

# Rahmenlehrplan Biologie

## BILDUNGSPLAN WIRTSCHAFTSGYMNASIUM



Freie und Hansestadt Hamburg  
Behörde für Bildung und Sport

Dieser Rahmenlehrplan ist Teil des Bildungsplans für das Wirtschaftsgymnasium.

Die Behörde für Bildung und Sport hat mit Beschluss der Deputation vom 09.06.2004 die Erprobung des Bildungsplans beschlossen.

Er ist erstmals verbindlich für den Unterricht der Schülerinnen und Schüler, die zum 01.08.2004 in die Vorstufe bzw. in das 1. Halbjahr der Studienstufe eintreten. Der Unterricht der Schülerinnen und Schüler, die zum 01.08.2004 in das 3. Halbjahr der Studienstufe eintreten, basiert ein weiteres Schuljahr auf den bis zum 01.08.2004 gültigen Plänen. Für das Abitur ab 2006 ist der am 09.06.2004 beschlossene Bildungsplan die Grundlage für die Aufgabenstellungen.

Der Bildungsplan besteht aus einem Teil A, dem „Bildungs- und Erziehungsauftrag“ für das neunstufige Gymnasium, und einem Teil B, den Rahmenlehrplänen der Fächer (§ 4 HmbSG).

## Impressum

### **Herausgeber:**

Freie und Hansestadt Hamburg  
Behörde für Bildung und Sport  
Amt für Bildung  
- Referat Berufliche Schulen -  
Hamburger Straße 131, 22083 Hamburg

Alle Rechte vorbehalten

**Referat:** Grundsatz- und Strukturangelegenheiten  
Michael Schopf (B 42-2)

**Geschäftsführung:** Anne Meyer  
Andreas Grell (B 42-72)

### **Referat Mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Unterricht**

**Referatsleitung:** Werner Renz  
**Fachreferent:** Herbert Hollmann

**Redaktion:** Herbert Jelinek (Redakteur)  
Wilhelm Flade-Krabbe  
Irene Wiechmann  
Thomas Hagemann (zeitweise)

**Internet:** [www.bildungsplaene.bbs.hamburg.de](http://www.bildungsplaene.bbs.hamburg.de) oder [www.wibes.de](http://www.wibes.de)

**Hamburg 2004**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Ziele</b> .....	4
1.1 Biologische Phänomene .....	5
1.2 Biologische Prozesse in Natur und Umwelt sowie in Alltag und Technik.....	5
1.3 Biologie als Fachwissenschaft .....	5
1.4 Biologische Individualität.....	6
1.5 Biologische Erkenntnisse und Entwicklungen.....	7
1.6 Biologie in der Berufswelt .....	7
<b>2 Didaktische Grundsätze</b> .....	8
<b>3 Inhalte</b> .....	10
3.1 Basiskonzepte.....	10
3.2 Themenbereiche .....	11
3.3 Reflexion des Menschenbildes .....	11
3.4 Grund- und Leistungskurse.....	11
3.5 Themenbereiche der Vorstufe.....	13
3.6 Themenbereiche der Studienstufe .....	14
<b>4 Anforderungen und Beurteilungskriterien</b> .....	22
4.1 Anforderungen .....	22
Allgemeine Anforderungen .....	22
Anforderungen am Ende der Vorstufe .....	24
Anforderungen am Ende der Studienstufe.....	25
4.2 Beurteilungskriterien .....	30

# 1 Ziele

Der Biologieunterricht auf der Sekundarstufe II bereitet einerseits allgemein und fachspezifisch auf ein Studium vor (Studierfähigkeit); er behandelt andererseits gesellschaftsrelevante Bezüge der Biologie und befähigt Schülerinnen und Schüler, sachgemäße Entscheidungen zu treffen, die nur auf der Basis von biologischen Einsichten getroffen werden können.

Die Ziele des Biologieunterrichts auf der gymnasialen Oberstufe schließen an die Zielsetzungen der Sekundarstufe I an und erweitern sie hinsichtlich des Anspruchs an die Schülerinnen und Schüler, sich mit den untersuchten Phänomenen, mit experimentell erschlossenen Sachverhalten, mit fachspezifischen sowie fachübergreifenden und fächerverbindenden Themen sowie mit Modellen und Theorien intensiver und selbständiger auseinander zu setzen. Dabei spielt die Entwicklung der Lesekompetenz und einer angemessenen allgemein sprachlichen und fachsprachlichen Ausdrucksfähigkeit eine ebenso bedeutende Rolle wie die abstrahierende und gegebenenfalls mathematisierende Ableitung von Regeln, Gesetzen und Modellen.

Aufgabe des Biologieunterrichts ist es, Schülerinnen und Schülern biologische Zusammenhänge zu erschließen, zu einem naturwissenschaftlich fundierten Weltverständnis beizutragen und sie zu befähigen, sich an der Gestaltung nachhaltiger und gesundheitsförderlicher Entwicklungsprozesse zu beteiligen.

Somit trägt der Biologieunterricht zu einem tiefer gehenden fachspezifischen sowie fachübergreifenden und fächerverbindenden Wissen bei, das den Schülerinnen und Schülern hilft, gegenwärtig und künftig Zusammenhänge zu verstehen, sich einen eigenen Standpunkt zu erarbeiten und sachgerechte Entscheidungen verantwortungsbewusst zu treffen.

Ziele und Inhalte des Biologieunterrichts in den Grund- und Leistungskursen der Studienstufe sind nicht grundsätzlich unterschiedlich. Sie tragen, bezogen auf die gemeinsamen Bildungsziele, in jeweils spezifischer Weise zur Vermittlung der allgemeinen Studierfähigkeit bei.

Grundkurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer grundlegenden wissenschaftspropädeutischen Ausbildung und sollen

- in grundlegende Sachverhalte, Strukturen und Problemkomplexe der Biologie einführen
- wesentliche Arbeitsmethoden der Biologie vermitteln, bewusst und erfahrbar machen
- Zusammenhänge innerhalb der Biologie sowie zwischen Biologie und anderen Fächern in exemplarischer Form erkennbar werden lassen
- der breiten Orientierung in allen u.g. Themenbereichen (vgl. 3.5 und 3.6) der Biologie und dem Erwerb grundlegender naturwissenschaftlicher und biologischer Arbeitsmethoden dienen.

Leistungskurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Ausbildung, die exemplarisch vertieft wird und gerichtet ist auf eine

- systematische Befassung mit wesentlichen, die Komplexität und den Aspektreichtum der Biologie verdeutlichenden Inhalten, Theorien und Modellen
- vertiefte Beherrschung der biologischen Arbeitsmethoden, ihre selbständige Anwendung und theoretische Reflexion
- reflektierte Standortbestimmung im Rahmen einer breit angelegten Allgemeinbildung und im fachübergreifenden sowie im fächerverbindenden Zusammenhang.

Die Ziele des Biologieunterrichts in der gymnasialen Oberstufe lassen sich unter folgenden Gesichtspunkten zusammenfassen:

## Bezüge

## Anschluss an die Sekundarstufe I

## Gestaltungskompetenz

## Fachspezifisch / fachübergreifend und fächerverbindend

## Grund- und Leistungskurs

## 1.1 Biologische Phänomene

### Forschen und experimentieren

Die Vielzahl biologischer Phänomene muss den Schülerinnen und Schülern in geeigneten Lernsituationen erfahrbar gemacht werden. Auch in der gymnasialen Oberstufe ist eine solche Vorgehensweise notwendig, damit dadurch der emotionale Bezug zur Natur und die Motivation für eine forschende Auseinandersetzung mit biologischen Phänomenen ermöglicht wird.

Ziel des Biologieunterrichts ist es,

- Erfahrungen in Natur und Umwelt zu organisieren
- den Blick für Phänomene aus Natur und Umwelt zu schärfen
- Formen zu erfassen und zu vergleichen
- zur Untersuchung biologischer Systeme anzuregen
- Daten qualitativ und quantitativ zu erheben
- biologische Sachverhalte experimentell zu erfassen
- zur Teilnahme an Wettbewerben anzuregen.

## 1.2 Biologische Prozesse in Natur und Umwelt sowie in Alltag und Technik

### Erfahrungen und Anwendungen

Aus der Betrachtung der Beziehungen von Lebewesen untereinander und zur jeweiligen unbelebten Umwelt wird deutlich, dass auch der Mensch Teil der Biosphäre ist und seine Existenz auf der Existenz anderer Lebewesen und der unbelebten Natur aufbaut.

Aus biologischen Erkenntnissen abgeleitete technische Anwendungen sind Bestandteil des täglichen Lebens. Dies führt zu Daseinserleichterungen auf der einen und zu vielfältigen Gefährdungen der Biosphäre auf der anderen Seite. Vor- und Nachteile des wissenschaftlich-technologischen Fortschritts sollen erkannt und kritisch gegeneinander abgewogen werden. Um zu einem eigenen Standpunkt zu finden, ist bei vielen Fragen sowohl die Kenntnis der biologischen Zusammenhänge von Bedeutung als auch das Wissen um die ökologischen, ökonomischen, sozialen und globalen Auswirkungen.

Ziel des Biologieunterrichts ist es,

- die Abhängigkeit des Menschen von den natürlichen Lebensgrundlagen begreiflich zu machen
- nachhaltige Entwicklung als Voraussetzung für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen bewusst werden zu lassen
- exemplarisch vertiefte Kenntnisse über die biologischen Hintergründe unseres technisierten Alltags zu erwerben
- biologische Kenntnisse und biotechnische Verfahren zur Bewältigung von Alltagssituationen zu nutzen
- die Fähigkeit und die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler zu fördern, sich und ihre Umwelt vor Gefahren zu schützen und diesen vorzubeugen.

## 1.3 Biologie als Fachwissenschaft

### Fachwissen und Methoden

Im Biologieunterricht ordnen die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen und erweitern es inhaltlich und methodisch unter fachlichen und fachübergreifenden Gesichtspunkten kontinuierlich. Zum biologischen Grundwissen gehört dabei neben der Kenntnis von Phänomenen und Zusammenhängen der Einblick in fachwissenschaftliche Methoden der Erkenntnisgewinnung. Das Vertrautwerden mit der biologischen Betrachtungsweise erfolgt im Wechselspiel von Beobachtung, experimentellen Herangehensweisen und gedanklicher Verarbeitung sowie von Theoriebildung. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Systematisierung, der Mathematisierung und der Modellbildung zu.

Im Biologieunterricht entwickeln die Schülerinnen und Schüler zunehmend Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit im Umgang mit wissenschaftlichen Fragestellungen, Kategorien und Methoden.

### **Wissenschaftspropädeutik**

Ziel des Biologieunterrichts ist es, Schülerinnen und Schüler beim Erwerb von Fachwissen zu unterstützen und ihnen dabei zu helfen,

- Erscheinungsformen des Lebens einzuordnen
- Bau und Funktion biologischer Systeme zu kennen und zu verstehen
- Konstanz und Veränderung von Lebewesen zu begreifen
- angeborene und erlernte Verhaltensweisen zu unterscheiden
- sich der Geschichtlichkeit des Lebendigen und der menschlichen Existenz bewusst zu werden.

Ziel des Biologieunterrichts ist es weiterhin, Schülerinnen und Schüler dabei zu unterstützen, sich spezifische Methoden der Biologie zu erarbeiten, unter anderem

- ausgehend von Beobachtungen Phänomene darzustellen
- Phänomene durch biologische Versuche zu hinterfragen
- Phänomene mit Hilfe biologischer Fachbegriffe zu beschreiben
- Hypothesen zu bilden und diese mit Hilfe von Experimenten zu überprüfen
- biologische Zusammenhänge qualitativ und quantitativ zu beschreiben, in Messreihen aufzunehmen und in Grafiken bzw. mathematischen Abhängigkeiten darzustellen
- Modellvorstellungen für biologische Strukturen und Funktionen zu entwickeln
- den Computer zur Auswertung von Messreihen, zur Simulation biologischer Abläufe und zur Präsentation von Ergebnissen zu verwenden
- Sachverhalte und Ergebnisse unter fachübergreifenden und fächerverbindenden Aspekten zu betrachten
- Ergebnisse zu diskutieren, zu dokumentieren und zu veröffentlichen.

## **1.4 Biologische Individualität**

Der Biologieunterricht eröffnet spezifische Zugänge zu Menschenbildern, die die biologische Natur des Menschen berücksichtigen. Dazu gehören auch ethnische, soziale und kulturelle Gesichtspunkte. Die Auseinandersetzung mit Ergebnissen und Gegenständen biologischer Forschung wirft Fragen auf bezüglich grundlegender menschlicher Daseinserfahrungen wie Geburt, Reifung, Tod, Bewusstsein, Emotionalität, Geschlechtlichkeit und Individualität. Durch die Auseinandersetzung mit entsprechenden Themen fördert der Biologieunterricht die Persönlichkeitsentwicklung junger Erwachsener. Die Auswahl von Inhalten und Methoden orientiert sich an individuellen Interessen, Fähigkeiten und Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler.

### **Selbsterkenntnis und Entfaltung**

Ziel des Biologieunterrichts ist es, Schülerinnen und Schüler in ihrer Persönlichkeitsentwicklung zu stärken, indem er

- die Selbstwahrnehmung anregt und hinterfragt
- die Entdeckung und Entfaltung der individuellen Fähigkeiten fördert
- hilft, ein Selbstverständnis zu entwickeln, das die Auseinandersetzung mit der biologischen Natur des Menschen einschließt
- die Kritik-, Konflikt- und Urteilsfähigkeit, die Kooperations- und Kommunikationsbereitschaft sowie die individuellen Ausdrucksmöglichkeiten entwickelt.

## 1.5 Biologische Erkenntnisse und Entwicklungen

### Folgenabschätzung und Verantwortung

Die Wechselwirkungen zwischen biologischen Erkenntnissen und gesellschaftlichen Zusammenhängen sind vielseitig und vielschichtig. Die Bestrebungen der Menschen, die vielfältigen Grundbedürfnisse unter Meisterung der natürlichen Umwelt zu befriedigen und untereinander auszugleichen, haben die menschliche Existenz maßgeblich beeinflusst und dazu beigetragen, das Weltbild des Menschen zu prägen. Heute gefährden Bevölkerungswachstum, Ressourcenverbrauch und Umweltverschmutzung die Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen. Eine zukunftsfähige Entwicklung muss sich am Leitbild der Nachhaltigkeit orientieren.

Die Erkenntnisfortschritte in den Biowissenschaften und in der Medizin sowie die dadurch entstandenen Möglichkeiten technischer Anwendungen erfordern eine Diskussion der wissenschaftlichen Verantwortlichkeit bzw. der Maßstäbe für die Bewertung und für die Nutzung der neuen Technologien. Die Auseinandersetzung mit ethischen Fragestellungen ist im Biologieunterricht unabdingbar.

Ziel des Biologieunterrichts ist es,

- die biologischen Grundlagen menschlicher Existenz zu erarbeiten
- die Bedeutung lebender Systeme und ihres Zusammenspiels für gegenwärtige und zukünftige Lebenssituationen bewusst zu machen
- Ergebnisse und Erkenntnisse biologischer Forschung sachkundig, kritisch und unter ethischen Aspekten zu hinterfragen bzw. hinsichtlich ihrer Folgen zu bewerten
- Elemente einer nachhaltigen Entwicklung (zukunftsfähige wirtschaftlich-gesellschaftliche Entwicklung) zu erörtern
- die Einsicht in die Notwendigkeit einer verantwortungsvollen Gestaltung der Umwelt, die von einer nachhaltigen Entwicklung getragen wird, zu ermöglichen
- Perspektiven verantwortlichen Handelns zu entwickeln.

## 1.6 Biologie in der Berufswelt

### Berufsorientierung und Lebensplanung

Ergebnisse biologischer Forschung werden zunehmend in individuellen und gesellschaftlichen Bereichen menschlichen Lebens genutzt. Dazu gehören Medizin, Reproduktionsbiologie, Biotechnik, Gentechnik, Pharmazie und Biochemie ebenso wie Land- und Forstwirtschaft, Landschaftsplanung, Naturschutz oder auch Tourismus, Freizeit und Öffentlichkeitsarbeit.

Ziel des Biologieunterrichts ist es,

- Aspekte der Berufs- und Arbeitswelt zu thematisieren
- durch Exkursionen, Betriebsbesichtigungen und Expertenbesuche Realbegegnungen mit Menschen in biologischen Berufsfeldern zu organisieren
- eine berufliche Orientierung zu ermöglichen und Fähigkeiten zur Planung des weiteren Lebensweges zu entwickeln
- die Anforderungen eines Studiums der Biologie und die beruflichen Möglichkeiten nach Abschluss des Studiums sowie andere Ausbildungsgänge und Berufe im Umfeld der Biologie zu verdeutlichen.

## 2 Didaktische Grundsätze

Der Biologieunterricht bezieht die vielfältigen Lebens- und Erfahrungswelten der Schülerinnen und Schüler für die Auswahl und Gestaltung des Unterrichts ein. Er berücksichtigt die unterschiedlichen Zugangs- und Betrachtungsweisen junger Frauen und Männer und Aspekte der unterschiedlichen ethnischen, kulturellen und sozialen Herkunft. Der Biologieunterricht unterstützt die Aufmerksamkeit und Offenheit für diese Unterschiede und die Bereitschaft und Fähigkeit zum Wechsel der Perspektive. Dadurch und durch Unterrichtsthemen und -inhalte aus der kulturellen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Tradition und Gegenwart der Menschheit, die die aktuellen Lebens- und Erfahrungswelten der Schülerinnen und Schüler deutlich überschreiten, führt er zur reflektierten Auseinandersetzung mit den eigenen Sichtweisen.

**Pluralität der Lebens- und Erfahrungswelten**

Im Biologieunterricht wird die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler gefördert, Informationsgehalt, Intention und Argumentationsstruktur anspruchsvoller Texte zu erschließen und sie zeitökonomisch zu bearbeiten. Neben Texten in deutscher Sprache werden in angemessener Weise auch Texte in englischer Sprache eingesetzt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten immer wieder Gelegenheit, komplexe Zusammenhänge mündlich und schriftlich in unterschiedlichen Textsorten darzustellen. Der Biologieunterricht fördert die Fähigkeit zum Einsatz und zur Interpretation formalsprachlicher Mittel, Statistiken und mathematischer Modellierungen der fachlichen Inhalte und Theorien.

**Ausbau grundlegender Fähigkeiten und Fertigkeiten**

Die in der Sekundarstufe I erworbenen Lern- und Arbeitstechniken werden im Biologieunterricht aufgenommen, variiert, vertieft und mit den fachspezifischen Methoden in Zusammenhang gebracht. Der Erwerb und die Pflege der Lern- und Arbeitstechniken wird mit den Kursen der anderen Fächer abgesprochen und koordiniert.

**Lern- und Arbeitstechniken**

Der Biologieunterricht bietet eine breite Palette unterschiedlicher Arbeitsformen. Da Experimente eine zentrale Bedeutung haben, steht die praktische Tätigkeit von vornherein im Mittelpunkt. Zweifellos haben entsprechende Arbeitsformen einen großen Stellenwert bei der Entwicklung der Eigenverantwortlichkeit der Schülerinnen und Schüler. Für Facharbeiten können die dabei gewonnenen Kompetenzen gut genutzt werden. Durch das gemeinsame Arbeiten in kleinen Gruppen wird eine Teamfähigkeit erworben, die in vielen Lebensbereichen nützlich ist.

**Sozial- und Arbeitsformen**

Kooperatives Arbeiten, angefangen von der Arbeitsplanung bis hin zur Präsentation der Ergebnisse, versetzt die Schülerinnen und Schüler in die Lage, eigene experimentelle Zugänge zu entwickeln sowie eigene Vorstellungen und Ideen zu Problemlösungen in der Diskussion mit anderen zu überprüfen und zu modifizieren sowie im Team zu gemeinsam erarbeiteten Ergebnissen zu kommen.

Im Biologieunterricht werden elektronische Informations- und Kommunikationstechniken für den eigenen Lernprozess, zur Recherche, zur Kommunikation mit außerschulischen Partnern und zur Gestaltung und Präsentation von Arbeitsprodukten genutzt.

**Lernen mit neuen Medien**

Der Biologieunterricht schafft Gelegenheiten, an selbst entwickelten Forschungsfragen zu arbeiten, die unterschiedliche Zugriffe, Lösungen und Gestaltungsmittel erlauben. Dazu gehören insbesondere selbstständig durchgeführte Recherchen, empirische Untersuchungen und Experimente sowie Dokumentationen und Präsentationen.

**Forschendes Lernen**

Der Biologieunterricht regt Schülerinnen und Schüler an, sich an Ausschreibungen und Wettbewerben zu beteiligen (z.B. Jugend forscht, Bundesumweltwettbewerb).

<b>Heterogenität der Kenntnisse und Interessen</b>	Im Hinblick auf die vor allem im Bereich der Grundkurse vorhandene Heterogenität der Vorkenntnisse und Interessen stellen Lehrerinnen und Lehrer Aufgaben, die unter Wahrung der fachlichen Anforderungen eine innere Differenzierung ermöglichen und zwar hinsichtlich der unterschiedlichen Vorkenntnisse, der Bezüge zu anderen Fächern, der Bearbeitungsweisen und Präsentationsformen.
<b>Fachunterricht, fachübergreifender und fächerverbindender Unterricht</b>	Der Biologieunterricht umfasst fachspezifische, fachübergreifende und fächerverbindende Elemente. Fachübergreifende Elemente sind bereits aus fachwissenschaftlicher Sicht wesentliche Bestandteile des Biologieunterrichts. Ohne sie ist eine Analyse komplexer biologischer Sachverhalte nicht möglich. Interpretationen auf molekularer Ebene verlangen z.B. das Einbeziehen physikalischer und chemischer Grundlagen; ökologische bzw. populationsdynamische Fragestellungen sind mit Bereichen der Geografie und Mathematik verflochten. Da es auch Aufgabe des Biologieunterrichts ist, zur Übernahme von Verantwortung für sich selbst, für die Mitmenschen und für die Natur zu erziehen, finden sich Bezüge zu Philosophie, Religion, Werte und Normen, Politik, Geschichte und Technik. Hier bietet sich die Kooperation mit den entsprechenden Fächern an.
<b>Lernen im Kontext</b>	Die Lehrerinnen und Lehrer stellen die Unterrichtsinhalte in einen übergeordneten Kontext, der Bezüge zu unterschiedliche innerfachlichen oder anderen Fachgebieten, zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler oder zu aktuellen Fragen und Entwicklungen der Naturwissenschaften bietet.

