RAHMENLEHRPLAN

IM BILDUNGSGANG

Berufliches Gymnasium

Teil C

Biologietechnik

Grundkurs

gültig ab Schuljahr 2025/26

BLiQ
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie
BERLIN

Impressum

Herausgeberin
Senatsverwaltung für Bildung,
Jugend und Familie
Bernhard-Weiß-Straße 6
10178 Berlin

Aktuelle Informationen finden Sie hier:
www.berlin.de/sen/bjf
Redaktion
SenBJF, Referat IV A
BLiQ

Gestaltung
BLiQ

Umschlaggestaltung
SenBJF, Referat ZS I

Gültig ab Schuljahr 2025/2026

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, Berlin 2025
https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de

INHALT

1 BEITRAG DES FACHES BIOLOGIETECHNIK ZUM KOMPETENZERWERB 5

1.1 Fachprofil 5

1.2 Fachbezogene Kompetenzen 5

2 EINGANGSVORAUSSETZUNGEN UND ABSCHLUSSORIENTIERTE STANDARDS 8

2.1 Eingangsvoraussetzungen 8

2.2 Abschlussorientierte Standards 8

2.2.1 Fachkompetenz 8

2.2.2 Methodenkompetenz 9

2.2.3 Sozialkompetenz 10

2.2.4 Selbstkompetenz 11

3 THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER EINFÜHRUNGSPHASE 12

3.1 Themenfelder, Kompetenzen und Inhalte 12

3.2 Übersicht über die Themenfelder 13

3.3 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder 14

4 THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER QUALIFIKATIONSPHASE 22

4.1 Übersicht über die Themenfelder 22

4.2 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder 23

VORBEMERKUNGEN

Die Bedeutung der Naturwissenschaften nimmt in verschiedenen Bereichen der Gesellschaft immer weiter zu. Dabei steht eine evidenzbasierte Argumentation im Mittelpunkt, die als solide Basis für Entscheidungen dient.

Für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn ist dabei das sorgfältig geplante Experiment zur Verifizierung bzw. Falsifizierung einer Hypothese unerlässlich.

Das Fach Biologietechnik leistet somit einen wichtigen Beitrag, um das Wesen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns zu vermitteln und ein tieferes Verständnis von naturwissenschaftlichen Prozessen zu ermöglichen.

Gleichzeitig stellt der Grundkurs Biologietechnik im Bereich der beruflichen Bildung die Grundlage für die einjährige Ausbildung der Berufsfachschule zur biologisch-technischen Assistentin bzw. zum biologisch-technischen Assistenten dar.

Für den Unterricht an beruflichen Gymnasien des Landes Berlin gelten der

Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

- **Teil A: Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe**[1]

  und

- **Teil B: Fachübergreifende Kompetenzentwicklung**[1]

1 Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Teil A und B, verfügbar unter: https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/rahmenlehrplaene/oberstufe, Zugriff am: 19.09.2025

1 BEITRAG DES FACHES BIOLOGIETECHNIK ZUM KOMPETENZERWERB

1.1 Fachprofil

Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Natur unter biologischen Aspekten wahr. Sie beschreiben und erklären biologische Phänomene, kommunizieren über biologische Sachverhalte und sind in der Lage, auf der Grundlage von biologischem Wissen persönlich, sachbezogen und kritikoffen Stellung zu beziehen.

Im Biologietechnik-Unterricht erleben die Schülerinnen und Schüler den Wissenserwerbsprozess in seiner induktiven Form. Die Entwicklung biologischer und allgemein naturwissenschaftlicher Erkenntnisse wird aus der wissenschaftlichen Perspektive erlebt, in der Daten empirisch gesammelt, ausgewertet, reflektiert und beurteilt werden. Dazu wenden die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Methoden an, die auch in anderen lebensweltlichen Zusammenhängen von Bedeutung sind, wie z. B. das Aufstellen und das Prüfen von Hypothesen und das Experimentieren. Die Schülerinnen und Schüler werden sich der fachübergreifenden Vereinbarungen naturwissenschaftlich-technischer Disziplinen bewusst und wenden diese an.

Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Biologie sowohl als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft als auch als Wissenschaft auf experimenteller Grundlage wahr. Das Vergleichen verschiedener Lösungsansätze als Anpassung an einen gemeinsamen Lebensraum besitzt einen hohen Stellenwert.

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren den Beitrag der Technik zum Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens. Sie erwerben grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten, die ihnen das Verstehen und Beherrschen biologisch-technischer Geräte und Systeme in der Alltagswelt ermöglichen bzw. erleichtern.

Eine große Zahl von Studien- und Ausbildungsgängen setzt biologische Kenntnisse und Fähigkeiten voraus. Der Erwerb entsprechender Kompetenzen stellt somit eine wichtige Voraussetzung für den Übergang der Schülerinnen und Schüler in das Studium und in das Berufsleben dar.

1.2 Fachbezogene Kompetenzen

Die Beschreibung der fachbezogenen Kompetenzen orientiert sich am Deutschen Qualifikationsrahmen für Lebenslanges Lernen (DQR). In diesem wird zwischen den Kategorien Fachkompetenz und Personale Kompetenz unterschieden. Sie gliedern sich in Wissen und Fertigkeiten (Fachkompetenz) sowie Sozialkompetenz und Selbstständigkeit (Personale Kompetenz). Somit ergibt sich eine Vier-Säulen-Struktur, die zur einheitlichen Beschreibung verschiedener Niveaustufen dient. Bestandteil sowohl von Fachkompetenz als auch von personaler Kompetenz sind Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz und Lernkompetenz. Diese wirken als Querschnittkompetenzen und werden nicht eigens aufgeführt.

Fachkompetenz		Personale Kompetenz	
Wissen	**Fertigkeiten**	**Sozialkompetenz**	**Selbstständigkeit**
Tiefe und Breite	Instrumentale und systematische Fertigkeiten, Beurteilungsfähigkeit	Team-/Führungsfähigkeit, Mitgestaltung und Kommunikation	Eigenständigkeit/Verantwortung, Reflexivität und Lernkompetenz

Abbildung 1: Anforderungsstruktur[2]

2 Vgl. Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (Hrsg. 2011): Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen, Seite 5. Verfügbar unter: https://www.dqr.de/dqr/shareddocs/downloads/media/content/der_deutsche_qualifikationsrahmen_fue_lebenslanges_lernen.pdf?__blob=publicationFile&v=1, Zugriff am: 19.09.2025

Fachkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

Wissen bezeichnet dabei die Gesamtheit der Fakten, Grundsätze und Theorien als Ergebnis von Lernen und Verstehen. Um dieses Wissen anzuwenden, bedarf es kognitiver Fähigkeiten (z. B. logisches Denken) wie auch praktischer Fertigkeiten (z. B. Anwenden von Methoden).

