



Lehrplan Fachschule

Fachbereich Technik

Fachrichtung Chemietechnik

Schwerpunkt Biotechnologie

Schwerpunkt Labortechnik und Umweltanalytik

Fachrichtungsbezogener Bereich

Klassenstufen 1 und 2

2017

Der Lehrplan ist ab 1. August 2017 freigegeben.

I m p r e s s u m

Der Lehrplan basiert auf der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über die Fachschule im Freistaat Sachsen (Schulordnung Fachschule - FSO) vom 3. August 2017 in der jeweils gültigen Fassung und der Rahmenvereinbarung über Fachschulen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7. November 2002 in der jeweils gültigen Fassung).

Der Lehrplan wurde am

Sächsischen Bildungsinstitut
Dresdner Straße 78 c
01445 Radebeul

www.sbi.smk.sachsen.de

unter Mitwirkung von

Dr. Ines Albrecht	Dippoldiswalde
Ulrike Bastian	Radebeul
Dr. Christina Höhn	Dippoldiswalde
Mike Liepke	Radebeul
Dr. Kerstin Wackwitz	Radebeul

erarbeitet.

HERAUSGEBER

Sächsisches Staatsministerium für Kultus
Carolaplatz 1
01097 Dresden

www.smk.sachsen.de

Download

<http://www.schule.sachsen.de/lpdb/>

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkungen	5
Kurzcharakteristik des Bildungsganges	6
Studentafeln	
Schwerpunkt Biotechnologie	10
Schwerpunkt Labortechnik und Umweltanalytik	12
Aufbau und Verbindlichkeit des Lehrplanes	14
Lernfelder	15
Lernfeld 1: Physikalische Gesetzmäßigkeiten auftragsbezogen nutzen	15
Lernfeld 2: Chemisch-technische Systeme analysieren	16
Lernfeld 3: Fachwissenschaftliche Informationen in einer Fremdsprache aufbereiten und kommunizieren	17
Lernfeld 4: Stoffe und Stoffgemische analysieren und beurteilen	18
Lernfeld 5: Biotechnologische Methoden für die verschiedenen Bereiche der Wirtschaft auswählen	19
Lernfeld 6: Umweltmedien mit physikalisch-chemischen Methoden analysieren	20
Lernfeld 7: Einfluss auf rationelle Instandhaltungsmöglichkeiten nehmen	21
Lernfeld 8: Mitarbeiter auswählen und führen	22
Lernfeld 9: Unternehmen gründen und Geschäftsprozesse planen und steuern	23
Lernfeld 10: Qualitätsmanagementsysteme umsetzen	24
Schwerpunkt Biotechnologie	
Lernfeld 11a: Zellkulturtechnische Arbeiten durchführen	25
Lernfeld 12a: Zur Arzneimittelforschung beitragen	26
Lernfeld 13a: Mikrobiologische Arbeitsmethoden zur Produktion von Biomasse anwenden	27
Lernfeld 14a: Gentechnische Arbeitsmethoden auswählen und anwenden	29
Lernfeld 15a: Biotechnologische Apparaturen projektieren und überwachen	30
Lernfeld 16a: Biologische Daten mit Methoden der Bioinformatik auswerten	31

Schwerpunkt Labortechnik und Umweltanalytik

Lernfeld 11b: Komplexe chemisch-technische Systeme über den Labormaßstab optimieren	32
Lernfeld 12b: Ressourcen nachhaltig nutzen	34
Lernfeld 13b: Entsorgungsverfahren optimieren	36
Lernfeld 14b: Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnische Systeme entwickeln und einsetzen	38

Schwerpunkte Biotechnologie sowie Labortechnik und Umweltanalytik

Lernfeld 17a/15b: Spezielle Anwendungsprojekte managen und realisieren	40
Lernfeld 18a/16b: Facharbeit erstellen	41

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:

„(2) 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.

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

Für die Fachschule gilt gemäß § 10 Abs. 1 des Schulgesetzes:

„(1) Die Fachschule hat die Aufgabe, nach abgeschlossener Berufsausbildung und in der Regel praktischer Bewährung oder einer ausreichenden einschlägigen beruflichen Tätigkeit, eine berufliche Weiterbildung mit entsprechendem berufsqualifizierendem Abschluss zu vermitteln.“

Neben diesen landesspezifischen gesetzlichen Grundlagen sind für die Fachschulen in den Fachbereichen Gestaltung, Technik, Wirtschaft und Sozialwesen die in der Rahmenvereinbarung über Fachschulen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7. November 2002 in der jeweils gültigen Fassung) festgeschriebenen Ziele umzusetzen.

Kurzcharakteristik des Bildungsganges

Die Fachschule für Technik, Fachrichtung Chemietechnik, dient der beruflichen Weiterbildung. Der erfolgreiche Abschluss berechtigt zum Führen der Berufsbezeichnung „Staatlich geprüfter Techniker/Staatlich geprüfte Technikerin für Chemietechnik“. Die Ausbildungsdauer umfasst in der Vollzeitform zwei Jahre, in der berufsbegleitenden Teilzeitform vier Jahre. Im Rahmen eines zusätzlichen Bildungsangebotes der Fachschulen besteht die Möglichkeit, die Fachhochschulreife zu erwerben.

Der berufliche Einsatz des Staatlich geprüften Technikers/der Staatlich geprüften Technikerin für Chemietechnik kann in vielen Bereichen der Wirtschaft und des öffentlichen Lebens erfolgen, wie zum Beispiel in

- Laboratorien
- universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen
- Behörden
- Betrieben der chemischen, lebensmittelverarbeitenden und pharmazeutischen Produktion
- Unternehmen der Wasser- und Abfallwirtschaft, der Energiewirtschaft, des Immissionsschutzes und der Landschaftspflege
- Institutionen mit Dienstleistungsfunktion
- Ingenieurbüros.

Sie nehmen sowohl übergreifende, koordinierende als auch spezifische Aufgaben der Planung, Vorbereitung, Überwachung und Auswertung von Versuchen und Projekten im Einsatzbereich wahr. Darüber hinaus realisieren sie Führungsaufgaben im mittleren Management.

Um dieser großen Bandbreite Rechnung zu tragen, erfolgt nach einer gemeinsamen Klassenstufe 1 die Spezialisierung auf einen der zwei Schwerpunkte Biotechnologie oder Labortechnik und Umweltanalytik in der Klassenstufe 2.

Die berufliche Tätigkeit des Staatlich geprüften Technikers/der Staatlich geprüften Technikerin für Chemietechnik erfordert Fähigkeiten zum Transfer von breitem und integriertem Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen sowie von Innovationen in den naturwissenschaftlichen Disziplinen, zur Wissensvernetzung mit unterstützenden Bereichen, zum logischen und komplexen Denken sowie zur Abstraktion. Staatlich geprüfte Techniker/Staatlich geprüfte Technikerinnen sind bereit, Verantwortung zu übernehmen, bereiten Entscheidungen unter Anwendung von Methoden vor und lösen komplexe Probleme. Sie kommunizieren und kooperieren auf nationaler wie auf internationaler Ebene.

Im Rahmen ihrer Ausbildung erwerben Staatlich geprüfte Techniker/Staatlich geprüfte Technikerinnen für Chemietechnik folgende allgemeine berufliche Qualifikationen:

- Führungsaufgaben im mittleren Management übernehmen und erfüllen
- unternehmerische Aufgabenstellungen fach- und methodenkompetent bearbeiten
- technische Entscheidungen treffen und umsetzen
- Projekte planen und überwachen
- Instandhaltung und Wartung planen, organisieren und durchführen
- Labormanagement organisieren und durchführen
- Qualitätsmanagement realisieren

- Kundenberatungen und Schulungen vorbereiten und ausgestalten
- Aufgaben selbstständig und/oder im Team lösen
- Verantwortung auf dem Gebiet des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes übernehmen
- fachbezogen Fremdsprachenkenntnisse einsetzen
- moderne Informations- und Kommunikationssysteme nutzen
- ständige Fort- und Weiterbildung eigenverantwortlich realisieren

Darüber hinaus erwerben Staatlich geprüfte Techniker/Staatlich geprüfte Technikerinnen für Chemietechnik im Schwerpunkt **Biotechnologie** die folgenden beruflichen Qualifikationen:

- Grenzbereiche von Biologie, Chemie und Technik erschließen und dabei neue biotechnologische Fragestellungen ableiten
- biotechnologisch-wissenschaftliche Methoden anwenden
- an der Erprobung gentechnisch veränderter Mikroorganismen sowie an der Entwicklung von Biokatalysatoren mitwirken
- biotechnologische Apparaturen und Anlagen projektieren und überwachen
- Kunden zu Fragen der biologischen Regulation beraten und als Sachverständiger agieren
- Labor- und Entwicklungstätigkeit anleiten
- bei der Verfahrensentwicklung und -umsetzung zur Behandlung flüssiger, fester und gasförmiger Stoffe aus Haushalt, Gewerbe und Industrie mitwirken
- aus Ausgangsstoffen mit lebenden Organismen Enzyme, Pharmazeutika oder Nahrungsmittelbestandteile gewinnen

Im Schwerpunkt **Labortechnik und Umweltanalytik** erwerben Staatlich geprüfte Techniker/Staatlich geprüfte Technikerinnen für Chemietechnik spezielle berufliche Qualifikationen:

- Forschung und Entwicklung neuer chemischer Stoffe und Produkte aktiv begleiten
- Produktions- und Entsorgungsverfahren/-anlagen unter Umweltschutzgesichtspunkten entwickeln und verbessern
- Messprogramme beurteilen und begleiten sowie technische Berechnungen und Projektierungsarbeiten durchführen
- Umweltmedien untersuchen und deren Nachhaltigkeit gewährleisten
- Reaktionsabläufe zur Verringerung oder Vermeidung von Nebenprodukten verbessern
- Reaktionen bis zur Produktionsreife erproben und optimieren
- Versuche im Labor planen und durchführen
- Aufzeichnungen bzw. Betriebsprotokolle führen und diese auswerten

Der Abschluss der beruflichen Weiterbildung zum Staatlich geprüften Techniker/zur Staatlich geprüften Technikerin für Chemietechnik ist im Deutschen und Europäischen Qualifikationsrahmen dem Niveau 6 zugeordnet.

Die Realisierung der Bildungs- und Erziehungsziele der Fachschule ist auf die Erweiterung und Vertiefung der in der Berufsausbildung und in der Berufspraxis erworbenen beruflichen Handlungskompetenz gerichtet. Diese entfaltet sich in den Dimensionen von Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz sowie in Methoden- und Lernkompetenz. Die beruflichen Handlungen stellen dabei den Ausgangspunkt des Lernprozesses dar.

Die Stundentafel weist einen fachrichtungsübergreifenden, einen fachrichtungsbezogenen sowie einen Wahlbereich aus. Im fachrichtungsbezogenen Bereich ist der Lehrplan nach Lernfeldern gegliedert. Mit der im Wahlbereich als „Ausbildung der Ausbilderinnen und Ausbilder“ ausgewiesenen Vorbereitung auf die Ausbildereignungsprüfung der Industrie- und Handelskammer können die Fachschülerinnen und Fachschüler nach erfolgreichem Bestehen der Prüfung, laut Ausbildereignungsverordnung, den Nachweis für die pädagogische Eignung hinsichtlich einer Ausbildertätigkeit in den Einsatzfeldern erhalten.

