

## 2.3 Leistungskurs Q1

### **Inhaltsfeld 3: Genetik**

- **Unterrichtsvorhaben I:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Erforschung der Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Meiose und Rekombination, Analyse von Familienstammbäumen, Proteinbiosynthese, Mutationen, Genregulation, Gentechnologie, Bioethik

### **Basiskonzepte:**

**System:** Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Rekombination Stammzelle, Synthetischer Organismus

**Struktur und Funktion:** Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, RNA-Interferenz, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip

**Entwicklung:** transgener Organismus, Synthetischer Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

**Zeitbedarf:** ca. 56 Std. á 60 Min

### **Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS Thema Genetik**

#### **Unterrichtsvorhaben I:**

Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Meiose und Rekombination, Analyse von Familienstammbäumen; Bioethik (Stammzellen)

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF 4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen

**E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

**K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen

**B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten

**B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten

#### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung
- formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose
- recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen
- recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen
- stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und bewerten Interessen sowie Folgen ethisch

**Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS**  
**Thema Genetik**

**Unterrichtsvorhaben II:** Erforschung der Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Proteinbiosynthese, Genregulation, Mutationen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern

**E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren

**E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten

**E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

**E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen

**E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung
- erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse
- benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne
- vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten
- erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen
- erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten)
- reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes
- erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten
- erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten
- erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab

**Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS**  
**Thema Genetik**

**Unterrichtsvorhaben III:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Gentechnik; Bioethik

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen

**K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren

**B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen

**B4** die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen begründet bewerten

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen
- erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete
- erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen
- stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung
- begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. *E. coli*) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung
- geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken
- beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie

### **Inhaltsfeld 5: Ökologie**

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Erforschung der Fotosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*
- **Unterrichtsvorhaben VIII:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

**Inhaltliche Schwerpunkte :** Umweltfaktoren und ökologische Potenz, Dynamik von Populationen, Stoffkreislauf und Energiefluss, Fotosynthese, Mensch und Ökosysteme

### **Basiskonzepte**

**System:** Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf

**Struktur und Funktion:** Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

**Entwicklung:** Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

**Vereinbarung der Fachkonferenz:** Durchführung einer ökologischen Freilandexkursion

**Zeitbedarf:** ca. 57 Std. á 60 Min

## **Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS**

### **Thema Ökologie**

**Unterrichtsvorhaben IV:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*

**Inhaltsfeld:** IF 5 Ökologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Umweltfaktoren und ökologische Potenz

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren

**E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern

**E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten

**E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen

**E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

**E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem
- planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse
- erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab
- erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten
- leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab

### Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS Thema Ökologie

**Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

**Inhaltsfeld:** IF 5 Ökologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Dynamik von Populationen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern

**E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

**E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren
- untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells
- vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells
- untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland
- entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten
- leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien
-

**Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS**  
**Thema Ökologie**

**Unterrichtsvorhaben VI:** Erforschung der Fotosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*

**Inhaltsfeld:** IF 5 Ökologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Fotosynthese

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren
- E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern
- E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten
- E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen
- E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern
- E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren
- leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab
- erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu
- erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese

**Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS**  
**Thema Ökologie**

**Unterrichtsvorhaben VII:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*

**Inhaltsfeld:** IF 5 Ökologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Stoffkreislauf und Energiefluss

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen
- E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen
- B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten
- B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar
- präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe

**Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS**  
**Thema Ökologie**

**Unterrichtsvorhaben VIII:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

**Inhaltsfeld:** IF 5 Ökologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Mensch und Ökosysteme

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden

**K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen

**B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab
- recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab
- diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz
- entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein

## 2.4 Leistungskurs Q2

**Inhaltsfeld 6: Evolution**

- **Unterrichtsvorhaben I:** Evolution - *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Entwicklung der Evolutionstheorie, Grundlagen evolutiver Veränderung, Art und Artbildung, Evolution und Verhalten, Hinweise auf Evolution, Evolution des Menschen, Stammbäume

**Basiskonzepte:**

**System:** Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Biodiversität

**Struktur und Funktion:**

Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

**Entwicklung:** Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese

**Übereinkunft der Fachkonferenz:** Besuch eines themenbezogenen außerschulischen Lernortes

**Zeitbedarf:** ca. 38 Std. á 60 Min

**Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS**  
**Thema Evolution**

**Unterrichtsvorhaben I** Evolution - *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*

**Inhaltsfeld:** IF 6 Evolution

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Grundlagen evolutiver Veränderung, Artbegriff und Artbildung, Entwicklung der Evolutionstheorie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.

**UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.

**K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

**E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool der Population .
- erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen
- bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).
- erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen
- stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpassung dar (UF2)
- beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme)
- wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren Beispiele .
- belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken)
- stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbilds dar
- stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar
- grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung

**Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS**  
**Thema Evolution**

**Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*

**Inhaltsfeld:** IF 6 Evolution

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Evolution und Verhalten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.

**E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen

**K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen
- analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen [(Paarungssysteme, Habitatwahl)] unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung

### Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS

#### Thema Evolution

**Unterrichtsvorhaben III:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*

**Inhaltsfeld:** IF 6 Evolution

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Art und Artbildung, Hinweise auf Evolution, Stammbäume (Teil 1)

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern

**E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen von Arten.
- deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen
- stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar
- beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen
- analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen
- belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Daten aus Gendatenbanken)
- beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur
- entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien

### Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS

#### Thema Evolution

**Unterrichtsvorhaben IV:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

**Inhaltsfeld:** IF 6 Evolution, IF 3 Genetik

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Evolution des Menschen; Stammbäume (Teil 2)

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen

**E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

**K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen



**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu .
- stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie adressatengerecht dar.
- erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen.
- entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien
- erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten
- diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv
- Bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung

#### **Inhaltsfeld 4: Neurobiologie**

**Unterrichtsvorhaben V:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung– Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist organisiert?

**Unterrichtsvorhaben VI:** Fototransduktion– Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sineseeindruck im Gehirn?

**Unterrichtsvorhaben VII:** Aspekte der Hirnforschung– Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Aufbau und Funktion von Neuronen, Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung, Leistungen der Netzhaut, Plastizität und Lernen, Methoden der Neurobiologie

#### **Basiskonzepte**

**System:** Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Rezeptor

**Struktur und Funktion:** Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, second messenger, Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympathicus, Parasympathicus, Neuroenhancer

**Entwicklung** Neuronale Plastizität

**Zeitbedarf:** ca. 37 Std. á 60 Min

### **Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS Thema Neurobiologie**

**Unterrichtsvorhaben IV** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – *Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?*

**Inhaltsfeld:** IF 4 Neurobiologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Aufbau und Funktion von Neuronen, Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1), Methoden der Neurobiologie (Teil 1), Aufbau und Funktion von Neuronen, neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern

**UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden

**E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

**E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren

**E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern

**E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons
- leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen
- erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene
- erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus
- vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang
- erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen

### Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS Thema Neurobiologie

**Unterrichtsvorhaben V** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinnesindruck im Gehirn?*

**Inhaltsfeld:** IF 4 Neurobiologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Leistungen der Netzhaut, Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen

**K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung
- stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des *second messengers* und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion
- stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinnesindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar

### Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS Thema Neurobiologie

**Unterrichtsvorhaben V:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

**Inhaltsfeld:** IF 4 Neurobiologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Plastizität des Gehirns und Lernen, Methoden der Neurobiologie (Teil 2)

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

**UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen

**K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen

**K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren

**B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar.
- erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab
- stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung
- recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung
- dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen.
- leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft.