

Berufliche Schulen des Landes Hessen

Lehrplan Zweijährige Höhere Berufsfachschule (Assistentenausbildung) Berufsbildender Bereich Fachrichtung Biologietechnik

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich des Lehrplans	3
2. Allgemeine Zielsetzungen und Schwerpunkte der Ausbildung	3
3. Didaktisch-methodische Leitlinien für die Fachrichtung Biologietechnik	4
3.1 Ganzheitlichkeit der Lernprozesse	7
3.2 Offenheit des unterrichtlichen Rahmens und Mitgestaltung durch die Lerngruppe	8
3.3 Didaktisch-methodische Prinzipien	8
3.4 Konzepte des Lernens und Hilfen zur Unterstützung der Lernprozesse	9
3.5 Vertiefung, Sicherung und Überprüfung der Lernergebnisse	10
4. Zum Verhältnis von Fachtheorie und Fachpraxis	10
5. Didaktische Struktur des Lehrplans	11
6. Schulinterne Umsetzung des Lehrplans	11
7. Lernfelder und Zeitrichtwerte	13

1. Geltungsbereich des Lehrplans

Der Lehrplan gilt in der zweijährigen Höheren Berufsfachschule, die auf dem mittleren Abschluss aufbaut und zu einem schulischen Berufsabschluss führt (vgl. § 41 Abs. 4 Hessisches Schulgesetz), für den berufsbildenden Bereich. Er umfasst die Inhalte des berufsbildenden Theorie- und Praxisunterrichts für die Ausbildung zur "Staatlich geprüften biologisch-technischen Assistentin" oder zum "Staatlich geprüften biologisch-technischen Assistenten".

2. Allgemeine Zielsetzungen und Schwerpunkte der Ausbildung

Im Rahmen des Bildungs- und Erziehungsauftrags nach § 2 des Hessischen Schulgesetzes ist es Ziel der schulischen Berufsausbildung, die Schülerinnen und Schüler so zu qualifizieren, dass sie die künftigen Anforderungen des beruflichen Alltags als Assistentinnen und Assistenten erfüllen können.

Ziel des Unterrichts ist das Erreichen einer **umfassenden Handlungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler, verstanden als Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Handlungssituationen sachgerecht, durchdacht und sozialverantwortlich zu verhalten. Sie entfaltet sich in den Dimensionen Fachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz.

Fachkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen, das Ergebnis zu beurteilen und dabei Qualitätsanforderungen, Arbeitssicherheit sowie ergonomische, ökonomische, soziale und ökologische Erfordernisse zu beachten. Dazu gehört auch die Erweiterung der fremdsprachlichen Kommunikationsfähigkeit als Voraussetzung beruflicher Mobilität innerhalb der Europäischen Union.

Personalkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu entwerfen und fortzuentwickeln, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen. Sie umfasst personale Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Ausdauer, Kritikfähigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Dazu gehören auch die Entwicklung eigener Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen, zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinander zu setzen und zu verständigen. Dazu gehören insbesondere die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität sowie der vorurteilsfreie Umgang mit Menschen anderer Herkunft und Religionszugehörigkeit.

Im Einzelnen gehören dazu:

- Kommunikationsfähigkeit als Fähigkeit, Gruppenprozesse aktiv und konstruktiv mitzugestalten,
- Kooperationsfähigkeit als Fähigkeit, im Team zusammenzuarbeiten,

- Konfliktfähigkeit als Fähigkeit, auftretende Differenzen bei Meinungen und Haltungen im Umgang mit anderen Personen friedlich, konstruktiv und ohne Aggression auszu-tragen und
- soziale Verantwortungsfähigkeit als Fähigkeit, im Rahmen gemeinsamen Handelns mit anderen Mitverantwortung zu übernehmen.

Methoden- und Lernkompetenz ergeben sich aus einer ausgewogenen Entwicklung der obigen drei Dimensionen.

Methodenkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, in betrieblichen Zu-sammenhängen zu denken und zu handeln und berufliche Aufgabenstellungen im Sinne einer vollständigen Handlung zu planen, auszuführen, zu kontrollieren und zu bewerten.

Dazu gehören:

- die Planung, Durchführung und Kontrolle der Aufgaben,
- die Wahrnehmung von Problemen und die Findung sachgerechter Lösungen,
- die längerfristige Planung aufgrund gegebener Bedingungen,
- Fantasie beim Finden kreativer Lösungen,
- die kritische Bewertung und die sachliche Begründung von Produkten, Arbeitsweisen und Arbeitsergebnissen sowie
- das Denken in Zusammenhängen.

Lernkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit zu selbstständiger Aneignung weiterer und neuer beruflicher Qualifikationen, die Bereitschaft zu lebenslangem Lernen mit dem Ziel, die eigene Erwerbstätigkeit zu sichern und sich ggf. auf berufliche Auf-stiegspositionen vorzubereiten sowie die Fähigkeit, Lernstrategien zu entwickeln und mit Informationen und Medien zielgerichtet umzugehen.

Dazu gehören:

- die Kenntnis und Nutzung von Informationsquellen (z. B. Bibliotheken und Hand-apparaten),
- Informationsbeschaffung und -verarbeitung mithilfe der elektronischen Kommunikati-ons- und Informationstechniken, wie z. B. Textverarbeitung-, Tabellenkalkulations- o-der Grafikprogramme bzw. Programme zu bestimmten, berufsbezogenen Arbeits-schwerpunkten und
- die Anwendung von "Techniken der geistigen Arbeit".

Die regelmäßige aufgabenbezogene Arbeit mit elektronischen Medien ist Voraussetzung für die angemessene Umsetzung des Lehrplans.

3. Didaktisch-methodische Leitlinien für die Fachrichtung Biologietechnik

Die Ausbildung zur Biologisch-technischen Assistentin/zum Biologisch-technischen Assis-tenten ist eine vollzeitschulische Berufsausbildung an der Höheren Berufsfachschule. Die Ausbildung dauert zwei Jahre und gliedert sich in eine breit profilierte Grundbildung für naturwissenschaftliche Assistentenberufe sowie in eine differenzierte, vertiefende Aus-bildung für biologisch-technische Anwendungen.

Die Stundentafel des Ausbildungsganges weist einen allgemein bildenden sowie einen berufsbildenden Bereich aus. Der allgemein bildende Bereich ist nach Fächern, der berufsbildende Bereich nach Lernfeldern strukturiert.

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

Der Einsatz von Biologisch-technischen Assistentinnen/Biologisch-technischen Assistenten erfolgt vorwiegend in Laboratorien von universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Bereich der Lebenswissenschaften (live sciences) sowie in Behörden, aber auch in Produktionsstätten, Betrieben bzw. Unternehmen der weit gefächerten Biotechnologie-Branche.

Zu den Aufgaben von Biologisch-technischen Assistentinnen/Biologisch-technischen Assistenten gehören das Planen, Vorbereiten, Durchführen, Überwachen und Auswerten von Versuchen bzw. Untersuchungen in spezifischen Einsatzbereichen. Hierfür nutzen sie entsprechende Apparaturen und Gerätetechnik, die sie bedienen, warten und in Stand halten.

Die berufliche Tätigkeit erfordert insbesondere

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

Der Unterricht im berufsbildenden Bereich beinhaltet folgende übergreifende Ziele:

- Orientierung am beruflichen Arbeitsauftrag,
- Befähigung und Bereitschaft zur selbstständigen oder teambegleiteten Lösung aufgabenbezogener Problemstellungen,
- selbstständige und methodengeleitete Planung, Durchführung und Bewertung relevanter Arbeitsabläufe,
- Nutzen moderner Informations- und Kommunikationssysteme,
- situationsgerechtes Anwenden der englischen Sprache,
- verantwortungsbewusstes Einhalten von Vorschriften der Arbeitssicherheit und Unfallverhütung sowie Erkennen von Unfallgefahren,
- sachgerechter Umgang mit Chemikalien und biologischen Materialien (Aufbewahrung und Entsorgung),
- Einhaltung der Umweltschutzvorschriften und Erkennen berufstypischer Umweltbelastungen,
- Anwenden der Methoden des Qualitätsmanagements,
- Verhalten, Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz.

Typische berufliche Handlungsabläufe der Biologisch-technischen Assistentin/des Biologisch-technischen Assistenten sind:

- Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von Untersuchungen bzw. Versuchsreihen mit cytologischer, anatomisch-histologischer, physiologischer, ökologischer, biochemisch-analytischer, molekulargenetischer, proteinbiochemischer, mikrobio-

logischer, biotechnologischer, pharmakologischer und immunologischer Aufgabenstellung,

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

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

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

Im berufsbezogenen Unterricht werden theoretische Inhalte im Anwendungszusammenhang mit beruflichen Handlungen vermittelt. Dazu sollen im Unterricht unter anderem anwendungsorientierte Aufgabenstellungen, Fallbeispiele und beispielhafte Umsetzungen beruflicher Handlungsabläufe bearbeitet werden. Wesentlicher Bestandteil der Ausbildung ist die Entwicklung von Laborfertigkeiten entsprechend den Einsatzgebieten und den typischen beruflichen Handlungsabläufen für die künftigen Assistentinnen und Assistenten. Zur Realisierung der fachpraktischen Kompetenzen ist in den Lernfeldern mit laborpraktischem Schwerpunkt (Lernfelder 1-10, 14-20 und 24) darauf zu achten, dass die Sicherheitskriterien für den naturwissenschaftlichen Unterricht im Labor eingehalten werden.

Ziele und Inhalte sollen durch geeignete Übungen und komplexe Aufgabenstellungen, wie Projekte, möglichst wirklichkeitsnah realisiert werden, um die ganzheitliche berufliche Handlung abzubilden und das berufliche Handeln zu entwickeln. Dies geschieht in besonderer Weise im Hinblick auf das Profil der jeweiligen Schule.

Berufsbezogene fremdsprachige Inhalte werden in den Lernfeldern 13 und 23 vermittelt. Der Unterricht in Lernfeld 13 fokussiert auf eine selbstständige Sprachverwendung auf der

Stufe II des KMK-Fremdsprachenzertifikats¹ (entspricht Niveau B1 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens²). Dabei werden die vorhandenen Kompetenzen in den Bereichen Rezeption, Produktion, Mediation und Interaktion für berufstypische Situationen erweitert. Zudem ist eine effektive Verbindung der in ausgewählten Lernfeldern ausgewiesenen Ziele und Inhalte mit dem fremdsprachlichen Lernfeld herzustellen. Die Teilnahme an den freiwilligen Prüfungen zur Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen und informationstechnischen Kenntnissen in der beruflichen Bildung kann von den Schülerinnen und Schülern in Abstimmung mit den jeweiligen Lehrkräften individuell entschieden werden. Heterogene Klassensituationen mit differenziertem Lern- und Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler sind zu berücksichtigen.