Die Lernfelder orientieren sich in Zielsetzung und Inhalt an den typischen Tätigkeitsfeldern der Staatlich geprüften Techniker/Staatlich geprüften Technikerinnen für Chemietechnik. Die Zielformulierungen innerhalb der Lernfelder beschreiben den Qualifikationsstand und die Kompetenzen am Ende des Lernprozesses. Vor dem Hintergrund der sich schnell entwickelnden beruflichen Anforderungen sind die Inhalte weitgehend offen formuliert. Diese Struktur fördert und fordert den Einbezug neuer Entwicklungen und Tendenzen in den Unterricht. Bei der Anordnung der Lernfelder wurde eine logische Reihenfolge zugrunde gelegt. Es ist jedoch genauso eine parallele Planung möglich, da die Tätigkeiten auch in der betrieblichen Realität gleichzeitig ablaufen.

Die Orientierung an den typischen beruflichen Tätigkeiten erfordert die Integration der Informationstechnik in die Lernfelder. Die Umsetzung dieser Zielsetzungen erfordert eine angemessene technische Ausstattung und entsprechende schulorganisatorische Regelungen.

Die Lernfelder sind für den Unterricht durch Lernsituationen, die exemplarisch für berufliche Handlungssituationen stehen, zu untersetzen. Lernsituationen konkretisieren die Vorgaben des Lernfeldes und werden mittels didaktischer Analyse aus diesen abgeleitet. Die Umsetzung der Lernfelder ist in den Schulen vor Ort zu leisten. Die Ausprägung beruflicher Handlungskompetenz wird durch handlungsorientierten Unterricht gefördert. Dabei werden über die Lernsituationen Aufgaben- und Problemstellungen aus der beruflichen Praxis im Unterricht aufgegriffen. Das Lernen erfolgt in vollständigen beruflichen Handlungen, bei denen die Fachschülerinnen und Fachschüler die Arbeitsprozesse selbstständig und eigenverantwortlich planen, durchführen, bewerten und reflektieren sowie die Arbeitsergebnisse präsentieren.

Dieses Unterrichten erfordert sowohl die Anwendung moderner Medien bzw. Informations- und Kommunikationssysteme als auch Methodenvielfalt, dabei insbesondere den Einsatz komplexer Lehr-/Lernarrangements wie Projekte oder Fallstudien. Die Fachschülerinnen und Fachschüler werden befähigt, Lern- und Arbeitstechniken anzuwenden und selbstständig weiterzuentwickeln sowie Informationen zu beschaffen, zu verarbeiten und zu bewerten. Es sind zielgerichtet Sozialformen auszuwählen, welche die Entfaltung der Kommunikations-, Kooperations- und Konfliktfähigkeit sowie Empathie und Toleranz fördern. Durch das Einbeziehen der Berufserfahrungen der Fachschülerinnen und Fachschüler sowie die Kooperation mit außerschulischen Partnern und die Nutzung alternativer Lernorte wird der Praxisbezug gesteigert.

Es ist eine kontinuierliche Abstimmung zwischen den beteiligten Lehrkräften des fachrichtungsübergreifenden und fachrichtungsbezogenen Bereiches sowie der in einem Lernfeld unterrichtenden Lehrkräfte unabdingbar.

Bei den Fachschülerinnen und Fachschülern ist das Bewusstsein zu entwickeln, dass Bereitschaft und Fähigkeit zum selbstständigen und lebenslangen Lernen wichtige Voraussetzungen für ein erfolgreiches Berufsleben sind.

Studentafeln**Schwerpunkt Biotechnologie**

Unterrichtsfächer und Lernfelder	Gesamtausbildungs- stunden in den Klassenstufen		Gesamt- ausbildungs- stunden
	1	2	
Pflichtbereich			2800
Fachrichtungsübergreifender Bereich	520	120	640
Deutsch ¹	80	40	120
Englisch ¹	120	80	200
Mathematik I ¹	200	-	200
Wirtschafts- und Sozialpolitik	80	-	80
Evangelische Religion, Katholische Religion oder Ethik ²	40	-	40
Fachrichtungsbezogener Bereich	1040	1120	2160
1 Physikalische Gesetzmäßigkeiten auftragsbezo- gen nutzen	120	-	120
2 Chemisch-technische Systeme analysieren	280	-	280
3 Fachwissenschaftliche Informationen in einer Fremdsprache aufbereiten und kommunizieren	40	-	40
4 Stoffe und Stoffgemische analysieren und beur- teilen	160	-	160
5 Biotechnologische Methoden für die verschiede- nen Bereiche der Wirtschaft auswählen	120	-	120
6 Umweltmedien mit physikalisch-chemischen Methoden analysieren	80	-	80
7 Einfluss auf rationelle Instandhaltungsmöglich- keiten nehmen	40	-	40
8 Mitarbeiter auswählen und führen	80	-	80
9 Unternehmen gründen und Geschäftsprozesse planen und steuern	120	-	120
10 Qualitätsmanagementsysteme umsetzen	-	80	80
11a Zellkulturtechnische Arbeiten durchführen	-	120	120
12a Zur Arzneimittelforschung beitragen	-	120	120
13a Mikrobiologische Arbeitsmethoden zur Produktion von Biomasse anwenden	-	200	200
14a Gentechnische Arbeitsmethoden auswählen und anwenden	-	200	200
15a Biotechnologische Apparaturen projektieren und überwachen	-	160	160
16a Biologische Daten mit Methoden der Bioinforma- tik auswerten	-	120	120

¹ Es werden die Lehrpläne der Fachoberschule verwendet.

² Im Schuljahr 2017/2018 ist anstelle der Fächer Evangelische Religion, Katholische Religion oder Ethik im gleichen Umfang Unterricht im fachrichtungsbezogenen Bereich zu erteilen.

Unterrichtsfächer und Lernfelder	Gesamtausbildungs- stunden in den Klassenstufen		Gesamt- ausbildungs- stunden
	1	2	
17a Spezielle Anwendungsprojekte managen und realisieren	-	40	40
18a Facharbeit erstellen	-	80	80
Wahlbereich			
Ausbildung der Ausbilderinnen und Ausbilder	-	120	120
Zusatzausbildung Fachhochschulereife			
Mathematik II ¹	-	80	80

Schwerpunkt Labortechnik und Umweltanalytik

Unterrichtsfächer und Lernfelder	Gesamtausbildungs- stunden in den Klassenstufen		Gesamt- ausbildungs- stunden
	1	2	
Pflichtbereich			2800
Fachrichtungsübergreifender Bereich	520	120	640
Deutsch ¹	80	40	120
Englisch ¹	120	80	200
Mathematik I ¹	200	-	200
Wirtschafts- und Sozialpolitik	80	-	80
Evangelische Religion, Katholische Religion oder Ethik ²	40	-	40
Fachrichtungsbezogener Bereich	1040	1120	2160
1 Physikalische Gesetzmäßigkeiten auftragsbezo- gen nutzen	120	-	120
2 Chemisch-technische Systeme analysieren	280	-	280
3 Fachwissenschaftliche Informationen in einer Fremdsprache aufbereiten und kommunizieren	40	-	40
4 Stoffe und Stoffgemische analysieren und beurtei- len	160	-	160
5 Biotechnologische Methoden für die verschiede- nen Bereiche der Wirtschaft auswählen	120	-	120
6 Umweltmedien mit physikalisch-chemischen Methoden analysieren	80	-	80
7 Einfluss auf rationelle Instandhaltungsmöglichkei- ten nehmen	40	-	40
8 Mitarbeiter auswählen und führen	80	-	80
9 Unternehmen gründen und Geschäftsprozesse planen und steuern	120	-	120
10 Qualitätsmanagementsysteme umsetzen	-	80	80
11b Komplexe chemisch-technische Systeme über den Labormaßstab optimieren	-	320	320
12b Ressourcen nachhaltig nutzen	-	240	240
13b Entsorgungsverfahren optimieren	-	240	240
14b Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnische Systeme entwickeln und einsetzen	-	120	120
15b Spezielle Anwendungsprojekte managen und realisieren	-	40	40
16b Facharbeit erstellen	-	80	80

¹ Es werden die Lehrpläne der Fachoberschule verwendet.

² Im Schuljahr 2017/2018 ist anstelle der Fächer Evangelische Religion, Katholische Religion oder Ethik im gleichen Umfang Unterricht im fachrichtungsbezogenen Bereich zu erteilen.

Unterrichtsfächer und Lernfelder	Gesamtausbildungs- stunden in den Klassenstufen		Gesamt- ausbildungs- stunden
	1	2	
Wahlbereich			
Ausbildung der Ausbilderinnen und Ausbilder	-	120	120
Zusatzausbildung Fachhochschulreife			
Mathematik II ¹	-	80	80

Aufbau und Verbindlichkeit des Lehrplanes

Der Bildungsgang ist in Fächer und Lernfelder gegliedert. Der Lehrplan für den fachrichtungsbezogenen Bereich ist nach Lernfeldern strukturiert. Lernfelder sind didaktisch aufbereitete berufliche Handlungsfelder. Jedes Lernfeld enthält Ziele und Mindestinhalte.

Die **Ziele** beschreiben Handlungskompetenzen laut Qualifikationsprofil in vollständigen beruflichen Handlungen. Verbindliche **Mindestinhalte** sind kursiv in diese Zielbeschreibungen integriert. Die Zielbeschreibungen 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 Fachschülerinnen und Fachschüler und sind damit die Voraussetzung für die eigenverantwortliche Vorbereitung des Unterrichts durch die Lehrkräfte.

Zentrales Ziel der beruflichen Schularten und damit jedes Lernfeldes ist es, die Entwicklung umfassender **Handlungskompetenz** zu fördern. Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Sozialkompetenz, Selbstkompetenz, deren immanenter Bestandteil Methodenkompetenz, Lern- und kommunikative Kompetenz sind.¹

Die Ziele und Mindestinhalte sind verbindlich. 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.

In diesem Kontext wird auf die „Handreichung zur Umsetzung lernfeldstrukturierter Lehrpläne“² verwiesen. Diese Handreichung bezieht sich auf die Umsetzung des Lernfeldkonzeptes in den Schularten Berufsschule, Berufsfachschule und Fachschule und enthält u. a. Ausführungen

1. zum Lernfeldkonzept,
2. zu Aufgaben der Schulleitung bei der Umsetzung des Lernfeldkonzeptes, wie
 - Information der Lehrkräfte über das Lernfeldkonzept und über die Ausbildungsdokumente,
 - Bildung von Lehrerteams,
 - Gestaltung der schulorganisatorischen Rahmenbedingungen,
3. zu Anforderungen an die Gestaltung des Unterrichts, insbesondere zur
 - kompetenzorientierten Planung des Unterrichts,
 - Auswahl der Unterrichtsmethoden und Sozialformen,
 - Leistungsermittlung und Leistungsbewertung,
 - Unterrichtsauswertung und Reflexion

sowie das Glossar.