## 3 Inhalte

Die den Biologieunterricht kennzeichnenden Inhalte können aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden: Basiskonzepte (3.1), Themenbereiche (3.2), Reflexion des Menschenbildes (3.3).

### 3.1 Basiskonzepte

Der Vielfalt biologischer Phänomene und Sachverhalte lassen sich Prinzipien zugrunde legen, die sich als Basiskonzepte beschreiben lassen. Sie ermöglichen zu den Themenbereichen Zugänge und Strukturierungen, die den Schülerinnen und Schülern helfen, die Inhalte der Biologie zu erfassen und einzuordnen. Beispiele zu den Basiskonzepten illustrieren ihre Bedeutung auf unterschiedlichen Organisationsebenen. Die folgenden Basiskonzepte gehören zu den verbindlichen Inhalten des Biologieunterrichts.

- **Kompartimentierung**

Lebende Systeme zeigen abgegrenzte Reaktionsräume.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Zellorganellen, der Organe und der Biosphäre.

- **Struktur und Funktion**

Lebewesen und Lebensvorgänge sind an Strukturen gebunden; es gibt einen Zusammenhang von Struktur und Funktion.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Enzyme, der Organe und der Ökosysteme.

- **Steuerung und Regelung**

Lebende Systeme halten bestimmte Zustände durch Regulation aufrecht und reagieren auf Veränderungen.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Proteinbiosynthese, der hormonellen Regulation und der Populationsentwicklung.

- **Information und Kommunikation**

Lebewesen nehmen Informationen auf, speichern und verarbeiten sie und kommunizieren.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Erregungsleitung, des Lernens und des Territorialverhaltens.

- **Stoff- und Energieumwandlung**

Lebewesen sind offene Systeme; sie sind gebunden an Stoff- und Energieumwandlungen.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Fotosynthese, der Ernährung und des Kohlenstoffkreislaufs.

- **Reproduktion**

Lebewesen sind fähig zur Reproduktion; damit verbunden ist die Weitergabe von Erbinformationen.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Viren, der Mitose und der geschlechtlichen Fortpflanzung.

- **Variabilität und Anpasstheit**

Lebewesen sind bezüglich Bau und Funktion an ihre Umwelt angepasst. Anpasstheit wird durch Variabilität ermöglicht. Grundlage der Variabilität bei Lebewesen sind Mutation, Rekombination und Modifikation.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Sichelzellanämie, der ökologischen Nische und der Artbildung.

- **Geschichte und Verwandtschaft**

Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen sind das Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse.

Dieses Basiskonzept hilft z. B. beim Verständnis der Entstehung des Lebens, der Homologie von Organen und der Herkunft des Menschen.

### 3.2 Themenbereiche

Die Vielfalt biologischer Phänomene und Sachverhalte ist in Themenbereiche untergliedert, die jeweils den Unterricht eines Halbjahres umfassen. Sie stehen im Kontext fachlicher und gesellschaftlicher Sichtweisen.

#### Verbindliche Inhalte

Der Unterricht orientiert sich an verbindlichen Inhalten, die je nach Schülerinteresse oder aktueller Bedeutung durch Wahlinhalte schwerpunktartig ergänzt oder vertieft werden können. Für die verbindlichen Inhalte der Themenbereiche ist jeweils eine Unterrichtszeit von etwa zwei Dritteln eines Halbjahres vorgesehen.

#### Schülerexperimente, projektorientiertes sowie fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten

Bei der Erarbeitung der verbindlichen Inhalte stehen Schülerexperimente sowie projektorientiertes sowie fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten im Vordergrund. Dazu werden unter „Hinweise und Erläuterungen“ unverbindliche Beispiele gegeben.

#### Wahlinhalte

Die im Anschluss an die verbindlichen Inhalte aufgeführten Wahlinhalte sind fakultativ und verstehen sich als Anregungen und Beispiele; sie können auch durch andere Wahlinhalte ersetzt werden. Wahlinhalte eignen sich auch zur Erarbeitung in Schülerreferaten und projektorientierten Phasen des Unterrichts.

#### Aufgabengebiete

Bei der Erarbeitung der Themenbereiche wird den Anliegen der Aufgabengebiete Rechnung getragen, indem verbindliche Inhalte des Faches gelegentlich mit dem Bildungs- und Erziehungsauftrag einzelner Aufgabengebiete verknüpft werden.

### 3.3 Reflexion des Menschenbildes

Auf der Grundlage der oben genannten Themenbereiche beschäftigen sich Schülerinnen und Schüler mit Fragen, die das Selbstverständnis des Menschen betreffen, z.B.:

- Was macht den Menschen aus?
- In wie weit ist ein Mensch vorherbestimmt?
- Was ist Gesundheit?
- Wie verändert der Mensch die Welt?
- Darf der Mensch die Welt verändern?

Bei der Reflexion der Schülerinnen und Schüler über sich selbst, über ihre Stellung im biologischen System und über ihre Beziehung zur Umwelt betrachten sie Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven, um Aussagen sachgerecht auf Grundlage der erworbenen Kenntnisse bewerten zu können. Die erworbenen Kenntnisse ermöglichen es ihnen, sachgerecht und kritisch zu argumentieren und zu werten.

### 3.4 Grund- und Leistungskurse

Die verbindlichen Inhalte (vgl. 3.5 und 3.6) gelten gleichermaßen für Grundkurse und Leistungskurse. Dabei unterscheiden sich Leistungskurs und Grundkurs u.a. in der Differenzierung und Detaillierung einzelner Inhalte (z.B. bei Themen wie Anpassungen, Umweltbelastungen oder Strukturen von Ökosystemen), in Umfang und Komplexität der Beispiele (z.B. bei Themen wie Mutation, Dokumente der Stammesgeschichte, Datierungsmethoden oder Stoffkreisläufe), im Umfang experimentellen Arbeitens (Schülerpraktika) sowie in der Erarbeitung und Reflexion methodischer Herangehensweisen und praktischer Anwendungen (z.B. bei Themen wie

Gewässeruntersuchungen oder Erhebung und Auswertung von Messergebnissen).

Grund- und Leistungskurse unterscheiden sich außerdem

- in der Komplexität der bearbeiteten Fragestellungen
- in der Eindringtiefe bei fachspezifischen Detailfragen
- in einem deutlich höheren Vernetzungsgrad des erworbenen Wissens
- im Abstraktionsgrad der Modell- und Theoriebildung
- im Umfang der praktischen bzw. experimentellen Bearbeitung naturwissenschaftlicher Phänomene und Sachverhalte
- im Beherrschungsgrad fachwissenschaftlicher Methoden und ihrem Vergleich
- in der Offenheit der Aufgabenstellung
- in der Präsentationsweise von Ergebnissen
- in der Selbständigkeit des Arbeitens.

### 3.5 Ergänzungskurse

Ergänzungskurse im Fach Biologie dienen der Bildung von individuellen Schwerpunkten. Dabei stehen Schülerexperimente, Projekte und fachübergreifende Bezüge im Vordergrund und geben exemplarisch Einblicke in die Arbeit des Leistungskurses, ohne dass Inhalte der Studienstufe vorweggenommen werden. Ziel ist es, Fähigkeiten von Schülerinnen und Schüler anzubahnen und zu fördern, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen, Daten zu erheben und aus Daten Schlussfolgerungen zu ziehen.

Die Themenauswahl berücksichtigt die unterschiedliche Interessens- und Motivationslage der Schülerinnen und Schüler. Themen von Ergänzungskursen können sein: Untersuchung und Bestimmung niederer Tieren, Untersuchung und Bestimmung einer Pflanzengruppe, bodenbiologische Untersuchungen, verhaltensbiologische Beobachtungen, Herstellung und Auswertung mikroskopischer Präparate (evtl. unter Einbeziehung der Mikrofotographie), pflanzensoziologische Untersuchungen naturnaher Biotope, u.a.

### 3.6 Themenbereich der Vorstufe

In der Vorstufe wird unter Berücksichtigung zellbiologischer Grundlagen der Themenbereich „Biotechnologie - Biotechnik“ erarbeitet. Für die genannten verbindlichen Inhalte ist eine Unterrichtszeit von etwa zwei Dritteln des Biologieunterrichts vorgesehen.

#### 11 Biotechnologie – Biotechnik

Mikroorganismen werden gezielt und in großtechnischem Maßstab zur Gewinnung sehr verschiedener Stoffe wie Zucker, Aminosäuren, Antibiotika und Enzymen eingesetzt. Wie der Mensch Mikroorganismen zur Herstellung wertvoller Stoffe verwendet, lässt sich experimentell an geeigneten Beispielen zeigen. Bei der Auseinandersetzung mit dem Themenbereich „Biotechnologie - Biotechnik“ werden die Grundlagen der Zellbiologie erarbeitet. An geeigneten Beispielen sind ferner Perspektiven und Probleme der technischen Nutzung von Mikroorganismen in Bioreaktoren sowie der medizinischen Diagnostik und Therapie herauszuarbeiten.

##### **Verbindliche Inhalte:**

##### **11.1 Der Mensch nutzt Lebewesen: Mikroorganismen als "Synthesefabriken"**

- Nutzen der Mikroorganismen
- Enzyme steuern Stoffwechselfvorgänge
- Biotechnologische Verfahren

##### **11.2 Der Mensch untersucht Lebewesen: Die Erforschung der Zelle und ihrer Funktion**

- Das mikroskopische Bild der Zelle
- Zellen und Zellorganellen
- Die "Datenbank" Zellkern
- Formen der Zellteilung
- Vom Gen zum Enzym

##### **11.3 Der Mensch manipuliert Lebewesen: Biotechnologie zum Wohle des Menschen?**

- Möglichkeiten und Methoden der pränatalen Diagnostik
- Medizinische Therapie durch adulte und embryonale Stammzellen
- Der Schutz der Menschenwürde vor genetischer Manipulation

##### **Hinweise und Erläuterungen:**

##### *Schülerexperimente, z.B.*

- Herstellung von Sauerkraut, Quark, Yoghurt, Käse
- Experimente zur alkoholischen Gärung
- Bierbrauen
- Experimente mit Enzymen
- Experimente zur Osmose
- Isolierung der DNA aus Zellen
- Untersuchungen von Bausteinen der DNA

##### *Projektorientiertes Arbeiten, z.B.*

- Gentechnik und Pflanzenschutz
- Landwirtschaft mit gentechnisch veränderten Pflanzen?
- Endo- und Exotoxine bei Bakterien

##### *Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten, z.B.*

- Analyse biotechnischer Verfahren in der Industrie
- Herausforderungen der Gentechnik für Politik, Wissenschaft und Wirtschaft

##### *Hinweise auf Aufgabengebiete z.B.:*

Gesundheitsförderung 11/13-1: Ernährung und Verbraucherbildung; 11/13-2: Prävention und Gesundheitspolitik

Umwelterziehung 11/13-1: Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung; 11/13-2: Zusammenhang globaler Umweltveränderung

##### **Wahlinhalte**

- Bevölkerungs- und Gesellschaftsentwicklungen
- Die Entschlüsselung des genetischen Codes
- Die Rolle der Biotechnologie in Politik und Wirtschaft
- Gentechnik: Fluch oder Segen?

