**Freistaat Sachsen
Sächsisches Staatsministerium für Kultus**

**Lehrplan für die
Berufsfachschule**

Chemisch-technischer Assistent

**Schwerpunkt Biotechnologie
Schwerpunkt Chemische Analytik
Schwerpunkt Umweltschutztechnik**

Berufsbezogener Bereich

**Klassenstufen
1 und 2**

August 2008

Der Lehrplan ist ab 1. August 2008 freigegeben.

I m p r e s s u m

Der Ausbildungsberuf Chemisch-technischer Assistent/Chemisch-technische Assistentin ist ein landesrechtlich geregelter Beruf.

Die Ausbildungszeit beträgt zwei Jahre.

Der Lehrplan wurde am

Sächsischen Bildungsinstitut
Dresdner Straße 78 c
01445 Radebeul

www.sachsen-macht-schule.de/sbi/

unter Mitwirkung von

Dr. Ines Albrecht (Leiterin)	Dippoldiswalde
Jana Böhm	Pirna
Dr. Uwe Flader	Reichenbach
Kathleen Hofmann (Beraterin)	Dresden
Elke Knauer (Beraterin)	Chemnitz
Mandy Pastohr (Beraterin)	Dresden
Frank Schöttner	Freiberg

erarbeitet.

HERAUSGEBER

Sächsisches Staatsministerium für Kultus
Carolaplatz 1
01445 Radebeul

www.sachsen-macht-schule.de/smk/

VERTRIEB

www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorbemerkungen	4
Kurzcharakteristik des Bildungsganges	5
Stundentafeln	10
Schwerpunkt Biotechnologie	10
Schwerpunkt Chemische Analytik	12
Schwerpunkt Umweltschutztechnik	13
Aufbau und Verbindlichkeit des Lehrplanes	14
Klassenstufe 1	15
Klassenstufe 2 - Schwerpunkt Biotechnologie	32
Klassenstufe 2 - Schwerpunkt Chemische Analytik	45
Klassenstufe 2 - Schwerpunkt Umweltschutztechnik	54
Anhang	69
Empfehlungen zur Gestaltung des Betriebspraktikums	69
Beschreibung des Anforderungsniveaus zur Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen	72
Hinweise zur Umsetzung des Lehrplanes	73

Vorbemerkungen

Die Verfassung des Freistaates Sachsen fordert in Artikel 101 für das gesamte Bildungswesen:

„(1) Die Jugend ist zur Ehrfurcht vor allem Lebendigen, zur Nächstenliebe, zum Frieden und zur Erhaltung der Umwelt, zur Heimatliebe, zu sittlichem und politischem Verantwortungsbewusstsein, zu Gerechtigkeit und zur Achtung vor der Überzeugung des anderen, zu beruflichem Können, zu sozialem Handeln und zu freiheitlicher demokratischer Haltung zu erziehen.“

Das Schulgesetz für den Freistaat Sachsen legt in § 1 fest:

„(1) Der Erziehungs- und Bildungsauftrag der Schule wird bestimmt durch das Recht eines jeden jungen Menschen auf eine seinen Fähigkeiten und Neigungen entsprechende Erziehung und Bildung ohne Rücksicht auf Herkunft oder wirtschaftliche Lage.

(2) Die schulische Bildung soll zur Entfaltung der Persönlichkeit der Schüler in der Gemeinschaft beitragen. ...“

Für die Berufsfachschule gilt § 9 des Schulgesetzes:

„(1) In der Berufsfachschule werden die Schüler in einen oder mehrere Berufe eingeführt oder für einen Beruf ausgebildet. Außerdem wird die allgemeine Bildung gefördert.“

Neben diesen landesspezifischen gesetzlichen Grundlagen sind die in der „Rahmenvereinbarung über die Berufsfachschulen“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28.2.1997) festgeschriebenen Ziele umzusetzen.

Kurzcharakteristik des Bildungsganges

Allgemeine Angaben

Die Ausbildung zum Chemisch-technischen Assistenten/zur Chemisch-technischen Assistentin ist eine vollzeitschulische Berufsausbildung an der Berufsfachschule für Technik. Aufnahmevoraussetzung für diese Ausbildung ist der Realschulabschluss oder ein gleichwertiger Bildungsabschluss. Die Ausbildung dauert zwei Jahre und gliedert sich in eine breit profilierte Grundbildung in Klassenstufe 1 und eine Ausbildung in den Schwerpunkten Biotechnologie, Chemische Analytik und Umweltschutztechnik in der Klassenstufe 2. Die Stundentafel zum Bildungsgang weist einen berufsübergreifenden Bereich und einen berufsbezogenen Bereich aus. Der berufsübergreifende Bereich ist nach Fächern; der berufsbezogene Bereich ist nach Lernfeldern strukturiert.

In die Ausbildung ist ein Betriebspraktikum im Umfang von sechs Wochen pro Klassenstufe integriert. Es dient der Vertiefung und Erweiterung erworbener Kompetenzen unter den Bedingungen der beruflichen Praxis.

Der Einsatz von Chemisch-technischen Assistenten/Chemisch-technischen Assistentinnen erfolgt entsprechend dem Ausbildungsschwerpunkt vorwiegend in Laboratorien, in universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Behörden, aber auch in Produktionsbetrieben und Betrieben bzw. Unternehmen der Wasser- und Abfallwirtschaft, der Energiewirtschaft, des Immissionsschutzes und der Landschaftspflege. Zu ihren Aufgaben gehören das Planen/Vorbereiten, Durchführen, Überwachen und Auswerten von Versuchen/Untersuchungen im spezifischen Einsatzbereich. Hierfür nutzen sie entsprechende Apparaturen und Gerätetechnik, die sie bedienen, warten und in Stand halten.

Die berufliche Tätigkeit des Chemisch-technischen Assistenten/der Chemisch-technischen Assistentin in den Schwerpunkten Biotechnologie, Chemische Analytik und Umweltschutztechnik erfordert insbesondere

- grundlegende Kenntnisse in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie, Mathematik und Physik,
- die Fähigkeit zum logischen und komplexen Denken sowie die Fähigkeit zur Abstraktion,
- die Fähigkeit zur Kommunikation und Kooperation und
- die Aufgeschlossenheit gegenüber Innovationen und die Bereitschaft, sich ständig weiterzubilden.

Der Unterricht im berufsbezogenen Bereich beinhaltet folgende übergreifende Ziele:

- konsequente Orientierung am Arbeitsauftrag
- Befähigung und Bereitschaft zur selbstständigen oder teambegleiteten Lösung aufgabenbezogener Problemstellungen
- selbstständige und methodengeleitete Planung, Durchführung und Bewertung relevanter Arbeitsabläufe
- Nutzen moderner Informations- und Kommunikationssysteme
- situationsgerechtes Anwenden der englischen Sprache
- verantwortungsbewusste Einhaltung von Vorschriften der Arbeitssicherheit und Unfallverhütung sowie Erkennen von Unfallgefahren

- sachgerechter Umgang mit Chemikalien und biologischen Materialien (Aufbewahrung und Entsorgung)
- Einhaltung der Umweltschutzvorschriften und Erkennen berufstypischer Umweltbelastungen
- Anwenden der Methoden des Qualitätsmanagements
- Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz, Pünktlichkeit, korrektes Verhalten

Schwerpunkte in Klassenstufe 2

Schwerpunkt Biotechnologie

Typische berufliche Handlungsabläufe des Chemisch-technischen Assistenten/der Chemisch-technischen Assistentin, Schwerpunkt Biotechnologie sind:

- Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von Untersuchungen mit gentechnischer und bioverfahrenstechnischer Aufgabenstellung
- Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von chemischen, biochemischen, mikrobiologischen und physikalisch-chemischen Untersuchungen und Versuchsreihen zur Analytik, Produkt- und Verfahrensentwicklung
- Durchführen von Maßnahmen zur Fehlersuche für die Gewährleistung eines störungsfreien Untersuchungsablaufes
- Warten und Pflegen von technischen Versuchs-, Untersuchungs- und Prozessapparaturen
- Mitarbeiten an Entwicklung, Aufbau und Test von Versuchsanordnungen
- Kultivieren und Untersuchen von biotechnologisch genutzten Kulturen
- Planen, Durchführen und Kontrollieren von biotechnologischen Produktionsprozessen einschließlich der Durchführung von Qualitätskontrollen
- Dokumentieren und Durchführen von Maßnahmen zur Qualitätssicherung
- Nutzen von Informations- und Kommunikationssystemen zur Beschaffung von Informationen, zur Bearbeitung von Aufträgen sowie zur Erfassung, Bearbeitung, Auswertung und Dokumentation der Daten von Untersuchungen und Testreihen einschließlich der Präsentation von Ergebnissen
- Nutzen von deutsch- und englischsprachigen Beschreibungen, Betriebsanleitungen und anderen berufstypischen Informationen
- Arbeiten im Team und Abstimmen der Tätigkeiten mit vor- und nachgelagerten Bereichen

Das Bestehen der Abschlussprüfung berechtigt zum Führen der Berufsbezeichnung „Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent/Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin, Schwerpunkt Biotechnologie“.

Schwerpunkt Chemische Analytik

Typische berufliche Handlungsabläufe des Chemisch-technischen Assistenten/der Chemisch-technischen Assistentin, Schwerpunkt Chemische Analytik sind:

- Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von Untersuchungen mit chemisch-analytischer, umweltanalytischer, lebensmittelanalytischer und bioverfahrenstechnischer Aufgabenstellung
- Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von chemischen, biochemischen, physikalisch-chemischen und ökologischen Untersuchungen und Versuchsreihen zur Analytik, Produkt- und Verfahrensentwicklung

- Planen, Durchführen und Kontrollieren von Maßnahmen zur Fehlersuche und Störungsbeseitigung bei der Durchführung von Untersuchungen
- Warten und Pflegen von technischen Versuchs-, Untersuchungs- und Prozessapparaturen
- Mitarbeiten an Entwicklung, Aufbau und Test von Versuchsanordnungen
- Herstellen von Präparaten
- Planen, Durchführen und Kontrollieren von Produktionsprozessen einschließlich der Durchführung von Qualitätskontrollen
- Dokumentieren und Durchführen von Maßnahmen zur Qualitätssicherung
- Nutzen von Informations- und Kommunikationssystemen zur Beschaffung von Informationen, zur Bearbeitung von Aufträgen sowie zur Erfassung, Bearbeitung, Auswertung und Dokumentation der Daten von Untersuchungen und Testreihen einschließlich der Präsentation von Ergebnissen
- Nutzen von deutsch- und englischsprachigen Beschreibungen, Betriebsanleitungen und anderen berufstypischen Informationen
- Arbeiten im Team und Abstimmen der Tätigkeiten mit vor- und nachgelagerten Bereichen

Das Bestehen der Abschlussprüfung berechtigt zum Führen der Berufsbezeichnung „Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent/Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin, Schwerpunkt Chemische Analytik“.

Schwerpunkt Umweltschutztechnik

Typische berufliche Handlungsabläufe des Chemisch-technischen Assistenten/der Chemisch-technischen Assistentin, Schwerpunkt Umweltschutztechnik sind:

- Planen, Durchführen und Auswerten chemischer, chemisch-physikalischer, ökologischer und biochemischer sowie mikrobiologischer Untersuchungen im Labor und Freiland
- Bedienen, Überwachen und Warten von Geräten, Anlagen und Messstationen
- Planen, Durchführen und Auswerten von Emissions- und Immissionsmessungen in den Bereichen Luftreinhalte- und Lärmschutz
- Messen radioaktiver Aktivitäten und Kontrolle beim Umgang mit radioaktiven Stoffen
- Klassifizieren von Abfällen nach Entstehung und Zusammensetzung
- Zuarbeiten im Rahmen des betrieblichen Umweltmanagements
- Dokumentieren und Durchführen von Maßnahmen zur Qualitätssicherung
- Nutzen von Informations- und Kommunikationssystemen zur Beschaffung von Informationen, zur Bearbeitung von Aufträgen sowie zur Erfassung, Bearbeitung, Auswertung und Dokumentation der Daten von Untersuchungen und Testreihen einschließlich der Präsentation von Ergebnissen
- Nutzen von deutsch- und englischsprachigen Beschreibungen, Betriebsanleitungen und anderen berufstypischen Informationen
- Arbeiten im Team und Abstimmen der Tätigkeiten mit vor- und nachgelagerten Bereichen

Das Bestehen der Abschlussprüfung berechtigt zum Führen der Berufsbezeichnung „Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent/Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin, Schwerpunkt Umweltschutztechnik“.

Weiterführende Hinweise

Die Ausgestaltung und Umsetzung der Lernfelder ist in den Schulen vor Ort zu leisten. Die Lernfelder sind für den Unterricht durch Lernsituationen, die exemplarisch für berufliche Handlungssituationen zu untersetzen. Lernsituationen konkretisieren die Vorgaben des Lernfeldes und werden mittels didaktischer Analyse aus diesen abgeleitet.

Den Ausgangspunkt des Unterrichts und des Lernens der Schülerinnen und Schüler bilden berufliche Handlungen. Diese Handlungen sollen im Unterricht als Lernhandlungen

- gedanklich nachvollzogen oder selbst ausgeführt werden,
- selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden,
- ein ganzheitliches Erfassen der beruflichen Wirklichkeit fördern und technische, sicherheitstechnische, ökonomische, ökologische und rechtliche Aspekte integrieren,
- die berufspraktischen Erfahrungen (Betriebspraktika) der Schülerinnen und Schüler nutzen sowie
- soziale Prozesse, z. B. der Interessenklärung oder der Konfliktbewältigung, berücksichtigen.

Im berufsbezogenen Unterricht werden theoretische Inhalte im Anwendungszusammenhang mit beruflichen Handlungen vermittelt. Dazu sollen im Unterricht unter anderem anwendungsorientierte Aufgabenstellungen, Fallbeispiele und beispielhafte Umsetzungen beruflicher Handlungsabläufe bearbeitet werden. Besonderes Anliegen ist die Entwicklung von Fertigkeiten entsprechend der Einsatzgebiete und der typischen beruflichen Handlungsabläufe der Chemisch-technischen Assistenten/der Chemisch-technischen Assistentinnen.

Ziele und Inhalte sollen durch geeignete Übungen und komplexe Arbeiten, wie Projekte, möglichst realitätsnah realisiert werden, um die ganzheitliche berufliche Handlung abzubilden und das berufliche Handeln zu entwickeln.

Die Präzisierung der Inhalte und die Auswahl der Themen für den Unterricht müssen dem Entwicklungsstand von Wirtschaft, Wissenschaft und Technik entsprechen.

Des Weiteren ist eine kontinuierliche Abstimmung zwischen den beteiligten Lehrkräften des berufsübergreifenden und berufsbezogenen Bereichs sowie der in einem Lernfeld unterrichtenden Lehrkräfte notwendig.

Die Befähigung der Schülerinnen und Schüler, Lern- und Arbeitstechniken für die Lösung von Aufgaben sachgerecht und aufgabenbezogen zu nutzen, ist durchgängiges Unterrichtsprinzip. Damit sollen sie in die Lage versetzt werden, sich selbstorganisiert und selbstgesteuert Kenntnisse über multimediale, fachtheoretische und allgemeine Bildungsinhalte anzueignen und sich auf ein lebenslanges Lernen vorzubereiten.

Berufsbezogene fremdsprachige Inhalte werden in beiden Klassenstufen im Lernfeld 7 „In englischer Sprache kommunizieren“ vermittelt. In der Klassenstufe 1 sind auch die Ziele und Inhalte des Faches „Englisch“ aus dem berufsübergreifenden Bereich im Lernfeld 7 umzusetzen. Der Unterricht im Lernfeld 7 fokussiert auf eine selbstständige

Sprachverwendung auf der Stufe II des KMK-Fremdsprachenzertifikats¹ [entspricht Niveau B1 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens²]. Dabei werden die vorhandenen Kompetenzen in den Bereichen Rezeption, Produktion, Mediation und Interaktion für berufstypische Situationen erweitert (Beschreibung des Anforderungsniveaus, s. Anhang). Zudem ist eine effektive Verbindung der in ausgewählten Lernfeldern ausgewiesenen Ziele und Inhalte mit dem fremdsprachlichen Lernfeld herzustellen.

Die Teilnahme an den freiwilligen Prüfungen zur Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen in der beruflichen Bildung kann von den Schülerinnen und Schülern in Abstimmung mit dem Fremdsprachenlehrer individuell entschieden werden.

Heterogene Klassensituationen mit differenziertem Lern- und Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler sind zu berücksichtigen. Die selbstständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler als ein Beitrag zur Herausbildung von Handlungskompetenz ist mit dafür geeigneten Unterrichtsmethoden zu fördern. Bis zu 50 % der Unterrichtsstunden des berufsbezogenen Unterrichts in jeder Klassenstufe können für den anwendungsbezogenen gerätegestützten Unterricht genutzt werden, wobei eine Klassenteilung möglich ist. Die konkrete Planung obliegt der Schule. Zur Entwicklung des Verständnisses für technologische Abläufe bei der Umsetzung ausgewählter Aufgaben sind Exkursionen und Unterrichtsgänge unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts.

Nach erfolgreichem Abschluss der Berufsausbildung hat der Chemisch-technische Assistent/die Chemisch-technische Assistentin z. B. folgende Möglichkeiten der Fort- und Weiterbildung:

- Erwerb der Fachhochschulreife mit anschließendem Studium an einer Fachhochschule oder Hochschule, einschließlich der Technischen Universitäten, bei erfolgreicher Aufnahmeprüfung
- nach entsprechender Berufspraxis Ausbildung an einer Fachschule
- nach entsprechender Berufspraxis Qualifikation zum Meister

¹ Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen in der beruflichen Bildung (KMK-Fremdsprachenzertifikat) unter www.sachsen-macht-schule.de/fremdsprachenzertifikat

² Vgl. Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: lernen, lehren, beurteilen (2001). Berlin: Langenscheidt

Studentafeln

Schwerpunkt Biotechnologie

	Gesamtstunden in den Klassenstufen	
	1	2
Pflichtbereich	1258	1258
Berufsübergreifender Bereich	170	170
Deutsch/Kommunikation	34	34
Gemeinschaftskunde	34	34
Wirtschaftskunde	34	34
Katholische Religion oder Evangelische Religion oder Ethik	34	34
Englisch ¹⁾	-	-
Sport	34	34
Berufsbezogener Bereich	1088	1088
1 Eigenschaften und Reaktionen anorganischer Stoffe untersuchen	204	-
2 Stoffgemische herstellen und trennen	204	-
3 Eigenschaften und Reaktionen organischer Stoffe untersuchen	102	-
4 Stoffe nasschemisch analysieren	170	-
5 Stoffe chromatographisch analysieren	85	-
6 Qualitätssicherung umsetzen	85	-
7 In englischer Sprache kommunizieren	68	68
8 Zellkompartimente und Mikroorganismen untersuchen	170	-
9 Zell- und Gewebekulturen untersuchen und vermehren	-	102
10 Nukleinsäuresequenzen isolieren, identifizieren und modifizieren	-	204
11 Transgene Organismen herstellen	-	204
12 Umweltmedien biologisch behandeln	-	102
13 Mikroorganismen isolieren und kultivieren	-	153
14 Lebensmittel produzieren und kontrollieren	-	136
15 Stoffe biochemisch und immunologisch untersuchen	-	119

¹⁾ Die Ziele und Inhalte des Faches „Englisch“ sind im Lernfeld 7 umzusetzen.

