



# Umsetzungshilfe für den Ausbildungsberuf Biologielaborantin und Biologielaborant

Eine Handreichung für Lehrkräfte



BERUFSSCHULE



STAATSIINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT  
UND BILDUNGSFORSCHUNG  
MÜNCHEN

# Umsetzungshilfe für den Ausbildungsberuf Biologielaborantin und Biologielaborant

München, April 2022



---

Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

**Leitung des Arbeitskreises:**

Peter Stoib

Staatsinstitut für Schulqualität und  
Bildungsforschung (ISB), München

**Mitglieder des Arbeitskreises:**

Dr. Heike Deichsel

Städtische Berufsschule für Zahntechnik,  
Chemie-, Biologie- und Drogerieberufe  
München

Roland Krammer, Berater

Roche Diagnostics Penzberg

Dr. Stefan Schneider

Klara Oppenheimer Berufsschule Würzburg

**Herausgeber:**

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

**Anschrift:**

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Abteilung Berufliche Schulen

Schellingstr. 155

80797 München

Tel.: 089 2170-2211

Fax: 089 2170-2215

Internet: [www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)

E-Mail: [berufliche.schulen@isb.bayern.de](mailto:berufliche.schulen@isb.bayern.de)

# Inhaltsverzeichnis

---

1	Vorwort.....	4
2	Leitgedanken.....	5
2.1	Neuerungen in den Lehrplanrichtlinien.....	5
2.2	Berufliche Handlungskompetenz.....	6
2.3	Lesehinweise .....	9
2.4	Kompetenzformulierungen als Ausgangspunkt für Lernsituationen .....	10
2.5	Lernprozess als vollständige Handlung.....	10
3	Zum Umgang mit der Handreichung .....	11
4	Empfehlungen für die einzelnen Fächer.....	12
4.1	Labortechnische Grundoperationen .....	12
4.2	Chemische Grundlagen .....	14
4.3	Instrumentelle Analytik .....	15
4.4	Mikrobiologie .....	16
4.5	Molekularbiologie und Biochemie.....	17
4.6	Versuchstierkunde und Zoologie.....	18
4.7	Grundlagen der Genetik, Botanik und Pharmakologie .....	20
4.8	Immunologie und Biochemie (Wahlpflichtfach) .....	21
4.9	Biotechnologie (Wahlpflichtfach) .....	22
4.10	Botanik und Pflanzenschutz (Wahlpflichtfach) .....	23
4.11	Mikrobiologie (Wahlpflichtfach) .....	24
4.12	Gentechnik und Molekularbiologie (Wahlpflichtfach).....	25
4.13	Pharmakologie (Wahlpflichtfach).....	26
4.14	Zellkulturtechnik (Wahlpflichtfach).....	27
5	Anhang/Quellen .....	28

# 1 Vorwort

---

Mit Beginn des Schuljahrs 2021/22 wurden die novellierten und neu strukturierten Lehrplanrichtlinien der Berufsausbildung für Biologielaborantinnen und Biologielaboranten in Kraft gesetzt. Diese stehen auf der Homepage des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung ([www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)) zur Einsicht und als Download zur Verfügung.

In den letzten Jahrzehnten sind die berufstypischen Arbeitsprozesse in biologischen Laboren einem zunehmend schnelleren Wandel sowohl der Technologien und Verfahren als auch der Automatisierung und Digitalisierung unterworfen. Dies macht eine stete Weiterentwicklung sowohl der fachlichen als auch der überfachlichen Kompetenzen unerlässlich.

Die vorliegende Umsetzungshilfe soll Lehrkräfte, die in diesem Ausbildungsberuf tätig sind, bei der Vermittlung von fachlichen Inhalten der lernfeldstrukturierten Lehrplanrichtlinie unterstützen und damit den Erwerb beruflicher Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler fördern. Gezielte Hinweise zeigen Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen Lernfeldern und Bündelungsfächern während der gesamten Ausbildung auf und ermöglichen eine schul- und lehrerspezifische Weiterentwicklung der schulinternen didaktischen Jahrespläne.

Aufgrund der o. g. Neuordnung der Lehrplanrichtlinie ist insbesondere die Weiterqualifizierung der Lehrkräfte von essenzieller Bedeutung. Die vorliegende Umsetzungshilfe, insbesondere die Lehrplananalysen und die Empfehlungen zu allen Pflicht- und Wahlpflichtfächern, sollen dabei helfen, diese Herausforderungen zu meistern.

Mein besonderer Dank gilt allen Lehrkräften des Arbeitskreises.



Anselm Råde

Direktor des ISB

## 2 Leitgedanken

---

### 2.1 Neuerungen in den Lehrplanrichtlinien

---

Um die Aktualität der Ausbildung von schulischer Seite zu gewährleisten, wird der Wandel des Berufsbilds Biologielaborantin und Biologielaborant durch die neuen bayerischen Lehrplanrichtlinien (i. d. F. vom 26.11.2021) aufgegriffen.

So werden nun beispielsweise auch neue Entdeckungen und Entwicklungen hinsichtlich Erbgutveränderungen, Epigenetik oder gentechnisch hergestellter Medikamente und Impfstoffe thematisiert.

Schon während der Ausbildung soll zudem auch von schulischer Seite aus eine differenzierte Spezialisierung im dritten und vierten Ausbildungsjahr auf verschiedene Arbeitsbereiche, wie z. B. dem Arbeiten mit Nukleinsäuren oder Proteinen, ermöglicht werden. Dies entspricht einer Vereinheitlichung zu den bereits bewährten Wahlpflichtfächern im Ausbildungsberuf Chemielaborantin und Chemielaborant.

Diese Handreichung soll als Hilfestellung für die Umsetzung der neuen Lehrplanrichtlinien dienen und den Lehrkräften mögliche Schwerpunkte in den bestehenden, aber auch in den neu entwickelten Fächern aufzeigen, die geänderte Anforderungen in der beruflichen Praxis und insbesondere die Weiterentwicklungen bei Methoden und Verfahren in den Life Sciences berücksichtigen.

Zusätzlich sollen die Standardberufsbildpositionen „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ sowie „Digitalisierte Arbeitswelt“ mit dem jeweiligen fachlichen Bezug (u. a. im Hinblick auf Big Data und Vernetzungen von Proteomics, Genomics und Metabolomics) in alle Lernfelder und Fächer integriert werden.

Eine wesentliche Neuerung in den neuen Lehrplanrichtlinien ist die Neugestaltung der Fächer der 12. und 13. Jahrgangsstufe. Das Pflichtfach „Grundlagen der Genetik, Botanik und Pharmakologie“ sichert den Schülerinnen und Schülern eine biologische Allgemeinbildung in den Bereichen Genetik, Botanik und Pharmakologie und bereitet sie dadurch flexibel auf den Arbeitsmarkt vor.

Mit den Wahlpflichtfächern wird darüber hinaus eine ausbildungsspezifische Spezialisierung ermöglicht.

Es bedarf einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Inhalte von Pflichtfach und Wahlpflichtfächern, um Doppelungen zu vermeiden. Überschneidungen bei fachspezifischen Berechnungen, z. B. stöchiometrische Berechnungen, Verdünnungsreihen, Mischungsrechnen und Statistik sollen zwischen dem Pflichtfach und den Wahlpflichtfächern vermieden werden.