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen fachliche Inhalte in Zusammenhängen und Interdependenzen dar;
- bewerten kriteriengeleitet Ergebnisse;
- erschließen sich Systeme, Anlagen, Techniken und Methoden der Umwelttechnik;
- untersuchen und analysieren komplexe Wirkungszusammenhänge der ökologischen Bedingungsfelder und der darin einsetzbaren bzw. eingesetzten Umwelttechnik;
- erstellen Modelle zur Erklärung technischer, ökologischer und gesellschaftlicher Phänomene und wenden diese an;
- reflektieren kritisch eigene Einstellungen zu technischen, ökologischen und gesellschaftlichen Fragestellungen;
- üben ihre Kritik- und Urteilsfähigkeit bezüglich der technischen Umsetzbarkeit von gesellschafts- und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen im Hinblick auf den möglichen Einsatz umwelttechnischer Lösungen;
- erforschen selbstständig Quellen zwecks Information zur Bewältigung ökologischer Fragen mithilfe von Print- und elektronischen Medien;
- üben Quellenkritik, indem sie die Interessengebundenheit der Quellenherausgeber identifizieren und so die Validität der Informationen einschätzen;
- präsentieren Ergebnisse und Lösungswege.

Personale Kompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, sich weiterzuentwickeln und somit das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen sowie kulturellen Kontext zu gestalten. Sie umfasst Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten, ihre Interessen und sozialen Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Sozialkompetenz, indem sie ...

- zielgerichtet sozial interagieren und kommunizieren, insbesondere bei Gruppenarbeiten und teambasierten Projekten;
- Teamprozesse reflektieren, konstruktives Feedback geben und soziale Verantwortung übernehmen;
- die Lernumgebung mitgestalten;
- Ergebnisse adressatenbezogen darstellen.

Selbstständigkeit bezeichnet die Eigenständigkeit und Verantwortung bei der Übernahme von Arbeitsaufträgen und beim Lösen von Problemen. Dazu gehören die Reflexivität gegenüber dem eigenen Handeln und die Lernkompetenz, die eigene Handlungskompetenz weiterzuentwickeln.

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Selbstständigkeit, indem sie ...

- eigenständig und verantwortungsbewusst lernen;
- sich Lern- und Arbeitsziele setzen, sie realisieren, reflektieren und verantworten;
- dabei verschiedene Lernhilfen auswählen und anwenden;
- mögliche Lernberatung nachfragen.

Angestrebt wird die Entwicklung von der selbstständigen Erfüllung fachlicher Anforderungen hin zur selbstständigen Planung und Bearbeitung fachlicher Aufgabenstellungen. Dabei wird der zunächst noch überschaubare und strukturierte Lernbereich stets erweitert und geöffnet. Diese Entwicklung entspricht der Niveaustufe 4 des DQR[3].

3 Vgl. ebd., Seite 6

2 EINGANGSVORAUSSETZUNGEN UND ABSCHLUSSORIENTIERTE STANDARDS

2.1 Eingangsvoraussetzungen

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb in der gymnasialen Oberstufe sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen. Diese sind identisch mit den H-Standards des Rahmenlehrplans für die Jahrgangsstufen 1–10, Teil C – Chemie[4] . Die H-Standards setzen jeweils die Kompetenzen auf den vorgelagerten Niveaustufen voraus. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

2.2 Abschlussorientierte Standards

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife beschreiben die Kompetenzen, die Lernende bis zum Ende der Qualifikationsphase erwerben sollen. Diese werden im Unterricht entwickelt.

Der Unterschied in den Anforderungen des Grund- und des Leistungskurses liegt im Umfang und in der Tiefe der gewonnenen Kenntnisse und des Wissens über deren Verknüpfungen. Der vorliegende Rahmenlehrplan umfasst ausschließlich die basalen Anforderungen eines Grundkurses.

2.2.1 Fachkompetenz

Die Fachkompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Die Lernenden erhalten die Möglichkeit, im Bereich der Fachkompetenz fundiertes Wissen über biologische Sachverhalte wie beispielsweise Phänomene, Konzepte, Theorien und Verfahren zu erwerben und Kompetenzen im Sinne einer vertieften Allgemeinbildung aufzubauen. Diese Kompetenzen ermöglichen es ihnen, u. a. theoriegeleitet Fragen zu stellen sowie anspruchsvolle Problemstellungen im Zusammenhang mit biologischen Sachverhalten zu bewältigen bzw. Alltagsfragen zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten zu beantworten. Im Rahmen der Erarbeitung von und der Auseinandersetzung mit biologiespezifischen Sachverhalten bekommen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, fachliche und naturwissenschaftliche Kompetenzen aufzubauen.

Zur Fachkompetenz im Bereich der Biologietechnik gehört das Beschreiben, Erklären, Erläutern sowie das theoriegeleitete Interpretieren von Experimenten und deren Ergebnissen. Dabei werden Zusammenhänge strukturiert sowie qualitativ und quantitativ erläutert. Möglichkeiten der Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens zur Bewältigung aktueller und zukünftiger wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Schlüsselprobleme werden erläutert; hier ergeben sich Überschneidungen zum Kompetenzbereich Bewertung.

4 SenBJF (Hrsg. 2021): Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe. Teil C – Chemie. Verfügbar unter: https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/rahmenlehrplaene/rlp_go_teil_c-chemie_2021.pdf?ts=1705017673, Zugriff am: 19.09.2025

Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären Phänomene unter Nutzung bekannter biologisch-technischer Modelle und Theorien;
- erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten unter Verwendung einer geeigneten Fachsprache;
- wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung biologisch-technischer Probleme zu nutzen.

Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen;
- erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus;
- erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Mess- und Analyseergebnisse an.

2.2.2 Methodenkompetenz

Die Methodenkompetenz umfasst die praktischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler, die technischen Laborgeräte zu nutzen, sowie Strategien zum Planen von Experimenten, Auswerten von Daten und damit verbundene Tätigkeiten.

Grundpfeiler der Methodenkompetenz ist die Nutzung von Erkenntnismethoden. Hierbei liegt der Erkenntnisgewinn im Vordergrund. So haben die Schülerinnen und Schüler Erkenntnismethoden der Biologietechnik zu beschreiben und situationsgerecht zu nutzen.

Der Umgang mit technischen Geräten, Maschinen und Anlagen zur Durchführung biologisch-technischer Experimente steht dabei im Fokus. Darauf aufbauend ist das experimentelle Ermitteln der Funktionen konkreter technischer Systeme Teil der Methodenkompetenz.

Ebenso gehört der kritische Umgang mit Lösungsverfahren, Modellvorstellungen und Ergebnissen zur Methodenkompetenz. Dies umfasst auch das Anwenden fachbezogener Kommunikationstechniken.

Die Schülerinnen und Schüler weisen Methodenkompetenz auf folgenden Ebenen nach:

Problemfragen und Hypothesen formulieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- entwickeln Problemfragen zu biologisch-technischen Sachverhalten;
- stellen theoriegeleitet Hypothesen auf.

