

**Rahmenlehrplan für
Unterricht und Erziehung**

Berufliches Gymnasium

Fachrichtung: Technik

Leistungskursfach Biologietechnik

Gültig ab Schuljahr 2015/2016

Impressum

Erarbeitung

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet.

Herausgeber

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft, Berlin

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Der Herausgeber behält sich alle Rechte einschließlich Übersetzung, Nachdruck und Vervielfältigung des Werkes vor. Kein Teil des Werkes darf ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Dieses Verbot gilt nicht für die Verwendung dieses Werkes für die Zwecke der Schulen und ihrer Gremien.

Berlin, Juli 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	4
2	Bildungsauftrag des Beruflichen Gymnasiums	4
3	Didaktische Grundsätze	5
4	Berufsbezogene Vorbemerkungen	6
5	Themenfelder für das Unterrichtsfach Biologietechnik	6
5.1	Vorbemerkungen zu den Themenfeldern	6
5.2	Übersicht der Themenfelder	7
5.3	Themenfelder	9
5.3.1	Jahrgangsstufe 12	9
5.3.2	Jahrgangsstufe 13	19

1 Vorbemerkungen

Der vorliegende Rahmenlehrplan für den Leistungskurs Biologietechnik an Beruflichen Gymnasien wurde auf der Grundlage der „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II vom 07.07.1972 i.d.F. vom 09.02.2012“ und der Verordnung über die gymnasiale Oberstufe (VO-GO) des Landes Berlin vom 18.04.2007, zuletzt geändert durch Art. I Zweite ÄndVO vom 11.08.2011 (GVBl. S. 430) konzipiert.

Der Rahmenlehrplan¹ enthält keine methodischen Festlegungen für den Unterricht. Bei der Unterrichtsgestaltung sollen jedoch Unterrichtsmethoden, mit denen Handlungskompetenz unmittelbar gefördert wird, besonders berücksichtigt werden. Selbstständiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln als übergreifendes Ziel der Ausbildung muss Teil des didaktisch-methodischen Gesamtkonzepts sein.

2 Bildungsauftrag des Beruflichen Gymnasiums

Beim Übergang in die Qualifikationsphase wählen Schülerinnen und Schüler des beruflichen Gymnasiums ein Fach der Fachrichtungen Wirtschaft, Technik, Berufliche Informatik, Ernährung, Agrarwirtschaft, Gesundheit und Soziales, Biotechnologie oder Gestaltung aus dem Angebot der besuchten Schule entweder als fachrichtungsbezogenes zweites Leistungskursfach oder Grundkursfach, das drittes oder viertes Prüfungsfach oder Referenzfach der fünften Prüfungskomponente sein muss.

Der Unterricht im Beruflichen Gymnasium muss auf die Entwicklung von **Handlungskompetenz** gemäß des Deutschen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen (DQR) auf der entsprechenden Niveaustufe ausgerichtet sein. Diese wird hier verstanden als die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz und personale Kompetenz.

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

Personale Kompetenz (Humankompetenz) bezeichnet die Bereitschaft und Befähigung, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln. 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.

Die personale Kompetenz wird gemäß des DQR in Sozialkompetenz und Selbstständigkeit unterteilt.

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Befähigung, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen und zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständ-

¹ Der Rahmenlehrplan wurde auf Grundlage der Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (2011) erstellt.

digen. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Selbstständigkeit bezeichnet die Eigenständigkeit und Verantwortung bei der Übernahme von Arbeitsaufträgen und beim Lösen von Problemen. Eingeschlossen dabei ist die Reflexivität über das eigene Handeln und die Lernkompetenz.

Bestandteil sowohl von Fachkompetenz als auch von personaler Kompetenz sind Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz und Lernkompetenz.

Methodenkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Befähigung zu zielgerichtetem, planmäßigen Vorgehen bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen (z. B. bei der Planung der Arbeitsschritte).

Kommunikative Kompetenz meint die Bereitschaft und Befähigung, kommunikative Situationen zu verstehen und zu gestalten. Hierzu gehört es, eigene Absichten und Bedürfnisse sowie die der Partner wahrzunehmen, zu verstehen und darzustellen.

Lernkompetenz ist die Bereitschaft und Befähigung, Informationen über Sachverhalte und Zusammenhänge selbstständig und gemeinsam mit anderen zu verstehen, auszuwerten und in gedankliche Strukturen einzuordnen. Zur Lernkompetenz gehört insbesondere auch die Fähigkeit und Bereitschaft, im Beruf und über den Berufsbereich hinaus Lerntechniken und Lernstrategien zu entwickeln und diese für lebenslanges Lernen zu nutzen.

3 Didaktische Grundsätze

In der Qualifikationsphase erweitern und vertiefen die Lernenden ihre bis dahin erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Bildung vorzubereiten. Sie handeln zunehmend selbstständig und übernehmen Verantwortung in gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen.