¹ vgl. Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der KMK ..., S. 15/16

² vgl. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14750>

Lernfelder

Lernfeld 1 **Physikalische Gesetzmäßigkeiten auftragsbezogen nutzen**

Zeitrichtwert: 120 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, physikalische Gesetzmäßigkeiten zur Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen zu nutzen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen unter Nutzung physikalisch-technischer Zusammenhänge. Sie analysieren die Aufgabenstellung in Bezug auf physikalische Bedingungen und Vorgänge bei der chemischen Prozessführung (*Eigenschaften von Fluiden, Gesetze der Hydrostatik und Hydrodynamik, Wärmezustand, Wärmemenge, thermodynamische Vorgänge*). In Hinblick auf den Einsatz optischer Analysetechnik diskutieren sie die *Gesetze der Strahlen- und Wellenoptik (Refraktion, Reflexion, Totalreflexion und Beugung)*. Sie untersuchen die *Ursachen und Wirkungen elektrischer Felder* und vergleichen *elektrische Schaltungen (Aufbau, Wirkungsweise, Betriebsverhalten)*. Die Fachschülerinnen und Fachschüler konzipieren Lösungen in Hinblick auf technische und analytische Anwendungen in der *Elektrochemie (galvanische Vorgänge, Elektrolyse)* und bereiten Maßnahmen für *Strahlenmessung und Strahlenschutz* vor.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler unterstützen die Entwicklung chemisch-technischer Systeme und berücksichtigen dabei relevante physikalische Gesetzmäßigkeiten (*Grundsätze der Fluidmechanik, Gesetze der Thermodynamik, Wärmeumwandlungsprozesse und Vorgänge mit Wärmeübertragung*). Für *wärmetechnische Systeme* erstellen sie *Energiebilanzen*. Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen Berechnungen mit wichtigen *fotometrischen Größen* durch und stellen die *Funktionsweise spezifischer Analysetechnik* dar. Sie messen und berechnen *elektrische Größen*, wählen *elektronische Bauteile* entsprechend dem Einsatzgebiet aus und arbeiten mit einfachen *Schaltplänen*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler erfassen technische Vorgänge mathematisch, stellen ihre Ergebnisse grafisch dar und dokumentieren diese. Sie arbeiten dabei auch im Team. Bei der Informationsgewinnung und -nutzung reflektieren sie die betrieblichen Aufgabenstellungen und nutzen dabei traditionelle und moderne Medien.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler präsentieren ihre Ergebnisse und bewerten diese. Sie prüfen ihr Vorgehen bei den verschiedenen Aufgabenstellungen und optimieren es.

Lernfeld 2 Chemisch-technische Systeme analysieren**Zeitrichtwert: 280 Ustd.****Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, chemisch-technische Systeme im betrieblichen Kontext zu analysieren.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen Lösungsstrategien für betriebliche Aufgabenstellungen zur Analyse chemisch-technischer Systeme. Dabei beachten sie ökonomische und ökologische Aspekte. Sie systematisieren Stoffe (*anorganische und organischen Stoffklassen*) hinsichtlich Struktur, Eigenschaften und Verwendung.

Für das Planen optimaler Reaktionsabläufe (*Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Fällungsreaktionen, Komplexbildungsreaktionen, Substitution, Addition, Eliminierung*) nutzen sie die Ergebnisse *stöchiometrischer Berechnungen (Ausbeute)*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler untersuchen Beziehungen zwischen Strukturen und Eigenschaften chemischer Stoffe. Ausgehend von der strukturellen Beschaffenheit der Stoffe (*Atombau, Orbitalmodell, chemische Bindung, zwischenmolekulare Kräfte*) leiten sie die jeweiligen physikalischen und chemischen Eigenschaften ab (*optische Aktivität, Löslichkeit*) oder ermitteln deren Struktur aufgrund von den eigenschaftsbedingten Erscheinungen der Stoffe. Auf Grundlage der untersuchten Struktur-Eigenschaftsbeziehungen wählen sie *Ersatzstoffe* entsprechend der Aufgabenstellung aus.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler charakterisieren und klassifizieren anorganische und organische Reaktionstypen. Die Ursachen und den Ablauf einer chemischen Reaktion kommunizieren sie zielgruppenspezifisch. Sie beschreiben die beim Ablauf herrschenden Gesetzmäßigkeiten und leiten den optimalen Ablauf einer chemischen Reaktion hinsichtlich der benötigten Bedingungen (*Temperatur, Druck, Katalysator, Konzentration*) ab. Sie prüfen, ob Reaktionen ablaufen können oder nicht (*Struktur der Reaktanden auf atomarer Ebene, Beziehung zwischen der Affinität und dem Reaktionsvermögen, Reaktionsmechanismen, Reaktionsverlauf, chemisches Gleichgewicht, Reaktionsgeschwindigkeit*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler reinigen und trennen Stoffgemische. Dazu charakterisieren sie *Trennverfahren (thermisch, mechanisch, chemisch-physikalisch)*. Sie prüfen die Eigenschaften der Stoffe eines Gemisches auf ihre Verwendbarkeit für das Trennen dieser Gemische und leiten daraus das optimale Trennverfahren ab. Sie prüfen den Einsatz von *Komplexverbindungen*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler prüfen und bewerten die erarbeiteten Lösungsstrategien für die jeweilige Aufgabenstellung sowohl unter ökonomischen als auch ökologischen Aspekten und optimieren sie gegebenenfalls. Sie präsentieren diese und diskutieren die Ergebnisse. Hinsichtlich *Verwendung, Umgang und Entsorgung der chemischen Stoffe* sowie dem *Arbeitsschutz* leiten sie Schlussfolgerungen ab und vergleichen die Ergebnisse mit den gesetzlichen Bestimmungen. Sie transferieren die erworbenen Kompetenzen auf andere berufliche Handlungen (*verfahrenstechnische Prozesse, analytische Untersuchungen*).

Lernfeld 3 Fachwissenschaftliche Informationen in einer Fremdsprache aufbereiten und kommunizieren

Zeitrictwert: 40 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, die englische Sprache als internationale Arbeitssprache in den Kompetenzbereichen Rezeption, Produktion, Mediation und Interaktion in ausgewählten berufstypischen Situationen sicher und flexibel zu nutzen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen Fachvorträge und Präsentationen in englischer Sprache. Dazu recherchieren sie englischsprachige Fachinhalte in Wort und Schrift (*Publikationen, Forschungsberichte, Videoaufzeichnungen von Fachvorträgen*) und bereiten die gewonnenen Informationen unter Einhaltung der Regeln der Zielsprache für berufsrelevante mündliche und schriftliche Kommunikationsformen auf. Sie übertragen fachwissenschaftliche Inhalte in Schriftform in beide Sprachrichtungen (*Richtlinien, Vorschriften, Gesetze, Bedienungsanleitung, Arbeitsanweisungen, Protokolle, Sicherheitsdatenblätter, Betriebsanweisungen*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler übermitteln fachwissenschaftliche Inhalte in der englischen Sprache zusammenhängend und adressatengerecht (*Fachunterweisungen, laborpraktische Übungen, Präsentationen, Telefonate*). Sie verfassen berufstypische Standardschriftstücke (*Anfrage, Einladung, Angebot, Bestellung, Mahnung, Protokoll*) und mündliche Mitteilungen in der Fremdsprache unter Berücksichtigung von Vorgaben und Verwendung von Hilfsmitteln weitgehend korrekt. Sie erstellen situationsadäquate und normgerechte schriftliche und mündliche Beiträge. Unter Nutzung ihres Wissens über Stil, Ausdruck, Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung bei fachspezifischen Inhalten erstellen sie sicher situationsadäquate und normgerechte schriftliche und mündliche Beiträge. In Fachdiskussionen erläutern und begründen sie kurz eigene Vorhaben und berücksichtigen kulturelle Hintergründe ihrer Gesprächspartner.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler werten berufstypische Texte unter Einsatz von Hilfsmitteln, wie z. B. Wörterbüchern, Handbüchern und visuellen Darstellungen, zügig auf Detailinformationen aus. Sie prüfen eigene und fremde Texte auf Ausdruck, Rechtschreibung, Grammatik sowie Zeichensetzung und darauf, ob der Stil adressatengerecht ist. Sie verknüpfen ihren Redebeitrag mit dem anderer Gesprächsteilnehmer und formulieren bei eigenen Ausdrucksschwierigkeiten in freien Diskussionen fließend um.

**Lernfeld 4 Stoffe und Stoffgemische analysieren
und beurteilen****Zeitrichtwert: 160 Ustd.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Stoffe und Stoffgemische in Bezug auf die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen mithilfe ausgewählter geeigneter Methoden zu analysieren und zu beurteilen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen und recherchieren dazu Quellen zur Analytik (*Grundlagen der Analytik, Arbeitssicherheit, Beurteilungskriterien*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler charakterisieren wesentliche Schritte zur Durchführung eines Trennungsgangs (*Probenbeschreibung, Vorproben, Lösemittel, Aufschlüsse, Gruppentrennung, Beseitigung von Störungen, Nachweisreaktionen*) und erstellen dazu einen Arbeitsplan. Sie prüfen die Eignung der Lösemittel bzw. Aufschlüsse in Abhängigkeit der Ergebnisse der Vorproben.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler vergleichen instrumentelle Methoden der qualitativen Analyse anorganischer und organischer Stoffe (*atom- und molekülspektroskopische Methoden, Beugungsmethoden, thermische Methoden, Rasterelektronenmikroskopie in Kombination mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie, Chromatografie, Molmassenbestimmung organischer Stoffe*) hinsichtlich ihres *Analysenprinzips*, ihres *Anwendungsbereiches*, ihrer *analytischen Besonderheiten*, der *Auswertung der Messergebnisse* sowie möglicher geeigneter *Detektoren*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler diskutieren die verschiedenen quantitativen nasschemischen Methoden (*Säure-Base-Titration, Redox Titration, komplexometrische Titration, Fällungstitration, Gravimetrie*). Auf der Grundlage von *Titrationenkurven* und *Literaturdaten* wählen sie geeignete Methoden zur *Äquivalenzpunkterkennung* aus. Sie beachten die erforderlichen Rahmenbedingungen bei der Durchführung der einzelnen Methoden (*Zeitaufwand, Arbeitssicherheit, Geräte- und Chemikalienbedarf, Analysenbereich*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler unterscheiden *elektrochemische, chromatografische* und *spektroskopische Methoden* der quantitativen Analyse anorganischer und organischer Stoffe hinsichtlich der wesentlichen Merkmale (*Analysenprinzip, Anwendungsbereich, analytische Besonderheiten, Auswertung der Messergebnisse, Detektoren*).

Zur Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen wählen sie jeweils eine geeignete Methode anhand vorgegebener Kriterien aus. Für die Vorbereitung der Analyse der Stoffe und Stoffgemische erstellen die Fachschülerinnen und Fachschüler Arbeitspläne. Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen qualitative und quantitative Analysen entsprechend der Regeln des *Arbeitsschutzes* durch und entwerfen dazu Lösungsstrategien. Sie führen zur Auswertung der Messwerte anwendungsspezifische Berechnungen durch (*z. B. Gehaltsbestimmungen wie Massenanteil, Konzentration*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler beurteilen die angewendeten quantitativen Analysemethoden und ihre eigene Analysentätigkeit nach den einschlägigen Beurteilungskriterien. Sie prüfen erstellte Lösungsstrategien, führen eine Fehleranalyse durch und bewerten die erhaltenen Ergebnisse kritisch auch im Team. Sie optimieren die Lösungsstrategien und übertragen sie auf andere betriebliche Aufgabenstellungen.

