

Vorbemerkungen und übergeordnete Kompetenzen für das Projekt „Rahmenplanerstellung für das Profilfach Biotechnologie“ an der Gymnasialen Oberstufe der Emil-Fischer-Schule.

Im Profilfach Biotechnologie werden die Schülerinnen und Schüler mit Methoden zur Erkenntnisgewinnung, grundlegenden Prinzipien der Natur und deren Umsetzung in die technische Anwendung vertraut gemacht. Schwerpunkte bilden dabei die Fachrichtungen Mikrobiologie, Molekularbiologie, Stoffwechselphysiologie, Bioverfahrenstechnik und Medizin. Als Querschnittstechnologie fordert die Biotechnologie ein interdisziplinäres Vorgehen. Abstimmungen der Inhalte mit anderen Fachrichtungen sind daher geboten. Fortschritte in der Medizin, Lebensmittelproduktion und Umwelttechnik, der Landwirtschaft, Gentechnik und Reproduktionsbiologie bringen ökonomische, ökologische und ethische Fragestellungen mit sich. Im Unterricht gewonnene Erkenntnisse sollen die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzen, sich kompetent und verantwortlich an Diskussionen um solche Fragestellungen zu beteiligen und gegebenenfalls zukünftig an Entscheidungsprozessen in der Gesellschaft mitzuwirken.

Die Biotechnologie zählt zu den Schlüsseltechnologien. Sie ist bereits heute ein Industriezweig von enormer wirtschaftlicher Bedeutung. Biotechnologische Methoden werden zunehmend in der Medizin, der Lebensmittelindustrie, der Rohstoffgewinnung, der chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie im Agrarsektor angewendet. Die Absolventinnen und Absolventen des Biotechnologischen Gymnasiums sollen zielgerichtet auf Studiengänge sowie auch auf einschlägige Berufsausbildungen auf diesem innovativen Feld vorbereitet werden.

Übergeordnete Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- in gewissem Umfang aktuelles, empirisches Wissen vor allem aus dem Bereich der Genetik kennen lernen
- sich mit den komplexen Problemen und Lösungen aus den Anwendungsbereichen der Biotechnologie qualifiziert beschäftigen können
- über Prüfung der Ziele, Werte und Normen, die der Bildung eines eigenen, selbständigen Urteils und dem entsprechenden Handeln zugrunde liegen, reflektieren können
- Tragweite und Grenzen wissenschaftlicher Aussagen und Methoden beurteilen können
- wissenschaftliche Ergebnisse und Prognosen der Biowissenschaften nachvollziehen können.
- Aussagen zu biotechnologischen Fragestellungen aus unterschiedlichen Perspektiven und auf der Grundlage von Fachkenntnissen sachgerecht bewerten
- Phänomene des Lebens beschreiben, vergleichen, erklären und analysieren können
- Multifaktorielle und dynamische Systeme analysieren und deren Zusammenhänge durch vernetztes Denken verstehen können
- grundlegende naturwissenschaftliche Prinzipien und Erklärungskonzepte anwenden können
-

Eine gezielte und kontinuierliche Kompetenzentwicklung bedarf handlungsorientierter Unterrichtssituationen. Der Unterricht soll von konkreten Beispielen und authentischen Problemkonstellationen ausgehen.

Einen besonderen Schwerpunkt bildet das eigenständige Experimentieren. Dort werden die Schülerinnen und Schüler u.a. zum genauen Beobachten, zu notwendiger Ausdauer; zum sachgerechten Umgang mit technischen Geräten, zum Protokollieren, Auswerten und Präsentieren hingeführt. Gerade in der Mikrobiologie ist ein erfolgreiches Experimentieren vom Einhalten allgemeiner Laborstandards abhängig. Durch den sachgemäßen Umgang mit Mikroorganismen, mit Chemikalien und Geräten werden auch Aspekte der Sicherheit und Umwelt vermittelt. Insbesondere gilt dies bei der Durchführung gentechnischer Experimente. Nur in der möglichst direkten Verbindung von Theorie und erlebter Praxis sind die zahlreichen anwendungsbezogenen Inhalte des Faches Biotechnologie anschaulich vermittelbar.

