



Hessisches Kultusministerium



HESSEN



Berufliche Schulen
des Landes Hessen

Lehrplan
Berufliches Gymnasium
Fachrichtung Technik
Schwerpunkt Biologietechnik

Inhaltsverzeichnis

Teil A Grundlegung für das Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Biologietechnik	2
1 Aufgaben und Ziele des Faches	2
2 Didaktisch - methodische Grundlagen	3
3 Umgang mit dem Lehrplan	5
Teil B Unterrichtspraktischer Teil	6
1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze	6
2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)	7
11 Die Zelle als biotechnologisches System	7
3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)	11
LK 12.1 Biochemische Grundlagen der Biologietechnik	11
LK 12.2 Genetische Grundlagen der Biologietechnik	14
4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)	18
LK 13.1 Bioverfahrens- und Produktionstechnik	18
LK 13.2 Anwendungsfelder der Biologietechnik	21
eGK 13 Ausgewählte Aspekte der Biologietechnik	23
Teil A Grundlegung für das Fach Technologie - Schwerpunkt Biologietechnik	25
1 Aufgaben und Ziele des Faches	25
2 Didaktische und methodische Grundlagen	26
3 Umgang mit dem Lehrplan	26
Teil B Unterrichtspraktischer Teil	27
1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze	27
2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)	28
GK 11 Zytologische, mikrobiologische und labortechnische Arbeitsweisen	28
3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)	31
GK 12.1 Biochemische Arbeitstechniken	31
GK 12.2 Genetische Arbeitstechniken	33
4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)	34
GK 13.1 Praxis der Bioverfahrens- und Produktionstechnik	34
GK 13.2 Ausgewählte Technologien der Biotechnologie	36
Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase	38

Teil A Grundlegung für das Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Biologietechnik

1 Aufgaben und Ziele des Faches

Die Biologietechnik ist eine Wissenschaft, die stark in der Weiterentwicklung bzw. im Wandel begriffen ist. Die Biologietechnik untersucht im engeren Sinne die Querbeziehungen zwischen biologischen und technischen Strukturen, im weiteren Sinne umfasst sie aber auch unter anderem den Forschungsbereich der Biotechnologie.

Der Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife im Schwerpunkt Biologietechnik kann als erstes Ausbildungsjahr einer Höheren Berufsfachschule angerechnet werden (doppelt-qualifizierender Bildungsgang). Dem besonderen berufsspezifischen Bildungsauftrag wird in der Einführungsphase und der Qualifikationsphase durch die profilgebenden Schwerpunkte Umwelttechnik, Bioanalytik, Bioreaktortechnik und Gentechnik Rechnung getragen.

Von besonderer Bedeutung ist das Technologiepraktikum, das durchgängig in der Einführungsphase und der Qualifikationsphase durchgeführt wird und abgestimmt mit dem Leistungskurs dessen Inhalte durch praktische Übungen vertieft. Die Schülerinnen und Schüler bekommen besondere Einblicke in wissenschaftliches und berufsbezogenes Handeln durch Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten unter Einhaltung aller Sicherheitsaspekte im Labor. Die Kurse vermitteln zusätzlich Einblicke in neueste Erkenntnisse biotechnologischer Forschung und deren Umsetzung. Hieraus ergibt sich in besonderer Weise die Notwendigkeit die Unterrichtsinhalte fortlaufend zu aktualisieren und zu ergänzen.

Über die naturwissenschaftlichen Herausforderungen hinaus bietet die Biologietechnologie immer auch Diskussionsstoff. Gerade an ihren modernen Anwendungen entzünden sich immer wieder heftige Diskussionen. Besondere Aufmerksamkeit wird daher durchgehend ethischen und ökologischen Fragestellungen gewidmet. Die Schülerinnen und Schüler werden so befähigt biotechnologische Perspektiven zu beurteilen und verantwortungsbewusst an gesellschaftspolitischen Diskussionen teilzunehmen.

Die Biotechnologie ist ein fächerübergreifendes technisch-naturwissenschaftliches Arbeitsfeld. Sie nutzt die Fähigkeit von biologischen Systemen (zum Beispiel Bakterienzellen) für den Menschen. Sie ist bereits heute Grundlage für einen Industriezweig mit enormer wirtschaftlicher Bedeutung und wird von vielen Wissenschaftlern und Wirtschaftsexperten als Schlüsseltechnologie für die nächsten Jahrzehnte bezeichnet. Zum Beispiel werden in der Medizin, der Lebensmittelindustrie, der Rohstoffgewinnung, der chemischen und pharmazeutischen Industrie, der Umwelttechnik und auch im Agrarsektor biotechnologische Methoden angewendet.

Der Schwerpunkt Biologietechnik mit dem Fach Technologie bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit sich mit Methoden der Erkenntnisgewinnung grundlegende Prinzipien der Natur und deren Umsetzung in die technische Anwendung vertraut zu machen. Der interdisziplinäre Charakter der Biotechnologie führt zur Verknüpfung von traditionellen biologischen Inhalten mit Fragestellungen und Methoden anderer naturwissenschaftlicher Fächer (Chemie, Physik und Technik) und gesellschaftswissenschaftlich relevanten Themen aus den Bereichen Ethik, Ökonomie, Gesellschaftslehre und Rechtslehre.

Erst das Zusammenwirken der Teildisziplinen (wie u.a. Mikrobiologie, Biochemie, Genetik, Analytik, Verfahrenstechnik sowie Mess- und Regeltechnik) ermöglicht die Realisierung des angestrebten Ziels der beruflichen Qualifizierung.

Mit zunehmender Verfeinerung der Arbeitstechniken in der Biologie sind die zytologischen, biochemischen und mikrobiologischen Grundlagen zur Analyse und Erklärung der gesamten molekularen Mechanismen unumgänglich und als wichtiges Teilgebiet der modernen Biolo-

gietechnik nicht wegzudenken. Diesem Aspekt wird in der Einführungsphase Rechnung getragen. Aufbauend darauf wird in der Qualifikationsphase Struktur und Wirkungsweise der Enzyme, die an allen biologischen Stoffwechselprozessen beteiligt sind, thematisiert.

Biotechnisch gewonnene Enzyme haben wachsende Bedeutung bei der Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln, Gebrauchsgütern und Medikamenten. Gentechnische Verfahren haben in den letzten Jahrzehnten zum enormen Fortschritt in der molekulargenetischen Grundlagenforschung beigetragen. Viele Zusammenhänge hätten ohne diese Methoden nicht aufgeklärt werden können.

Grundlegendes Prinzip in der Qualifikationsphase ist fächerübergreifendes Arbeiten. Zur Beschreibung biologischer Phänomene und Prinzipien sind chemische und physikalische Kenntnisse erforderlich, doch wird auch aufgezeigt, dass die Gesetzmäßigkeiten der Chemie bzw. Physik zur Erklärung des Phänomens „Leben“ nicht ausreichen. Da aber alle Lebensvorgänge an den Stoffwechsel gebunden sind, setzt das Verständnis biologischer Zusammenhänge auch grundlegende Kenntnisse der wesentlichen biochemischen Reaktionen und der damit verbundenen Energieumwandlungen voraus.

Auf Möglichkeiten der Umsetzung der besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben in den einzelnen Aufgabengebieten gemäß § 6, Abs. 4 HSchG wird in einem eigenen Abschnitt gesondert hingewiesen.

Der Unterricht im Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Biologietechnik des beruflichen Gymnasiums muss dazu führen, dass die im entsprechenden Abschlussprofil formulierten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können

2 Didaktisch - methodische Grundlagen

Bei den einzelnen Unterrichtsinhalten sind die jeweils notwendigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften sowie die Vorschriften über den Arbeitsschutz den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln. Den Schülerinnen und Schülern ist ein Informationsblatt über die jeweils notwendigen Sicherheitsbestimmungen auszuhändigen.

Die zentrale Aufgabe des Schwerpunktfaches Biologietechnik ist zum einen die Vermittlung der Fachwissenschaft als Teil einer komplexen Technik. Grundlagen und Auswirkungen der Biologietechnik sollen behandelt und zu bewerten gelernt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Verfahren, Leistungen und Auswirkungen der Biologietechnik verstehen, um auf dieser Basis eigene Urteile fällen und verantwortlich handeln zu können. So lernen die Schülerinnen und Schüler wichtige biologische Grundlagen der Daseinsvorsorge kennen, sobald sie sich mit der traditionellen Biotechnologie beschäftigen. Gleichzeitig zeigt die moderne Biologietechnik mit ihrer Zukunftsbedeutung einerseits ein hohes Potenzial zur Lösung von Problemen, andererseits kann sie aber auch selbst Probleme schaffen. Zentrale Aufgabe ist es zum anderen, dass Schülerinnen und Schüler Kenntnisse über die moderne Biologietechnik erwerben, damit sie verantwortungsbewusst mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen bzw. Technologien sowohl im täglichen Leben umgehen als auch später als mündige Bürgerinnen und Bürger kompetent an gesellschaftlichen Entscheidungen mitwirken können.