## 2.2 Berufliche Handlungskompetenz

---

Im Zentrum der KMK-Rahmenlehrpläne steht die Fokussierung auf den Erwerb beruflicher Handlungskompetenz und damit einhergehend die Realisierung von kompetenzorientiertem Unterricht. Dieser ist nach thematischen Einheiten, nach Lernfeldern strukturiert. Diese Lernfelder sind aus beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsfeldern abgeleitet und bilden eine umfassende berufliche Handlungskompetenz ab, indem bedeutende Kompetenzen beschrieben werden.

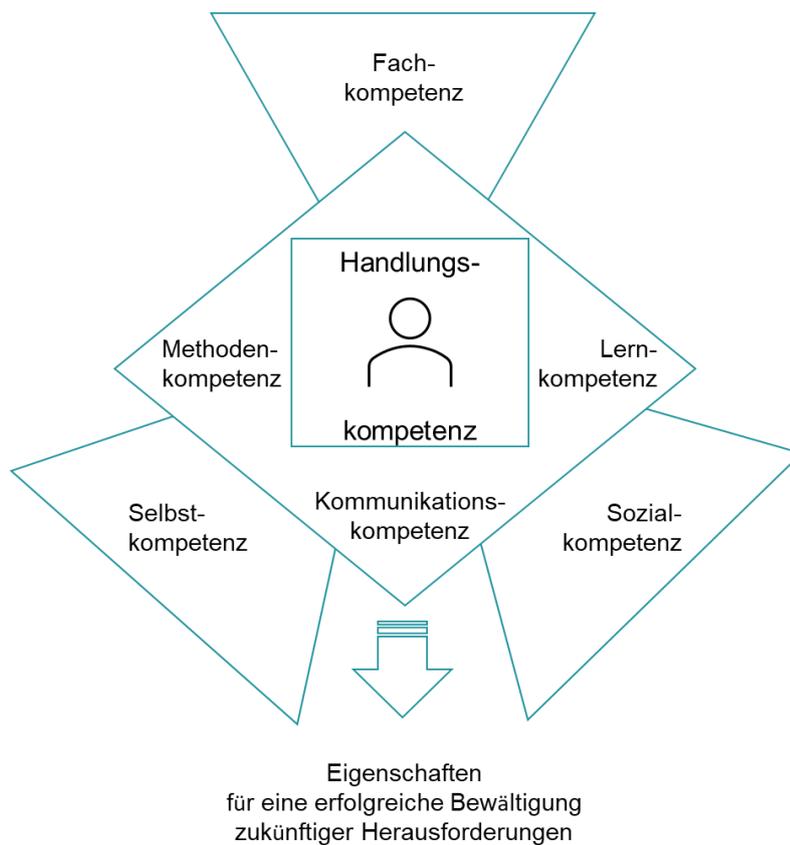


Abbildung 1: Kompetenzzusammenspiel zur Erreichung der Handlungskompetenz

Im Kontext eines kompetenzorientierten Unterrichts ist einerseits die bisherige Anforderung geblieben, dass die Schülerinnen und Schüler einschlägiges und aktuelles Fachwissen erwerben sollen, andererseits kommt die Notwendigkeit hinzu, den Wissenserwerb zudem auf die Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeiten auszurichten.

Um den Kompetenzanspruch curricular zu verankern, wurden die Lernfeldlehrpläne implementiert. Ehemals sehr konkrete, kleinschrittige, weitgehend kognitive Lernziele der curricularen Lehrpläne wurden in sog. „Zielformulierungen“ umbenannt. Hier wird

nicht das im Unterricht zu erwerbende Wissen beschrieben, sondern welche berufsbezogenen Handlungen im Lernprozess vollzogen werden sollen.

Die Umsetzung des lernfeldorientierten Lehrplans hat zum Ziel, die Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Unter Handlungskompetenz wird die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen verstanden, sich in privaten, gesellschaftlichen und beruflichen Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Sie entfaltet sich in den drei Dimensionen Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz sowie der integrierten Methodenkompetenz.

Die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen. Fachkompetenz setzt ein solides Fachwissen voraus. Hinzu kommt die Fähigkeit zur Anwendung dieses Wissens.

Die Lernenden sollen sich zu individuellen Persönlichkeiten entwickeln, die Anforderungen in der Familie, im öffentlichen Leben sowie im Beruf durchdenken und beurteilen, ihre Begabungen entfalten und Lebenspläne fassen und fortentwickeln. Diese beschriebene Selbstkompetenz umfasst sowohl Eigenschaften wie Selbständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein als auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Die Sozialkompetenz stellt, neben der Fachkompetenz und der Selbstkompetenz, den dritten Kompetenzbereich dar. Die Schülerinnen und Schüler sollen soziale Beziehungen gestalten können, indem sie Zuwendungen und Spannungen erfassen, verstehen und sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinandersetzen. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Integraler Bestandteil der drei genannten Kompetenzbereiche sind die Methodenkompetenz, die Lernkompetenz sowie die kommunikative Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen zielgerichtet und planmäßig vorzugehen und dabei Lerntechniken anzuwenden und Lernstrategien zu entwickeln. Um kommunikative Situationen zu verstehen und zu gestalten, müssen eigene Absichten und Bedürfnisse sowie die der Kommunikationspartner wahrgenommen, verstanden und dargestellt werden.<sup>1</sup>

Selbständiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln als übergreifendes Ziel muss Teil des didaktisch-methodischen Gesamtkonzeptes sein. In diesem Sinne sind Unterrichtsmethoden anzuwenden, mit denen

---

<sup>1</sup> KMK: Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Berlin 2011, S. 15 f.

Handlungskompetenz unmittelbar gefördert wird. Eine Lernsituation ist als Planungshilfe zur Strukturierung des Lernfeldunterrichts anzusehen. Sie stellt den „roten Faden“ der Unterrichtseinheit dar. Dies beschreibt Hilbert Meyer folgendermaßen: *„Handlungssituationen haben Aufgabencharakter. Sie setzen den Unterrichtsprozess in Gang, halten ihn in Fluss und bringen ihn zu konkreten Ergebnissen.“*<sup>2</sup> Lernsituationen stellen also keine Unterrichtsmethode dar, sondern sind methodisch auszugestalten.

Die Lehrkräfte gestalten und begleiten handlungsorientierte, selbstgesteuerte Lernprozesse, in denen sich die Schülerinnen und Schüler aktiv mit beruflichen Problem- und Aufgabenstellungen auseinandersetzen. Sie stehen den Schülerinnen und Schülern in ihrem individuellen Lernprozess beratend und unterstützend zur Seite. Bei der lernfeldbezogenen Planung und Organisation des Lehr- und Lernprozesses ist das ganze Lehrerteam gefordert.

---

<sup>2</sup> Meyer, Hilbert: Unterrichts-Methoden, Theorieband. Cornelsen Verlag, Berlin, 13. Auflage, 2009, S. 120

## 2.3 Lesehinweise

**Jahrgangsstufe 10**  
**Pflichtfach**  
**INSTRUMENTELLE ANALYTIK**

keine Nummerierung  
der einzelnen Lernfelder

Kernkompetenz der übergeordneten beruflichen  
Handlung ist niveaugemessen beschrieben.

vorgeschlagener  
Zeitrichtwert

**Lernfeld**

**60 Std.**

**Stoffe fotometrisch und chromatografisch untersuchen**

**Zielformulierung**

Die Schülerinnen und Schüler können fotometrische Gehaltsbestimmungen durchführen und kennen die optischen und apparativen Grundlagen der Fotometrie. Sie setzen Rechner zur Messwertaufnahme, -auswertung und -präsentation ein. Sie kennen Regeln der Datensicherung und des Datenschutzes.

Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe mittels chromatografischer Verfahren trennen und identifizieren und sie kennen die physikalisch-chemischen und gerätetechnischen Grundlagen der Chromatografie.

Sie erstellen Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen und wenden die Regeln der Arbeitssicherheit begründet an.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Aufgaben im Team. Sie gleichen gesetzte Ziele mit den Ergebnissen ab und stellen diese vor.

Offene  
Formulierungen  
ermöglichen den  
Einbezug  
organisatorischer  
und  
technologischer  
Veränderungen.

Offene  
Formulierungen  
ermöglichen  
unterschiedliche  
methodische  
Vorgehensweisen  
unter  
Berücksichtigung  
der  
Sachausstattung  
der Schulen.

**Inhalte**

- Wellenlänge/Frequenz
- Dispersion, Refraktion
- Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz
- Funktionsweise eines Fotometers
- Optische Sensoren
- Kalibrierlinien
- Fotometrische Gehaltsbestimmung von Lösungen
- Lösungs-/Verteilungsgleichgewichte
- Elutionsmittel
- Gefahren für Mensch und Umwelt, Betriebsanweisungen

verbindliche Mindestinhalte als Konkretisierung  
der zuvor beschriebenen  
Kompetenzerwartungen

## 2.4 Kompetenzformulierungen als Ausgangspunkt für Lernsituationen

---

In den verschiedenen Lernfeldern werden Handlungskompetenzen beschrieben, die von angehenden Biologielaborantinnen und Biologielaboranten am Ende des Lernprozesses erwartet werden. Entsprechend dieser geforderten Kompetenzen werden durch das Lehrerteam Lernsituationen entwickelt, die selbstreguliertes Lernen fördern. In ihrer Gesamtheit haben die Lernsituationen eines jeden Lernfeldes die Aufgabe, die beschriebenen Kompetenzen des Lernfeldes abzudecken. Im Rahmen der didaktischen Jahresplanung stimmen die Lehrkräfte die Lernfelder aufeinander ab. Durch die mit dem Lernfeldkonzept verbundene große pädagogische Freiheit können schulische und regionale Bedingungen leichter berücksichtigt werden. Im Rahmen der Schwerpunktsetzung besteht die Chance, dem jeweiligen Schulprofil Rechnung zu tragen.

## 2.5 Lernprozess als vollständige Handlung

---

Die Handlungsorientierung ist das didaktische Leitbild des Lernfeldkonzeptes. In Form von konkreten Handlungsaufträgen wird den Schülerinnen und Schülern eine Hilfestellung gegeben. Sie nehmen die Rolle der in einer beruflichen Aufgaben- oder Problemstellung handelnden Person ein und sind zur Lösung des Problems bzw. zur Erarbeitung eines Lösungsvorschlags aufgefordert. Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen in ihrem selbstgesteuerten Lernprozess die in der folgenden Abbildung dargestellten gleichbedeutenden Phasen der vollständigen Handlung. Die Lernenden orientieren sich an der gegebenen Aufgaben- oder Problemstellung, beschaffen sich die notwendigen Informationen, planen die Handlungen und führen diese durch. Diese werden von ihnen überprüft und bei Bedarf korrigiert. Sie bewerten ihre Aufgaben- bzw. Problemlösung und reflektieren ihren Lern- und Bearbeitungsprozess.

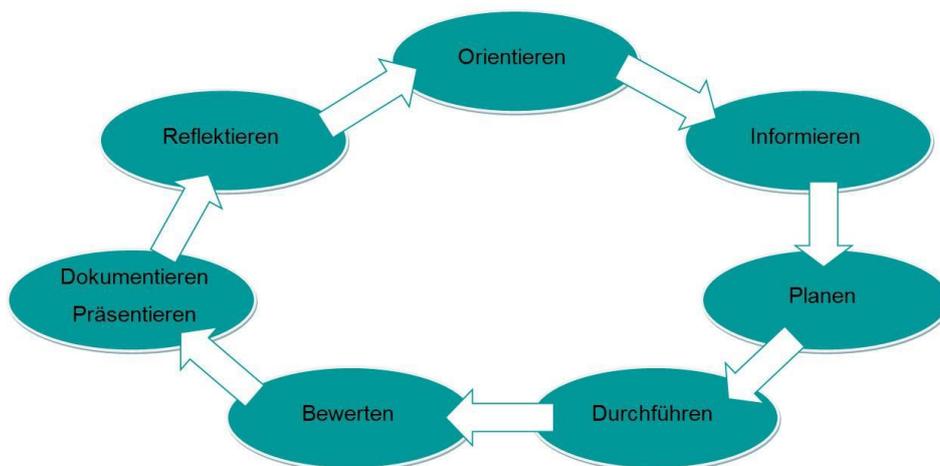


Abbildung 2: Die vollständige Handlung<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> ISB: Selbstreguliertes Lernen in Lernfeldern. München 2009, S. 18

## 3 Zum Umgang mit der Handreichung

---

Die Fächer sind in tabellarischer Form in aufsteigender Nummerierung entsprechend der bayerischen Lehrplanrichtlinie aufbereitet.

Die darin enthaltenen Lernfelder sowie deren Nummerierung entstammen den Vorgaben des Rahmenlehrplans.

In den drei Spalten werden für jedes Pflicht- bzw. Wahlpflichtfach

- die Zielformulierung (Kompetenzen) aus dem Lernfeld,
- die Inhalte (jeweils entnommen aus den Lehrplanrichtlinien),
- sowie Empfehlungen zur Umsetzung

dargestellt.

Die Empfehlungen zur Umsetzung geben Hinweise zur Anbahnung der durch den Rahmenlehrplan vorgegebenen Kompetenzen und Inhalte. Sie sind, soweit im Lernfeld vorhanden, unterteilt in Vertiefung, Verknüpfung, Basisniveau und Abstimmung/Abgrenzung. Diese Begriffe sind wie folgt zu verstehen.

**Vertiefung:** Die angegebenen Inhalte und Kompetenzen sind vertieft zu vermitteln, um den neuen Erkenntnissen und den daraus abgeleiteten neuen Verfahren in den Naturwissenschaften Rechnung zu tragen.

**Basisniveau:** Die angegebenen Inhalte und Kompetenzen entsprechen den Grundlagen, welche in dem jeweiligen Fach mindestens vermittelt werden sollen, um die für den Ausbildungsberuf erforderlichen Fertigkeiten und Kenntnisse zu erlangen.

**Verknüpfung:** Die angegebenen Inhalte und Kompetenzen werden lernfeldübergreifend vernetzt vermittelt. Diese Vorgehensweise bildet zum einen die berufliche Praxis ab und fördert überdies einen nachhaltigen Lernzuwachs.

**Abstimmung/Abgrenzung:** Inhalte und Kompetenzen, die in mehreren Fächern identisch auftreten, sollen nach Absprache der Lehrkräfte nur in einem Fach unterrichtet werden, um vollständige Wiederholungen zu vermeiden. Zudem sollte in den Inhalten aller Fächer ein biologischer Bezug hergestellt werden, um die Abgrenzung der Ausbildungsberufe Biologielaborant/in und Biologielaborant/in sowie Chemielaborant/in und Chemielaborant/in hervorzuheben.