Der beschleunigte Wandel einer von Globalisierung geprägten Welt erfordert ein dynamisches Modell des Kompetenzerwerbs, das auf lebenslanges Lernen und die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen im Alltags- und Berufsleben ausgerichtet ist. Hierzu durchdringen die Lernenden zentrale Zusammenhänge grundlegender Wissensbereiche, erkennen die Funktion und Bedeutung vielseitiger Erfahrungen und lernen vorhandene sowie neu erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten miteinander zu verknüpfen. Die Lernenden entwickeln ihre Fähigkeiten im Umgang mit Sprache und Wissen weiter und setzen sie zunehmend situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht ein.

Mit den abschlussorientierten Standards wird verdeutlicht, über welche fachlichen und überfachlichen Kompetenzen die Lernenden im Abitur verfügen müssen. Die Standards bieten damit Lernenden und Lehrenden Orientierung für erfolgreiches Handeln und bilden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Unterrichtsgestaltung, für das Entwickeln von Konzepten zur individuellen Förderung sowie für ergebnisorientierte Beratungsgespräche.

Für die Kompetenzentwicklung sind zentrale Themenfelder und Inhalte von Relevanz, die sich auf die Kernbereiche der jeweiligen Fächer konzentrieren und sowohl fachspezifische als auch überfachliche Zielsetzungen deutlich werden lassen. So erhalten die Lernenden Gelegenheit zum exemplarischen Lernen und zum Erwerb einer vertieften und erweiterten allgemeinen sowie wissenschaftspropädeutischen Bildung. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der Lernenden und zu den Herausforderungen an die heutige sowie perspektivisch an die zukünftige Gesellschaft hergestellt.

Die Lernenden entfalten anschlussfähiges und vernetztes Denken und Handeln als Grundlage für lebenslanges Lernen, wenn sie die in einem Lernprozess erworbenen Kompetenzen

auf neue Lernbereiche übertragen und für die eigenen Ziele und die Anforderungen in Schule, Studium, Beruf und Alltag nutzbar machen können.

Diesen Erfordernissen trägt der Rahmenlehrplan durch die Auswahl der Themenfelder und Inhalte Rechnung, bei der nicht nur die Systematik des Faches, sondern vor allem der Beitrag zum Kompetenzerwerb berücksichtigt wird.

Lernen und Lehren in der Qualifikationsphase müssen dem besonderen Entwicklungsabschnitt Rechnung tragen, in dem die Jugendlichen zu jungen Erwachsenen werden. Dies geschieht vor allem dadurch, dass die Lernenden Verantwortung für den Lernprozess und den Lernerfolg übernehmen und sowohl Unterricht als auch das eigene Lernen aktiv selbst gestalten.

Das Unterrichtsangebot des Beruflichen Gymnasiums richtet sich an Jugendliche und Erwachsene, die sich nach Vorbildung, kulturellem Hintergrund und Erfahrungen unterscheiden. Das Berufliche Gymnasium kann seinen Bildungsauftrag nur erfüllen, wenn es diese Unterschiede beachtet und Schülerinnen und Schüler – auch benachteiligte oder besonders begabte – ihren individuellen Möglichkeiten entsprechend fördert.

4 Berufsbezogene Vorbemerkungen

Der vorliegende Rahmenlehrplan für den Leistungskurs Biologietechnik des Beruflichen Gymnasiums bildet durch die Verflechtung von unverzichtbaren Grundlagen und deren technische Anwendung eine solide Basis für eine Ausbildung oder ein Studium im Bereich der Biologie bzw. der Biologietechnik. Im Vergleich zum Leistungskurs Biologie werden hier auch Themenfelder behandelt, die direkte Relevanz für die Tätigkeit im Labor haben.

5 Themenfelder für das Unterrichtsfach Biologietechnik

5.1 Vorbemerkungen zu den Themenfeldern

Das Fach Biologietechnik wird in den Jahrgangsstufen 12 und 13 des Beruflichen Gymnasiums, Fachrichtung Technik mit jeweils 200 Unterrichtsstunden im Schuljahr unterrichtet.

Zu den Pflichtthemenfeldern mit insgesamt 200 Stunden sind noch schulspezifisch Wahlthemenfelder mit 100 Stunden zu wählen. Die verbleibenden 100 Stunden dienen als Zeitausgleich für Klassenarbeiten und Tests sowie zur Schulung der Medien- und Methodenkompetenz der Schülerinnen und Schüler.