Die zunächst eher klassisch-biologischen Inhalte legen die Grundlage, die dann in einem technik- und anwendungsorientierten Unterricht genutzt werden können. Gerade der interdisziplinäre Schwerpunkt Biologietechnik schafft gute Möglichkeiten fächerübergreifende Fragestellungen zu behandeln. In jeder Jahrgangsstufe bieten sich vielfältige Gelegenheiten, die Unterrichtsinhalte miteinander zu verzahnen und Verbindungen zwischen den einzelnen Sachgebieten herzustellen. So ist zum einen die Verknüpfung mit dem Religions-, Ethik-, Gemeinschaftskundeunterricht und den naturwissenschaftlichen Fächern untereinander zwingend erforderlich. Zum anderen sollen auch außerschulische Lernorte genutzt werden, um das Fachwissen in größere Zusammenhänge einordnen und beurteilen zu können.

Da die didaktische bzw. methodische Planung des Unterrichts ganz entscheidend von der entsprechenden Lerngruppe abhängig ist, muss diese individuell geleistet werden. Problemstellungen, authentische Lernsituationen und fächerübergreifende Lernsequenzen sollen helfen, dem ganzheitlichen und exemplarischen Unterricht im beruflichen Gymnasium und somit der Schülerorientierung, den aktiven Mitbestimmungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Lernende sowie dem interdisziplinären Denken, Lernen und Handeln gerecht zu werden.

Die Biologietechnik ist eine experimentelle Wissenschaft. Entsprechend sind dem Praxisbezug durch häufige Experimente, der Verknüpfung des Lernstoffes mit Alltagserfahrungen und vor allem der Berufswelt sowie dem projektbezogenen Lernen im Team Raum zu geben. Auf die Bedeutung des wissenschaftspropädeutischen Biologieunterrichts soll hier nur kurz eingegangen werden: Die Schülerinnen und Schüler sollen zusätzlich zu den Anwendungsgebieten auch die wichtigen Verfahren der Biologietechnik konkret lernen und begründet beurteilen. Vermittelt man die Unterrichtsinhalte forschend-entwickelnd, so können die Schülerinnen und Schüler entsprechend naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen üben, reflektieren und Bedeutung und Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse erörtern. Die Interessen der Lernenden sind dabei ebenso zu berücksichtigen, wie die Einbindung aktueller Themen in den Unterricht.

Die Theorie ist eng mit der Praxis verzahnt. Die zahlreichen anwendungsbezogenen Inhalte können so erlebbar und ganzheitlich vermittelt werden. Wesentliche Lernziele werden in den Jahrgangsstufen 11 bis 13 erreicht. Daher werden Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens wie genaues Beobachten, Ausdauer, sachgerechter Umgang mit Geräten, Protokollführung, Auswertung und Präsentation praktiziert und eingeübt. Besonders in den sensiblen Bereichen der Mikrobiologie und der Gentechnik sind Erfolge im Wesentlichen abhängig vom sachgerechten Umgang mit Mikroorganismen, Chemikalien und Geräten und der Einhaltung von Sicherheitsstandards.

Neben den fachlichen Inhalten sollen im Unterrichtsfach Biologietechnik berufliche Schlüsselqualifikationen wie Teamfähigkeit, Rhetorik, Informationsbeschaffung, -verarbeitung und -bewertung vermittelt werden. Der Computer ist für Schülerinnen und Schüler heute ein bekanntes Arbeitsmittel und somit wird sein Einsatz im Unterricht erwartet. Er eignet sich u.a. zur Erfassung und Auswertung von Experimenten, zur Simulation zahlreicher biologischer Prozesse und ermöglicht den Zugang zum Internet mit seiner Informationsfülle. Der Umgang mit neuen Medien ist Teil des Bildungsauftrages von weiterführenden Schulen. Die neuen Medien sollen also genutzt, ihre Nachteile aber nicht übersehen werden und es gilt das Verhältnis von Aufwand und Ergebnis zu wahren. Sie sollten eher als Ergänzung zum Unterricht eingesetzt werden.

Unterrichtsformen wie Gruppenpuzzle, Lernzirkel, Planarbeit und Projekte sowie Handlungsmuster wie Informationsbeschaffung, Präsentation und Moderation ergänzen und erweitern die Vielfalt der Methoden und Arbeitsweisen im Fach Biologietechnik gerade auch im Hinblick auf das fünfte Prüfungsfach. Im Rahmen eines derart gestalteten Unterrichts sollen die Schülerinnen und Schüler auch ihre Fähigkeiten der sprachlichen und visuellen Präsentation weiterentwickeln. Nach Abschluss der Einführungsphase und der Qualifikationsphase sollen die Schüler über ein breites Spektrum an Methodenkompetenz verfügen, dazu gehören auch:

- Technische Unterlagen (Zeichnungen, Texte, Fließschemata, Diagramme) anfertigen und auswerten
- Technische Vorgänge exakt beobachten und beschreiben
- Hypothesen aufstellen und überprüfen
- Technische Abläufe, Zusammenhänge und Strukturen mit fachspezifischen grafischen Mitteln darstellen und interpretieren
- Naturwissenschaftliche Erkenntnisse und algorithmische / mathematische Verfahren anwenden
- Sachverhalte auf Modellvorstellungen unter Berücksichtigung ihres Gültigkeitsbereichs

reduzieren

- Experimente / Simulationen planen und beschreiben und Versuchsergebnisse in Tabellen und Diagrammen darstellen und auswerten
- Messfehler begründen und relativieren

Die Unterrichtsmethoden berücksichtigen die Notwendigkeit den Schülerinnen und Schülern eigenständiges und eigenverantwortliches Lernen nahe zu bringen und ihnen entsprechende Methodenkompetenz zu vermitteln. Lebenslanges Lernen ist gerade in der Biotechnologie – als ein im ständigen Umbruch befindlicher Wirtschaftszweig – unumgänglich.

3 Umgang mit dem Lehrplan

Für jede Jahrgangsstufe sind verbindliche Kursthemen vorgegeben, die durch ergänzende Stichworte konkretisiert werden. Diese Unterrichtsinhalte stellen das Kerncurriculum des jeweiligen Faches dar und beanspruchen etwa zwei Drittel der insgesamt zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit. Die restliche Zeit wird durch Schulcurricula ergänzt, wobei die ausgewiesenen fakultativen Unterrichtsinhalte als Anregung dienen.

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung beziehen sich auf die hier ausgewiesenen Unterrichtsinhalte aus den Leistungskursen der ersten drei Halbjahre der Qualifikationsphase. Die Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung können sich zusätzlich auf die Unterrichtsinhalte des Prüfungshalbjahres (13.2) beziehen. Durch die enge Verzahnung zwischen Technologiepraktikum und Schwerpunktfach Biologietechnik ergibt sich die Möglichkeit in der Einführungsphase einzelne im Lehrplan verbindliche Unterrichtsinhalte im Praktikum zu erarbeiten. Die Reihenfolge der Themen innerhalb einer Jahrgangsstufe steht in einem sachlogischen Zusammenhang, kann aber nach Bedarf geändert werden.

Handlungsorientierte Themenbearbeitung zum Beispiel in Form von Projekten, Exkursionen, Betriebsbesichtigungen, Schülerexperimenten etc. soll an passender Stelle unter Beachtung der verbindlichen Inhalte in jedem Halbjahr möglich gemacht werden. Bei der didaktisch-methodischen Ausgestaltung des Schulcurriculums soll die erforderliche Kompensationsarbeit und die notwendige Differenzierung berücksichtigt werden. Die Unterrichtsinhalte, insbesondere der Einführungsphase, eignen sich gut, Konzepte zu entwickeln, die die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen in diesem Jahrgang kompensieren und Defizite ausgleichen.

Der Unterricht in der Qualifikationsphase ist stets einzubinden in Anwendungszusammenhänge und bietet Gelegenheit, Unterrichtsmethoden zu verwenden, die Schülerinnen und Schüler zu selbstständigem, eigenverantwortlichem Handeln anleiten. Die Lerngruppe wird mit unterschiedlichen Arbeitsweisen und -techniken des Faches Biologietechnik vertraut.

Auf aktuelle Forschungs- und Entwicklungsprozesse soll Bezug genommen werden. So sollen die biochemischen Grundlagen sowohl exemplarisch Funktionsprinzipien an ausgewählten Beispielen vermitteln als auch die praktische Anwendung von Erkenntnissen aus diesem Gebiet der Biochemie deutlich machen.

Auch in der Qualifikationsphase wird immer wieder das System Zelle (Einführungsphase) thematisiert, da zum Beispiel die Dynamik und Interaktion der Gene, aber vor allem ihre Vernetzung mit anderen Teilen der Zelle, nur im Zusammenhang betrachtet werden kann.

In der Gentechnologie als einem wichtigen Teilgebiet der Biotechnologie werden sowohl die theoretischen Grundlagen als auch besonders die praktischen Methoden zur Analyse, gezielten Veränderung und Neukombination von Genen vermittelt. Einen breiten Raum nehmen hierbei die verschiedenen molekulargenetischen Methoden ein. Absprache und Koordination mit dem Technologiepraktikum ist durchgängig erforderlich. Der Einsatz biologischer Prozesse im Rahmen technischer Verfahren und industrieller Produktion wird thematisiert und an ausgewählten Beispielen durchgeführt. Produkte und Einsatzgebiete werden aufgezeigt. Hier kommt es darauf an, grundlegende Sachverhalte zu verstehen und Verfahrensschemata (Fließbilder) zu erstellen.