Wahlbereich zur freien Verfügung der Schule	34	34
Betriebspraktikum	240	240

Schwerpunkt Chemische Analytik

	Wochenstunden in den Klassenstufen	
	1	2
Pflichtbereich	1258	1258
Berufsübergreifender Bereich	170	170
Deutsch/Kommunikation	34	34
Gemeinschaftskunde	34	34
Wirtschaftskunde	34	34
Evangelische Religion oder Katholische Religion oder Ethik	34	34
Englisch ¹⁾	-	-
Sport	34	34
Berufsbezogener Bereich	1088	1088
1 Eigenschaften und Reaktionen anorganischer Stoffe untersuchen	204	-
2 Stoffgemische herstellen und trennen	204	-
3 Eigenschaften und Reaktionen organischer Stoffe untersuchen	102	-
4 Stoffe nasschemisch analysieren	170	-
5 Stoffe chromatographisch analysieren	85	-
6 Qualitätssicherung umsetzen	85	-
7 In englischer Sprache kommunizieren	68	68
8 Zellkompartimente und Mikroorganismen untersuchen	170	-
9 Präparate synthetisieren, reinigen und prüfen	-	102
10 Stoffe elektrochemisch untersuchen und analysieren	-	204
11 Werkstoffe untersuchen und Werkstoffeigenschaften bestimmen	-	102
12 Stoffe spektroskopisch analysieren	-	204
13 Stoffe spektroskopisch identifizieren	-	204
14 Umweltmedien untersuchen	-	204
Wahlbereich	34	34
zur freien Verfügung der Schule		
Betriebspraktikum	240	240

¹⁾ Die Ziele und Inhalte des Faches „Englisch“ sind im Lernfeld 7 umzusetzen.

Schwerpunkt Umweltschutztechnik

	Wochenstunden in den Klassenstufen	
	1	2
Pflichtbereich	1258	1258
Berufsübergreifender Bereich	170	170
Deutsch/Kommunikation	34	34
Gemeinschaftskunde	34	34
Wirtschaftskunde	34	34
Evangelische Religion oder Katholische Religion oder Ethik	34	34
Englisch ¹⁾	-	-
Sport	34	34
Berufsbezogener Bereich	1088	1088
1 Eigenschaften und Reaktionen anorganischer Stoffe untersuchen	204	-
2 Stoffgemische herstellen und trennen	204	-
3 Eigenschaften und Reaktionen organischer Stoffe untersuchen	102	-
4 Stoffe nasschemisch analysieren	170	-
5 Stoffe chromatographisch analysieren	85	-
6 Qualitätssicherung umsetzen	85	-
7 In englischer Sprache kommunizieren	68	68
8 Zellkompartimente und Mikroorganismen untersuchen	170	-
9 Wasser untersuchen und aufbereiten	-	170
10 Abwasser untersuchen und behandeln	-	170
11 Luftproben untersuchen und Lärm mindern	-	136
12 Boden untersuchen und ökologisch nutzen	-	204
13 Abfall behandeln, verwerten und beseitigen	-	136
14 Energietechnologien untersuchen	-	85
15 Umwelt biotechnologisch untersuchen und behandeln	-	119
Wahlbereich	34	34
zur freien Verfügung der Schule		
Betriebspraktikum	240	240

¹⁾ Die Ziele und Inhalte des Faches „Englisch“ sind im Lernfeld 7 umzusetzen.

Aufbau und Verbindlichkeit des Lehrplanes

Die Ausbildung ist in Lernfelder gegliedert. Jedes Lernfeld enthält Ziele, Inhalte und didaktisch-methodische Hinweise zum Unterricht.

Die **Ziele** bilden die entscheidende Grundlage für die didaktisch begründete Gestaltung des Lehrens und Lernens an den berufsbildenden Schulen. Sie geben verbindliche Orientierungen über die Qualität der Leistungs- und Verhaltensentwicklung der Schülerinnen und Schüler und sind damit eine wichtige Voraussetzung für die eigenverantwortliche Vorbereitung des Unterrichts durch die Lehrkräfte.

Die aufgeführten Ziele sind auf die Entwicklung von **Handlungskompetenz** gerichtet. Diese wird hier verstanden als die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Humankompetenz und Sozialkompetenz.

Die **Inhalte** werden in Form von stofflichen Schwerpunkten festgelegt und in der Regel nach handlungssystematischen Prinzipien geordnet.

Die **didaktisch-methodischen Hinweise zum Unterricht** umfassen methodische Vorschläge wie bevorzugte Unterrichtsverfahren und Sozialformen, Beispiele für exemplarisches Lernen, wünschenswerte Schüler- und Lehrerhandlungen sowie Hinweise auf geeignete Unterrichtshilfen (Medien).

Die Ziele und Inhalte sind verbindlich. Didaktisch-methodische Hinweise zum Unterricht haben Empfehlungscharakter. Im Rahmen dieser Bindung und unter Berücksichtigung des sozialen Bedingungsgefüges schulischer Bildungs- und Erziehungsprozesse bestimmen die Lehrkräfte die Themen des Unterrichts und treffen ihre didaktischen Entscheidungen in freier pädagogischer Verantwortung.

Klassenstufe 1

Lernfeld 1	Eigenschaften und Reaktionen anorganischer Stoffe untersuchen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 204 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen grundlegende chemische Sachverhalte, klären Strukturen auf, bestimmen Eigenschaften und leiten typische Reaktionen ab.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler formulieren chemische Reaktionsgleichungen. Sie unterscheiden chemische Reaktionen nach verschiedenen Aspekten, stellen Gleichgewichtsreaktionen auf und wenden diese auf Gas- und Löslichkeitsgleichgewichte an.</p> <p>Sie berechnen den Stoff- und Energieumsatz bei chemischen Reaktionen sowie stöchiometrische Größen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler richten selbstständig den Arbeitsplatz im Labor ein. Sie bestimmen Stoffkonstanten nach den Regeln des Gesundheits-, Arbeits-, Brand- und Umweltschutzes.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler charakterisieren Reaktionen mit Protonen- und Elektronenübergang. Sie dokumentieren und protokollieren die Versuchsvorbereitung und -durchführung sowie die Arbeitsergebnisse unter Nutzung von Computertechnik. Sie bewerten und interpretieren die Untersuchungsergebnisse.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Atommodell nach Bohr, Orbitalmodell</p> <p>Periodensystem der Elemente</p> <p>Chemische Bindungen, Struktur und Eigenschaften</p> <p>Physikalische Eigenschaften</p> <p>Chemische Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none">- Formelsprache- chemisches Gleichgewicht- Redoxreaktionen- Säure- und Basereaktionen- Komplexbildungsreaktionen- Fällungsreaktionen- Reaktionskinetik- Umsatz- und Ausbeuteberechnungen		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Dieses Lernfeld ist Basis für die in den Lernfeldern 2, 3, 4 und 5 zu vermittelnden Inhalte, insbesondere die Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen sowie die stöchiometrischen Berechnungen.

Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf das Lernfeld 4 und 5 empfohlen.

Die Inhalte Umsatz- und Ausbeuteberechnung werden im Lernfeld 9 Schwerpunkt Chemische Analytik weitergeführt. Es sollten die Grundlagen zum Verständnis des fachlichen Zusammenhangs zwischen Prozessführung, Gleichgewichtsbeeinflussung und Ausbeute vermittelt werden. Es wird vorgeschlagen, hier Estergleichgewichte zu betrachten.

In diesem Lernfeld können aktuelle Techniken und Methoden wie Stationslernen zur Reaktionskinetik sowie Gruppenpuzzle zum Massenwirkungsgesetz angewandt werden.

Für die Realisierung in praktischen Unterrichtsteilen wird empfohlen, auf folgende Größen und Eigenschaften einzugehen und sie zu bestimmen: Masse, Volumen, Stoffmenge, Dichte, Viskosität, Temperatur, Aggregatzustand, Dampfdruck.

In diesem Lernfeld besteht die Möglichkeit, im Rahmen der praktischen Unterrichtsteile Methoden der Qualitätssicherung zu trainieren.

Lernfeld 2	Stoffgemische herstellen und trennen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 204 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler vereinigen Stoffe und trennen Stoffgemische. Sie analysieren verschiedene homogene und heterogene Stoffgemische und wählen geeignete Stoffe zur Herstellung bestimmter Stoffgemische aus. Sie berechnen die einzuwiegende Masse bzw. das abzumessende Volumen der zu mischenden Komponenten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler arbeiten mit verschiedenen Waagen und Volumenmessgeräten, beurteilen deren Genauigkeit und wählen der Aufgabe entsprechend die Geräte aus. Sie stellen benötigte Stoffgemische mit vorgegebener Zusammensetzung her und kennzeichnen diese entsprechend der Gefahrstoffverordnung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen entsprechend des Stoffgemisches und der unterschiedlichen Eigenschaften der Bestandteile geeignete physikalische bzw. chemische Verfahren zur Trennung aus. Sie erarbeiten Schrittfolgen und stellen die notwendigen labortechnischen Geräte zusammen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler trennen Stoffgemische mittels physikalischer Methoden. Sie experimentieren nach den Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes, finden Stör- sowie Fehlerquellen und werten ihre Versuche selbstständig aus.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler leiten Regeln für den Umgang mit Gefahrstoffen aufgrund der geltenden Rechtslage ab. Sie analysieren Gefahrstoffe und differenzieren sie nach ihrer Wirkung. Die Schülerinnen und Schüler vergleichen ausgewählte anorganische und organische Gefahrstoffe und stufen sie anhand von Gefährlichkeitsmerkmalen in Gefahrstoffgruppen ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die toxische Wirkung von Gefahrstoffen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Grenz- und Richtwerte von Gefahrstoffen in Umweltmedien. Sie leiten Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren im Umgang mit Chemikalien ab.</p> <p>Sie nutzen für die Recherche, Protokollierung und Auswertung Informations- und Kommunikationstechnik.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Einteilung der Stoffe</p> <p>Homogene und heterogene Stoffgemische</p> <p>Konzentrationsmaße und Berechnungen</p> <ul style="list-style-type: none">- Massenanteil- Massenkonzentration- Stoffmengenkonzentration		

Mischungsrechnen

Wägetechnik

Volumenmessgeräte

Trennung homogener und heterogener Stoffgemische

- mechanische Trennverfahren
- thermische Trennverfahren
- chemisch-physikalische Trennverfahren

Rechtliche Grundlagen zu Gefahrstoffen

Gefahrstoffkennzeichnung

Gefahrstoffklassen

Sicherheitsdatenblatt

Grenzwerte

Toxikologie

- Aufnahmewege und Wirkungen von Gefahrstoffen auf den Organismus
- Toxizitätstests

Gefährlichkeitsmerkmale von Stoffen und Zubereitungen

Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen

- Schutzstufen 1 bis 4
- Betriebsanweisung, Betriebsunterweisung
- Erste Hilfe und Arbeitsmedizinische Vorsorge

Didaktisch-methodische Hinweise:

Dieses Lernfeld baut auf Inhalte von Lernfeld 1 auf. Es sollte ein Bezug zu Lernfeld 3, organische Schadstoffe hergestellt werden. Lernfeld 1 und 2 können parallel unterrichtet werden.

Dieses Lernfeld ist Basis für die in den Lernfeldern 9, 10, 11 und 12, Schwerpunkt Umwelttechnik, vermittelten Inhalte. Die Technologien zur Aufbreitung und Behandlung von Umweltmedien unter verfahrenstechnischen Gesichtspunkten bzw. im Bereich der Labortechnik bilden in diesem Lernfeld die Grundlage für labortechnische Grundoperationen jeder Umweltanalyse.

In diesem Lernfeld besteht die Möglichkeit, Fertigkeiten im Labor wie das Filtrieren sowie die Bestimmung von Konzentrationsmaßen zu trainieren. Hier soll parallel das Berechnen von Konzentrations-, aber auch Ausbeuteangaben geübt werden.

Parallelen zur großtechnischen Umsetzung von Trennprozessen sollten das Verständnis für den Zusammenhang zwischen Stoffgemischsystematik und Trennprozess abrunden und vertiefen.

Die Inhalte dieses Lernfelds dienen als Grundlage für die Biozid - Richtlinie, das Pflanzenschutzgesetz, das Wasserhaushaltsgesetz, das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz in den entsprechenden Lernfeldern im 2. Ausbildungsjahr, Schwerpunkt Umweltschutztechnik.

Es wird empfohlen, ein Drittel der Unterrichtszeit für Gefahrstoffe einzuplanen und die aktuellen Versionen des Chemikaliengesetzes, der Gefahrstoffverordnung, der Chemikalienverbotsverordnung, der EU Stoffrichtlinie 67/548/EWG und der EG-Richtlinie 91/155/EWG zu nutzen.

Es wird vorgeschlagen, den Zusammenhang von Stofftrennung und chemischem Gleichgewicht an der Esterbildung unter Bezugnahme auf Lernfeld 1 und 3 zu betrachten.

In diesem Lernfeld ist es möglich, in Ansätzen präparativ zu arbeiten.

Ansätze für die Integration der englischen Sprache bieten EU-Richtlinien und Betriebsanweisungen.

Lernfeld 3	Eigenschaften und Reaktionen organischer Stoffe untersuchen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 102 Ustd.
Ziele:		
<p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Struktur, die Eigenschaften und die Reaktionen organischer Stoffe und erfassen die Stoffvielfalt der Kohlenwasserstoffe sowie deren Systematik.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler stellen Strukturformeln von Kohlenwasserstoffen auf und wenden die Nomenklaturregeln nach IUPAC an. Sie schließen aus dem Bau, den Bindungen, der Struktur und den Isomerieformen unterschiedlicher Kohlenwasserstoffe auf deren Eigenschaften und Reaktionsverhalten. Sie formulieren typische Reaktionsgleichungen und diskutieren den Einfluss unterschiedlicher Reaktionsbedingungen auf den Reaktionsverlauf.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler leiten aus Struktur, Eigenschaften und Reaktionen der aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffe mit und ohne funktionelle Gruppen mögliche Verwendungen ab.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen einen Arbeitsplan zur Untersuchung von Struktur, Eigenschaften und Reaktionen organischer Stoffe, stellen die erforderlichen labortechnischen Geräte und Chemikalien bereit und experimentieren unter Beachtung der Regeln des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes.</p> <p>Sie bewerten die Versuchsergebnisse und interpretieren auf dieser Grundlage die analysierten organischen Stoffe. Sie leiten aus den Eigenschaften der Stoffe Konsequenzen zu deren fachgerechter Entsorgung ab.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren und protokollieren die Versuchsvorbereitung und -durchführung sowie die Arbeitsergebnisse unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.</p>		
Inhalte:		
Systematik organischer Stoffe		
Nomenklatur, Isomerie		
σ - und π -Bindung		
Reaktionsarten		
Aliphatische Kohlenwasserstoffe		
Aromatische Kohlenwasserstoffe		
Halogenkohlenwasserstoffe		

Kohlenwasserstoffe mit funktionellen Gruppen

Natur- und Kunststoffe

Didaktisch-methodische Hinweise:

Es wird empfohlen, Lernfeld 3 zu unterrichten, wenn grundlegende Kenntnisse zu Atom- und Stoffeigenschaften in Lernfeld 1 vermittelt wurden.

Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf den Umgang mit Gefahrstoffen und Toxikologie aus Lernfeld 2, sowie auf Inhalte aus Lernfeld 1 und 8 empfohlen. Es dient außerdem als Basis für Inhalte des Lernfeldes 15, Schwerpunkt Biotechnologie.

Dieses Lernfeld bietet sich an, um das grundlegende Verständnis für Struktur-Eigenschafts-Beziehungen am Beispiel organischer Moleküle zu vermitteln.

Es besteht die Möglichkeit, instrumentelle Analysemethoden der Strukturaufklärung organischer Moleküle, insbesondere UV/VIS- und IR-Spektroskopie sowie ggf. NMR-Spektroskope, zu unterrichten. Dieses Teilgebiet sollte allerdings erst begonnen werden, wenn in Lernfeld 8 die Grundlagen zur Photometrie vermittelt worden sind, wobei sich hier eine Verknüpfung anbietet. Es wird empfohlen, diese Unterrichtsinhalte in einem Praktikum in einem außerschulischen Lernort zu vertiefen bzw. durch Exkursionen in Forschungslabore, die mit IR- und NMR-Technik ausgestattet sind, zu veranschaulichen.

Die Inhalte Nomenklatur und Isomerie sollten zur Festigung der Formelkenntnisse bei organischen Stoffen kombiniert werden.

Es sollte auf Farbstoffe und Biomoleküle (insbesondere im Schwerpunkt Biotechnologie) eingegangen werden.

In diesem Lernfeld ist es möglich, in Ansätzen präparativ zu arbeiten.

Bei der Realisierung praktischer Unterrichtsanteile wird eine einfache Elementaranalyse mit Natriumaufschluss ohne N-haltige Verbindungen aus Arbeitsschutzgründen empfohlen.

Lernfeld 4 Stoffe nasschemisch analysieren**1. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 170 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Inhaltsstoffe von Lösungen qualitativ und quantitativ.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Kationen und Anionen in Stoffgemischen und führen geeignete Vorproben und Nachweisreaktionen nach den Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes durch.

Die Schülerinnen und Schüler leiten eine Schrittfolge für gravimetrische Untersuchungsaufgaben ab. Sie richten ihren Arbeitsplatz mit labortechnischen Geräten ein, führen gravimetrische Analysen selbstständig durch und formulieren die Reaktionsgleichungen. Aus den Analyseergebnissen berechnen sie den Gehalt der zu bestimmenden Inhaltsstoffe unter Nutzung von Tabellenbüchern.

Die Schülerinnen und Schüler finden Stör- und Fehlerquellen und bewerten ihre Ergebnisse.

Die Schülerinnen und Schüler wählen entsprechend der Untersuchungsaufgabe ein geeignetes maßanalytisches Verfahren aus und diskutieren verschiedene Methoden der Endpunktanzeige. Sie erstellen einen Arbeitsplan und richten ihren Arbeitsplatz ein.

Die Schülerinnen und Schüler führen verschiedene volumetrische Analysen durch. Dazu stellen sie Maßlösungen her und bestimmen deren Faktor. Sie werten die volumetrischen Versuche selbstständig aus.

Die Schülerinnen und Schüler berechnen den Gehalt analysierter Inhaltsstoffe und bewerten ihre Ergebnisse.

Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse, auch unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.

Inhalte:

Qualitative Analyse

- Vorproben
- Kationennachweise
- Anionennachweise

Volumetrische Analyseverfahren

- Neutralisationstitrationsen
- Fällungstitrationsen
- Redoxstitrationsen
- komplexometrische Titrationsen

Gravimetrische Analyseverfahren

- Löslichkeitsprodukt
- Fällungsform
- Wägeform

Stöchiometrische Berechnungen

Didaktisch-methodische Hinweise:

Dieses Lernfeld baut auf Inhalte von Lernfeld 1 auf. Zum Beispiel bietet sich für die Qualitative Analyse die Verknüpfung mit Reaktionsarten, Aufstellen von Reaktionsgleichungen, Beobachten und Auswerten von Reaktionserscheinungen an.