5.2 Übersicht der Themenfelder

Kurshalbjahr	Thema
12-1	Grundlagen der Genetik und Gentechnologie
12-2	Grundlagen der Proteinchemie und Biotechnologie
13-1	Gentechnologische Anwendungen
13-2	Biotechnologie und medizinisch relevante Anwendungen

Jahrgangsstufe 12	
Themenfelder	Unterrichtsstunden
Pflichtthemenfelder	100
1. Grundlagen der Vererbung	20
2. Genexpression und -regulation	20
3. Biochemie und Analytik von Aminosäuren und Proteinen	40
4. Mikrobiologie	20
Wahlthemenfelder	50
Drosophila-Genetik	
Moderne Sequenzierungstechniken	
Dendrogramme	
Proteinreifung und -zielsteuerung	
Arbeiten mit Proteindatenbanken	
Eukaryotische Zellkulturen und biotechnologische Verfahren	
Praktische Biotechnologie	
Enzymkinetik	
Zeitausgleich (nicht verplant)	50
gesamt:	200

Jahrgangsstufe 13	
Themenfelder	Unterrichtsstunden
Pflichtthemenfelder	100
5. Werkzeuge der Gentechnik	40
6. Anwendungen der Gentechnologie	40
7. Stammzellforschung	20
Wahlthemenfelder	50
Krebs	
Reproduktionsbiologie	
Verbraucherschutz	
Kommerzielle Biotechnologie	
Zeitausgleich (nicht verplant)	50
gesamt:	200

5.3 Themenfelder

5.3.1 Jahrgangsstufe 12

Pflichtthemenfeld 1: Grundlagen der Vererbung

Zeitrichtwert: 20 Unterrichtsstunden

Kompetenzformulierung

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den gesetzmäßigen Fluss der genetischen Information durch die Generationen.

Sie analysieren und erläutern den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Struktur- und Organisationsebenen der DNA und dem jeweiligen Informationsgehalt.

Sie beurteilen experimentelles Arbeiten anhand des Vorgehens (Aufstellen von Hypothesen, Planen und Durchführen, Auswerten, Verifizieren/Falsifizieren).

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Vererbbarkeit von Eigenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zellzyklus - Mitose - Generationszyklus - Meiose 	<p>Aufbauend auf dem Vorwissen aus der Mittelstufe soll der Fluss genetischer Information im Zellzyklus (Mitose) als auch im Generationszyklus (Meiose) als Grundlage der Vererbung vermittelt werden.</p>
<p>Gesetzmäßigkeiten der Vererbung</p> <ul style="list-style-type: none"> - MENDELS Vererbungsregeln - Analyse von Erbgängen 	<p>Neben der Vermittlung der MENDELSchen Regeln sollte vor allem auch sein Vorgehen als Beispiel eines guten wissenschaftlichen Arbeitens (Beobachten, Aufstellen von Hypothesen, Falsifizieren/Verifizieren) thematisiert werden.</p> <p>Beim Üben der Analyse von Erbgängen bieten sich humangenetische Stammbäume an. Dadurch kann ein stärkerer persönlicher Bezug für die Schülerinnen und Schüler hergestellt werden.</p>
<p>Erweiterungen der MENDELSchen Regeln</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intermediäre Erbgänge - Kodominanz - Epistasie 	<p>Durch das Vorstellen des Phänotyps einer F1-Generation eines intermediären Erbganges o. Ä. können die Grenzen von MENDELS Gesetzen aufgezeigt werden. Den Schülerinnen und Schülern sollte vermittelt werden, dass sich wissenschaftliche Erkenntnisse im Fluss befinden und bestehende Modelle durch neue, bislang unvereinbare Beobachtungen angepasst bzw. verworfen werden müssen.</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Aufbau und Funktion der DNA WATSON-CRICK-Modell der DNA-Doppelhelix</p>	<p>Bei der Vermittlung der molekularen DNA-Struktur ist sehr viel Wert auf Details wie z. B. den Begriff der extragenetischen Information zu legen, da im weiteren Kursverlauf immer wieder auf diesen Grundlagen aufgebaut wird.</p>
<p>Organisation des Erbgutes in der Zelle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chromosomale DNA - Hetero- und Euchromatin - Extrachromosomale DNA, Plasmide 	<p>Das Wissen um die Organisation des Erbgutes in den pro- bzw. eukaryotischen Zellen ist eine wichtige Grundlage für die Genregulation bzw. die später behandelte Möglichkeit eines Gentransfers.</p> <p>Die Assoziation von DNA mit Histonen sollte vermittelt werden. Deren Acetylierung bzw. Deacetylierung liefert den Schülerinnen und Schülern ein Erklärungsmodell für das parallele Vorliegen von Hetero- und Euchromatin und wird später im Zusammenhang der eukaryotischen Genregulation wieder aufgegriffen.</p>
<p>Replikation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiment von MESELSON und STAHL - Semikonservativer Mechanismus 	<p>Das Experiment von MESELSON und STAHL bietet die Möglichkeit, auf die Notwendigkeit einer guten Versuchsplanung hinzuweisen, und aufzuzeigen, wie es möglich ist, in einem Experiment drei möglichen Arbeitshypothesen (konservativ, semikonservativ bzw. dispersiv) nachzugehen.</p> <p>Eine detaillierte Behandlung des bidirektionalen Replikationsprozesses am Beispiel von <i>E.coli</i> kann den Schülerinnen und Schülern die Komplexität einzelner zellulärer Vorgänge und die Notwendigkeit einer Vielzahl von beteiligten Komponenten vermitteln. Gleichzeitig liefert ein fundiertes Wissen um die Replikation die Grundlage für das Verständnis der Polymerase Chain Reaction (PCR), der Sequenzierung nach SANGER und Therapieansätze auf der Basis des Kettenabbruches.</p>

Vernetzung: Pflichtthemenfeld 2

Pflichtthemenfeld 2: Genexpression und –regulation

Zeitrichtwert: 20 Unterrichtsstunden

Kompetenzformulierung

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und beschreiben detailliert die zelluläre Umsetzung der Erbinformation in ein funktionstüchtiges Protein.

Sie erläutern die verschiedenen Regulationsebenen bei Pro- und Eukaryoten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Proteinbiosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transkription - Spleißen - Kernimport/-export - Translation - Der genetische Code 	<p>Das Wissen um den Ablauf der Proteinbiosynthese legt den Grundstein für die spätere Auseinandersetzung mit biotechnologischen Anwendungen. Beim Spleißen sollte die Nomenklatur der Phase-0,1- und -2-Introns eingeführt werden, um einen Bezug zum genetischen Code herzustellen und die Grenzen von alternativem Spleißen aufzuzeigen. Das Assemblieren von Ribosomen stellt ein gutes Beispiel dar, um das Zusammenwirken aller Prozesse sowie des Kernimports/-exports zu verdeutlichen.</p> <p>Bei der Translation sollte das zeitgemäße 3-Site-Modell – A-(Aminoacyl-), P-(Peptidyl-) und E-(Exit-)Stelle – Anwendung finden.</p>
<p>Mutationen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ursachen von Mutationen - Typen von Mutationen - Rolle von Mutationen in der Evolution - Operon-Modell von JACOB und MONOD - Laktose-Operon (Substratinduktion) - Tryptophan-Operon (Produkt-repression) 	<p>Eine klare Systematisierung von Mutationstypen kann als Beispiel für den sinnvollen Einsatz von Fachsprache thematisiert werden.</p> <p>Gezielte Mutagenese wird im Bereich der gentechnischen Anwendungen später eine Rolle spielen.</p> <p>Neben der klassischen Substratinduktion bietet das Laktose-Operon in der Erweiterung um den regulatorischen Einfluss von cAMP und CRP auch die Möglichkeit, den regulatorischen Einfluss eines anderen Zuckers – hier Glukose – zu vermitteln.</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Genregulation bei Pro- und Eukaryoten</p> <ul style="list-style-type: none"> - DNA-Methylierung - Transkriptionskontrolle mittels Enhancern und Repressoren - Translationskontrolle - RNA-Interferenz 	<p>An dieser Stelle kann auf die bereits behandelten Themen <i>Histone</i>, sowie <i>Eu- und Heterochromatin</i> aufgebaut werden.</p> <p>Der RNA-Interferenz als kürzlich entdeckter und Nobelpreis gekrönter Mechanismus der Translationskontrolle kommt eine wichtige Rolle zu, da sie im Bereich der modernen Gentechnik für manipulative Zwecke benutzt wird.</p>

Vernetzung: Pflichtthemenfeld 1

Pflichtthemenfeld 3: Biochemie und Analytik von Aminosäuren und Proteinen
Zeitrictwert: 40 Unterrichtsstunden

Kompetenzformulierung

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und beschreiben die unterschiedlichen Eigenschaften bzw. das unterschiedliche Reaktionsverhalten von Aminosäuren und Proteinen sowohl *in vitro* als auch *in vivo*.

Sie beschreiben verschiedene Analysetechniken für Aminosäuren und Proteine und wenden diese an.

Sie erläutern, dass sich komplexe Strukturen und deren Organisation auf naturwissenschaftliche Grundprinzipien zurückführen lassen und stellen diese geeignet dar.

Sie stellen die unterschiedlichen Parameter dar, anhand derer Aminosäuren und Proteine getrennt werden können.