Modelle und Lösungsverfahren kritisch auswählen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren typische Untersuchungsverfahren zur Prüfung gewählter Hypothesen und beurteilen deren Eignung;
- überprüfen Modellvorstellungen zur Untersuchung der Hypothese;
- planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung der biologisch-technischen Problemfragestellung.

Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen Ergebnisse in Form von Tabellen, Grafiken, Diagrammen und Abbildungen dar;
- erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen;
- berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses;
- beurteilen die Eignung biologischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen und modifizieren diese gegebenenfalls;
- reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die biologisch-technische Erkenntnisgewinnung.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beziehen theoretische Überlegungen und Modelle auf Alltagssituationen zurück und reflektieren ihre Generalisierbarkeit;
- reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

2.2.3 Sozialkompetenz

Die Sozialkompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich vorrangig im interdisziplinären Raum der Technikbereiche und dem gesellschaftspolitischen Raum. Die Kommunikation innerhalb dieser Bereiche spielt für die Sozialkompetenz eine herausragende Rolle.

Die Technik wird als ambivalentes Mittel zur Gestaltung menschlicher Lebensbedingungen verstanden und aus historischer und zeitgenössischer Perspektive untersucht, dargestellt und beurteilt.

Eine kritische Auseinandersetzung mit der Gestaltung technischer Mittel und mit Technikbereichen steht im Vordergrund. Ökonomische, ökologische und gesellschaftspolitische Bedingungsrahmen für Alternativen in der Technikgestaltung sind zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten.

Schließlich erkennen und berücksichtigen die Schülerinnen und Schüler übergreifende Zusammenhänge bei der Bearbeitung technischer Fragestellungen.

Die Schülerinnen und Schüler weisen Sozialkompetenz auf folgenden Ebenen nach:

Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren zielgerichtet zu biologisch-technischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen die für ihre Zwecke passenden Quellen aus;
- prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt;
- entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

Informationen aufbereiten

Die Schülerinnen und Schüler ...

- formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert;
- wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus;
- veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge;
- präsentieren biologische und technische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien;
- prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

Informationen im überfachlichen Kontext wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- nutzen ihr Wissen über – aus biologischer und technischer Sicht – gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener fachlicher Argumentationen;
- beurteilen ihre Kenntnisse über biologisch-technische Sachverhalte aus ökonomisch-ökologischer und gesellschaftspolitischer Sicht;
- diskutieren den Beitrag biologisch-technischer Mittel zur Gestaltung menschlicher Lebensbedingungen.

2.2.4 Selbstkompetenz

Im Bereich der Selbstkompetenz reflektieren die Schülerinnen und Schüler persönliche Bezüge zur Technik auf wissenschaftlicher Basis.

Hierbei steht die eigene Position zur Technik sowie die kritische Auseinandersetzung mit dieser Position im Vordergrund.

Die Schülerinnen und Schüler weisen Selbstkompetenz auf folgenden Ebenen nach:

Arbeitsweisen untersuchen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- überprüfen die eigene Sorgfalt bei der Bearbeitung biologisch-technischer Aufgabenstellungen;
- korrigieren zur Verbesserung der Bearbeitung eigenständig die Arbeitsweisen.

Positionen zur Technik und zu technischen Lösungen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben reflexiv Phänomene aus Biologie und Technik;
- diskutieren Stärken und Schwächen gewählter technischer Lösungen;
- stellen die eigene Position zur Biologietechnik unter Berücksichtigung der gesellschaftlich relevanten Fragen reflektiert dar.

Eigene Positionen überarbeiten und neu bewerten

Die Schülerinnen und Schüler ...

- begründen und verteidigen die eigene Position im Diskurs;
- überdenken nd revidieren gegebenenfalls die eigene Position auf selbstkritischer Basis.

3 THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER EINFÜHRUNGSPHASE

Im Fach Biologietechnik erwerben Schülerinnen und Schüler verschiedenste Kompetenzen, um Experimente anhand einer Vorschrift auszuführen, diese selbst zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren sowie ihre eigenen als auch Ergebnisse anderer auszuwerten und zu interpretieren.

Für die Schülerinnen und Schüler stellt das Fach Biologietechnik ein grundlegend neues Unterrichtsfach dar. In diesem erlernen sie in einer neuen Arbeitsumgebung – dem Labor – den sicheren und souveränen Umgang mit verschiedensten Geräten, um erste einfache Experimente eigenständig und selbstverantwortlich auszuführen. Des Weiteren lernen sie mit der Protokollform eine neue Art der Ergebnis-darstellung und -dokumentation.

Neben handwerklichen Fertigkeiten des Laboralltags erlernen die Schülerinnen und Schüler auch ein vorausschauendes Planen und Handeln. Dieses ist unter anderem dazu notwendig, um unter Einhaltung der Regeln zur Laborsicherheit weder sich selbst noch andere zu gefährden.

Die in anderen schulischen Situationen erlernte Kooperationsfähigkeit wird im Labor weiter trainiert und ist für ein erfolgreiches Arbeiten unerlässlich.

3.1 Themenfelder, Kompetenzen und Inhalte

In der Einführungsphase kommen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Kenntnissen und Fähigkeiten zusammen. Hauptaufgabe des Unterrichts der Einführungsphase ist es, das im Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I formulierte H-Niveau zu erreichen und auf die Anforderungen der Qualifikationsphase vorzubereiten.

Angepasst an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler erfordert dies einen Ausbau der in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen in den vier Kompetenzbereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewerten. Je nach Interessen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler können fachspezifische Verfahren, Techniken und Strategien im Hinblick auf die leistungskursfachspezifischen Anforderungen vertieft werden, indem z. B. die Herausbildung größerer Lernautonomie gefördert wird.

Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler erwerben – durch die Bearbeitung von Kontexten, die Lösung von zunehmend komplexen Aufgaben und die Auseinandersetzung mit anspruchsvollen Problemen aus Alltag und Naturwissenschaft – Souveränität im Umgang mit fachpraktischem Wissen. Dabei beinhaltet eine kompetenzorientierte, wiederholende Verknüpfung und Vertiefung die Strukturierung von fachpraktischem Wissen durch Basiskompetenzen. Zudem kommt dem Erlernen und Anwenden von labortechnischen Sicherheitsmaßnahmen eine besondere Rolle zu.

Erkenntnisgewinnung

Der Kompetenzerwerb im Bereich Erkenntnisgewinnung schafft zum einen die entscheidenden Voraussetzungen für eine eigenständige, fachmethodische Erarbeitung neuer Erkenntnisse in den Naturwissenschaften, zum anderen bereitet er das kritische Hinterfragen der Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlicher Aussagen vor, welches in der Qualifikationsphase schwerpunktmäßig vertieft wird. Schülerinnen und Schüler sollen in ihrem Lernprozess möglichst oft den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg beschreiten. Dazu gehören ausgehend von Phänomenen das Ableiten von Problemstellungen, das Bilden von Hypothesen, das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, das Denken in Modellen sowie das Aufstellen von Theorien.