**Lernfeld 5 Biotechnologische Methoden für die
verschiedenen Bereiche der Wirtschaft
auswählen**

Zeitrichtwert: 120 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, biotechnologische Methoden in Bezug auf die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen für die verschiedenen Bereiche der Wirtschaft auszuwählen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die Herstellung von Substanzen mit Hilfe von lebenden Systemen. Dazu recherchieren sie Quellen zur Biotechnologie (*Teilgebiete, Anwendungsbereiche, Bedeutung für die Gesellschaft*) und zu Bau und Funktion lebender Systeme (*Zellen, Enzyme, Mikroorganismengruppen*).

Sie vergleichen *Zellkompartimente* pflanzlicher und tierischer Zellen sowie die stoffliche Zusammensetzung von Zellen (*Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße, Nukleinsäuren*). Die Fachschülerinnen und Fachschüler charakterisieren Enzyme (*Einteilung, Aufbau, Funktionsweise, Einsatz, Enzymkinetik*) zur Durchführung verschiedener Reaktionsprozesse. Sie leiten den Ablauf verschiedener *Sekundärstoffwechsel* von *assimilatorischen und dissimilatorischen Stoffwechselreaktionen* ab.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bereiten die Vermehrung lebender Systeme zur biotechnologischen Stoffproduktion vor (*Mitose, Meiose, chromosomale Vorgänge, rechtliche Grundlagen, sicherheitstechnische Aspekte*). Sie differenzieren verschiedene Mikroorganismengruppen (*Archaeobakterien, Eubakterien, Pilze*) bezüglich Anatomie, Morphologie, Physiologie und Bedeutung.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler diskutieren die Stellung von *Viren, Prionen und Viroiden* im System der Lebewesen und deren biotechnologische Relevanz.

Zur Dokumentation der erfolgreichen biotechnologischen Anwendung biologischer Systeme planen die Fachschülerinnen und Fachschüler den Einsatz von verschiedenen Visualisierungstechniken sowie qualitativen und quantitativen Untersuchungstechniken (*Licht-, Fluoreszenz- und Elektronenmikroskopie, Präparations-, Färbemethoden, Zellzählungsmethoden, Fotometrie, Trübungsmessung*). Sie wählen unter Berücksichtigung der betrieblichen Aufgabenstellung geeignete Methoden aus und erstellen für deren Durchführung einen Arbeitsplan.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen zur Realisierung von Aufträgen die jeweils notwendigen biotechnologischen Arbeitstechniken entsprechend den Regeln des Arbeitsschutzes durch. Sie entwerfen dazu konkrete Lösungsstrategien, arbeiten allein und im Team und übertragen die gewonnenen Erkenntnisse auf neue Anforderungssituationen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler beurteilen den Einsatz der ausgewählten lebenden Systeme in Bezug auf die konkrete betriebliche Aufgabenstellung. Sie stellen Lösungsstrategien vor, führen eine Fehleranalyse durch, bewerten die erhaltenen Ergebnisse kritisch und optimieren die Lösungsstrategien.

Lernfeld 6 Umweltmedien mit physikalisch-chemischen Methoden analysieren**Zeitrictwert: 80 Ustd.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Umweltmedien in Bezug auf die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen mithilfe geeigneter physikalisch-chemischer Methoden zu untersuchen und zu bewerten.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen. Dazu werten sie Quellen zur Umwelt und zum Verhalten von Stoffen in der Umwelt aus (*Prinzipien des Umweltrechts, Umweltgesetzgebung, umweltpolitische Instrumente, Stoffkreisläufe, Toxizität, Fachlexik*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler charakterisieren das Umweltmedium Luft (*Luftbestandteile, Luftverunreinigungen und Luftschadstoffe*) hinsichtlich ihrer Wirkung auf Mensch und Umwelt einschließlich relevanter *Grenzwerte*. Dazu recherchieren sie zielgerichtet rechtliche Grundlagen. Sie systematisieren Methoden zur Bestimmung von Staub und von gasförmigen Luftverunreinigungen (*Partikelgrößenbestimmung, gravimetrische Gehaltsbestimmung, gaschromatografische Bestimmungen, Gassensoren*) und wählen die optimale Methode für die Lösung von betrieblichen Aufgabenstellungen aus.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen zielgerichtet eine Bodenanalyse. Sie beschaffen sich zur Lösung von betrieblichen Aufgabenstellungen alle relevanten Informationen (*rechtliche Grundlagen, Bodenaufbau, -zusammensetzung und -schadstoffe*). Sie wählen geeignete physikalisch-chemische Methoden zur Bestimmung von Bodenmerkmalen, chemischen Parametern und Bodenschadstoffen (*Fotometrie, Titration, Extraktion*) aus.

Zur Vorbereitung von Wasseranalysen informieren sich die Fachschülerinnen und Fachschüler über relevante rechtliche Grundlagen, Wasserarten und Wasserinhaltsstoffe. Sie vergleichen Bestimmungsmethoden für physikalische Parameter (*pH-Wert, Leitfähigkeit, Trübung*) sowie für den Gehalt an anorganischen und organischen Wasserinhaltsstoffen (*Fotometrie, Titration, CSB, BSB, $KMnO_4$ -Verbrauch*). Sie wählen unter Berücksichtigung der rechtlichen Grundlagen geeignete Methoden zur Lösung der jeweiligen Aufgabenstellung aus.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bereiten Analysen der Umweltmedien vor und erstellen dazu Arbeitspläne.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen auftragsbezogen die notwendigen Analysen entsprechend den Regeln des *Arbeitsschutzes* durch. Sie entwerfen dazu Lösungsstrategien, arbeiten in unterschiedlichen Sozialformen und übertragen die gewonnenen Erkenntnisse auf neue Anforderungssituationen. Sie führen zur Auswertung der Messwerte anwendungsspezifische Berechnungen durch (*z. B. Gehaltsbestimmungen wie Massenanteil, Konzentration*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die erhaltenen Analysewerte in Bezug auf die jeweilige betriebliche Aufgabenstellung unter Einbeziehung relevanter rechtlicher Grundlagen. Sie prüfen erstellte *Lösungsstrategien* und führen Fehleranalysen durch. Sie optimieren die Lösungsstrategien und nutzen sie für andere betriebliche Aufgabenstellungen.

Lernfeld 7 Einfluss auf rationelle Instandhaltungsmöglichkeiten nehmen

Zeitrichtwert: 40 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Maßnahmen der betrieblichen Instandhaltung zu planen, zu organisieren und deren Durchführung zu kontrollieren.

Ausgehend von den betrieblichen Anforderungssituationen planen die Fachschülerinnen und Fachschüler alle notwendigen technischen und administrativen Maßnahmen zur Wartung, Inspektion und Instandsetzung von Geräten und Anlagen. Sie sichern damit, deren funktionsfähigen Zustand.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler stellen *allgemein- und umweltrechtliche Vorschriften, technische Normen sowie Prüf- und Sicherheitsvorschriften für Geräte und Anlagen* bereit. Sie fertigen *Checklisten* an, legen *Inspektionsintervalle* fest und bereiten *TÜV-Abnahmen* vor.

Dazu recherchieren sie Unterlagen über den *Umgang mit Gefahrstoffen*, über *Verfahren und Einrichtungen zur Probenahme, -konservierung, Probenvorbereitung und -lagerung* und über den grundlegenden *Aufbau von Laborgeräten und Anlagen*. Im Sinne vorbeugender Instandhaltung verknüpfen sie ihre Rechercheergebnisse mit grundlegenden Informationen zur Analysen- und Prozessmesstechnik (*sicherheitstechnische Kenngrößen, Sensoren, Aktoren, Regelkreise, Störmeldungen und -hierarchien*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler ermitteln den Ist-Zustand technischer Systeme und führen *Funktionsprüfungen* und *Fehleranalysen* von Betriebsabläufen durch. Dabei verwenden sie *Fließbilder (Grund-, Verfahrens-, RI-Fließbilder, Fließbilder mit Grund- und Zusatzfunktionen, EMSR-Kennbuchstaben)*, lokalisieren Problemsituationen und diagnostizieren Schädigungen und Funktionsstörungen unter den Kriterien der Sicherheit, der Wirtschaftlichkeit und des Emissionsschutzes.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler dokumentieren und bewerten ihre Ergebnisse. Dazu nutzen sie moderne Technik und Programme der Informationsverarbeitung. Bei der Bewältigung auftretender Probleme gehen sie selbstständig, zielgerichtet und planmäßig vor. Sie entwickeln Instandhaltungsstrategien und wählen Maßnahmen zur Bewahrung oder Wiederherstellung des Sollzustandes aus.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler prüfen erstellte Checklisten und Problemlösungsstrategien und optimieren diese, gegebenenfalls auch im Team. Sie präsentieren ihre Ergebnisse und begründen ihre Auswahl argumentativ. Dabei verwenden sie geeignete Medien und Kommunikationstechniken und übertragen die gewonnenen Ergebnisse auf neue Anforderungssituationen. Sie fertigen Handreichungen zu Instandhaltungsmethoden an und schulen Mitarbeiter.

Lernfeld 8 Mitarbeiter auswählen und führen**Zeitrictwert: 80 Ustd.****Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Personal zu führen, um betriebliche Aufgabenstellungen zu lösen.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die bedarfsgesteuerte Beschaffung von qualifiziertem Personal. Im Sinne eines innovativen Personalmanagements beurteilen sie Auswahlverfahren für die Personaleinstellung und entwickeln Lösungsstrategien. Sie bewerten verschiedene *Führungsstile (klassisch und modern)* und *-techniken*, um Mitarbeiter optimal zu führen. Sie recherchieren rechtliche Rahmenbedingungen der Personalführung, u. a. des *Vertragsrechtes* und des *Tarifrechtes*. Sie planen Maßnahmen zur Schaffung einer positiven *Arbeitsplatzatmosphäre (Arbeitsplatzschutzgesetz)*, indem sie *motivationsbeeinflussende Faktoren* auf ihren Anwendungskontext prüfen. Zusätzlich planen und bewerten sie Strategien der *Personalentwicklung (Erstausbildung, Fort- und Weiterbildung)*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen Auswahlverfahren für die Personalbeschaffung durch (*Vorstellungsgespräch, Assessment-Center*), nachdem sie diese auf Realisierbarkeit geprüft haben.

Sie legen *Personalakten (herkömmlich und elektronisch)* an und lagern diese sicherheitsrelevant (*Bundesdatenschutzgesetz*). Sie formulieren sowohl *Arbeitszeugnisse* als auch *Mitarbeiterbeurteilungen* und *Kündigungen* und halten *arbeitsrechtliche Regelungen (Arbeitsvertragsrecht, Arbeitnehmerschutzrecht)* und formelle Gesichtspunkte (*offizieller Geschäftsbrief*) ein. Dabei berücksichtigen sie betriebliche Gegebenheiten.