Bei der Bearbeitung der relevanten Problemsituationen erkennen die Schülerinnen und Schüler Handlungsmuster, welche sie auf neue Situationen übertragen können. Dieser Lernprozess ist häufig auf die Mitschülerin, den Mitschüler beziehungsweise die Kleingruppe angewiesen, sodass auch soziale Kompetenzen wie Kommunikation und Teamfähigkeit gefördert werden. Der Biotechnologieunterricht eignet sich damit hervorragend für die Vermittlung von übergreifenden instrumentellen und personalen Kompetenzen, wie sie auch in den geltenden curricularen Vorgaben für die gymnasiale Oberstufe für das Fach Biologie in Berlin formuliert wurden.

Cytologie

Ausgangspunkt der Betrachtung von biologischen Vorgängen ist die Zelle. Die Vorgänge des Lebens und deren biotechnologische Ressourcen beruhen auf Strukturen und Vorgängen auf der Ebene von Makromolekülen, deren Assoziation auch für die Entstehung des Lebens Voraussetzung war. Der Zusammenschluss und die Differenzierung von Zellen führt zur Gewebe- und Organbildung. Hier wird das Prinzip *vom Einzelnen zum Komplexen* im besonderen Maße berücksichtigt.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundzüge der Evolution <ul style="list-style-type: none">- Entstehung des Universums- Evolution der Zelle	<i>Vorschläge für Lernaufgaben, Lernsituationen, Projekte, Erweiterung der Kompetenzen</i> <ul style="list-style-type: none">- Mikroskopieren- Cytologische und biochemische Experimente durchführen- Recherchieren- Präsentationstechniken einsetzen- Arbeiten im Team- Elektronenmikroskopische Bilder interpretieren- Arbeiten mit Modellen- Protokollieren
Aufbau und Funktion der Zelle <ul style="list-style-type: none">- Unterschied zwischen pflanzlichem und tierischen Zellaufbau- Ultrastruktur und Funktion von Zellorganellen- Biomembran als universelles Membranprinzip- Transportvorgänge an Biomembranen- Zellteilung, Mitose- Besonderheiten pflanzlicher Stoffwechsellleistungen: Photosynthese	
Aufbau und Funktion von Geweben und Organen	

Vernetzungen im Besonderen mit den Fächern:
Physik, Chemie, Wirtschaft, Ernährungswissenschaften und Informatik

Mikrobiologie

Ausgangspunkt des Semesters ist der Vergleich von Eucyte und Procyte. Pilze und insbesondere die Bakterien stellen auf Grund ihrer vielfältigen Eigenschaften einen wesentlichen Produktionsfaktor in der Biotechnologie dar. Gundlegende Kenntnisse über Bau, Funktion und labortechnische Handhabung von Mikroorganismen vermitteln ein biotechnologisches Fundament.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<i>Anordnung der Inhalte nach handlungssystematischen oder fachsystematischen Prinzipien</i>	<i>Vorschläge für Lernaufgaben, Lernsituationen, Projekte, Erweiterung der Kompetenzen</i>
Sicherheitsmaßnahmen beim mikrobiologischen Arbeiten	- Gute Laborpraxis anwenden - Mikroskopieren
Bau, Funktion der Mikroorganismen <ul style="list-style-type: none"> - Systematik u. Evolution - Wachstum von Mikroorganismen - Kultivierung von Mikroorganismen - Identifizierung von Mikroorganismen - Hemmung und Tod von Mikroorganismen 	- Arbeiten mit Modellen - Fachspezifische Arbeitsmethoden anwenden: Sterilarbeitstechniken, Autoklavieren, Inkubation, Animpftechniken, Ausstrichverfahren, Verfahren zur Identifizierung von Mikroorganismen, Keimzahlbestimmungen
Allgemeine Grundlagen des mikrobiellen Stoffwechsels <ul style="list-style-type: none"> - Ernährung von Mikroorganismen - Diagnostische Verfahren zur Identifizierung von Bakterien 	- Arbeiten im Team - Präsentationstechniken einsetzen - Recherchieren - Protokollieren
Bedeutung der Mikroorganismen für die Biotechnologie	

Vernetzungen im Besonderen mit den Fächern:
Physik, Chemie, Wirtschaft, Ernährungswissenschaften und Informatik