Der bewusste Umgang mit experimentellen Strategien und ihren Grenzen ist dabei eine wichtige, zu entwickelnde Kompetenz.

Kommunikation

Unterrichtliches und alltägliches Handeln setzt die Fähigkeit zur Kommunikation voraus. Im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen die Schülerinnen und Schüler dazu einen sicheren Umgang mit der Fachsprache entwickeln. Eine Voraussetzung dafür ist die gründliche und maßvolle Einführung von Fachbegriffen. Sicherheit im Umgang mit der Fachsprache wird im sozialen, kooperativen Miteinander, wie z. B. beim Experimentieren erworben.

Die Erarbeitung, Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen durch die Schülerinnen und Schüler soll mit einem angemessenen Medieneinsatz unterstützt werden.

Die Auseinandersetzung mit Anleitungen zum experimentellen Arbeiten erfordert den flexiblen Einsatz verschiedener geeigneter Lesestrategien, die im Fachunterricht eingeführt und trainiert werden müssen.

Reflexion

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung von gut geplanten und durchgeführten Experimenten. Sie reflektieren ihr eigenes Handeln und entwickeln Verbesserungs- und Optimierungsstrategien. Gleiches gilt für die Kenntnis und die Anwendung von Regeln der Laborsicherheit.

Der Kompetenzerwerb erfolgt anhand der folgenden Themenfelder.

3.2 Übersicht über die Themenfelder

Themenfeld 1
Zelluläre Strukturen näher betrachtet – Mikroskopieren und Experimente zum Wasserhaushalt von Zellen

Themenfeld 2
Enzyme – ihre Wirkung messbar machen und beeinflussende Faktoren kennenlernen

Themenfeld 3
Stoffwechsel – den grundlegenden Prozessen der Fotosynthese, Zellatmung und Gärung auf der Spur

Themenfeld 4
Immunbiologie – Methoden und deren Anwendung verstehen

3.3 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder

Themenfeld 1

Zelluläre Strukturen näher betrachtet – Mikroskopieren und Experimente zum Wasserhaushalt von Zellen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- wenden die allgemeinen Regeln zur Arbeitssicherheit im Labor während des fachpraktischen Unterrichts an;
- beschreiben den Aufbau eines Lichtmikroskops und die Funktion einzelner Bestandteile;
- beschreiben das osmotische Prinzip und reflektieren über dessen Bedeutung für den Wasserhaushalt der Zelle;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls;
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Regeln der Laborsicherheit	Die Schülerinnen und Schüler werden über das Verhalten und Arbeiten im Labor auf der Grundlage der Vorschriften zur Arbeitssicherheit der Berufsgenossenschaften belehrt. Sie dokumentieren die Belehrung durch ihre Unterschrift. Die Anwendung der Regeln muss permanent eingefordert und trainiert werden.
Aufbau und Handhabung des Mikroskops	
Anordnung und Funktion zentraler Bestandteile eines Lichtmikroskops	Während die Verschriftlichung der fachlichen Inhalte anhand einer möglichst realitätsgetreuen Abbildung eines Mikroskops erfolgt, sollte auch immer wieder der Bezug zum realen Mikroskop hergestellt werden.
Fokussieren von Fertigpräparaten und Nutzung des Kreuztisches zur Auswahl eines geeigneten Bildausschnittes	Die Vorgabe von Fertigpräparaten ermöglicht es, den Schwerpunkt auf das Erlernen des Umgangs mit dem Mikroskop zu legen, unabhängig vom erfolgreichen Herstellen eigener Präparate.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Herstellen einfacher Präparate	
• Anfertigen eines Abzugpräparats • Anfertigen und Anfärben eines Abstrichpräparats	Die Wahl von Untersuchungsobjekten aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler (z. B. in Form des Zwiebelhäutchens einer roten Zwiebel (Allium cepa) oder in Form von Mundschleimhautzellen) erhöht die Relevanz der Untersuchung und führt bei späteren Begegnungen mit dem Alltagsgegenstand zu Erinnerungseffekten.
• Beobachtung von lebenden Ein- bzw. Mehrzellern	Durch die Untersuchung der Auswirkung von Zigarettenqualm auf die Ciliaten Tetrahymena kann ein interdisziplinärer Aspekt der Suchtprophylaxe Einzug in den Unterricht halten. Ein Heuaufguss stellt eine adäquate Alternative dar.
Mikroskopisches Messen	
• Vermessen von Zellen eines Präparats	Der praktische Umgang mit Objekt- und Okularmikrometer ermöglicht das Arbeiten mit einem selbst generierten Standard.
• Anlegen von Tabellen und Erstellen von Diagrammen	Anhand der gesammelten Messwerte wird das Anlegen von Tabellen und einfachen Diagrammen vermittelt.
Handhabung von Volumenmessgeräten	
• Korrekter Umgang mit Voll- und Messpipetten, sowie einer Pipettierhilfe • Ansetzen einer exakten Lösung	Das fachgerechte Pipettieren und das Ansetzen einer Lösung in einem Messkolben müssen beherrscht werden. Die Eignung und Präzision verschiedener Volumenmessgeräte können miteinander verglichen werden.
• Herstellen und Vermessen von Verdünnungsreihen	Das fotometrische Vermessen einer Verdünnungsreihe ermöglicht das Überprüfen des eigenen Pipettierens. Alternativ kann eine Laborwaage zur Kontrolle der Masse des pipettierten Volumens dienen.
Osmose, Plasmolyse und Deplasmolyse von pflanzlichen Zellen	
• Arbeiten mit Modellen in Form eines Osmoseschlauches	Durch die Verwendung von selektiv permeablen Schläuchen kann das osmotische Prinzip im makroskopischen Maßstab, z. B. durch Wiegen der Massenänderung beobachtet werden.
• Mikroskopische Untersuchung von Plasmolyse und Deplasmolyse am Beispiel pflanzlicher Zellen	Die zu Beginn des Themenfeldes vermittelten fachpraktischen Fähigkeiten im Umgang mit einem Mikroskop können an dieser Stelle zur Anwendung kommen und vertieft werden.