Sie führen unterschiedlich orientierte *Mitarbeitergespräche* durch, werten diese aus und erarbeiten Strategien bzw. Reaktionsmöglichkeiten auf gewonnene Erkenntnisse aus diesen Gesprächen. Ihr Repertoire an *Gesprächstechniken* wenden sie situationsgerecht an. Sie erfassen zwischenmenschliche Probleme unter Mitarbeitern durch eine situationsbezogene Analyse und reagieren bei Bedarf intervenierend.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler koordinieren den Umgang mit Auszubildenden konzeptionell innerhalb des entsprechenden gesetzlichen Rahmens.

Sie prüfen Führungsstile situationsbezogen auf ihre Verwendbarkeit für das Führen von Gruppen und leiten daraus die optimale Variante ab.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler setzen ihr Wissen zu Kommunikation, *Gesprächsführung* und Präsentation überzeugend im Sinne der Unternehmensführung und im Hinblick auf ein adäquates *Zeitmanagement* ein.

**Lernfeld 9 Unternehmen gründen und Geschäfts-
prozesse planen und steuern**

Zeitrichtwert: 120 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, unternehmerisch zu denken sowie strategische Planungsüberlegungen zur Unternehmensgründung, -organisation und -führung umzusetzen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler disponieren die künftige Geschäftstätigkeit mit Blick auf betriebs- und personalwirtschaftliche Faktoren. Sie analysieren und planen betriebliche *Investitionen* sowie *Produktions- und Unternehmensprozesse* sowohl unter Anwendung von ökonomisch und ökologisch orientierten Managementsystemen als auch des Arbeitsschutzes und Sicherheitsmanagements (*Finanzierungsplan, Kapitalbeschaffung*). Sie recherchieren rechtliche Rahmenbedingungen des Wirtschaftens (*Arbeitsvertragsrecht, Betriebsverfassungs- und Tarifrecht, Rechtsgeschäfte*), Gesetzmäßigkeiten des Marketings (*Marktanalyse, Marketingkonzept, -strategien, -instrumente*) und der Unternehmensgründung (*Standortwahl, Rechtsformen der Unternehmen, Gewerbeanmeldung und -erlaubnis, Unternehmenszusammenschlüsse*) sowie Grundsätze einer regulären kaufmännischen Buchführung (*Buchführungspflicht, Buchführungsgrundsätze, Inventur, Bilanz, Kontieren und Buchen von Bestandskonten, Erfolgskonten und Umsatzsteuer*). Sie unterstützen die Arbeit an Investitions- und Finanzierungsplänen sowie zum Jahresabschluss und ermitteln dazu Kosten im Unternehmen als Basis der Kostenrechnung.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bearbeiten Kundenaufträge und prüfen diese hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit. Sachkundig erstellen sie Angebote für den Auftraggeber und unterbreiten diese adressatengerecht. Entsprechend der vom Gesetzgeber festgelegten Vorgaben führen sie Buchungen von Standardgeschäftsfällen durch und werten Bilanzen aus. Sie führen *Kosten- und Leistungsrechnungen* durch und analysieren betriebliche Kennzahlen zur Durchführung einer Gewinn- oder Verlustrechnung.

Bei der Planung und Steuerung der Geschäftsprozesse berücksichtigen die Fachschülerinnen und Fachschüler die betrieblichen Strukturen sowie deren rechtliche Rahmenbedingungen. Sie beachten die verschiedenen Funktionsbereiche im Unternehmen sowie deren Schnittstellen und schließen Rechtsgeschäfte ab, treten in Verhandlungen sicher und selbstbewusst auf, gestalten Verträge unter Anleitung rechtssicher und kommunizieren mit Vertragspartnern.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler koordinieren im Rahmen des Controllings ergebnisorientiert Unternehmensplanung, -kontrolle sowie Informationsversorgung.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten auftragsbezogen komplexe betriebswirtschaftliche Zusammenhänge. Sie dokumentieren umwelt- und qualitätsorientierte Betriebsabläufe, Personalentwicklung und Produktionsprozesse, um ökonomische und ökologische Leistungen des Unternehmens zu modifizieren. Sie ermitteln und beurteilen die steuerlichen Belastungen des Unternehmens (*Besteuerung des Ertrags, Besteuerung des Verbrauchs*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler arbeiten konzeptionell, ergebnisorientiert und präsentieren die Arbeitsergebnisse überzeugend.

Lernfeld 10 Qualitätsmanagementsysteme umsetzen**Zeitrictwert: 80 Ustd.****Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Qualitätsmanagementsysteme auf betriebliche Abläufe anzuwenden.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler analysieren betriebliche Abläufe, erkennen und bewerten Fehlerquellen, optimieren Teilprozesse und deren Verknüpfungen. Sie planen Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Produktqualität, um gesetzliche Anforderungen zu erfüllen und dauerhafte Kundenzufriedenheit zu gewährleisten. Dabei streben sie Systematik im betrieblichen Qualitätsmanagement an.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler verschaffen sich einen Überblick über Elemente der Qualitätssicherung in den verschiedenen Phasen der Planung, Forschung und Entwicklung sowie insbesondere der Produktion (*Beschaffung, Erzeugung, Produktkontrolle, Absatz*). Sie informieren sich über grundlegende Begriffe der Qualitätslehre (*Qualitätsbegriff, Ziele, Verantwortung, Qualitätsplanung, -lenkung, -sicherung und -verbesserung*) sowie über die *Grundsätze des Qualitätsmanagements*. Im Sinne der Verbesserung des Kosten-, Zeit- und Marktbewusstseins analysieren sie Qualitätsmanagementsysteme. Dabei beachten sie aktuelle Standards und Regelungen zum Qualitätsmanagement.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen den zeitlichen Ablauf eines Zertifizierungsprozesses. Sie charakterisieren Qualitätskosten unter dem Blickwinkel eines wirtschaftlich orientierten Qualitätsmanagement.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler nutzen die elementaren Werkzeuge des Qualitätsmanagements zur Fehlererfassung (*Fehlersammelliste, Qualitätsregelkarte*) und Fehleranalyse (*Brainstorming, Korrelationsdiagramm, Ursache-Wirkungs-Diagramm*) und entwickeln kreative Lösungen für betriebliche Anforderungssituationen. Sie entwerfen QM-gerechte Arbeitsanweisungen und bearbeiten projektorientierte Aufgabenstellungen unter Beachtung von Terminvorgaben, Kapazitäten, Kosten und konsequenter Kundenorientierung. Sie erstellen *Nachweisdokumente* und schreiben betriebliche *Qualitätsmanagement-Handbücher* fort.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler beurteilen die erstellten Arbeitsanweisungen und bewerten betriebspezifische Managementsysteme im Hinblick auf umwelt- und qualitätsorientierte Unternehmensführung. Sie leiten Mitarbeiter zu qualitätsbewusstem Handeln an und sensibilisieren diese bezüglich des Umgangs mit mangelhaften Leistungen und Gewährleistungsansprüchen. Die Fachschülerinnen und Fachschüler treffen Qualitätssicherungsvereinbarungen bzw. begleiten diese. Sie präsentieren ihre Arbeitsergebnisse sicher und überzeugend mit Hilfe von modernen Kommunikations- und Informationssystemen.

Lernfeld 11a Zellkulturtechnische Arbeiten durchführen

Zeitrichtwert: 120 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Zell- und Gewebekulturen aufgabengerecht zu kultivieren und zu untersuchen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen das *Anlegen* und die *Kultivierung* von Zell- und Gewebekulturen (*Histologie, Zellzyklus, Fehlregulationen*) und berücksichtigen dabei geltende *Regelwerke* und *Sicherheitsvorschriften*. Dazu recherchieren sie die Einrichtungen eines Zellkulturlabors (*Labor und -ausstattung*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler systematisieren die *Arten der pflanzlichen, tierischen und humanen Zellkulturen* und deren *morphologische Merkmale*. Sie wählen anhand deren *Einsatzmöglichkeiten* eine Zellkulturart entsprechend der betrieblichen Aufgabenstellung aus. Zur Kultivierung von *Suspensions- und adhärennten Kulturen (Gesetzeslage zur Arbeit mit Stammzellen)* entscheiden sie sich für notwendige *Nährmedien* sowie *Zusätze*, für geeignete *Kultivierungsmethoden* und erstellen dafür einen Arbeitsplan.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen die zellkulturtechnischen Arbeiten entsprechend den Regeln des Arbeitsschutzes und der Steriltechnik durch. Sie wechseln Nährmedien und passagieren Subkulturen. Dabei arbeiten sie auch im Team. Die Fachschülerinnen und Fachschüler bestimmen die *Lebendzellzahl, Gesamtzellzahl* sowie die *Zellvitalität* mittels geeigneter Methoden. Sie diagnostizieren und beseitigen Kontaminationen in der Zellkultur (*Mycoplasmen, Bakterien, Nanobakterien, Pilze, Viren, Prionen, Kreuzkontaminationen*) und *kryokonservieren* Zell- und Gewebekulturen. Die Fachschülerinnen und Fachschüler untersuchen die kultivierten Zell- und Gewebekulturen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler beurteilen den Einsatz und die Kultivierung der ausgewählten Zellkulturart in Bezug auf die konkrete betriebliche Aufgabenstellung. Sie diskutieren das Ergebnis der Kultivierungsmaßnahme und führen eine Fehleranalyse durch. Zum Optimieren der Kultivierungsmethoden bewerten sie die erhaltenen Ergebnisse kritisch.

Lernfeld 12a Zur Arzneimittelforschung beitragen**Zeitrictwert: 120 Ustd.****Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, auftragsbezogen einen Beitrag zur Arzneimittelforschung in der Pharmakotherapie zu leisten.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen Algorithmen für die Entwicklung von Arzneimitteln. Dazu setzen sie sich mit Befunden der Pharmakokinetik und Pharmakodynamik auseinander. Sie leiten daraus die Bedeutung für Möglichkeiten und Grenzen des Arzneimitteleinsatzes zur Prävention und Wiederherstellung der Gesundheit ab. Unter Beachtung der rechtlichen Grundlagen legen sie einen geeigneten Algorithmus zur Entwicklung von Arzneimitteln an (*präklinische Forschung, Herstellung von Prüfpräparaten, klinische Forschung, Richtlinien zur Arzneimittelprüfung und -zulassung, Zulassung von Arzneimitteln, ökonomische Aspekte*). Die Fachschülerinnen und Fachschüler charakterisieren ausgewählte Arzneimittelgruppen („*Rote Liste*“), deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen sowie deren Indikationen. Sie planen den Einsatz von *Antiinfektiva* mit ihren Risiken und Grenzen (*Infektionskrankheiten bakteriellen und viralen Ursprungs*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler suchen angeleitet systematisch neue Stoffe als potentielle *Leitstrukturen*, um diese dann zu *Wirkstoff-Kandidaten* zu optimieren. Dabei nutzen sie Techniken der Molekularbiologie, um mögliche körpereigene Zielmoleküle bei Krankheitsprozessen zu identifizieren, an denen ein Arzneistoff ansetzen und den Krankheitsverlauf beeinflussen kann. Im Rahmen der *Galenik* verarbeiten sie Wirkstoffe in einer geeigneten Arzneiform zum Prüfpräparat (*Good Manufacturing Practice*). Die Fachschülerinnen und Fachschüler entwickeln *Gebrauchsinformationen* für Arzneimittel, um Patienten unterschiedlicher Altersgruppen Indikationshinweise zu geben. Sie erstellen unter Anleitung für besondere Personengruppen (*Suchtpatient, Schwangere, Patient mit Bluthochdruck u. a.*) Studien zu pharmakodynamischen Interaktionen, um bezüglich möglicher Wechsel- bzw. Nebenwirkungen zielgruppenspezifisch zu argumentieren. Dabei nutzen sie auch spezifische Anwendersoftware.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die präklinische und klinische Forschung zur Arzneimittelentwicklung auch aus ökonomischer Sicht. Dazu präsentieren und verteidigen sie die von ihnen entwickelten Gebrauchsinformationen zu Arzneimitteln.

