



## **Rahmenlehrplan**

Berufliches Gymnasium

**Teil C**

**Biotechnologie**



## **Impressum**

### **Erarbeitung**

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

### **Herausgeber**

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin

### **Gültigkeit des Rahmenlehrplans**

Gültig ab 1. August 2023

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, Berlin 2023  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>



# Inhalt

<b>Vorbemerkungen</b>	<b>5</b>
<b>1 Beitrag des Faches Biotechnologie zum Kompetenzerwerb</b>	<b>6</b>
1.1 Fachprofil	6
1.2 Fachbezogene Kompetenzen	6
<b>2 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards</b>	<b>10</b>
2.1 Eingangsvoraussetzungen	10
2.2 Abschlussorientierte Standards	11
<b>3 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Einführungsphase</b>	<b>13</b>
3.1 Übersicht über die Themenfelder	14
3.2 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder	15
<b>4 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Qualifikationsphase</b>	<b>18</b>
4.1 Übersicht über die Themenfelder	18
4.2 Kompetenzerwerb und Inhalte der Themenfelder	19
4.2.1 Jahrgangsstufe 12 – Q1 und Q2	19
4.2.2 Jahrgangsstufe 13 – Q3 und Q4	21



## Vorbemerkungen

Das Fach Biotechnologie entwickelt die Kompetenzen für die Studierfähigkeit an Hochschulen in allen Fachrichtungen und für den Einstieg in eine Ausbildung in allen Berufsfeldern. Zusätzlich werden in besonderem Maße die Voraussetzungen für biologische, ökologische und umwelttechnische Berufsbilder und Studiengänge geschaffen.

Im Hinblick auf die Studierfähigkeit erwerben die Schülerinnen und Schüler im Fach Biotechnologie wissenschaftspropädeutische Kompetenzen, verstanden als die Befähigung zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz, die durch Lernen in realitätsnahen und problemorientierten Situationen aus dem beruflichen oder persönlichen Alltag erfolgt.

Die inhaltlichen Themen werden, den besonderen Anforderungen des Faches entsprechend, überwiegend problem- und handlungsorientiert in praxis- und projektorientierten Aufgaben unterrichtet und umgesetzt.

Für den Unterricht an beruflichen Gymnasien des Landes Berlin gelten der **Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

- **Teil A: Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe und**
- **Teil B: Fachübergreifende Kompetenzentwicklung.**

# 1 Beitrag des Faches Biotechnologie zum Kompetenzerwerb

## 1.1 Fachprofil

Im Leistungskurs 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 Beruflichen Gymnasiums sollen zielgerichtet auf Studiengänge sowie auch auf einschlägige Berufsausbildungen auf diesem innovativen Feld vorbereitet werden.

## 1.2 Fachbezogene Kompetenzen

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

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

Abbildung 1: Anforderungsstruktur

Quelle: © Arbeitskreis DQR, 2011. Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen: verabschiedet am 22. März 2011, S. 5. Zugriff am: 18.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/bildungsforschung/qualifikationsrahmen/der-deutsche-qualifikationsrahmen-fuer-lebenslanges-lernen.html>

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

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

Das Fach Biotechnologie verbindet große Teile der Chemie, Biologie sowie Physik und erfordert dadurch in besonderer Weise das interdisziplinäre Denken und Arbeiten bei den Schülerinnen und Schülern. Dazu werden vertiefte Kenntnisse der Mikrobiologie und Zytologie einerseits sowie der Ernährungsphysiologie andererseits, aber auch Grundkenntnisse in Chemie, Biologie und Physik erarbeitet. Diese werden in Verständnis, Analyse und Bewertung biotechnologischer Verfahrensweisen zur biotechnologischen Produktion angewendet und miteinander verknüpft.