Sie beurteilen die Eignung einer Analysetechnik in Bezug auf die Trennaufgabe bzw. die Fragestellung.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Biogene Aminosäuren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Struktur von D- und L-Aminosäuren - Chemische Eigenschaften - Titrationskurven, pK-Werte - Pufferfunktion in biologischen Systemen 	<p>Dieser Teil des Unterrichtes soll die Basis für das Pflichtthemenfeld 4 legen. Eine enge Abstimmung mit dem Chemie-Unterricht und die intensive Auseinandersetzung mit den Titrationskurven verschiedener Aminosäuren sollen den Schülerinnen und Schülern den Zugang zum amphoteren Charakter von Aminosäuren und auch deren biologischer Funktion als Puffer vermitteln.</p>
<p>Proteinstruktur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die vier Ebenen der Proteinstruktur - Grundlagen der Proteinfaltung - Domänenstruktur und evolutive Rolle derselbigen 	<p>Aufbauend auf dem Vorwissen der Jahrgangsstufe 11 und dem neu erworbenen Wissen über die chemischen Eigenschaften von Aminosäuren findet eine Auseinandersetzung mit der Frage „Wieso faltet sich ein Protein?“ statt.</p> <p>Der Begriff der Proteindomäne sollte sinnvollerweise in Verbindung mit der Exon-/Intron-Struktur bei Eukaryoten eingeführt werden, um eine Grundlage der Evolution verwandter Proteine besser verstehen zu können.</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Aminosäure-Analytik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chromatographie (DC, HPLC) - Dünnschichtelektrophorese 	<p>Wo immer es möglich ist, sollte die theoretische Auseinandersetzung mit dem Thema durch praktische Anwendungen ergänzt werden. Sowohl eine Dünnschichtchromatographie (DC) als auch eine Dünnschichtelektrophorese verschiedener Aminosäuren sind für das Schülerexperiment geeignet.</p> <p>Eine Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) eines Aminosäuregemisches ist sehr anspruchsvoll und kann an dieser Stelle durch eine Untersuchung des Koffeingehaltes verschiedener Getränke ersetzt werden, um die Leistungsfähigkeit einer HPLC zu demonstrieren.</p>
<p>Proteinanalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> - SDS-PAGE - Isoelektrische Fokussierung - 2D-Gelelektrophorese - Western Blotting - ELISA - Massenspektroskopie/MALDI-TOF 	<p>Mindestens vier von sechs der aufgelisteten Verfahren sollten zu Schuljahresbeginn festgelegt und dann behandelt werden. Bei den aufgeführten Techniken handelt es sich um Standardanalyseverfahren. Durch möglichst anschauliche Unterrichtsmaterialien sollte den Schülerinnen und Schülern der Zugang zu der abstrakten molekularen Ebene vereinfacht werden.</p> <p>Auch hier wäre die praktische Umsetzung des einen oder anderen Verfahrens wünschenswert.</p>

Vernetzung: Chemie

Pflichtthemenfeld 4: Mikrobiologie

Zeitrichtwert: 20 Unterrichtsstunden

Kompetenzformulierung

Die Schülerinnen und Schüler nennen und beschreiben Unterschiede zwischen den wichtigsten Gruppen mikrobiologischer Vertreter.

Sie recherchieren und beschreiben die Bedeutung von Mikroorganismen für Mensch und Umwelt.

Sie erklären die Zusammenhänge zwischen den angebotenen Wachstumsbedingungen und dem tatsächlichen Wachstum sowie die Möglichkeit der Selektion durch Wahl geeigneter Kulturbedingungen.

Sie beurteilen und bewerten den Einsatz von Antibiotika in unterschiedlichen Einsatzbereichen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Typische Vertreter von Mikroorganismen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pilze - Eubakterien, Archaeobakterien - Viren und Phagen - Modellorganismen: <i>E.coli</i>, <i>S.cerevisae</i>, T4-Phage - Methoden der Klassifizierung - Beispiele für pathogene, nicht pathogene und opportunistische Mikroorganismen 	<p>Ein Überblick über typische Vertreter der Mikroorganismen soll den Schülerinnen und Schülern im weiteren Kursverlauf helfen, Sachverhalte besser und strukturierter einordnen zu können.</p> <p>Die Vorstellung der wichtigsten mikrobiologischen Modellorganismen ermöglicht Einblicke in die wissenschaftliche Arbeit.</p> <p>Anhand der Beispiele soll exemplarisch die unterschiedliche Bedeutung der Mikroorganismen für Mensch und Umwelt aufgezeigt werden.</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Stoffwechselleistungen ausgewählter Mikroorganismen und Kulturbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assimilation (oxygene und anoxygene Fotosynthese) - Dissimilation (aerobe und anaerobe Zellatmung, Gärungen, Sulfurikanten) - Katabolismus (Aminosäure-Synthese) - Wirkweise und Einsatz von Antibiotika - Fermentationsverfahren 	<p>In Kombination mit der Thematisierung von anabolen und katabolen Stoffwechselprozessen sollte auf jeden Fall die Bedeutung dieses Wissens für die Kultivierung entsprechender Kulturen angesprochen werden. In diesen Bereich fällt auch die Diskriminierung von Keimen durch Wahl geeigneter Kulturbedingungen.</p> <p>Der Einsatz von Antibiotika, Pestiziden und Fungiziden wird gesellschaftlich stark diskutiert und kritisiert. Eine Beschäftigung mit diesem Thema sollte auch die Urteilsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler fördern.</p> <p>Die Auseinandersetzung mit Fermentationsverfahren stellt einen wichtigen Alltagsbezug her (Herstellung von Grundnahrungsmitteln wie z. B. Brot, Wein und Käse), der in der Gesellschaft verloren zu gehen droht.</p> <p>Der Besuch einer industriellen Produktionsstätte kann die Bedeutung der Einhaltung optimaler Fermentationsbedingungen gut demonstrieren.</p>

