosten

Q1.3 Energieinfrastruktur

- Arten der Energieerzeugung
 - Überblick fossile Energien, Kernenergie und erneuerbare Energien, Energie-Mix
- Energiewende und rechtliche Grundlagen
 - Definition, Ziele, Gründe
 - Ziele und Rahmenbedingungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)
- Versorgungssicherheit
 - Grundlast und Volllast, Gefahren von Stromausfällen, Netzausbau

Q1.4 Energiemanagement im Unternehmen

- Energiemanagement
 - Energiemanagementsystem (EnMS) nach ISO, Einführung und Zertifizierung
- Energiebeschaffung
 - Liberalisierung der Strom- und Gasmärkte, Optimierung der Beschaffung, Kosten, Versorgungsrisiko und Reputation
 - Handel mit Energie an der Strombörse
 - Funktionsweise der Strombörse EEX (European Energy Exchange), Risiken für Abnehmer und Erzeuger

Q1.5 Umweltkostenrechnung

- Material- und Energieflusskostenrechnung
 - Grundidee, Nutzen
 - Lebenszykluskostenrechnung
 - Nutzwertanalyse

Q2: Umweltökonomische Informations- und Entscheidungsprozesse (GK)

In Themenfeld Q2.1 werden Umweltmanagement- und Umweltinformationssysteme dargestellt. Umweltinformationssysteme gewinnen immer mehr an Bedeutung. Sie helfen dem Unternehmen, seine Umweltleistungskosten zu optimieren und Ansätze für Umweltmaßnahmen zu identifizieren. Sie dienen aber auch dazu, Behörden Rechenschaft abzulegen und Kontrollen zu ermöglichen. In Betrieben sind Entscheidungen aufgrund verschiedener Variablen zu treffen. Exemplarisch wird dies an Investitionsentscheidungen im Themenfeld Q2.2 verdeutlicht. Dabei bieten sich dynamische Verfahren an, zukünftige Umweltwirkungen mit in die Berechnungen einfließen zu lassen. Vertieft und ergänzt werden diese Inhalte am Beispiel Wasser in den Themenfeldern Q2.3 bis Q2.5.

In der Auseinandersetzung der Lernenden mit Umweltmanagement- und Umweltinformationssysteme wird das Bewusstsein für die Bedeutung von Informationen für fundierte Entscheidungsprozesse geschärft. Die Lernenden sind in der Lage, mit betriebswirtschaftlichen Instrumenten Entscheidungen herbeizuführen. Die Bedeutung der Preisbildung von Wasser bietet den Lernenden Ansatzpunkte, neben der ökonomischen Perspektive auch eine ethische Sichtweise einzunehmen. Die Notwendigkeit politischen Handelns zur Befriedigung verschiedener Interessengruppen wird ihnen deutlich.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Unternehmersches Handeln (L1), Rechtsrahmen (L3) sowie Politisches Handeln (L4).

verbindlich:

Themenfelder Q2.1 und Q2.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q2.3-Q2.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q2.1 Umweltmanagement- und Umweltinformationssysteme**

- Umweltmanagementsysteme
 - Aufbau, Ziel, Zweck und Anwendungsbereiche von EMAS und DIN ISO 14xxx
- Ökobilanz
 - Bestandteile und Arten einer Ökobilanz nach DIN ISO 14xxx
- Umweltkennzahlen
 - Umweltleistungskennzahlen, Umweltmanagementkennzahlen, Umweltzustandskennzahlen

Q2.2 Betriebliche und umweltorientierte Investitionsrechnung

- statische und dynamische Verfahren
 - Kosten- und Gewinnvergleichsrechnung
 - Amortisationsrechnung und Kapitalwertmethode
- Monetarisierung und Diskontierung zukünftiger Umweltschäden

Q2.3 Ökobilanz am Beispiel Wasser

- Virtuelles Wasser
- wasserwirtschaftliche Kennzahlen
 - Wassereffizienz, Gesamt- und spezifischer Wassereinsatz, Wasser und Abwasseranteile, Wasserintensität
- Wasserqualitäten und -arten
- Wasser-Fußabdruck
 - interner und externer Wasser-Fußabdruck
 - Kennzeichnungspflicht zur Beeinflussung des Konsumverhaltens