### 3.7 Themenbereiche der Studienstufe

In der Studienstufe werden im ersten Jahr die Themenbereiche „Molekulargenetik und Gentechnik“ sowie „Ökologie und Nachhaltigkeit“ (ohne Festlegung der Reihenfolge), „Evolution und Zukunftsfragen“ (im 3. Semester) sowie „Stoffwechselphysiologie und Steuerung“ (im 4. Semester) erarbeitet. Für die in diesen Themenbereichen genannten verbindlichen Inhalte ist jeweils eine Unterrichtszeit von etwa zwei Dritteln eines Semesters vorgesehen.

#### 12-1 Molekulargenetik und Gentechnik

Die Genetik als Wissenschaft von der Weitergabe und Veränderung der Erbinformation ist von zentraler Bedeutung für die gesamte Biologie. Molekulargenetik und Gentechnik sind z.Z. diejenigen Bereiche, deren Möglichkeiten und Anwendungen zugleich faszinieren und ängstigen. Mit ihnen verbunden sind einerseits übertrieben anmutende Prognosen des Beginns einer perfekteren Welt sowie tiefgreifende Ängste und Schreckensszenarien; andererseits werden die Ergebnisse molekulargenetischer und gentechnischer Forschungen gegenwärtig bereits in zahlreichen und zukünftig in noch mehr Alltags- und Wirtschaftsbereichen genutzt, z.B. in der Humanmedizin, in der Landwirtschaft, in der Lebensmittelindustrie, in der industriellen Produktion sowie in militärischen Zusammenhängen.

#### Verbindliche Inhalte

##### 1.1 Speicherung und Abruf von Erbinformation

- Bau der DNA und Replikation
- Aufbau des genetischen Codes
- Proteinbiosynthese (Transkription, Translation)
- Umgang mit der Code-Sonne (Kreismodell)
- Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese
- Genregulation der Prokaryonten nach dem Operon-Modell (am Beispiel des lac-Operons)

##### 1.2 Veränderung von Erbinformation

- Genmutationen und ihre Folgen für die Enzymstruktur
- Chromosomenmutationen
- Genommutationen (am Beispiel der Trisomie 21)

##### 1.3 Einbau fremder Gene in Lebewesen

Genübertragung in der Natur

- Aufbau des Virus- und Bakteriengenoms, Plasmide

Genübertragung im Labor

- Einbau von Fremd-DNA durch Plasmide
- Funktion der Restriktionsenzyme und Ligasen
- Viren als Vektoren
- Künstliche Vermehrung der DNA durch PCR

Chancen und Risiken der Genübertragung

##### 1.4 Methoden der Genforschung

- Fingerprint-Methode

#### Hinweise und Erläuterungen

*Schülerexperimente, z.B.*

- Isolierung von DNA aus Zellen
- Nachweisreaktionen der DNA-Bausteine
- VirtualFlyLab – Drosophila-Genetik im Internet
- Gentransfer bei E. coli
- Chromosomenpräparation und Untersuchungen an Zwiebelzellen
- PCR
- Analyse der Basensequenz von DNA-Fragmenten über gelelektrophoretische Trennung

*Projektorientiertes Arbeiten, z.B.:*

- Einfache Genkartierungen mit Hilfe von Bakterienstämmen
- Nachweis von Virusinfektion mit spez. ELISA-Test bei Geranien
- Untersuchungen zur Aufklärung der panaschierten Blätter beim Efeu
- Jurassic-Park. Ist die Wiederauferstehung der Saurier möglich?

Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten, z.B.

Kann Genfood die Ernährungssituation in den Ländern der Dritten Welt verbessern?

Die Bedrohung der Menschheit durch Biowaffen

Ist die Menschenwürde mit den Möglichkeiten der Gentechnik vereinbar?

Keimbahntherapie beim Menschen unter ethischen Gesichtspunkten

*Hinweise auf andere Fächer, z.B.:*

Geographie S-4.1: Güterproduktion und deren Raumwirksamkeit;

	<p><i>Hinweise auf Aufgabengebiete z.B:</i> Gesundheitsförderung 11/13-1: Ernährung und Verbraucherbildung; 11/13-2: Prävention und Gesundheitspolitik</p>
<p><b>1.5 Schülerpraktikum im Leistungskurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Isolierung von DNA aus Zellen</li> <li>○ Nachweis der DNA- Bausteine</li> </ul>	
<p><b><u>Wahlinhalte</u></b></p> <p><b>Klassische Genetik, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Analyse von Erbgängen, Vererbungsregeln</li> <li>○ dominant – rezessiver und intermediärer, autosomaler und gonosomaler Erbgang</li> <li>○ Mendels Kreuzungsversuche</li> <li>○ Rekombination, Genkopplung und Crossing-over</li> <li>○ Drosophila - Praktikum</li> <li>○ Konjugation bei Bakterien</li> <li>○ Transduktion</li> </ul> <p><b>Humangenetik, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Medizinische Fortpflanzungstechniken</li> <li>○ Das Mukoviszidose-Gen</li> <li>○ Das Human-Genom-Project und seine Folgen</li> <li>○ Genetische Beratung: Genomanalyse und Gentherapie</li> </ul> <p><b>Immunologie, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Steuerung der humoralen und zellulären Immunantwort</li> <li>○ Allergien und allergische Reaktionen</li> <li>○ Tumورimmunologie</li> <li>○ Grundlagen der Antigen-Antikörper-Reaktion</li> </ul> <p><b>Moderne Genforschung – Chancen und Risiken, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Methoden der Einschleusung von DNA in Zellen</li> <li>○ Selektion der transformierten Klone</li> <li>○ DNA-Hybridisierungstechnik</li> <li>○ Steuerung der Expression</li> <li>○ Genetisch veränderte Lebewesen</li> <li>○ Gentechnik und Pflanzenschutz</li> <li>○ Screening-Verfahren über Antibiotika-Resistenz</li> </ul>	

**12-2. Ökologie und Nachhaltigkeit**

Die Ökologie beschäftigt sich mit den Beziehungen der Organismen untereinander und zu ihrer unbelebten Umwelt. In ihrem Wirkungsgefüge machen diese Beziehungen den Haushalt der Natur aus. Die Betrachtung dieser Beziehungen verdeutlicht, dass auch der Mensch Teil der Biosphäre ist und sein Dasein auf der Existenz anderer Lebewesen und der unbelebten Natur aufbaut.

Der Biologieunterricht zeigt die Grenzen der Belastbarkeit von abiotischen und biotischen Lebensgrundlagen, die Notwendigkeit des Schutzes von Biotop und Artenvielfalt sowie die Folgen anthropogen beeinflusster Ökosysteme für Gesundheit, Ernährung, nachwachsende Rohstoffe und regenerative Energiegewinnung auf. Nur durch eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen können bestehende Ökosysteme erhalten bleiben.

**Verbindliche Inhalte**

Die erarbeiteten Grundlagen der Ökologie müssen von den Schülerinnen und Schülern auf unterschiedliche Ökosysteme übertragen werden können.

**2.1 System Erde**

Begriffsklärungen

- Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre
- Ökosystem, Biotop und Biozönose
- Produzenten, Konsumenten, Destruenten
- Energiefluss, Stoffkreislauf

**2.2 Einfluss der Umweltfaktoren auf Lebewesen**

- Beispiele zur Abhängigkeit von den und Angepasstheit an die Faktoren Licht und Temperatur
- ökologische Potenz und Toleranzkurve mit Minimum, Maximum, Optimum und Präferendum
- Bergmannsche Regel, Allensche Regel
- ökologische Nische

**2.3 Wechselbeziehungen von Lebewesen**

intraspezifische Wechselwirkungen

- exponentielles und logistisches Wachstum
- Regelung der Populationsdichte - Dichte abhängige und Dichte unabhängige Faktoren
- K- und r-Strategie

interspezifische Wechselwirkungen

- Symbiose und Parasitismus
- Räuber-Beute-Systeme, Volterra-Regeln
- Konkurrenzausschlussprinzip

**2.4 Entwicklung und nachhaltige Nutzung von Ökosystemen**

- Dynamik eines Ökosystems: Sukzession und Klimax, Produktivität und Stabilität, Artenvielfalt
- trophische und energetische Beziehungen: Nahrungskette, Nahrungsnetz, Nahrungspyramide
- Stoffkreislauf am Beispiel des Kohlenstoffs
- Eutrophierung durch Nitrate und Phosphate am Beispiel eines Sees
- chemische und biologische Schädlingsbekämpfung
- Nachhaltige Nutzung im Ökosystem

**Hinweise und Erläuterungen**

*Schülerexperimente, z.B.*

- Licht- und Wärmeexperimente
- Salzgehalt und Salzverträglichkeit
- Temperaturorgel
- Experimente zur Fotosynthese
- Ozonmessungen (bodennahes Ozon)
- Flechten als Indikatoren
- Planktonuntersuchungen mit dem Mikroskop
- Gewässergütebestimmungen
- Versuche zur Kompostierung
- Schülerversuche zum Kohlenstoffkreislauf

*Projektorientiertes Arbeiten, z.B.*

- Boden- und Wasseruntersuchungen
- Vegetationsaufnahmen: Kartierungen
- Faunenzusammensetzungen
- Erhebung von Schadensbildern (Wald)
- Anlegen von Biotopen (z. B. Trockenmauer, Kleingewässer, Wiese)
- Ausgewählte Umweltprobleme in Hamburg
- Stadtökologie

*Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten, z.B.*

- Umweltschutz: Kompostierung
- Müllentsorgung – Müllvermeidung
- „Energieeinsparungen“ (z.B. fifty-fifty)
- Abwasserreinigung
- Renaturierungen auf dem Schulgelände / Entsiegelungsvorhaben
- Energiegewinnung aus Biomasse
- Klimaveränderungen(Treibhauseffekt)
- Computersimulation von Räuber-Beute-Systemen

*Hinweise auf andere Fächer, z.B.:*

Geographie S-1.1: Marine Ökosysteme und zukunftsfähige Fischereiwirtschaft; S-1.2: aride und semiaride Ökosysteme; S-1.3: humide Ökosysteme; S-4.2: Schonung natürlicher Ressourcen