Teil B Unterrichtspraktischer Teil**1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze**

	Kursthemen	Stundenansatz
11	Die Zelle als biotechnologisches System	160
LK 12.1	Biochemische Grundlagen der Biologietechnik	100
LK 12.2	Genetische Grundlagen der Biologietechnik	100
LK 13.1	Bioverfahrens- und Produktionstechnik	100
LK 13.2	Anwendungsfelder der Biologietechnik	100
eGK 13	Ausgewählte Aspekte der Biologietechnik	60

2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

11

Die Zelle als biotechnologisches System

Begründung

Aufbauend auf den Unterricht in der Sekundarstufe I vertieft der Kurs „Die Zelle als biotechnologisches System“ das biologische Grundverständnis der Schülerinnen und Schüler. Eine wesentliche Erweiterung der bisherigen Sichtweise besteht darin, die Biotechnologie als „Technik zum Leben“ zu begreifen. In diesem Kurs werden erste mikroskopische Verfahren und wichtige Voraussetzungen für das naturwissenschaftliche Experimentieren vermittelt sowie all die biologischen Aspekte in den Blickpunkt gerückt, die für das Verstehen biotechnologischer Systeme von besonderer Bedeutung sind.

Die Schülerinnen und Schüler können Bau und Funktion eines Lichtmikroskops erläutern und die verschiedenen Verfahren der Lichtmikroskopie adäquat einsetzen. Sie unterscheiden pro- und eukaryotische Zellen hinsichtlich ihrer Zellbestandteile. Sie können den Aufbau und die Funktion des Elektronenmikroskops beschreiben und elektronenmikroskopische Bilder kritisch interpretieren. Die Schülerinnen und Schüler erlangen Kenntnisse über die chemischen Grundbausteine der Zelle und sind dadurch in der Lage, deren Feinbau zu verstehen. Sie können den Bau und die Funktion von Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten darstellen. Auch sind sie mit den grundlegenden Arbeitsprozessen an einem mikrobiologischen Laborarbeitsplatz vertraut und können biologisches Material fachgerecht entsorgen. Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die Morphologie und Wachstumsbedingungen von Mikroorganismen zu beschreiben. Als wichtige Voraussetzungen für das naturwissenschaftliche Experimentieren beherrschen sie das Ansetzen von Lösungen mit bestimmten Konzentrationen sowie das Erfassen, Auswerten und Darstellen von Messergebnissen.

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Einführung in die Biotechnologie –
Technik zum Leben

Die Zelle als biotechnologische
Produktionsstätte

Einführung in mikroskopische Verfahren

Prokaryotische und eukaryotische Zellen im
Vergleich

Histologie und Anatomie der pflanzlichen
Grundorgane der Kormophyten als Grund-
voraussetzung für botanische Experimente

Stichworte und Hinweise

Geschichte und Begriffsdefinition der Biolo-
gietechnik
Überblick über Anwendungsbereiche und
Verfahrenstechniken

Licht-, Elektronenmikroskop, Strahlengang
im Vergleich
TEM, REM
Hellfeld-, Dunkelfeldmikroskopie
Phasenkontrast-, Interferenzkontrast,
Fluoreszenzmikroskopie

Struktur der Procyte und Eucyte, Unter-
schiede pflanzlicher und tierischer
Zellen

Meristeme, Dauergewebe, Grund-, Festi-
gungs-, Leit-, Abschlussgewebe in Blatt,
Spross, Wurzel im Überblick

Zell- und Gewebetypen bei Tieren	Epithelien, Binde-, Muskel-, Nervengewebe im Überblick
Zellstrukturen und Funktionen im Überblick	Zellwand, Membranen, Cytoskelett, Zellkern, Plastiden, Endoplasmatisches Retikulum, Dictyosom, Mitochondrium, Vakuole Zusammenspiel bei der Produktion eines Stoffes (zum Beispiel Antikörper)
Informations- und Transportvorgänge an/durch Biomembranen und innerhalb der Zelle zum Stoffaustausch und zur Kommunikation	Cytoskelett Motorproteine Kanalkrankheiten (channel diseases) Plasmolyse/Deplasmolyse, Diffusion, Osmose, Formen des passiven Transports durch Membranen, aktiver Transport, Endo-, Exocytose und Membranfluss
Vermehrung eukaryotischer Zellen Zellvermehrung durch Teilung: Mitose	Zellzyklus, Benennung der Abschnitte, Ablauf, Rekonstruktion der Stadien anhand lichtmikroskopischer Bilder
Einführung in die Welt der Mikroorganismen und Viren	Systematik der Bakterien, Pilze, Viren Struktur schematischer Aufbau einer Bakterien- und Hefezelle im Vergleich, typischer Bau von Pilzen, Bau des Phagen T4 Morphologie der Prokaryoten Kapseln und Schleime, Geißeln und Beweglichkeit, Endosporen und Dauerformen, Gram positiv und Gram negativ
Einführung in das mikrobiologische Arbeiten	
Steriles und aseptisches Arbeiten, Sterilisation und Desinfektion	Sterilisations-, Konservierungsverfahren
Wachstumsansprüche von Mikroorganismen	Wachstumskurve, Abhängigkeit des Wachstums von Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert, Nährstoffen Nährböden
Herstellen von Lösungen	Konzentrationsgrößen pH-Wert, Titrationsen, Leitfähigkeit
Messwerterfassung	Statistische Auswertung und grafische Darstellung
Biomoleküle Besondere Eigenschaften des Wassermoleküls	

Neutralfette, Lipide	Bau und Eigenschaften von Fetten: Triglyceride, gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Löslichkeitseigenschaften, Phospholipide Bedeutung und Vorkommen als nachwachsende Rohstoffe (zum Beispiel Biodiesel, fettreiche Pflanzen, Tenside), Reservestoffe, Energiespeicher, Wärmeisolierung, Verletzungs- bzw. Organschutz, Verdunstungsschutz und als Bestandteil von Biomembranen
Proteine	Bau und Eigenschaften: Aminosäuren und die Eigenschaften ihrer Seitenketten (Säure-Basen-Reaktion, Polarität, Ladung), Peptidbindung (Dipeptide bis Polypeptide), Primär- bis Quartärstruktur, Struktur und Funktion eines Proteins als Einheit, Denaturierung Vorkommen und Bedeutung von Aminosäuren in der Industrie (zum Beispiel Glutamat, Isolierung aus Melasse) Vorkommen und Bedeutung von Proteinen am Aufbau von Zellstrukturen, Enzymen, Antikörpern, Hämoglobin sowie als Reservestoffe und Hormone im Überblick
Kohlenhydrate	Bau und Eigenschaften: vom Monosaccharid Glucose zum Polysaccharid (Stärke, Amylose und Amylopektin, Cellulose, Glykogen) Biologisch wichtige Di- und Oligosaccharide: Triosen, Pentosen, Hexosen (β -Fructose, α -Glucose/ β -Glucose, β -Galactose) einschließlich ihrer Bedeutung und ihres Vorkommens (als zum Beispiel Bau- und Gerüstsubstanzen, Reservestoffe und Grundlage des Energiestoffwechsels)
Fakultative Unterrichtsinhalte	Stichworte und Hinweise
Mikroskopie	Wissenschaftsgeschichte, technische Entwicklung und Erkenntnisweg, menschlicher Mesokosmos, seine Grenzen und deren Überwindung durch Technik
Einzeller – Vielzeller	Kennzeichen des Lebendigen, Unsterblichkeit, Tod
Bau und Leistung tierischer Organe Zellen in der Biotechnologie	Zell- und Gewebekulturen (Wirkkontrolle pharmazeutischer Produkte, Toxikologie) Tissue Engineering (zum Beispiel Haut für Brandwunden)

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Die Praktizierung der folgenden Lernmethoden und Arbeitstechniken dient der Hinführung zum selbstständigen Lernen. Berücksichtigt werden sollen die Methoden-, die Sach-, die Beziehungs- und die Selbstkompetenz. Arbeitsabläufe und Lernprozesse werden von den Schülerinnen und Schülern mitgeplant und mitorganisiert. Individuelle Lernprofile werden erstellt.

Es bieten sich die nachfolgenden Arbeitsformen an:

- Kurze Referate mit vorgegebenem Thema und Material
- Erstellen von Mitschriften, hierbei Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden
- Zu begrenzten Fragestellungen Internetrecherche betreiben und einen Vergleich zu anderen Medien herstellen
- Gefundene Materialien sachorientiert auswählen
- Besuch einer Bibliothek mit der Möglichkeit die Literaturrecherche zu schulen
- Kurze vorgegebene Sachtexte bearbeiten
- Textzusammenfassung und Textvergleich üben, dabei sollen das Anspruchsniveau und die Abstraktionsebene der Texte zunehmen
- Naturwissenschaftliche Versuchsprotokolle, als ein Teil zur Hinführung von wissenschaftlichem Arbeiten, erstellen
- In Kleingruppen zielgerichtet zusammenarbeiten
- Gliederungsstrategien und das Entwerfen von Thesenpapieren üben
- Darstellung der Arbeitsergebnisse in einem vorgegebenen Rahmen
- Kurze Vorträge halten
- Visualisierungstechniken bekannt machen bzw. vertiefen.
- Ein kurzes Feedback geben und dabei die sprachliche Ausdrucksfähigkeit festigen
- Beschreibung und Beurteilung einfacher, grafisch dargestellter Sachzusammenhänge
- Planung, Durchführung und Auswertung von Prozessen in Form von überschaubaren Versuchen

Querverweise

Mikroskopie, Messwerterfassung: Mathematik, Physik, Biologie

Biomoleküle: Chemie

Internet: Informatik

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Visualisierungstechniken

Gesundheitserziehung: Sicherheit im Umgang mit mikrobiologischem Material, GMP-Regeln, Gefahrstoffverordnung

3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)

LK 12.1

Biochemische Grundlagen der Biologietechnik

Begründung

Grundlegende Einsichten in die Denk- und Arbeitsweisen der Biologietechnik werden den Schülerinnen und Schülern durch die Vermittlung von ausgewählten Schwerpunktthemen ermöglicht. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Grundlage der chemischen Kinetik und enzymatische Aktivität charakterisieren lernen.