## 4 Empfehlungen für die einzelnen Fächer

### 4.1 Labortechnische Grundoperationen

Lernfeld 1	Vereinigen von Stoffen	
Jahrgangsstufe	10	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler können Stoffgemische herstellen, berechnen deren Zusammensetzung und kontrollieren diese. Sie stellen Reaktionsgleichungen auf und berechnen die Volumen- und Massenverhältnisse.</p> <p>Sie wählen für die gestellte Aufgabe geeignete Laborgeräte aus, nutzen unterschiedliche Informationsquellen, fertigen Protokolle an und stellen Messwerte anschaulich dar. Sie planen einfache Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und terminlicher Vorgaben.</p>	<p>Masse, Volumen, Stoffmenge, Dichte, Volumenmessgeräte, Waagen</p> <p>Stoffe, Stoffsysteme</p> <p>Lösemittel unterschiedlicher Polarität</p> <p>Gehaltsgrößen berechnen</p> <p>Chemische Formelsprache</p> <p>Grundlagen der Stöchiometrie</p> <p>Säuren, Basen, Salze</p> <p>Neutralisation, pH-Wert</p> <p>Umgang mit Gefahrstoffen, Informationen über Stoffe, persönliche Schutzausrüstung</p> <p>Protokollführung, Plausibilität, Tabellen, Diagramme</p> <p>Textverarbeitung, Tabellenkalkulation</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler fertigen im Rahmen der Digitalisierung Protokolle und Auswertungen zusätzlich über Excel an.</p> <p>Sie messen Volumen insbesondere mit Kolbenhubpipetten und elektrischen Pipettierhilfen.</p> <p>Berufsbezogene Berechnungen (z. B. Gehaltsgrößen, Stöchiometrie, Mischungsrechnen und Verdünnungsreihen) werden vertieft geübt.</p> <p><u>Basisniveau</u> Durch den Wandel des Berufsbilds werden Dichte- und Temperaturmessungen nur noch selten durchgeführt, diesbezügliche Inhalte sollten nicht mehr vertieft erarbeitet werden.</p> <p><u>Verknüpfung</u> Sie setzen Lösungen an, welche danach lernfeldübergreifend in z. B. IA (Instrumentelle Analytik) bestimmt werden.</p> <p>Sie kennen Säuren und Basen und können die vertiefenden Begriffe Acidität/Basizität, Protolyse und Ampholyte erklären. Dadurch werden Überscheidungen mit CG (Chemische Grundlagen) reduziert und Unterrichtskapazitäten in CG für die Einführung und Vertiefung der organischen Chemie ermöglicht.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Es bedarf einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Inhalte der Lernfelder 1 und 2, um Doppelungen zu vermeiden.</p> <p>Durch die unterschiedliche Entwicklung der Einsatzbereiche eines Biologie- und Chemielaboranten ist auf eine Spezialisierung für Biogielaboranten zu achten.</p>

Lernfeld 2	Trennen von Stoffsystemen	
Jahrgangsstufe	10	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ordnen den Gemengen entsprechend den unterschiedlichen Stoffeigenschaften geeignete Trennverfahren zu. Sie wählen Apparate aus und legen Arbeitsschritte fest.</p> <p>Sie setzen Energieträger rationell ein und wenden die entsprechenden Vorschriften, Bestimmungen und Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes an.</p>	<p>Tabellen, Diagramme, Nomogramme, gedruckte und elektronische Informationsquellen</p> <p>Masse, Volumen, Dichte, Löslichkeit</p> <p>Aggregatzustände</p> <p>Mechanische Trennverfahren</p> <p>Temperatur, Wärme, Schmelztemperatur, Dampfdruck, Siedetemperatur</p> <p>Thermische Trennverfahren</p> <p>Heizen, Kühlen</p> <p>Umgang mit Gasen</p> <p>Energieeinsatz, Wasserverbrauch</p> <p>Enthärtetes, entsalztes, destilliertes Wasser</p> <p>Feuchte, Trocknungsmethoden</p> <p>Umgang mit Gefahrstoffen, Arbeitsschutz</p> <p>Persönliche Schutzausrüstung</p> <p>Grundzüge des Umweltrechts</p> <p>Belastung von Luft und Wasser</p> <p>Abluft-, Abwasserreinigung</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler fertigen im Rahmen der Digitalisierung Protokolle und Auswertungen zusätzlich über Excel an.</p> <p>Sie messen Volumen insbesondere mit Kolbenhubpipetten und elektrischen Pipettierhilfen.</p> <p>Berufsbezogene Berechnungen (z. B. Gehaltsgrößen, Stöchiometrie, Mischungsrechnen und Verdünnungsreihen) werden vertieft geübt.</p> <p><u>Basisniveau</u> Durch den Wandel des Berufsbilds werden Dichte-, Temperaturmessungen, Schmelztemperaturbestimmung, thermische Trennverfahren, Heizen und Kühlen im chemischen Bezug nur noch selten durchgeführt, diesbezügliche Inhalte sollten nicht mehr vertieft erarbeitet werden.</p> <p><u>Verknüpfung</u> Sie setzen Lösungen an, welche danach lernfeldübergreifend z. B. im Fach IA (Instrumentelle Analytik) bestimmt werden.</p> <p>Sie kennen Säuren und Basen und können die vertiefenden Begriffe Acidität/Basizität, Protolyse und Ampholyte erklären. Dadurch werden Überschneidungen mit dem Fach CG (Chemische Grundlagen) reduziert und Unterrichtskapazitäten in CG für die Einführung und Vertiefung der organischen Chemie ermöglicht.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Es bedarf einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Inhalte der Lernfelder 2 und 1, um Doppelungen zu vermeiden.</p> <p>Durch die unterschiedliche Entwicklung der Einsatzbereiche eines Biologie- und Chemielaboranten ist auf eine Spezialisierung für Biogielaboranten zu achten.</p>

## 4.2 Chemische Grundlagen

Lernfeld 3	Struktur und Eigenschaften von Stoffen untersuchen	
Jahrgangsstufe	10	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler können die chemischen Eigenschaften von Stoffen bestimmen und stellen die zugehörigen Reaktionsgleichungen auf.</p> <p>Sie erklären den Zusammenhang zwischen Aufbau und charakteristischen Eigenschaften von Stoffen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen unterschiedliche – auch fremdsprachliche – Informationsquellen</p>	<p>Metalle, Nichtmetalle, Salze, Oxide</p> <p>Atombau, PSE</p> <p>Chemische Bindung</p> <p>Chemische Reaktion</p> <p>Reaktionsgleichungen</p> <p>Löslichkeit</p> <p>Acidität/Basizität, Protolyse, Ampholyte</p> <p>Brennbarkeit, Oxidation, Reduktion</p> <p>Aliphatische und aromatische KW, funktionelle Gruppen</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler kennen das Periodensystem und führen vertieft Übungen zu Reaktionsgleichungen durch.</p> <p>Sie erwerben einführende und vertiefende Kenntnisse der organischen Chemie, z. B. Alkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Carbonsäuren, Aminogruppen, Alkanale, Alkanone und Aromaten.</p> <p><u>Basisniveau</u> In komplexe Orbitalmodelle wird nur ein kurzer Einblick vermittelt.</p> <p>Acidität/Basizität, Protolyse und Ampholyte wird im Lernfeld 1, Vereinigen von Stoffen, im Anschluss an die Einführung zu Säuren und Basen unterrichtet.</p> <p>Weitere Vertiefungen, wie z. B. cis/transisomerie oder L-/D-Isomerie werden im Lernfeld 6 MO (Biochemische und molekularbiologische Arbeiten durchführen) anhand biochemischer Vorgänge exemplarisch gezeigt.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Durch den Wandel des Berufsbilds werden von Biogielaboranten vermehrt Kenntnisse der organischen Chemie erwartet.</p>