Die selbstständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler als ein Beitrag zur Herausbildung von Handlungskompetenz ist mit dafür geeigneten Unterrichtsmethoden zu fördern. So soll besonders in Lernfeld 24 den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten werden, in Kleingruppen komplexere Aufgabenstellungen im Labor zu bearbeiten. Auch diese orientieren sich an beruflichen Handlungsfeldern und sind als eine umfassende, ganzheitliche Lernsituation von der Planung, Durchführung bis zur Präsentation von den Schülerinnen und Schülern zu entwickeln. Zur Förderung des Verständnisses für technologische Abläufe bei der Umsetzung ausgewählter Aufgaben sind Exkursionen und Unterrichtsgänge unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts.

Parallel zur Ausbildung oder nach erfolgreichem Abschluss der Berufsausbildung hat die Biologisch-technische Assistentin/der Biologisch-technische Assistent z. B. folgende Möglichkeiten der Fort- und Weiterbildung:

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

3.1 Ganzheitlichkeit der Lernprozesse

Ganzheitlich angelegte Lernprozesse sind eine wesentliche Voraussetzung, um Handlungskompetenz zu erzielen. Ausgangspunkte für Handlungen sind Situationen, die für die Berufsausbildung bedeutsam sind. Die Handlungen sollten dabei im Sinne beruflicher Bildung ein ganzheitliches Erfassen der Wirklichkeit fördern. In der Unterrichtsgestaltung eignen sich dazu in besonderer Weise projektartige und problemorientierte Lehr- und Lernkonzepte, die informationsintensive Phasen kursorisch einschließen.

Das bedeutet im Einzelnen:

- Lernsituationen sind so praxis- und lebensnah zu gestalten, dass sie Aufgaben und Probleme der Berufsbildung, der Berufs- und Arbeitswelt sowie der persönlichen Le-

¹ Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen in der beruflichen Bildung (KMK-Fremdsprachenzertifikat)

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

benzgestaltung einschließen. Die für einen beruflichen Sachverhalt bedeutsamen Aspekte sind integrale Bestandteile eines ganzheitlichen Lernprozesses.

- Was in der beruflichen Praxis und im persönlichen Leben zusammengehört, ist im übergreifenden Zusammenhang zu unterrichten, d. h. auf eine praxis- und lebensferne Zergliederung der Lerngegenstände ist zu verzichten.
- Die Sachstrukturen der Grundlagenwissenschaften sind insoweit heranzuziehen, als sie zum Verständnis übergreifender Zusammenhänge notwendig sind. Wissen wird in beruflichen Handlungszusammenhängen erworben.
- An den Lernprozessen sollten möglichst viele Sinne beteiligt sein.

3.2 Offenheit des unterrichtlichen Rahmens und Mitgestaltung durch die Lerngruppe

Zur Förderung der Handlungskompetenz und der Verantwortungsfähigkeit sind den Schülerinnen und Schülern Chancen zur Mitgestaltung ihrer eigenen Lernprozesse einzuräumen. Dazu ist ein möglichst gestaltungsoffener Handlungsrahmen unabdingbar.

Durch geeignete methodische Arrangements und durch inhaltliche Offenheit der Lehr- und Lernangebote sind den Schülerinnen und Schülern Handlungsspielräume zu eröffnen, die sie entsprechend ihren Lernvoraussetzungen und den schulischen Rahmenbedingungen befähigen, Eigeninitiative zu entwickeln. Das bedeutet, ihre Mitgestaltungsmöglichkeiten zunehmend zu erweitern sowie außerschulische Lernorte im Sinne der Öffnung von Schule in den Lernprozess einzubeziehen und zu nutzen.

3.3 Didaktisch-methodische Prinzipien

Angesichts eines immer rascher verlaufenden technologischen und wirtschaftlichen Wandels verringert sich die Halbwertszeit des reinen Fachwissens in vielen Bereichen des Arbeitslebens zusehends. Es ist auch nicht mehr der Regelfall, dass im einmal erlernten Beruf eine dauerhafte Beschäftigung möglich ist. Deshalb gestaltet die zweijährige Höhere Berufsfachschule, die auf dem mittleren Abschluss aufbaut, den Unterricht inhaltlich und methodisch so, dass die Schülerinnen und Schüler Fähigkeiten und Kenntnisse entwickeln, um in diesem Prozess auf Dauer zu bestehen und sich im Berufsleben weiterzuentwickeln.

Die Unterrichtsinhalte werden in Form von Lernfeldern zusammengestellt. D. h., die inhaltliche Struktur des Unterrichts orientiert sich vornehmlich an beruflichen Aufgabebereichen bzw. zum einen an Arbeits- und Geschäftsprozessen, zum anderen an der Gestaltung von Produkten sowie der Erfahrungssituation bzw. Frageperspektive der Schülerinnen und Schüler. Der Unterricht wird somit weitgehend fächer- bzw. lernfeldübergreifend, Unterrichtsvorhaben werden zunehmend komplex und offen konzipiert, sodass Zusammenhänge und wechselseitige Bezüge der verschiedenen betrieblichen Aufgabebereiche deutlich werden.

Die oben beschriebene umfassende Handlungskompetenz wird durch Unterrichtsarbeit in Form von Projekten mit praxisorientierten Zielvorgaben und praxisrelevanten Arbeits-

ergebnissen unterstützt. Konsequenterweise ist Unterrichtsarbeit in Projektform integraler Bestandteil der Ausbildung. Organisationsformen des Projektunterrichts, Gruppenfindung und die Verteilung über die Ausbildungsjahre sollten an der einzelnen Schule im Kontext der schulischen Gegebenheiten, der regionalen Bedingungen und der vorliegenden Erfahrungen festgelegt werden.

Auf der Basis dieses Curriculumkonzepts werden im Unterricht Lernprozesse in Gang gesetzt, bei denen die aktive Arbeit der Lerngruppe im Vordergrund steht und bei denen der Erwerb von Fachwissen eng gekoppelt ist an die Erprobung verschiedener Lern- und Arbeitsformen. Nicht das verfügbare Wissen allein ist Unterrichtsziel, sondern auch wie es selbstständig und effektiv erworben und laufend aktualisiert werden kann.

Die Schülerinnen und Schüler

- lernen dabei, ihre Erfahrungen in übergreifende Zusammenhänge einzuordnen. Dadurch werden sie befähigt, Gelerntes zu generalisieren und auf andere Aufgabenstellungen zu übertragen.
- erwerben im Anwendungszusammenhang spezifisches Wissen und werden dadurch in besonderer Weise in die Lage versetzt, das Gelernte situationsgerecht anzuwenden.
- können sich im handelnden Umgang mit dem jeweiligen Thema ihrer Stärken bewusst werden und sie im Interesse des gemeinsamen Zieles einbringen. Das stärkt ihr Selbstwertgefühl und fördert ihre Persönlichkeitsentwicklung.

3.4 Konzepte des Lernens und Hilfen zur Unterstützung der Lernprozesse

Für die Gestaltung von Lernprozessen sind die Lernfelder des Lehrplans durch Lernsituationen zu konkretisieren. Das bedeutet, dass fachliches Wissen in einen Anwendungszusammenhang gestellt und im sozialen Kontext erworben wird. Dazu ist die didaktische Reflexion der beruflichen sowie lebens- und gesellschaftsbedeutsamen Handlungssituationen erforderlich.

Gestaltungsprinzipien für diese komplexen Lehr- und Lernarrangements sind:

- die Thematisierung eines Problems aus einer Lebens- und Alltagssituation der Schülerinnen und Schüler,
- die Individualisierung des Lernprozesses unter Beachtung der Lernbedingungen,
- die Anwendung von wissenschaftlichen Erkenntnissen auf den spezifischen Fall und
- das Auslösen von Reflexionsprozessen bezüglich der Lern- und Gruppenprozesse.

Orientierungshilfen zur Entwicklung der Lernkonzepte sind berufsfeldtypische Fachdidaktikansätze.

Hierbei sind zu nennen:

- handlungsorientierte Konzepte mit dem Ziel der Gestaltung von Handlungsprodukten und im Sinne simulativer Handlungen in Form von Rollenspielen oder Planspielen,
- erfahrungsbezogene Konzepte, die Erkundungen außerhalb der Schule zum Gegenstand haben oder
- projektartige Konzepte, die Elemente der vorgenannten umfassen und fächerverbindend angelegt sein können.

Als Hilfen zur Unterstützung und zur Intensivierung der handlungsbezogenen Lernprozesse eignen sich neben den traditionellen, die Selbsttätigkeit fördernden Methoden

insbesondere kreative Methoden wie Brainstorming, Elemente der Moderationsmethode und veränderte Formen zur Strukturierung von Inhalten (z. B. Mindmapping).

3.5 Vertiefung, Sicherung und Überprüfung der Lernergebnisse

Für die Vertiefung und Sicherung der Lernergebnisse ist ausreichend Zeit zu berücksichtigen. Ganzheitliche Lernprozesse bedingen entsprechende Formen der Festigung, Sicherung und Überprüfung ihrer Ergebnisse. Deshalb ist den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, erworbene Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten in Anwendungssituationen zu erproben bzw. zu festigen.

Die Lernergebnisse sollten im Kontext ganzheitlicher Anwendungssituationen überprüft werden. Dadurch erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, außer Faktenwissen auch Transferfähigkeit sowie kreative und prozessgestaltende Fähigkeiten unter Beweis zu stellen.

Die Beurteilungskriterien sind mit der Lerngruppe zuvor zu besprechen und gemeinsam festzulegen. Bei der Beurteilung des Verlaufs und der Ergebnisse von Gruppenarbeit werden sowohl die individuellen Beiträge der einzelnen Gruppenmitglieder als auch die Leistung der Gesamtgruppe bewertet. Bei den individuellen Leistungen ist die Lernentwicklung angemessen zu berücksichtigen.

Gegenstand der Überprüfung sind sowohl die Lernergebnisse als auch der Verlauf der Lernprozesse.

Die Schülerinnen und Schüler sollten aktiv in den Prozess der Überprüfung ihrer Lernergebnisse einbezogen werden. Auf diese Weise wird die Fremdbeurteilung durch die Selbstbeurteilung ergänzt. Fremdbeurteilung durch die Lerngruppe und die Lehrerin oder den Lehrer führt zusammen mit der Selbstbeurteilung zu einer realistischen Einschätzung der eigenen Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten.

4. Zum Verhältnis von Fachtheorie und Fachpraxis

Die Ausbildung bezieht Fachtheorie und Fachpraxis wechselseitig aufeinander; beide Bereiche sind in den Lernfeldern integriert. Das entspricht dem Konzept der Handlungsorientierung. Dabei erfahren und erfassen die Schülerinnen und Schüler die kausalen Zusammenhänge zwischen theoretischen Überlegungen und ihrem eigenen praktischen Tun, erkennen Gesetzmäßigkeiten und leiten Handlungsstrategien ab.