Q2.4 Privatisierung von Wasser

- Monopol der staatlichen Wasserversorgung
 - System der Leitungswasserversorgung in Deutschland, Vergleich zu einer privaten Wasserversorgung (Public Private Partnership)
- Markt- und Preisgestaltung
 - Preisbildung am vollkommenen Markt, bei staatlichen (Gebühren) und privaten Monopolen (gewinnmaximierende Preise)
 - ethisch-gesellschaftliche Relevanz der Privatisierung von Wasserressourcen
- ökologisch verträgliche Konsumgestaltung
 - Konzeptentwicklung für verantwortungsvollen Umgang mit Wasser in privaten Haushalten

Q2.5 Wasserhaushaltsrecht

- Bewirtschaftung von Gewässern
 - Gewässer als Produktionsfaktor konkurrierender Interessensgruppen
- öffentlich-rechtliche Benutzung von Gewässern und Grundwasser
 - Verpflichtung zur Gewässerunterhaltung nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
 - Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und unberechtigter Nutzung
 - Chancen und Gefahren geothermischer Nutzung von Grundwasser

Q3: Volkswirtschaftliche Umweltökonomie (GK)

Marktwirtschaft, Staat und Umweltschutz – drei Begriffe, die in der heutigen Zeit nicht mehr unabhängig voneinander betrachtet werden können – werden in den Themenfeldern Q3.1 bis Q3.5 abgebildet. Der Klimawandel wird exemplarisch als Folge von Marktversagen in Themenfeld Q3.1 dargestellt. Die Internalisierung von externen Effekten ist ein zentraler Ansatz diesem zu begegnen. Die Themenfelder Q3.2 und Q3.3 verdeutlichen das Zusammenwirken verschiedener Nationen im Rahmen einer gemeinsamen Umweltpolitik. Ausgleichsmechanismen in der Luftreinhaltung sowie rechtliche Aspekte sind Bestandteil der Themenfelder Q3.4 und Q3.5.

Den Lernenden wird bewusst, dass rechtliche Rahmenbedingungen notwendig sind, um Veränderungen im Verhalten herbeizuführen. Dadurch leiten sie ab, dass sowohl deutschland- als auch EU-weit rechtliche Rahmenbedingungen vorgegeben werden müssen. Marktversagen aufgrund öffentlicher Güter oder externer Effekte legitimiert staatliches Handeln. Die Lernenden verstehen, dass das Verhalten der Unternehmen und Haushalte gesteuert wird. Dabei erkennen sie, dass dem Staat neben Ver- und Geboten auch andere, marktkonforme Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Anhand internationaler Abkommen erkennen sie das Dilemma zwischen individuellem Verhalten und gesellschaftlicher Notwendigkeit.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Unternehmerische Nachhaltigkeit (L2), Rechtsrahmen (L3) sowie Politisches Handeln (L4).

verbindlich:

Themenfelder Q3.1 und Q3.2 sowie gegebenenfalls ein weiteres Themenfeld aus den Themenfeldern Q3.3–Q3.5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q3.1 Ursachen von Marktversagen**

- Markt und Preisbildung
- Theorie des Marktversagens bei öffentlichen Gütern
- externe Effekte
- Internalisierungsansatz nach PIGOU
- Preis-Standard-Ansatz nach BAUMOL und OATES

Q3.2 Umweltpolitik und staatliche Verhaltenssteuerung

- Ziele der EU-Umweltpolitik
 - Europäischer Vertrag und Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
- Prinzipien der Umweltpolitik
- Instrumente der Umweltpolitik
 - ordnungspolitische, marktwirtschaftliche und weiche Instrumente
- Kriterien zur Beurteilung staatlicher Instrumente
 - ökologische Treffsicherheit, ökonomische Effizienz, dynamische Anreizwirkung, politische Durchsetzbarkeit