Die theoretisch erworbenen Kenntnisse zu Arbeitstechniken, Nachweismethoden und Prozessregulation werden dann im laborpraktischen Unterricht vertieft. Komplexe Produktionsverfahren und die damit zusammenhängenden biologischen Systeme werden untersucht und analysiert. Wissenschaftspropädeutisches Instrumentarium wie Hypothesenbildung, Anwendung der Fachsprache und interdisziplinäres Denken und Handeln im Team zur Lösung komplexer Problemstellungen und Transferübungen wird so erlernt und geübt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten einen tiefen Einblick in die Arbeitswelt verschiedenster Berufe im Bereich der Biotechnologie.

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

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

Die Sozialkompetenz wird gefördert durch ...

- Übernehmen und Lösen von Teilaufgaben im Rahmen von Gesamtaufgaben,
- Artikulieren und Lösen von Konflikten im Team,
- Schulung der Fähigkeit zu Kritik und Selbstkritik durch Übung und aktive Auseinandersetzung mit Kritik in kleinen und großen Gruppen,
- Entwickeln gemeinsamer Lösungs- und Handlungsstrategien,
- Nutzen unterschiedlicher individueller Erfahrungshorizonte bei der Problemlösung,
- Verstehen und Berücksichtigen von Interessen und Interessenkonflikten sowie
- Übernehmen von persönlicher und sozialer Verantwortung.

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

Die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler wird gefördert durch ...

- selbstständiges, kooperatives und kreatives Lösen von Problemen,

- Selbsterkenntnis durch Reflektieren über eigenes Lernen, Denken, Urteilen und Handeln sowie teamgerechtes Selbstmanagement,
- Reflektieren über Wertvorstellungen und die Weiterentwicklung der eigenen Werte,
- Entwickeln geistiger Flexibilität durch Förderung interdisziplinärer Sichtweisen gesundheitsmedizinischer Probleme,
- Entwickeln von Urteilsfähigkeit über die Bedeutung gesundheitswissenschaftlicher Erkenntnisse,
- Entwickeln und Anwenden von Handlungsstrategien sowie
- Übernehmen von Verantwortung für aktive Gesundheitsförderung für sich und andere.

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

**Methodenkompetenz** bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit zu zielgerichtetem, planmäßigem Vorgehen bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen (zum Beispiel bei der Planung der Arbeitsschritte).

Die wichtigsten fachlich relevanten Methoden, die im Fach Biotechnologie zur Erkenntnisgewinnung angewendet werden, sind:

- Beschreibung, Auswertung, Erklärung, Interpretation, Bewertung und Anfertigung technisch-naturwissenschaftlicher Unterlagen (Fachtexte, Grafiken, Zeichnungen, Fließ- und Reaktionsschemata, Diagramme, Messreihen, Graphen, Statistiken),
- exaktes Beobachten, Beschreiben, Vergleichen, Ordnen, Untersuchen technischer, biochemischer und biologischer Phänomene und Prinzipien,
- Planung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung von Experimenten und Simulationen,
- sachgerechter Umgang mit Organismen, Zellkulturen und Chemikalien sowie mit Laborgeräten, Maschinen und Werkzeugen, in Kenntnis und unter Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsbestimmungen,
- Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen durch Planung geeigneter Experimente und Verfahren,
- strukturiertes und vereinfachtes Darstellen komplexer Sachzusammenhänge von Produktionsprozessen und biologischen Systemen sowie
- Gewinnung von Erkenntnissen durch die Anwendung von Modellvorstellung unter Berücksichtigung der Grenzen derselben.

Im Weiteren fördern folgende fachübergreifenden Methodenkompetenzen die fachlichen Lernprozesse:

- Beschaffung, Auswahl, Verarbeitung und Auswertung von Sachinformationen sowie Präsentation und kritische Reflexion der Ergebnisse,
- sachgerechte Nutzung elektronischer Informations- und Kommunikationstechnik, aber auch klassischer Medien zur Recherche, Gestaltung und Präsentation von Arbeitsergebnissen einschließlich der kritischen Betrachtung ihrer Grenzen,
- Nutzen unterschiedlicher Gesprächs- und Darstellungsformen, Entwicklung sachlogischer Argumentationszusammenhänge sowie Anwendung von Präsentations- und Visualisierungstechniken,



- effizientes Zeitmanagement und Umgang mit weiteren Ressourcen zur zweckmäßigen Planung und Durchführung von Arbeitsabläufen sowie
- vernetztes Denken und Nutzung fächerübergreifender sowie fächerverbindender Bezüge.