Sie sollen in die Lage versetzt werden, Enzymaktivität unter verschiedenen Laborbedingungen und in Gegenwart kompetitiver Substrate oder Enzyminhibitoren zu beschreiben und so physiologische Funktionen und Regulationsmechanismen von Enzymen ableiten können. Durch genaue Kenntnisse über die Struktur und den Katalysemechanismus eines Enzyms sollen die Schülerinnen und Schüler Hinweise zur biologischen Funktion eines Enzyms erhalten. Sie sollen erfahren, wie es sich möglicherweise zu therapeutischen und technischen Zwecken beeinflussen lässt. Weiterhin wird die Lerngruppe befähigt, den Stoffwechsel als Zusammenfassung derjenigen Vorgänge zu sehen, bei denen lebende Systeme Freie Enthalpie benötigen oder aus organischen und anderen Quellen gewinnen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen den Katabolismus als ein Gebiet verstehen, bei dem Nahrungs- und Zellbestandteile in ihre Grundbausteine zerlegt werden und / oder Freie Enthalpie gebildet wird. Sie sollen die anabolen Vorgänge kennen lernen, bei denen Biomoleküle aus einfachen Bausteinen aufgebaut werden können.

Die Schülerinnen und Schüler sollen die Gelegenheit erhalten, detailliertes Wissen zu den einzelnen Stoffwechselreaktionen zu erwerben und mit der Rolle von ATP und anderen Energieträgern vertraut werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Stichworte und Hinweise

Technische und medizinische Nutzung von Enzymen

Energetische Betrachtung von Gleichgewichtsreaktionen

Aufbau von Enzymen

Enzymkinetik

Enzymhemmung

Regulation der Enzymaktivität durch allosterische Mechanismen
Anwendung von Enzymen

Aktivierungsenergie und Reaktionsablauf von katalysierten und nichtkatalysierten Reaktionen

Raumstruktur, aktives Zentrum, Substrat-, Wirkungsspezifität, Cofaktoren und Coenzyme, Einflussfaktoren auf Enzymreaktionen (Temperatur, pH-Wert, Enzymkonzentration / Substratkonzentration)

Michaelis-Menten-Konstante

Kompetitive und nicht kompetitive Hemmung

Beispiele aus Medizin und Technik im Überblick

Möglichkeit der Immobilisierung von Enzymen
Isotopenmarkierung

Abbauende Stoffwechselwege der Mikroorganismen in der biotechnologischen Produktion	Einzelne Reaktionsschritte und Reaktionszwischenprodukte, beteiligte Enzyme Energiereiche Bindungen – ATP Reduktions- und Oxidationsreaktionen, Redoxäquivalente (NAD, NADP, FAD), Elektronenfluss Zellorte der Stoffwechselwege Kontrolle des Stoffwechselflusses (Phosphofruktokinase) Energiebilanzen
Aerober Stoffwechsel und dessen Beeinflussung / Kontrolle	Glykolyse Citratzyklus Atmungskette und deren Beeinflussung
Anaerober Stoffwechsel in der Biologietechnik und dessen Beeinflussung und Kontrolle	Alkoholische Gärung Essigsäuregärung Milchsäuregärung Homofermentative und heterofermentative Gärung im Überblick
Pasteur-Effekt	
Die Photosynthese als Basis der Gewinnung von Energie/Energieträgern und nachwachsenden Rohstoffen	
Feinbau der Chloroplasten	Feinbau, lichtabsorbierende Pigmente, Absorptionsspektren im Überblick
Grundgleichung der Photosynthese	
Lichtreaktion	Modell der Thylakoidmembran mit Elektronentransportsystem
Calvin-Zyklus	Grundschemata mit wesentlichen Reaktionsschritten
Energetische Nutzung der Photosynthese	Prinzipielle Vorgänge bei der Wasserstoff-erzeugung
Fakultative Unterrichtsinhalte	Stichworte und Hinweise
Klassifizierung von Enzymen	Anhand der Reaktionstypen, die sie katalysieren
Beschäftigung mit interaktiven Molekülmodellen	Strukturelle Basis für Spezifität und Reaktivität des aktiven Zentrums von Enzymen
Blutgerinnung	Intravaskuläres und extravaskuläres System, enzymatische Kaskade
Evolution von Stoffwechselwegen	Historische Aspekte

Weiterführende Aspekte des Glukosestoffwechsels	Glukoneogenese, Cori-Zyklus
Fettstoffwechsel	Synthese und Abbau der Fette und Fettsäuren, Kontrolle des Fettsäurestoffwechsels
Eiweißstoffwechsel	Proteinumsatz und Aminosäurekatabolismus
Glykogenstoffwechsel	Glykogenabbau und -synthese
Phototrophisch aktive Prokaryonten	Hauptgruppen, Elektronendonatoren, Sauerstoffverwendung

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Beziehungen herstellen zwischen physikalisch-technischen, chemischen und medizinischen Prozessen

Abläufe durch Computersimulationen veranschaulichen

Planung und Durchführung von Experimenten, Visualisierung und Bewertung der Ergebnisse

Interpretation von Diagrammen

Arbeit mit Modellen unter kritischer Betrachtung der Reduzierung bzw. Veranschaulichung einzelner Teilaspekte

Komplexität und Vernetzung der Stoffwechselwege und Regulationsmechanismen

Querverweise

Stoffwechsel: Ethik, Chemie, Biologie, Philosophie, Mathematik

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Festigung und Erweiterung der Kenntnisse zur Raumstruktur und Wirkungsweise von Enzymen mit Hilfe verschiedener Simulationsprogramme. Internetrecherchen zur Evolution der Stoffwechselwege und der Photosynthese.

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Stoffkreisläufe und Energiefluss

Gesundheitserziehung: physiologische Wirkung von Alkohol

LK 12.2

Genetische Grundlagen der Biologietechnik

Begründung

Die Schülerinnen und Schüler sollen in diesem Kurs detailliertes Wissen über die molekularen Grundlagen menschlicher Erbinformation erlangen und die Vorgänge bei deren Weitergabe und Realisierung verstehen. Die Kenntnis von Mutationen und Mutagenen sowie der grundlegenden Erbgänge beim Menschen soll ihnen die Bearbeitung humangenetischer Fragestellungen ermöglichen. Die Regulationsmechanismen bei der Realisierung der Erbinformation weisen der Lerngruppe den Weg zu wichtigen Prinzipien der biotechnologischen Produktion. Auf dieser Basis kann sie moderne Methoden der Gentechnik, Molekulargenetik und Diagnostik beschreiben und auf Problemstellungen anwenden sowie Möglichkeiten und Gefahrenpotenziale abschätzen. Mit guten Kenntnissen über die Zellen und Reaktionen des Immunsystems ist der Grundstock für die Bearbeitung medizinischer Fragestellungen und der diagnostischen Verfahren gelegt.

Verbindliche Unterrichtsinhalte**Stichworte und Hinweise**

Chemischer Aufbau, Vorkommen und Bedeutung von Nucleinsäuren

Nachweis der DNA als Träger der genetischen Information

Transformation bei Pneumokokken - Avery, Griffith

Bausteine der DNA / RNA

Nucleotide, Phosphodiesterbindungen, Verknüpfungsrichtung 5´-3´, Primärstruktur, spezifische Basenpaarung, Wasserstoffbrückenbindungen, Doppelhelix, Chargaff-Regel, Watson-Crick-Modell
Struktur und Funktion von mRNA, tRNA und rRNA

Vorkommen

Genom, Plasmide, Mitochondrien, Plastiden

Weitergabe der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten

Molekularer Mechanismus der Replikation

Meselson-Stahl-Experiment
Prinzip der Dichtegradientenzentrifugation, RNA-Primer, Replikationsursprung, beteiligte Enzyme, Richtung der Kettenverlängerung, kontinuierlicher Strang und Okazaki-Fragmente
Korrekturfunktion der DNA-Polymerase

Chromosomen

Karyogramme
Feinbau des Chromosoms (von der Doppelhelix bis zum Chromatid)
Strukturveränderungen während des Zellzyklus