Die Ergebnisse ihrer Studien stellen sie in übersichtlicher und für den Laien nachvollziehbarer Form vor, indem sie an den Probanden der Fallstudien ausgewählte Interaktionen von Arzneimitteln im Körper statistisch signifikant nachweisen.

**Lernfeld 13a Mikrobiologische Arbeitsmethoden zur Zeitrichtwert: 200 Ustd.
Produktion von Biomasse anwenden**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, unter Nutzung ausgewählter Gerätetechnik grundlegende Arbeitsverfahren der Mikrobiologie, inklusive der Methoden molekularer Mikrobiologie, anzuwenden, anzuleiten und zu bewerten.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die praktische Verwendung von Mikroorganismen (*Bakterien, Pilze*) und mikrobiologischen Objekten (*Viren*) in der Grundlagen- sowie angewandten Forschung. Ausgehend von der Einordnung in die Systematik recherchieren sie deren geno- sowie phänotypische Eigenschaften, um sie sowohl makroskopisch (*Bakterienmorphologie, Nährmedien, Impftechniken, Herstellung von Reinkulturen, Bakterienkolonien*) als auch mikroskopisch (*Lichtmikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie, Färbemethoden zur Differentialfärbung, Objektträgerkultur, Untersuchung fixierter und gefärbter Mikroorganismen*) qualitativ zu identifizieren. Sie diskutieren die Physiologie des Wachstums von Mikroorganismen und mikrobiologischen Objekten, *Prinzipien der Wachstumshemmung* sowie biochemische Leistungen, um mittels moderner Techniken der Mikrobiologie und molekularen Genetik die Mikroorganismen quantitativ zu vermehren (*Anreicherungskulturen, Wachstumskurven*) und zur Verbesserung der Lebensqualität des Menschen einzusetzen (*Nukleinsäure-Isolierungen und Sequenzanalysen, Kopplungsanalyse, Transformationsversuche, Anaerobentechnik, Herbizid-Abbauversuche*). Zur Entwicklung eines ethischen Grundverständnisses für den Einsatz gentechnisch veränderter Mikroorganismen setzen sich die Fachschülerinnen und Fachschüler mit der Interaktion von Mikrobe und Umwelt, mit Stoffkreisläufen sowie der Verantwortung des Menschen für die Umwelt auseinander. Sie sichern die gute Laborpraxis im fachkundig gestalteten mikrobiologischen Labor nach definiertem *Sicherheitsstandard*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler entwickeln selbstständig Fragestellungen sowie Hypothesen und wirken zeit- sowie ressourcenorientiert an der Planung von Forschungsprojekten mit. Sie leiten Teams im Kontext zum Forschungsvorhaben im Labor an.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler realisieren im Rahmen ihres Aufgabenbereiches angeleitet Forschungsprojekte mit nicht-pathogenen Mikroorganismen und entwickeln *Produkte und Prozesse für Anwendungen in der Gesundheit, der Ernährung und der ressourceneffizienten Industrieproduktion*. Sie identifizieren selbst Mikroorganismen bis zum Speciesniveau anhand biochemischer, physiologischer und molekularbiologischer Merkmale oder leiten Mitarbeiter dazu an, eruieren deren Arbeitsverhalten und kontrollieren die Resultate. Sie nutzen angemessene Methoden und Arbeitstechniken (*Sterilisation und Keimreduzierung, Kultivierung von Mikroorganismen, Anreicherung und Isolierung von Mikroorganismen, Aufbewahrung und Beschaffung von Reinkulturen, Lichtmikroskopische Untersuchung vom Mikroorganismen, Bestimmung von Zellzahl und Zellmasse in Populationen einzelliger Mikroorganismen*), werten Ergebnisse aus (*Protokoll, Projektbericht, Forschungsbericht*), interpretieren diese kritisch und formulieren Urteile, die relevante wissenschaftliche, soziale und ethische Aspekte berücksichtigen. Sie kooperieren bei Bedarf interdisziplinär mit Partnern aus Mikrobiologie, Molekularbiologie, Biochemie, Chemie, Verfahrenstechnik, Biophysik sowie Informatik.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die Resultate ihrer Untersuchungen. Sie kommunizieren Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen adressatenbezogen und ordnen ihre Untersuchungsergebnisse in den Kontext existierender Forschungsergebnisse ein.

Lernfeld 14a Gentechnische Arbeitsmethoden auswählen und anwenden

Zeitrichtwert: 200 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, molekularbiologische und gentechnische Arbeitsmethoden aufgabengerecht auszuwählen und anzuwenden.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die *Gewinnung, Bearbeitung und Klonierung von Nukleinsäuren* auf der Grundlage von geltenden *Regelwerken* und *Sicherheitsvorschriften*. Sie sichern die gute Laborpraxis im fachkundig gestalteten gentechnischen und molekularbiologischen Labor nach definiertem Sicherheitsstandard. Sie recherchieren den biochemischen Bau, das Vorkommen, die Replikation und die Bedeutung von Nukleinsäuren (*DNA-, RNA-Arten*).

Für die Gewinnung, Bearbeitung, Klonierung und *Analyse von Nukleinsäuren* erstellen sie Arbeitspläne.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen zur Bearbeitung von betrieblichen Aufgabenstellungen die jeweils notwendigen molekularbiologischen und gentechnischen Arbeiten entsprechend den Regeln des Arbeitsschutzes durch. Sie präparieren Nukleinsäuren aus verschiedenen Materialien (*Aufschluss pflanzlicher, tierischer und mikrobiologischer Zellen*) in aufgabengerechter Reinheit, bestimmen die Konzentration von Nukleinsäuren und konzentrieren diese bei Bedarf auf.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler analysieren Nukleinsäuren mittels *Sequenzierung* und weisen Mutationen (*Gen-, Chromosomen-, Genommutation*) mit verschiedenen Methoden nach (*RFLP-Analyse, SNP-Analyse*). Sie wenden *Restriktionsenzyme* zur Nukleinsäurebearbeitung an, trennen Nukleinsäurefragmentgemische elektrophoretisch auf, isolieren auftragsbezogen DNA-Fragmente aus Gelen (*Agarose, Polyacrylamid*) und *blotten*. Die Fachschülerinnen und Fachschüler vergleichen die verschiedenen PCR-Verfahren hinsichtlich ihrer Methodik und Anwendungen (*real-time PCR, reverse Transkriptions-PCR*) und realisieren Standard-*Polymerasekettenreaktionen*.

Zur *Klonierung* von DNA-Fragmenten in Zielorganismen nutzen die Fachschülerinnen und Fachschüler *Vektoren* und stellen *kompetente Zellen* her. Sie wählen unter Berücksichtigung der *Regulation der Genexpression* aus verschiedenen Klonierungsmethoden die geeignete aus und überprüfen die erfolgreiche Klonierung anhand der *Expression von Reportergenen* und der Anwendung von *Gensonden* zum Aufspüren von bestimmten DNA-Fragmenten.

Die Funktion von DNA-Sequenzen in lebenden Systemen untersuchen die Fachschülerinnen und Fachschüler mittels der Untersuchung der Transkription im Gewebe. Nach erfolgter Translation analysieren sie die Genprodukte auf biochemischem Weg.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die Auswahl und den Einsatz molekularbiologischer und gentechnischer Methoden zur Gewinnung transgener Organismen in Bezug auf die betriebliche Aufgabenstellung kritisch. Sie prüfen erstellte Arbeitspläne, führen Fehleranalysen durch und beurteilen die Ergebnisse kritisch im Team. Sie optimieren die Durchführung der angewendeten molekularbiologischen und gentechnischen Methoden und übertragen sie auf andere betriebliche Aufgabenstellungen.

Lernfeld 15a Biotechnologische Apparaturen projektieren und überwachen **Zeitrichtwert: 160 Ustd.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, unter wissenschaftlicher Anleitung biotechnische Verfahren mit den adäquaten Anlagen und Apparaturen im Labormaßstab zu projektieren, diese in eine großtechnische Anlage zu überführen und für deren sicheren Betrieb zu sorgen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die Realisierung biotechnologischer Projekte, indem sie im Labormaßstab biotechnologische Reaktionen (*Zellwachstum, Substratabbau, Produktbildung*) simulieren und *geeigneten Sterilisations- bzw. Produktionsverfahren* zuordnen. Sie setzen sich mit der Produktion und räumlichen Fixierung von Enzymen auseinander (*natürliche Gewinnung aus Tieren, Pflanzen, Mikroorganismen, Produktion mittels Mikroorganismen, Immobilisierung von Enzymen*), um makroskopisch fassbare Partikel zu erwirken. Sie analysieren Bioreaktoren (*Unterscheidung nach Rührtechnik, nach Aufbau, nach Mischung des Katalysators mit dem Produkt*) und deren periphere Einrichtungen (*Installationen, Konstruktionen, Nebenaggregate, Steriltechnik, Instrumentierung und Automatisierung*), wählen diese entsprechend der betrieblichen Aufgabenstellung aus und adaptieren sie gegebenenfalls (*Arzneimittelproduktion, Lebens- und Genussmittelproduktion, Produktion von Enzymen, Energiegewinnung*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler tragen zur Optimierung der Vorgänge in der großtechnischen Anlage bei und bereiten die Produktion nach den Grundsätzen des Qualitätsmanagements vor (*Good Laboratory Practice - GLP, Good Manufacturing Practice - GMP, Standard Operating Procedure - SOP*). Sie diskutieren Vorstellungen zur Überwachung des konzipierten großtechnischen Produktionsprozesses durch das Labor.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler projektieren entsprechend der spezifischen Problemstellung eine biotechnologische Anlage im Labormaßstab. Sie wählen Nährmedien aus, in welchen Zellen oder Mikroorganismen gezüchtet und quantifiziert werden können (*Rezepturen mit Nähr- und Zusatzstoffen, definierte Medien, komplexe Medien, Minimalmedien, Selektivmedien, Differentialmedien*), sterilisieren diese und testen sie auf Praxisrelevanz. Im Ergebnis von laboranalytischen Untersuchungen zur *biologischen Stoffumwandlung im technischen System* und im Kontext zu den zugänglichen technischen Kennzahlen wählen sie spezifische Bioreaktoren für industrielle Anlagen aus. Die Wirkungsweise dieser Fermenter simulieren sie im Labor mittels einfacher Versuchsanordnungen, die im Team entwickelt werden.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler testen mechanische, thermische, elektrische und physikalisch-chemische Verfahren zur Abtrennung von Fermentationsprodukten aus der Fermentationsbrühe und wählen geeignete Verfahren zur Produktreinigung und zur Integration in die Anlage aus. Sie überwachen bereits laufende biotechnologische Anlagen, indem sie Prozess- und Produktproben analysieren und durch den stetigen Vergleich von wissenschaftlich begründeter Erwartungshaltung und Analyseergebnis auf die Optimierung der Anlagen wirken. Die protokollarisch gesicherten Ergebnisse bereiten sie abschließend übersichtlich auf.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die von ihnen projektierte biotechnologische Anlage im Labormaßstab. Dazu präsentieren sie die aufbereiteten Analyseergebnisse und diskutieren Maßnahmen zu deren Optimierung. Sie übertragen ihre Erfahrungen zur Umsetzung verfahrenstechnischer Grundoperationen auf die großtechnische biotechnologische Anlage und ziehen Rückschlüsse auf potentielle Stör- bzw. Fehlerquellen, um gezielte Prüfmechanismen durch das Labor einzurichten.