Um die Vielzahl der Kationen- und Anionennachweise zu überblicken, bietet sich die Systematisierung der Nachweise entsprechend der Nachweisreagenzien, Reaktionserscheinung und Auswertung an. Es wird empfohlen, dass die Schüler diese Systematisierung als Schaubild, als Poster oder als eigenes Arbeitsmaterial erstellen.

Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf Lernfeld 2 empfohlen. Bei der Behandlung der volumetrischen Analyseverfahren wird empfohlen, auf das Prinzip sowie Indikatoren, Maßlösungen und die Faktorbestimmung einzugehen. Weiterhin kann die potenziometrische und konduktometrische Äquivalenzpunktbestimmung genutzt werden.

Beim Unterrichtsinhalt „Volumetrie“ wird empfohlen, auf die Titrationsarten Neutralisations-, Fällungs- und Komplexbildungstiteration einzugehen. Der Bezug zu den Reaktionsarten sollte hergestellt werden.

In diesem Lernfeld besteht die Möglichkeit, eine volumetrische und gravimetrische Analyse zu koppeln und den Arbeitsaufwand sowie Ergebnisgenauigkeit zu vergleichen. Hierzu bietet sich die Bestimmung von Calcium und/oder Magnesium an.

Dieses Lernfeld eignet sich, um Qualitätssicherung im Versuch zu verdeutlichen. Es wird empfohlen, Bezug zu Lernfeld 6 herzustellen.

Es wird vorgeschlagen, das Berechnen theoretischer Fällungsmittelmengen zu üben.

Lernfeld 5	Stoffe chromatographisch analysieren	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 85 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren unter Nutzung ausgewählter chromatographischer Verfahren Stoffe qualitativ und quantitativ.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen ein für die Probe geeignetes chromatographisches Verfahren aus und erarbeiten eine Schrittfolge. Sie führen die Untersuchung und Analyse mittels geeigneter Geräte und Apparaturen anhand einer Versuchsanleitung/Bedienungsanleitung durch und setzen dabei ihre erarbeitete Schrittfolge um. Sie berechnen die Mengen und Konzentrationen von einzusetzenden Chemikalien und stellen die Lösungen her. Die Schülerinnen und Schüler kalibrieren die Geräte. Sie dokumentieren ihre Beobachtungen und Messergebnisse. Sie werten Chromatogramme zur Identifizierung getrennter Stoffe aus, finden Fehlerquellen und bewerten ihre Ergebnisse.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen Bedienungsanleitungen zur Inbetriebnahme und Bedienung der Geräte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik auch in englischer Sprache.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Prinzip der Chromatographie</p> <p>Chromatographische Wechselwirkungen</p> <p>Lösungs-/Verteilungsgleichgewichte</p> <p>Chromatographiearten und Chromatogramme</p> <ul style="list-style-type: none">- Dünnschichtchromatographie (DC)- High Performance Liquid Chromatographie (HPLC)- Gaschromatographie (GC) <p>Kriterien für die Auswahl der mobilen und stationären Phase</p> <p>Fehleranalyse</p>		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Da für das Verständnis chromatographischer Trennmethoden Kenntnisse über die Struktur-Eigenschafts-Beziehung von anorganischen und organischen Verbindungen von großer Bedeutung sind, wird empfohlen, das Lernfeld erst ab dem 2. Halbjahr zu unterrichten.

Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf die Trennverfahren aus Lernfeld 2 und die Teilchenmodelle und das chemische Gleichgewicht aus Lernfeld 1 empfohlen. Lösungs- und Verteilungsgleichgewichte sollten als Chemisches Gleichgewicht bzw. Löslichkeitsgleichgewicht bereits aus Lernfeld 1 und 4 bekannt sein.

Als Einstieg in das Thema bieten sich Schülerversuche zur Säulenchromatographie (Kreidechromatographie) bzw. Papierchromatographie an. Es können je nach Ausstattung folgende Versuche durchgeführt werden: Bestimmung von Schwermetallen in Wasserproben mittels DC, Fuselalkohole in alkoholischen Getränken mittels GC, Inhaltsstoffe von Schmerzmitteln mittels DC und HPLC und Aminosäuren mittels DC, Untersuchung von Mineralwasser mittels HPLC.

Zur Verdeutlichung der GC und HPLC ist der Einsatz von Videomaterial empfehlenswert.

Auf eine Systematik der Chromatographiearten nach Apparatebau bzw. Trennprinzip und die Zuordnung der richtigen Fachbegriffe ist zu achten.

Weiterhin kann an Chromatogrammen die Optimierung der Auswahl von stationärer und mobiler Phase diskutiert werden.

In diesem Lernfeld bietet sich die Integration von Englisch an. Ansatzpunkte sind die Beschreibung des Trennprinzips, Benennung der Apparaturkomponenten, Bestellung der Einzelteile einer HPLC-Apparatur.

Lernfeld 6 Qualitätssicherung umsetzen**1. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 85 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die betrieblichen Abläufe mit Sicht auf das Gesamtunternehmen. Unter Berücksichtigung des integrierten Managements nutzen sie Aussagen eines Umweltmanagementsystems und leiten Regeln für den eigenen Arbeitsplatz ab.

Die Schülerinnen und Schüler planen Arbeitsaufgaben im Bereich der Materialbeschaffung, vergleichen Angebote und organisieren betriebliche Abläufe in der Lagerhaltung. Sie arbeiten dazu mit Behörden oder Unternehmen zusammen.

Die Schülerinnen und Schüler leiten Anforderungen an ihre eigene berufliche Tätigkeit unter Nutzung von Unterlagen des betrieblichen Qualitätsmanagements ab.

Sie analysieren und erstellen Arbeitsanweisungen hinsichtlich der Anforderungen von Guter Laborpraxis (GLP) bzw. Guter Herstellungspraxis (GMP).

Die Schülerinnen und Schüler werten Messergebnisse statistisch aus, dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse, auch in englischer Sprache und unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.

Inhalte:

Modellunternehmen und sein Umfeld

Zielsystem eines Unternehmens

Umweltmanagement als Bestandteil des integrierten Managements

Organisations- und Prozessstrukturen

Bedarfs- und Bezugsquellenermittlung

Wareneingangskontrolle und Lagerhaltung

Aufgaben und Kriterien von Qualitätsmanagementsystemen

- Verantwortung der Unternehmensleitung
- Kundenorientierung (QFD, Quality Function Deployment)
- Dokumentation von Analyseergebnissen

Gute Laborpraxis (GLP), Gute Herstellungspraxis (GMP)

Akkreditierung und Ringversuche

Statistik der Qualitätssicherung

- Messwerte, Messreihen, Stichproben
- statistische Kenngrößen

Validierung, Verifizierung analytischer Methoden

Qualitätsregelkartensystem

Fehlerquellen, Fehlersuche und Fehlerrechnung

Didaktisch-methodische Hinweise:

Es wird angeregt, dieses Lernfeld über das gesamte 1. Ausbildungsjahr zu verteilen.

Bei der Umsetzung wird die Bezugnahme zu den Fächern des Berufsübergreifenden Bereiches empfohlen. Mit den betriebswirtschaftlichen Grundlagen soll lediglich ein Verständnis für das Thema Qualität und Qualitätssicherung unter wirtschaftlichen Aspekten erzielt werden.

Die Bedarfs- und Bezugsquellenermittlung sollte exemplarisch an einem konkreten Sachverhalt aus der Bestellpraxis im Ausbildungslabor realisiert werden.

Viele Prozesse lassen sich in einer Übungsfirma realisieren. Die Schülerinnen und Schüler können Informationen arbeitsteilig zusammentragen und die Ergebnisse ihrer Arbeit in einer geeigneten Präsentationsform ihren Mitschülern zur Verfügung stellen.

Grundgedanken des Qualitätsmanagements lassen sich unter Verwendung der DIN ISO- bzw. IEC-Normen vermitteln.

Bei der Behandlung statistischer Kenngrößen können die Schülerinnen und Schüler Programme zur Tabellenkalkulation einsetzen, um Mittelwerte bzw. Standardabweichungen zu berechnen und Regressionsgeraden aufzustellen.

Am Beispiel der Photometrie oder an einfachen chemischen Reaktionen lassen sich Methoden und Statistik der Qualitätssicherung erproben.

Zur Realisierung praktischer Unterrichtsanteile wird empfohlen, Arbeitsplatzbeschreibungen weiter zu entwickeln. Gegebenenfalls lässt sich auch eine Arbeitsplatzbeschreibung erstellen. Dabei sollten Fallbeispiele diskutiert werden.

Diskussionen werden insbesondere bei Problemen der Akkreditierung von Laboren sowie bei der Durchführung von Ringversuchen empfohlen. Die Schüler können daraus Konsequenzen für die eigene Arbeit ableiten.

Die Notwendigkeit von Datensicherung und -speicherung sollte hervorgehoben werden.

Es wird empfohlen, englischsprachige Dokumente im Unterricht einzubeziehen.

Lernfeld 7	In englischer Sprache kommunizieren	1. und 2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: je 68 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihren allgemeinen sowie berufsspezifischen Wortschatz kontinuierlich und wenden diesen in typischen beruflichen Situationen zunehmend sicher und flexibel an. Sie gewinnen Sicherheit im Gebrauch der berufsbezogenen Fremdsprache, wobei sie insbesondere die entsprechenden Termini, gesprächstypischen Wendungen sowie grammatische und phonetische Besonderheiten beachten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler verstehen englischsprachige Informationen und entsprechende berufsbezogene Fachbegriffe. Sie nutzen unterschiedliche Informationsquellen, ermitteln relevante Inhalte unter Verwendung von Hilfsmitteln und wenden diese für berufliche Zwecke an. Sie verständigen sich über die aus diesen Quellen gewonnenen Informationen und produzieren selbstständig Texte in englischer Sprache. Die Schülerinnen und Schüler erstellen berufsrelevante Schriftstücke unter Beachtung einer ansprechenden Form, des Situationsbezugs und landesüblicher Normen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler stellen berufsbezogene Sachverhalte situationsadäquat und zusammenhängend dar. Sie bewältigen grundlegende Kommunikationssituationen interaktiv und unter Beachtung kulturspezifischer Gepflogenheiten. Ihre Meinung äußern sie sprachlich differenziert und adressatengerecht.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Beschreibung des Betriebes</p> <p>Berufliche Qualifikation</p> <p>Protokoll</p> <ul style="list-style-type: none">- Aufbau- Übertragung aus dem Deutschen ins Englische <p>Beschreibung von Laborausrüstungen und Substanzen</p> <ul style="list-style-type: none">- Objekte, Arbeitsmittel- Funktionen <p>Vorschriften/Anleitungen/Unterweisungen</p> <ul style="list-style-type: none">- verstehen, ausführen, beschreiben, erteilen- Präzisierung durch Adverbien <p>Präsentation von Arbeitsergebnissen</p> <p>Berufsrelevanter Schriftverkehr und Geschäftskorrespondenz</p> <ul style="list-style-type: none">- Ausfüllen von Formularen- Anfrage, Angebot, Auftrag <p>Interkulturelles Wissen</p>		

Schwerpunkt Biotechnologie

Interaktion zu

- Problemen der Gentechnik
- neuen Forschungsergebnissen

Schwerpunkt Chemische Analytik

Interaktion zu

- Aufgabenstellungen der Umwelt- und Lebensmittelanalytik
- Pflege und Wartung von Anlagen

Schwerpunkt Umweltschutztechnik

Interaktion zu

- Beratung zu alternativen Methoden der Energieerzeugung und deren ökologische Auswirkungen
- Informieren zu Luftreinhaltung und Lärmschutz

Didaktisch-methodische Hinweise:

Die berufsrelevante Verwendung von Wortschatzlisten im Fremdsprachenunterricht verlangt die Bereitstellung der entsprechenden Fachlexik durch andere Lernfelder. Eine entsprechende Vernetzung mit dem Ziel inhaltlicher Abstimmung ist generell unabdingbar.

Die Zusammenfassung von Rechercheergebnissen kann verbal (in Deutsch oder Englisch) bzw. visualisiert in Form einer Tabelle, Graphik, eines Diagramms etc. erfolgen.

Im Vergleich des Aufbaus deutsch-fremdsprachliches Protokoll sollten die Schülerinnen und Schüler Besonderheiten der Fremdsprache erfassen. Die Übertragung, gegebenenfalls auch Übersetzung von Teilen vorliegender deutscher authentischer oder selbst verfasster Protokolle, von Abstract oder Präsentation in die Fremdsprache, sollte auch in anderen relevanten Lernfeldern Anwendung finden.

Zur Realisierung von Beschreibungen wird die Visualisierung durch Darstellungen oder Modelle empfohlen. Vorschriften, Anleitungen und Unterweisungen sollten in ihrer grundlegenden Aussage erschlossen werden. Dabei können authentische Muster der Einrichtungen hilfreich sein. Die Schülerinnen und Schüler sollten Übertragungsübungen sowohl aus der, als auch in die Fremdsprache vornehmen.

Lernfeld 8	Zellkompartimente und Mikroorganismen untersuchen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 170 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen pro- und eukaryotische Zellen und unterscheiden begründet Zelltypen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln zur Identifizierung den Bau und die Funktion von Zellen und deren Kompartimente. Sie analysieren stoffliche Zusammensetzungen von Zellen. Zur Recherche nutzen sie Publikationen in gedruckter und digitaler Form.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler präparieren und färben zu untersuchende Zellen. Sie nutzen unterschiedliche Präparations- und Färbemethoden unter Beachtung der umweltrechtlichen und laborrelevanten Vorschriften. Sie mikroskopieren die selbst hergestellten Frisch- und Dauerpräparate und dokumentieren die mikroskopischen Bilder.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen assimilatorische und dissimilatorische Stoffwechselfvorgänge und weisen Stoffwechselprodukte nach.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nehmen mit verschiedenen Methoden Proben und arbeiten steril. Sie weisen Mikroorganismen in Umweltmedien nach und bestimmen Keimzahlen unter Einhaltung technischer Regeln zum Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen durch. Die Schülerinnen und Schüler wählen entsprechend der Aufgabenstellung die geeigneten mikrobiologischen Arbeitstechniken, Laborgeräte und Nährmedien aus. Sie kultivieren Mikroorganismen und bestimmen angeleitet deren Wachstums- und Vermehrungsbedingungen. Sie setzen photometrische Verfahren zur Wachstumsmessung und zur Analyse der Nährlösungen ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler finden Stör- und Fehlerquellen, bewerten ihre Versuchsergebnisse und beurteilen Umweltmedien hinsichtlich ihrer mikrobiologischen Belastung. Sie protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik auch in englischer Sprache.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Bau und Funktion der Zelle</p> <p>Stoffliche Zusammensetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- Bau und Eigenschaften- Nachweise ausgewählter Stoffe <p>Stoff- und Energiewechsel</p> <p>Mikroskopie</p> <ul style="list-style-type: none">- Mikroskopiearten- Präparations-/Färbemethoden- Farbstoffe und Farbstoffwirkung- Visualisierungstechniken- Zellzählung und -messung- Identifizierung von Zellen		

Kultivierung von Mikroorganismen

- Isolierung und Vermehrung
- Wachstumsbedingungen
- Arten und Herstellung der Nährmedien
- Desinfektions- und Sterilisationsmethoden
- Wachstumsmessung und -hemmung

Photometrie

Aufbau und Ausstattung mikrobiologischer Laboratorien

Gesetzliche Grundlagen

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bezüglich Biomoleküle sollte auf Lernfeld 3 verwiesen werden.

Es wird vorgeschlagen, im Schwerpunkt Biotechnologie Inhalte der Photometrie in diesem Lernfeld auszubauen.

Um Nährlösungen in ihrer Komplexität photometrisch bestimmen zu können, sollte man mit einfach zusammengesetzten Lösungen beginnen.

Techniken und Methoden des Skizzierens, Zeichnens und Photographierens mikroskopischer Bilder sollten angewendet werden. Zur Mikroskopie von Mikroorganismen sind leistungsfähige Lichtmikroskope notwendig.

Für die Realisierung des praktischen Anteils in diesem Lernfeld wird Gruppenunterricht empfohlen. Die Versuche sollten überwiegend als Einzelexperimente realisiert werden.

Klassenstufe 2 - Schwerpunkt Biotechnologie

Lernfeld 9	Zell- und Gewebekulturen untersuchen und vermehren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 102 Ustd.
Ziele:		
<p>Die Schülerinnen und Schüler züchten Zell- und Gewebekulturen unter Berücksichtigung der entsprechenden Kulturbedingungen für pflanzliche, tierische und humane Zellen.</p>		
<p>Sie autoklavieren und sterilisieren die benötigten Materialien und Geräte unter Beachtung der jeweiligen Materialeigenschaften.</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler stellen Nährmedien zur Züchtung von Zell- und Gewebekulturen her, vermehren unter sterilen Kulturbedingungen Zellen und Gewebe und bestimmen deren Biomassezunahme. Sie diagnostizieren und beseitigen Kontaminationen in den Kulturen.</p>		
Inhalte:		
<p>Bedeutung der Zellkulturtechnik</p>		
<p>Histologische Übersicht (pflanzlich, tierisch, human)</p>		
<p>Räumliche, apparative und materielle Voraussetzungen</p>		
<p>Sicherheitsvorschriften</p>		
<p>Steriltechnik</p>		
<p>Kulturgefäße und Zellkulturmedien</p>		
<p>Diagnose und Beseitigung von Kontaminationen</p>		
<p>Routinemethoden und Subkultivierung der Zellen</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Suspensionskultur - adhärente Kultur - Zellzahlbestimmung - Langzeitlagerung 		
<p>Stammzellen</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Gesetzeslage - embryonale Stammzellen 		
<p>Pränatal- und Präimplantationsdiagnostik</p>		
<p>Ethische Aspekte</p>		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Aufbauend auf Lernfeld 8 sind Inhalte zur physiologischen und chemischen Zusammensetzung der Zelle und zur Steriltechnik zu wiederholen.

Auf die Bedeutung der Arbeit mit Zellkulturen in den Bereichen der Medizin, Landwirtschaft, als Ersatz von Tierversuchen und von gentechnisch veränderten Zellen sollte hier eingegangen werden. Dabei wird eine Bezugnahme zu den Lernfeldern 10, 11, 13 und 15 empfohlen. In praktischen Versuchen kann der Einfluss bestimmter Mikroorganismen auf Zellkulturen getestet werden. Es ist für die Realisierung der Versuche im Labor wichtig, Besonderheiten der Arbeit im Zellkulturlabor hervorzuheben, z. B. der Einsatz von Antibiotika, Probleme mit Mycoplasmen sowie Nanobakterien. Die Schülerinnen und Schüler sollten den Umgang mit Zellkulturen durch Subkultivierung trainieren.

Bei der Behandlung der Langzeitlagerung wird vorgeschlagen, auf die Probleme bei der Kryokonservierung einzugehen und diese für gegebenenfalls eigene Kulturen durchzuführen.

Es besteht im Labor die Möglichkeit, ausgewählte Gewebe zu züchten. Dabei bieten sich Versuche zur Kalluszüchtung und zur Züchtung von Erdbeerpflanzen unter Zusatz verschiedener Phytohormone an. Arbeitssets werden von verschiedenen Lehrmittellieferanten angeboten. Dabei muss im Labor eine Gewährleistung der Sterilität erfolgen.