## 4.3 Instrumentelle Analytik

Lernfeld 4	Stoffe fotometrisch und chromatografisch untersuchen	
Jahrgangsstufe	10	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler können fotometrische Gehaltsbestimmungen durchführen und kennen die optischen und apparativen Grundlagen der Fotometrie. Sie setzen Rechner zur Messwertaufnahme, -auswertung und -präsentation ein. Sie kennen Regeln der Datensicherung und des Datenschutzes.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe mittels chromatografischer Verfahren trennen und identifizieren und sie kennen die physikalisch-chemischen und gerätetechnischen Grundlagen der Chromatografie.</p> <p>Sie erstellen Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen und wenden die Regeln der Arbeitssicherheit begründet an.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Aufgaben im Team. Sie gleichen gesetzte Ziele mit den Ergebnissen ab und stellen diese vor.</p>	<p>Wellenlänge/ Frequenz</p> <p>Dispersion, Refraktion</p> <p>Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz</p> <p>Funktionsweise eines Fotometers</p> <p>Optische Sensoren</p> <p>Kalibrierlinien</p> <p>Fotometrische Gehaltsbestimmung von Lösungen</p> <p>Lösungs-/ Verteilungsgleichgewichte</p> <p>Elutionsmittel</p> <p>Gefahren für Mensch und Umwelt, Betriebsanweisung</p> <p>Säulen-, Dünnschichtchromatografie</p> <p>Entwicklung und Sichtbarmachung von Chromatogrammen</p> <p>Sachgerechte Entsorgung</p> <p>Protokollführung, Messwertaufnahme, -auswertung, Diagramme</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler führen chromatografische Verfahren, ausgehend von der Dünnschicht-Chromatografie mit z. B. Pflanzenfarbstoffen, über einfache Säulenauftrennung, wie z. B. Größenausschluss-Chromatografie (Gelfiltration), bis, wenn möglich, zur HPLC (high performance liquid chromatography) durch.</p> <p><u>Basisniveau</u> Optische Bestimmungen im Rahmen der Refraktions- oder Polarimetriemessung werden im Lernfeld 6 (MO, Biochemische und molekularbiologische Arbeiten durchführen) an z. B. Kohlenhydraten angewendet.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Für Biologielaoranten sollten die Bestimmungen, wenn möglich, an mikrobiologischen, pflanzlichen oder tierischen Stoffen durchgeführt werden.</p>

## 4.4 Mikrobiologie

Lernfeld 5	Mikrobiologische und zellkulturtechnische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	10	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, Mikroorganismen und Zellen zu isolieren. Sie können biologisches Material sachgerecht entsorgen. Sie beschreiben den Verlauf von Infektionskrankheiten und erklären biotechnologische Verfahren.	<p>Zellen, Viren</p> <p>Zellkulturen</p> <p>Desinfektion, Sterilisation</p> <p>Biologische Sicherheitsstufen</p> <p>Nährmedien</p> <p>Nachweise von Mikroorganismen, Mikroskop</p> <p>Impf- und Kulturtechniken</p> <p>Wachstumskurven, statistische Auswertung</p> <p>Verdünnungsreihen</p> <p>Infektionskrankheiten, Infektionsabwehr</p> <p>Biotechnologische Verfahren</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler haben grundlegende Kenntnisse von und, wenn möglich, Fertigkeiten im Umgang mit prokaryontischen und eukaryontischen Zellen sowie deren Kultivierung.</p> <p>Wirkungsmechanismen von Antibiotika beherrschen sie grundlegend.</p> <p>Nach der Einführung pathogener Mikroorganismen erarbeiten sie sich einen kurzen Überblick über die zelluläre und humorale Immunantwort.</p> <p><u>Basisniveau</u> Einfache Verfahren und Zusammenhänge der Biotechnologie, u. a. Fermentation, werden besprochen.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Vertiefte Inhalte und Methoden der Biotechnologie werden im entsprechenden Wahlpflichtfach in Jahrgangsstufe 12 unterrichtet.</p> <p>Vertiefte Inhalte und Methoden zu Antibiotika werden im Wahlpflichtfach „Mikrobiologie“ in Jahrgangsstufe 12 vermittelt.</p> <p>Vertiefte Inhalte und Methoden der Zellkulturtechnik werden ggf. in Lernfeld 8 (Hämatologische und histologische Arbeiten durchführen) in Jahrgangsstufe 11 bzw. im entsprechenden Wahlpflichtfach in Jahrgangsstufe 12 erläutert.</p>

## 4.5 Molekularbiologie und Biochemie

Lernfeld 6	Biochemische und molekularbiologische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	11	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe aus biologischem Material isolieren. Sie trennen diese Stoffe auf und weisen sie nach. Das Analyseergebnis werten sie statistisch aus.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen unterschiedliche – auch fremdsprachliche – Informationsquellen und Arbeitsanleitungen.</p>	<p>Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, Nukleinsäuren</p> <p>Vitamine</p> <p>Pufferlösungen</p> <p>Enzyme, Katalyse, enzymatische Analysen</p> <p>Fotosynthese</p> <p>Fehleranalyse, statistische Auswertung</p> <p>Nachweismethoden</p> <p>Zentrifugation, Dialyse, Ausfällung, Elektrophorese</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler verinnerlichen organische Stoffklassen (z. B. Alkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Carbonsäuren, Aminogruppen, Alkanale, Alkanone und Aromaten) und leiten relevante funktionelle Gruppen ab.</p> <p>Sie kennen die grundlegenden Reaktionsarten Substitution, Addition und Eliminierung.</p> <p>Aufbauend auf ihren neu erworbenen Kenntnissen der Kohlenhydrate erschließen sie sich optische Bestimmungen im Rahmen der Refraktions- und Polarimetriemessung.</p> <p>Isomerieformen erkennen sie an ausgewählten Beispielen von Kohlenhydraten und Aminosäuren.</p> <p>Sie führen fotometrische Nachweise durch, z. B. an Proteinen und Kohlenhydraten. Überdies bestimmen sie Enzymkinetiken mit Umsetzungsreaktionen, wie z. B. GOD-PAP, Invertase, Lysozym.</p> <p>Sie haben fundierte Kenntnisse der an-/aeroben Dissimilation sowie grundlegende Einblicke in die Assimilation (Stoffwechsel).</p> <p><u>Basisniveau</u> Vitamine erscheinen im Rahmen der Nahrungsaufnahme im Lernfeld 7 (Zoologische und pharmakologische Arbeiten durchführen).</p> <p>Das Grundprinzip der Elektrophorese soll angesprochen werden.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Vertiefte Inhalte und Methoden der Proteinbiochemie, wie z. B. SDS-PAGE oder Chromatografie, werden im Wahlpflichtfach „Immunologie und Biochemie“ in Jahrgangsstufe 12 vermittelt.</p>