**Kommunikative Kompetenz** ist die Bereitschaft und Fähigkeit, kommunikative Situationen zu verstehen und zu gestalten. Hierzu gehört es, eigene Absichten und Bedürfnisse darzustellen sowie die der Partnerinnen und Partner wahrzunehmen und zu verstehen.

**Lernkompetenz** ist die Bereitschaft und Fähigkeit, 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.

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

## **2 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards**

### **2.1 Eingangsvoraussetzungen**

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen, welche in den Eingangsvoraussetzungen dargestellt sind. Als grundlegende Voraussetzungen haben sie die fachlichen Kompetenzen, insbesondere der naturwissenschaftlichen Fächer Biologie und Chemie sowie der Mathematik, aus der Sekundarstufe I erworben. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen diese, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

#### **Fach- und Methodenkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären biologischen Phänomene, Prinzipien, Gesetzmäßigkeiten und Regeln,
- stellen einfache Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion auf unterschiedlichen Organisationsstufen des Lebendigen dar,
- stellen einfache Stoffkreisläufe und Energieumwandlungen in einem System dar,
- veranschaulichen gewonnene Erkenntnisse zeichnerisch, schematisch, grafisch bzw. symbolhaft,
- stellen Ergebnisse in Form von Tabellen, Grafiken, Diagrammen und Abbildungen dar,
- nutzen verschiedene Möglichkeiten der Visualisierung und Präsentation,
- beschreiben die Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren,
- interpretieren die Aktivierungsenergie auf der Teilchenebene,
- führen qualitative und einfache quantitative experimentelle sowie andere Untersuchungen durch und protokollieren diese,
- binden naturwissenschaftliche Sachverhalte in übergeordnete Problemzusammenhänge ein und entwickeln Lösungsstrategien,
- beschreiben Bezüge zu Ökologie und Ökonomie,
- argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig.

#### **Sozialkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- arbeiten in unterschiedlichen Sozialformen an der Lösung von naturwissenschaftlichen Aufgabenstellungen,
- argumentieren zu fachlichen und gesellschaftsrelevanten Inhalten und reflektieren dabei über ihre eigene Position,
- beschreiben Erkenntnisse und Methoden der Medizin und Biotechnologie unter Beachtung ethischer Gesichtspunkte,
- begründen ihren eigenen Standpunkt zu ausgewählten Beispielen neuer Technologien und gesellschaftlich relevanten Fragestellungen,
- beurteilen Informationen aus verschiedenen Quellen hinsichtlich ihrer Glaubwürdigkeit und Objektivität.

## 2.2 Abschlussorientierte Standards

Am Ende der Qualifikationsphase verfügen die Schülerinnen und Schüler über eine grundlegende biotechnologische Urteils- und Handlungskompetenz im Sinne einer Bündelung der oben genannten Kompetenzbereiche. Diese äußert sich in ihrer Befähigung zur Problemanalyse und einer nachhaltigkeitsorientierten Intervention unter Berücksichtigung des gesellschaftlichen und biotechnologischen Kontextes.