Relevante Stoffwechselforgänge für die Biotechnologie

Stoffwechselforgänge stellen sich als Energie- und Stoffaustausch von Zellen gegenüber ihrer Außenwelt dar, die aus energetischen Gründen gegenüber ihrer Außenwelt abgetrennt sind. Spezifische Wirkungen der Energieumwandlung können u.a. durch enzymatische Molekülinteraktionen (Schlüssel-Schloß-Prinzip) erzielt werden. Diese Potenz biologischer Systeme macht sich die Biotechnologie zunutze und führt zu einem breiten Anwendungsspektrum.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<i>Anordnung der Inhalte nach handlungssystematischen oder fachsystematischen Prinzipien</i>	<i>Vorschläge für Lernaufgaben, Lernsituationen, Projekte, Erweiterung der Kompetenzen</i>
Aufbau, Funktion und Systematik von Enzymen Grundlagen enzymatischer Reaktionen, Enzymklassen Spezifität Reaktionskinetik Enzymhemmung Coenzyme, Cosubstrate, Vitamine Regulationsprinzipien (inhaltsübergreifend 12/2)	<ul style="list-style-type: none"> - biochemische Experimente durchführen und protokollieren - Simulationsexperimente durchführen - Arbeiten mit Modellen, - Modellkritik formulieren - Arbeiten im Team - Präsentationstechniken einsetzen - Recherchieren - Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion herleiten - Bezüge zu exemplarischen biotechnologischen Anwendungen herstellen
Enzymatisch katalysierter Stoffwechsel	
Bedeutung des Stoffwechsels	
Fermentativ relevante Stoffwechselwege des Kohlenhydratstoffwechsels	
Eiweiß: Aufbau und Stoffwechsel	
Fett: Aufbau und Stoffwechsel	

Vernetzungen im Besonderen mit den Fächern:
Physik, Chemie, Lebensmitteltechnik, Wirtschaft

Genetik – Grundlagen der Gentechnik

Molekularbiologische Zusammenhänge bilden die Grundlage für ein Verständnis der modernen Genetik und deren Anwendungen. Diese umfasst neben dem grundlegenden Zusammenhang von Genotyp und Phänotyp auch die Interaktion zwischen Genen und Umwelt. Die Komplexität der zu erarbeitenden Inhalte wird ergänzt durch ihre Bedeutung im physiologischen und biotechnologischen Kontext.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Einführung Abgrenzung der Begriffe Genetik, Molekulargenetik und Gentechnik	<i>Vorschläge für Lernaufgaben, Lernsituationen, Projekte, Erweiterung der Kompetenzen</i>
Molekulare Genetik DNA- Trägerin der Erbinformation chemischer Aufbau der DNA, Raumstruktur der DNA, Analysemethoden der DNA (übergreifend 13/1) Besonderheiten der RNA	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherheitsbestimmungen des S1-Labors anwenden - Molekularbiologische Experimente nach Anleitung selbstständig durchführen - Englische Fachtexte bearbeiten - DNA aus Eukaryonten isolieren und darstellen
Aufbau und Funktion von Chromosomen	<ul style="list-style-type: none"> - Gelelektrophoresen durchführen und das Ergebnis interpretieren
Replikation von DNA-Molekülen Mechanismen bei Pro- und Eukaryonten	<ul style="list-style-type: none"> - Fallstudien auswerten - Recherchieren
Genexpression Definition des Genbegriffs Transkription, Translation – Genetischer Code Regulationsmechanismen Signaltransduktion Vergleich der Genexpression bei Pro- und Eukaryonten Bedeutung der Genregulation für die Biotechnologie	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertungen von Karyogrammen - Präsentationstechniken beherrschen - Arbeiten im Team - Arbeiten mit Modellen und Modellkritik formulieren - Ethisch, rechtliche und gesellschaftliche Probleme diskutieren
Mutationen Mutationsformen, Wirkung von Mutagenen, Reparaturmechanismen	
Klassische Genetik – Humangenetik MENDELSCHE Regeln, Analyse von Erbgängen, Ursache, Ausprägung und Therapiemöglichkeiten genetisch bedingter Erkrankungen (übergreifend 13/1)	