Sie entwickeln Professionalität durch eingehende Übung grundlegender Fertigkeiten und Fähigkeiten der jeweiligen beruflichen Fachrichtung; wenden Wissen und Können situationsgerecht an; führen vollständige Handlungen mit Planen, Durchführen und Kontrollieren durch; durchdringen praktisches Handeln gedanklich; erkennen größere Zusammenhänge und verstehen auf diese Weise ihr Tun besser.

Berufliches Handeln ist theoriegeleitetes Handeln in der beruflichen Praxis. Lernfeldorientiertes Lernen erfordert deshalb Unterrichtsphasen beruflicher Theoriebildung. Ob solche Phasen im Rahmen handelnder Lernprozesse als Vorspann, als Nachspann oder intermediär vorgesehen werden, ist vom jeweiligen fachlichen Zusammenhang abhängig.

Als Ergänzung zur schulischen Ausbildung ist ein Betriebspraktikum zu absolvieren. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei einen unmittelbaren Einblick in betriebliche Arbeits- bzw. Geschäftsprozesse erhalten, ihre bereits erworbenen fachrichtungsspezifischen Kenntnisse anwenden und möglichst weitgehend in die täglichen Arbeitsaufgaben des jeweiligen Unternehmens bzw. der Organisation oder Einrichtung eingebunden werden. Die Erfahrungen und Beobachtungen über die Anforderungen der Praxis sollen anschließend durch Praktikumsberichte und Präsentationen produktiv in den weiteren Unterricht eingebracht werden.

5. Didaktische Struktur des Lehrplans

Der Lehrplan ist nach Lernfeldern strukturiert. **Lernfelder** sind durch Zielformulierungen, Inhalte und Zeitrichtwerte beschriebene, an Handlungsabläufen orientierte Einheiten. Grundlage der Lernfelder sind in der Regel Arbeits- und Geschäftsprozesse.

Die **Zielformulierungen** beschreiben Kompetenzen als Elemente der Handlungskompetenz in unterschiedlichen Dimensionen, die am Ende des schulischen Lernprozesses in einem Lernfeld erwartet werden.

Die **Inhalte** sind diejenigen fachlichen Lerngegenstände, die zur Erfüllung der Lernfeldziele erforderlich sind.

Die **Zeitrichtwerte** umfassen die laut Verordnung über die Ausbildung und die Prüfung an den zweijährigen Höheren Berufsfachschulen (Assistentenberufe) vom 17. Februar 2000 (ABl. 3/00, S. 183), zuletzt geändert durch Verordnung vom 21. Dezember 2005 (ABl. 1/06, S. 6) vorgegebenen Gesamtstunden des berufsbildenden Bereichs. Die Zeitrichtwerte berücksichtigen sowohl die Vermittlung der Kenntnisse und Fertigkeiten als auch Übungsphasen und Lernkontrollen.

Die **Vorschläge zur Umsetzung** dienen als Anregungen zur Gestaltung von Lehr- und Lernsituationen und zeigen Möglichkeiten zur unterrichtlichen Realisierung des jeweiligen Lernfeldes auf. Sie sind nicht verbindlich.

6. Schulinterne Umsetzung des Lehrplans

Für die Umsetzung des Lehrplans ist Kooperation und Abstimmung zwischen den betroffenen Lehrerinnen und Lehrern zwingende Voraussetzung.

Grundlagen für die Umsetzung bilden:

- die Ziele und Inhalte der einzelnen Lernfelder sowie die in diesen Vorbemerkungen beschriebenen didaktisch-methodischen Leitideen,
- die Lernbedingungen der jeweiligen Klasse,
- die organisatorisch-situativen Rahmenbedingungen der einzelnen Schule sowie
- die von den unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrern gemeinsam getroffenen verbindlichen Festlegungen.

Verbindliche Festlegungen sind zu treffen über:

- die spezielle didaktisch-methodische Ausgestaltung der Lernfelder im Sinne der Umsetzung der Lernfeldvorgaben in Lernsituationen und Lernaufgaben,

- die Kriterien der Leistungsbeurteilung,
- die Gewichtung der theoretischen und der praktischen Schülerleistungen,
- die Kooperation der in einer Klasse unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer,
- die Verknüpfung zwischen theoretischen und praktischen Unterrichtsanteilen,
- die Verzahnung mit den Lerngegenständen des allgemein bildenden Lernbereichs und
- die Konzeption und die Bewertung der Aufgabenvorschläge für die Abschlussprüfung.

Zur Verwirklichung der Intentionen des Lehrplans und seiner unterrichtlichen Umsetzung sind Lehrerteams zu bilden, denen alle in der jeweiligen Klasse unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer angehören. Sie sind für die inhaltliche und organisatorische Umsetzung der Lernfelder verantwortlich.

Um eine Unterrichtsarbeit in größeren Einheiten zu erleichtern, sollten Klassen- und Fachräume möglichst nahe beieinander liegen.

7. Lernfelder und Zeitrichtwerte

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Lernfeldes	Stunden
	<i>Erstes Ausbildungsjahr</i>	
1	Labortechnische Grundoperationen durchführen, Lösungen herstellen und Stoffsysteme analysieren	120
2	Biomoleküle charakterisieren, untersuchen und analysieren	120
3	Zelluläre Strukturen von Organismen erfassen und cytologische Arbeiten durchführen	90
4	Pflanzen anatomisch und physiologisch untersuchen	90
5	Tiere anatomisch, histologisch und physiologisch untersuchen	80
6	Zell- und Gewebekulturen anlegen	40
7	Klassische genetische Verfahren anwenden	60
8	Ökologische Zusammenhänge erfassen und untersuchen	120
9	Physikalische und physikalisch-chemische Grundoperationen erfassen und anwenden	80
10	Physikalische Grundlagen spektroskopischer und elektrochemischer Analyseverfahren erfassen	80
11	Versuchsdaten erfassen, auswerten und dokumentieren	80
12	Mathematische Grundoperationen erfassen und anwenden	80
13	Englisch im naturwissenschaftlich-technischen Kontext verstehen und anwenden	80

Zweites Ausbildungsjahr		
14	Stoffe instrumentell-analytisch untersuchen	100
15	Pharmakologische und toxikologische Arbeiten durchführen	100
16	Molekulargenetische Methoden anwenden	260
17	Proteinbiochemische und enzymatische Methoden anwenden	160
18	Biotechnologische Arbeiten durchführen	100
19	Mikroorganismen kultivieren, isolieren und untersuchen	100
20	Immunologische und diagnostische Arbeiten durchführen	100
21	Datenverarbeitungsprogramme in der Biologietechnik anwenden	80
22	Technische Mathematik in der naturwissenschaftlichen Praxis anwenden	80
23	Technisches Englisch in der naturwissenschaftlichen Praxis anwenden	80
24	Projekt: Theoretische und praktische Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung (am Schulprofil orientiert)	40
	insgesamt	2320

Bei der Umsetzung der einzelnen Lernfelder sind die jeweils notwendigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 1:	Labortechnische Grundoperationen durchführen, Lösungen herstellen und Stoffsysteme analysieren
Zeit:	120 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler führen grundlegende Arbeitsprozesse an einem Laborarbeitsplatz durch. Sie wählen für ein Experiment geeignete Geräte und Materialien aus, legen Arbeitsschritte fest, wenden dabei Maßnahmen der Qualitätssicherung an und beachten die Regeln der Guten Laborpraxis (GLP).

Sie erkennen den Zusammenhang zwischen physikalisch-chemischen Eigenschaften und dem Atom- bzw. Molekülbau. Sie beherrschen das Ansetzen von Lösungen mit bestimmten Konzentrationen. Sie ordnen den Gemengen entsprechend den unterschiedlichen Stoffeigenschaften Trenn- und Analyseverfahren zu und führen diese fachgerecht durch.

Sie nutzen unterschiedliche Informationsquellen und fertigen naturwissenschaftliche Protokolle an, in denen Messdaten übersichtlich erfasst, ausgewertet und dargestellt sind.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Arbeitssicherheit: Personen- und Umweltschutz, Sicherheitsbestimmungen, GefStoffV, Gefahrensymbole, Betriebsanweisungen
- Arbeitsplatz Labor: Grundausstattung, Umgang mit Geräten und Energiequellen, Glasbearbeitung, Umgang mit Chemikalien und deren umweltgerechte Entsorgung, Bestell- und Ordnungswesen
- Einteilungen in der Chemie und Physik, Begriffe wie Atom, Element, Verbindung, Molekül, verschiedene Gemenge
- SI- und davon abgeleitete Größen und Einheiten nach DIN 1310
- Grundlagen der Stöchiometrie-Formelsprache, Berechnungen zum Ansatz von Lösungen aus Reinsubstanz bzw. aus vorhandenen Lösungen bzw. Gemengen
- Erstellen von Versuchsprotokollen
- Ansetzen von Lösungen, Auswahl geeigneter Geräte
- Reinigung/Trennung von Stoffgemischen mit verschiedenen Methoden, z. B. Filtration, Zentrifugation, Extraktion, Destillation, Einsatz entsprechender Geräte, z. B. Scheidetrichter, Soxhlet-Extraktor, Verteilungsgesetz nach Nernst
- Identifizierung von Ionen in Lösungen an Beispielen
- Besondere Eigenschaften des Wassermoleküls
- pH-Wert (Definition, Bestimmungsmethoden, Indikatoren, Berechnungen)
- Grundlagen volumetrischer Methoden, Säuren-Basen-Titration, Herstellung von Pufferlösungen

Vorschläge zur Umsetzung

- Trockenmasse- und Aschegehalt einer Lebensmittelportion bestimmen
- Geeignete Volumenmessgeräte für unterschiedliche Anwendungen auswählen
- Verschiedene Trennverfahren an unterschiedlichen Beispielen situationsgerecht anwenden, zugehörige Arbeitsanleitungen erstellen
- Definierte Lösungen (auch Puffer) herstellen und kontrollieren
- Qualitative Nachweise einiger Mineralsalz-Ionen in Pflanzenasche oder Dünger durchführen
- Die Gesamtsäure in Getränken durch Titration bestimmen
- Grundlegende Regeln zum Verhalten im Labor, zur exakten Herstellung von Lösungen und zur Anfertigung naturwissenschaftlicher Protokolle gelten für viele Lernfelder und werden in diesen erweitert, vertieft und spezifiziert.
- Weitere Anwendungsbeispiele zu Titrations finden sich z. B. in Lernfeld 2.
- Verteilungsgesetz nach Nernst wird angewendet in den Lernfeldern 2 und 14 (Chromatographie).
- Messwerterfassung, -auswertung und graphische Darstellung sollten durch Interaktion mit Lernfeld 11 vermittelt werden, stöchiometrische Berechnungen und Berechnungen volumetrischer Analysen sollten in Kooperation mit Lernfeld 12 erfolgen.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 2:	Biomoleküle charakterisieren, untersuchen und analysieren
Zeit:	120 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Bau und Funktion der verschiedenen Naturstoffe (Biomoleküle).