Es ergeben sich folgende abschlussorientierte Standards:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben biotechnologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biotechnologie sachgerecht,
- strukturieren und erschließen biotechnologische Phänomene sowie Anwendungen der Biotechnologie,
- erläutern biotechnologische Sachverhalte, auch indem sie fachübergreifende Aspekte einbinden,
- beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
- identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biotechnologischen Sachverhalten,
- stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf,
- planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie,
- berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren,
- nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
- wenden Labor-Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an,
- finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
- beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen,
- widerlegen oder stützen Hypothesen (Hypothesenrückbezug),
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her,
- recherchieren zu biotechnologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
- unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
- verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biotechnologischen Sachverhalten,
- präsentieren biotechnologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,

- prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- tauschen sich mit anderen konstruktiv über biotechnologische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,
- argumentieren wissenschaftlich zu biotechnologischen Sachverhalten, kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht,
- stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte,
- entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab,
- bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten,
- reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
- reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive,
- beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biotechnologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

Der Unterschied in den Anforderungen des Grund- und des Leistungskurses liegt im Umfang und in der Tiefe der gewonnenen Kenntnisse und des Wissens über deren Verknüpfungen. Zudem unterscheiden sie sich im Maß der Selbststeuerung bei der Bearbeitung von Problemstellungen.

### **3 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Einführungsphase**

Im Unterricht der Einführungsphase vertiefen und erweitern die Schülerinnen und Schüler die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und bereiten sich auf die Arbeit in der Qualifikationsphase vor. Spätestens am Ende der Einführungsphase erreichen sie die für den Eintritt in die Qualifikationsphase gesetzten Eingangsvoraussetzungen.

Die Ausführungen zum Beitrag des Faches für den Kompetenzerwerb gelten für die Einführungs- und Qualifikationsphase. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, Defizite auszugleichen und Stärken weiterzuentwickeln. Sie erwerben und vertiefen Grundlagen für das wissenschaftspropädeutische Arbeiten und bewältigen zunehmend komplexe Aufgabenstellungen selbstständig. Dabei wenden sie fachliche und methodische Kenntnisse und Fertigkeiten mit wachsender Sicherheit selbsttätig an.

Die Einführungsphase hat eine Brückenfunktion zwischen dem Lernen in der Sekundarstufe I und der Qualifikationsphase. Sie bietet den Lernenden Gelegenheit zu vertiefter fachlicher Auseinandersetzung, zur Übung und Wiederholung und zur Verinnerlichung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen.

### 3.1 Übersicht über die Themenfelder

<b>Themenfeld 1</b> <b>Zytologie</b>	<b>11/1</b>
<b>Themenfeld 2</b> <b>Mikrobiologie</b>	<b>11/2</b>

### 3.2 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder

#### Themenfeld 1

#### Zytologie

#### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erörtern die Entstehung des Universums,
- beschreiben die Evolution der Zelle,
- erstellen eine Übersicht der Organellen und Zellfunktionen,
- unterscheiden pflanzliche, tierische und prokaryotische Zellen,
- beschreiben die Ultrastruktur und Funktion von Zellorganellen,
- beschreiben die Biomembran als universelles Prinzip,
- beurteilen Transportvorgänge an Biomembranen nach deren Funktionen,
- beschreiben die Mitose und reflektieren die Bedeutung der einzelnen Phasen,
- fassen die Besonderheiten pflanzlicher Stoffwechselleistungen zusammen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundzüge der Evolution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entstehung des Universums</li> <li>- Evolution der Zelle / Kennzeichen des Lebens auf Grundlage physikalischer, chemischer und biologischer Vorgänge</li> <li>- Grundlagen wissenschaftlicher Theoriebildung</li> <li>- kritische Betrachtung verschiedener Evolutionstheorien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen zu organischen Molekülen und Reaktionen</li> <li>- Einblicke in die Auffassungen zur Entstehung des Lebens aus Sicht verschiedener Religionsgemeinschaften</li> <li>- recherchieren</li> <li>- Präsentationstechniken einsetzen</li> <li>- arbeiten im Team</li> </ul>
<p><b>Aufbau und Funktion der Zelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterschied zwischen pflanzlichem und tierischem Zellaufbau</li> <li>- Ultrastruktur und Funktion von Zellorganellen</li> <li>- Biomembran als universelles Membranprinzip</li> <li>- Transportvorgänge an Biomembranen</li> <li>- Zellteilung, Mitose</li> <li>- Besonderheiten pflanzlicher Stoffwechselleistungen: Photosynthese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten mit dem Mikroskop anhand z. T. selbst hergestellter Präparate</li> <li>- zytologische und biochemische Experimente durchführen</li> <li>- elektronenmikroskopische Bilder interpretieren</li> <li>- arbeiten mit Modellen</li> <li>- protokollieren</li> </ul>