Humangenetik

Mutationen	Inversion, Rastermutation, Deletion, Inversion Chemische und physikalische Mutagene
Stammbäume analysieren	Dominant-rezessive Vererbung und dominante und rezessive Erbgänge Gonosomale und autosomale Erbgänge (Phenylketonurie als autosomal rezessiver Erbgang)
Die Realisation der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese	
Der genetische Code	Basentriplets, Start- und Stopp-Codons, Eigenschaften des genetischen Codes Übersetzen einer Basensequenz in das Polypeptid
Transkription	Initiation, Elongation und Termination
Translation	Aufbau des Ribosoms Initiation, Elongation und Termination
RNA-Processing	Spleißen, Capping, Methylierung, Polyadenylierung
Regulation der Genaktivität	
Organisation des Genoms bei Prokaryoten und Eukaryoten	Transkriptionseinheiten, Exons und Introns
Genregulation bei E.coli	Operon-Modell Substratinduktion (lac-Operon, Strukturgene, Promotor, Operator, Repressor, Regulatorgen) Endproduktrepression (trp-Operon, negative Rückkopplung - Feed-Back-Hemmung)
Genregulation bei Eukaryoten	Transkriptionsfaktoren, Enhancer, Hormone (Wirkungsweise von Östrogenrezeptoren im Zellkern)
Methoden der genetischen Diagnostik	
Analyse von DNA	Schneiden mit Restriktionsendonucleasen Substratspezifität, Wirkspezifität Glatte und klebrige Enden Prinzip der Elektrophorese, Gelelektrophorese, Auswerten eines Gels Southern Blotting Prinzip der Markierung
Prinzip der DNA-Sequenzierung nach SANGER	Erschließen der Basensequenz einer DNA-Probe aus einem Autoradiogramm

Polymerase-Kettenreaktion (PCR)	Thermophile Polymerasen, Oligonucleotid rimer Ablauf des PCR-Zyklus (Denaturierung, Hybridisierung, Polymerisation)
Anwendung der DNA-Analyse	RFLP-Analyse, genetischer Fingerabdruck (Kriminalistik)
Identifizierung krankheitserregender Gene	Direkter Nachweis mutierter Gene mit Gensonden
Immunologische Grundlagen der Biologietechnik	
Grundlagen der Immunabwehr	Unspezifische und spezifische Immunabwehr, humoral und zellulär, Grundaufbau und Vielfalt der Immunglobuline, HLA-System (speziell: major histokompatibility complex, also MHC-Moleküle der Klasse I und II)
Die Nutzung von Immunglobulinen in der Diagnostik	Herstellung humaner monoklonaler Antikörper und ihre Anwendung in der allgemeinen Diagnostik (ELISA)
Fakultative Unterrichtsinhalte	Stichworte und Hinweise
Lektüre ausgewählter Abschnitte wissenschaftshistorischer Literatur	zum Beispiel zur Strukturbestimmung der DNA
Epigenetische Modifikationen	Imprinting (geschlechtunterschiedliche Methylierung)
Chromosomenmutationen	zum Beispiel Trisomie 21, Fruchtwasseruntersuchungen, Pränataldiagnostik, Polkörperchendiagnostik
Stammzellen	Entstehung und Isolation von Stammzellen, normale Funktion toti-, pluri- und multipotenter Stammzellen
Reproduktionsmedizin	Klonen, Methoden und Techniken, psychische Belastungen
Hormoneffekte von Chemikalien in Nahrung und Umwelt	Spermienzahl, Östrogene, Xenoöstrogene
Drosophila-Genetik	Lebenszyklus, Erbgänge, Mutationen, Stoffwechselblock

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Mit Hilfe von Modellen und Computersimulationen Abläufe veranschaulichen, Themen mit Hilfe von Literatur und Computerprogrammen bearbeiten, Exkursionen bzw. Betriebsbesichtigungen

Arbeits- und naturwissenschaftliche Erkenntnisse und algorithmisch/mathematische Verfahren anwenden

Sachverhalte und Modellvorstellungen unter Berücksichtigung ihres Gültigkeitsbereichs reduzieren

Experimente/Simulationen planen, beschreiben und Versuchsergebnisse in Tabellen und Diagrammen darstellen und auswerten

Messfehler interpretieren

Querverweise

Gentechnik, Immunologie: Ethik, Philosophie, Englisch

Naturstoffe: Chemie

Computersimulationen: Informatik, Mathematik, Physik

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Messen und Auswerten mit dem Computer, Datenauswertung mit einer Tabellenkalkulation

Gesundheitserziehung: Sicherheit im Umgang mit mikrobiologischem Material, GLP-Regeln (Good Laboratory Practice)

4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)

LK 13.1

Bioverfahrens- und Produktionstechnik

Begründung

Aufbauend auf die in der Einführungsphase und in der Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12) erworbenen Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler in diesem Kurs typische Verfahrensabläufe der biotechnischen Produktion kennen lernen und im Überblick darstellen können. Sie lernen die Vorgänge bei der Konjugation von Bakterien sowie die Virenvermehrung zu beschreiben und daraus wichtige Methoden künstlicher Genübertragung abzuleiten. Die Schülerinnen und Schüler sollen mit Transformationstechniken sowie der Bedeutung von Antibiotikaresistenzen bei der Klonselktion vertraut gemacht werden.

Die klassischen Verfahren der Biotechnik werden ihnen exemplarisch an der Produktion alkoholischer Getränke aufgezeigt.

Als ein Verfahren der modernen Biotechnologie lernen sie die Produktion eines rekombinanten Proteins an einem Beispiel aus der Medizintechnik kennen. Die Grundlagen der sich an die biotechnologische Produktion anschließenden Charakterisierung durch Fotometrie, Chromatographie und Blot werden den Schülerinnen und Schülern vermittelt und exemplarisch anhand der Proteine konkretisiert. Weiterhin sollen die Schülerinnen und Schüler die Anwendung von Immunglobulinen in der Medizin an zwei Beispielen erläutern können.

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Stichworte und Hinweise

Vererbung bei Bakterien und Viren

Rekombination bei Bakterien durch Konjugation (R-, F-Plasmide, Hfr-Zellen)
Lytischer und lysogener Zyklus der Phagenvermehrung

Methoden künstlicher Genübertragung

Vektorsysteme und Transformations-Techniken
Viren als Vektoren (Transduktion / Transfektion)
Plasmide als Vektoren
Ti-Plasmid von *Agrobacterium tumefaciens* (natürliche Funktion und Anwendung in der Biotechnologie)

Transformationstechniken

Retroviren
Reverse Transkriptase
Transformation (Herstellen kompetenter Zellen)
Selektion von Rekombinanten mit pBR322

Verfahrensablauf bei biotechnischen Prozessen

Allgemeines Schema	Von der natürlichen oder künstlichen Mutation oder vom Gen-Fragment zur Stammkultur Scale up Produktion Produktreinigung
Klassische biotechnologische Verfahren	Herstellung alkoholischer Getränke am Beispiel Wein (alternativ: Herstellung von Brot/Gebäck) Verwendete Mikroorganismen Fermentation
Medizintechnik	Herstellung eines rekombinanten Proteins am Beispiel Insulin Herstellen einer cDNA Transformation Klonierung Proteinprocessing Reinigung / Kontrolle
Bioanalytik – Biochemische Verfahren exemplarisch an Proteinen	
Grundlagen der Fotometrie	
Grundlagen der Chromatographie	Unterscheidung von Dünnschicht-, Flüssig-, Ionenaustauscher-, Affinitätschromatographie
Western Blot	
Die Nutzung von Immunglobulinen in der Medizin	
Tumorimmunologie	Definition, Ursachen, Eigenschaften, Wachstum, Krebstherapie
Allergie und Immunsystem	Stadien einer allergischen Reaktion, Allergiediagnostik, Vorbeugung und Behandlung allergischer Krankheiten
Fakultative Unterrichtsinhalte	Stichworte und Hinweise
Weitere biotechnologische Verfahren	zum Beispiel Milch und Milchprodukte, Sauerkraut
Gesetze, Verordnungen	LMBG, GenTG, LMKV, Novel-Food-Verordnung
Bioanalytik von Nukleinsäuren	Fotometrie, Chromatographie, Elektrophorese, Blot

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Technische Unterlagen (Zeichnungen, Konstruktionen, Texte, Schaltpläne, Fließbilder, Diagramme, Programme) anfertigen und auswerten

Technische Vorgänge exakt beobachten und beschreiben

Technische Abläufe, Zusammenhänge und Strukturen mit fachspezifischen grafischen Mitteln darstellen und interpretieren

Arbeiten mit Modellen und Computerprogrammen

Hypothesen aufstellen und überprüfen

Exkursionen, Betriebsbesichtigungen

Querverweise

Naturstoffe: Chemie

Analytik: Chemie, Physik

Recht: Ethik, Philosophie

Computersimulationen: Informatik, Mathematik, Physik

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Internetrecherche zu biotechnologischen Prozessen

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Sicherheitsaspekte; Potenzial der Biotechnologie in der Umweltreparatur

Gesundheitserziehung: Bioethische Fragestellungen

LK 13.2**Anwendungsfelder der Biologietechnik****Begründung**

Die in diesem Kurs aufgeführten Themen sind als Alternativangebote zu betrachten. Je nach Profilbildung der einzelnen Schule kann eine Auswahl für ein spezielles Anwendungsfeld der Biologietechnik erfolgen. Dabei sollen den Schülerinnen und Schülern grundlegende Kenntnisse der roten / oder grünen Gentechnik vermittelt werden. Als Alternative sollen sie Gelegenheit erhalten, spezielle Kenntnisse im Bereich der Umweltsanierung oder in den Einsatzbereichen und verfahrenstechnischen Problemstellungen von Bioreaktoren zu erwerben.