Sie isolieren die einzelnen Naturstoffgruppen aus biologischen Materialien, führen qualitative und quantitative Untersuchungen durch und bewerten ihre Ergebnisse.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Grundstrukturen und Funktionen biologisch wichtiger organischer Verbindungen, Hydrophilie/Lipophilie
- Aufbau, Eigenschaften und biologische Funktionen von Fetten, Kohlenhydraten, Aminosäuren und Proteinen, Nucleinsäuren
- Bedeutung von Fetten und Kohlenhydraten als nachwachsende Rohstoffe
- Isolierung, qualitative und quantitative Untersuchung oben genannter Biomoleküle: Iod- und Verseifungszahl bei Fetten, Nachweisreagenzien für Kohlenhydrate (z. B. Fehling, Lugol), Aminosäuren (Ninhydrin), Proteine (z. B. Biuret), Nucleinsäuren (Dische); chemische Grundlagen der Nachweisreaktionen und Bestimmungsmethoden
- Grundlagen der Fotometrie (Lambert-Beersches Gesetz)
- Gehaltsbestimmung über Kalibrierkurven, Aufnahme einer Kalibrierkurve, graphische Darstellung, graphische und rechnerische Interpolation
- Dünnschichtchromatographie (DC)

Vorschläge zur Umsetzung

- Fettgehalt, Iod- und Verseifungszahl eines Speisefettes bestimmen
- Verschiedene Kohlenhydrate z. B. in Getränken, mikrobiologischen Nährmedien, gekeimter Gerste nachweisen
- Den Gehalt an reduzierenden Zuckern mit 3,5-Dinitro-2-hydroxybenzoesäure in einem mikrobiologischen Nährmedium bestimmen
- Das Aminosäuremuster im Cytoplasma, z. B. in Fleisch- oder Kartoffelsaft, dünn-schichtchromatographisch ermitteln
- Proteine aus Hülsenfrüchten isolieren und fotometrisch bestimmen
- Grundlegende Bau- und Funktionsmerkmale sowie Nachweis und Bestimmung der verschiedenen Biomoleküle werden in vielen Lernfeldern vertieft, besonders in den Lernfeldern 14, 15, 16, 17 und 18.
- Fotometrie und chromatographische Methoden werden in Lernfeld 14 fortgesetzt, physikalische Grundlagen der Fotometrie durch Interaktion mit Lernfeld 10.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 3:	Zelluläre Strukturen von Organismen erfassen und cy- tologische Arbeiten durchführen
Zeit:	90 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erläutern Aufbau und Funktion eines Lichtmikroskops und setzen dieses fachgerecht ein. Sie beschreiben den Aufbau und die Funktion eines Elektronenmikroskops (EM) und interpretieren EM-Bilderkritisch.

Sie unterscheiden pro- und eukaryontische Zellen hinsichtlich ihrer Zellbestandteile. Sie beschreiben Bau und Funktion der Zellorganellen und Membranen. Sie bringen Funktionen und Fehlfunktionen der Zelle mit Zellorganellen in Zusammenhang.

Sie stellen mikroskopische Präparate durch einfache Schnitt- und Färbetechniken her und zeichnen die Objekte.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Unterschiede zwischen prokaryontischen, pflanzlichen und tierischen Zellen
- Bau und Funktion der Zellorganellen
- Bau und Funktion der Zellmembran, Diffusion und Osmose
- Informations- und Transportvorgänge an/durch Biomembranen und innerhalb der Zelle
- Differenzierung von Zellen, Beziehung von Bau und Funktion
- Anabolismus und Katabolismus (Übersicht)
- Aufbau und Funktion des Lichtmikroskops
- Grundlagen aus der Optik: Strahlengang, Auflösung, förderliche/leere Vergrößerung
- Einführung in mikroskopische Verfahren (Hell-/Dunkelfeld, Phasenkontrast, Fluoreszenz)
- Aufbau und Funktion des Transmissionselektronenmikroskops (TEM) und des Raster-elektronenmikroskops (REM)
- Interpretation von EM-Bildern (Funktion des Zelltyps, Artefakte)
- Gewinnung von Zellbestandteilen: fraktionierte und Dichtegradientenzentrifugation

Vorschläge zur Umsetzung

- Pflanzliche und tierische Zellen und Gewebe cytologisch-mikroskopisch untersuchen (färben, Größe bestimmen, durch Zeichnen dokumentieren)
- Mit dem Elektronenmikroskop arbeiten (Lernortkooperation)
- Verfahren zur Gewinnung von Zellorganellen recherchieren
- Eine Präsentation erstellen (Informationsquellen nutzen) zu Bau und Funktion einzelner Zellorganellen und deren Zusammenspiel bei Zelleistungen
- Permeabilitäts-Eigenschaften von Biomembranen untersuchen (Osmose, Ionenfallmechanismus)
- Vorgänge bei der Keimung von Pflanzensamen erkunden
- Optische Grundlagen werden in Lernfeld 10 erweitert.
- Bau- und Funktionsmerkmale von Zellen und Geweben werden in den Lernfeldern 4 und 5, Informations- und Transportvorgänge an/durch Biomembranen in Lernfeld 15 vertieft. Die Vorgänge bei der Vermehrung von Zellen sollen in Lernfeld 6 behandelt werden.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 4:	Pflanzen anatomisch und physiologisch untersuchen
Zeit:	90 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Anatomie und Histologie der pflanzlichen Grundorgane.

Sie führen pflanzenphysiologische Untersuchungen zum Wasser- und Mineralstoffhaushalt und zur Fotosynthese durch.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Histologie und Anatomie der pflanzlichen Grundorgane (Meristeme, Dauergewebe, Grund-, Festigungs-, Leit-, Abschlussgewebe in Blatt, Spross, Wurzel im Überblick), Beziehung zwischen Bau und Funktion
- Wasser- und Mineralstoffhaushalt der Pflanzen, Gesetz des Minimums
- Kenngrößen pflanzlichen Materials und deren Variabilität, z. B. Trockengewicht, Chlorophyllgehalt, beschreibende Statistik
- Fotosynthese
 - Auto-/Heterotrophie
 - Grundgleichung, beeinflussende Faktoren, Licht- und Dunkelreaktion im Überblick
 - C4-Pflanzen/CAM-Pflanzen, nachwachsende Rohstoffe
 - Radioisotopenmarkierung (Isotope, Radioaktivität, C-14-Methode, Tracer)

Vorschläge zur Umsetzung

- Histologische Schnitt- und Übersichtsfärbetechniken durchführen sowie Dauerpräparate herstellen, einzelne Pflanzenstoffe histochemisch nachweisen
- Wasseraufnahme, Wassertransport, Wasserabgabe sowie Mineralsalzaufnahme untersuchen
- Kenngrößen pflanzlichen Materials in Abhängigkeit von Wachstumsbedingungen bestimmen: Nährstoffmangelversuche, Pflanzen unter verschiedenen Lichtbedingungen (o. a. Faktoren) anziehen, Biomasse, Wassergehalt, Chlorophyllgehalt bestimmen
- Fotosynthese untersuchen
 - Beeinflussende Faktoren Chloroplasten isolieren und ihre Aktivität untersuchen
 - Blattfarbstoffe isolieren und chromatographisch trennen
 - Radioisotopenmarkierung (Isotope, Radioaktivität, C-14-Methode, Tracer) als Analysen-Methode kennen lernen
- Cytologische und histologische Grundtechniken und -kenntnisse aus Lernfeld 3 werden verfeinert und erweitert.
- Labortechnische Grundoperationen aus Lernfeld 1 werden angewandt.
- Ökologische Aspekte der Fotosynthese werden in Lernfeld 8 behandelt.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 5:	Tiere anatomisch, histologisch und physiologisch untersuchen
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Bau und Funktion tierischer Organe sowie deren evolutionäre Entwicklung bei verschiedenen Tiergruppen.

Sie sezieren Tiere und untersuchen deren Organe bzw. Gewebe. Dabei wenden sie geeignete Präparationstechniken, Fixierungs- und Einbettungsmedien sowie Färbungen an. Sie dokumentieren und präsentieren die Ergebnisse.

Sie beschreiben Stoffwechselleistungen bei Tieren sowie auch beim Menschen. Sie erklären physiologische Grundlagen von Krankheitsbildern.

Sie planen tierphysiologische Untersuchungen, führen diese durch und werten sie aus.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Bauplan verschiedener Tiergruppen (Modellorganismen in der biologischen Forschung)
- Evolutionsmechanismen innerhalb des Tierreiches und Funktionalität der Organismen aufgrund ihrer Baupläne, Homologie und Analogie
- Tierische Zell- und Gewebetypen
- Tiersektion, Organ-/Gewebeentnahme, Herstellung histologischer Präparate, klassische und immunologische Färbetechniken
- Tierschutzgesetz
- Stoffwechselleistung ausgewählter Organsysteme (Atmung und Blutkreislauf, Verdauung, Bewegung) am Beispiel Energiehaushalt
- Abbau der Nährstoffe zur Energiegewinnung
 - Energiereiche Verbindungen (ATP) und Redoxäquivalente (z. B. NAD)
 - Teilschritte der Zellatmung im Überblick
 - Energiebilanz

Vorschläge zur Umsetzung

- Einen Heuaufguss/Eine eutrophe Gewässerprobe untersuchen
- Eine Präsentation erstellen zur vergleichenden Anatomie von Wirbeltieren
- Tiere präparieren, charakteristische Beispiele verschiedener Tiergruppen
 - bei Wirbellosen z. B. Anneliden und Arthropoden
 - bei Wirbeltieren z. B. Fische und Säuger
- Die Schritte histologischen Arbeitens demonstrieren: von der Gewebe-Entnahme bis zur Dokumentation des fertigen Dauerpräparates
- Messwerte physiologischer Parameter bei/nach sportlicher Tätigkeit erfassen
- Prinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung am Beispiel Zellatmung nachvollziehen
- Nerven-, Sinnes- und Hormonphysiologie sind dem Lernfeld 15, Blut ist dem Lernfeld 20 zugeordnet.
- Die Struktur der Nährstoffe ist aus Lernfeld 2 bekannt, anaerobe Abbauewege werden in Lernfeld 19 behandelt.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 6:	Zell- und Gewebekulturen anlegen
Zeit:	40 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler kennen die Vorgänge bei der Vermehrung von Zellen. Sie beschreiben Bau und Funktion von Chromosomen und unterscheiden einzelne Phasen des Zellzyklus mikroskopisch.

Sie erläutern Prinzipien und Methoden, die bei der Kultur von Zellen zu beachten bzw. anzuwenden sind, und reflektieren Methoden der Reproduktionsbiologie kritisch.