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<b>Aufbau und Funktion von Geweben und Organen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Differenzierung von Zellen</li><li>- Entwicklung von Gewebe und Organen</li></ul>	Vergleich von tierischen und pflanzlichen Geweben und Organen



**Themenfeld 2**

**Mikrobiologie**

**Kompetenzerwerb im Themenfeld**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- vergleichen den Aufbau von Eucyte und Procyte,
- stellen Mikroorganismen als wesentlichen Faktor in der Biotechnologie dar,
- beschreiben Möglichkeiten der Systematisierung von Mikroorganismen,
- wenden grundlegende mikrobiologische Kultivierungsverfahren an,
- wenden Methoden zur Hemmung und Abtötung von Mikroorganismen an,
- wenden die „Gute Laborpraxis“ an,
- beschreiben ausgewählte Mikroorganismen und deren stoffwechselphysiologische Leistungen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Einführung in die Mikrobiologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich von Procyte und Eucyte</li> <li>- Bau und Funktion der Mikroorganismen</li> <li>- Systematik und Evolution</li> <li>- Wachstum von Mikroorganismen</li> <li>- Praktikum zur Kultivierung von Mikroorganismen</li> <li>- Identifizierung von Mikroorganismen</li> <li>- Hemmung und Abtötung von Mikroorganismen</li> <li>- allgemeine Grundlagen des mikrobiellen Stoffwechsels:</li> <li>- Ernährung von Mikroorganismen, diagnostische Verfahren zur Identifizierung von Bakterien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheitsaspekte anwenden</li> <li>- arbeiten mit Modellen</li> <li>- fachspezifische Arbeitsmethoden anwenden: Sterilarbeitstechniken, Autoklavieren, Inkubation, Animpftechniken, Ausstrichverfahren, Verfahren zur Identifizierung von Mikroorganismen, Keimzahlbestimmungen etc.</li> <li>- arbeiten im Team</li> <li>- Präsentationstechniken einsetzen</li> <li>- recherchieren</li> <li>- protokollieren</li> </ul>
<p><b>Bedeutung der Mikroorganismen für die Biotechnologie</b></p>	<p>Stoffwechsel – Herstellung von Essigsäure, Gärung etc.</p>

## **4 Themenfelder, Kompetenzerwerb und Inhalte in der Qualifikationsphase**

### **4.1 Übersicht über die Themenfelder**

#### **Jahrgangsstufe 12**

<b>Themenfeld 3</b> <b>Relevante Stoffwechselfvorgänge in der Biotechnologie</b>	<b>Q1</b>
<b>Themenfeld 4</b> <b>Grundlagen der Genetik</b>	<b>Q2</b>

#### **Jahrgangsstufe 13**

<b>Themenfeld 5</b> <b>Genetische Methoden und Anwendungen – Reproduktionstechnologie</b>	<b>Q3</b>
<b>Themenfeld 6</b> <b>Biotechnische Produktion</b>	<b>Q4</b>