Verbindliche Unterrichtsinhalte**Stichworte und Hinweise**

Umweltechnik

zum Beispiel Abwasseraufbereitung
Umweltmessungen, Klimaschutz, Luftverunreinigungen, Saurer Regen, Biogaserzeugung, Kompostierung, Gütekartierungen
Wirtschaftliche Aspekte biotechnologischer Produktionen und mögliche Gefahren dieser Prozesse

Bioreaktortechnik

Mikroorganismen in der industriellen Produktion, Fermentation, Bioreaktortechnik und Aufarbeitung biotechnischer Produkte
wirtschaftliche Aspekte biotechnologischer Produktionen und mögliche Gefahren dieser Prozesse

Biotechnologie und Medizin

zum Beispiel Humangenomprojekt, Methoden des Transcript-Imaging (Chiptechnik), somatische Gentherapie, Keimbahngentherapie
Reproduktionsbiologie, Stammzellen-Diskussion, Embryonenschutzgesetz

Gentechnik in der Tier- und Pflanzenzüchtung

Pflanzen- und Tierzucht, Freisetzungproblematik, Kennzeichnung neuer Lebensmittel, nachwachsende Rohstoffe, sekundäre Pflanzenstoffe (Arzneimittel, Gewürze, Genuss- und Suchtmittel)
Gefahren der Gentechnik

Fakultative Unterrichtsinhalte**Stichworte und Hinweise**

Unterrichtsinhalte außerhalb der Schwerpunktsetzung

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Projektorientierte Bearbeitung von Problemstellungen

Evaluierung des Prozesses und der Ergebnisse

Eigene Argumentation kritisch reflektieren

Abweichende Sichtweisen aus Zeitungsartikeln und anderen Medien aufgreifen, sachkompetent diskutieren

Methoden und Verfahren in Bezug auf den Menschen kritisch reflektieren (zum Beispiel in Form von Schüler-Expertenrunden und Moderatoren)

Verfahrensabläufe und Prozesse unter ethischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten analysieren

Querverweise

Umweltbiotechnologie: Biologie, Chemie, Ethik, Philosophie, Mathematik

Gentechnik: Ethik, Philosophie, Englisch, Religion, Chemie, Biologie, Geschichte

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation technischer Prozesse

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Gefahren und Risiken biotechnologischer Prozesse; nachwachsende Rohstoffe; Stoffkreisläufe

Gesundheitserziehung: Risiken und Gefahren der Anwendungsfelder der Biologietechnik

eGK 13

Ausgewählte Aspekte der Biologietechnik

Begründung

Der ergänzende Grundkurs erweitert und vertieft die Inhalte des Leistungskurses Biologietechnik. Innerhalb dieses Kurses können im Hinblick auf die Erfordernisse der an der Schule eingerichteten Doppelqualifikation und des Schulprofils Schwerpunktsetzungen vorgenommen werden. Auch regionale Gegebenheiten bezüglich des Ausbildungs- bzw. Arbeitsmarktes können hier berücksichtigt werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Umwelttechnologie

Stichworte und Hinweise

Ökosysteme und deren Veränderungen
Biotechnische Verfahren zur Erhaltung einer lebenswerten Umwelt

Reproduktionstechnologien und pränatale Diagnostik beim Menschen

Grundlagen zur Entwicklungsbiologie des Menschen
In-vitro-Fertilisation (Reagenzglasbefruchtung) und andere künstliche Befruchtungstechniken
Embryoübertragung
Präimplantationsdiagnostik und andere diagnostische Verfahren zum Beispiel Polkörperdiagnostik
Embryonale Stammzellen
Therapeutisches bzw. reproduktives Klonen
Ethische Auseinandersetzung mit der Problematik

Infektionskrankheiten des Menschen (Prophylaxe und Therapie)

Ausgewählte Beispiele von Infektionskrankheiten
Einzelne Entwicklungszyklen von Parasiten und ihre Bekämpfungsstrategien

Neurophysiologie

Nervenzellen und Nervensysteme
Erregungsbildung, Erregungsleitung, Erregungsübertragung
Beeinflussung des Nervensystems durch Pharmaka

Fakultative Unterrichtsinhalte

Schmerz

Stichworte und Hinweise

Entstehung und Bekämpfung
Alternativmedizin (zum Beispiel Akupunktur)

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Die Themen bieten sich gut für einen Projektunterricht mit dem selbstständigen Beschaffen von Informationen (Expertenbefragung, Internetrecherche, Textarbeit) und Präsentieren der Ergebnisse an. Die Benutzung von Unterrichtssoftware wird geübt und Funktionsmodelle werden erstellt. Exkursionen, Unterrichtsfilme und Kurzreferate eignen sich zur didaktischen Arbeit.

Querverweise

Umweltbiotechnologie: Chemie, Biologie, Religion, Ethik, Deutsch, Politik- und Wirtschaft, Erdkunde

Infektionen, Reproduktionstechnologie, Neurophysiologie: Gesundheit, Ethik, Religion, Physik

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Ökosysteme, biologische Verfahren

Gesundheitserziehung: Pharmakologie, Infektionskrankheiten

Rechtserziehung: Ethische Auseinandersetzung mit der Reproduktionstechnologie

Teil A Grundlegung für das Fach Technologie - Schwerpunkt Biologietechnik

1 Aufgaben und Ziele des Faches

Technikwissenschaft und Technologie sind die beiden Fächer des berufsbezogenen Unterrichts in der Fachrichtung Technik des Beruflichen Gymnasiums. Technologie unterstützt dabei das Kernfach Technikwissenschaft. Während Technikwissenschaft mehr wissenschaftspropädeutische und systematische Fragestellungen aufgreift, geht es im Fach Technologie um Anwendungen und Praxisbezug. Experimentelles Arbeiten im Labor steht im Mittelpunkt dieses Faches und verhilft den Schülerinnen und Schülern zu einem tieferen Einblick in die Arbeitswelt der Biologietechnik. Dadurch trägt das Fach Technologie dem hohen Praxisanteil Rechnung, der auf allen Ebenen der Biologieausbildung (von der beruflichen Grund- und Fachbildung bis zum Hochschulstudium) zum Ausdruck kommt.

Somit sind die Technologiekurse in Form von laborpraktischen Übungen durchzuführen. Technologieunterricht findet dem zu Folge überwiegend im Biologielabor statt und ist inhaltlich und zeitlich eng mit den jeweiligen Leistungskursen im Sinne einer theoriegeleiteten Praxis abgestimmt. Dieser unmittelbare Praxisbezug, das Arbeiten im Labor, bietet für alle Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit der Vermittlung von grundlegenden labor-technischen Fertigkeiten und moderner Biologietechnik. Die Schülerinnen und Schüler sammeln hier arbeits- und berufsweltorientierte Erfahrungen, die sie für ihr späteres Studium bzw. für ihre berufliche Tätigkeit unmittelbar einsetzen können.

Der Bezug zur Arbeits- und Berufswelt ist für diejenigen Schülerinnen und Schüler unerlässlich, die von der im beruflichen Gymnasium Schwerpunkt Biologietechnik bestehenden Möglichkeit Gebrauch machen, nach dem Erwerb der allgemeinen Hochschulreife in einem weiteren Jahr die Qualifikation zur Biologisch-technischen Assistentin beziehungsweise zum Biologisch-technischen Assistenten zu erwerben (doppelt-qualifizierender Bildungsgang). Die für diesen Bildungsgang notwendigen zusätzlichen biologischen und labortechnischen Kenntnisse und Fertigkeiten werden - außer im Fach Biologietechnik und im ergänzenden Grundkurs - im Verlauf der Einführungsphase und der Qualifikationsphase in den Kursen des Faches Technologie adäquat berücksichtigt und praxis- bzw. berufsorientiert vermittelt.

Im Kontext des Faches Technologie - Schwerpunkt Biologietechnik ergeben sich Fragen nach der Verantwortung des Menschen für seine Umwelt. Verantwortliches Handeln zielt auf die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen für jetzige und zukünftige Generationen. Maßnahmen des Umweltschutzes, der fachgerechten Entsorgung und des schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen, werden im Rahmen des Technologieunterrichts besonders sinnfällig und vermitteln den Schülerinnen und Schülern ein Bewusstsein für die weitreichenden Konsequenzen menschlichen Handelns. Dass diese Folgenabschätzung nicht nur in Bezug auf die natürliche, sondern auch in Bezug auf die soziale und ökonomische Um- und Mitwelt geleistet wird, gehört zu den weiteren Zielsetzungen des Faches Technologie. Den Schülerinnen und Schülern eröffnet sich so eine kritische Perspektive auf weitere gesellschaftlich relevante Handlungsfelder.

Auf Möglichkeiten der Umsetzung der besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben in den einzelnen Aufgabengebieten gemäß § 6, Abs. 4 HSchG wird in einem eigenen Abschnitt gesondert hingewiesen.

Der Unterricht im Fach Technologie - Schwerpunkt Biologietechnik des beruflichen Gymnasiums muss dazu führen, dass die im entsprechenden Abschlussprofil formulierten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können.