	<p><i>Hinweise auf Aufgabengebiete z.B:</i></p> <p>Gesundheitsförderung 11/13-1: Ernährung und Verbraucherbildung; 11/13-2: Prävention und Gesundheitspolitik</p> <p>Globales Lernen 11/13-1: Globalisierung von Produkten, Handel und Dienstleistungen</p> <p>Umwelterziehung 11/13-1: Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung; 11/13-2: Zusammenhang globaler Umweltveränderung</p> <p>Verkehrserziehung 11/13-1: Ökonomische und ökologische Aspekte der Mobilität</p>
<p><b>2.5 Schülerpraktikum im Leistungskurs</b> Untersuchung eines Ökosystems (abiotische und biotische Faktoren)</p>	
<p><b><u>Wahlinhalte</u></b></p> <p><b>Nachhaltige Entwicklung, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Konfliktfeld Ökologie / Ökonomie an einem ausgewählten Beispiel</li> <li>○ Nachhaltige Forstwirtschaft</li> <li>○ Natur- und Kulturlandschaft</li> <li>○ Lokale Agenda 21</li> </ul> <p><b>Wachstum und Grenzen des Wachstums, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bevölkerungsentwicklungen</li> <li>○ Verfügbarkeit und Begrenztheit von Ressourcen</li> <li>○ Gestaltung von Natur und Umwelt</li> <li>○ Schadstoffe in der Atmosphäre</li> <li>○ Belastung durch Chemikalien</li> <li>○ Biotop- und Artenschutz</li> </ul> <p><b>Sozioökologie, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Konkurrenz um Ressourcen</li> <li>○ Territorialverhalten</li> <li>○ Verhalten in sozialen Verbänden</li> <li>○ Aggressionsverhalten, agonistisches Verhalten</li> <li>○ Sexual- und Fortpflanzungsstrategien</li> <li>○ Brutpflege und Paarungssysteme</li> <li>○ Eigennutz und Altruismus</li> </ul>	

**12-3. Themenbereich: Evolution und Zukunftsfragen**

Evolution, die Geschichte des Lebens auf der Erde von den ersten Ursprüngen bis zu seiner heutigen Vielfalt, ist das biologische Thema, das alle anderen miteinander verknüpft. Dabei steht die moderne synthetische Evolutionstheorie im Mittelpunkt, in der Darwins Gedankengebäude mit den Sichtweisen der modernen Biologie vereint ist. Sie hat durch die naturwissenschaftliche Beschreibung von Evolutionsmechanismen eine besondere Erklärungskraft erlangt; aber auch andere Evolutionsgedanken und Schöpfungsmythen haben das Denken der Menschen bestimmt. Die Ergründung der menschlichen Her- und Zukunft bleibt eine der faszinierendsten Aufgaben moderner Biologie.

**Verbindliche Inhalte****3.1 Belege zur Evolution von Pflanzen, Tieren und Menschen**

Fossilien als historische Dokumente

- Stratigraphie und Radiocarbon-Methode zur Altersbestimmung

Homologie und Analogie

- Homologie-Kriterien an den Beispielen Wirbeltier-Extremitäten und Metamorphosen des Blattes
- Stellenäquivalenz, konvergente Entwicklungen
- Analoge Organe an Beispielen aus der Botanik (Ranken) und aus der Zoologie (Linsenauge von Wirbeltier und Kopffüßer)

Lebende Dokumente der Stammesgeschichte

- Lebendes Fossil am Beispiel Quastenflosser

Molekularbiologische Befunde

- Genfrequenzanalysen

**3.2 Die synthetische Theorie der Evolution**

Evolutionstheorie nach DARWIN

- Überproduktion von Nachkommen, Variabilität von Arten, Auslese

Allopatrische Artbildung

- biologischer Artbegriff
- Populationen und Genpool
- Variabilität durch Mutation und Rekombination
- Änderungen der Genfrequenzen durch Mutation, Selektion, Gendrift, Migration
- Einnischung und adaptive Radiation
- Separation als räumliche Sonderung an den Beispielen Eiszeiten und Kontinentaldrift
- Isolation als Fortpflanzungsschranke (ökologische, ethologische und genetische Isolation)

**3.3 Evolution des Menschen**

Entwicklung der Menschenaffen und des Menschen

- Äffische und menschliche Merkmale des Schädels
- Der aufrechte Gang (funktionale Umgestaltung des Skeletts und der Muskulatur)
- Wege zur Hominisation (Australopithecus, Homo erectus, Homo neanderthalensis, Homo sapiens)

**Hinweise und Erläuterungen**

*Schülerexperimente, z.B.*

- Untersuchungen zur Homologie an Wirbeltierskeletten
- Untersuchungen an Insekten zur Homologie
- Bestimmungsübungen an Versteinerungen
- Versuche zum Nachvollziehen der Fossilisation
- Vergleich von Wirbeltierskeletten
- Vergleiche von Primatenschädeln zur Evolution des Menschen

*Projektorientiertes Arbeiten, z.B.*

- Präparation eines Schellfischschädels und sein Vergleich mit dem Säugetierschädel
- Zusammenstellungen von Funden aus Geschieben (Kiesgruben, Steilküste der Ostsee)
- Verwandtschaften in der biologischen Sammlung: Das natürliche System
- Die Stammbaumdiskussion an Fabelwesen (z. B. Pokemons, Naslinge etc)
- Nutzpflanzenvielfalt: Getreide- und Kohlsorten (z.B. im Botanischen Garten)
- Neophyten, Neozoen

*Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten, z.B.*

- Evolution von Schrift und Sprache
- Die Werkzeugentwicklung bei Homo sapiens
- „Evolutionsspiele“
- Die Evolution der menschlichen Moral
- Evolution des Fliegens
- Das Wirkungsgefüge der Hominisation
- Die Evolution der Sprachfähigkeit

*Hinweise auf andere Fächer, z.B.:*

Religion S-1.1: Die Stellung des Menschen in der Welt (Schöpfung)

*Hinweise auf Aufgabengebiete z.B.:*

Umwelterziehung 11/13-1: Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung;  
11/13-2: Zusammenhang globaler Umweltveränderung

<p><b>3.4 Die Zukunft des Menschen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Besonderheit der sozio-kulturellen Entwicklung im Gegensatz zur biologischen Evolution des Menschen</li> </ul>	
<p><b>3.5 Schülerpraktikum im Leistungskurs</b></p> <p>Exemplarische Untersuchungen zur Homologie und Analogie (z.B. zu Reptilien, Insekten, sukkulenten Pflanzen, Primaten, Skeletten/Extremitäten, Flug- und Schwimmorganen, Atmungssystemen, Blutkreislaufsystemen, koevolutiven Systemen wie Blüten/Bestäuber, Genfrequenzen; z.B. in arbeitsteiligen Gruppen)</p>	
<p><b><u>Wahlinhalte</u></b></p> <p><b>Der Beginn der Evolution z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ physikalische und chemische Evolution</li> <li>○ die Evolution der Zelle: vom Protobionten zum Eukaryonten</li> <li>○ vom Einzeller zum Vielzeller</li> <li>○ Der „Nebenweg“ in der Evolution der Lebewesen: Die Ediacara-Fauna</li> </ul> <p><b>Evolution der Zelle</b></p> <p>Von der Prozyte zur Euzyte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Endosymbionten-Theorie</li> </ul> <p><b>Evolutionsmodelle, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schöpfung und Evolution</li> <li>○ LAMARCKismus und DARWINismus</li> <li>○ Das „hydraulische Modell“ Frankfurter Schule (Organismische Evolutionstheorie, GUTMANN)</li> </ul> <p><b>Weitere Aspekte der synthetischen Evolutionstheorie, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anpassungsstrategie und Angepasstheit von Tieren und Pflanzen</li> <li>○ Ordnung der Organismenvielfalt</li> <li>○ Die Individualentwicklung ausgewählter Tiere und Pflanzen</li> <li>○ „Die Keimesentwicklung - eine Rekapitulation der Stammesgeschichte?“</li> <li>○ Stammbaumdiskussion</li> </ul> <p><b>Weitere Aspekte zur Evolution des Menschen, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verwandte oder Konkurrenten im Kampf ums Überleben: Homo neanderthalensis und Homo sapiens</li> <li>○ Hypothesen vom monozentrischen und multiregionalen Ursprung des Menschen</li> <li>○ Unterliegt die Intelligenzentwicklung der Evolution?</li> <li>○ sozio-kulturelle Entwicklung</li> </ul> <p><b>Soziobiologische Aspekte, z.B.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Direkte und indirekte Fitness</li> <li>○ Infant killing (Beispiel: Löwe)</li> <li>○ Verwandtenselektion (Beispiel: Honigbiene)</li> <li>○ Paarungssysteme und Bruthelfer</li> </ul>	

**12-4. Themenbereich: Stoffwechselphysiologie und Steuerung**

Die Stoffwechselphysiologie beschreibt die chemischen Vorgänge in Lebewesen, die mit Aufnahme, Umbau und Abbau von Stoffen verbunden sind. Stoffwechselfvorgänge sind an die Strukturen der Zelle gebunden und fast immer durch Enzyme katalysiert. Grundlegende Stoffwechselfvorgänge wie Fotosynthese und Zellatmung dienen der Energieumwandlung; Strukturen von Organismen sind an eine Energiezufuhr von außen gebunden. Hormonelle Regelungsvorgänge halten die komplexe „Maschinerie“ des Zellstoffwechsels in einem fein abgestimmten Gleichgewicht. Die Entschlüsselung neurobiologischer Vorgänge und der Gehirnfunktion berührt das Selbstverständnis des Menschen im Kern.

**Verbindliche Inhalte**

**4.1 Stoff- und Energieumwandlung**

- Fotosynthese: Stoffaufbau mit Hilfe von Lichtenergie
- ATP/ ADP: ein reversibles Energieübertragungssystem
- Zellatmung und Gärung: Stoffabbau unter aeroben und anaeroben Bedingungen
- Enzyme als Biokatalysatoren
- Bedingungen für enzymatische Reaktionen

**4.2 Steuerung und Regelung**

- Hormonelle Steuerung und Regelung
- Produktionsorte und Funktionen von Hormonen
  - Hormonelle Steuerung des Blutzuckerhaushalts
- Neuronale Steuerung und Regelung
- Bau der Nervenzelle und Funktion des Neurons
  - Impulsverarbeitung an Synapsen
  - Neuronale Informationsspeicherung

**4.4 Selbstverständnis des Menschen**

- Sehen und Wahrnehmen
- Gedächtnis und Bewusstsein
- Was macht den Menschen aus?