Q3.3 Internationale Klimaabkommen

- Klimakonferenzen
 - Historie der letzten Jahre und zukünftige Ausrichtung, Position Deutschlands, Ziele und nationale Umsetzung
- Gefangenendilemma
 - Dilemma zwischen individuellem Verhalten und gesellschaftlicher Notwendigkeit, Bedeutung für internationale Klimaabkommen

Q3.4 Ausgleichsmechanismen in der Luftreinhaltung

- COASE-Theorem
- internationale Kompensationslösungen
 - Joint-Implementation, Clean Development Mechanism, CO₂-Einsparung mithilfe der Szenariotechnik

Q3.5 Ökonomische versus ökologische Interessen der Luftreinhaltung

- Betrieb von technischen Anlagen
 - Sanktionsmöglichkeiten des Staates bei Grenzwertüberschreitung, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) und Bundes-Immissionsschutzgesetz (BIm-SchG), Rechtsgrundlage im Kontext zu den EU-Umweltzielen
- Problemlösungskonzepte

Q4: Das Prinzip Verantwortung in der Umweltökonomie (GK)

Für Unternehmen spielt die Verantwortung für eine intakte Umwelt in ihrem wirtschaftlichen Denken und Handeln oft eine untergeordnete Rolle. Die Gesellschaft fordert aber zunehmend von den Unternehmen, diese Verantwortung zu übernehmen. Mit dem Prinzip Verantwortung ist der freiwillige Schutz der Umwelt und zukünftiger Generationen zu verstehen. In diesem Kurs werden Ansätze aufgegriffen, die diese Verantwortung umsetzen.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz bildet die Basis, Abfälle als wertvolle Rohstoffe zu behandeln. Hierfür müssen auch die aktuell vorherrschenden ökonomischen Denkschulen kritisch hinterfragt werden, die auf stetigem Wachstum und steigendem Ressourcenverbrauch beruhen. Diese Verantwortung wird auch den Konsumentinnen und Konsumenten gegenüber zunehmend kommuniziert. Dabei stellt umweltorientiertes Marketing mehr dar als reine Verkaufsförderung. Die einzelnen Elemente des Marketing-Mix sollen den Verantwortungsgedanken aufgreifen und umsetzen.

Bezug zu fachlichen Konzepten

Maßgebliche Leitideen im inhaltlichen Zusammenhang dieses Kurshalbjahres sind Unternehmerisches Handeln (L1), Nachhaltigkeit (L2), Rechtsrahmen (L3) sowie Umwelt und Gesellschaft (L5).

verbindlich: ein Themenfeld aus Q4.1–Q4.3 durch Erlass festgelegt; innerhalb dieses Themenfelds können Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden. Ein weiteres Themenfeld wird durch die Lehrkraft ausgewählt.

Inhalte und erläuternde Hinweise**Q4.1 Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft**

- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (KrWG)
- kommunale und private Abfallentsorgung (Duales System)
- Alternative Konzepte der Produktbehandlung (insbesondere Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit von Produkten, Unverpacktläden, Rücknahmesysteme im Handel)

Q4.2 Alternative Wirtschaftsmodelle

- Probleme von bestehenden Wirtschaftssystemen (Kritik am Kapitalismus, Grenzen des Wachstums)
- Kritik an der Berechnung von Wohlstandsmessungen und Alternativen
- Nachhaltige Wirtschaftsmodelle (zum Beispiel Postwachstum, Gemeinwohl, Transition-Town, solidarische Modelle, Genossenschaften, Subsistenzwirtschaft)
- Ansätze für das persönliche Handeln

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Umwelttechnik

Fach: Umweltökonomie

Q4.3 Umweltmarketing

- Kommunikationspolitik
 - transparente Produktinformation versus Greenwashing
- Preis- und Konditionenpolitik
 - Nutzung statt Eigentum
- umweltorientierte Produkt und Sortimentspolitik
- Distributions- und Redistributionspolitik

HESSEN



**Hessisches Ministerium
für Kultus, Bildung und Chancen**
Luisenplatz 10
60185 Wiesbaden
<https://kultus.hessen.de>