## 4.6 Versuchstierkunde und Zoologie

Lernfeld 7	Zoologische und pharmakologische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	11	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
Die Schülerinnen und Schüler können Versuchstiere, insbesondere Nagetiere, tierschutzgerecht versorgen und Tierversuche nach Maßgabe des Tierschutzrechts durchführen. Sie führen Untersuchungen unter Berücksichtigung ethischer Aspekte durch. Sie werten die Versuchsergebnisse statistisch aus. Sie führen Dokumentationen nach geltenden Qualitätsregularien durch.	<p>Blutkreislauf-, Atmungs-, Verdauungs-, Ausscheidungs-, Nerven-, Hormon-, Bewegungs- und Stützsystem, Fortpflanzungsapparat</p> <p>Versuchstierhaltung, Tierschutzrecht</p> <p>Versuchstiere in die zoologische Systematik einordnen</p> <p>In- und Auszucht</p> <p>Applikationsmethoden</p> <p>Berechnungen zu Dosierungen und Applikationslösungen</p> <p>Narkose, Analgesie</p> <p>Tötungsmethoden</p> <p>Sektionen</p> <p>Statistische Auswertung</p> <p>Alternativen zu Tierversuchen</p> <p>Replacement, Reduction, Refinement</p> <p>Wirkungsweisen und Abbau von Pharmaka</p>	<p><u>Vertiefung</u> Ihr Wissen über Vitamine erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler im Kontext von Verdauung und Nährstoffaufnahme.</p> <p>Bedingt durch umfangreiche Neuerungen in Gesetzen und Verordnungen zur Haltung von Versuchstieren eignen sie sich vertiefte Kenntnisse an zu Tierschutzrecht, Mensch – Tier – Ethik, Erscheinungsbild von Versuchstieren (z. B. Grimace Scale, Score-Sheets, human endpoint) und Einleiten notwendiger Maßnahmen, Umgang/ Haltung und 3R-Prinzip für Nagetiere, Narkose und Applikationen, tierschutzgerechtes Töten, Sektionen und Sektionsbesteck.</p> <p>Überdies erläutern sie Alternativen zu Tierversuchen hinsichtlich Verwendung, Durchführung und Interpretation des Versuchsergebnisses.</p> <p><u>Basisniveau</u> Einführende Kenntnisse in Pharmakologie und Epidemiologie werden unterrichtet.</p> <p>Auf Operationstechniken inkl. Material und Nähte wird kurz eingegangen.</p> <p>Einfache Grundlagen zur Parasitologie werden im Rahmen der Versuchstierhaltung demonstriert.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Vertiefte Inhalte und Methoden der Pharmakologie werden sowohl im Pflichtfach der 12. Jahrgangsstufe als auch im entsprechenden Wahlpflichtfach in der Jahrgangsstufe 12 vermittelt.</p> <p>Das Thema Parasitologie wird aus dem Wahlpflichtfach „Immunologie und Biochemie“ der 12. Jahrgangsstufe wegen des direkten Bezugs zur Versuchstierhaltung in das Lernfeld 7 integriert.</p> <p>Es bedarf einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Inhalte der Lernfelder 7 und 8, um Doppelungen zu vermeiden.</p>

Lernfeld 8	Hämatologische und histologische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	11	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
Die Schülerinnen und Schüler können Blutbestandteile sowie tierisches und pflanzliches Gewebe identifizieren und den entsprechenden Organen zuordnen. Sie dokumentieren die Untersuchungsergebnisse.	Blutbestandteile, Blutgruppen, Blutgerinnung  Antigen-Antikörper-Reaktion  Tierische Gewebearten  Pflanzliche Gewebearten  Histologische Techniken	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler beherrschen die Blutzusammensetzung in der Theorie und führen Berechnungen sowie ggf. Versuche dazu durch.</p> <p>Anhand der Blutgruppen erklären sie das Prinzip der Vererbungslehre nach Mendel.</p> <p><u>Basisniveau</u> Nach der Hämatologie werden grundlegende Zellen und Reaktionen des Immunsystems besprochen.</p> <p>Tierische und pflanzliche Gewebearten werden nur grundlegend unterschieden.</p> <p><u>Verknüpfung</u> In Abstimmung mit Lernfeld 5 (Mikrobiologische und zellkulturtechnische Arbeiten durchführen) eignen sie sich grundlegende Kenntnisse und ggf. Fertigkeiten zur eukaryotischen Zellkulturtechnik an.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Es bedarf einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Inhalte der Lernfelder 8 und 7, um Doppelungen zu vermeiden.</p> <p>Vertiefte Inhalte und Methoden der Zellkulturtechnik werden im entsprechenden Wahlpflichtfach in Jahrgangsstufe 12 besprochen.</p> <p>Vertiefte Inhalte und Methoden der Immunologie werden im Wahlpflichtfach „Immunologie und Biochemie“ in Jahrgangsstufe 12 vermittelt.</p> <p>Vertiefte Inhalte und Methoden zu Pflanzen werden sowohl im Pflichtfach der Jahrgangsstufe 12 als auch im Wahlpflichtfach „Botanik und Pflanzenschutz“ in Jahrgangsstufe 12 unterrichtet.</p>

## 4.7 Grundlagen der Genetik, Botanik und Pharmakologie

Lernfeld 9	Botanische und phytomedizinische Arbeiten durchführen	
Lernfeld 10	Pharmakologische, toxikologische und pharmakokinetische Arbeiten durchführen	
Lernfeld 13	Molekularbiologische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Pflanzen systematisch einzuordnen. Sie sind befähigt, pflanzen-physiologische Untersuchungen durchzuführen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen pharmakologische, toxikologische und pharmakokinetische Versuche.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, gentechnologische und molekularbiologische Arbeiten auf der Grundlage geltender gesetzlicher Vorgaben zu planen und durchzuführen.</p>	<p>Vergleichende Pflanzenanatomie und Pflanzenphysiologie</p> <p>Phasen der Entwicklung von Pharmaka</p> <p>Genregulation</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich allgemeine Grundlagen zu Aufbau und Funktion von Pflanzen.</p> <p>Sie erwerben einfache Kenntnisse der allgemeinen Pharmakologie basierend auf Pharmakodynamik und Pharmakokinetik. Sie beschreiben die Entwicklung von Pharmaka.</p> <p>Sie kennen Grundlagen der Replikation, der Proteinbiosynthese und der pro- und eukaryontischen Genregulation. Sie können die Durchführung von Klonierungen beschreiben.</p> <p><u>Verknüpfung</u> Haben die Schülerinnen und Schüler das Wahlpflichtfach „Gentechnik und Molekularbiologie“ nicht gewählt, sollten sie die Grundlagen der PCR (polymerase-chain-reaction) hier im Pflichtfach erarbeiten.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Vertiefte Inhalte und Methoden der Botanik werden im Wahlpflichtfach „Botanik und Pflanzenschutz“ unterrichtet.</p> <p>Vertiefte Inhalte und Methoden zur Pharmakologie und Toxikologie werden im Wahlpflichtfach „Pharmakologie“ vermittelt.</p> <p>Vertiefte Inhalte und Methoden zur Genetik werden im Wahlpflichtfach „Gentechnik und Molekularbiologie“ besprochen.</p>