Sie setzen pflanzliche und/oder tierische Zellkulturen an, beachten sterile Arbeitstechniken und andere Bedingungen bzw. Parameter bei der Kultivierung über einen längeren Zeitraum und lernen den Einsatz verschiedener Wirkstoffe kennen.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Mitotische Zellteilung und Phasen des Zellzyklus, Chromosomenfeinbau
- Begrenztes/Unbegrenztes Wachstum, Stammzellen, Tumorzellen, Zelldifferenzierung, Zellregeneration, Apoptose und Nekrose
- Vegetative und generative Vermehrung, Meiose
- Reproduktionsbiologie, Methoden und Diagnostik,
- Therapeutisches und reproduktives Klonen, Embryotransfer, Embryonenschutzgesetz
- Nährmedien, Kulturbedingungen, Wachstumsstoffe
- Primärkulturen, Zelllinien

Vorschläge zur Umsetzung

- Mitosestadien und Riesenchromosomen darstellen
- Kalluskulturen anzüchten und die Wirkung verschiedener Phytohormone, z. B. Indolyllessigsäure und Benzylaminopurin, bei der Organogenese untersuchen
- Protoplasten herstellen und fusionieren
- Notwendige Maßnahmen zur Gesunderhaltung einer tierischen Zelllinie über einen längeren Zeitraum als Arbeitsplan erstellen
- Es sollte enge Koordination mit Lernfeld 7 erfolgen, um die Beziehung zwischen zellulären und klassischen genetischen Lernsituationen herzustellen.
- Die aus Lernfeld 3 bekannte, prinzipielle Funktion des Zellkerns wird vertieft.
- Aus den Lernfeldern 3, 4 und 5 sind der allgemeine Zellaufbau und die Physiologie pflanzlicher und tierischer Zellen bekannt.
- Grundsätze des sterilen Arbeitens und der Kultivierung von Zellen werden in Lernfeld 18 und in Lernfeld 19 erweitert.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 7:	Klassische genetische Verfahren anwenden
Zeit:	60 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die Grundlagen der klassischen Genetik und sagen die zu erwartenden Ergebnisse bei Kreuzungen vorher.

Sie analysieren Erbgänge und Stammbäume und schließen auf das Auftreten von Erbkrankheiten.

Sie führen Kreuzungen durch und werten die Ergebnisse aus.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Genotyp und Phänotyp, Genmutationen (Reinzuchtstämme, Wildtyp und Mutanten), rezessive und dominante Allele
- Erbgänge und Mendelsche Regeln (mono- und dihybride sowie x-chromosomale Erbgänge, Genkopplung und Genaustausch)
- Durchführung und Auswertung von Kreuzungen und humangenetische Stammbaumanalysen, Karyogramme
- Stoffwechselkette, Stoffwechselblock, Beispiele für Erbkrankheiten
- Traditionelle Tier- und Pflanzenzucht

Vorschläge zur Umsetzung

- Drosophila-Mutanten kreuzen
- Stoffwechselblocks in der Augenpigmentsynthese nachweisen und lokalisieren
- Es sollte enge Koordination mit Lernfeld 6 erfolgen, um die Beziehung zwischen zellulären und klassischen genetischen Lerninhalte herzustellen.
- Molekulargenetische Grundlagen und Anwendungen füllen das Lernfeld 16 aus.
- Stoffwechselketten können in Lernfeld 5 bei der Zellatmung eingeführt werden, ihre physiologische Beeinflussung ist für Lernfeld 17 vorgesehen.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 8:	Ökologische Zusammenhänge erfassen und untersuchen
Zeit:	120 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und erläutern ökologische Faktoren und Grundprinzipien. Sie berücksichtigen bei den Untersuchungen ökologische Wechselbeziehungen. Sie ordnen wichtige Tier- oder Pflanzenarten, z. B. Indikatororganismen, systematisch ein.

Sie führen Untersuchungen von Luft-, Wasser- oder Bodenproben durch, ermitteln dabei umweltbezogene biologische, chemische und physikalische Daten und bewerten ihre Ergebnisse.

Sie beschreiben Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduzierung des Schadstoffeintrags in die Umwelt und wenden die Regeln des Umweltschutzes an.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Abiotische und biotische Faktoren, Autökologie und Synökologie
- Konkurrenz- und Nahrungsbeziehungen, ökologische Nische, Nahrungsnetz
- Stoffkreisläufe und Ökosysteme
- Anthropogene Beeinflussung von Ökosystemen, charakteristische anthropogene Inhaltsstoffe der Atmo-, Litho-, Hydro- und Biosphäre, Grenzwerte und Grenzwert-Verordnungen
- Pflanzenschädlinge und Methoden des Pflanzenschutzes
- Probennahme und analytische Methoden zur qualitativen und quantitativen Untersuchung ausgewählter Umweltstoffe, Schnelltests
- Bioindikatoren, Umgang mit einem Bestimmungsschlüssel

Vorschläge zur Umsetzung

- Bodenproben auf den Gehalt an Mineralsalzen untersuchen
- Ausgewählte abiotische Faktoren eines Ökosystems messen, z. B. Licht, Temperatur, Luftfeuchtigkeit im Wald
- Ein Ökosystem exemplarisch untersuchen, z. B. Gewässergütebestimmung
- Eine Vorlage zu einer Diskussion erstellen zu anthropogenen Umweltschäden oder zu konventionellem/ökologischem Landbau
- Exkursionen durchführen, z. B. zum Biobauern, zum Klär- oder Kompostwerk, Studienfahrt mit ökologischem Schwerpunkt
- An regionalen Umweltprojekten mitarbeiten
- In den Lernfeldern 1, 4 und 5 erlernte Grundlagen und Methoden werden genutzt.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 9:	Physikalische und physikalisch-chemische Grundoperationen erfassen und anwenden
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die grundlegenden physikalischen Größen und wenden sie auf physikalische Problemstellungen an.

Sie planen eigenständig Messungen, führen sie durch, werten sie aus und fertigen Protokolle zu den Messungen an, wobei eine Fehlerbetrachtung durchgeführt wird.

Sie nennen verschiedene Energieformen, erläutern die Energieerhaltung und führen Messungen auf dem Gebiet der Kalorik aus.

Sie ermitteln experimentell die Eigenschaften von Gasen und Flüssigkeiten.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Physikalische Größen, Zeichen, Einheiten und Umrechnungen
- Bestimmungsmethoden einiger Größen: Länge, Masse, Volumen, Dichte, Temperatur, Druck
- Verhalten von Stoffen bei Temperaturänderung, Wärmeausdehnung, Aggregatzustände, Kalorimetrie
- Eigenschaften von Flüssigkeiten: Siedepunkt, Viskosität, Oberflächenspannung, Dampf- und hydrostatischer Druck, Lösungen: Löslichkeit, Lösungswärme
- Eigenschaften von Gasen: Gasgesetze
- Messwerterfassung, Fehlerbetrachtung und Fehlerberechnung
- Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Energie und Ressourcen

Vorschläge zur Umsetzung

- Dichte eines festen Körpers bestimmen
- Einen Stoff anhand verschiedener Parameter, z. B. Dichte, Schmelzpunkt, Siedepunkt, charakterisieren und seine Reinheit bestimmen
- Fettgehalt von Milch oder Alkoholgehalt in alkoholischen Getränken mit dem Araeometer ermitteln
- Ätherisches Öl aus Orangenschalen durch Wasserdampfdestillation gewinnen
- Dieses Lernfeld liefert physikalische Grundlagen für Anwendungen in fast allen Lernfeldern.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 10:	Physikalische Grundlagen spektroskopischer und elektrochemischer Analyseverfahren erfassen
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Modellvorstellungen des Lichts und erläutern sich daraus ergebende physikalische Sachverhalte, z. B. die Strahlengänge wichtiger optischer Geräte. Sie geben die Wechselwirkung von Licht mit Materie an und erläutern die Auswirkungen auf spektroskopische Verfahren.

Sie erarbeiten die Gesetzmäßigkeiten der Elektrizitätslehre und wenden sie auf physikalische Problemstellungen an. Sie bestimmen elektrische Größen, experimentieren mit galvanischen Zellen, führen Elektrolysen durch und übertragen die Prinzipien auf praktische Anwendungen.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Elektromagnetische Strahlung, Wellen-Charakteristika wie Amplitude, Frequenz Wellenlänge, Wellenlängenbereiche, Wellenzahl Brechung, Beugung, Interferenz, Welle-Teilchen-Dualismus
- Prisma, Linsen, optische Geräte, Brechungs- und Reflexionsgesetz
- Wechselwirkung von Licht mit Materie, Emission und Absorption von Licht, Resonanzprinzip, Fluoreszenz, Farbe und Farbigkeit, additive und subtraktive Farbmischung
- Grundlagen der Elektrizitätslehre: elektrische Ladung, Ladungsträger, elektrische Leitfähigkeit in Metallen und Elektrolyten, Spannung, Stromstärke, Widerstand, Ohmsches Gesetz, Schaltungen, elektrische Arbeit, Leistung
- Elektrochemische Grundlagen: elektrochemisches Potential, galvanisches Element, Elektrolyse

Vorschläge zur Umsetzung

- Den Strahlengang durch Linsensysteme untersuchen
- Absorptionseigenschaften und Fluoreszenz einer Chlorophylllösung nachweisen
- Additive und subtraktive Farbmischung an Beispielen verdeutlichen
- Spannungen, Stromstärken, Gesamt- und Teilwiderstände bei Reihen- und Parallelschaltungen untersuchen
- Die elektrolytische Stoffabscheidung an einem Beispiel bestimmen
- Das Funktionsprinzip einer pH -Elektrode aufzeigen
- Optische Grundlagen, die in Lernfeld 3 bei Aufbau und Funktion von Licht- und Elektronenmikroskopen bereits vermittelt wurden, werden erweitert und vertieft.
- Dieses Lernfeld liefert physikalische Grundlagen für Anwendungen in Lernfeld 14.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 11:	Versuchsdaten erfassen, auswerten und dokumentieren
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten mit einem Computer und nutzen Standardsoftware.