Eine Diskussionsrunde zu ethischen Ansprüchen, insbesondere bei der Stammzellproblematik, wird empfohlen. Die Diskussion sollte die sich stets verändernde Gesetzeslage der embryonalen Stammzellforschung beinhalten und kann mit den Fächern „Ethik“ sowie „Evangelische Religion“ oder „Katholische Religion“ in fächerverbindendem Unterricht gekoppelt werden.

Zu den Pränatal- und Präimplantationstechniken können die Schülerinnen und Schüler selbstständig recherchieren und die gewonnenen Erkenntnisse mit verschiedenen Methoden präsentieren. Es bietet sich hier auch die Methode der Pro- und Contra-Argumentation an.

Lernfeld 10	Nukleinsäuresequenzen isolieren, identifizieren und modifizieren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 204 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler isolieren Nukleinsäuresequenzen mit dem Ziel, diese zu identifizieren und je nach Aufgabenstellung zu verändern. Sie weisen Nukleinsäuren in Zellen und Geweben nach und untersuchen deren Funktionen. Sie wählen Verfahren zur Isolation und Identifikation der Nukleinsäuren ergebnisorientiert aus und planen diese auf der Grundlage gesetzlicher und labortechnischer Vorschriften. Sie arbeiten auch nach englischsprachigen Versuchsanleitungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen auf der Grundlage des Gentechnikgesetzes gentechnische Versuche und führen diese durch. Sie werten genetische Versuchsreihen aus.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler stellen neukombinierte DNA her und weisen Neukombinationen nach.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Pro- und Eukaryotengenome</p> <p>Mitose und Meiose</p> <p>Biochemie der Nukleinsäuren</p> <p>Nukleinsäurepräparation</p> <p>DNA-Replikation</p> <p>Realisierung der Erbinformation</p> <p>Regulation der Genexpression von Pro- und Eukaryoten</p> <p>Modifikationen und Mutationen</p> <p>DNA-Reparaturmechanismen</p> <p>Vererbungsregeln</p> <p>Genkopplung</p> <p>Genkartierung</p> <p>Extrachromosomale Vererbung</p>		

Molekularbiologische Verfahren

- Nukleinsäuresynthese
- Fragmentierung der Nukleinsäuren
- Blotting
- Sequenzierung
- Vervielfältigung von Nukleinsäuren, polymerase chain reaction
- Nukleinsäurechiptechnologie

Gentechnik

- rechtliche Grundlagen
- Genübertragung
- DNA-Klonierung

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung des Lernfeldes sollten Inhalte aus Lernfeld 8 wiederholt werden, insbesondere die Inhalte zum Bau der Zelle und des Zellkerns.

Das Lernfeld baut auf Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler aus der Mittelschule zur Vererbung auf. Die Mendelschen Regeln sind lt. Lehrplan Biologie Mittelschule, Klassenstufe 10, bekannt und sollten hier angewendet werden.

Es bieten sich Versuche zur Chromosomenmikroskopie und die Mikroskopie von Mitostadien pflanzlicher Frischpräparate an. Die Arbeitsanleitungen findet man in gängigen Biologielehrbüchern der Sekundarstufe II und im Internet.

In der Klassischen Genetik können Versuche mit Drosophila einbezogen werden. Dazu bietet sich eine Kombination der praktischen Anteile mit dem Lernfeld 11 an. Es wird vorgeschlagen, Erbgänge zu analysieren. Dabei sind Kreuzungsschemata aufzustellen.

Bei molekularbiologischen und gentechnischen Versuchen kann auf den Blue-Gene-Koffer zurückgegriffen werden. Bei der Nukleinsäurepräparation sollte man mit einfachen Versuchen zur Isolation von DNA aus pflanzlichen Geweben beginnen und dann mit molekularbiologischen Fertigtests fortfahren. Gängige Methoden (z. B. Gelelektrophorese) sollten als Einzelversuche durchgeführt werden. Das Arbeiten mit kleinstmengen (im μl -Bereich) sollte geübt werden. Da die Inhalte dieses Lernfeld ein Haupttätigkeitsfeld des CTA, Schwerpunkt Biotechnologie darstellen, sollte der Laborpraxis große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Lernfeld 11 Transgene Organismen herstellen**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 204 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler verändern unter Nutzung gentechnischer Methoden verschiedene Organismen.

Die Schülerinnen und Schüler realisieren einfache molekularbiologische Methoden zur Isolierung, Charakterisierung und Veränderung des genetischen Materials. Sie halten und untersuchen fachgerecht Versuchstiere und Pflanzen. Die Schülerinnen und Schüler analysieren Verfahren der Pflanzen- und Tierzucht und diskutieren die Wirkung gentechnischer Maßnahmen auf die Zuchtleistung. Sie bewerten gentechnische Veränderungen an Pflanzen und Tieren sowohl wirtschaftlich als auch auf ökologische Risiken hin.

Die Schülerinnen und Schüler planen molekularbiologische und gentechnische Untersuchungen, führen diese unter Berücksichtigung geltender rechtlicher Vorschriften, der Gesundheits-, Arbeits-, und Brandschutzbestimmungen sowie der Regeln im Umgang mit biologischem Material durch und werten sie aus.

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Gentechnologie.

Inhalte:

Methoden des Gentransfers

Klonierung

Bakterientransformation

Transformation von Pilzzellen

Transfektion viraler DNA

Versuchstierhaltung

- rechtliche Grundlagen
- Anatomie und Physiologie ausgewählter Labortiere
- Haltungsbedingungen
- Tierzuchtmethoden
- Versuche an Labortieren
- Tierpräparation

Transgene Pflanzen und Tiere

- Methoden des Gentransfers
- Anwendungen und Anwendungsziele
- molekulare Gendiagnostik

Pflanzen als Wirkstofflieferanten

- Anatomie und Physiologie der Nutzpflanzen
- Pflanzenbestimmung
- Techniken in der Pflanzenzucht
- Anbausituation transgener Pflanzen, rechtliche Grundlagen

Gentechnisch veränderte Organismen

- rechtliche Grundlagen
- Kennzeichnung

Transgene Organismen

- Nutzung
- Vor- und Nachteile
- Risiken

Nachwachsende Rohstoffe

Didaktisch-methodische Hinweise:

Lernfeld 11 sollte nach Lernfeld 10 unterrichtet werden bzw. es sollte zu bestimmten Inhalten eine Absprache getroffen werden, da im Lernfeld 11 auf Methoden des Gentransfers und die Klonierung zurückgegriffen werden kann. Inhalte und praktische Versuche sollten mit diesem Lernfeld abgestimmt werden.

Bei transgenen Pflanzen und Tiere sollte auf Anwendungen in der Landwirtschaft, in der Grundlagenforschung sowie Medizin und Pharmazie besonders eingegangen werden, um Verknüpfungen zu anderen Lernfeldern zu schaffen.

Auf die Haltung wirbelloser Tiere, z. B. Insekten, sollte nicht verzichtet werden, um bei den Auszubildenden eine Verantwortung für andere Lebewesen herauszubilden. Mit diesen Tieren können auch Versuche und Präparationen durchgeführt werden. Es ist sicherzustellen, dass die Versuche nach geltendem Recht durchgeführt werden. Kann dies durch den schulischen Lernort nicht gewährleistet werden, müssen zum Erreichen der Ausbildungsziele andere Institutionen, z. B. Universitäten mit der Fachrichtung Biologie oder Medizin, eingebunden werden.

Zur Erarbeitung der Zuchtmethoden sowie der Anwendungen transgener Organismen und der nachwachsenden Rohstoffe bietet sich die Recherche im Internet und in Printmedien an, um auf aktuelle Beispiele Bezug nehmen zu können. Die Ergebnisse können in verschiedenen Präsentationsformen (PC, Plakat, Vortrag) durch die Schülerinnen und Schüler dargeboten werden.

Bei der Untersuchung des Baus der Pflanzen bietet sich die Mikroskopie an. Hier kann auf Vorkenntnissen aus dem Lernfeld 8 aufgebaut werden. Die Pflanzenbestimmungen sollten mit Exkursionen in verschiedene Ökosysteme verknüpft werden.

Zum selbstständigen Erfassen von Fachinformationen wenden sie einschlägige Medien wie Kompendien, Lexika, Datenbanken und das Internet an.

Lernfeld 12	Umweltmedien biologisch behandeln	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 102 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler unterstützen durch biologische und biotechnologische Verfahren im Umweltbereich die Dekontamination von Umweltmedien.</p> <p>Sie ermitteln Umweltbelastungen, beurteilen diese kritisch und bewerten entsprechende Chancen und Risiken des Einsatzes biologischer Verfahren.</p> <p>Sie wählen unter Nutzung einschlägiger Publikationen in gedruckter und digitaler Form klassische und moderne Verfahren zur Sanierung von Böden, Gewässern, Abwasser und Luft aus, führen diese durch und dokumentieren die entsprechenden Dekontaminationsprozesse anhand der Stoffwechselleistungen der eingesetzten Mikroorganismen.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Umweltbiotechnologie</p> <p>Umweltrecht</p> <p>Biologische Verfahren bei der Behandlung und Verwertung von Abfällen</p> <p>Biologische und chemische Untersuchung von Gewässern</p> <p>Biologische Verfahren in der Wasseraufbereitung</p> <p>Biologische Verfahren in der Abwasserbehandlung</p> <p>Biologische und biotechnologische Verfahren in der Bodensanierung</p> <p>Biologische Abluftbehandlung</p> <p>Anwendungen gentechnisch veränderter Mikroorganismen</p>		
<p>Didaktisch-methodische Hinweise:</p> <p>Gewässer in der Umgebung des schulischen Lernortes können als Probenahmeort genutzt bzw. der direkten vor-Ort-Untersuchung unterzogen werden. Bestimmt werden kann die Gewässergüteklasse mit Hilfe des Saprobienindex.</p> <p>Die Bioindikation bietet sich als Möglichkeit zur Erkennung der Kontamination von Umweltmedien an. Es können die Auswirkungen auf Zeigerorganismen untersucht werden.</p> <p>Zur Veranschaulichung der Verfahren zur Umweltmedienaufbereitung und Behandlung können Exkursionen beispielsweise in ein Kompostierwerk oder eine mechanisch-biologische Abfallaufbereitungsanlage genutzt werden.</p> <p>Gruppenunterricht bietet sich hinsichtlich Kompostierungsversuchen und der Untersuchung der Stoffwechselleistungen der Mikroorganismen an.</p>		

**Lernfeld 13 Mikroorganismen isolieren und kultivieren 2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 153 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler isolieren Mikroorganismen aus den natürlichen und technogenen Habitaten, identifizieren und differenzieren Mikroorganismen und Mikroorganismengruppen hinsichtlich des Baues. Sie ordnen diese in das natürliche System ein, indem sie verschiedene mikrobiologische Methoden kombinieren und Bestimmungsliteratur nutzen. Sie vergleichen konventionelle und neu entwickelte Methoden und bewerten deren Einsatzmöglichkeiten.

Die Schülerinnen und Schüler nehmen Proben nach Vorschrift und verschiedenen Verfahren. Sie kultivieren und diagnostizieren Mikroorganismen auf verschiedenen Nährmedien und nutzen deren Besonderheiten im Stoff- und Energiewechsel.

Sie legen eine mikrobiologische Stammsammlung an und betreuen diese.

Die Schülerinnen und Schüler kultivieren Mikroorganismen diskontinuierlich und kontinuierlich. Sie sterilisieren Materialien und Geräte unter Beachtung der jeweiligen Materialeigenschaften.

Sie bedienen Bioreaktoren und steuern das Wachstum der Mikroorganismen durch Änderung verschiedener Wachstumsparameter.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Biomassezunahme der Mikroorganismen mit verschiedenen Methoden, stellen diese graphisch dar und werten sie aus. Dabei nutzen sie auch Laborsoftware.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Wachstums- und Vermehrungsbedingungen der isolierten Mikroorganismen, indem sie diese kultivieren, hemmen und töten. Sie bestimmen die Antibiotikaresistenz verschiedener Mikroorganismen. Dabei setzen sie die Anforderungen an mikrobiologische und biotechnologische Laboratorien in die Praxis um und arbeiten steril.

Die Schülerinnen und Schüler fertigen licht- und fluoreszenzmikroskopische Präparate von Pilzen und Bakterien an. Sie färben Mikroorganismen und deren Zellbestandteile an.

Inhalte:

Ausgewählte Mikroorganismengruppen

Wachstum von Mikroorganismen

- kontinuierliche und diskontinuierliche Kulturverfahren
- Aufbau und Funktionsweise von Bioreaktoren
- Wachstumsmessung

Nachweis von Mikroorganismen

- Reinkulturen, Fraktionierungen
- mikroskopische Präparate

- Färbungen
- Fluoreszenz und Chemilumineszenz
- StoffwechsellLeistungen

Antibiotika

- Klassifizierung
- Nachweis der Wirkungsweise
- neue Antibiotika
- Screening
- Scale up

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung dieses Lernfeldes wird die Bezugnahme auf das Lernfeld 8 und dabei insbesondere die Bezugnahme auf Inhalte zu Bau und Lebensbedingungen von Mikroorganismen empfohlen.

Praktische Anteile sind mit Lernfeld 14 zu verzahnen.

Auf die Arbeit mit dem Rührreaktor und die Erstellung und Interpretation von Wachstumskurven sollte besonders vertieft eingegangen werden, da dies einem Haupttätigkeitsfeld eines CTA, Schwerpunkt Biotechnologie entspricht.

Zur Identifizierung der Mikroorganismen muss das Arbeiten mit Bestimmungsliteratur geübt und vertieft werden. Hier kann auf Vorkenntnisse aus dem Lernfeld 8 zurückgegriffen werden.

Zur Identifizierung der Mikroorganismen anhand von StoffwechsellLeistungen können Versuche zur „Bunten Reihe“, zur Säurebildung aus verschiedenen Zuckern, Gelatineverflüssigung sowie zum Verhalten der Mikroorganismen gegenüber Sauerstoff genutzt werden. Auch der Einsatz von Fertigttests bietet sich an.

Die Testung wirksamer bekannter Antibiotika könnte mittels Kirby-Bauer-Methode, radialem Strichtest und Lochplattentest erfolgen.

Die Versuche sollten überwiegend als Einzelversuche realisiert werden.

Lernfeld 14	Lebensmittel produzieren und kontrollieren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 136 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler stellen ausgewählte Molkerei-, Bäckerei- und Brauereiprodukte unter Nutzung verschiedener Mikroorganismen her. Sie identifizieren diese Mikroorganismen anhand des Baues, der Stoffwechselleistung und der Produkte des Stoffwechsels. Sie weisen Mikroorganismen mit standardisierten Fertigttests sowie mikrobiologischen und spektroskopischen Methoden nach. Sie kultivieren ausgewählte Mikroorganismen zur Lebensmittelproduktion.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler produzieren Lebensmittel unter Anwendung der Bioverfahrenstechnik. Sie führen die Qualitätskontrolle der Ausgangsstoffe durch und kontrollieren im Anschluss die hergestellten Lebens- und Genussmittel hinsichtlich bestimmter Parameter. Dazu wählen sie geeignete Methoden für die Analyse von Proben aus. Sie untersuchen das Lebensmittel Wasser chemisch und mikrobiologisch unter Beachtung lebensmittelrechtlicher Bestimmungen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse, auch in englischer Sprache sowie unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Lebensmittelrechtliche Grundlage</p> <p>Mikroorganismen der Lebensmittelproduktion</p> <p>Herstellungsprozess ausgewählter Lebensmittel</p> <p>Mikrobiologische, chemische und verfahrenstechnische Qualitätskontrolle von Lebensmitteln und deren Rohstoffe</p> <p>Probenahme und Probenvorbereitung</p> <p>Schnell- und Fertigttests</p> <p>Bioverfahrenstechnische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none">- Submers- und Emersverfahren- Bioreaktortypen und deren Einbauten- Scale up		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Dieses Lernfeld sollte mit dem Lernfeld 13 kombiniert werden, um auf die verwendbaren und angezüchteten Mikroorganismen Bezug nehmen zu können.

Bei den herzustellenden Lebensmitteln bieten sich unter anderem Joghurt, Hefeteig, Bier, Essig, Sauerkraut und Wein an.

Exkursionen in Lebensmittelbetriebe sollten zur Veranschaulichung der großtechnischen Herstellungsprozesse und der mikrobiologischen Betriebskontrolle genutzt werden.

Chemische und biochemische Methoden sollten zur Bestimmung der Inhaltsstoffe von Rohstoffen und Fertigprodukten herangezogen werden. Zur Qualitätskontrolle bieten sich u. a. die enzymatische Säure-Bestimmung oder die enzymatische Vitamin-Bestimmung mit dem Einsatz von Fertigtests an. Es sollte bei der praktischen Umsetzung eine Absprache mit dem Lernfeld 15 erfolgen.

Die mikrobiologische Qualitätskontrolle an Lebensmitteln kann praktisch umgesetzt werden. Dabei bietet sich eine Recherche der im Lebensmittelrecht festgelegten mikrobiologischen Grenzwerte, beispielsweise von Milch oder Schabefleisch an. Anschließend kann deren Einhaltung praktisch überprüft werden.

Die mikrobiologische Betriebskontrolle kann durchgeführt werden. Dabei sind CCP (critical control points) festzulegen und HACCP-Konzepte (hazard analysis critical control points) zu entwickeln. Es kann die mikrobiologische Probenahme in Bezugnahme auf Lernfeld 13 angewendet werden und eine Auswertung an Orten, wo Lebensmittel verkauft bzw. hergestellt werden (z. B. Imbissstände), erfolgen.

Als Rohstoff für die Lebensmittelherstellung ist das Trinkwasser zu berücksichtigen.

Zur Trinkwasseruntersuchung können die Schülerinnen und Schüler die rechtlichen Grundlagen recherchieren und das Trinkwasser chemisch und mikrobiologisch anhand der gefundenen Kriterien untersuchen.

Lernfeld 15 Stoffe biochemisch und immunologisch untersuchen**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 119 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Bestandteile des Blutes und Viren aus medizinischer und biotechnologischer Sicht.

Sie untersuchen den Aufbau und die Wirkungsweise von Antigenen und Antikörpern und führen verschiedene immunochemische Analyseverfahren durch. Die Schülerinnen und Schüler planen deren Versuchsablauf, bereiten die Proben vor und führen die Testserie durch. Sie dokumentieren die Ergebnisse und werten diese aus.

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Proteine zur Realisierung biotechnologischer Prozesse. Sie leiten aus der Struktur und den Eigenschaften der Proteine deren zelluläre Aufgaben ab und weisen Aminosäuren sowie Proteine mittels verschiedener Methoden nach. Sie nutzen dazu auch chromatographische Analysemethoden.

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Wirkungsweise von Enzymen und setzen Enzyme als Reagenzien zur Herstellung verschiedener Produkte ein. Sie analysieren ausgewählte Inhaltsstoffe von Biomaterialien mittels Enzymen.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Enzymaktivitäten und untersuchen den Einfluss verschiedener Parameter auf die Aktivität der Enzyme.