Wahlthemenfelder

Zeitrictwert: 50 Unterrichtsstunden

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Drosophila-Genetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prinzip der Genkopplung nach Morgan - Zucht, Kreuzung und Analyse mit verschiedenen Fruchtfliegen - Computersimulationen 	<p>Neben der eigenen Zucht und Kreuzung von Fruchtfliegen sowie der Auswertung der sich ergebenden Tochtergenerationen besteht prinzipiell auch die Möglichkeit, auf entsprechende Computersimulationssoftware zurückzugreifen.</p>
<p>Moderne Sequenzierungstechniken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kapillarelektrophorese - Pyrosequenzierung - Next Generation Sequencing 	<p>Entsprechend dem Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler kann eine differenzierte Auseinandersetzung mit aktuellen Sequenzierungstechniken erfolgen. Dem technischen Fortschritt sollte dabei Rechnung getragen werden.</p>
<p>Dendrogramme</p> <p>Erstellen von Stammbäumen anhand von Sequenzvergleichen</p>	<p>Das Erstellen bzw. Analysieren von Stammbäumen kann sowohl auf DNA- als auch auf Proteinebene erfolgen. Stellt man beides anhand eines Beispiels nebeneinander, wird der Charakter von stillen oder neutralen Mutationen für die Schülerinnen und Schüler klar erkennbar.</p>
<p>Proteinreifung und -zielsteuerung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prinzipien der Proteinfaltung - Chaperone - Rolle von Signalsequenzen beim Proteintargeting - Proteinabbau durch das Ubiquitin-Proteasom-System 	<p>Die Vermittlung der Proteinbiosynthese endete in der Vergangenheit meistens mit der Translation. Viele Lösungsansätze der modernen Biotechnologie basieren aber auf der posttranslationalen Proteinreifung. Es sollte daher viel Wert darauf gelegt werden, den Schülerinnen und Schülern auch ein fundiertes Wissen im Bereich der Proteinfaltung unter Mitwirkung von Chaperonen sowie des Proteintargetings und des Proteinabbaus zu vermitteln. Fusionsproteine mit dem Grünfluoreszierenden Protein und andere aktuelle Forschungsansätze können dazu benutzt werden, das Thema problem- und praxisorientiert zu behandeln.</p>
<p>Arbeiten mit Proteindatenbanken</p> <ul style="list-style-type: none"> - SwissProt - Strukturdatenbanken 	<p>Das Arbeiten mit Proteindatenbanken stellt eine sinnvolle und zeitgemäße Ergänzung zum Pflichtthemenfeld 4 dar.</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Eukaryotische Zellkulturen und biotechnologische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pflanzliche und Säugerzellkulturen - Primär- und Sekundärkulturen - Monoklonale Antikörper und Hybridomtechnik - Tissue Engineering 	<p>Aufbauend auf dem Wissen um die Kultivierung von Bakterien und Pilzen kann die anspruchsvollere Kultivierung von eukaryotischen Zellen thematisiert werden. Dabei sollte dem höheren Aufwand auch klar der Nutzen gegenübergestellt werden. Die Nobelpreis gekrönte Möglichkeit, monoklonale Antikörper herzustellen, bietet die Option, laborrelevante Fragestellungen miteinzubinden.</p>
<p>Praktische Biotechnologie Herstellung von Sauerkraut</p>	<p>Die Herstellung von Sauerkraut bietet eine einfache Möglichkeit, biotechnische Verfahren für Schülerinnen und Schüler erfahrbar zu machen. Dabei sollte auf den Zeitbedarf der Gärung geachtet werden, um eine gemeinsame Auswertung vornehmen zu können.</p>
<p>Enzymkinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enzymregulation - Enzymhemmung - MICHAELIS-MENTEN-Konstante 	<p>Aufbauend auf dem Wissen aus der Jahrgangsstufe 11 kann eine vertiefende Auseinandersetzung mit der Regulation von anabolen bzw. katabolen Stoffwechselprozessen erfolgen.</p>

5.3.2 Jahrgangsstufe 13

Pflichtthemenfeld 5: Werkzeuge der Gentechnik

Zeitrichtwert: 40 Unterrichtsstunden

Kompetenzformulierung

Die Schülerinnen und Schüler recherchieren und beschreiben verschiedene Prinzipien zur Analyse bzw. zur Veränderung des Erbguts mikrobiologischer, pflanzlicher und tierischer Organismen.