**Hinweise und Erläuterungen**

*Schülerexperimente, z.B.*

- Versuche mit Blattfarbstoffen
- Faktorenanalyse zur Fotosynthese
- Wirkungsweise von Enzymen
- Energiebedarf der Hefe
- Neurophysiologische Experimente am intakten Regenwurm
- optische Täuschungen, Stereogramme
- Gedächtnisübungen

*Projektorientiertes Arbeiten, z.B.*

- Fotosynthese bei Purpurbakterien
- Fotosynthese und Transpiration
- Energiebedarf von poikilothermen und homoiothermen Organismen
- Energieumwertungen in Mitochondrien und Chloroplasten
- Bau des Großhirns und Verhalten bei Mann und Frau

Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten, z.B.

- Fotosynthese und Fotovoltaik
- Wasserstoffherstellung mit Hilfe von Bioreaktoren oder Fotovoltaikanlagen
- Entstehung fossiler Energieträger
- Zellatmung und Brennstoffzelle
- Biogas in der Landwirtschaft
- Evolution und Erkenntnis

*Hinweise auf Aufgabengebiete z.B:*

Gesundheitsförderung 11/13-1: Ernährung und Verbraucherbildung; 11/13-2: Prävention und Gesundheitspolitik

**4.5 Schülerpraktikum im Leistungskurs**

- Experimente mit Enzymen

**Wahlinhalte****Immunbiologie, z.B.**

- zelluläre und humorale Immunreaktion
- Antikörperbildung
- Allergien

**Sportphysiologie, z.B.**

- Molekularer Mechanismus der Muskelaktivität
- Leistungssteigerung durch Training
- Stoffwechselerkrankungen

**Ernährungsphysiologie, z.B.**

- Nährstoffe und Nährwerte
- Gesunde Ernährung
- Bulimie und Magersucht
- Wasser- und Mineralhaushalt
- Tiermast

**Enzymatik, z.B.**

- Praktikum zur Enzymkinetik
- Enzyme in der Biotechnik

**Formen der Energiegewinnung bei Lebewesen, z.B.**

- Fotosynthese der Purpurbakterien
- Strategien der Fotosynthese: C3-, C4-, CAM-Pflanzen
- Chemosynthese

**Gehirnforschung, z.B.**

- Sonderstellung des menschlichen Gehirns
- Geschlechtsspezifische Ausprägung von Gehirnstrukturen und Intelligenz
- Denken, Lernen, Vergessen

**Verhaltensweisen von Mensch und Tier, z.B.**

- Instinkthandlungen und Instinktmodelle
- Angeborene und erworbene Verhaltensweisen
- Informationsverarbeitung in Neuronennetzen einfacher Gehirne, z.B. Flugsteuerung der Wanderheuschrecke
- Formen des Lernens

## 4 Anforderungen und Beurteilungskriterien

### 4.1 Anforderungen

Die *kursiv* dargestellten Anforderungen beziehen sich auf Leistungskurse. Alle anderen Anforderungen beziehen sich auf Grund- und Leistungskurse.

#### Allgemeine Anforderungen

**Anforderungsbereich I** (Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen wie Daten, Fakten, Regeln, Formeln, Aussagen im gelernten Zusammenhang sowie das Beschreiben und Anwenden geübter Arbeitstechniken und Verfahren in einem wiederholenden Zusammenhang)

Die Schülerinnen und Schüler können

- biologische Objekte beobachten und beschreiben
- Sachverhalte skizzieren
- aus dem Unterricht bekannte Formeln darstellen
- Graphen beschreiben
- Experimente beschreiben
- experimentelle Ergebnisse einordnen
- Daten, Tabellen und Abbildungen fachsprachlich zuordnen
- erlernte Arbeitstechniken und Verfahrensweisen beschreiben.

**Anforderungsbereich II** (Selbständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und selbständiges Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte)

Die Schülerinnen und Schüler können

- Aussagen eines Textes einem Graphen zuordnen
- Versuchsergebnisse erklären
- ein Schema bzw. eine Versuchsanordnung im Sachzusammenhang darstellen
- Experimente skizzieren und auswerten
- experimentelle Ergebnisse in Form von Messreihen, Tabellen, Grafiken, Diagrammen und Abbildungen darstellen
- *Beobachtungen und Messergebnisse unter Einbeziehung fachgerechter Fehlerbetrachtung auswerten*
- Erlerntes auf veränderte Fragestellungen bzw. veränderte Sachzusammenhänge anwenden
- Aussagen eines Textes analysieren
- Hypothesen entwickeln
- Modellen beschreiben und anwenden.

**Anforderungsbereich III** (Zielgerichtetes Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler aus den gelernten Arbeitstechniken und Verfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbständig aus, wenden sie in einer neuen Problemstellung an und beurteilen das eigene Vorgehen kritisch.)

Die Schülerinnen und Schüler können

- experimentelle Fragestellungen selbständig entwickeln
- *Arbeitshypothesen aus Ergebnissen mehrerer Experimente prüfen*
- geeignete Untersuchungsmethoden bestimmen und entwickeln
- *ein Gedankenexperiment aus einer Arbeitshypothese mit neuer Problemstellung entwickeln*
- aus vorgegebenen Befunden ein Pfeildiagramm entwickeln

- die ökologische Bedeutung von physiologischen Gegebenheiten erörtern
- komplexe Gegebenheiten analysieren mit dem Ziel, zu selbständigen Gestaltungen bzw. Deutungen, Folgerungen, Begründungen oder Wertungen zu gelangen
- *Arbeitsverfahren methodenkritisch erörtern*
- Sachverhalte mit Hilfe von Modellen erklären.

### Inhaltsbezogene Anforderungen am Ende der Vorstufe

## Biotechnologie – Biotechnik

### 1. Kenntnisse (biologisches Wissen erwerben und strukturieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen die Bruttogleichungen von Milchsäuregärung und alkoholischer Gärung
- kennen die Struktur der Proteine
- kennen den Bau der Enzyme und können den Verlauf von Enzymreaktionen in schematisierter Form darstellen
- kennen das Prinzip der Enzymwirkung
- kennen die Abhängigkeit der Enzymwirkung von Temperatur und pH-Wert
- kennen das elektronenmikroskopische Bild der Zelle sowie Bau und Funktion der Zellorganellen
- können Bakterien-, Pflanzen- und Tierzelle voneinander unterscheiden
- kennen Diffusion, Osmose, Plasmolyse, aktiven und passiven Transport
- kennen das Flüssig-Mosaik-Modell der Biomembranen
- kennen den Bau des Zellkerns und der Chromosomen
- kennen Mitose und Meiose
- kennen den Bau der DNA
- kennen den genetischen Code und die Proteinbiosynthese
- kennen Möglichkeiten und Methoden der pränatalen Diagnostik.

### 2. Fachmethoden (biologische Erkenntnismethoden und Arbeitsweisen erwerben und nutzen)

Die Schülerinnen und Schüler

- können Zellen mikroskopisch untersuchen und zeichnen
- können das mikroskopische Bild einfach gebauter Zellen interpretieren.

### 3. Konzepte (biologische Grundprinzipien und Sichtweisen erarbeiten und anwenden)

Die Schülerinnen und Schüler können

- das Prinzip der Komplementarität anwenden, z.B. auf Basenpaarungen von Nucleinsäuren, Enzymreaktionen und Transport an Biomembranen
- das Konzept der Katalyse erklären und auf Enzyme anwenden
- grundlegende Lebensvorgänge auf zellulärer und molekularer Ebene erklären
- den genetischen Code als biologisches Grundprinzip einordnen
- Diffusion und Osmose als grundlegende zelluläre Transportmechanismen erläutern
- das Konzept der Kompartimentierung auf Zellen und Organismen anwenden.

### 4. Kommunikation (biologische Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse darstellen und diskutieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- können die gesellschaftliche Bedeutung reproduktionsbiologischer und gentechnischer Verfahren darstellen und erörtern.

**5. Kontexte** (biologische Aussagen in Zusammenhänge stellen und bewerten)

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen Beispiele für die biotechnische Anwendung von Enzymreaktionen
- kennen Beispiele für das Wirken von Diffusion und Osmose in Alltag und Umwelt
- können künstliche Besamung und künstliche Befruchtung hinsichtlich ihrer praktischen Bedeutung und ihrer ethischen Implikationen beurteilen
- können Verfahren der Gentechnik und der Stammzellenforschung hinsichtlich ihrer praktischen Bedeutung und ihrer ethischen Implikationen beurteilen.

Die *kursiv dargestellten* Anforderungen beziehen sich auf Leistungskurse. Alle anderen Anforderungen beziehen sich auf Grund- und Leistungskurse.

**Inhaltsbezogene Anforderungen am Ende der Studienstufe**

**Zu 12-1**

**Molekulargenetik und Gentechnik****1. Kenntnisse** (biologisches Wissen erwerben und strukturieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- können diploide und haploide Chromosomensätze unterscheiden
- können den Ablauf der Proteinbiosynthese darstellen
- kennen die allgemeine Struktur und das universelle Vorkommen des genetischen Codes
- kennen Bau und Replikation der DNA
- *kennen Nachweise für DNA-Bausteine*
- kennen die Aussage der Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese
- können das Operon-Modell darstellen
- *können am Operon-Modell Substratinduktion und Endproduktrepression erläutern*
- können Gen-, Chromosomen- und Genommutation unterscheiden
- können die Auswirkung der Genmutation auf die Proteinstruktur darstellen
- können die Trisomie 21 erläutern
- *können die Translokations-Trisomie 21 als besondere Form der Trisomie 21 darstellen*
- kennen den Aufbau des Viren- und des Bakteriengenoms sowie den Aufbau von Plasmiden

**2. Fachmethoden** (biologische Erkenntnismethoden und Arbeitsweisen erwerben und nutzen)

Die Schülerinnen und Schüler

- können Herstellung und Einbau von Vektoren im Rahmen des Gentransfers erläutern
- können das Prinzip der Genklonierung darstellen
- können die PCR – Methode erläutern
- können die „Fingerprint-Methode“ erläutern
- *können selbständig DNA aus Zellen isolieren*
- *können DNA-Bausteine mit Hilfe geeigneter Methoden nachweisen.*

**3. Konzepte** (biologische Grundprinzipien und Sichtweisen erarbeiten und anwenden)

Die Schülerinnen und Schüler

- können die Übersetzungsvorschrift für die m-RNA-Sequenz in die Aminosäuresequenz eines Proteins erklären und anwenden
- können die Genregulation am Beispiel des lac-Operons erläutern
- kennen das Prinzip der Reproduktion zur Weitergabe von Erbinformation
- *können Mutation und Rekombination als Grundlage für das Konzept der Variabilität und Anpasstheit benennen.*

**4. Kommunikation** (biologische Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse darstellen und diskutieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- können die Bedeutung der Genregulation erläutern
- können gesellschaftliche Implikationen einer breiten Anwendung der Fingerprint-Methode beurteilen
- können auf Grund genetischer Kenntnisse die Individualität des Menschen erörtern
- können Chancen und Risiken der Genübertragung erläutern und bewerten
- *können im Internet Recherchen zur Untersuchung der DNA durchführen*
- *können Untersuchungsergebnisse dokumentieren und präsentieren.*

**5. Kontexte** (biologische Aussagen in Zusammenhänge stellen und bewerten)

Die Schülerinnen und Schüler

- *können die Bedeutung der Restriktionsenzyme in den Kontext gentechnischer und medizinischer Verfahren stellen*
- können am Beispiel des Insulins die Tragweite gentechnischer Verfahren im Rahmen industrieller Produktion darstellen
- *können die Auswirkungen der PCR-Methode auf die Forschung erläutern*
- können unterscheiden zwischen wissenschaftlichen und Alltags-Vorstellungen der Gentechnik.