Sie erfassen Messdaten, werten sie aus, stellen sie tabellarisch und graphisch dar und bereiten sie statistisch auf.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Umgang mit dem PC: Hardware, Betriebssystem, Datensicherheit und -schutz, Arbeitsplatzgestaltung
- Standardsoftware wie Textverarbeitungs-, Tabellenkalkulations-, Präsentationsprogramme
- Statistische Grundbegriffe: arithmetischer Mittelwert, Richtigkeit, absoluter, relativer, prozentualer Fehler, Variationsbreite, Standardabweichung, Präzision, lineare Korrelation und lineare Regression
- Messwerterfassung und Messwertverarbeitung mit dem PC
 - Darstellung von Messwerten in Tabellen
 - Grafische Auswertung von Messwerten: Diagrammarten, Regressionsgeraden, Bestimmtheitsmaß, Interpolation
 - Statistische Datenauswertung mit Tabellenkalkulationsprogrammen: Formatierungen, Formeleditor, Funktionen und Berechnungen, Einbindung und Verknüpfung von Objekten
 - Präsentationsgestaltung

Vorschläge zur Umsetzung

- Protokolle und Berichte mit Grafikeinbindung anfertigen
- Informationstechnische Grundlagen in Form einer Präsentation vorstellen
- Dieses Lernfeld liefert informationstechnische Grundlagen für Anwendungen in fast allen Lernfeldern.
- In Lernfeld 21 wird die Bearbeitung o. g. Inhalte fortgesetzt und vertieft, so z. B. mit Signifikanztests als statistische Prüfverfahren.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 12:	Mathematische Grundoperationen erfassen und anwenden
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler festigen und vertiefen mathematische Grundlagen. Sie erfassen, formulieren und modulieren mathematische Problemstellungen.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Zahlenarten, Größen, Einheiten, Formeln, Größengleichung, Grundrechnungsarten, Rechnen mit dem Taschenrechner, Rechnen mit Brüchen, Anteilen, Potenzen, Wurzeln, Logarithmen
- Lösen von Gleichungen: Termumformung, Lineare Gleichungen, Quadratische und Wurzelgleichungen, Exponentialgleichungen, Verhältnisgleichung, Proportionalität und Antiproportionalität
- Geometrische Grundbegriffe: Fläche, Volumen, Oberfläche, Trigonometrie, Satz des Pythagoras
- Prinzip stöchiometrischer Berechnungen, Umsatzberechnungen, Umrechnen bei Mischphasen, Berechnungen bei volumetrischen Titrationsen

Vorschläge zur Umsetzung

- Mathematische Operationen bei den Berechnungen zur Herstellung eines Puffers anwenden
- Eine maßanalytische Analyse auswerten
- Stöchiometrische Berechnungen und Berechnungen volumetrischer Analysen sollten in Kooperation mit Lernfeld 1 erfolgen.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 1. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 13:	Englisch im naturwissenschaftlich-technischen Kontext verstehen und anwenden
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler verständigen sich in der englischen Sprache, erweitern dabei ihren Wortschatz und festigen grammatische Grundlagen.

Sie erfassen naturwissenschaftliche Sachverhalte in der Zielsprache Englisch.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Zur Konversation erforderlicher Basiswortschatz, Redewendungen, grammatische Regeln
- Englisch am Arbeitsplatz Labor: Grundausstattung, Geräte, Chemikalien, biologisches Material, allgemeine und methodenspezifische Handlungen und Verhaltensregeln, Umgang mit Fachwörterbüchern

Vorschläge zur Umsetzung

- Eine Laborgrundausstattung und verschiedene Chemikalien bzw. biologische Materialien in einem englischsprachigen Katalog aussuchen und bestellen
- Sich im Laboralltag in englischer Sprache verständigen
- Eine Bewerbung für einen Betriebspraktikumsplatz in englischer Sprache verfassen
- Anlässe zum Verwenden der englischen Sprache können aus verschiedenen Lernfeldern stammen.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 14:	Stoffe instrumentell-analytisch untersuchen
Zeit:	100 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die Grundlagen elektrochemischer, atom- und molekulspektrometrischer Analysemethoden sowie chromatographischer Trennverfahren.

Sie erfahren, wie die Methoden im Bereich der Bioanalytik adäquat eingesetzt werden.

Sie nutzen die instrumentellen Methoden zur Identifikation biologisch relevanter Stoffe und interpretieren ihre Ergebnisse.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Konduktometrie, Potentiometrie, Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten von ionensensitiven Elektroden und Biosensoren
- Atomabsorptionsspektrometrie (AAS), Aufbau und Funktion eines AAS-Gerätes
- UV/VIS- und Infrarot-Spektrometrie: Absorptionsspektren, Valenz- und Deformationsschwingungen, Aufbau und Funktion von Fotometern
- NMR-Spektroskopie: Resonanzspektrum, Magnetfeld, magnetisches Moment, chemische Verschiebung
- Chromatographische Methoden: Gaschromatographie (GC), Liquidchromatographie (LC), HPLC: Adsorption und Verteilung, stationäre und mobile Phase, elutrope Reihe, Desorption, Nernstscher Verteilungssatz, Detektoren, Säulenmaterialien und Trennprinzipien, Kenngrößen eines Chromatogramms
- Anwendung der instrumentell-analytischen Verfahren an Proben aus der Umwelt (Boden, Wasser), Lebensmittelproben und biologischem/biochemischem Material, Probenahme und -aufbereitung

Vorschläge zur Umsetzung

- Den Verlauf der Harnstoffhydrolyse durch Urease mittels Konduktometrie kontrollieren
- Den Calciumgehalt in Milch mittels AAS ermitteln
- Den Nitratgehalt in Spinat fotometrisch bestimmen
- Alkohole in einem alkoholischen Getränk bzw. das Fettsäuremuster eines Speisefettes mit GC nachweisen und bestimmen
- Ein Proteingemisch in einem Zellextrakt mittels LC trennen, z. B. Immunglobuline mittels Ionenaustauscher reinigen
- Konservierungsstoffe in Lebensmitteln mit HPLC nachweisen und bestimmen
- Physikalische Grundlagen elektrochemischer und spektrometrischer Methoden werden in Lernfeld 10 erarbeitet.
- Instrumentelle Bioanalytik wird in vielen Arbeitsbereichen der Biologietechnik benötigt, die einzelnen Methoden finden sich deshalb in verschiedenen Lernfeldern. Entsprechende Koordination und Kooperation fördert die Entwicklung spezifischer Kompetenzen.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 15:	Pharmakologische und toxikologische Arbeiten durchführen
Zeit:	100 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den typischen Ablauf der Entwicklung eines Arzneimittels, von der Entdeckung bzw. dem Auffinden eines Wirkstoffes bis zur Marktreife des Produktes. Sie erläutern den prinzipiellen Ablauf der Verfahren der präklinischen Phase. Sie erarbeiten die wichtigsten Grundbegriffe von pharmakologischen Untersuchungen und von deren Auswertung und stellen exemplarisch pharmakokinetische und pharmakodynamische Vorgänge im Körper dar.

Sie führen Applikationsberechnungen durch, werten Ergebnisse statistisch aus und stellen diese graphisch dar. Sie interpretieren entsprechende Grafiken.

Sie erläutern den Wirkmechanismus ausgewählter Wirkstoffgruppen.

Sie beschreiben die wesentlichen Bestandteile des Nerven- und Hormonsystems und stellen an Beispielen Möglichkeiten zu deren pharmakologischer Beeinflussung dar.

Sie beschreiben wichtige Giftarten und Vergiftungserscheinungen und erläutern den Ablauf und die Bedeutung toxikologischer Untersuchungen.

Sie schätzen die Bedeutung pharmakologischer und toxikologischer Untersuchungen für den Menschen ein und beurteilen die Verfahren kritisch.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Überblick über die Schritte der Entwicklung eines Arzneimittels bis zur Marktreife
- Dosierung, Transport, Metabolismus und zelluläre Wirkungsmechanismen von Pharmaka
- Pharmakokinetik und -dynamik
- Nervensystem: Rezeptoren, Neuron, Synapse, Erregungsbildung, -leitung und -übertragung
- Hormonsystem, vegetatives Nervensystem
- Beeinflussung des Nerven- und Hormonsystems durch Pharmaka bzw. Toxine
- Toxikologie; Giftarten, Vergiftungserscheinungen
- Akute und chronische Toxizität
- Cancerogene, teratogene und mutagene Stoffe

Vorschläge zur Umsetzung

- Eine Übersicht zur Entwicklung eines Arzneimittels erstellen
- Den Metabolismus des Alkoholabbaus im Körper verfolgen
- Die Reaktionsgeschwindigkeit, vom Reiz zur Reaktion, an Versuchspersonen in unterschiedlichen Situationen messen
- Wirkung und Antidot-Therapie verschiedener Nervengifte vergleichen
- Inhaltsstoffe von Schmerzmitteln mittels Dünnschichtchromatographie (DC) und/oder HPLC nachweisen
- Coffein in Kaffee- und Teesorten bzw. coffeinhaltigen Erfrischungsgetränken mittels HPLC nachweisen und bestimmen
- Toxische Substanzen in Pflanzen, z. B. Blausäure in Blättern des Kirschlorbeers, isolieren und nachweisen
- Pyrethrum-Extrakte herstellen, chromatographisch mit käuflichen Pflanzenschutz-Präparaten vergleichen und ihre Wirkung auf Blattläuse bzw. Wasserflöhe (Daphnientest) untersuchen
- Mithilfe pflanzlicher Zellkulturen sekundäre Pflanzenstoffe produzieren
- Messdaten zur klinischen Prüfung eines Medikamentes werden in Lernfeld 21 statistisch ausgewertet.
- Zum Verständnis der Pharmakokinetik und -dynamik sind Strukturen und physiologische Funktionen sowie Stoffwechselreaktionen von Zellorganellen, Zellen und Organen erforderlich, die in verschiedenen Lernfeldern vermittelt wurden, hauptsächlich in den Lernfeldern 3, 5, 16 und 17.
- Bei der Bearbeitung der zellulären bzw. subzellulären Mechanismen der Erregungsbildung, -leitung und -übertragung sowie deren Beeinflussung durch Pharmaka bzw. Toxine helfen Kenntnisse aus den Lernfeldern 10 und 17, die Vorgänge leichter zu verstehen.
- In Lernfeld 14 gewonnene Fertigkeiten in der instrumentellen Analytik können genutzt werden.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 16:	Molekulargenetische Methoden anwenden
Zeit:	260 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Struktur und Funktion von Nucleinsäuren und die molekulargenetischen Prozesse der Weitergabe und Realisation der Erbinformation. Sie beschreiben natürliche Mechanismen der Genübertragung bei Bakterien und Viren und leiten daraus wichtige moderne molekulargenetische Methoden ab.

Auf der Grundlage geltender gesetzlicher Vorgaben planen sie molekularbiologische und gentechnologische Arbeiten, führen diese durch und werten sie aus. Sie arbeiten dabei nach Originalliteratur.