2 Didaktische und methodische Grundlagen

Die Arbeitssicherheit (Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften, Gefahrstoffverordnung, Umgang und Entsorgung von Gefahrstoffen u.a.) und der Arbeitsschutz haben vor dem Hintergrund der beschriebenen laborpraktischen Orientierung für das Fach Technologie eine besondere Bedeutung. Eine zentrale Zielsetzung des Faches besteht darin, die Schülerinnen und Schüler für die vorhandenen Gefahren der praktischen Laborarbeit zu sensibilisieren und ihnen ein angemessenes Wissen im Umgang mit potenziell gefährlichen Arbeitsstoffen zu vermitteln. Situationsgerechtes Verhalten im Labor schließt auch die Erkenntnis ein, dass jede Schülerin und jeder Schüler für die eigene Gesundheit und für die Unversehrtheit des Anderen in besonderem Maße Verantwortung trägt. Bei den einzelnen Unterrichtsinhalten sind demnach die jeweils notwendigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften sowie die Vorschriften über den Arbeitsschutz den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln. Den Schülerinnen und Schülern ist ein Informationsblatt über die jeweils notwendigen Sicherheitsbestimmungen auszuhändigen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit fachspezifischen Denk- und Arbeitsweisen vertraut gemacht werden. Dazu gehört insbesondere die Vermittlung technologischer Zusammenhänge, die Vermittlung technischer Fertigkeiten im Labor sowie die Vermittlung von Aspekten der Berufs- und Arbeitswelt.

Der Unterricht soll so gestaltet werden, dass Selbstständigkeit, Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gefördert werden. Die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler kann durch Versuchsbeschreibungen und Versuchsauswertungen, arbeits- und labortechnische Leistungen, Projektunterricht, Protokolle, schriftliche Ausarbeitungen, Schülerberichte, Referate, Interpretationen von Fachtexten, Recherchen im Internet und Anwendung von Standard- und Simulationssoftware gefördert werden. Die Kooperationsbereitschaft kann durch arbeitsteiligen Gruppenunterricht und durch das Unterrichtsgespräch gefördert werden. Die Kommunikationsfähigkeit zeigt sich, wenn die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, Gedankengänge aufzunehmen, auf sie einzugehen und ihre eigenen Gedanken klar zu gliedern und auszudrücken, die Fachsprache angemessen zu verwenden und die Argumentation durch Darstellungstechniken zu unterstützen.

Im Unterricht sollen didaktische Bezüge zu anderen Fächern, insbesondere zu Mathematik, Chemie, Physik, Informatik und Englisch hergestellt werden. Das Verstehen technischer Zusammenhänge und das Üben fachspezifischer Denk- und Arbeitsweisen haben Vorrang vor dem Aneignen bloßer technischer Einzelfakten. Der Einsatz verschiedenster biotechnologischer Geräte und anderer elektronischer Medien sind im Technologiekurs selbstverständlich. Simulationen, on-line-Experimente und Präsentationen werden zur Erlangung einer tieferen fachlichen und methodischen Kompetenz genutzt. Vor- und nachbereitete Betriebs erkundungen können die Anschauung und das Verständnis technischer Zusammenhänge fördern.

3 Umgang mit dem Lehrplan

Der Lehrplan ist in verbindliche und fakultative Unterrichtsinhalte gegliedert, die durch ergänzende Stichworte konkretisiert werden. Die verbindlichen Inhalte füllen zwei Drittel des Stundenansatzes aus, die fakultativen Unterrichtsinhalte ein Drittel. Die fakultativen Unterrichtsinhalte geben Anregungen für eine vertiefte und ergänzende Weiterführung des Unterrichts.

Teil B Unterrichtspraktischer Teil**1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze**

	Kursthemen	Stundenansatz
11	Zytologische, mikrobiologische und labortechnische Arbeitsweisen	160
GK 12.1	Biochemische Arbeitstechniken	60
GK 12.2	Genetische Arbeitstechniken	60
GK 13.1	Praxis der Bioverfahrens- und Produktionstechnik	60
GK 13.2	Ausgewählte Technologien der Biotechnologie	60

2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

GK 11 Zytologische, mikrobiologische und labortechnische Arbeitsweisen

Begründung

In diesem Kurs sollen die Schülerinnen und Schüler mit grundlegenden zytologischen, mikrobiologischen und labortechnischen Arbeitsweisen an einem mikrobiologischen oder chemischen Arbeitsplatz vertraut gemacht werden.

Im Einzelnen sollen den Schülerinnen und Schülern folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten vermittelt werden:

- Richtiges Anwenden der Vorschriften, Bestimmungen und Regeln der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes
- Fachgerechtes Entsorgen biologischen Materials
- Planen einfacher Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und terminlicher Vorgaben
- Fachgerechter Einsatz des Lichtmikroskops
- Isolierung von Mikroorganismen
- Nachweis biologischen Materials
- Kennen lernen klassischer histologischer Techniken
- Durchführung pflanzlicher Untersuchungen

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Stichworte und Hinweise

Grundlagen der Laborpraxis

Sicherheitsbestimmungen Laboreinrichtung
Gerätekunde und Chemikaliengruppen
Biologische Agenzien
Labortechnische Grundoperationen
(zum Beispiel Handhabung des Brenners, Umgang mit Chemikalien, Dosieren, Mischen, Prüfen, Erhitzen von Proben im Reagenzglas, Bedienung von Präzisionswaagen)
Bestell- und Ordnungswesen

Zytologische Arbeiten

Einführung in die Lichtmikroskopie
Herstellung mikroskopischer Präparate
Zeichnen eines Objektes
Schnitt- und einfache Färbetechniken
Mikroskopische Untersuchungen tierischer Einzeller (zum Beispiel Pantoffeltierchen, Amöbe)

Pflanzenanatomische und –physiologische Untersuchungen

Experimente zu Osmose, Plasmolyse, Deplasmolyse
Histologie und Anatomie der pflanzlichen Grundorganen

Mikrobiologische Arbeitstechniken	Steriles Arbeiten, Impftechniken Herstellen von Agarplatten und Flüssigmedien Färbemethoden Versuche zur Isolierung und Kultivierung von Mikroorganismen
Physikalische und chemische Untersuchungen	Einfache Stoffsysteme trennen und analysieren Herstellen und Untersuchen von Lösungen, Massenanteil w , Massenkonzentration β Qualitative und quantitative Untersuchungen von Lösungen
Zellinhaltsstoffe	Chemische Grundlagen und Nachweise (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate) Aufbau von Apparaturen
Fakultative Unterrichtsinhalte	Stichworte und Hinweise
Pflanzenanatomische und –physiologische Untersuchungen	Anatomie der pflanzlichen Grundorgane als Grundvoraussetzung für botanische Experimente Mono- / Dikotyle im Vergleich: Handschnitte
Zoologische, histologische und tierphysiologische Arbeiten	Tiersektionen durchführen Histologische Techniken Anatomische Kenntnisse Problematik Tierversuche, Tierschutzgesetz
Mikrobiologische Diagnoseverfahren	Versuche zur Differenzierung von Bakterien

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Zu den Unterrichtsinhalten werden Versuche eigenständig geplant, durchgeführt und ausgewertet, außerdem dient das Erstellen von Protokollen, auch mit Hilfe von Standardsoftware (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation), zur Ergebnissicherung. Zur Informationsbeschaffung kann mit Nachschlagewerken und Internet gearbeitet werden.

Querverweise

Naturstoffe: Chemie, Biologie, Ernährungslehre

Herstellen von Lösungen: Mathematik, Physik

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Gesundheitserziehung: Inhaltsstoffe als Grundlage der menschlichen Ernährung, Sicherheit im Umgang mit mikrobiologischem Material, Regeln guter Laborpraxis beziehungsweise guter mikrobiologischer Laborpraxis (GLP, Good Laboratory Practice; GMP, Good Manufacturing Practice)

3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)**GK 12.1****Biochemische Arbeitstechniken****Begründung**

In diesem Kurs können Schülerinnen und Schüler biochemische Arbeitstechniken kennen lernen, anwenden und einüben.

Im einzelnen werden folgende Aspekte aufgegriffen:

Die Schülerinnen und Schüler sollen Versuchsaufbauten zur Assimilation und Dissimilation planen, eigenständig durchführen und im Hinblick auf deren Einflussfaktoren interpretieren. Sie erkennen die Atmung als energetisch ergiebigsten Prozess. Vergleichende Prozessabläufe führen zu der Erkenntnis, dass Gärungsprozesse sehr viel weniger Energie gewinnend sind und energiereiche Gärungsprodukte in das Kulturmedium abgegeben werden. Sie können mit Enzymen und anderen hochmolekularen Proteinen umgehen und sie somit der technischen Nutzung zugänglich machen.