**Zu 12-2 Ökologie und Nachhaltigkeit****1. Kenntnisse** (biologisches Wissen erwerben und strukturieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen die Definitionen der Begriffe Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre
- kennen die Definitionen der Begriffe Ökosystem, Biotop und Biozönose
- kennen die Definitionen der Begriffe Produzenten, Konsumenten und Destruenten
- kennen die Definitionen der Begriffe Energiefluss und Stoffkreislauf
- kennen die Bedeutung der ökologischen Potenz
- können ökologische Toleranzkurven erläutern
- kennen den Einfluss abiotischer Faktoren auf Tiere und Pflanzen am Beispiel von Licht und Temperatur
- *kennen das Zusammenwirken abiotischer und biotischer Faktoren im Ökosystem*
- *kennen die für die Stabilität eines Ökosystems maßgeblichen Faktoren*
- kennen exponentielles und logistisches Wachstum von Populationen
- kennen unterschiedliche Beispiele intra- und interspezifischer Beziehungen zwischen Organismen
- kennen die Volterra-Regeln und können sie auf Beispiele anwenden
- können Nahrungsbeziehungen erläutern
- können die Sukzession in Ökosystemen an einem Beispiel beschreiben
- können die Eutrophierung eines Sees erklären.

**2. Fachmethoden** (biologische Erkenntnismethoden und Arbeitsweisen erwerben)

Die Schülerinnen und Schüler

- können Bestandsuntersuchungen planen und durchführen
- können Messverfahren zur Untersuchung eines Ökosystems anwenden
- können Untersuchungsergebnisse protokollieren
- können Darstellungen qualitativer und quantitativer Untersuchungen auswerten und interpretieren
- können Lebewesen mit Hilfe einfacher Bestimmungsschlüssel Organismengruppen zuordnen
- *können die Untersuchung eines Ökosystems planen*
- *können biologische und chemische Methoden zur Untersuchung eines Sees anwenden*

**3. Konzepte** (biologische Grundprinzipien und Sichtweisen erarbeiten und anwenden)

Die Schülerinnen und Schüler

- können die Abhängigkeit der Tiergestalt von klimatischen Bedingungen anhand der Klimaregeln erklären
- können die ökologische Nische als System von Wechselwirkungen zwischen Organismus und Umwelt darstellen
- können Populationsentwicklungen in Abhängigkeit von Umweltfaktoren darstellen
- können die K- und r-Strategie als Reproduktionsstrategien darstellen
- können Stoffkreislauf und Energiefluss als grundlegende Merkmale von Ökosystemen erläutern
- können den Zusammenhang zwischen Eutrophierung und Nitraten / Phosphaten im See erläutern
- *können die Eutrophierung eines See in Abhängigkeit von der jahreszeitlich bedingten Dynamik des Ökosystems darstellen*
- können die trophischen Beziehungen zwischen Produzenten, Konsumenten und Destruenten darstellen
- können Chancen und Risiken unterschiedlicher Formen der Schädlingsbekämpfung miteinander vergleichen
- *können die Stabilität von Ökosystemen in Bezug zur Artenvielfalt analysieren.*

**4. Kommunikation** (biologische Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse darstellen und diskutieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- können den Einfluss von Menschen auf Ökosysteme beschreiben und die Konsequenzen für das menschliche Verhalten erörtern
- können die nachhaltige Nutzung eines Ökosystems darstellen und erörtern
- können sich mit der Verantwortung des Menschen für die Umwelt diskursiv auseinandersetzen
- können die Bedeutung der Artenvielfalt für die nachhaltige Nutzung von Ökosystemen erläutern
- *können Tragweite und Grenzen ökologischer Forschungsergebnisse und Methoden erläutern und bewerten*
- *können im Internet Recherchen zur Untersuchung von Ökosystemen durchführen*
- *können Untersuchungsergebnisse dokumentieren und präsentieren.*

**5. Kontexte** (biologische Aussagen in Zusammenhänge stellen und bewerten)

Die Schülerinnen und Schüler

- können Auswirkungen biologischer und chemischer Schädlingsbekämpfung erläutern
- *können das Beziehungsgefüge zwischen Biotop und Biozönose in Bezug auf Artenvielfalt und Individuenzahl erläutern*
- können die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen erörtern
- können Aussagen zur nachhaltigen Entwicklung aus unterschiedlichen Perspektiven einander gegenüber stellen
- *können Aussagen zur nachhaltigen Entwicklung auf der Grundlage ökologischer Kenntnisse sachgerecht bewerten*
- *können den Einfluss der Stabilität von Ökosystemen auf klimatische und edaphische Faktoren darstellen*
- können Auswirkungen und Risiken menschlicher Einflüsse auf die (Um)Welt unter biologischen Aspekten erörtern.

**Zu 12.3 Evolution und Zukunftsfragen****1. Kenntnisse** (biologisches Wissen erwerben und strukturieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen Prozesse der Fossilisation
- kennen "lebende Fossilien"
- kennen den Unterschied zwischen Homologie und Analogie sowie die Homologiekriterien
- *kennen Beispiele homologer und analoger Strukturen bei unterschiedlichen Organismengruppen*
- kennen den biologischen Artbegriff und den Populationsbegriff
- kennen Mutation, Selektion, Gendrift und Migration als Evolutionsfaktoren
- *können stabilisierende, transformierende und disruptive Selektion unterscheiden*
- kennen die Phänomene der Einnischung und der adaptiven Radiation
- kennen Isolationsmechanismen als Fortpflanzungsschranke
- kennen wesentliche Merkmale, in denen sich Mensch und andere Primaten unterscheiden
- kennen wesentliche Hominisationsphasen (Australopithecus, Homo erectus, Homo neanderthalensis, Homo sapiens)
- kennen die Besonderheit der sozio-kulturellen Entwicklung des Menschen im Gegensatz zur biologischen Evolution

**2. Fachmethoden** (biologische Erkenntnismethoden und Arbeitsweisen erwerben und nutzen)

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Radiocarbonmethode und die Stratigraphie erläutern und als Datierungsmethoden einordnen
- die Homologiekriterien anwenden
- *Analogien als Nachweis für konvergente Entwicklungen nutzen*
- die Genfrequenzanalyse erläutern und ihre Ergebnisse interpretieren
- den Artbegriff bei der Klärung verwandtschaftlicher Beziehungen anwenden
- rezente Organismen und Fossilien als Belege für stammesgeschichtliche Beziehungen nutzen
- *Fossilfunde als Belege für Evolution einordnen.*

**3. Konzepte** (biologische Grundprinzipien und Sichtweisen erarbeiten und anwenden)

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Genpool in seiner Bedeutung für die Populationen einordnen
- *das Evolutionsgeschehen in isolierten Populationen darstellen*
- Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen als Ergebnis stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse interpretieren
- das Darwinsche Konzept des Zusammenspiels der Überproduktion von Nachkommen, Variabilität und Auslese an Beispielen erläutern
- Einnischung als Anpassung von Lebewesen an ihre Umwelt interpretieren
- den Artbildungsprozess darstellen
- *das Konzept der allopatrischen Artbildung erläutern*
- die Angepasstheit von Bau und Funktion der Lebewesen an ihre Umwelt als Folge von Evolution darstellen (ökologische Nische).

**4. Kommunikation** (biologische Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse darstellen und diskutieren)

Die Schülerinnen und Schüler können

- Verwandtschaftsbeziehungen erörtern und problematisieren

- *Evolutionsbelege im Rahmen der synthetischen Evolutionstheorie prüfen und hinsichtlich ihrer Beweiskraft erörtern*
- Sachverhalte verständlich und übersichtlich dokumentieren und präsentieren
- Informationen unterschiedlicher Medien, die zur Beantwortung evolutionsbiologischer Fragestellungen benötigt werden, auswählen und nutzen
- *die Tragweite und Grenzen evolutionsbiologischer Erkenntnisse und Methoden darstellen und bewerten*
- *eigenständig Recherchen zur Evolutionstheorie durchführen.*

### 5. Kontexte (biologische Aussagen in Zusammenhänge stellen und bewerten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- Ähnlichkeit und Vielfalt von Lebewesen in den Kontext stammesgeschichtlicher Entwicklungsprozesse stellen
- Isolationsmechanismen in ihrer Bedeutung für die Entwicklung von Populationen beurteilen
- Entwicklungsstufen der Menschwerdung vergleichen
- Entwicklung des aufrechten Ganges in Beziehung zur Hominisation setzen
- *Befunde aus biologischen Teilgebieten wie z.B. Biogeografie, Anatomie, Morphologie, Biochemie, Molekularbiologie unter evolutionsbiologischen Gesichtspunkten zueinander in Beziehung setzen und bewerten*
- den Menschen taxonomisch in das natürliche System einordnen
- mit Kenntnis des Evolutionsgeschehens Hypothesen über Zukunftsfragen der Menschheit entwickeln
- *die Entwicklung der Weltbevölkerung unter evolutionsbiologischen und soziokulturellen Gesichtspunkten erörtern*
- *homologe und analoge Strukturen im Kontext der Evolution des Lebens auf der Erde erörtern.*

## Stoffwechselphysiologie und Steuerung

Zu 12-4

### 1. Kenntnisse (biologisches Wissen erwerben und strukturieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen Proteine und Kohlenhydrate sowie deren Eigenschaften und Funktionen in der Zelle
- kennen den ATP-/ ADP-Zyklus und den Bau der Mitochondrien
- *kennen den aeroben und den anaeroben Abbauweg sowie deren Energiebilanzen*
- kennen den Ablauf der Fotosynthese und den Bau der Chloroplasten
- *kennen die Fotosynthese bei Purpurbakterien*
- kennen primäre und sekundäre Produkte der Fotosynthese
- kennen die Definitionen der Begriffe Biokatalysator, Enzym, Hormon
- kennen Produktionsorte und Funktionen von Hormonen
- kennen Nomenklatur, Struktur und Funktion der Enzyme
- können den grundsätzlichen Ablauf einer Enzymreaktion darstellen
- *kennen den Verlauf von Enzymreaktionen in Abhängigkeit von Parametern*
- *können kompetitive und allosterische Hemmung an Beispielen erläutern*
- können Enzymwirkungen an Beispielen erläutern
- kennen den Bau der Nervenzelle
- können Membranpotenzial und Erregungsleitung im Neuron erläutern
- können die Erregungsübertragung an Synapsen darstellen und erklären
- kennen Modellvorstellungen zum Gedächtnis.