## 4.2 Kompetenzerwerb und Inhalte der Themenfelder

### 4.2.1 Jahrgangsstufe 12 – Q1 und Q2

#### Themenfeld 3

#### Relevante Stoffwechselfvorgänge in der Biotechnologie

#### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben den Aufbau und die Funktion von Enzymen,
- leiten Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion von Enzymen her,
- erläutern die Relevanz von Enzymen für stoffwechselphysiologische Umsetzungen,
- analysieren die katabolen und anabolen Prozessschritte der wichtigsten Nährstoffe,
- erklären die Bedeutung der Hormone für die zelluläre Kommunikation.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Aufbau, Funktion und Systematik von Enzymen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen enzymatischer Reaktionen</li> <li>- Enzymklassen</li> <li>- Spezifität</li> <li>- Reaktionskinetik</li> <li>- Enzymhemmung</li> <li>- Coenzyme, Cosubstrate, Vitamine</li> <li>- Regulationsprinzipien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten im Team</li> <li>- Präsentationstechniken einsetzen</li> <li>- recherchieren</li> <li>- biochemische Experimente durchführen und protokollieren</li> <li>- Simulationsexperimente durchführen</li> <li>- arbeiten mit Modellen, Modellkritik formulieren</li> <li>- Bezüge zu exemplarischen biotechnologischen Anwendungen herstellen</li> </ul>
<p><b>Enzymatisch katalysierter Stoffwechsel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biotechnologisch relevante Wege des Kohlenhydratstoffwechsels</li> <li>- Eiweiß: Aufbau und Stoffwechsel</li> <li>- Fett: Aufbau und Stoffwechsel</li> <li>- hormonelle Steuerung</li> </ul>	<p>In Abgrenzung zu Q2 erfolgt zu diesem Zeitpunkt die Erarbeitung überblicksweise an der hormonellen Steuerung des menschlichen Körpers.</p>

## Themenfeld 4

### Grundlagen der Genetik

#### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben molekulare Grundlagen der Vererbung,
- beurteilen relevante genetische Vorgänge für den Einsatz in der Biotechnologie,
- analysieren Aspekte der Cytogenetik in der Humanbiologie,
- wenden die Sicherheitsbestimmungen des S1-Labors an und führen grundlegende gentechnische Versuche durch.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Molekulare Genetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DNA: Trägerin der Erbinformation</li> <li>- chemischer Aufbau der DNA</li> <li>- Raumstruktur der DNA</li> <li>- Analysemethoden der DNA</li> <li>- Besonderheiten der RNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- molekularbiologische Experimente nach vorgegebener Rezeptur selbstständig durchführen</li> <li>- englische Fachtexte bearbeiten</li> <li>- DNA aus Eukaryoten isolieren und darstellen</li> <li>- übergreifend zu 13/1</li> </ul>
<p><b>Aufbau und Funktion von Chromosomen</b></p> <p>Replikation von DNA-Molekülen:                      Mechanismen bei Pro- und Eukaryoten</p> <p>Genexpression:                      - Definition des Genbegriffs                      - Transkription, Translation – genetischer Code                      - Regulationsmechanismen                      - Signaltransduktion                      - Vergleich der Genexpression bei Pro- und Eukaryoten                      - Bedeutung der Genregulation für die Biotechnologie</p> <p>Mutationen:                      - Mutationsformen, Wirkung von Mutagenen, Reparaturmechanismen                      - Humangenetik                      - Stammbaumanalysen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gelelektrophoresen durchführen und das Ergebnis interpretieren</li> <li>- Fallstudien auswerten</li> <li>- recherchieren</li> <li>- Auswertungen von Karyogrammen</li> <li>- Präsentationstechniken beherrschen</li> <li>- arbeiten im Team</li> <li>- arbeiten mit Modellen und Modellkritik formulieren</li> <li>- ethische, rechtliche und gesellschaftliche Probleme diskutieren</li> </ul>