## 4.8 Immunologie und Biochemie (Wahlpflichtfach)

Lernfeld 12	Immunologische, biochemische und diagnostische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler planen die Gewinnung und Identifizierung von biologischem Material. Sie führen damit qualitative und quantitative Analysen durch. Sie bestimmen Krankheitserreger serologisch. Die Schülerinnen und Schüler sind befähigt, Parasitenbefall nachzuweisen, Parasiten zu differenzieren und Wirkstoffe zu testen.</p> <p>Sie können Stoffe und Proben für automatisierte Analysensysteme vorbereiten und über den Einsatz von Laborinformations- und Labormanagementsystemen Auskunft geben.</p>	<p>Immunassays</p> <p>Elektrophorese und Blottingverfahren</p> <p>Elektrolyt- und Substratkonzentrationen</p> <p>Enzymaktivitäten</p> <p>Bestimmung und systematische Zuordnung von Parasiten</p> <p>Automatische Analysensysteme</p> <p>Laborinformations-, Labormanagementsysteme</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler erwerben vertiefte Kenntnisse in der Immunologie.</p> <p>Sie beherrschen unterschiedlichste Verfahren im Hinblick auf Proteine, u. a.: Aufreinigung (z. B. HPLC), Sequenzierung, Trennung und Nachweis (z. B. Blots, Elektrophorese, ELISA, Hämagglutinationshemmungstest, Immunfluoreszenz, Immunpräzipitation, Titerbestimmungen)</p> <p>Sie erarbeiten sich vertiefte Kenntnisse zu Enzymen und zur Enzymkinetik.</p> <p><u>Basisniveau</u> Die epidemiologischen Grundbegriffe aus Lernfeld 7 (Zoologische und pharmakologische Arbeiten durchführen) werden aufgegriffen.</p> <p>Weiterführende Methoden, wie z. B. Phagendisplay, Massenspektrometrie, Automatisierungen, Chip-Techniken, werden ansatzweise erläutert.</p> <p><u>Verknüpfung</u> In Abstimmung mit dem Wahlpflichtfach „Gentechnik und Molekularbiologie“ eignen sich die Schülerinnen und Schüler Grundlagen zu Expressionssystemen mit anschließender Aufreinigung (z. B. Taggen) und Klonierungsstrategien (z. B. Blau-Weiß, GFP und toxic genes) an.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Parasitologie wird im Lernfeld 7 (Zoologische und pharmakologische Arbeiten durchführen) im Rahmen der Versuchstierkunde unterrichtet.</p>

## 4.9 Biotechnologie (Wahlpflichtfach)

Lernfeld 11	Mikrobiologische, biotechnologische und zellkulturtechnische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler legen Kulturen von eukaryontischen und prokaryontischen Zellen an, führen an ihnen Untersuchungen durch und dokumentieren die Ergebnisse.</p> <p>Sie planen biotechnologische Prozesse, können diese durchführen und die Fermentationsprodukte aufarbeiten.</p>	<p>Biotechnologische Prozesse</p> <p>Fermentation</p> <p>Aufarbeitung von Fermentationsprodukten</p> <p>Entsorgung von biologisch kontaminiertem Material</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler kennen gesetzliche Grundlagen, wie z. B. GenTG und Biostoffverordnung.</p> <p>Sie wissen um die Prozesse des Upstream, Midstream/der Fermentation (inkl. Scale-up) und des Downstream, z. B.: Zellkultivierung, -abtrennung, -aufschluss, immobilisierte Zellen und Enzyme, Bioreaktoren, Stofftransport, primäre und sekundäre Metaboliten, Produktisolierung, Prozessüberwachung, Betriebsführung</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Es bedarf insbesondere einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Wahlpflichtfächer Biotechnologie, Mikrobiologie und Zellkulturtechnik, um hier Doppelungen zu vermeiden.</p>

## 4.10 Botanik und Pflanzenschutz (Wahlpflichtfach)

Lernfeld 9	Botanische und phytomedizinische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Pflanzen systematisch einzuordnen. Sie können Sprosspflanzen generativ und vegetativ vermehren. Sie können gentechnische Verfahren in die Pflanzenproduktion und den Pflanzenschutz einordnen. Sie sind befähigt, pflanzenphysiologische Untersuchungen durchzuführen.</p> <p>Sie können Pflanzenschädlinge und -krankheitserreger eingruppiieren und Pflanzenschäden feststellen. Die Schülerinnen und Schüler prüfen Wirkstoffe auf Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit und protokollieren diese.</p>	<p>Vergleichende Pflanzenanatomie und Pflanzenphysiologie</p> <p>Kulturbedingungen und Vermehrung</p> <p>Pflanzenschäden und Schadbilder</p> <p>Wirkungsweise und Umwelteinflüsse von Fungiziden, Insektiziden, Herbiziden</p> <p>Integrierter Pflanzenschutz</p> <p>Ökologie</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler erklären Ernährungsstrategien von Pflanzen.</p> <p>Sie arbeiten sich in die Physiologie der Pflanze hinsichtlich Stofftransport, Gasaustausch und Fotosynthese ein.</p> <p>Sie stellen die Pflanzenanatomie dar und wenden ihre Kenntnisse mit histologischen Techniken zur Bestimmung von Gewebearten an.</p> <p>Sie beschreiben vegetative und generative Vermehrungsformen, kennen die Pflanzenentwicklung von Samen bis Blüte und beziehen Phytohormone sowie sekundäre Pflanzenstoffe ein.</p> <p>Sie ordnen Pflanzenbewegungen den entsprechenden Reizen zu.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler kennen praktische Anwendungen, wie z. B. Extraktion und Analyse pflanzlicher Inhaltsstoffe, computergestützte Analyseverfahren (z. B. zur Schwermetall- oder Arzneimittelaufnahme über Wurzel- oder Blattoberfläche), Klimakammern und Expositionskammern.</p> <p><u>Basisniveau</u> Typische Pflanzen werden systematisch in Mono- und Dikotyledonen sowie Gymno- und Angiospermen eingeordnet.</p> <p>Integrierter Pflanzenschutz beinhaltet u. a. Folgendes als Einstieg: Erreger, Übertragungswege, Schadbilder, ökologische Aspekte, z. B. Bodenarten, Anbautechnik, Sortenwahl, Fruchtfolge, Rückstandprobleme.</p> <p><u>Verknüpfung</u> Sie beschreiben transgene Pflanzen in Abstimmung mit dem Wahlpflichtfach „Gentechnik und Molekularbiologie“.</p> <p>Sie wissen um die Zucht und Stammhaltung von Pflanzen sowie deren Schadorganismen in Abstimmung mit dem Wahlpflichtfach „Zellkulturtechnik“.</p>

## 4.11 Mikrobiologie (Wahlpflichtfach)

Lernfeld 11	Mikrobiologische, biotechnologische und zellkulturtechnische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler legen Kulturen von eukaryontischen und prokaryontischen Zellen an, führen an ihnen Untersuchungen durch und dokumentieren die Ergebnisse.</p> <p>Sie planen biotechnologische Prozesse, können diese durchführen und die Fermentationsprodukte aufarbeiten.</p>	<p>Antibiotika, Antibiotikatests</p> <p>Resistenz von Mikroorganismen</p> <p>Spezielle Stoffwechselfvorgänge</p> <p>Spezielle mikroskopische Verfahren</p> <p>Entsorgung von biologisch kontaminiertem Material</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler ordnen Mikroorganismen in Risikogruppen ein und wissen um die Schutzstufen.</p> <p>Sie beschreiben Verfahren, wie z. B. Kultur von Anaerobiern, morphologischer und biochemischer (Selektiv-, Differential-, Elektiv-Medien, Bunte Reihe – API und Enteropluri) Keimidentifikation, FISH (Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung), MALDI-TOF-MS, PCR, ELISA.</p> <p><u>Basisniveau</u> Sie beschreiben typische Infektionskrankheiten für ausgewählte Viren, Bakterien und Pilze.</p> <p><u>Verknüpfung</u> Die epidemiologischen Grundbegriffe aus Lernfeld 7, Versuchstierkunde und Zoologie werden aufgegriffen.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Es bedarf insbesondere einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Wahlpflichtfächer „Mikrobiologie“, „Biotechnologie“ und „Zellkulturtechnik“, um hier Doppelungen zu vermeiden.</p>