**Lernfeld 16a Biologische Daten mit Methoden der
Bioinformatik auswerten**

Zeitrichtwert: 120 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, biologische Daten unter Nutzung von Methoden der Bioinformatik zu verwalten, auszuwerten und zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen einzusetzen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen das Informationsmanagement in der biologischen Forschung sowie die Arbeit mit biologisch orientierten Datenbanken zur Informationsgewinnung und zur Darstellung und Auswertung von Messergebnissen mit statistischen Methoden. Sie bereiten die Verwendung einfacher und heuristischer Algorithmen zur spezifischen Informationsverarbeitung vor.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler recherchieren biologische Datenbanken (*Aufbau von Datenbanken, Datenbanken zur Verwaltung von Nukleotidsequenzen, von Aminosäuresequenzen und von Proteinstrukturen*) und in *Bioinformatik-Meta-Suchmaschinen*. Sie vergleichen die Informationstiefe von weit verbreiteten, geeignet indizierten und vernetzten biologischen Datenbanksystemen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen den Einsatz von *Methoden der deskriptiven Statistik (Tabellen, Kenngrößen, grafische Darstellung, eindimensionale Daten)* und den *Umgang mit normalverteilten und nicht normalverteilten Daten*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler nutzen biologisch orientierte Datenbanken (*mikrobiologisch, biochemisch, forensisch, molekularbiologisch, genetisch u. a.*) zur Informationsgewinnung. Sie ermitteln *Struktur- und Sequenzinformationen*, realisieren Verfahren des *Sequenzvergleichs (Arbeit mit Dot-Plots)* und erstellen selbstständig oder im Team auftragsbezogenen Datenbanken. Diese unterlegen sie bei Bedarf mit Bildmaterial (*DNA-Sequenzen, Proteine, Kolonieförmigkeiten*).

Im Rahmen der Darstellung und Auswertung von Messergebnissen mit statistischen Methoden verwenden die Fachschülerinnen und Fachschüler Testverfahren zur Bestimmung der *Normalverteilung*. Sie führen *ein- und zweifaktorielle Varianzanalysen, lineare und nichtlineare Regressionsanalysen* und *Signifikanztestverfahren* durch. Zudem erstellen sie einfache *Wahrscheinlichkeitsprognosen*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler arbeiten mit unterschiedlichen Betriebssystemen, mit serverbasierten Anwendungen und in Netzwerken.

Darüber hinaus verwenden sie statistische Anwendersoftware zur Bearbeitung von komplexem Datenmaterial, bereiten ausgewertete Daten visuell auf und interpretieren diese.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler prüfen und bewerten die gewonnenen Informationen kritisch, führen bei statistischen Untersuchungen *Fehleranalysen* durch und optimieren ihre erstellten Datenbanken.

**Lernfeld 11b Komplexe chemisch-technische Systeme Zeitrichtwert: 320 Ustd.
über den Labormaßstab optimieren**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, das Herstellen von chemischen Produkten im Labormaßstab zu optimieren und auf großtechnischen Anlagen zu übertragen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen auftragsgemäß Verfahren zur Herstellung chemischer Produkte.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler vergleichen aus labortechnischer und verfahrenstechnischer Sicht ausgewählte Verfahren zum Herstellen von anorganischen (*Schwefelsäure, Ammoniak, Salpetersäure, Natronlauge*) und organischen Stoffen (*Methan, Essigsäure, Methanol/Ethanol*). Sie prüfen Verfahren zur Herstellung von anorganischen Grundstoffen und anorganischen Massenprodukten (*Düngemittel, Baustoffe, Metalle*) hinsichtlich Rohstoff-Stoff-Betrachtungen sowie unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte. Sie analysieren komplexe mehrstufige organische Verfahren ausgehend von der Beschaffung und Verarbeitung der Grundstoffe (*Erdöl, Erdgas, Kohle, nachwachsende Rohstoffe*) über das Herstellen von Zwischenprodukten (*Methan, Essigsäure, Vinylchlorid, Methanol/Ethanol, Aromaten*) bis zum Gewinnen von organischen Folgeprodukten (*Polymere, Tenside, Waschmittel, Pharmazeutika, Farbstoffe, Pflanzenschutzmittel*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler diskutieren chemische Stoffe im Kontext ihrer Herstellung, indem sie die Beziehungen zwischen der Struktur und den Eigenschaften analysieren. Daraus leiten sie Aussagen bezüglich des Gefahrenpotenzials beim Umgang damit und hinsichtlich der Reaktionsbedingungen ab. Sie formulieren sowohl Reaktionsgleichungen als auch Reaktionsmechanismen und schließen daraus auf das Anfallen möglicher Zwischenprodukte. Diese prüfen sie auf ihre Umweltverträglichkeit, gegebenenfalls suchen sie nach Alternativen. Sie optimieren die Reaktionsbedingungen unter Beachtung des chemischen Gleichgewichtes. Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen stöchiometrische Berechnungen durch.

Ausgehend von den notwendigen Reaktionsbedingungen, um die Edukte zur Reaktion zu bringen, entwickeln sie eine Apparatur im Labormaßstab genetisch. Sie bewerten vorhandene Anlagen und gehen dabei analytisch-synthetisch vor. Die labortechnische Simulation des Prozesses übertragen sie auf großtechnische Anlagen (*Upscale-Prozess*) und vergleichen diese mit bereits bestehenden Anlagen im Produktionsbetrieb. Verfahrensaspekte kommunizieren sie zielgruppenspezifisch.

Für ausgewählte Produkte entwickeln sie eigene Herstellungsmöglichkeiten und Prototypen im Labormaßstab.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die Produktionsvorschläge oder bestehende Verfahren in der Industrie unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten. Sie gleichen die Ergebnisse mit den gesetzlichen Bestimmungen ab und prüfen die Umsetzung der Vorschriften zum Arbeitsschutz. Für zukünftige unternehmerische Aufgabenstellungen der chemischen Produktgewinnung entwickeln sie Lösungsstrategien.

Sie stellen die Ergebnisse vor, diskutieren diese und formulieren Aussagen hinsichtlich der Weiterverarbeitung der Produkte. Den Prototyp der Anlage präsentieren und übergeben sie dem Auftraggeber.

Lernfeld 12b Ressourcen nachhaltig nutzen**Zeitrichtwert: 240 Ustd.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, die produktionsrelevanten Ressourcen Luft, Wasser, Rohstoffe und Energie nachhaltig zu nutzen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen. Dabei beachten sie rechtliche Grundlagen zu Anforderungen an Betriebsluft und an Wasser als Brauchwasser und Rohstoff (*Bundesimmissionsschutzgesetz, Trinkwasserverordnung, Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch*) sowie Regeln zum mikrobiologischen Arbeiten (*Hygiene- und Sicherheitsvorschriften, Laborsicherheitsstufen*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler recherchieren Möglichkeiten zur Erzeugung regenerativer Energie (*energetische Nutzung von Sonne, Wind, Erdwärme, Wasser, Holz, Pflanzen*) und charakterisieren diese bezüglich *Wirkungsweise, Wirkungsgrad, baulicher und rechtlicher Voraussetzungen, Varianten, Kosten, Vor- und Nachteilen sowie Fördermöglichkeiten*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen auftragsbezogen die notwendigen mikrobiologischen Analysen entsprechend den Regeln des *Arbeitsschutzes* durch. Sie untersuchen das Betriebsmittel Luft hinsichtlich potenzieller mikrobiologischer Verunreinigungen (*Schimmelpilze, pathogene Luftkeime*) und beschreiben deren Wirkung auf Mensch und Umwelt (*relevante Grenzwerte*). Sie wählen geeignete Methoden zur Bestimmung von mikrobiologischen Luftverunreinigungen (*Membranfiltration, Sedimentationsverfahren, Impaktionsverfahren, Methoden zur Kultivierung und Identifizierung von Mikroorganismen wie Färbemethoden und Schnelltests*) sowie zu deren Entfernung (*Membranfiltration, physikalisch-chemische Methoden*) unter Berücksichtigung der betrieblichen Aufgabenstellung.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler leiten aus *Grenzwerten* für das Betriebsmittel Wasser geeignete Regeln zur Probenahme sowie zu Bestimmungsmethoden ab (*Membranfiltration, Koch'sches Plattengussverfahren, Oberflächenspatelverfahren, Methoden zur Kultivierung und Identifizierung von Mikroorganismen*). Sie wählen unter Berücksichtigung der betrieblichen Aufgabenstellung geeignete Methoden zur Untersuchung des Betriebsmittels Wasser aus.

Für die Vorbereitung der mikrobiologischen Analyse der Betriebsmittel Luft und Wasser erstellen die Fachschülerinnen und Fachschüler jeweils einen Arbeitsplan.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler entwickeln Strategien für die Reinigung und nachhaltige Nutzung der Betriebsmittel Luft und Wasser und verarbeiten dazu auch Ergebnisse vorhandener Analysen hinsichtlich organischer und anorganischer Stoffe.

Sie dokumentieren für die Erstellung eines Konzepts zur nachhaltigen Energiegewinnung relevante Daten des Betriebes wie *Energiebedarf (absolut, zeitlicher Verlauf)* und gegebene sowie zukünftige finanzielle, bauliche und logistische Rahmenbedingungen.

Zur nachhaltigen Energiegewinnung erstellen die Fachschülerinnen und Fachschüler unter Einbeziehung der betrieblichen Rahmenbedingungen ein Konzept sowie eine Strategie zu dessen Umsetzung.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die erhaltenen Ergebnisse nach einer Fehleranalyse kritisch auch im Team. Sie prüfen erstellte Lösungsstrategien, optimieren diese und übertragen sie auf andere betriebliche Aufgabenstellungen.