Die Schülerinnen und Schüler protokollieren, werten die Arbeitsergebnisse aus und präsentieren diese auch unter Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnik.

Inhalte:**Blut**

- Bestandteile und Funktionen
- Blutuntersuchung

Immunreaktionen

- Zellen des Immunsystems
- Aufbau und Wirkungsweise von Antigenen und Antikörpern
- Viren als Antigene

Proteine

- Struktur und Eigenschaften
- Nachweis von Aminosäuren und Proteinen
- Protein-Blotting

Herstellungsprozess von Antikörpern

Immunochemische Analysemethoden, enzyme linked immuno solvent assay (ELISA)

Enzyme

- Aufbau, Einteilung und Funktionsweise
- Enzymaktivitäten
- Enzymproduktion und -einsatz
- Enzymtests

Didaktisch-methodische Hinweise:

Da Enzyme inhaltlicher Bestandteil aller Lernfelder sind, sollten diese Inhalte zu Schuljahresbeginn vermittelt werden.

Die Vermittlung der Inhalte zu Viren sollten in Absprache mit den Lernfeldern 9, 10 und 11 erfolgen, um vertieft auf Einteilung, Aufbau, Vermehrung sowie auf ausgewählte Beispiele viraler Erkrankungen eingehen zu können, da diese Inhalte in den oben genannten Lernfeldern benötigt werden, aber nicht explizit im Inhalt der einzelnen Lernfelder aufgeführt sind.

Zur Untersuchung des Blutes ist die Herstellung und Auswertung eines Blutausstrichs erforderlich.

Als Beispiel für immunochemische Analysemethoden bieten sich ELISA-Tests an. Diese werden auch von Lehrmittel vertreibenden Firmen angeboten.

Die inhaltliche Vertiefung zu Enzymen sollte die Michaelis-Menden-Kinetik beinhalten. Die Wirksamkeit industriell hergestellter Enzympräparate kann in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren (Temperatur, pH-Wert, Aktivität) getestet werden. Es bieten sich als Versuche z. B. die Verflüssigung von Zell-Leim oder die Saftgewinnung aus Früchten an. Die Arbeit im Labor kann nach englischsprachigen Versuchsanleitungen erfolgen.

Zur Vermittlung der Anwendungsbereiche der Enzyme wie Waschmittelzusätze oder in der Lebensmittelherstellung sollten Absprachen mit dem Lernfeld 14 getroffen werden.

Klassenstufe 2 - Schwerpunkt Chemische Analytik

Lernfeld 9	Präparate synthetisieren, reinigen und prüfen	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 102 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen ausgehend von einer Arbeitsvorschrift eine Schrittfolge für die Synthese, die Reinigung und die Reinheitsprüfung des Präparats. Sie wählen geeignete physikalisch-chemische Verfahren zur Reinheitsprüfung aus und leiten Reaktionsbedingungen für eine hohe Ausbeute ab.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen entsprechend der Aufgabe geeignete Versuchsanordnungen aus und bauen die Apparaturen nach GLP auf. Sie synthetisieren und reinigen nach den Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Arbeitsschutzes. Sie bestimmen die physikalischen Größen für die Bewertung des Reinheitsgrades des Präparates.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Möglichkeiten der Beeinflussung des Syntheseverlaufes. Sie dokumentieren die Durchführung der Synthese, der Reinigung und die Messwerte der Bestimmung des Reinheitsgrades. Sie vergleichen ihre Beobachtungen und Messwerte mit der Arbeitsvorschrift und bewerten ihre Ergebnisse.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse auch in englischer Sprache sowie unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Aufbau von Apparaturen nach GLP</p> <p>Überblick Syntheseprozesse</p> <p>Stoffgruppen und Reaktionsarten</p> <p>Anorganische Synthesen</p> <p>Organische Synthesen</p> <p>Apparaturen und Techniken zur Reinigung</p> <ul style="list-style-type: none">- Umkristallisation- Gleich- und Gegenstromdestillation- Extraktion <p>Charakterisierung der Produkte</p>		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf die Reaktionskinetik und das chemische Gleichgewicht aus Lernfeld 1 und die Trennverfahren, der Umgang mit Gefahrstoffen und die Toxikologie aus Lernfeld 2 empfohlen.

Es ist notwendig, die Inhalte des Lernfelds 2 bezüglich Kennzeichnung von und Umgang mit Gefahrstoffen praktisch umzusetzen, z. B. das Nutzen von Sicherheitsdatenblättern.

Lernfeld 10	Stoffe elektrochemisch untersuchen und analysieren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 204 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen quantitative Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten der Energie- und Stoffumwandlung bei elektrochemischen Reaktionen. Sie berechnen Energie- und Stoffumsätze.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen wässrige Lösungen auf ihre qualitative und quantitative Zusammensetzung, indem sie elektroanalytische Verfahren nutzen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler arbeiten nach Arbeitsanleitung oder wählen ein geeignetes Verfahren sowie die Versuchsanordnung aus und erstellen daraus eine Schrittfolge für den Ablauf der jeweiligen Analyse.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren wässrige Lösungen und setzen dabei ihre erarbeitete Schrittfolge um. Sie stellen die erforderlichen Lösungen her.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bewerten ihre Ergebnisse und führen eine Fehlerbetrachtung durch. Sie protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik auch in englischer Sprache.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Elektrolyte, Elektrodenpotential</p> <p>Energie- und Stoffumwandlungen bei elektrochemischen Reaktionen</p> <p>Nernstsche Gleichung</p> <p>Galvanische Elemente</p> <p>Mess- und Referenzelektroden</p> <p>Schaltskizzen und Blockschaltbilder</p> <p>Kalibrierung und Inkrementmethoden</p> <p>Messprinzip und Berechnungen zu:</p> <ul style="list-style-type: none">- Polarografie- Coulometrie- Polarisationspotentialtitration- Potentiometrische Analysen- konduktometrische Analysen- Elektrophorese <p>Elektrochemische Spannungsquellen</p> <p>Elektrolyse</p> <p>Elektrochemische Korrosion</p>		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf die Redoxreaktionen aus Lernfeld 1 empfohlen.

Dieses Lernfeld kann unabhängig von anderen Lernfeldern im 2. Ausbildungsjahr unterrichtet werden.

Es wird vorgeschlagen, auf die selbstständige Einwaage und Volumenmessung beim Herstellen von Standard- und Kalibrierlösungen zu achten und die Exaktheit der Analyse ständig zu kontrollieren.

Die Bedeutung von Kalibrierkurven sollte unter Bezug auf das Lernfeld 6 vermittelt werden.

Lernfeld 11	Werkstoffe untersuchen und Werkstoffeigenschaften bestimmen	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 102 Ustd.
Ziele:		
<p>Die Schülerinnen und Schüler wählen Prüf- und Messverfahren zur Bestimmung von Werkstoffeigenschaften aus. Sie planen entsprechende Versuche und bereiten die erforderlichen Chemikalien für die Untersuchung nach DIN-Vorschrift zu.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen und messen Parameter metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe. Sie werten die Ergebnisse aus, vergleichen diese mit den DIN-Normen und ziehen Schlussfolgerungen zu Qualität und Einsatzmöglichkeiten der untersuchten Werkstoffe.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik auch in englischer Sprache.</p>		
Inhalte:		
Aufbau und Eigenschaften		
<ul style="list-style-type: none">- Keramischer Werkstoffe- Metallischer Werkstoffe- Polymerwerkstoffe- Verbundwerkstoffe- Natürliche Materialien		
Prüfverfahren von Werkstoffparametern		
Standardisierte Arbeitsvorschriften (DIN)		
EN- und ISO-Normen		
Didaktisch-methodische Hinweise:		
<p>Für die Realisierung in praktischen Unterrichtsanteilen werden Versuche zur physikalischen Prüfung von Folien und Kunstleder innerhalb der Polymer- und Verbundwerkstoffe empfohlen. Als natürliches Material bietet sich für chemische und physikalische Untersuchungen Leder an.</p> <p>Exkursionen in Prüflabore für Werkstoffe oder eine Projektwoche in Schülerlabors mit Versuchen zur Werkstoffprüfung werden empfohlen.</p>		

Lernfeld 12	Stoffe spektroskopisch analysieren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 204 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Kriterien für den Einsatz spektroskopischer und photometrischer Verfahren und wählen Verfahren entsprechend der Probe aus. Sie erstellen eine Schrittfolge für die Durchführung der Analyse unter Berücksichtigung der Probenparameter des Geräteaufbaus und der Funktionsweise des ausgewählten Geräts.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen Bedienungsanleitungen zur Inbetriebnahme und Bedienung notwendiger Geräte. Sie kalibrieren die Geräte und nehmen Kalibrierkurven auf. Sie analysieren Stoffproben nach ihrer erarbeiteten Schrittfolge.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und werten Spektren sowie Messergebnisse aus.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none">- Wechselwirkungen elektromagnetischer Strahlung mit Stoffen- Zusammenhang Energie der Strahlung mit Art der Wechselwirkungen <p>Spektroskopische und Photometrische Analysemethoden</p> <ul style="list-style-type: none">- Flammen- und Lösungsphotometrie- Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)- Atomemissionsspektroskopie (AES)- Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA) <p>Polarimetrie</p> <p>Refraktometrie</p> <p>Zu den Analysemethoden</p> <ul style="list-style-type: none">- Anwendungen und Bedeutung- Geräteaufbau- Messprinzip- Detektoren- Auswertung der Spektren- Berechnungen		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Die Lernfelder 12 und 13 besitzen gemeinsame theoretische Grundlagen. Diese sind in Absprache möglichst im Lernfeld 12 zu vermitteln.

Kalibrierung und Inkrement sind wesentlicher Bestandteil der praktischen Analysendurchführung.

Für die Realisierung der praktischen Unterrichtsanteile bieten sich Flammen- und Lösungsphotometrie, AAS, Polarimetrie und Refraktometrie an. Die praktische Umsetzung der RFA sollte in Zusammenarbeit mit Instituten und Betrieben in Verbindung mit Exkursionen vermittelt werden.

Lernfeld 13	Stoffe spektroskopisch identifizieren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 204 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Kriterien für den Einsatz spektroskopischer Verfahren, wählen Verfahren aus und erstellen eine Schrittfolge für die Durchführung der Analyse unter Berücksichtigung der Probenparameter, des Geräteaufbaus und der Funktionsweise des ausgewählten Geräts.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen Bedienungsanleitungen zur Inbetriebnahme und Bedienung notwendiger Geräte und analysieren Stoffproben nach Arbeitsvorschrift.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler protokollieren den Versuchsverlauf und werten ihre Ergebnisse mit Vergleichsspektren aus.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Spektroskopische Methoden zur Identifizierung</p> <ul style="list-style-type: none">- UV/VIS-Spektroskopie- Infrarotspektroskopie (IR)- Kernspinresonanzspektrometrie (NMR)- Massenspektrometrie (MS) <p>Zu jeder spektroskopischen Methode</p> <ul style="list-style-type: none">- Anwendungen und Bedeutung- Geräteaufbau- Messprinzip- Detektoren- Auswertung der Spektren <p>Kombinationen von Analyseverfahren zur Identifizierung</p>		
<p>Didaktisch-methodische Hinweise:</p> <p>Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf Lernfeld 12 empfohlen. In diesem Lernfeld ist es nur möglich, die IR-Spektroskopie praktisch umzusetzen. Die praktische Umsetzung der MS und der H-NMR sollte in Zusammenarbeit mit Instituten und Betrieben vermittelt werden.</p> <p>Es wird empfohlen, kombinierte Analyseverfahren, z. B. GC/MS, hier mit zu behandeln.</p>		

Lernfeld 14 Umweltmedien untersuchen**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 204 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler wählen in Abhängigkeit von der Problemstellung geeignete Methoden zur Untersuchung von Wasser-, Luft- und Bodenproben aus und erstellen einen Arbeitsplan unter Nutzung von Fachliteratur.

Die Schülerinnen und Schüler bereiten ihre Proben vor. Sie untersuchen die Luftproben maßanalytisch sowie photometrisch und bestimmen physikalische, physikalisch-chemische und chemische Parameter von Wasserproben. Sie untersuchen Wasser organoleptisch und bestimmen photometrisch An- und Kationen. Die Schülerinnen und Schüler prüfen Bodenproben auf den Gehalt organischer und anorganischer Stoffe auf Grundlage deutscher Einheitsverfahren.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten nach Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes. Sie werten die Versuche selbstständig aus, bewerten ihre Ergebnisse und dokumentieren diese unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.

Inhalte:

Wasser

- Wasserbelastungen
- Wasseranalytik
- Wasserbehandlung

Boden

- Schadstoffe
- Sanierung
- Probenahme
- Bodenuntersuchungen
- Abfall, Müll, Sonderabfall
- Abfall und Kreislaufwirtschaft

Luft

- Absorption und Adsorption von Schadstoffen der Luft
- maßanalytische und fotometrische Bestimmung

Umweltrecht

Didaktisch-methodische Hinweise:

Es wird empfohlen das Lernfeld im 2. Halbjahr zu behandeln, da viele Querverbindungen zu anderen Lernfeldern, z. B. Lernfeld 9, existieren.

Klassenstufe 2 - Schwerpunkt Umweltschutztechnik

Lernfeld 9	Wasser untersuchen und aufbereiten	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 170 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen selbstständig Wasserproben zur komplexen Charakterisierung dieser Umweltmedien und dokumentieren eine mögliche Gefährdung für Mensch und Natur.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler recherchieren in Publikationen in gedruckter und digitaler Form zur Auswahl geeigneter Analyseverfahren. Sie planen den Ablauf einer Untersuchung von der Probenahme bis zum Erhalt der Ergebnisse unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und terminlicher Aspekte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nehmen fachgerecht Proben, konservieren und lagern diese bei Bedarf. Sie bereiten die Proben entsprechend der Untersuchungsmethoden vor und führen alle Untersuchungen nach den Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes durch.</p> <p>Die Ergebnisse werten sie mit Hilfe der gültigen Regelwerke aus und schlagen geeignete Maßnahmen zur Schonung und zum Schutz der Umwelt vor. Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse auch unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Wasserkreislauf und Wasserbedarf</p> <p>Wasserversorgung und Trinkwassergewinnung</p> <p>Beschaffenheit von Grund- und Oberflächenwasser</p> <p>Rechtliche Grundlagen</p> <p>Trinkwasser</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qualitätsanforderungen - Rohwassergewinnung - Wasseraufbereitung - Wasserförderung, -speicherung, -verteilung <p>Probenahme und Wasseranalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> - organoleptische Untersuchungen - physikalisch-chemische Größen - Einzelstoffe und Summenparameter - gelöste Gase - biochemische Parameter - biologische Gewässergüte <p>Spektroskopische Untersuchungen</p>		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung dieses Lernfeldes wird der Bezug zum Lernfeld 10 sowie zur Gefahrstoffproblematik, Lernfeld 2 empfohlen.

Nahe gelegene Fließ- und Stehgewässer können zur Übung der Probenahme und Konservierung von Wasserproben genutzt werden. Die dort genommenen Proben sollten im Labor analysiert werden. Bei der Umsetzung des Lernfeldes sollte auf das Lernfeld 15 Bezug genommen werden.

Zur Veranschaulichung der Verfahrenstechnik wird vorgeschlagen, geeignete Wasseraufbereitungsanlagen in einer Exkursion zu besichtigen. Dabei bietet sich an, Umweltgefahren und Aspekte des Umweltmanagements bzw. der Qualitätssicherung aus Lernfeld 6 zu betrachten.

Zur Entwicklung des Umweltbewusstseins werden in diesem Lernfeld Diskussionen zu Wasser sparenden Technologien und alternativen Brauchwassernutzungen empfohlen.

Praktische Anteile dieses Lernfeldes lassen sich mit Lernfeld 10 kombinieren. Dies gilt insbesondere für die dort aufgeführten physikalischen und chemischen Parameter.

Bei der Behandlung von Einzelstoffen können wichtige spektroskopische Verfahren thematisiert werden.

Lernfeld 10	Abwasser untersuchen und behandeln	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 170 Ustd.
Ziele:		
<p>Die Schülerinnen und Schüler leiten aus der Wirkung von Gefahrstoffen auf die Beschaffenheit von Grund- und Oberflächenwasser die Notwendigkeit der Abwasserbehandlung ab. Sie recherchieren Rechtsvorschriften zur Abwasser- und Schlammbehandlung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Verfahren und Anlagen zur Grob- und Feinreinigung von Abwässern und zur Wirkungsweise der Abwasserbehandlungsstufen. Sie bestimmen Einzel- und Summenparameter zur Beurteilung der Abwasser- und Schlammbeschaffenheit.</p> <p>Sie beraten Unternehmen und Kommunen mit differenzierten Rahmenbedingungen bezüglich der Entsorgung und Aufbereitung von Abwässern in Kläranlagen.</p>		
Inhalte:		
Abwasser		
<ul style="list-style-type: none">- rechtliche Grundlagen- Abwasserarten- Abwasserinhaltsstoffe- Abwasser- und Schlammbehandlung		
Probenahme und Abwasseranalytik		
<ul style="list-style-type: none">- organoleptische Untersuchungen- physikalisch-chemische Größen- Einzelstoffe und Summenparameter- gelöste Gase- biochemische Parameter		
Photometrische Untersuchungen		
Didaktisch-methodische Hinweise:		
<p>Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf Umweltmanagement (Lernfeld 6), Gefahrstoffe (Lernfeld 2), Emissionen (Lernfeld 11), Bodenbelastung (Lernfeld 12), landwirtschaftliche Bodennutzung (Lernfeld 12), Landschaftsentwicklung (Lernfeld 12), umweltpolitische Informationen, Abfallbehandlung, Abfallverwertung und Abfallbeseitigung (Lernfeld 13) und Energiesparmaßnahmen (Lernfeld 14) empfohlen.</p> <p>Zur Bestimmung physikalischer und chemischer Parameter eignen sich besonders Leitfähigkeit, Trübung, pH-Wert und Färbung. Die gelösten Gase Sauerstoff und Schwefelwasserstoff lassen sich ebenso bestimmen wie die Einzelparameter Phosphor, Stickstoff (Nitrat-N, Nitrit-N, Ammonium-N).</p>		

Geeignete Summenparameter sind CSB, BSB5, TOC, sowie die Bestimmung der abfiltrierbaren bzw. absetzbaren Stoffe. Als Schlammparameter können Trockensubstanzgehalt, Trockenrückstand, Glühverlust, Glührückstand, Schlammvolumen, Schlammindex, Kalkreserve oder Säurekapazität organischer Säuren erfasst werden.

Zur Förderung des besseren Verständnisses von technologischen Abläufen sind Exkursionen zu kommunalen und industriellen Klärwerken sowie Abwasserteichen oder Pflanzenkläranlagen zu empfehlen.

Lernfeld 11	Luftproben untersuchen und Lärm mindern	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 136 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Mensch und Umwelt und überwachen die Luftqualität mittels geeigneter Verfahren. Die Schülerinnen und Schüler nehmen Luftproben und messen staub- und gasförmige Verunreinigungen. Dazu wählen sie geeignete Methoden der Emissions- und Immissionsmessung aus. Sie planen den Ablauf einer Untersuchung von der Probenahme bis zum Erhalt der Ergebnisse unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und terminlicher Aspekte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler vergleichen ihre Messergebnisse mit den geforderten Grenz- bzw. Richtwerten. Sie unterbreiten begründete Vorschläge zur technischen Realisierung der Einhaltung geforderter Grenz- bzw. Richtwerte.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen typische Lärmquellen und deren Wirkungen. Sie beraten Kommunen bei der Lärminderungsplanung. Dazu führen sie Messungen durch und werten die Ergebnisse aus. Entsprechend der Messaufgabe und -ergebnisse schlagen sie geeignete Schallschutzmaßnahmen vor.</p> <p>Sie protokollieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse auch unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Luft und Luftverunreinigungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luft und Atmosphäre - physikalische Größen und Inhaltsstoffe - Emission - Immission - rechtliche Grundlagen <p>Messtechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsbereiche - Messverfahren für gasförmige Luftverunreinigungen - Messverfahren für staubförmige Luftverunreinigungen - Messverfahren für Schall <p>Maßnahmen zur Luftreinhaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> - produktionsintegrierter Umweltschutz - Stäube und Aerosole - biologische Abluftreinigung - gasförmige Verunreinigungen - Rauchgasreinigungsanlagen 		

Schallausbreitung und Maßnahmen zum Lärmschutz

- Grundbegriffe
- Schallpegel und Berechnungen
- Schallwirkungen
- Erschütterungsschutzmaßnahmen
- aktiver und passiver Lärmschutz

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung des Lernfeldes wird die Bezugnahme auf den Arten- und Biotopschutz aus Lernfeld 12 empfohlen.

Zur Entwicklung des Umweltbewusstseins werden in diesem Lernfeld Diskussionen zu Maßnahmen der Luftreinhaltung und des Lärmschutzes und die Realisierung der Technologien nach dem neuesten Stand der Technik geführt. Es besteht die Möglichkeit, den Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und Schäden in anderen Umweltbereichen, z. B. Waldschäden, herzustellen.

Bei der Umsetzung des Lernfeldes bietet sich die Trennung in die Bereiche Luftreinhaltung und Lärmschutz an, da mit Ausnahme der rechtlichen Grundlagen (BImSchG) keine inhaltlichen Überschneidungen vorhanden sind. Beide Bereiche sollten parallel unterrichtet werden.

Auf der Grundlage des BImSchG sollten Begrifflichkeiten und Regelbereiche erarbeitet werden, über Bundesimmissionsschutzverordnung und Technische Anleitung Luft genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen sowie Anforderungen an Großfeuerungsanlagen. Als Messverfahren für gasförmige Luftverunreinigungen werden optische (spektroskopische) und chromatographische Verfahren sowie Konduktometrie und Flammenionisation vorgeschlagen.

Für staubförmige Luftverunreinigungen empfehlen sich Gravimetrie für Gesamtstaubbestimmungen (vgl. Lernfeld 4), Kaskaden-Impaktor für Bestimmung der Korngrößenverteilung, Bergerhoff-Verfahren für Staubniederschlagsbestimmung und Fotometrie, AAS und Veraschung zur Ermittlung der Inhaltsstoffe. Für die Realisierung praktischer Unterrichtsanteile bieten sich die Prüfröhrchen-Mess-Systeme der Fa. Dräger an (Untersuchung von Kfz-Abgasen, Innenraumbelastung). Stäube können in einer Messeinrichtung analog dem Bergerhoff-Verfahren bestimmt werden.

Vergleichend zu chemisch-physikalischen Messverfahren bietet sich die Flechtenkartierung als Bioindikation für die SO₂-Immissionsbelastung an. Diese kann mit geringem Aufwand praktisch umgesetzt werden.

Rauchgasreinigungsanlagen für kohlebefeuerte Kraftwerksblöcke und Abfallverbrennungsanlagen mit entsprechenden Anlagen bieten sich für Exkursionen an.

Vergleichende Schallpegelmessungen lassen sich an viel befahrenen Straßen, im Gewerbegebiet u. Ä. realisieren. Man sollte die Möglichkeit erkunden, an kostenlosen Hörtests teilzunehmen.

**Lernfeld 12 Boden untersuchen und
ökologisch nutzen****2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 204 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die natürliche und naturnahe Umwelt. Sie geben Empfehlungen zu deren bewussten Gestaltung. Sie nutzen Planungsunterlagen zur Raumordnung und Landschaftsplanung, dokumentieren ökologische Probleme, welche durch Inanspruchnahme von Natur und Landschaft entstehen. Die Schülerinnen und Schüler wählen Gesetzestexte aus, die im besonderen Maße dem Schutz von Landschaft, Natur und Umwelt dienen.

Die Schülerinnen und Schüler nutzen grundlegende Untersuchungsmethoden zur Ermittlung der ökologischen Stadtqualität. Zur Bestimmung des Einflusses abiotischer Umweltfaktoren auf Lebewesen und zum Einfluss biotischer Faktoren führen sie ausgewählte Versuche durch. Sie untersuchen grundlegende Zusammenhänge in einem Ökosystem und unterscheiden zwischen positiven und negativen Einflüssen.

Die Schülerinnen und Schüler recherchieren in Publikationen in gedruckter und digitaler Form. Sie wählen geeignete Analyseverfahren zur Untersuchung von Böden aus. Sie nehmen fachgerecht Proben, konservieren und lagern diese bei Bedarf. Die Schülerinnen und Schüler bereiten die Proben entsprechend der Untersuchungsmethoden vor und führen alle Untersuchungen nach Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes durch. Die Ergebnisse werten sie mit Hilfe gültiger Regelwerke aus. Sie bestimmen Ursachen und Arten der Bodenbelastung und zeigen Möglichkeiten des Bodenschutzes auf.

Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden auseinander und beurteilen Maßnahmen konventioneller Landwirtschaft und ökologischen Landbaus hinsichtlich ökologischer Auswirkungen.

Sie weisen Schutzgebiete und Schutzobjekte mit unterschiedlichen Schutzstatus aus. Die Schülerinnen und Schüler bewerten Eingriffe zur Landschaftsgestaltung und Landschaftsentwicklung und vergleichen Möglichkeiten und Wirkungen der Renaturierung und Rekultivierung. Sie ergreifen Maßnahmen zum Biotop- und Artenschutz und schätzen deren Wirksamkeit ab.

Inhalte:

Grundbegriffe der Ökologie

Ökosystem Boden

Bodenbestandteile und Struktur

Probenahme und Bodenanalytik

- Bodenart, Korngrößenverteilung
- Wasserkapazität
- Nährstoffgehalt, Bodenfruchtbarkeit
- pH-Wert

- Gehalt an anorganischen und organischen Stoffen
- Schadstoffgehalt

Bodenbelastung

- bodengefährdende Stoffe
- Rückstände, Höchstmengen

Landwirtschaftliche Bodennutzung

- konventionelle Landwirtschaft
- ökologischer Landbau

Landschaftsentwicklung

- Bodensanierung
- Renaturierung, Rekultivierung
- Stadtökologie, Stadtzonierung, Stadtböden, Stadtgrün, Pflanzenbestimmung
- Landschaftsplanung
- Raumordnung

Arten- und Biotopschutz

- Artenschutz und Rote Liste
- Schutzgebiete und Schutzstatus

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung der Lehrplaninhalte wird die Bezugnahme auf Schadstoffe (Lernfeld 2), Beschaffenheit von Grund- und Oberflächenwasser (Lernfeld 9), Abwasserinhaltsstoffe (Lernfeld 10), Emissionen (Lernfeld 11), Altlasten, Abfallverwertung und -beseitigung (Lernfeld 13) empfohlen. Es bietet sich an, praktische Anteile mit Kultivieren von Mikroorganismen (Lernfeld 15) zu kombinieren.

Eine Teilung der Inhalte in die Bereiche Boden und Ökologie mit dem Schwerpunkt Landwirtschaft und Landschaftsentwicklung ist möglich.

Beim Unterrichtsinhalt Ökologie wird empfohlen, auf abiotische und biotische Umweltfaktoren, Biotop, Biozönose, Biotoptypen, ökologische Potenz, Toleranzbereich und ökologische Nischen einzugehen. Dieses Lernfeld sollte das grundlegende Verständnis ökologischer Zusammenhänge allgemein und speziell am Ökosystem Boden hervorbringen.

Das Lernfeld erfordert die Planung umfangreicher Gruppenarbeitsphasen. Im Unterrichtsinhalt Probenahme und Bodenanalytik wird die Nutzung von Bodenschutzgesetz und Bodenschutzverordnung empfohlen.

Es wird vorgeschlagen, Flächennutzungspläne, Bebauungspläne zur Realisierung der Lernfeldinhalte zur Landschaftsentwicklung heran zu ziehen und geeignete Exkursionen durchzuführen.

Zum Verständnis von Arten- und Biotopschutz werden Exkursionen in Schutzgebiete, spezielle Biotope beispielsweise Moore, Hecken, Streuobstwiesen und typische Stadtökosysteme empfohlen. Es bietet sich an, Arten zu bestimmen und Biotopkartierungen unter Berücksichtigung des Naturschutzgesetzes vor zu nehmen. Probenahmetechniken für Böden, Verfahren der Bioindikation und das Bestimmen von Zeigerpflanzen für das Beschreiben der Bodenverhältnisse können Themen der praktischen Arbeit sein.

Exkursionen in landwirtschaftliche Betriebe im Bereich landwirtschaftlicher Bodennutzung lassen sich realisieren.

Lernfeld 13 Abfall behandeln, verwerten und beseitigen**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 136 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Möglichkeiten zur Abfallverwertung und Abfallbeseitigung aus ökonomischer und ökologischer Sicht. Sie analysieren Abfälle und klassifizieren diese nach Entstehung und Zusammensetzung unter Beachtung der rechtlichen Regelungen der Abfallwirtschaft.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren gut funktionierende Sammel- und Transportsysteme für Abfallstoffe und Gefahrgüter. Sie leiten Möglichkeiten zur Organisation solcher Systeme ab. Sie entscheiden, ob Abfälle zu behandeln sind und wählen geeignete Behandlungsverfahren entsprechend der Abfallzusammensetzung aus. Die Schülerinnen und Schüler leiten aus den technologischen Abläufen Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren ab und empfehlen Möglichkeiten der Abfallverwertung und Abfallbeseitigung.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Abfallproben und charakterisieren diese nach ihrer Gefährlichkeit. Sie überwachen die Entsorgung.

Die Schülerinnen und Schüler beobachten und dokumentieren die Deponierung von Abfällen. Sie schätzen das Gefahrenpotenzial von Altlasten ein und beurteilen Sanierungs- und Behandlungsverfahren.

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen beobachtete technologische Abläufe der Abfallbehandlung, -verwertung und -beseitigung. Sie dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse auch unter Nutzung von Präsentationssoftware. Sie bewerten den Umgang mit Abfällen und Gefahrenstoffen aus medizinischer, ökologischer und ökonomischer Sicht.

Inhalte:

Grundlagen der Abfallwirtschaft

- Umweltpolitik
- rechtliche Regelungen
- Konzepte der Abfallreduzierung
- Klassifizierung von Abfällen

Sammlung und Transport von Abfällen

- Getrennsammlung und Sammelsysteme für Hausmüll
- Kennzeichnung von Abfällen und Sammelbehältern
- Überwachung der Entsorgung

Abfallbehandlung und -verwertung

- mechanisch-physikalische Behandlungsanlagen
- mechanisch-biologische Behandlungsanlagen
- biologische Verfahren
- thermische Verfahren

Recycling

- Klassierung von Abfällen
- Aufbereitungsverfahren
- Vermarktung von Recyclingprodukten

Abfallbeseitigung

Altlasten

- Ursachen
- Altlastenbehandlung
- Sanierungsverfahren

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung der Lehrplaninhalte wird die Bezugnahme auf Gefahrstoffe (Lernfeld 2), Umweltmanagement (Lernfeld 6), Kultivieren von Mikroorganismen (Lernfeld 8), biotechnologische Verfahren (Lernfeld 15) empfohlen.

Dieses Lernfeld sollte grundlegendes Verständnis zur Verwertung und Beseitigung von Abfällen aus Sicht der Nachhaltigkeit vermitteln. Themenbereiche des Umweltrechts lassen sich zum Beispiel an der Verpackungsverordnung, der Altfahrzeugverordnung oder der Altölverordnung behandeln. Arbeitsteilige Unterrichtsmethoden lassen sich nutzen, um Informationserarbeitung und Informationsweitergabe mit den Schülern zu trainieren.

Zur Umsetzung der Lernfeldinhalte ist die Nutzung von Gesetzen und anderen rechtlichen Grundlagen notwendig, z. B. Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Deponieverordnung, Nachweisverordnung, Abfallverzeichnisverordnung, Gefahrstoffverordnung, Gefahrgutverordnung, Verpackungsverordnung, Altfahrzeugverordnung oder Altölverordnung. Zur Auswertung von Statistiken, wie Abfallaufkommen bieten sich Recherchen im Internet an.

Bei der Überwachung der Entsorgung lassen sich die konkreten Begleitpapiere für Abfälle verwenden. Auf digitale Möglichkeiten der Überwachung ist zunehmend Wert zu legen.

Ausgehend von den Alltagserfahrungen können die Schüler konkrete Sammelsysteme unterschiedlicher Landkreise analysieren und ggf. eine eigene Variante erarbeiten. Dabei sollten besonders auf die Problematik gefährlicher Abfälle eingegangen werden und Inhalte zu den Gefahrenstoffen Lernfeld 2 vertieft werden.

Eine Vollständigkeit der Verfahren in den Bereichen Abfallbehandlung, Abfallverwertung und Abfallbeseitigung ist nicht anzustreben. Vielmehr sollen die Schüler ausgewählte Verfahren kennen lernen und Vor- sowie Nachteile bestimmter Systeme diskutieren.

Anlagenbeschreibungen in englischer Sprache lassen sich im Unterricht ebenso einsetzen wie verschiedenste Internetpräsentationen entsprechender Anlagenbetreiber.

Zur Förderung des besseren Verständnisses von technologischen Abläufen bei der Realisierung von Aufgaben der Abfallwirtschaft sind Exkursionen zu Abfallsortieranlagen, Abfallbehandlungsanlagen, Kompostierwerken, Abfalldeponien unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts.

Lernfeld 14 Energietechnologien untersuchen**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 85 Ustd.****Ziele:**

Die Schülerinnen und Schüler prüfen und vergleichen Methoden der Energieumwandlung im Sinne einer fachkundigen Beratung.

Sie analysieren die gegenwärtige globale Energiesituation, die Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe und deren Einsatz zur Umwandlung in jeweils benötigte Energieformen. Sie erarbeiten ausgewählte, die Umweltbelastung beschreibende Daten und Aussagen, insbesondere zur Nutzung von Kernkraft als weitere Möglichkeit der Energiebereitstellung.

Die Schülerinnen und Schüler messen radioaktive Strahlung unter Einhaltung geltender Strahlenschutzbestimmungen, beurteilen die Ergebnisse und leiten mögliche Wirkungen auf Organismen ab. Sie beraten Unternehmen in Bezug auf Messung, Handhabung, Transport und Aufbereitung radioaktiver Stoffe bzw. radioaktiver Abfälle.

Die Schülerinnen und Schüler beobachten und dokumentieren verschiedene Möglichkeiten zu alternativen Energietechnologien. Sie untersuchen den prinzipiellen Aufbau und die Funktionsweise von sonnen-, wind- und wasserabhängigen Energieumwandlungsanlagen sowie Anlagen der Biomasse- und Biodieselproduktion und visualisieren diese für die Öffentlichkeitsarbeit unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.

Sie präsentieren ihre Untersuchungen zur alternativen Energieumwandlung, auch in englischer Sprache und leiten Konsequenzen für die Beratung von Unternehmen ab.

Inhalte:**Fossile Brennstoffe**

- Endlichkeit fossiler Brennstoffe
- Folgen der Nutzung

Kernkraftwerke

- Grundlagen der Nutzung von Kernenergie
- Wirkung ionisierender Strahlung
- Messung ionisierende Strahlung

Alternative Technologien

- solarthermische Anlagen
- Photovoltaikanlagen
- Windkraftanlagen
- Wasserkraftanlagen
- Erdwärmeanlagen
- Brennwerttechnik
- Brennstoffzelle

Biomasse

Biodiesel

Rationeller Umgang mit Energie

Energiesparmaßnahmen

Didaktisch-methodische Hinweise:

Dieses Lernfeld bietet vielfältige Möglichkeiten zur Vertiefung der Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler beim Ausführen physikalischer Berechnungen, des Arbeitens mit Größen und Einheiten. Insbesondere auf die Betrachtung des Wirkungsgrades von Anlagen wird hingewiesen.

Arbeitsteiliges Bearbeiten verschiedener Technologien wird empfohlen. Abschluss der entsprechenden Arbeitsphase können Präsentationen bzw. Informationsmaterialien in Prospektform sein. Auf die Vertiefung der Fähigkeiten im Formulieren von Gebrauchstexten ist in Zusammenarbeit mit dem Lehrer für das Fach Deutsch besonderer Wert zu legen.

Für die Realisierung in praktischen Unterrichtsanteilen wird das Erfassen von Messwerten sowie deren computergestützte Auswertung an Photovoltaikmodulen empfohlen. Des Weiteren bieten sich Energieverbrauchsmessungen an, um anschließend Aufwand und Nutzen bei energiesparenden Technologien zu diskutieren.

Bei der Beschreibung der Biomasseproduktion sollte im Besonderen auf Holzpellets, Strohpellets und Bioabfall eingegangen werden. Entsprechende Synergien zum Lernfeld 13 sollten genutzt werden.

Zur Förderung des besseren Verständnisses von alternativen Technologien sollten geeignete Exkursionen zu entsprechenden Anlagen, wie Windpark, Photovoltaikanlagen, solarthermische Anlagen und Brennstoffzelle durchgeführt werden. Zu empfehlen sind die Besichtigung von Ausstellungen und Messen zu entsprechenden Energietechnologien.

Lernfeld 15	Umwelt biotechnologisch untersuchen und behandeln	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 119 Ustd.
<p>Ziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen klassische und moderne biotechnologische Verfahren im Umweltbereich zur Dekontamination von Umweltmedien.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler isolieren Mikroorganismen aus Umweltmedien, identifizieren und differenzieren diese hinsichtlich des Baus sowie des Stoff- und Energiewechsels. Sie bestimmen Wachstums- und Vermehrungsbedingungen der isolierten Mikroorganismen. Dabei setzen sie die Anforderungen an mikrobiologische und biotechnologische Laboratorien in die Praxis um und arbeiten steril.</p> <p>Zur Bestimmung von Dekontaminierungsstoffen in Umweltmedien nutzen die Schülerinnen und Schüler Biosensoren und DNA-Sonden. Sie wählen geeignete Mikroorganismen zur Dekontamination von Umweltmedien aus und dokumentieren die entsprechenden Dekontaminationsprozesse anhand der StoffwechsellLeistungen der eingesetzten Mikroorganismen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Umweltbelastungen kritisch und bewerten entsprechende Chancen und Risiken des Einsatzes biotechnologischer Verfahren. Sie unterbreiten begründete Vorschläge zum Einsatz biotechnologischer Verfahren im Umweltbereich. Ihre Ergebnisse dokumentieren und präsentieren sie unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Biotechnologie als interdisziplinäre Wissenschaft</p> <p>Arbeitsgebiete und deren ökonomische Bedeutung</p> <p>Mikroorganismen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cytologie - Metabolismen - Systematik <p>Viren</p> <p>Kultivierung von Mikroorganismen</p> <p>Isolierung und Identifikation von Mikroorganismen in Umweltmedien</p> <p>Biotechnologische Verfahren im Umweltschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Möglichkeiten - Risiken - Grenzen - Entwicklungstendenzen <p>Einsatz gentechnisch veränderter Mikroorganismen und höherer Organismen</p> <p>Biostoffverordnung, Gentechnikgesetz</p>		

Didaktisch-methodische Hinweise:

Bei der Umsetzung der Lernfeldinhalte sollte Bezug auf Lernfeld 8, Lernfeld 9 (Umweltmedien Wasser, Luft, Boden, biologische Gewässergüte), Lernfeld 10 (Abwasser- und Schlammbehandlung), Lernfeld 11 (biologische Abluftreinigung), Lernfeld 12 (Boden) genommen werden.

Praktische Anteile können mit den Lernfeld 9, 10, 11, 12, 13 kombiniert werden.

Zur Identifikation von Mikroorganismen können Stoffwechselleistungen wie z. B. Sauerstoffverbrauch, Säurebildung, Versuche zur „Bunten Reihe“ sowie Bestimmungsliteratur herangezogen werden. Für die Realisierung des praktischen Anteils in diesem Lernfeld wird Gruppenunterricht empfohlen. Die Versuche sollten überwiegend als Einzelexperimente durchgeführt werden. Kenntnisse aus dem Bereich des Umweltrechts lassen sich in diesem Lernfeld vertiefen.

Zur Entwicklung des ganzheitlichen Denkens in beruflich relevanten Handlungssituationen ist die übergreifende Abstimmung mit dem Lernfeld 7 „In englischer Sprache kommunizieren“ sicherzustellen. Die Schülerinnen und Schüler sollten bei Recherchen bewusst auch mit englischsprachigen Quellen arbeiten. Besonders die Diskussion ethischer Probleme wird in diesem Lernfeld empfohlen.

Anhang

Empfehlungen zur Gestaltung des Betriebspraktikums

Kurzcharakteristik

Das Betriebspraktikum ergänzt mit seinen Inhalten die Ausbildung an der Berufsfachschule für Technik und entspricht damit den Forderungen der Schulordnung Berufsfachschule - BFSO vom 11. August 1999, zuletzt geändert durch die Verordnung vom 1. August 2004.

Die Schülerinnen und Schüler erlangen während des Betriebspraktikums berufliche Handlungskompetenz durch selbstständiges und eigenverantwortliches Umsetzen und Vertiefen von vorhandenem Wissen, durch Neuerwerb von Kenntnissen sowie durch Sammeln von Erfahrungen.

In der beruflichen Tätigkeit wenden sie Inhalte der praxisnahen Ausbildung an und vertiefen so ihre Fähigkeit zur weitgehend selbstständigen, verantwortungsvollen Arbeit bei der Erfüllung berufstypischer Aufgaben.

Eine zentrale Stellung in der betriebspraktischen Ausbildung nimmt dabei die kontinuierliche Reflexion und der kritische Umgang mit den eigenen Arbeitsergebnissen ein, die in einer Eigenbewertung durch die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des zu erstellenden Praktikumberichtes geleistet wird.

Organisatorische Aspekte

Das Betriebspraktikum wird vorzugsweise an Einrichtungen durchgeführt, die grundsätzlich Chemisch-technische Assistenten und ihnen verwandte Berufsgruppen beschäftigen. Dazu zählen sowohl staatliche als auch private Forschungseinrichtungen, Labore, Institute sowie Betriebe, die solche Abteilungen betreiben.

Die wöchentliche Arbeitszeit richtet sich nach dem Betriebsregime und darf nicht mehr als 40 Stunden betragen. Die tägliche Arbeitszeit fällt in der Regel in den Zeitraum von 6.00 - 22.00 Uhr und darf acht Stunden täglich ohne Anrechnung der Pausen nicht überschreiten. An den Wochenenden erfolgt in der Regel kein Betriebspraktikum.

Die Dauer des Betriebspraktikums beträgt je Ausbildungsjahr sechs Wochen. Den Zeitraum in den das Praktikum fällt, legt die Schule fest.

Zwischen Schule und Praxiseinrichtung wird eine Praktikumsvereinbarung abgeschlossen, in der wesentliche Rahmenbedingungen und Inhalte fixiert werden. Diese Inhalte und Zielsetzungen leiten sich direkt aus dem Lehrplan ab.

In den zu wählenden Einrichtungen sollten folgende grundlegende Voraussetzungen gegeben sein:

- die Praxiseinrichtung ermöglicht die Ausbildung sozialer Kompetenzen
- die Praxiseinrichtung ist in der Lage, dem Schüler/der Schülerin regelmäßig Arbeitsaufgaben zu übertragen, die der Zielsetzung der Ausbildung entsprechen
- es besteht sowohl die Bereitschaft als auch die Fähigkeit, zur Zusammenarbeit und zum fachlichem Austausch mit der Schule

Folgende Kriterien sollten bei der Auswahl der Betriebe berücksichtigt werden:

Der Arbeitsplatz und das Arbeitsumfeld müssen von ihrer räumlichen Ausstattung her die Beschäftigung von Schülerinnen und Schülern zulassen.

Die Arbeitsmaterialien, Arbeitsstoffe, Schutzeinrichtungen usw. müssen von der Einrichtung bereit gestellt werden und dem aktuellen fachlichen Standart des Arbeitsumfeldes entsprechen sowie den gültigen Sicherheitsbestimmungen genügen.

Die Begleitung durch einen fachlich und sozial kompetenten, vom Betrieb festzulegenden und namentlich der Schule bekannten Betreuer (Praktikumvereinbarung) muss gegeben sein. Der Betreuer ist in der Lage, die Zusammenarbeit mit der Schule zu gewährleisten und wird hierin durch seinen Betrieb unterstützt.

Es ist sicherzustellen, dass die Schülerinnen und Schüler regelmäßig und täglich auf den Rat und die Anleitung des Betreuers zurückgreifen können und andernfalls eine Vertretung benannt wird.

Die Arbeitsaufgaben für die Schülerinnen und Schüler entsprechen den Aufgaben des Betriebes und gleichzeitig der Zielsetzung der Ausbildung.

Die Schule unterstützt die Schülerinnen und Schüler durch Beratung bei der Suche nach geeigneten Praktikumbetrieben. Sie benennt einen Verantwortlichen, der die Praktikumsvereinbarungen zum Abschluss vorbereitet und die Kommunikation zwischen Betrieb und Schule sicher stellt. Der Verantwortliche besucht ggf. die Schülerinnen und Schüler im Praktikumbetrieb. Nach Beendigung des Praktikums nimmt er den Bericht der Schülerinnen und Schüler und die Einschätzung des Betreuers entgegen. Schlussfolgerungen und Erkenntnisse werden in geeigneter Weise in die Beratungsgespräche der Schülerinnen und Schüler und in ihre Bewertung einbezogen.

Inhaltliche Gestaltung

Das Betriebspraktikum umfasst zwei Teile, die aufeinander aufbauen und eine Einheit darstellen.

Klassenstufe 1 - Teil A

Die Schülerinnen und Schüler lernen den Praktikumbetrieb, typische betriebliche Aufgaben und charakteristische berufliche Handlungen kennen. Sie werden mit typischen Tätigkeiten im Labor beauftragt und erlangen dabei Einblick in die Organisation des Praktikumbetriebes.

Klassenstufe 2 - Teil B

Die Schülerinnen und Schüler führen zunehmend selbstständig auch komplexere Arbeitsaufgaben nach Anleitung durch und übernehmen so Verantwortung für ausgewählte Aufgaben. Typische Tätigkeiten im Labor erledigen sie eigenständig und in hoher Qualität. Die Arbeit der Schülerinnen und Schüler wird vom Betreuer zunehmend als Hilfe und im Interesse des Betriebes liegend eingeschätzt.

Hinweis: Wünschenswert ist die Entwicklung einer betrieblichen Bindung durch Absolvieren beider Praktikums Teile in derselben Einrichtung!

Dokumentation und Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler protokollieren ihre wöchentlichen Tätigkeiten und erstellen einen Praktikumbericht. Dieser kann bewertet werden, wobei die Note einem entsprechenden Lernfeld zugeordnet wird. Das Betriebspraktikum selbst wird nicht bewertet (vgl. Schulordnung Berufsfachschule vom 11. August 1999, rechtsbereinigt mit Stand vom 1. August 2004, §13).

Beschreibung des Anforderungsniveaus zur Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen

Die Stufe II des KMK-Fremdsprachenzertifikats (B1 GeR) weist folgende Anforderungen in den einzelnen Kompetenzbereichen aus.

Rezeption: Hör- und Leseverstehen

Die Schülerinnen und Schüler können klar und in angemessenem, natürlichem Tempo gesprochene Mitteilungen nach wiederholtem Hören im Wesentlichen verstehen, wenn die Informationen nicht zu dicht aufeinanderfolgen. Sie können gängige berufstypische Texte unter Einsatz von Hilfsmitteln, wie z. B. Wörterbüchern, Handbüchern und visuellen Darstellungen, zügig auf Detailinformationen hin auswerten.

Produktion: Zusammenhängendes Sprechen und Schreiben

Die Schülerinnen und Schüler können berufsbezogene Sachinformationen verständlich in der Fremdsprache formulieren, auch wenn der Wortschatz eingeschränkt ist. Sie sind in der Lage, berufstypische Standardschriftstücke und mündliche Mitteilungen unter Berücksichtigung von Vorgaben und Verwendung von Hilfsmitteln weitgehend korrekt in der Fremdsprache zu verfassen bzw. zu formulieren.

Mediation: Mündliche und schriftliche Sprachmittlung

Die Schülerinnen und Schüler können berufsbezogene Sachverhalte zwischen Partnern, die unterschiedliche Sprachen sprechen, vermitteln. Sie sind in der Lage, in Englisch dargestellte Sachverhalte unter Verwendung von Hilfsmitteln auf Deutsch wiederzugeben oder in Deutsch dargestellte Sachverhalte ins Englische zu übertragen. Dabei kommt es nicht auf sprachliche und stilistische, sondern auf die inhaltliche Übereinstimmung an.

Interaktion: Gespräche führen, an Gesprächen teilnehmen

Die Schülerinnen und Schüler können gängige berufsrelevante Gesprächssituationen unter Einbeziehung des Gesprächspartners in Englisch bewältigen und auf schriftliche Standardmitteilungen reagieren, wobei Aussprache, Wortwahl und Strukturgebrauch noch von der Muttersprache geprägt sein können. Sie sind in der Lage, eigene Meinungen und Vorhaben kurz zu erklären und zu begründen sowie wesentliche landestypische Unterschiede zu berücksichtigen.

Hinweise zur Umsetzung des Lehrplanes

Im Sinne der Gleichwertigkeit der Berufsabschlüsse von Berufsschule und Berufsfachschule liegt den Lehrplänen beider Schularten das didaktische Prinzip der Handlungsorientierung zugrunde und der berufsbezogene Bereich ist nach Lernfeldern strukturiert. Bestehende Vorgaben für die KMK-Rahmenlehrpläne hinsichtlich des strukturellen Aufbaus und der Zielformulierungen der Lernfelder sind auf die Berufsfachschule zu übertragen.¹⁾

Aus diesem Grund sind nachfolgend für die Berufsschule getroffenen Aussagen auch für die Berufsfachschule anzuwenden.

Lernfeldkonzept

Seit 1996 werden für neue und neugeordnete anerkannte Ausbildungsberufe die Rahmenlehrpläne der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule (KMK-Rahmenlehrpläne) nach dem an der Handlungssystematik ausgerichteten Lernfeldkonzept entwickelt.

Mit der Einführung des Lernfeldkonzeptes sollen folgende Ziele erreicht werden:

1. Durch die Ausrichtung an den arbeits- und geschäftsprozessorientierten Grundlagen des Berufes und die Rücknahme einer vordergründig an der Fachsystematik der Bezugswissenschaften orientierten Anordnung von Zielen und Inhalten im Lehrplan wird der Berufsschulunterricht praxisnäher gestaltet.
2. Durch die Ausrichtung auf den grundlegenden Handlungsvollzug in der beruflichen Tätigkeit wird der Weiterentwicklung der Abschlussprüfung (Prüfungsstruktur, Prüfungsinhalte und Prüfungsdurchführung) in Richtung berufliches Handeln und Kompetenzentwicklung entsprochen.
3. Durch die Ausrichtung auf Aufgabenstellungen und Problemlösungen der beruflichen Tätigkeit wird die Lernortkooperation gefördert.
4. Durch die Reduzierung des Detaillierungsgrades werden die Lehrpläne für branchenspezifische und regionale Besonderheiten sowie für die Anpassung an die Entwicklung von Wirtschaft, Wissenschaft und Technik geöffnet und insgesamt die „Lebensdauer“ der Lehrpläne erhöht.

Diese konzeptionellen Vorstellungen und die Anleitung zur Umsetzung durch die Rahmenlehrplan-Ausschüsse sind in den „Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe“ enthalten, die über das Internet abrufbar sind (<http://www.kmk.org/doc/publ/handreich.pdf>).

In der Handreichung werden Lernfelder definiert als „... **durch Ziel, Inhalte und Zeitrichtwerte beschriebene thematische Einheiten, die an beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufen orientiert sind.**“

(„Handreichungen ...“, Stand September 2007, S. 17)

¹⁾ Leistungsbeschreibung der Berufsfachschule

Lernfeld 1: Eigenschaften und Reaktionen anorganischer Stoffe untersuchen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 204 Ustd.
Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler ...	
Inhalte: - ... - ... - ...	

Die **Zielformulierungen** (Ziele) beschreiben die Qualifikationen und Kompetenzen, die am Ende des schulischen Lernprozesses in einem Lernfeld (im Kontext mit der betrieblichen Ausbildung) erwartet werden.

Die Ziele bringen den didaktischen Schwerpunkt und die Anspruchsebene des Lernfeldes zum Ausdruck.

Die **Inhalte** bilden nach den Zielen ein weiteres Element der Lernfelder. Bei ihrer Festlegung ist unter Beachtung der Aufgaben des Lernorts Berufsschule eine didaktisch begründete Auswahl getroffen worden, die der Verdeutlichung der Lernziele dienen soll. Sie sind nicht als vollständige Aufzählung im Sinne der Fachsystematik zu betrachten.

Jedem Lernfeld ist ein **Zeitrichtwert** zugeordnet. Die Zeitrichtwerte sind Bruttowerte, d. h. sie berücksichtigen die unterschiedliche Länge des Schuljahres sowie Differenzierungsmaßnahmen, Lernerfolgskontrollen etc. Die inhaltlichen Festlegungen sollen 80 % des rechnerischen Bruttowertes nicht überschreiten.

Vom Unterrichtsfach zum Lernfeld

Die Wissenschaftsdisziplinen (z. B. Ingenieurwesen, Wirtschaftswissenschaft, Mathematik, Biologie) sind als Bezugswissenschaften traditionell Ausgangspunkte für die didaktische Strukturierung von Wissen in Schulfächern. Häufig wurden Fachbezeichnungen in Anlehnung an die Bezugswissenschaften gewählt, nur die Ziele angepasst und die Inhalte auf die jeweilige Zielgruppe zugeschnitten.

Überwiegend wurden die Inhalte der jeweiligen Wissenschaftsdisziplinen - zwar didaktisch reduziert, aber dennoch vollständig - in das jeweilige Schulfach übertragen, unabhängig davon, ob alle Inhalte für den Bildungsgang relevant waren.

Aus schulorganisatorischer Sicht (festgelegte Wochen-Studentafel, Lehrerqualifikation, Lehrereinsatz) ist dieser Unterricht vergleichsweise leicht umsetzbar. Diese wissenschaftssystematisch strukturierten Fächer sind jedoch unzureichend auf betriebliche Arbeits- und Geschäftsprozesse ausgerichtet.

Lernziel Berufliche Handlungskompetenz

Der eigentliche Wandel der Lehrplanarbeit erfolgt weniger durch den Austausch oder die Ergänzung von Lerninhalten, sondern in erster Linie durch eine andere Akzentuierung in den Zielen. An die Stelle einzelner Lernziele, die weitgehend der Systematik der Bezugswissenschaften folgen, treten nun übergreifende Lernziele für berufliche Handlungsfelder, die unter dem Aspekt der Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung als repräsentativ für den jeweiligen Ausbildungsberuf gelten. Sie bilden die verbindliche Grundlage für Auswahl und Anordnung von Inhalten. Entsprechend enthalten die Lernfelder umfangreiche Zielstellungen. Die inhaltlichen Vorgaben sind dagegen auf eine exemplarische Auswahl beschränkt, die in den wenigsten Fällen als vollständig im Sinne der Fachsystematik angesehen werden können.

Das Lernfeldkonzept ist damit unmittelbar auf die Entwicklung von beruflicher Handlungskompetenz gerichtet.

Die neuen KMK-Rahmenlehrpläne gehen vom Prinzip der Handlungsorientierung aus. Im handlungsorientierten Unterricht soll anhand praxisrelevanter Problemstellungen über den überwiegend gedanklichen Vollzug der berufstypischen Handlungsabläufe in Form von vollständigen Lernhandlungen anwendungsbereites Wissen erarbeitet werden. Über die Lösung komplexer beruflicher Aufgaben wird auch das für den Beruf notwendige Wissen erschlossen. Es ist jedoch nicht beabsichtigt, alle berufsrelevanten Arbeits- und Geschäftsprozesse im Berufsschulunterricht abzubilden.

Unterricht in Lernfeldern schließt das Systematisieren von berufsbezogenem Wissen und die Vermittlung notwendiger Fachlichkeit ein. Beides erfolgt aber immer vor dem Hintergrund einer beruflichen Handlungssituation, die den ursprünglichen Lernanlass gab.

Die Herausforderung

Die Umsetzung des Lernfeldkonzepts erfordert von den beteiligten Lehrkräften kreatives Engagement, den Berufsschulunterricht unter Berücksichtigung der personellen und sächlichen Rahmenbedingungen im Sinne einer neuen Lernkultur zu gestalten. Insbesondere ist eine didaktisch-methodische Neuorientierung erforderlich. Das Prinzip der Handlungsorientierung, das bisher von den Lehrkräften in freier pädagogischer Verantwortung zu bearbeiten war, hat mit Hilfe der neuen KMK-Rahmenlehrpläne eine verbindliche Grundlage erhalten.

Insgesamt soll über das Lernfeldkonzept im derzeit bestehenden Rechtsrahmen die Erfüllung des Bildungsauftrages langfristig gesichert und ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Berufsschule geleistet werden. Darin liegen der innovative Gehalt dieses Konzeptes und zugleich die Chancen für die Berufsschule.

Schulleitungen und Lehrkräfte sind aufgefordert, ihren erweiterten didaktisch-methodischen Gestaltungsfreiraum in diesem Sinne zu nutzen.