Themenfeld 2

Enzyme – ihre Wirkung messbar machen und beeinflussende Faktoren kennenlernen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären die katalytische Wirkung von Enzymen;
- beschreiben verschiedene Mechanismen der Enzymregulation;
- beschreiben die Abhängigkeit einer enzymatischen Katalyse von den reaktiven Rahmenbedingungen;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls;
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Neben der Möglichkeit mehrere oder alle Aspekte dieses Themenfeldes mit allen Schülerinnen und Schülern nacheinander zu erarbeiten, bietet sich dieses Themenfeld für eine Projektarbeitsphase an. Der didaktische Vorteil einer Projektarbeit in Kleingruppen liegt darin, dass die Schülerinnen und Schüler ein größeres Maß an Selbstverantwortung in der Planungs- und Durchführungsphase erbringen müssen. Die Präsentation der durchgeführten Experimente, deren Ergebnisse und Auswertung im Plenum fördern darüber hinaus soziale wie auch mediale Kompetenzen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Nachweis einer enzymatischen Aktivität • Vergleichende Untersuchung von Nahrungsmitteln in Bezug auf eine enzymatische Katalyse • Hemmung einer enzymatischen Katalyse	Durch die Untersuchung von alltäglichen Nahrungsmitteln (Kartoffeln, Milch, Äpfel usw.) auf eine enzymatische Aktivität wie die Wirkung der Katalase, wird die Allgegenwärtigkeit von Enzymen vermittelt. Durch die Demonstration der Hemmung von enzymatischen Prozessen durch Schwermetalle oder andere Gifte können Schülerinnen und Schüler in ihrem Umweltbewusstsein gestärkt werden.
Untersuchung von Reaktionsbedingungen einer Enzymreaktion Untersuchung des Einflusses von zentralen Umweltfaktoren sowie der Substratverfügbarkeit auf die enzymatische Katalyse	Die Untersuchung des Einflusses von Temperatur und Substratverfügbarkeit am Beispiel der Amylase aus Mundspeichel bietet sich an, da zum einen die aufwendige Lagerung von Enzymen entfällt und zum anderen erneut die Allgegenwärtigkeit von Enzymen vermittelt wird. Mit dem Nachweis von Stärke durch Jod-Kaliumjodid lernen die Schülerinnen und Schüler einen zentralen Nachweis kennen. Die Notwendigkeit der Einhaltung eines pH-Optimums bei einer enzymatischen Reaktion kann den Schülerinnen und Schülern am Beispiel von Verdauungsenzymen gut vermittelt werden. Passend dazu kann die pH-Abhängigkeit der Aktivität von Pepsin untersucht werden. Das Mitführen von Positiv- und Negativkontrollen ist ein wichtiger Aspekt, um die Aussagekraft der Experimente zu steigern.

Themenfeld 3

Stoffwechsel – den grundlegenden Prozessen der Fotosynthese, Zellatmung und Gärung auf der Spur

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- beschreiben grundlegende Prozessabläufe der Fotosynthese, Zellatmung und Gärung;
- begründen den Einfluss der Verfügbarkeit verschiedener Umweltfaktoren auf die Fotosynthese und Zellatmung;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls,
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Stoffnachweis einzelner Verbindungen im Kontext der Fotosynthese	
• Stärkenachweis in Chloroplasten	Um einen ersten Überblick über die relevanten Einflussgrößen der Fotosynthese zu erlangen, bietet sich eine Kombination einfacher Experimente an. So können z. B. die Chloroplasten einer Wasserpflanze mit Jod-Kaliumjodid Lösung angefärbt und die Assimilation von Stärke nachgewiesen werden.
• Gasentwicklung bei Wasserpflanzen in Abhängigkeit von Licht und der Verfügbarkeit von CO_2	Durch das Zählen von aufsteigenden Gasbläschen aus dem Stängel einer Wasserpflanze kann die Abhängigkeit der Fotosynthese von Licht und Carbonat untersucht werden. Es ist darauf zu achten, dass eine falsche Interpretation der Teilergebnisse vermieden wird und eine kritische Betrachtung der Ergebnisse erfolgt. Diese Unterrichtseinheit bietet sich auch an, um den Aufbau eines Laubblattes zu thematisieren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Einflussfaktoren der Fotosynthese Sauerstoffentwicklung bei Wasserpflanzen in Abhängigkeit von Licht, Carbonat und intakten zellulären Strukturen	Mithilfe von Indigocarmin kann das bei der Fotosynthese von Wasserpflanzen entstehende Gas als Sauerstoff identifiziert werden. Des Weiteren können die im vorherigen Unterricht durchgeführeten Untersuchungen zur Abhängigkeit von äußeren Faktoren verfeinert und ausgedehnt werden. So können z. B. Blütenblätter oder abgekochte Pflanzenteile auf eine Fotosyntheseaktivität hin untersucht werden. Das Mitführen von Positiv- und Negativkontrollen ist ein wichtiger Aspekt, um die Aussagekraft der Experimente zu steigern.
Auftrennung der Blattpigmente eines Blattextraktes Dünnschichtchromatographie eines Blattextraktes	Neben der Möglichkeit der Extraktion aus Küchenkräutern bietet sich auch ein Vergleich von Sommer- und Herbstlaub gleicher Bäume an. Bei der Herstellung der Blattextrakte kann gegebenenfalls arbeitsteilig vorgegangen werden. Im Anschluss erfolgt ein Austausch der verschiedenen Proben zwischen den Gruppen. In einem Aufbauexperiment können die einzelnen Banden von der DC-Platte heruntergekratzt und im Laufmittel erneut gelöst werden. Von den Lösungen können Spektren aufgenommen werden, um die einzelnen Blattpigmente zu identifizieren. Alternativ kann eine Bestimmung der Rf-Werte und ein Vergleich mit passenden Literaturwerten erfolgen.
Messung der Zellatmung verschiedener Untersuchungsobjekte Untersuchung der CO_2-Bildungsrate verschiedener belebter und unbelebter Untersuchungsobjekte	Die Ausfällung von Bariumcarbonat nach Einleiten von CO_2 in Bariumhydroxid-Lösung stellt eine weitere zentrale Nachweisreaktion im Bereich der Untersuchung von Stoffwechselprozessen dar. Entscheidend für den experimentellen Nachweis ist es, dass in die Untersuchungskammer CO_2-freie Luft eingeleitet wird. Bei der vergleichenden Untersuchung können aus Gründen des Tierschutzes nur Wirbellose oder Kleinstlebewesen zum Einsatz kommen. Bäckerhefe liefert eindrucksvolle Ergebnisse.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Gärung als Alternative zur aeroben Energiegewinnung Bestimmung der Gärgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur oder dem verwendeten Substrat	Gärröhrchen mit einem geschlossenen Schenkel zum Auffangen des entstandenen CO_2 stellen eine ideale Möglichkeit dar, um die Gärgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur oder dem verwendeten Substrat zu untersuchen. Beim Ansetzen der notwendigen Lösungen kommen bereits gelernte fundamentale fachpraktische Fertigkeiten zur Anwendung.