**2. Fachmethoden** (biologische Erkenntnismethoden und Arbeitsweisen erwerben und nutzen)

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen ein Verfahren zur Herstellung von Absorptionsspektren bei Blattfarbstoffen
- kennen das Verfahren der Dünnschichtchromatographie
- *können das Verfahren der Dünnschichtchromatographie erklären und durchführen*
- *können ein Verfahren zur Ableitung von Membranpotentialen erläutern und grafische Darstellungen diesbezüglicher Messwerte interpretieren*
- können die Aufnahme und Verarbeitung von Lichtsinnesreizen darstellen und erklären
- *können Experimente mit Enzymen eigenständig durchführen und auswerten.*

**3. Konzepte** (biologische Grundprinzipien und Sichtweisen erarbeiten und anwenden)

Die Schülerinnen und Schüler

- können endergonische und exergonische Prozesse unterscheiden
- können ATP/ADP als reversibles Energieübertragungssystem erläutern
- kennen Modelle der Membranen und des Membrantransports
- können das Modell des Regelkreises auf die hormonelle Regulation anwenden
- kennen das Neuron als funktionelle Einheit der Erregungsleitung
- können Dissimilation und Assimilation als grundlegende Prozesse des Lebens erläutern
- *können das Konzept der Steuerung und Regelung auf Prozesse der Erregungsleitung und Erregungsübertragung anwenden*
- können bei Stoffwechselprozessen die wechselseitige Abhängigkeit von Struktur und Funktion darstellen.

**4. Kommunikation** (biologische Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse darstellen und diskutieren)

Die Schülerinnen und Schüler können

- das Problem der Wahrnehmung anhand des Phänomens der optischen Täuschungen erörtern
- neurobiologische Kenntnisse auf das Selbstverständnis des Menschen anwenden
- *können die Tragweite und Grenzen neurobiologischer Erkenntnisse erläutern und bewerten*
- *können im Internet Recherchen zu stoffwechsel- und neurophysiologischen Untersuchungen durchführen.*

**5. Kontexte** (biologische Aussagen in Zusammenhänge stellen und bewerten)

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Zusammenhang von Energieumwandlung und Stoffumbau erklären
- Prozesse des Sehens und des Wahrnehmens miteinander vergleichen
- *die Vorgänge bei der Fotosynthese und bei der Fotovoltaik miteinander vergleichen*
- hormonelle und nervöse Steuerung zueinander in Beziehung setzen
- *die Vorgänge bei der Zellatmung und in der Brennstoffzelle miteinander vergleichen*
- *Wege naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns am Beispiel der Erforschung der Assimilation darstellen*
- die Zusammenhänge von Stoffwechselvorgängen und Gesundheit darstellen.
- biologische und elektronische Informationsspeicherung miteinander vergleichen
- die Stellung des Menschen im biologischen System und seine Beziehung zur Umwelt aus unterschiedlichen Perspektiven (z.B. naturwissenschaftliche, ethische, wirtschaftliche, philosophische Perspektive) erörtern.

## 4.2 Beurteilungskriterien

Beurteilungskriterien für Unterrichtsgespräche, z.B. im fragend-entwickelnden Unterricht, bei thematisch zentrierten Diskussionen, bei der Planung und Auswertung von Unterricht, können sein:

- Situationsgerechte Einhaltung der Gesprächsregeln
- Anknüpfung von Vorerfahrungen an den erreichten Sachstand
- Sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit
- Verständnis anderer Gesprächsteilnehmer und Bezug zu ihren Beiträgen
- Ziel- und Ergebnisorientierung

**Unterrichtsgespräche**

Beurteilungskriterien für Phasen individueller Arbeit, z.B. beim Entwickeln eigener Forschungsfragen, Recherchieren und Untersuchen, können sein:

- Einhaltung verbindlicher Absprachen und Regeln
- Anspruchsniveau der Aufgabenauswahl
- Zeitplanung und Arbeitsökonomie, konzentriertes und zügiges Arbeiten
- Übernahme der Verantwortung für den eigenen Lern- und Arbeitsprozess
- Einsatz und Erfolg bei der Informationsbeschaffung
- Flexibilität und Sicherheit im Umgang mit den Werkzeugen
- Aufgeschlossenheit und Selbständigkeit, Alternativen zu betrachten und Lösungen für Probleme zu finden

**Individuelle Arbeit**

Beurteilungskriterien für Gruppenarbeiten und Leistungen im Team können sein:

- Initiativen und Impulse für die gemeinsame Arbeit
- Planung, Strukturierung und Aufteilung der gemeinsamen Arbeit
- Kommunikation und Kooperation
- Abstimmung, Weiterentwicklung und Lösung der eigenen Teilaufgaben
- Integration der eigenen Arbeit in das gemeinsame Ziel

**Arbeit im Team**

Beurteilungskriterien für Produkte wie Reader, Ausstellungsbeiträge, Präsentationen, Internetseiten, Wettbewerbsbeiträge können sein:

- Eingrenzung des Themas und Entwicklung einer eigenen Fragestellung
- Umfang, Strukturierung und Gliederung der Darstellung
- Methodische Zugangsweisen, Informationsbeschaffung und -auswertung
- Sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit
- Schwierigkeitsgrad und Eigenständigkeit der Erstellung
- Kritische Bewertung und Einordnung der Ergebnisse
- Adressatenbezug, Anschaulichkeit und Medieneinsatz
- Ästhetik und Kreativität der Darstellung

**Produkte**

Beurteilungskriterien für Lerntagebücher und Arbeitsprozessberichte mit Beschreibungen zur individuellen Ausgangslage, zur eigenen Teilaufgabe, zur Vorgehensweise, zum Umgang mit Irrwegen und Fehlern, zu den individuellen Tätigkeiten und Ergebnissen sowie zu den Lernfortschritten können sein:

- Darstellung der eigenen Ausgangslage, der Themenfindung und -eingrenzung, der Veränderung von Fragestellungen
- Darstellung der Zeit- und Arbeitsplanung, der Vorgehensweise, der Informations- und Materialbeschaffung
- Fähigkeit, Recherchen und Untersuchungen zu beschreiben, in Vorerfahrungen einzuordnen, zu bewerten und Neues zu erkennen
- Konstruktiver Umgang mit Fehlern und Schwierigkeiten
- Selbstkritische Beurteilung von Arbeitsprozess und Arbeitsergebnis

**Lerntagebuch, Arbeitsprozessbericht**

Beurteilungskriterien für schriftliche Lernerfolgskontrollen wie Hausarbeiten, Protokolle, Tests und Klausuren können sein:

- Sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit
- Übersichtlichkeit und Verständlichkeit
- Reichhaltigkeit und Vollständigkeit
- Eigenständigkeit und Originalität der Bearbeitung und Darstellung.

**Schriftliche Lernerfolgskontrollen**

<b>Weitere Lernsituationen und Arbeitsprodukte</b>	Lehrerinnen und Lehrer initiieren und gestalten mit ihren Kolleginnen und Kollegen und Schülerinnen und Schülern weitere Lernsituationen und Arbeitsprodukte wie Projekte, Praktika, Gestaltung von Unterrichtsstunden durch Schülerinnen und Schüler, Podiumsdiskussionen, Rollen- und Planspiele und entwickeln in Absprache mit ihnen entsprechende Beurteilungskriterien.
<b>Fachkonferenzen</b>	Die Fachkonferenzen stimmen die Bereiche und Kriterien für die Leistungsbeurteilung ab und legen sie fest.
<b>Transparenz</b>	Die Lehrerinnen und Lehrer erläutern den Schülerinnen und Schülern die Anforderungen, die erwarteten Leistungen sowie die Beurteilungskriterien und erörtern sie mit ihnen. Bei der konkreten Auslegung der Beurteilungskriterien werden die Schülerinnen und Schüler beteiligt.
<b>Aufgabe der Leistungsbeurteilung</b>	<p><b>Grundsätze der Leistungsbeurteilung</b></p> <p>Leistungsbeurteilung ist eine pädagogische Aufgabe. Sie gibt den an Schule und Unterricht Beteiligten Aufschluss über Lernerfolge und Lerndefizite:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, ihre eigenen Leistungen und ihre Lernfortschritte vor dem Hintergrund der im Biologieunterricht angestrebten Ziele einzuschätzen. Die Analyse der Fehler durch die Lehrkräfte hilft ihnen, ihre Lerndefizite zu erkennen und aufzuarbeiten, und fördert ihre Fähigkeit, den eigenen Lernprozess zu beobachten, bewusst wahrzunehmen und zu bewerten.</p> <p>Die Lehrerinnen und Lehrer erhalten wichtige Hinweise zur Effektivität ihres Unterrichts, die es ihnen ermöglichen, den nachfolgenden Unterricht differenziert vorzubereiten und zu gestalten.</p> <p>Beide Aspekte stehen in konstruktiver Wechselwirkung: Mit der Auswertung der Lernprozesse und Leistungen der Schülerinnen und Schüler können Lehrerinnen und Lehrer sie erfolgreicher in ihrem individuellen Lernweg unterstützen, mit der zunehmenden Fähigkeit zur Planung, Steuerung und Bewertung des eigenen Lernprozesses können sich Schülerinnen und Schüler kompetenter an der Auswertung des Unterrichts beteiligen und den Lehrerinnen und Lehrern wichtige Rückmeldungen zu ihrer Arbeit geben.</p>
<b>Prozess, Produkt</b>	<p>Die Leistungsbeurteilung orientiert sich am Bildungs- und Erziehungsauftrag der gymnasialen Oberstufe sowie an den in diesem Rahmenplan genannten Zielen, Grundsätzen, Inhalten und Anforderungen des Biologieunterrichts und berücksichtigt sowohl die Prozesse als auch die Ergebnisse und Produkte des Lernens und Arbeitens:</p> <p>Die prozessorientierte Leistungsbeurteilung rückt die individuellen Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler in das Blickfeld und bezieht sich insbesondere auf Vorkenntnisse, Teilleistungen, Leistungsschwerpunkte und Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Lernen.</p> <p>Die produktorientierte Leistungsbeurteilung bezieht sich auf die Ergebnisse der Bearbeitung von Aufgaben und Problemstellungen und deren Präsentation.</p>
<b>Aneignungsphasen, bewertungsfreie Phasen</b>	Die Einbeziehung von Lern- und Arbeitsprozessen in die Leistungsbeurteilung bedeutet nicht, dass jede Lern- und Unterrichtsaktivität der Schülerinnen und Schüler benotet wird. Während für gelingende Lernprozesse ein produktiver Umgang mit eigenen Irrwegen und Fehlern, die nicht vorschnell sanktioniert werden dürfen, charakteristisch ist, haben Leistungsüberprüfungen die Funktion, einem anerkannten Gütemaßstab zu genügen, wobei Fehler nach Möglichkeit zu vermeiden sind. Die Förderungen von Lernprozessen und von Leistungsbewertungen sind daher sorgfältig aufeinander abzustimmen, Aneignungsphasen werden deutlich von Phasen der Leistungsüberprüfung abgegrenzt, und es kann den Lernerfolg steigern, wenn mit den Schülerinnen und Schülern ausdrücklich bewertungsfreie Unterrichtsphasen verabredet werden.