**Vernetzung** mit Physik, Chemie, Volks- und Betriebswirtschaftslehre

## 4.2.2 Jahrgangsstufe 13 – Q3 und Q4

### Themenfeld 5

#### Genetische Methoden und Anwendungen – Reproduktionstechnologie

##### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden Sicherheitsbestimmungen des S1-Labors an,
- stellen wesentliche Methoden zur Isolierung, Veränderung und Übertragung von Erbmaterial dar,
- wenden grundlegende gentechnische Methoden an,
- analysieren Gensequenzen mithilfe von Gendatenbanken,
- erläutern verschiedene Reproduktionstechniken einschließlich möglicher Risiken,
- beurteilen verschiedene gentechnische Anwendungen und Reproduktionstechniken auch im Hinblick auf ethische Aspekte.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlegende Methoden der Gentechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DNA-Präparation und -Typisierung</li> <li>- PCR oder DNA-Fingerprinting</li> <li>- Hybridisierung, Blotting, Gelelektrophorese</li> <li>- Transformation und Klonierung von Pro- und Eukaryoten</li> <li>- gentechnische Herstellung von Proteinen</li> <li>- Gensuche, cDNA, Datenbanken, Immunoscreening</li> <li>- Geneditierung durch CRISPR/Cas</li> </ul> <p><b>Nutzung der Gentechnik in der Medizin, Landwirtschaft und Lebensmittelherstellung</b></p> <p><b>Chancen und Risiken der Gentechnik</b></p> <p><b>Reproduktionsverfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ICSI (Intrazytoplasmatische Spermieninjektion)</li> <li>- PID (Präimplantationsdiagnostik)</li> <li>- IVF (In-vitro Fertilisation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- molekularbiologische Experimente nach Anleitung selbstständig durchführen</li> <li>- PCR-Versuche durchführen</li> <li>- englische Fachtexte bearbeiten</li> <li>- Fallstudien auswerten</li> <li>- arbeiten mit Gendatenbanken</li> <li>- übergreifend zu 13/2</li> <li>- Präsentationstechniken beherrschen</li> <li>- arbeiten im Team</li> <li>- arbeiten mit Modellen und Modellkritik formulieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ethische, rechtliche und gesellschaftliche Probleme diskutieren</li> </ul>

## Themenfeld 6

### Biotechnische Produktion

#### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären die Arbeitsweise mit Bioreaktoren,
- planen, analysieren und dokumentieren Prozesse in Bioreaktoren,
- handhaben biotechnologische Prozesse und erläutern biotechnologische Anwendungen,
- beurteilen Risiken und Nutzen bei Impfverfahren.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen der Fermentation – Aufbau und Funktionsweise eines Fermenters</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentertypen – allgemeine Prozessanalyse</li> <li>- Regelparameter</li> <li>- Teilautomatisierung über ein Prozessleitsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgaben des Fermenters erklären</li> <li>- beschreiben von Prozessparametern, die kontrolliert werden müssen</li> <li>- mögliche wechselseitige Beeinflussungen zwischen Regelparametern ableiten</li> </ul>
<p><b>Verfahrensablauf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Animpfung, ggf. Immobilisierung</li> <li>- Wachstumskontrolle</li> <li>- Produktgewinnung, Produktreinigung</li> <li>- Sterilisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gute Laborpraxis anwenden</li> <li>- Mikroskopieren</li> <li>- Fermentation vorbereiten, durchführen und protokollieren</li> <li>- Simulationsexperimente durchführen</li> <li>- arbeiten mit Modellen, Modellkritik formulieren</li> <li>- arbeiten im Team</li> </ul>
<p><b>Fermentationsprozesse und deren Optimierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kontinuierliche und diskontinuierliche Prozessführung</li> <li>- Produktausbeute</li> <li>- Produktqualität</li> </ul>	<p>Prozessoptimierung und deren Relevanz für die industrielle, biotechnische Produktion ableiten</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Immunologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Immunantwort</li> <li>- spezifische und unspezifische Immunantwort</li> <li>- passive und aktive Immunisierung</li> <li>- biotechnische Anwendungen: Monoklonale Antikörper, ELISA (Enzyme-linked Immunosorbent Assay)</li> <li>- Monoklonale Antikörper</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- recherchieren</li> <li>- Präsentationstechniken einsetzen</li> <li>- Betriebsbesichtigung</li> </ul>

**Vernetzung** mit Physik, Chemie, Lebensmitteltechnik und Wirtschaft