Sie stellen die fast unbegrenzten manipulativen Möglichkeiten auf genetischer Ebene dar und beurteilen diese.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Polymerase Kettenreaktion (PCR)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amplifikation - Mutagenese mittels PCR - Realtime PCR 	<p>Neben der Standard-PCR-Methode sollten auch moderne Abwandlungen wie z. B. die Realtime-PCR behandelt werden. Die breite Palette von Anwendungsbeispielen (genetischer Fingerabdruck, DNA-Sequenzierung, Analyse von GV-Nahrungsmitteln, Mutagenese etc.) soll den Schülerinnen und Schülern die heutige Bedeutung dieser Technik vor Augen führen.</p>
<p>Prinzip einer Klonierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arbeiten mit Restriktasen und Ligasen - TALENs - Transformation und Selektion 	<p>In Ergänzung zu der im Laborkurs durchgeführten Klonierung sollen die molekularen Grundlagen einer Klonierung und der beteiligten Enzyme behandelt werden.</p> <p>Das Thematisieren von künstlich hergestellten Restriktasen (TALENs) bietet die Möglichkeit der Auseinandersetzung mit einer erst kürzlich entwickelten Technik.</p>
<p>Anwendungen spezieller Klonierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Blau-Weiß-Selektion - Two-Hybrid-System - Klassisches Arbeiten mit genomischen Banken, Hybridisierung 	<p>Auch wenn diese Verfahren im Laboralltag teilweise durch andere Techniken abgelöst wurden, ist die Auseinandersetzung mit ihnen sinnvoll für ein tieferes Verständnis der molekularen Prinzipien.</p> <p>Die Vergabe von Schülerreferaten wäre denkbar.</p>
<p>Transformationstechniken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hitzeschock-Methode - Elektroporation - Particle-Gun - <i>Agrobacterium tumefaciens</i> 	<p>Diese Thematik bietet sich an, um moderne Unterrichtformen wie z. B. Selbstorganisiertes kompetenzorientiertes Lernen (SkoL) mit den Schülerinnen und Schülern zu praktizieren.</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Ausschalten einer Genfunktion <ul style="list-style-type: none">- Random Mutagenese- Gen-Disruption- Knockout-Mäuse- RNA-Interferenz- TALENs	Für ein grundlegend richtiges Verständnis der Gentechnologie ist es wichtig, dass es bisher nur möglich ist, gezielt genetische Information in eine Zelle einzuschleusen, es aber bisher nicht möglich ist, gezielt genetische Information aus einer Zelle herauszuschneiden. Hier stellen TALENs eine bemerkenswerte Neuerung dar.

Vernetzung: Pflichtthemenfelder 1, 2 und 4

Pflichtthemenfeld 6: Anwendungen der Gentechnologie

Zeitrictwert: 40 Unterrichtsstunden

Kompetenzformulierung

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und erläutern verschiedene Anwendungen in den Bereichen der Grünen, Roten und Weißen Gentechnik.

Sie stellen die Spannweite der biotechnologischen Einsatzmöglichkeiten sowie die Notwendigkeit der Reflektion über moderne Entwicklungen in der Biologie unter ethischen Gesichtspunkten dar.

Sie beurteilen differenziert die Entwicklung sowie den Einsatz bzw. Anbau von gentechnisch veränderten Organismen.

Sie beurteilen und bewerten die aktuellen und zukünftig absehbaren Entwicklungen in den Bereichen Grüner, Roter und Weißer Gentechnik sowie Reproduktionsbiologie und Stammzellforschung unter ethischen Aspekten.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Grüne Gentechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> - GV-Mais - GV-Soja - AntiMatsch-Tomate - Goldener Reis - Phytopharming 	<p>Um die Vielfalt der Anwendungsbeispiele zu vermitteln und gleichzeitig die Präsentationsfähigkeiten der Schülerinnen und Schüler zu trainieren bietet sich eine Vortragsreihe an. Aspekte der Bioethik sollten im Bereich der Gentechnik diskutiert werden, um die Urteilsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu schulen.</p>
<p>Rote Gentechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humanes Insulin - Erythropoetin - Transgene Tiere 	<p>Die klassischen Beispiele Insulin und Erythropoetin haben sicher nicht an Bedeutung verloren, eignen sich aber nur bedingt zu einer kontroversen Diskussion. Dazu sind Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der transgenen Tiere wie z. B. der Riesenlachs besser geeignet.</p>
<p>Graue/Weiße Gentechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amflora - Bioplastik - Entwicklung von Enzymen für Waschmittel - Umwelttechnik/Bodensanierung 	<p>Ein Besuch einer entsprechenden Forschungsgruppe könnte dieses Thema für die Schülerinnen und Schüler erfahrbarer machen.</p>

Vernetzung: Pflichtthemenfeld 5

Pflichtthemenfeld 7: Stammzellforschung
Zeitrichtwert: 20 Unterrichtsstunden

Kompetenzformulierung

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und beschreiben die Mechanismen zur Entwicklung multizellulärer Organismen sowie verschiedene Typen von Stammzellen.