Themenfeld 4

Immunbiologie – Methoden und deren Anwendung verstehen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- berechnen die Zellkonzentration einer Zellsuspension;
- beschreiben das Schlüssel-Schloss-Prinzip einer Antigen-Antikörper-Interaktion;
- erklären die Verklumpung von Erythrozyten bei der Zugabe von oberflächenkompatiblen Antikörpern;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls;
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Bestimmung von Zellzahlen Anwendung einer Neubauer Zählkammer zur Bestimmung der Konzentration von Zellen in einer Suspension	Die Möglichkeit nur einen sehr kleinen Bruchteil einer homogenen Zellsuspension auszuzählen und dann auf größere Volumina hochrechnen zu können, ermöglicht Fragestellungen, wie z. B.: „Wie viele Zellen enthält ein Hefewürfel?“. Eindrucksvoll ist auch die Bestimmung der Konzentration von Erythrozyten im menschlichen Blut. Hierbei gilt es, alle Sicherheitsregeln im Umgang mit humanpathogenen Materialien zu beachten.
Bestimmung der eigenen Blutgruppe	Dieses Experiment darf nur im Kontext einer berufsqualifizierenden Ausbildung durchgeführt werden. Es ist darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler die notwendige Blutentnahme aus der Fingerbeere selbstständig durchführen und jeglicher Kontakt mit Fremdblut ausgeschlossen wird. Die Entsorgung aller benutzter Materialien muss den Sicherheitsstandards im Umgang mit humanpathogenen Materialien entsprechen. Die Blutentnahme stellt eine Verletzung des Rechts auf Unversehrtheit dar und kann nur auf freiwilliger Basis durch die Schülerin/den Schüler selbst erfolgen, bzw. ist die Einverständniserklärung der Eltern bei minderjährigen Schülerinnen und Schülern erforderlich.

4 THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER QUALIFIKATIONSPHASE

4.1 Übersicht über die Themenfelder

Themenfeld 5 Neurobiologisches Grundpraktikum	**12/1**
Themenfeld 6 Ökologisches und mikrobiologisches Grundpraktikum	**12/2**
Themenfeld 7 Basismethoden der Gentechnologie	**13/1**
Themenfeld 8 Angewandte Proteinchemie	**13/2**

4.2 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder

Themenfeld 5

Neurobiologisches Grundpraktikum

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden die allgemeinen Regeln zur Arbeitssicherheit im Labor während des fachpraktischen Unterrichts an;
- untersuchen verschieden komplexe Nervensysteme, sowie den Aufbau und die Funktionsweise von Muskeln;
- erschließen sich exemplarisch den Aufbau des menschliche Auges und seine Funktionsweise als Sinnesorgan;
- untersuchen verschiedene Lern- und Gedächtnisformen;
- leiten elektrische Potenziale von Muskeln ab;
- bestimmen Nervenleitgeschwindigkeiten;
- zeichnen detaillierte Ruhe- und Belastungs-EKG auf und vergleichen diese;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls;
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Nervensysteme • Das Strickleiternervensystem des Regenwurms	Das Arbeiten mit Invertebraten ist in diesem Zusammenhang in der Schule erlaubt. Es sollte dennoch mit Respekt und Achtung dem Versuchstier gegenüber gearbeitet werden.
• Das Nervensystem eines Knochenfisches • Aufbau und Funktion des menschlichen Gehirns	Durch Mazerierung des Knochenfisches ist es möglich das Gehirn zu präparieren und zu zeichnen. Es lassen sich gut Gemeinsamkeiten im Aufbau des Wirbeltiergehirns und Unterschiede zum menschlichen Gehirn herausarbeiten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Das Auge als Beispiel eines Sinnesorgans • Verschaltung und Verrechnung von optischen Sinneswahrnehmungen • Optische Täuschungen	Es bietet sich eine enge Abstimmung mit den Inhalten des Faches Biologie im Grund- bzw. Leistungskurses an.
Elektrophysiologie • Ableitung von Ruhe- und Belastungselektrokardiogramm • Ableitung von Elektromyogrammen • Bestimmung von Nervenleitgeschwindigkeiten • Versuche zur Summation und Rekrutierung Fakultativ: • Ableitung von Elektroenzephalogrammen	Vor dem praktischen Arbeiten mit den elektrophysiologischen Messgeräten muss eine Einweisung in die relevanten Sicherheitsaspekte erfolgen. Durch das Ableiten körpereigener Signale wird ein sehr starker Bezug zur Realität der Schülerinnen und Schüler erzeugt. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass Experimente im schulischen Kontext nicht den Charakter einer medizinischen Untersuchung haben bzw. diese ersetzen können. Die Bestimmung von Nervenleitgeschwindigkeiten stellt eine gute Ergänzung zur Behandlung des Reflexbogens sowie der verschiedenen Fortleitungsformen am Neuron im Theorieunterricht dar.
Lernen und Gedächtnis • Verschiedene Lernformen • Verschiedene Gedächtnisebenen	Die Beschäftigung mit explizitem und impliziten Lernen und den verschiedenen Gedächtnisebenen kann Schülerinnen und Schüler dabei helfen bessere eigene Lernstrategien zu entwickeln.