Sie isolieren Nucleinsäuren, schneiden sie mit Restriktionsenzymen und trennen DNA-Fragmente. Sie führen die einzelnen Schritte der DNA-Klonierung von der Genisolierung bis zum Nachweis der erfolgreichen Transformation durch. Sie beschreiben die Einsatzmöglichkeiten der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) und werten Sequenzierungsdaten aus.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Nucleinsäuren: Träger der genetischen Information
 - Bausteine von DNA und RNA, Basenpaarung, Verknüpfung
 - Strukturen (doppelsträngige und einzelsträngige Formen)
 - Vorkommen in Genom, Plasmiden, bestimmten Zellorganellen
- Replikation der DNA
- Genstruktur von Pro- und Eukaryoten: Operon, Exons und Introns
- Genexpression: Ablauf der Proteinbiosynthese, Regulation der Genaktivität
- Mechanismen der Genübertragung: Konjugation, Transduktion, Transfektion Transformation
- Isolierung und Reinigung von Nucleinsäuren, Konzentrationsbestimmung
- Modifizierung von DNA durch Enzyme
 - Restriktionsenzyme, Ligasen, Polymerasen, reverse Transkriptase und andere modifizierende Enzyme
- Analyse von DNA
 - Gelelektrophorese
 - Markieren, Hybridisieren, Blotten
 - Sequenzierung
- PCR: Material und Methode, Anwendungsbeispiele
- Klonierung: Einbau von Genen in Vektoren, Einschleusen in kompetente Wirtszellen, Induktion der Genexpression, Selektion von Rekombinanten
- Konstruktion von Vektoren, Klonierungsstrategien
- Praktische Anwendungen und Bedeutung molekularbiologischer und gentechnischer Verfahren an ausgewählten Beispielen, z. B. RFLP-Analyse, Fingerprinting, Identifizierung krankheitserzeugender Gene, rekombinante Proteinproduktion, Herstellung und Funktion von Fusionsproteinen
- Chancen und Risiken gentechnischer Anwendungen, Beachtung rechtlicher Grundlagen in einem molekularbiologischen Labor (Gentechnikgesetz und Biostoffverordnung, Bestellwesen)
- Verwendung von englischsprachigen Arbeitsvorschriften

Vorschläge zur Umsetzung

- Eine Präsentation zu den molekulargenetischen Grundprozessen erstellen, z. B. auch in modellhafter, vereinfachter Form für externe Besucher (Tag der offenen Tür)
- Die Konjugation bei Bakterien nachweisen
- Genomische DNA aus einem Gewebe isolieren, eventuell auch RNA isolieren
- Eine Plasmidisolierung durchführen und die Reinheit der DNA kontrollieren
- Die Restriktionskarte des λ -Phagen überprüfen
- Ein gentechnisches Labor einrichten
- Eine Klonierung, z. B. Eigenklonierung des lacZ-Gens, durchführen: Gen- und Vektorisolation, Restriktion, Ligation, Herstellung kompetenter Zellen, Transformation, Selektion
- Die Annealingtemperatur bei einer Amplifikation (PCR) optimieren
- Eine spezifische DNA-Sequenz mit Hilfe der PCR nachweisen und damit z. B. Mikroorganismen oder Fleischsorten identifizieren
- Dieses Lernfeld ergänzt die klassischen (Lernfeld 7) und cytogenetischen (Lernfeld 6) Aspekte der Vererbungslehre.
- Physikalische Grundlagen der Elektrophorese werden von Lernfeld 10 bereitgestellt.
- Mikrobiologische Grundtechniken, die zum Umgang mit Mikroorganismen erforderlich sind, werden in Lernfeld 19 erlernt.
- Proteinproduktion und Aufreinigung ist in Lernfeld 18 vorgesehen.
- Die Untersuchung des Mechanismus der Genregulation im lac-Operon kann eine Lernsituation in Lernfeld 17 sein.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 17:	Proteinbiochemische und enzymatische Methoden anwenden
Zeit:	160 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Struktur und Katalysemechanismus von Enzymen sowie deren Funktion in Stoffwechselreaktionsketten. Sie erläutern Faktoren, die die Enzymaktivität beeinflussen, und beschreiben den Einsatz von Enzymen bei biotechnischen Anwendungen.

Sie untersuchen Enzyme hinsichtlich ihrer Wirkungsweise und Spezifität, führen enzymatische Konzentrationsbestimmungen durch und bestimmen die spezifische Aktivität eines Enzymes.

Sie trennen ein Proteingemisch elektrophoretisch und analysieren dieses.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Bau und Funktion von Proteinen/Enzymen, prosthetische Gruppen und Coenzyme
- Spezifität von Enzymen: Substrat- und Wirkungsspezifität
- Enzymaktivität, Michaelis-Menten-Konstante, Wechselzahl
- Beeinflussung der katalytischen Aktivität durch verschiedene Parameter wie Temperatur, pH-Wert, Salz- und Substratkonzentration
- Allosterische, kompetitive, irreversible Hemmung
- Regulationsmechanismen im Stoffwechsel
- Nutzung von Enzymen, z. B. bei biotechnischen Produktionsprozessen und in der medizinischen Diagnostik, Immobilisierung von Enzymen
- Enzymatische Analytik: Konzentrationsbestimmung von Substraten, Biosensoren
- Bestimmung der Enzymaktivität: Ausbeute/Gehalt in biologischen/medizinischen Untersuchungsmaterialien, Qualitätskontrolle von Präparaten/Reagenzien
- Grundlagen und Methodik elektrophoretischer Proteinanalytik: PAGE und Western Blot

Vorschläge zur Umsetzung

- Ein Enzym, z. B. Alkoholdehydrogenase (ADH), charakterisieren: Enzym aus Hefe isolieren, Substratspezifität, optimale Reaktionsparameter, Michaelis-Menten-Kinetik, Aktivitätshemmung ermitteln
- Ein Enzymimmobilisat herstellen und zur Reaktion einsetzen, z. B. Lactase-Immobilisat zum Lactoseabbau in Molke
- Die Ethanolkonzentration, z. B. in Bier bzw. Wein, mit ADH, oder die Glucosekonzentration, z. B. in Fermentationsproben bzw. Zellkulturmedien, mit Hexokinase und Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase enzymatisch bestimmen
- Die spezifische Aktivität eines Enzympräparats bestimmen
- Die Genregulation bei Bakterien am Beispiel des lac-Operons untersuchen
- Das Proteinmuster in Geweben/Organen verwandter Lebewesen vergleichen, z. B. Muskelgewebe verschiedener Fischarten oder Samen verschiedener Hülsenfrüchte, Zellaufschluss, Proteinfällung, elektrophoretische Auftrennung, Westernanalyse
- Enzyme im Stoffwechsel sind aus den Lernfeldern 4 und 5 bekannt. Die Auswirkungen verschiedener Enzymhemmungen können bei der Beeinflussung der Acetylcholinesterase durch Pharmaka oder Gifte in Lernfeld 15 aufgezeigt werden.
- Die Nutzung von Enzymen in unterschiedlichen Anwendungsbereichen wird bei molekulargenetischen (Lernfeld 16), immundiagnostischen (Lernfeld 20) und biotechnologischen (Lernfeld 18) Arbeiten verdeutlicht.
- Weitere Isolierungs- und Analysemethoden von Proteinen werden in den Lernfeldern 2 und 14 behandelt.
- Die Fermentation und Aufreinigung eines Enzyms ist in Lernfeld 18 vorgesehen.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 18:	Biotechnologische Arbeiten durchführen
Zeit:	110 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten typische Verfahrensabläufe der biotechnischen Produktion und erläutern die einzelnen Verfahrensschritte. Sie beschreiben Beispiele klassischer und moderner biotechnologischer Anwendungen in verschiedenen Einsatzbereichen. Sie zeigen die sich daraus ergebenden Möglichkeiten und Gefahrenpotentiale auf und bewerten diese.

Sie stellen ein klassisches biotechnisches Produkt her und kontrollieren Verfahrensablauf und Produktqualität.

Sie führen eine Fermentation in einem Bioreaktor durch und gewinnen das Produkt. Sie begleiten die Produktion durch eine Prozesskontrolle und Reinheitsprüfung.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Prinzipieller Verfahrensablauf bei biotechnischen Prozessen
- Auswahl geeigneter Mikroorganismen und Nährmedien, scale up
- Aufbau und Funktionsweise von Fermentertypen, diskontinuierliche (batch-) und kontinuierliche (fed-batch- bzw. chemostat-)Kultur
- Regelung wachstumsbeeinflussender Parameter
- Produktgewinnung und Produktaufarbeitung, Zellaufschlussverfahren, Trenn- und Reinigungsmethoden, Endproduktkontrolle
- Klassische und moderne biotechnologische Anwendungen in verschiedenen Bereichen, z. B. in Lebensmittelindustrie, Gesundheitswesen, Umweltschutz, Landwirtschaft, deren wirtschaftliche sowie gesellschaftspolitische Bedeutung

Vorschläge zur Umsetzung

- Einen Fermenter aufbauen, einrichten, überwachen und regeln, z. B. optimale Kultivierungsparameter für eine Hefekultur ermitteln, Biomasse und Zellzahl bestimmen, Vitalität der Zellen prüfen
- Ein alkoholisches Getränk herstellen, Prozess und Produkt kontrollieren
- Eine Fermentation eines Proteins/Enzyms an einem ausgewählten Beispiel durchführen und das Produkt aufreinigen
- Eine Präsentation zu Chancen und Risiken der grünen Gentechnik erstellen
- Der Umgang mit Mikroorganismen, deren Nährstoff- und Wachstumsansprüche sowie deren abbauende Stoffwechselwege sind aus Lernfeld 19 bekannt.
- Die Gewinnung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) wurde in Lernfeld 16 behandelt.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 19:	Mikroorganismen kultivieren, isolieren und untersuchen
Zeit:	100 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Bau und Lebensweise der verschiedenen Mikroorganismen-Gruppen.

Sie führen grundlegende Arbeitsprozesse unter Beachtung der Regeln der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes an einem mikrobiologischen Laborarbeitsplatz durch. Sie handhaben und entsorgen Mikroorganismen fachgerecht.