Sie stellen die gesellschaftspolitische Relevanz des Themas dar.

Sie beurteilen und bewerten den aktuellen Stand der Stammzellforschung und die zu erwartenden Auswirkungen zukünftiger Entwicklungen in Hinblick auf medizinische, reproduktionsbiologische sowie gesellschaftspolitische Aspekte.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Embryogenese multizellulärer Organismen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Genetische Basis (z. B. Hox-Gene) - Ausbildung von Gradienten - Homologie der Embryonalentwicklung 	<p>Bezugnehmend auf die in der Jahrgangsstufe 12 gelegten Grundlagen der Vererbung kann der komplexe Prozess der Embryogenese behandelt werden. Als gut erforschter Modellorganismus bietet sich hierbei <i>Drosophila melanogaster</i> an.</p> <p>Ein Vergleich mit der Embryogenese des Menschen zeigt das einheitliche Konzept auf.</p>
<p>Typen von Stammzellen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Embryonale Stammzellen - Omnipotente Stammzellen - Pluripotente Stammzellen - Induzierte Stammzellen 	<p>Eine Gegenüberstellung der jeweiligen Quelle, Potenz und Einsatzmöglichkeit der unterschiedlichen Stammzelltypen legt die Basis für ein späteres Verständnis der aktuellen Stammzellforschung.</p>
<p>Anwendungen und Visionen der Stammzellforschung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medizinische Anwendungen - Keimbahntherapie - Gesetzliche Richtlinien - Internationaler Vergleich 	<p>Bei der Behandlung der Thematik sollte besonderen Wert darauf gelegt werden, zwischen aktuellen Möglichkeiten und Visionen zu differenzieren. Ebenfalls sollten Unterschiede in den internationalen Gesetzgebungen und bioethische Sichtweisen mit einfließen.</p> <p>Da es sich bei der Stammzellforschung um ein sich rasant entwickelndes Forschungsgebiet handelt, sollte auf möglichst aktuelle Literatur bzw. auf Internetquellen zurückgegriffen werden.</p>

Vernetzung: Pflichtthemenfelder 2, 5 und 6

Wahlthemenfelder

Zeitrictwert: 50 Unterrichtsstunden

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p>Krebs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Molekulare Ursachen der Krebsentstehung - Therapieansätze 	<p>Neben Herz-Kreislauf-Erkrankungen gehört Krebs zu den Haupttodesursachen in unserer Bevölkerung. Eine Auseinandersetzung mit der Komplexität des Themas wird für viele Schülerinnen und Schüler einen starken persönlichen bzw. familiären Bezug haben. Es ist wichtig zu verdeutlichen, dass es sich bei Krebserkrankungen um eine große Gruppe verschiedener Karzinome und Melanome handelt und es keine universelle Therapie für alle Typen geben wird.</p> <p>An ausgewählten Tumoren – wie Mammakarzinom oder Gehirntumor – können exemplarisch aktuelle Therapieansätze diskutiert werden.</p>
<p>Reproduktionsbiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schwangerschaftsunterbrechung versus Präimplantationsdiagnostik (PID) - Klonen von Organismen/Menschen - Patentierbarkeit von Lebewesen 	<p>Dieses Thema bietet eine sehr gute Ergänzung zum Pflichtthemenfeld 3. Stellungnahmen des Ethikrates sind u. a. gute Quellen für die kontroversen gesellschaftlichen Standpunkte.</p> <p>Eine Verknüpfung mit dem sozialwissenschaftlichen Unterricht im Rahmen eines Projektes wäre denkbar.</p>
<p>Verbraucherschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umgang mit gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln - Kennzeichnungspflicht 	<p>In regelmäßigen Abständen berichten die Medien über immer neue Lebensmittel-skandale. Gelegentlich geht es auch um die ungewollte Inverkehrbringung gentechnisch hergestellter Nahrungsmittel.</p> <p>Eine Auseinandersetzung mit der aktuellen Bedeutung, Verbreitung und Kennzeichnungspflicht solcher Nahrungsmittel fördert die Ausbildung eines persönlichen als auch gesellschaftspolitischen Standpunktes der Schülerinnen und Schüler.</p>
<p>Kommerzielle Biotechnik</p>	<p>Gerade die sich schnell entwickelnde Biotechnologie bietet sich an, um Geschäftsideen mehrerer kleiner, regionaler Biotech-Firmen zu untersuchen und zu verstehen.</p>