Themenfeld 6

Ökologisches und mikrobiologisches Grundpraktikum

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- wenden die allgemeinen Regeln zur Arbeitssicherheit im Labor während des fachpraktischen Unterrichts an;
- erweitern ihr Wissen bezüglich der Arbeitssicherheit im Labor um mikrobiologische Aspekte;
- erschließen sich statistische Grundlagen und das Arbeiten mit einem Tabellenkalkulationsprogramm;
- untersuchen verschiedene analytische Methoden zur Gewässer- und Bodenuntersuchung;
- erschließen sich die Grundlagen der Fotosynthese und den Einfluss des Umweltfaktors Licht;
- analysieren Gewässer- und Bodenproben und nehmen auf deren Grundlage eine Einschätzung der Gewässergüte bzw. Bodenqualität vor;
- untersuchen verschiedene Ansprüche von Pflanzen an ihrem Standort;
- setzen sich kritisch mit der Bedrohung von Arten, sowie deren Schutz auseinander;
- stellen unter sterilen Arbeitsbedingungen Nährmedien für Mikroorganismen her;
- bestimmen eine Keimzahl und vereinzeln Bakterien auf einer Kulturplatte;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls;
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Gewässeruntersuchungen	
• Einführung in statistische Grundlagen	Ein Basisverständnis von statistischen Kenngrößen bildet die Grundlage für die Bewertung der späteren Messwerte und deren Aussagekraft.
• Fotometrischer Ammoniumnachweis	Der Ammoniumgehalt ist eine wichtige Kenngröße bei der Einschätzung der Güteklasse eines Gewässers. Gleichzeitig stellt die Fotometrie eine zentrale analytische Labormethode dar.
• Physiologische Bedeutung von Chlorid	Die physiologische Bedeutung von Chlorid für den menschlichen Körper sowie die Trinkwasseraufbereitung haben einen großen Bezug zur Lebensrealität der Schülerinnen und Schüler. Eine Chlorid-Bestimmung nach Mohr vermittelt mit einer Titration eine weitere zentrale Analysemethode.
• Bestimmung des Sauerstoffgehalts	Über einen Vergleich des Sauerstoffgehaltes verschiedener Gewässer (Teiche, Seen, Schifffahrtskanäle, Leitungswasser, Aquarien u. a. m.) kann eine erste Einschätzung der jeweiligen Gewässergüteklasse vermittelt werden. Der Sauerstoffnachweis kann durch die Methode nach Winkler erfolgen. Denkbar ist auch die Bestimmung des Sauerstoffgehalts vor sowie nach einer konkreten Zeit, in der Fische in diesem beprobten Wasser atmen. Daraus lässt sich der Sauerstoffbedarf und Stoffwechselumsatz von Fischen bestimmen. Dieses würde einer Verknüpfung mit Inhalten der Einführungsphase entsprechen.
Bodenuntersuchungen Bodenentstehung, Nährstoffverfügbarkeit, Düngung und Fruchtbarkeit verschiedener Böden	Neben der Möglichkeit, die Aspekte linear zu behandeln, bietet sich z. B. auch die Form eines Gruppenpuzzles an.
Funktionen von Pflanzen und Tieren in Ökosystemen	
• Untersuchungen zur Fotosynthese	Die Aufnahme eines Absorptionsspektrums von Chlorophyll bietet sich an, um die Bedeutung des Umweltfaktors Licht zu vermitteln. Gleichzeitig sollte das Thema „Lichtverschmutzung im urbanen Raum“ thematisiert werden. Eine enge Abstimmung mit den im Grund- bzw. Leistungskurs vermittelten Inhalten zur Fotosynthese erscheint sinnvoll.
• Ökologische Nischen von Pflanzen	Anhand einer festgelegten Gattung oder Pflanzenfamilie erfolgt eine konkrete Beschreibung der ökologischen Nische. Ein Besuch im Botanischen Garten ist eine sinnvolle Ergänzung zur Betrachtung verschiedener Pflanzenfamilien in ihrem jeweiligen Habitat.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Funktionen von Pflanzen und Tieren in Ökosystemen	
• Gefährdung und Artenschutz von Tieren	Zur Gefährdung von Tieren und dem erforderlichen Artenschutz bietet der Zoologische Garten Führungen an.
Grundfertigkeiten des mikrobiologischen Arbeitens	
• Sicheres Arbeiten im mikrobiologischen Labor, sowie fachgerechte Entsorgung von Abfällen	Die Einführung in das mikrobiologische Arbeiten erfordert eine gesonderte Sicherheitsbelehrung, die auf die speziellen Gefährdungspotenziale hinweist und neue Regeln bezüglich der Arbeitssicherheit und Abfallentsorgung einführt.
• Herstellen von Nährmedien unter sterilen Arbeitsbedingungen	In großen Gruppen ist ein steriles Arbeiten unter einer Sicherheitswerkbank nicht praktikabel. Durch Tischflächendesinfektion und das Erzeugen einer aufsteigenden Konvektion mittels eines Bunsenbrenners kann eine annähernd sterile Arbeitsumgebung geschaffen werden. Das Arbeiten mit einem Autoklaven stellt einen wesentlichen Aspekt dar.
• Erfassung von Umweltkeimen	Die zuvor selbst gegossenen Kulturplatten können zum Anfertigen von Abstrichen verschiedenster Gebrauchsgegenstände genutzt werden. Durch die Wahl des Kulturmediums erfolgt eine Begrenzung auf eine kleine Gruppe von Umweltkeimen. Die Kulturplatten sollten mit Parafilm verschlossen und auch bei der späteren Auswertung nicht mehr geöffnet werden. Somit wird eine mögliche Gefährdung ausgeschlossen. Die Kulturplatten müssen vor der Entsorgung autoklaviert werden.
• Herstellen von Verdünnungsreihen und fraktionierte Ausstriche	Das Herstellen und Ausplattieren von Verdünnungsreihen dient der Bestimmung einer Keimzahl/ml. Das fraktionierte Ausstreichen ermöglicht die Isolation einzelner Klone. Beide Arbeitstechniken können anhand von unbedenklichen Escherichia-coli-Sicherheitsstämmen erlernt werden.

Themenfeld 7

Basismethoden der Gentechnologie

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler …

- wenden die allgemeinen Regeln zur Arbeitssicherheit in einem gentechnischen Sicherheitslabor der Stufe 1 während des fachpraktischen Unterrichts an;
- erschließen sich über den Ablauf der Erzeugung eines gentechnisch veränderten Organismus durch Einschleusen eines Plasmids;
- untersuchen die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) und ihren Einsatz in der modernen Gentechnik;
- untersuchen den Einsatz von Restriktionsenzymen und Ligasen im Rahmen der Erzeugung eines Plasmids;
- bestimmen die Konzentration von Plasmid-haltigen Lösungen;
- erschließen sich verschiedene Arten der Plasmidübertragung bei Pro- und Eukaryoten und wählen eine geeignete Methode aus;
- berechnen zu erwartende Fragmentgrößen nach einem Restriktionsverdau;
- ermitteln den Erfolg eines Restriktionsverdaus mithilfe einer Gelelektrophorese;
- analysieren das Ergebnis einer selbst vorgenommenen Transformation und treffen eine Entscheidung darüber, mit welchem Klon im weiteren Verlauf weitergearbeitet werden soll;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls;
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente;
- diskutieren mögliche Einsatzmöglichkeiten und Grenzen verschiedener Labormethoden.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Didaktisch-methodischer Hinweis: In Anlehnung an das alltägliche Arbeiten in einem molekularbiologischen Forschungslabor bietet es sich an, nach einer anfänglichen Orientierungsphase im Arbeiten im Mikrolitermaßstab, die Inhalte des Kurshalbjahres im Rahmen eines Klonierungsprojektes zu behandeln. Wenn das anvisierte Ergebnis die Erzeugung eines GVO (gentechnisch veränderter Organismus) ist, der ein aufreinigungsfähiges Fusionsprotein exprimiert, kann dieser GVO als Basis für das 8. Themenfeld weiterverwendet werden. So würde sich ein roter Faden durch diese beiden Kurshalbjahre ziehen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Arbeiten im Mikrolitermaßstab • Herstellung von Verdünnungsreihen unter Zuhilfenahme von Mikroliterpipetten • Ansetzen von Enzymreaktionen im Mikrolitermaßstab	Aufbauend auf dem Methodenspektrum des 6. Themenfeldes und Bezug nehmend auf biologisch relevante Molekülgruppen, bietet sich einquantitativer, fotometrischer Proteinnachweis nach Biuret an. In Vorbereitung auf den späteren Einsatz von Restriktionsenzymen und die Methodik der Agarose-Gelelektrophorese, lassen sich beide Aspekte im Verdau von Lambda-DNA mit anschließender Gelelektrophorese und Auswertung verbinden.
Erzeugen eines veränderten Plasmids • Vervielfältigung eines Gens mithilfe der Polymerasekettenreaktion (PCR) • Passgenaues Vorbereiten von Plasmid und Insert mithilfe von Restriktionsenzymen • Ligieren von Plasmid und Insert mithilfe einer Ligase	Es gilt bei der Wahl der Primer gegebenenfalls die weitere Klonierungsstrategie zu beachten. Gleiches gilt für die Wahl eines geeigneten Plasmids. Für ein mögliches Projekt bezüglich der Proteinaufreinigung im 8. Themenfeld bieten sich Plasmide an, die zur Erzeugung von Fusionsproteinen geeignet sind. Zur besseren Visualisierung des späteren Gentransfers, bietet sich das Gen für das grün Fluoreszierende Protein (GFP) als einzufügendes Gen an.
Erzeugen eines gentechnisch veränderten Organismus • Transformation des zuvor erzeugten Plasmids in ein Bakterium und Ausplattieren auf ein Selektionsmedium • Analysieren der erzeugten Klone auf die Anwesenheit des gewünschten Plasmids	Es ist sicherzustellen, dass es sich sowohl bei dem Wirtsbakterium als auch bei dem erzeugten GVO um Organismen handelt, die unter die gentechnische Sicherheitsstufe 1 fallen. Ein entsprechend genehmigtes Sicherheitslabor ist zu verwenden. Eine entsprechende Anzeige der geplanten gentechnischen Arbeiten muss bei der zuständigen Behörde erfolgen. (Siehe dazu auch die nachstehende Anmerkung.) Während der Erzeugung, wie auch beim Arbeiten mit dem GVO und der Entsorgung der sich ergebenden Abfälle sind die entsprechenden Vorschriften zu beachten und einzuhalten. Im schulischen Kontext hat sich eine Transformation nach der $CaCl_2$-Methode als praktikabel erwiesen. Eine Blau-Weiß-Selektion nach der Wiedereinführung eines lacZ-Gens stellt eine Selbstklonierung dar und fällt nicht unter die Sicherheitsbestimmungen des Gentechnikgesetzes.