Sie isolieren Mikroorganismen und identifizieren sie hinsichtlich ihrer Morphologie und Stoffwechselleistungen. Sie ermitteln die Keimzahl von Untersuchungsmaterialien und bewerten ihre Ergebnisse im Hinblick auf geltende Normen.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Die Welt der Mikroorganismen: Pilze, Bakterien, Viren, Systematik, Morphologie, Vermehrung, Lebensbedingungen, Vorkommen
- Stoffwechselleistungen von Mikroorganismen, anaerobe Energiegewinnung durch Gärungen
- Bedeutung von Mikroorganismen in der Umwelt, als Krankheitserreger und Werkzeug der Biotechnologie im Überblick, Antibiotika
- Wachstum von Mikroorganismen, Wachstumsansprüche, Wachstumskurve
- Mikrobiologische Arbeitstechniken
 - Biologische Agenzien, Risikogruppen, Labor-Sicherheitsstufen
 - Grundsätze des sterilen Arbeitens, Sterilisation und Desinfektion, Entsorgung
 - Zusammensetzung und Herstellung von Kulturmedien
 - Handhabung verschiedener Kulturen, Impftechniken, Vereinzelungstechniken
 - Kultivierungsbedingungen
- Makroskopische, mikroskopische und biochemische Diagnoseverfahren
- Verschiedene Verfahren zur Keimzahlbestimmung, Probenahme, -vorbereitung und Arbeitsablauf

Vorschläge zur Umsetzung

- Bei der "Deutschen Sammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen" (DSMZ) Informationen zu Mikroorganismen einholen und Mikroorganismen bestellen
- Flüssige und feste Nährmedien ansetzen, sterilisieren und Kulturgefäße befüllen
- Das Werkzeug für mikrobiologische Arbeiten sachgerecht verwenden und desinfizieren
- Die Keimbesiedlung der normalen Umgebung, z. B. der Haut, der Luft, der Laborumgebung, durch Fangplatten, Abklatschpräparate und Abstriche ermitteln
- Die Keimbesiedlung/Den hygienischen Zustand von Lebensmittelproben, Wasserproben o. Ä. bestimmen. Dabei Methoden der Probennahme und Probenvorbereitung sowie verschiedene Impf- und Vereinzelungstechniken situationsgerecht anwenden
- Die Gesamtkeimzahl/Zahl koloniebildender Einheiten von Proben durch Anlegen von Verdünnungsreihen oder Anreicherung im Membranfiltrationsverfahren bestimmen und mit Normwertbereichen für die Keimbesiedlung im Probenmaterial vergleichen
- Mithilfe von Differential- und Selektivnährmedien bestimmte Mikroorganismengruppen identifizieren
- Mikroorganismen-Kulturen makroskopisch, z. B. anhand der Koloniemorphologie, mikroskopisch, z. B. anhand von Übersichtsfärbungen, und biochemisch, z. B. anhand der „Bunten Reihe“, bestimmten Gruppen zuordnen
- Ein Antibiogramm erstellen
- Aerobe Energiegewinnung durch Zellatmung ist im Überblick durch Lernfeld 5 bekannt.
- Die ökologische Bedeutung der Mikroorganismen ist von Lernfeld 8 bekannt, die medizinische Bedeutung als Erreger von Infektionskrankheiten wird in Lernfeld 20, ihr Einsatz als Werkzeug der Gentechnologie in Lernfeld 16 vertieft.
- Formen des Genaustausches bei Bakterien werden in Lernfeld 16 behandelt.
- Die serologische Diagnostik von Mikroorganismen ist in Lernfeld 20, die molekularbiologische Identifikation mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR) in Lernfeld 16 vorgesehen.
- Den Einsatz von Mikroorganismen in der biotechnischen Produktion behandelt Lernfeld 18. Hier können Wachstumsansprüche spezifiziert werden.
- Auf die Beeinflussung von Replikation und Proteinbiosynthese durch Antibiotika und die Nutzung von Antibiotikaresistenzgenen bei der Vektorkonstruktion kann in Lernfeld 16 eingegangen werden.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 20:	Immunologische und diagnostische Arbeiten durchführen
Zeit:	100 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Zusammensetzung des Blutes und bestimmen einige Blutparameter.

Sie beschreiben die Elemente der Immunabwehr und erklären ihre Funktion.

Sie erläutern die Bedeutung des Immunsystems bei Infektionskrankheiten, Allergien und der Krebsentstehung.

Sie stellen dar, wie monoklonale Antikörper hergestellt und wo sie eingesetzt werden.

Sie erarbeiten immunologisch-diagnostischen Methoden.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Blut: Zusammensetzung
- Bestimmung von Blutparametern: Differentialblutbild, Blutzellzählung
- Unspezifische und spezifische, humorale und zelluläre Immunabwehr, Grundaufbau und Klassen der Immunglobuline, Funktion und Zusammenspiel der beteiligten Zelltypen von Antigenerkennung bis Immunantwort, MHC-Moleküle
- Mikroorganismen und Parasiten als Erreger von Infektionskrankheiten: Entwicklungszyklen und Bekämpfungsstrategien bei ausgewählten Beispielen
- Fehlfunktion des Immunsystems bei Autoimmunerkrankungen, allergischen Reaktionen und bei der Entstehung von Tumoren
- Poly- und monoklonale Antikörper, Immunisierung, Produktion und Anwendung in der Medizin
- Diagnostik von Infektionskrankheiten
- Serologische Nachweismethoden (z. B. Blutgruppenbestimmung, Hämagglutination, Immunpräzipitation und Immunodiffusion, Heidelberger-Kurve)
- Immunoassay (ELISA)
- Microarrays
- Fluoreszenztechnik, z. B. in der Zellbiologie

Vorschläge zur Umsetzung

- Methoden in einem hämatologischen Labor durchführen, z. B.: Differentialblutbild, Blutzellzählung, Blutgruppenbestimmung
- Zusammenspiel der einzelnen Komponenten des Immunsystems bei der Abwehr eines Infektes darlegen
- Strategien bei der Bekämpfung von Malaria recherchieren
- Einen Arbeitsplan für die Untersuchung von Kotproben für ein Untersuchungsamt erstellen
- Eine standardisierte Arbeitsanweisung (SOP) zur Herstellung monoklonaler Antikörper entwickeln
- Den Weg einer Blutprobe bis zur Aufklärung einer Hepatitisinfektion oder einer anderen Infektionskrankheit verfolgen
- Methoden in einem immunologischen Labor anwenden: Blutgruppenbestimmung, radiale Immunodiffusion bzw. Immunelektrophorese, ELISA
- Bau und Lebensweise von Mikroorganismen sowie Grundtechniken der Färbung von Zellausstrichen und der Zählung von Zellen sind aus Lernfeld 19 bekannt.
- Die Immun-Histologie wurde in Lernfeld 5 vorgestellt.
- Standardisierte Arbeitsanweisungen finden sich bei vielen Produktionsprozessen in der Biotechnik
- Die Gewinnung von Immunglobulinen aus Serum könnte in Lernfeld 14 vorgenommen werden.
- Einige immunologische Diagnose-Methoden nutzen Protein- bzw. Enzymeigenschaften, die in Lernfeld 17 erarbeitet werden.
- Die Fluoreszenztechniken verdeutlichen Methoden der modernen Zellbiologie, Lernfelder 3 und 6 werden vertieft.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 21:	Datenverarbeitungsprogramme in der Biologietechnik anwenden
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Kenntnisse und Fertigkeiten in der naturwissenschaftlichen Datenverarbeitung. Zum Teil setzen sie dabei branchenspezifische Software ein.

Sie arbeiten in vernetzter Umgebung, recherchieren im Internet und nutzen Datenbanken.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Biometrie
 - Kennwerte zur Charakterisierung der mittleren Lage bzw. der Streuung
 - Statistische Prüfverfahren, Signifikanztests
- Einsatz branchenspezifischer Software
- Internetrecherche
- Nutzung von Datenbanken

Vorschläge zur Umsetzung

- Messdaten zur fiebersenkenden Wirkung eines Medikamentes bzw. zur Wirkung eines Impfstoffes auswerten
- DNA-Mengen in einzelnen Banden einer Elektrophorese ermitteln
- Informationen und Arbeitsvorschriften zu ausgewählten Methoden erkunden
- Sequenzierungsdaten zur Primerwahl bei der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) nutzen
- In diesem Lernfeld wird die in Lernfeld 11 eingeführte statistische Auswertung von Daten vertieft.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 22:	Technische Mathematik in der naturwissenschaftlichen Praxis anwenden
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten funktionale Zusammenhänge und übertragen sie auf technische Anwendungen. Sie werten Analysen computergestützt aus.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Funktionsbegriff, Darstellung von linearen, quadratischen, exponentiellen, logarithmischen Funktionen, Einführung in die Differenzial- und Integralrechnung
- Mathematische Grundlagen der Informatik
- Mathematische Prinzipien bei der qualitativen und quantitativen Auswertung von Messdaten durch Software von Analysegeräten

Vorschläge zur Umsetzung

- Messdaten einer potentiometrischen Untersuchung auswerten
- Die Anfangs-Reaktionsgeschwindigkeit aus Messdaten einer Enzymreaktion ermitteln und damit die Enzymaktivität bestimmen
- Enzymkinetiken mathematisch betrachten (Michaelis-Menten, Lineweaver-Burk, sigmoidale Kinetik)
- Ein Chromatogramm eines Gaschromatographen(GC)- oder HPLC-Laufes auswerten
- Dieses Lernfeld liefert mathematische Grundlagen für Anwendungen in mehreren Lernfeldern, besonders in den Lernfeldern 14 bis 20.

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 23:	Technisches Englisch in der naturwissenschaftlichen Praxis anwenden
Zeit:	80 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler schulen weiter ihre allgemeine sprachliche Kompetenz in Englisch durch ihre Kommunikation während des Unterrichts.

Sie lesen englische Fachliteratur zu ihnen bekannten Sachverhalten und entnehmen weiterführende Informationen.

Sie verstehen ein englischsprachiges Handbuch zur Bedienungsanleitung eines Gerätes. Sie verfassen eine englische Kurzanleitung und arbeiten nach englischen Versuchsvorschriften.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Konversation und Diskussionen in englischer Sprache, z. B. zu biologisch-ethischen Themen
- Zielgerichtete Recherche nach englischsprachiger Fachliteratur auch im Internet
- Umgang mit englischsprachigen Handbüchern, Katalogen, Bedienungsanleitungen und Arbeitsvorschriften

Vorschläge zur Umsetzung

- Die Stammzellproblematik in englischer Sprache erörtern und diskutieren
- Eine Präsentation in englischer Sprache zu einer Methode und ihren Anwendungen, z. B. der Real Time Polymerase-Kettenreaktion (PCR), erstellen
- Aus einem englischsprachigen Handbuch die Bedienungsanleitung eines Gerätes, z. B. einer HPLC, entnehmen
- Nach einer englischsprachigen Versuchsanleitung, z. B. zur Plasmidisolierung, vorgehen

Fachrichtung:	Biologietechnik - 2. Ausbildungsjahr -
Lernfeld 24:	Projekt: Theoretische und praktische Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung
Zeit:	40 Stunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler lösen eine komplexe Aufgabenstellung durch Literaturrecherche, Experimente und Anfertigen eines Ergebnisberichtes mit Dokumentation der experimentellen Arbeit und kritischer Ergebnisbetrachtung.

Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Selbstständige Erarbeitung der theoretischen Grundlagen
- Erstellung eines Arbeitsplanes mit Geräte-, Material- und Zeitbedarf
- Durchführung des/der Versuche mit Protokollierung
- Auswertung der Versuchs-/Messergebnisse
- Ausführliche Diskussion der Ergebnisse
- Fehlerbetrachtung
- Präsentation

Vorschläge zur Umsetzung

Das Thema der Projektarbeit bestimmen im Normalfall die Schülerinnen und Schüler selbst. In der Regel sollte die Erarbeitung in Kleingruppen erfolgen.

Inhaltliche Anknüpfungen sind zu den vorhergehenden oder parallel verlaufenden Lernfeldern möglich. Da die Arbeitsform Projektunterricht besondere Zeitanprüche stellt, steht für die Durchführung die angegebene Stundenzahl als Basis zur Verfügung.