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Komplexe biologische Stoffsysteme

Enzyme

Stichworte und Hinweise

Eigenschaften, Isolierung, qualitative und quantitative Untersuchung von Fetten, Kohlenhydraten, Eiweißen
Extraktion von Inhaltsstoffen
Qualitative Untersuchung der Inhaltsstoffe
Experimente zur Photosynthese und zum abbauendem Stoffwechsel

Versuche zur Untersuchung der Eigenschaften und Wirkungsweisen von Enzymen (zum Beispiel Katalase, Urease)

Fakultative Unterrichtsinhalte

Vitamine

Trennung von Gemischen

Stichworte und Hinweise

Ausgewählte Versuche zu Vitamin C

Destillation von Alkoholen

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Versuche gemeinsam, problemorientiert planen, Alternativen abwägen, Versuchsschritte formulieren, zeitliche Abläufe einschätzen

Materialien werden von den Schülerinnen und Schülern eigenständig ausgewählt und bereitgestellt. Mengen müssen abgeschätzt werden und unter Vermeidung von überflüssigem Abfall sinnvoll eingesetzt werden

Ergebnisse werden genau ermittelt und systematisch festgehalten

Versuche sollten in Gruppen durchgeführt, Aufgabenbereiche festgelegt und Teilschritte eigenverantwortlich durchgeführt werden

Der Prozess der Eigenverantwortlichkeit und Eigenständigkeit soll weiterentwickelt werden

Querverweise

Stoffwechsel: Sport, Ernährungslehre, Biologie, Chemie

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Gesundheitserziehung: Komplexe biologische Systeme, Enzyme

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Photosynthese und Energiegewinnung, Vermeidung von überflüssigem Abfall

Begründung

Die Schülerinnen und Schüler sollen sowohl klassische genetische Experimente als auch nicht dem Gentechnikgesetz unterliegende molekularbiologische Experimente durchführen

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Experimente zur klassischen Genetik
Molekularbiologische Untersuchungen

Stichworte und Hinweise

Drosophila-Experimente
zum Beispiel Aufbereitung, Isolierung und Nachweis von DNA
Gelelektrophorese

Fakultative Unterrichtsinhalte

Zelluläre Genetik
Molekularbiologie

Stichworte und Hinweise

Darstellung von Chromosomen
Mitosestadien, Riesenchromosomen
Experimente zur Genregulation bei Bakterien

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen

Das eigenständige, übersichtliche Planen und Durchführen von komplexen Versuchsabläufen und sich über längere Zeit hinziehenden Experimenten wird hier geübt, ebenso wie verantwortungsbewusstes Umgehen mit lebenden Organismen, Geräten und Chemikalien.

Dem Erstellen von Protokollen zur Ergebnissicherung, auch mit Hilfe von Standardsoftware, kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Zur Informationsbeschaffung kann mit Nachschlagewerken und Internet gearbeitet werden.

Querverweise

Gentechnische Verfahren: Religion, Ethik, Chemie, Biologie, Ernährungslehre
Drosophila-Genetik, Virtuelles Labor: Informatik
Textverständnis, Texte verfassen: Deutsch, Englisch

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: virtuelle Kreuzungsversuche, Simulationen gentechnischer Versuche

Gesundheitserziehung: Verantwortungsbewusster Umgang mit gentechnisch veränderten Lebensmitteln, sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)

GK 13.1

Praxis der Bioverfahrens- und Produktionstechnik

Begründung

Die Schülerinnen und Schüler sollen alle notwendigen Schritte von der Produktion bis zur Aufarbeitung eines biotechnologischen Produktes erlernen und diese modellhaft an Beispielen durchführen.

Um die Produktionsphase starten zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler mit Steriltechnik und Wachstumsansprüchen des jeweiligen Organismus vertraut sein. Während der Isolation des Produktes lernen sie verschiedene, auf das jeweilige Produkt bezogene, präparative Verfahren und analytische Methoden kennen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen in diesem Kurs die Vorschriften, Bestimmungen und Regeln der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes richtig anwenden und einüben. Dabei soll auch besonderer Wert auf die Entsorgung von biologisch kontaminiertem Material gelegt werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte

Biotechnologische Arbeiten

Immunologische und diagnostische Arbeiten

Stichworte und Hinweise

Fermentation (zum Beispiel Lebensmitteltechnologie: Wein, Bier, Gebäck, Joghurt)
Produktion, Isolierung und Reinigung eines Enzyms oder eines anderen biotechnischen Erzeugnisses
Anzucht und Kultur geeigneter Mikroorganismen
Prächromatographische und chromatographische Aufreinigung
Prozesskontrolle durch zum Beispiel fotometrische und/oder elektrophoretische Methoden

Blutgruppenbestimmung
Blutausstrich, Differentialblutbild, Färbung
Mikroskopische Beurteilung
Größenmessung
Blutzellzählung

Fakultative Unterrichtsinhalte

ELISA

Experimente zur Bakteriengenetik und Phagenvermehrung

Stichworte und Hinweise

Kreuzung und Selektion von Mutanten,
Antibiotikaresistenz, Nachweis von Phagen,
Bestimmung des Phagentiters
Blue Genes

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen

Das eigenständige, übersichtliche Planen und Durchführen komplexer Experimente und Verfahrensabläufe wird weiter vertieft. Die Ergebnissicherung durch Protokolle spielt eine entscheidende Rolle.

Der verantwortungsbewusste Umgang mit Mikroorganismen und deren Anwendung in der Biotechnologie werden geübt.

Querverweise

Biotechnologische Versuche: Physik, Chemie, Ethik, Religion, Ernährungslehre, Gesundheit
Textverständnis, Texte verfassen: Deutsch, Englisch

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Gesundheitserziehung: gesunderhaltende Maßnahmen, Produktion gesunder Lebensmittel, Immunologie, Vorschriften, Bestimmungen und Regeln der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes, sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Abfallentsorgung

GK 13.2**Ausgewählte Technologien der Biotechnologie****Begründung**

Die Schülerinnen und Schüler erkennen in diesem Kurs die Komplexität von Ökosystemen und die Auswirkungen von Störfaktoren. Sie werden sensibilisiert für ökologische Fragestellungen. Sie sollen Starterkulturen sorgfältig auswählen und können Prozesse unter sicherheitstechnischen Aspekten betrachten.

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit dem Bundesnaturschutzgesetz, dem Gentechnikgesetz, der Biostoffverordnung, der Hygieneverordnung und dem LMBG vertraut gemacht werden.

Aus den angeführten alternativen Unterrichtsinhalten ist ein Schwerpunkt auszuwählen. Die Auswahl soll sich nach der Profilbildung der einzelnen Schule richten.

Verbindliche Unterrichtsinhalte**Stichworte und Hinweise**

Umweltbiotechnologische Untersuchungen

Zum Beispiel Gewässergüte, Wasserinhaltsstoffe, Abwasserreinigung, Bodenuntersuchung
 Untersuchungen zur Luftbelastung
 Verfahren zur Biogasherstellung

Biotechnische Verfahren

Bioverfahrenstechnik
 Fermentation im Minifermeter
 Aufarbeitung des Produktes
 Kontinuierliche und diskontinuierliche Kultur
 Isolation von Fermentationsprodukten
 Zellzahl, Zelldichte

Vermehrung und Kultivierung von Pflanzen

Kalluskultur

Sekundäre Pflanzenstoffe

Arzneimittel, Gewürze, Genuss- und
 Suchtmittel

Fakultative Unterrichtsinhalte**Stichworte und Hinweise**

Unterrichtsinhalte außerhalb der Schwerpunktsetzung

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen

Projektorientiertes Arbeiten

Die Schülerinnen und Schüler beobachten und erfahren außerschulische Situationen

Querverweise

Gesunde Lebensführung: Sport, Gesundheit

Naturstoffe: Chemie, Physik, Biologie

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: verantwortungsbewusster Umgang mit Ressourcen, Umweltbiologische Verfahren

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Computergestützte Auswertung von Experimenten

Gesundheitserziehung: Arzneimittel, Luftbelastung

Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase

Allgemeine Ziele

Erarbeitung eines geordneten Wissens zu Labor- und Produktionstechnik

Vernetztes Denken

Bedeutung und Stellung von Experimenten erkennen

Aussagekraft von Versuchsergebnissen beurteilen

Möglichkeiten und Grenzen von Methoden abschätzen

Die Fähigkeit zu selbstständigem Arbeiten, zu sachbezogener Kommunikation und zur Kooperation auf der Grundlage fundierter naturwissenschaftlicher Kenntnisse

Mathematisch-physikalisch-chemisches Grundwissen zur Beschreibung biologischer Phänomene und Prinzipien und zur Beantwortung biologischer Fragestellungen

Naturwissenschaftliches Weltbild entwickeln

Ökologische und ethische Aspekte der Biologietechnik

Probleme global und auf die Zukunft hin bedenken

**Fachspezifische Ziele,
Kenntnisse und Fähigkeiten**

Morphologische Untersuchung von Zellen
Erforschung der biochemischen und physiologischen Abläufe und Leistungen und die Analyse und Erklärung der molekularen Mechanismen
Erschließen von Strukturen und Funktionszusammenhängen
Bedeutung von Bau und Funktion von Biomembranen und Transportmechanismen
Grundlegende Einsichten in die wesentlichen Prinzipien biochemischer Reaktionen und die damit verbundenen Energieumwandlungen sowie die Gewinnung von Energie durch Oxidation von Nährstoffen
Biochemische Dimension der Fotosynthese
Zusammenhang zwischen den molekularen Grundlagen menschlicher Erbinformation, deren Weitergabe und Realisierung
Grundlagen moderner Methoden der Gentechnik, Molekulargenetik sowie Diagnostik und die damit verbundenen Möglichkeiten und Gefahren abschätzen
Biotechnische Verfahren darstellen
Mit grundlegenden Arbeitsprozessen in der Mikrobiologie vertraut sein
Komplexe Zusammenhänge der Immunbiologie erschließen
Anwendungsfelder der Biotechnik und mögliche Gefahren dieser Prozesse kennen

Methoden

Untersuchungs- und Arbeitsmethoden der Biologie anwenden
Biologische Experimente durchführen, Versuchsprotokolle erstellen, Beobachtungen deuten und Messdaten auswerten
Experimente nach vorgelegtem Plan selbst aufbauen oder selbst planen und durchführen
Experimente mit dem Computer auswerten
Ergebnisse unter Anwendung der Fachsprache verständlich verbalisieren, im Zusammenhang darstellen und präsentieren
Hypothesen begründet aufstellen und Methoden zu ihrer Überprüfung angeben