Die didaktische Neustrukturierung des Berufsschulunterrichts stellt veränderte Anforderungen an die Schulorganisation und bedingt grundsätzliche Veränderungen in der Arbeit der Lehrkräfte. Insbesondere folgende Bereiche sind relevant:

Lernfeldarbeit ist Teamarbeit

Die gemeinsame Ausarbeitung schulnaher Curricula aufgrund der neuen lernfeldstrukturierten Lehrpläne kann sinnvoll nur in einem Lehrerteam erfolgen. Gezielte Kommunikation als Grundlage einer effektiven Teamentwicklung wird deshalb zu einer wichtigen Aufgabe schulinterner Organisationsentwicklung.

Lernfeldarbeit fördert die schulische Profilbildung und die Schulentwicklung

Die neuen KMK-Rahmenlehrpläne beschreiben die Ziele und Inhalte zu den jeweiligen Lernfeldern bewusst gestaltungsoffen. Diese Offenheit schafft Freiräume, erfordert aber auch eine Auslegung und Konkretisierung der Lehrpläne durch die Lehrer im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit der jeweiligen Schule und die Anforderungen des dualen Partners.

Lernfeldarbeit erfordert prozessbezogene Leistungsbewertungen

Für einen handlungsorientierten Unterricht, in dem Arbeits- und Geschäftsprozesse die Schülerarbeit leiten, ist die bloße Feststellung des Wissensstandes für eine angemessene Leistungsbewertung nicht ausreichend. Hinsichtlich der angestrebten Kompetenzen ist es sinnvoll, die Planung, Durchführung, Prüfung und Präsentation der Lösung einer Arbeitsaufgabe, d. h. den Weg hin zum Ergebnis, in die Bewertung einzubeziehen. Entsprechende Fortbildungsangebote müssen gefordert und genutzt werden.

Lernfeldarbeit erfordert Lernortkooperation

Eine Lernortkooperation, bei der einerseits den Lehrkräften ermöglicht wird, die regionale Berufspraxis kennen zu lernen und bei der andererseits die Abfolge der Lernaufgaben und Lehr-/Lernarrangements im Unterricht mit den betrieblichen Partnern abgestimmt werden kann, ist notwendig.

Schulorganisation

Überlegungen und Vorschläge zur Schulorganisation

Für die erfolgreiche Einführung von lernfeldstrukturierten Lehrplänen kommt den Schulleitungen eine Schlüsselrolle zu. Auf einige bedeutsame schulorganisatorische Aspekte soll hingewiesen werden:

Aufgaben der Schulleitung

Lehrkräfte vorbereiten

- Der neue KMK-Rahmenlehrplan, die Ausbildungsordnung und das sächsische Arbeitsmaterial für die Berufsschule (Arbeitsmaterial) werden allen im Bildungsgang eingesetzten Lehrkräften vorgestellt. Dazu benötigt jede Lehrkraft ein eigenes Exemplar des Arbeitsmaterials, der Ausbildungsordnung und des KMK-Rahmenlehrplanes.
- Die im Arbeitsmaterial enthaltene Kurzcharakteristik des Bildungsganges und die Stundentafel sind zu erläutern. Die Lehrkräfte werden in die Möglichkeiten zur Umsetzung der Stundentafel eingewiesen.

- Die veränderte Unterrichtsorganisation erfordert eine neue Qualität der Zusammenarbeit und Motivation der Lehrkräfte. Diese neuen Aufgaben und Anforderungen müssen vorgestellt und erklärt werden. Ggf. müssen auch Vorbehalte abgebaut werden.
- An einem Beispiel wird der Aufbau eines Lernfeldes exemplarisch dargestellt. Der Umgang mit den Zielformulierungen und den Inhalten bei der weiteren Unterrichtsplanung ist zu erörtern. Für die einzelnen Lernfelder sind ggf. Lernsituationen zu entwickeln.

Rahmenbedingungen schaffen

- Die Bildung von Lehrerteams ist zu fordern und zu fördern. Es wird zunächst festgelegt, welches Lehrerteam für die Umsetzung der Lernfelder im Bildungsgang verantwortlich ist. Dazu werden konkrete Ziele und Verantwortlichkeiten vereinbart. Die Lehrerteams sind bei der Umsetzung der Lernfelder zu beraten und zu unterstützen. Dazu sind auch geeignete Formen der schulinternen Fortbildung zu nutzen.
- Bei der Bereitstellung von Anrechnungsstunden aus dem Kontingent der jeweiligen Schule können die mit der Umsetzung der Lernfelder befassten Lehrerteams, besonders in der Einführungsphase des Lernfeldkonzeptes, berücksichtigt werden. Genauso könnten innovative didaktisch-methodische Ansätze, die oft auch einen höheren Vor- und Nachbereitungsaufwand erfordern, anerkannt werden. Dies erfordert ggf. eine Prioritätenliste bei der Vergabe von Anrechnungsstunden und Veränderungen von Schuljahr zu Schuljahr.
- Für die Schaffung günstiger Bedingungen für den handlungsorientierten Unterricht ist die Ausstattung integrierter Fachunterrichtsräume anzustreben.

Lehrereinsatz planen

- Unterricht in Lernfeldern ist in der dualen Ausbildung fachtheoretischer Unterricht. Im Berufsgrundbildungsjahr und in der einjährigen Berufsfachschule wird dieser durch fachpraktischen Unterricht ergänzt. Der anforderungsgerechte Einsatz entsprechend ausgebildeter Lehrkräfte ist daher auch weiterhin zu gewährleisten.
- Die Wochenstundenplanung muss handlungsorientierten Unterricht ermöglichen. Es wird empfohlen, die Verantwortung für die Detailabstimmung zwischen den Lehrkräften in die Lehrerteams zu delegieren und die Einhaltung des Regelstundenmaßes zu kontrollieren. Ein an der Einzelstunde (45 Minuten) ausgerichteter und von der Schulleitung vorgegebener Stundenplan mit namentlicher Zuweisung der jeweils verantwortlichen Lehrkraft ist flexibel zu handhaben.

Leistungsbewertung sichern

- Alle Lehrkräfte verfügen über eindeutige Vorgaben zur Leistungsbewertung und für die Gestaltung der schulischen Unterlagen.
- Die Teilnahme der Lehrkräfte an Fortbildungen zu einer am Lernprozess orientierten Leistungsbewertung im handlungsorientierten Unterricht ist zu fordern und zu fördern.

Erfahrungsaustausch organisieren

- Der Erfahrungsaustausch zwischen den Lehrkräften leistet einen Beitrag zum effektiven Arbeiten und zum Lösen von Problemen. Die Aufgeschlossenheit der Lehrkräfte für Unterrichtsbesuche und Diskussionen zu didaktischen und methodischen Fragen muss gefördert werden. Unterrichtsbesuche durch die Schulleitung sollten über größere Unterrichtsabschnitte erfolgen und in der Einführungsphase des neuen Lehrplanes intensiviert werden.
- Der schulinterne Austausch mit anderen Bereichen, die ebenfalls nach lernfeldstrukturierten Lehrplänen unterrichten, soll intensiviert werden, um Erfahrungen der anderen Lehrkräfte zu nutzen.
- Es sollte mit Schulen, die bereits Erfahrung mit der Umsetzung von lernfeldstrukturierten Lehrplänen haben oder sich ebenfalls mit der Umsetzung beschäftigen, ein Erfahrungsaustausch durchgeführt werden.

Anforderungen an die Zusammenarbeit zwischen den Lehrkräften

Lehrerteams bilden

- Es muss Klarheit darüber bestehen, was das Lehrerteam innerhalb der Schulorganisation und bei der Umsetzung der Lernfelder in Lernsituationen bewirken soll und wie weit der Verantwortungsbereich eines Lehrerteams reicht. Dazu wird empfohlen, einen Teamleiter zu bestimmen, um die weitere Aufgabenverteilung und Koordination sinnvoll zu organisieren. Auf die professionelle Gestaltung von Informationsflüssen zwischen den Lehrkräften ist zu achten. Die Abstimmung mit den Lehrkräften, die den Unterricht in den Fächern des berufsübergreifenden Bereichs erteilen, ist zu sichern; inhaltliche Bezüge zwischen den Lernfeldern des berufsbezogenen Bereichs und den Fächern des berufsübergreifenden Bereichs sind nach Möglichkeit herzustellen.
- Regelmäßige Beratungen mit Festlegungen sowie deren Kontrolle und Auswertung durch die Lehrerteams sind notwendig.
- Die Spezialisierung der einzelnen Lehrkräfte sollte nicht dominant sein, die gegenseitige Ersetzbarkeit innerhalb des Teams ist anzustreben.

Unterrichtstätigkeit koordinieren

- Die Umsetzung der Ziele und Inhalte der Lernfelder basiert grundsätzlich auf dem kooperativen Zusammenwirken aller beteiligten Lehrkräfte bei der fachlichen und didaktisch-methodischen Abstimmung.
- Wesentliche Aufgabe des Teams ist die Formulierung und Ausgestaltung von Lernsituationen. Diese Konkretisierung der Lernfelder erlaubt den flexiblen Lehrereinsatz auch innerhalb eines Lernfeldes.
- In den Stoffverteilungsplänen sind der zeitliche Ablauf und die Zuordnung der Ziele und Inhalte zu koordinieren. Es ist abzustimmen, in welcher Weise die Lernsituationen aufeinander aufbauen, welche Kompetenzen (Fach-, Human- und Sozialkompetenz) besonders entwickelt werden sollen.
- Die didaktische Konzeption der einzelnen Lernsituation soll selbstständiges Lernen fördern und möglichst immer eine vollständige Handlung im Sinne von „Planen, Durchführen und Kontrollieren“ abbilden.

- Anwendungsbezogener gerätegestützter Unterricht ist immer integrierter Bestandteil des handlungsorientierten Unterrichts. Die in den Lernfeldern exemplarisch dargestellten beruflichen Handlungsabläufe werden, entsprechend dem aktuellen Stand der Technik, mit geeigneten Unterrichtsmethoden nachvollzogen. Der anwendungsbezogene gerätegestützte Unterricht führt somit schulorganisatorisch und unterrichtsplanerisch kein Eigenleben und trägt auch nicht nur theorieergänzenden, wiederholenden oder bekräftigenden Charakter.
Der integrative Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnik einschließlich der entsprechenden Standard- und Branchensoftware im Unterricht ist zu sichern.
Daher soll jeder Lehrkraft deren Nutzung in den entsprechenden Lernfeldern möglich sein.

Leistungsbewertung abstimmen

- Ungeachtet der mit dem Lernfeldkonzept möglichen Vielfalt von Leistungsnachweisen, die im Unterricht zu erbringen und zu bewerten sind, gilt weiterhin der Grundsatz der individuellen Leistungsbewertung.
- Die inhaltliche Abstimmung der schulischen Anforderungen mit den Anforderungen der Abschlussprüfung ist ein wichtiges Kriterium für die Tragfähigkeit des handlungsorientierten Unterrichts. In der Berufsschule sollen auch künftig Prüfungssituationen simuliert werden, damit die Schülerinnen und Schüler ein kritisches Selbstbild über die eigene Leistungsfähigkeit entwickeln.
- Im Lehrerteam sind Einzelfragen zu besprechen, z. B. die Einbeziehung von Kompetenzen in die Bewertung, die Gewichtung von einzelnen Noten oder die Möglichkeit zur Nachholung versäumter Leistungsnachweise, um eine Abschlussnote für das jeweilige Lernfeld zu erreichen.

Raumbelegung beeinflussen

- Anhand der Struktur der Lernfelder ist die Planung und Nutzung der vorhandenen Unterrichtsräume sorgfältig zu prüfen. Ein häufiger Raumwechsel durch die einzelne Klasse sollte vermieden werden. Die Zuweisung von Klassenräumen schafft Voraussetzungen für die Gestaltung von Lernumgebungen, die den handlungsorientierten Unterricht fördern (z. B. Sitzordnung, Unterrichtsmittel, Präsentationsflächen).
- Um die Computernutzung zu ermöglichen, kann für eine Klasse eine parallele Raumbelegung oder der Einsatz von mobilen Computerstationen erforderlich werden, sofern keine integrierten Fachunterrichtsräume zur Verfügung stehen.
- Die Nutzung der schulischen Werkstätten für den anwendungsorientierten gerätegestützten Unterricht muss unterrichtsplanerisch auf die jeweilige Lernsituation abgestimmt sein.

Unterrichtsbesuche organisieren

- Gegenseitige Unterrichtsbesuche dienen der Fortbildung und zur Koordinierung der Lehrkräfte untereinander.
- Freiräume für gegenseitige Unterrichtsbesuche müssen geplant und genutzt werden.
- Im Kollegium sollte eine offene Gesprächskultur zu inhaltlichen und didaktisch-methodischen Fragen entwickelt werden. Regelmäßige Gespräche zur Vor- und Nachbereitung des Unterrichts sollten daher zur Gewohnheit werden.

Unterrichtsplanung und Unterrichtsdurchführung

Unterrichtsplanung

Die Unterrichtsplanung beinhaltet die gedankliche Vorwegnahme und die planerische Gestaltung von geeigneten Lernsituationen durch die verantwortlichen Lehrkräfte auf der Grundlage der Vorgaben in den Zielformulierungen und Inhalten eines Lernfeldes. Lernsituationen konkretisieren Lernfelder. Diese Konkretisierung erfolgt durch die didaktische Reflexion der beruflichen Handlungssituationen und unter Berücksichtigung des Erfahrungshorizonts der Schülerinnen und Schüler.

Nach BADER erfordert das Ausgestalten und Formulieren von Lernsituationen u. a. die Beantwortung der folgenden didaktischen Leitfragen:

1. Durch welche Lernsituationen kann ein bestimmtes Lernfeld konkretisiert werden?
2. Welche Kompetenzen (in den Dimensionen von Fach-, Human- und Sozialkompetenz) sollen in einzelnen Lernsituationen besonders entwickelt werden? Anhand welcher Inhaltsbereiche (fachwissenschaftliche Aussagen/Gesetzmäßigkeiten, Praxiserfahrungen/Werkregeln usw.) können diese Kompetenzen entwickelt werden?
3. Auf welchen größeren Arbeitsprozess und auf welche Teilprozesse bezieht sich das Arrangement von Lernsituationen? In welcher Weise sind die Lernsituationen innerhalb des Lernfeldes aufeinander bezogen?
4. Welche technik- oder berufsspezifischen Methoden kommen in den Lernsituationen zum Tragen?
5. Welche Ebene der theoretischen Fundierung ist unter Berücksichtigung der Voraussetzungen der Lernenden in den einzelnen Lernsituationen erreichbar?
6. Welche Kompetenzen bzw. Inhalte können als grundlegend, welche als exemplarisch gelten (grundlegende und exemplarische Bedeutung)?

Bei den unter Nr. 5 genannten „Ebenen der theoretischen Fundierung“ sind zu unterscheiden:

- Alltagserfahrung
- Werkstatterfahrung
- Modellbildung
- Theoriebildung

Unterrichtsdurchführung

Unterricht in Lernfeldern ist durch methodische Vielfalt gekennzeichnet. Im Mittelpunkt stehen methodische Arrangements, die das eigenverantwortliche Arbeiten der Schülerinnen und Schüler einfordern und unterstützen. Daher kommt es bereits in der Planungsphase darauf an, mögliche Alternativen zum darbietenden Unterricht zu finden, der durch überwiegende Lehreraktivitäten und eine deutlich rezeptive Haltung der Schülerinnen und Schüler gekennzeichnet ist (z. B. Frontalunterricht).

Alleinarbeit, Partnerarbeit und Formen der Gruppenarbeit kennzeichnen die Unterrichtsmethodik für Lernfelder. Der Unterricht umfasst auch längere Phasen ohne Lehrer-Schüler-Interaktion. Der Lehrer ist Leiter, Berater und Helfer beim Lernen.

Lehrer-Schüler-Interaktionen finden daher oft in Einzel- oder Gruppengesprächen statt. Schüler-Schüler-Interaktionen sind gewollt und dementsprechend häufig. Den Schülerinnen und Schülern stehen Lern- und Arbeitsmaterialien bedarfsgerecht zur Verfügung.

Die veränderte Unterrichtsdurchführung bedingt eine entsprechende Gestaltung und Ausstattung der Unterrichtsräume und stellt erhöhte Anforderungen an die methodischen Fähigkeiten der Lehrkräfte. Es ist daher zu empfehlen, den Schwerpunkt von Fortbildungsaktivitäten in der Einführungsphase der lernfeldstrukturierten Lehrpläne auf didaktisch-methodische Angebote zu legen.

Der handlungsorientierte Unterricht erfordert bei der Planung, während des Unterrichts und bei der Nachbereitung besondere Aufmerksamkeit der Lehrkraft auf folgende Schüleraktivitäten:

- Ist die Arbeitsweise konzentriert? Wie ist die Lernatmosphäre?
- Wie gehen die Schülerinnen und Schüler mit Störungen um?
- Wie ist der Umgang mit den zur Verfügung gestellten Materialien, Lern- und Arbeitsmitteln?
- Wie ist der Entwicklungsstand der Arbeitstechniken?
- Wie werden Informationen beschafft?
- Wie werden Arbeitsergebnisse gesichert und dargestellt?
- Unterstützen leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler die leistungsschwächeren? Wird einander zugehört?
- Wie verhält es sich mit Kritikfähigkeit und Kritikakzeptanz?

Wichtiger Bestandteil des handlungsorientierten Unterrichts sind geeignete Methoden zur Förderung beruflicher Handlungskompetenz in ihren Dimensionen Fach-, Human- und Sozialkompetenz. Solche Methoden sollten einander sinnvoll abwechseln und allen Schülerinnen und Schülern die aktive Teilnahme am Unterricht ermöglichen.

Mögliche Organisations- und Vollzugsformen des Unterrichts können beispielsweise sein:

- Brainstorming
- Metaplantchnik/Kartenabfrage
- Mindmapping
- Gruppenarbeit
- Leittextmethode
- Fallstudie

Leistungsbewertung

Der berufsbezogene Unterricht der Berufsschule im Freistaat Sachsen ist für neue und neugeordnete Ausbildungsberufe nach Lernfeldern gegliedert. Die Zuordnung der Lernfelder zu den Klassenstufen ergibt sich aus der Stundentafel.

Lernfelder werden hinsichtlich der Leistungsbewertung und der Ausweisung auf den Zeugnissen wie Fächer und Unterrichtsfächer im Sinne der Verordnung des SMK über die Berufsfachschule im Freistaat Sachsen in der jeweiligen Fassung behandelt.

Hinweise zur Veränderung des Lehrplans richten Sie bitte an das

Sächsisches Bildungsinstitut
Dresdner Straße 78 c
01445 Radebeul

Notizen:

Die für den Unterricht an berufsbildenden Schulen zugelassenen Lehrpläne und Arbeitsmaterialien sind einschließlich der Angabe von Bestellnummer und Bezugsquelle in der Landesliste der Lehrpläne für die berufsbildenden Schulen im Freistaat Sachsen in ihrer jeweils geltenden Fassung enthalten.

Die freigegebenen Lehrpläne und Arbeitsmaterialien finden Sie als Download unter www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/.

Das Angebot wird durch das Sächsische Bildungsinstitut ständig erweitert und aktualisiert.