Vernetzungen im Besonderen mit den Fächern:
Physik, Chemie, Lebensmitteltechnik, Wirtschaft

Gentechnische Methoden und Anwendungen – Einführung in die Fermentations- und Reproduktionstechnologie

Die Gentechnik umfasst alle Methoden und Verfahren zur Isolierung, Veränderung und Übertragung von Erbmaterial und stellt - wie auch die Reproduktions- und Fermentationstechnologie - ein wichtiges Teilgebiet des interdisziplinären Ansatzes der Biotechnologie dar. Neben verschiedenen biotechnischen Anwendungsgebieten werden auch ethische Aspekte im Unterricht behandelt.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Grundlegende Methoden der Gentechnik DNA-Präparartion und –Typisierung PCR oder DNA-Fingerprinting Hybridisierung, Blotting Transformation und Klonierung von Pro- und Eukaryonten	<i>Vorschläge für Lernaufgaben, Lernsituationen, Projekte, Erweiterung der Kompetenzen</i> <ul style="list-style-type: none">- Sicherheitsbestimmungen des S1-Labors anwenden- Molekularbiologische Experimente nach Anleitung selbstständig durchführen- Englische Fachtexte bearbeiten- DNA charakterisieren- Gelektrophoresen durchführen und das Ergebnis interpretieren- Fallstudien auswerten- Recherchieren- Präsentationstechniken beherrschen- Arbeiten im Team- Arbeiten mit Modellen und Modellkritik formulieren- Ethisch, rechtliche und gesellschaftliche Probleme diskutieren- PCR-Versuche durchführen
Gentechnische Herstellung von Proteinen Gensuche, cDNA, Datenbanken Immunosreening (übergreifend 13/2)	
Grundlagen der Fermentation - Aufbau und Funktionsweise eines Fermenters: Fermentertypen – allgemeine Prozessanalyse, Regelparameter Instrumentierung über ein Prozessleitsystem	
Nutzung der Gentechnik in Medizin Landwirtschaft und Lebensmittelherstellung	
Chancen und Risiken der Gentechnik	
Verfahren der Reproduktionstechnologie	

Vernetzungen

*Vernetzungen im Fach oder mit anderen Fächern:
Physik, Chemie, Lebensmitteltechnik, Wirtschaft*

Biotechnische Produktion

Biotechnologische Produktion und Forschung kann in einem Bioreaktor gezielt und effektiv erfolgen. Biologische Systeme und Organismen erhalten optimale Bedingungen um die vom Menschen gewünschten Produkte herzustellen. Dieses Verfahren findet in allen Zweigen der modernen Biotechnologie seine Anwendung.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<i>Anordnung der Inhalte nach handlungssystematischen oder fachsystematischen Prinzipien</i>	<i>Vorschläge für Lernaufgaben, Lernsituationen, Projekte, Erweiterung der Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Verfahrensablauf und –optimierung bei biotechnischen Prozessen kontinuierliche u. diskontinuierliche Prozessführung Animpfung, Sterilisation Immobilisierung ,Wachstumskontrolle Produktgewinnung, Produktreinigung - Fermentationsprozesse und deren Optimierung - kontinuierliche und diskontinuierliche Prozessführungen: Produktausbeute Produktqualität - Immunologie Grundlagen der Immunantwort spezifische und unspezifische Immunantwort biotechnische Anwendungen - Exemplarische biotechnische Anwendungen (davon 2 verbindlich): Umweltbiotechnologie biotechnische Verfahren in der Lebensmitteltechnologie Pharmazie Medizin - Betriebsbesichtigung 	<ul style="list-style-type: none"> - Gute Laborpraxis anwenden - Mikroskopieren - Fermentation vorbereiten, durchführen und protokollieren - Simulationsexperimente durchführen - Arbeiten mit Modellen, - Modellkritik formulieren - Arbeiten im Team - Präsentationstechniken einsetzen - Recherchieren - Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchführen - Prozessoptimierung und deren Relevanz für die industrielle biotechnische Produktion ableiten

Vernetzungen im Besonderen mit den Fächern:
Physik, Chemie, Lebensmitteltechnik, Wirtschaft