Lernfeld 13b Entsorgungsverfahren optimieren**Zeitrichtwert: 240 Ustd.****Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, die Entsorgung von Abprodukten zu optimieren.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen die Lösung betrieblicher Aufgabenstellungen in der Abwasserentsorgung (*Abwasseranfall und -ableitung, Abwasserinhaltsstoffe, Ablauf der Abwasserreinigung in einer kommunalen Kläranlage inklusive der Reinigungsanforderungen*). Dazu informieren sie sich über die relevanten *rechtlichen Grundlagen (Wasserhaushaltsgesetz, Abwasserabgabengesetz, Indirekteinleiterverordnung)*. Sie analysieren die Anlagen der *mechanischen Reinigungsstufe (Rechen, Siebe, Sandfänge, Vorklärbecken)* bezüglich deren *Ziel, Wirkprinzip und technischer Realisierung*. Sie eruiert die *mikrobiologischen Abläufe der biologischen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorentfernung* einschließlich der möglichen technischen Varianten (*Belebtschlammverfahren, Biohochreaktor, vorgeschaltete, nachgeschaltete und simultane Denitrifikation, Bio-P-Elimination*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler beachten relevante *rechtliche Grundlagen* zur Entsorgung von Abfällen (*Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Bioabfallverordnung*) und *Grundsätzen der Abfallwirtschaft*. Sie prüfen *Sammlung und Transport* der verschiedenen Abfälle (*Hol- und Bringsystem, Duales System, Abfallsammelbehälter*) unter Einbeziehung anfallender *Emissionen* sowie deren *Beseitigung (Rauchgasreinigung, Sickerwasserbehandlung, Abluftreinigung, Deponiegaserfassung)*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler berücksichtigen relevante *rechtliche Grundlagen zur Abluftbehandlung*, wie *Bundesimmissionsschutzgesetz, Geruchsimmisionsrichtlinie*, und ermitteln die *Zusammensetzung der Abluft* verschiedener Betriebe sowie deren *Wirkung auf Mensch und Umwelt*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler vergleichen die verschiedenen technischen Varianten der *chemischen Phosphatfällung (Vor-, Nach- und Simultanfällung)* und die verschiedenen *Fällungsmittel*. Dazu untersuchen sie *naturnahe, dezentrale Abwasserbehandlungsanlagen (belüftete und unbelüftete Abwasserteiche, horizontal und vertikal durchflossene Pflanzenkläranlagen, Tropfkörperverfahren, Tauchkörperverfahren)* unter dem Fokus von *Anforderungen an das Abwasser, die Reinigungsleistung (qualitativ, quantitativ)* und die *technische Umsetzung*. Zur *Schlammbehandlung* wählen sie die optimale Methode aus (*Eindickung, Schlammwässerung, Schlamm Trocknung, Schlammfäulung*).

Des Weiteren analysieren sie *Anfall und Zusammensetzung* verschiedener Abfälle sowie die verschiedenen *Abfallbehandlungsverfahren* bezüglich der Ziele, der Wirkprinzipien und der Vor- und Nachteile (*Abfallverbrennung, mechanisch-biologische Anlage, Deponierung, Kompostierung, Abfallvergärung*). Sie beurteilen *ablaufende Prozesse* und deren *technische Realisierungen (Nass- und Trockenfermentation, statische und dynamische Kompostierungsverfahren, Deponieklasse, Verbrennung mit und ohne Klärschlammzusatz)*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler wählen Maßnahmen zur *Entfernung von Luftverunreinigungen* und die entsprechenden *technischen Ausrüstungen* nach *Wirkprinzip und Anwendungsbedingungen (Zyklon, Elektrofilter, Membranfilter, Rauchgasreinigungsanlage, Biofilter, Biowäscher, Membranreaktor, Biotropfkörper)* aus.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler erstellen in Arbeitsgruppen unter Einbeziehung der betrieblichen Rahmenbedingungen Konzepte zur nachhaltigen Abwasser-, Abfall- und Abluftentsorgung sowie Strategien zu deren Umsetzung.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler bewerten die erhaltenen Ergebnisse kritisch in Bezug auf die jeweilige betriebliche Aufgabenstellung. Sie evaluieren erstellte Lösungsstrategien und präsentieren die optimale Lösung adressatenspezifisch.

Lernfeld 14b Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnische Systeme entwickeln und einsetzen**Zeitrichtwert: 120 Ustd.****Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnische Systeme zu entwickeln und einzusetzen.**

Die Fachschülerinnen und Fachschüler planen den Einsatz von MSR-Technik für die Einführung neuer chemischer Stoffe und Produkte, für die Entwicklung und Verbesserung von Produktions- und Entsorgungsverfahren sowie für die dafür geeigneten Anlagen.

In Planungs- und Sondierungsgesprächen bedienen sie sich der Fachlexik (*Signale, Signalformen, BUS-System, Sensor, Steuerung, Regelung, Regelkreis, Aktor, Stellglied*). Sie analysieren Messfühler (*aktive und passive Sensoren*) sowie den Aufbau und die Funktionsweise von Messumformern (*Signalwandler, Signalumsetzer*), Reglern (*stetige und unstetige Regler, Regelcharakteristik*) und Stellgliedern.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler veranschaulichen das Prozessgeschehen, indem sie den MSR-Einrichtungen *Schalt- bzw. Bildzeichen* sowie *Kennbuchstaben* zuordnen und diese im Sinne der *Prozessleittechnik (Fließbilder, Bedienbilder, Ablaufsteuerung)* verknüpfen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler geben Empfehlungen zum Einsatz von *speicherprogrammierbaren Steuerungen (Aufbau, Programmierarten, Programmierung, Bedienfunktionen)*. Sie planen und erstellen *Messprogramme* und entwickeln Versuche für Labor und Technikum. Aktuelle Entwicklungstendenzen der Steuerungs- und Regelungstechnik beziehen sie ein (*Scale-up-Verfahren, Miniplant-Technik*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen die Kontrolle von Produktionsanlagen durch und beaufsichtigen die ordnungsgemäße Bedienung durch das zuständige Personal. Dazu fertigen sie *Betriebsprotokolle an*. Sie analysieren Betriebsabläufe und realisieren das *Störungsmanagement*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler wählen *Prozessgrößen* aus und verknüpfen diese über Steuerungen und Regelungen. Sie ermitteln Prozessdaten innerhalb der Prozessführung und ordnen ihnen Verfahrensprioritäten zu (*Bedienhierarchien, Stör- und Alarmhierarchien*). Aus den gewonnenen Daten leiten sie Kenngrößen für das *Zusammenwirken unterschiedlicher Baugruppen* im Hinblick auf die Prozessführung ab und beeinflussen diese Größen zielgerichtet. Sie konfigurieren und parametrieren *Steuerungs- und Regelungseinrichtungen*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler führen technische Berechnungen durch, erstellen und testen *logische Schaltungen* und passen speicherprogrammierbare Steuerungen aufgabenrelevant an.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler überprüfen ihre technischen Entscheidungen selbstkritisch und verantwortungsbewusst. Die Daten bewerten sie hinsichtlich der Prozessführung, der Qualitätssicherung, der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes. Sie prüfen ihre Testergebnisse und entwickeln *Optimierungsstrategien*.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler dokumentieren ihre Ergebnisse und nutzen dabei moderne Technik und Standardsoftware. Sie gehen bei der Bewältigung auftretender Probleme selbstständig, zielgerichtet und planmäßig vor und arbeiten bei allen Tätigkeiten sowohl allein als auch im Team projektorientiert. Ihre Erfahrungen übertragen sie auf andere betriebsspezifische Aufgabenstellungen.

Lernfeld 17a	Spezielle Anwendungsprojekte managen	Zeitrichtwert: 40 Ustd.
Lernfeld 15b	und realisieren	

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, Fachwissen und berufliche Erfahrungen in Projekten verantwortungsvoll zu vernetzen sowie deren Resultate kritisch zu hinterfragen.

Unter Beachtung der Faktoren Zeit, Kosten und Qualität planen die Fachschülerinnen und Fachschüler Projekte (*Projektfeldanalyse, Ressourcenkonflikte, Projektstrukturplan, Projektablaufplan, Projektziel und Projektgrenze, Scheitern von Projekten/Chaos-Studie*).

Die Fachschülerinnen und Fachschüler analysieren den Ist-Stand (*Primär-, Sekundärerhebung*), würdigen die erhobenen Daten kritisch, entwickeln Konzeptionen zur Lösung von Problemen (*Brainstorming, morphologische Analyse*), legen Meilensteine fest und realisieren die Ziele des Projektes (*Einführungsstrategien*). Dabei nutzen sie moderne Werkzeuge der Projektmanagementsoftware. Nach erfolgter Implementierung entwickeln sie eine abrechenbare Form der Ergebnisdokumentation und -visualisierung.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler evaluieren die Resultate der Projekte. Sie präsentieren Vorgehen und Ergebnis ihres Projektes und stellen sich der Diskussion. Sie ziehen Rückschlüsse für künftige Projekte und entwickeln je nach Dynamik der Rahmenfaktoren Prozesse systematisch weiter (*interaktiver Charakter von Projekten*).

Lernfeld 18a Facharbeit erstellen
Lernfeld 16b

Zeitrictwert: 80 Ustd.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler besitzen die Kompetenz, wissenschaftsorientiert aktuelle fachrichtungsbezogene Themen zu bearbeiten und ihre Ergebnisse zu verteidigen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler setzen sich mit aktuellen fachrichtungs- und praxisbezogenen Themen aus ihren beruflichen Handlungsfeldern auseinander. Sie leiten *fachwissenschaftliche Fragestellungen* oder *komplexe gestalterische Aufgaben* ab und entwickeln daraus eine Themenstellung für die Facharbeit.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler analysieren das Thema und formulieren Teilaufgaben. Sie beachten die inhaltlichen und formalen Anforderungen wissenschaftlichen Arbeitens und stellen konzeptionelle Überlegungen an. Bei der Umsetzung der einzelnen Arbeitsschritte nutzen sie unterschiedliche *Arbeits- und Kreativitätstechniken*. Sie planen ihre Arbeitsphasen (*Ablaufplan, Zeitmanagement*) verantwortungsvoll und selbstständig.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler wählen geeignete Untersuchungsmethoden (*Recherche, Beobachtung, Fragebogen, Interview, Messung, Versuchsreihe*). Sie planen die Durchführung einer Untersuchung (*Reliabilität, Validität, Objektivität, Normen*) oder die Entwicklung eines Produktes sowie die Auswertung und Dokumentation der Ergebnisse.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler informieren sich aus verschiedenen Quellen (*Fachliteratur, Internet, Experten*), analysieren diese kritisch hinsichtlich Verlässlichkeit, Aktualität sowie Themenbezug und wählen Informationen aus (*Urheberrecht*). Sie stellen beginnend mit der Themenstellung Zusammenhänge formal korrekt dar, zeigen Wechselwirkungen auf, argumentieren unter Anwendung der *Fachtermini* und überzeugen durch kompetente ergebnisorientierte Schlussfolgerungen.

Die Fachschülerinnen und Fachschüler *verteidigen* zielgruppenadäquat und situationsangemessen in einem Fachgespräch die Ergebnisse ihrer Arbeit (*Präsentationstechniken, Kommunikationstechniken*). Sie reflektieren ihr methodisches Vorgehen und setzen sich selbstkritisch mit ihren Arbeitsprozessen und Ergebnissen auseinander.

Hinweise zur Veränderung des Lehrplanes 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 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 <http://www.schule.sachsen.de/lpdb/>.

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