## 4.12 Gentechnik und Molekularbiologie (Wahlpflichtfach)

Lernfeld 13	Molekularbiologische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, gentechnologische und molekularebiologische Arbeiten auf der Grundlage geltender gesetzlicher Vorgaben zu planen und durchzuführen. Sie können dabei nach Originalliteratur arbeiten.	<p>Gentechnikgesetz</p> <p>Klonierung</p> <p>Nachweisverfahren</p> <p>Polymerase-chain-reaction</p> <p>Isolationstechniken</p> <p>Transformation</p> <p>Genregulation</p> <p>Bedeutung gentechnischer Verfahren</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich ausführliche Kenntnisse und, wenn möglich, Fertigkeiten zu PCR-Techniken, wie z. B. qPCR und RT-PCR.</p> <p>Sie erläutern Verfahren, wie z. B. Aufreinigung (Nukleinsäure), Sequenzierung (klassische und Next Generation Sequenzierung)</p> <p>Trennung und Nachweis, z. B. Elektrophorese, Blots FISH</p> <p>Sie wissen um DNA verändernde und Expression beeinflussende Verfahren, wie z. B. CRISPR/Cas, RNAi, und erläutern Transposons und Epigenetik.</p> <p><u>Basisniveau</u> Ethische Aspekte sollen bei den genverändernden Verfahren mit aufgegriffen werden.</p> <p>Im Rahmen der Digitalisierung gehen sie auf PC-Modelle, wie z. B. computerbasierte Nukleotid-Analysen, ein.</p> <p><u>Verknüpfung</u> In Abstimmung mit dem Pflichtfach eignen sich die Schülerinnen und Schüler nur ggf. Grundlagen zu Proteinbiosynthese, Genregulation, Klonierungsstrategien (z. B. Blau-Weiß, GFP und toxic genes) und Expressionssystemen mit anschließender Aufreinigung (z. B. Taggen) an.</p> <p>Sie erwerben einfache Kenntnisse zur Transfektion, die in den Wahlpflichtfächern „Botanik“ oder „Zellkulturtechnik“ vertieft werden.</p>

## 4.13 Pharmakologie (Wahlpflichtfach)

Lernfeld 10	Pharmakologische, toxikologische und pharmakokinetische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
Die Schülerinnen und Schüler planen pharmakologische, toxikologische und pharmakokinetische Versuche. Sie können diese auf der Grundlage geltender gesetzlicher Bestimmungen und der GLP durchführen und dokumentieren.	<p>Wirkstoffe</p> <p>Wirkstoffe testen</p> <p>Dokumentieren, Auswerten, Präsentieren</p> <p>Dosis-Wirkungskurve</p> <p>Antagonist-Synergist</p> <p>Phasen der Entwicklung von Pharmaka</p> <p>GLP</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler erklären spezielle Arzneimittelgruppen und deren Wirkungen, wie z. B. Sympathomimetika/-lytika, Parasympathomimetika/-lytika, Sedativa, Hypnotika, Narkotika, Analgetika (opioid und nicht-opioid), Diuretika, Muskelrelaxantien, Spasmolytika und Antihypertonika.</p> <p>Sie erwerben eine strukturierte Übersicht toxischer Substanzen und Wirkungsmechanismen aus z. B. Pflanzen (Digitoxin, Tubocurarin), Pilzen (Aflatoxin), Bakterien (Shigatoxin) und Toxizität durch Metabolisierung.</p> <p><u>Basisniveau</u> Auf ethische Aspekte bei der Entwicklung und Anwendung von Arzneimitteln am Tier soll eingegangen werden.</p> <p><u>Verknüpfung</u> Sie bauen auf das gesamte erworbene Wissen aus dem Fach Versuchstierkunde und Zoologie (Lernfeld 7 und 8) auf.</p> <p>Sie erweitern ihre Kenntnisse zu Arzneimittelwirkungen (Pharmako-/Toxikokinetik, -dynamik mit den entsprechenden Fachbegriffen, Kenngrößen, Endpunkte und Theorien) aus dem PF.</p> <p>Sie kennen Versuchsanordnungen, Operations- und Messtechniken, wie z. B. Blutgas-Analyse, HPLC, Autoradiografie, ELISA und Fotometrie, teilweise auch aus dem Pflichtfach und dem Wahlpflichtfach „Immunologie und Biochemie“.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Grundlegende Kenntnisse der allgemeinen Pharmakologie/Toxikologie und die Entwicklung von Pharmaka werden im Pflichtfach unterrichtet.</p>

## 4.14 Zellkulturtechnik (Wahlpflichtfach)

Lernfeld 11	Mikrobiologische, biotechnologische und zellkulturtechnische Arbeiten durchführen	
Jahrgangsstufe	12/13	
<b>Zielformulierung/ Kompetenzen aus dem LF</b>	<b>Inhalte</b>	<b>Empfehlungen zur Umsetzung</b>
<p>Die Schülerinnen und Schüler legen Kulturen von eukaryontischen und prokaryontischen Zellen an, führen an ihnen Untersuchungen durch und dokumentieren die Ergebnisse.</p> <p>Sie planen biotechnologische Prozesse, können diese durchführen und die Fermentationsprodukte aufarbeiten.</p>	<p>Primärkulturen</p> <p>Untersuchungen von Zellkulturen</p> <p>Spezielle mikroskopische Verfahren</p> <p>Entsorgung von biologisch kontaminiertem Material</p>	<p><u>Vertiefung</u> Die Schülerinnen und Schüler kennen Kulturgefäße (z. B. Spinnerkulturen, Perfusionskulturen, Wannenstapel, Rollerbottles), wie auch einfache Kühlsysteme bis zu flüssigem Stickstoff.</p> <p>Sie beschreiben Zellhybride, Sphäroide, Organoide und 3D-Zellkulturen.</p> <p>Sie haben Kenntnisse von primären Zellkulturen aus Gewebe und humanem Blut und können diese ggf. anwenden.</p> <p>Sie unterscheiden Verfahren, wie z. B. Dichtegradientenzentrifugation zur Zellisolation, Durchflusszytometrie, FISH, Immunfluoreszenz, Klonierung (Limited Dilution), Transfektion, Vitalitätstest, Zytotoxizitätstest (wie z. B. plating efficiency test), Mycoplasmenachweise und Kryokonservierung.</p> <p><u>Basisniveau</u> Zusätzlich zu Zelllinien von Vertebraten sollten auch Theorie und Praxis zu Zelllinien von Insekten angesprochen werden.</p> <p><u>Verknüpfung</u> Sie ergänzen ihre Kenntnisse zur Zellkulturtechnik aus Lernfeld 8 (Hämatologische und histologische Arbeiten durchführen).</p> <p>Sie informieren sich über pflanzliche Zelllinien, in Abstimmung mit dem Wahlpflichtfach „Botanik und Pflanzenschutz“.</p> <p><u>Abstimmung/Abgrenzung</u> Es bedarf insbesondere einer engen und kontinuierlichen Abstimmung der Wahlpflichtfächer „Zellkulturtechnik“, „Biotechnologie“ und „Mikrobiologie“, um hier Doppelungen zu vermeiden.</p>

## 5 Anhang/Quellen

---

Alle nicht anders gekennzeichneten Texte wurden vom Arbeitskreis „Umsetzungshilfe für Lehrkräfte im Ausbildungsberuf Biologielaborantinnen und Biologielaboranten“ am Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) erstellt.

Alle Rechte für Bilder und Texte liegen beim ISB, München 2022.

Das Titelbild wurde von <https://de.clipdealer.com> erworben.