Anmerkung: Experimente unter der Sicherheitsstufe 1 können z. B. auch in verschiedenen Laboren des Schülerlabornetzwerks GenaU durchgeführt werden. Alternative Experimente sind hier möglich.

Themenfeld 8

Angewandte Proteinchemie

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

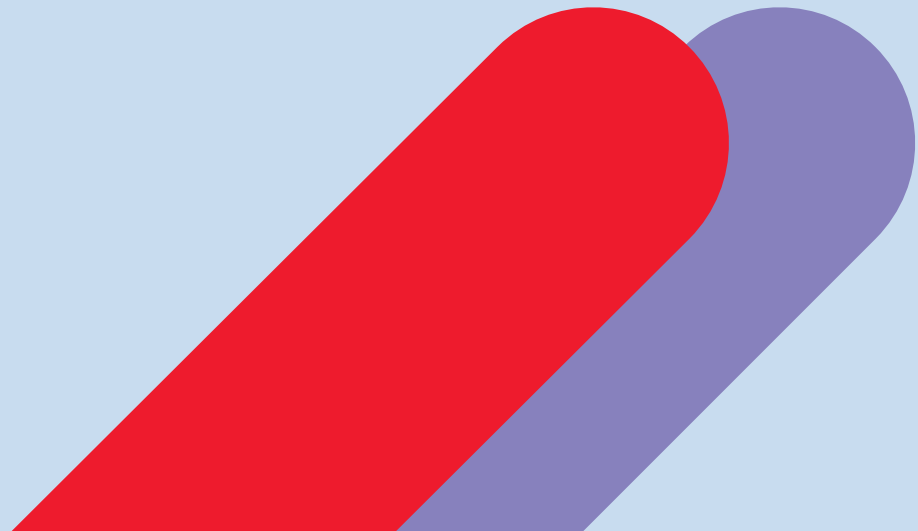
- wenden die allgemeinen Regeln zur Arbeitssicherheit im Labor während des fachpraktischen Unterrichts an;
- erschließen sich verschiedene Methoden der Proteinaufreinigung und Proteinanalytik;
- charakterisieren die Zusammensetzung verschiedener Aufreinigungsfraktionen anhand der gemessenen Proteinkonzentration;
- entwickeln Erwartungen an die Ergebnisse der durchgeführten Experimente;
- praktizieren den sachgerechten Umgang mit grundlegenden Laborgeräten;
- erstellen Arbeitsplanungen zur Durchführung von Experimenten;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls;
- beurteilen und reflektieren den Erfolg durchgeführter Experimente.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Didaktisch-methodischer Hinweis: Wenn das anvisierte Ergebnis des 7. Themenfeldes die Erzeugung eines GVO war, der ein aufreinigungsfähiges Fusionsprotein exprimiert, kann dieser GVO als Basis für das 8. Themenfeld weiterverwendet werden. So würde sich ein roter Faden durch diese beiden Kurshalbjahre ziehen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Aufreinigung eines Fusionsproteins	
• Anzucht eines GVO, der ein Fusionsprotein exprimiert	Das Arbeiten mit gentechnisch veränderten Organismen fällt unter die Bestimmungen und Regelungen des Gentechnikgesetzes. Arbeiten mit solchen GVO sind anzeige- und genehmigungspflichtig.
• Zellaufschluss und Erzeugen eines Zellextraktes	Ein erzeugtes Zelllysat stellt keinen GVO mehr dar, das Arbeiten mit einem solchen Zellaufschluss kann zwar gentechnisch erzeugte Proteine enthalten, fällt aber nicht mehr unter das Gentechnikgesetz. Der Zellaufschluss kann mittels Lysozym in Kombination mit Ultraschall oder mithilfe einer Glasmühle erfolgen.
• Säulenchromatographische Aufreinigung des Fusionsproteins	Als mögliche Systeme zur Aufreinigung von Fusionsproteinen bieten sich Maltose-Binden des Protein- oder Glutathion-S-Transferase oder ein His_6-Tag an. Für alle Systeme sind kommerzielle Komponenten auf dem Markt erhältlich. Für die späteren Inhalte der Proteinanalytik sollten von allen relevanten Fraktionen der Aufreinigung Proben bei -20°C eingefroren werden.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Gelelektrophorese von Proteinen Analyse proteinhaltiger Fraktionen mittels SDS-PAGE	In Anlehnung an die Agarose-Gelelektrophorese im Themenfeld 7 kann die SDS-PAGE logisch weiterentwickelt werden. Beim Arbeiten mit Acrylamid ist auf die entsprechenden Arbeitsschutzvorkehrungen im Umgang mit kanzerogenen Stoffen zu achten. Durch eine Analyse einzelner Fraktionen der zuvor durchgeführten Proteinaufreinigung ist es möglich,w die einzelnen Phasen der Proteinaufreinigung nachzuvollziehen und zu kontrollieren. Eine Blau-Weiß-Selektion nach der Wiedereinführung eines lacZ-Gens stellt eine Selbstklonierung dar und fällt nicht unter die Sicherheitsbestimmungen des Gentechnikgesetzes.
Spezifischer Proteinnachweis mittels Antikörper „Western Blotting“ proteinhaltiger Fraktionen	Ausgehend von den Fraktionen der Proteinaufreinigung ist ein antikörperspezifischer Nachweis möglich. Die hierzu notwendige Laborausstattung ist umfangreich und aufwendig. Der Aufwand wird durch den Erkenntnisgewinn bezüglich der Einsatzmöglichkeiten von Antikörpern in der modernen Diagnostik und Analytik gerechtfertigt.



BLiQ

Berliner Landesinstitut für Qualifizierung
und Qualitätsentwicklung an Schulen