



Gymnasium der Stadt Bonn mit internationalem Profil
Bilingual deutsch-französischer Bildungsgang und bilingual deutsch-englische Bildungswege

IB Biology at Friedrich-Ebert-Gymnasium in Bonn

Teacher: Dr. Nils Helge Schlieben

German Biology curriculum - including IB Biology curriculum

The IB Biology curriculum is combined with the national curriculum and the respective course types Grundkurs (basic course, 3 hours) or Leistungskurs (intensified course, 5 hours). The IB candidates are taught 2 additional hours in a special IB biology course. In total, the IB candidates are taught 5 (Grundkurs) to 7 (Leistungskurs) hours per week in year 1 (Q1) and year 2 (Q2).

The special IB course in year 1 (Q1) focus on experimental skills in biology, the IB course in year 2 (Q2) focus on exam preparation and covers the IB Biology topics, which are not part of the national curriculum for biology of north rhine-westphalia (NRW).

In NRW, all biology students start with an introductory basic course (3 hours) in the first year (EF) of the 3 years lasting Oberstufe (EF, Q1, Q2). In this pre-DP phase basics of biology knowledge is laid, which is repeated and expanded in den following two years.

The following table contains the internal school curriculum for biology, which is derived from the federal state curriculum for biology in NRW (Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Biologie, 2022, Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf) and the IB Biology guide (Diploma Programme, Biology guide, IB Organization, Cardiff, Wales, UK, 2023).

| | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Einführungsphase (EF): | Zellbiologie | Cells |
| Qualifikationsphase (Q1): | Neurobiologie | Neurophysiology |
| Qualifikationsphase (Q1): | Stoffwechselfysiologie | Metabolism |
| Qualifikationsphase (Q1): | Ökologie | Ecosystems |
| Qualifikationsphase (Q2): | Genetik und Evolution | Heredity, Diversity and Evolution |
| | | Anatomy and Physiology |

The group 4 project

Contribution to the development of international mindedness

Contribution to the development of the IB learner profile

- Topics of the Grundkurs and IB SL are marked in black.
- Topics of the **Leistungskurs** are marked in green and topics of IB **HL** are marked in red.

Links to experimental skills, TOK and CAS:

- Possible **experimental skills** are marked in **purple**.
- Possible **TOK** areas of interest are marked in **blue**.
- Opportunities for **CAS** activities are marked in **brown**.

| UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Stunden à 45 min | | Cells |
|---|---|--|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopie • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle | <ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6). | <p>A2.2.1 – A2.2.11 Cell structure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscopy skills • Prokaryote cell structure • Eukaryote cell structure • Processes of life • Light and electron micrographs <p>A2.2.12 – A2.2.14 Cell structure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endosymbiosis • Cell differentiation • Multicellularity <p>Skills: Microscopy of allium cepa and elodea canadensis</p> <p>Skills: Microscopy of different tissues (stages of mitosis in root tips of A. cepa, stomata of oleander, human blood, retina of rabbits)</p> <p>CAS: Drawing of biological material</p> |
| <p><i>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung | <ul style="list-style-type: none"> • erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). | <p>B2.2.1 – B2.2.3 Organelles and compartmentalization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compartmentalization of cells • Organelles of cells <p>B2.2.4 – B2.2.9 Organelles and compartmentalization</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Adaptations of mitochondrion and chloroplast • Double membrane of nucleus • Structure and function of ribosomes, endoplasmic reticulum, Golgi apparatus , vesicles |
| <p><i>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? (ca. 2 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Endosymbiontentheorie | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7) | <p>A2.1.1 – A2.1.9 Origins of cells</p> <ul style="list-style-type: none"> • Living and non-living things • Evolution of the first cells • Miller-Urey experiment • RNA as first genetic material • Last universal common ancestor |
| <p><i>Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung • Mikroskopie | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10). | <p>B2.3.1 – B2.3.6 Cell specialization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Differentiation • Stem cells • Cell size <p>B2.3.7 – B2.3.10 Cell specialization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptations of cells <p>TOK: Is the use of stem cells ethically justifiable?</p> |
| <p><i>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen? (ca. 4 h)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). | <p>A2.3.1 – A2.3.6 Viruses</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure of viruses • Lytic cycle • Lysogenic cycle • Origin of viruses • Evolution in viruses <p>TOK: Are some things unknowable?</p> |

| | | |
|--|---|--|
| UV Z2: Biomembranen Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 min | | Cells |
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| <i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i> | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <i>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen? (ca. 5 h)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kohlenhydrate • Lipide • Proteine | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6) | <p>A1.1.1 – A1.1.6 Water</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polar structure of water • Hydrogen bonds • Properties of water <p>A1.1.7 – A1.1.8 Water</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraterrestrial origin of water <p>B1.1.1 – B1.1.13 Carbohydrates and lipids</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condensation reactions • Hydrolysis • Form and function of monosaccharides • Polysaccharides • Properties of lipids • Fatty acids <p>B1.2.1 – B1.2.5 Proteins</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generalized structure of an amino acids • Proteins as polypeptides • Denaturation <p>B1.2.6 – B1.2.12 Proteins</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polar and non-polar amino acids • Primary, secondary, tertiary, quaternary structure |

| | | |
|--|---|---|
| | | <p>Skills: Physical and chemical characteristics of lipids, proteins and carbohydrates</p> <p>Skills: Determination of unknown amino acids from titration curves</p> <p>CAS: Cooking and baking</p> |
| <p><i>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung | <ul style="list-style-type: none"> • stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). | <p>B2.1.1 – B2.1.10 Membranes and membrane transport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluid mosaic model • Phospholipid bilayers • Integral and peripheral proteins • Glycoproteins and glycolipids <p>B2.1.11 – B2.1.17 Membranes and membrane transport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluidity <p>TOK: What constraints are there on the pursuit of knowledge?</p> |
| <p><i>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? (ca. 8 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • physiologische Anpassungen: Homöostase • Untersuchung von osmotischen Vorgängen | <ul style="list-style-type: none"> • erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10– 14). • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). | <p>B2.1.1 – B2.1.10 Membranes and membrane transport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simple diffusion • Facilitated diffusion • Active transport <p>B2.1.11 – B2.1.17 Membranes and membrane transport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endocytosis / exocytosis • Gated ion channels • Exchange transporters • Cotransporters <p>D2.3.1 – D2.3.7 Water potential</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Water as a solvent • Osmosis • Hypotonic, hypertonic, isotonic solutions <p>D2.3.8 -- D2.3.11 Water potential</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water potential of cells <p>Skills: Plasmolysis and deplasmolysis in epidermis cells of the red onion</p> <p>Skills: Estimating osmolarity in tissues</p> <p>TOK: How important are material tools in the production of knowledge?</p> |
| <p>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? (ca. 2 h)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). | |
| <p>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 h)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). | |

| UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 min | | Cells |
|--|--|---|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitose: Chromosomen, Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation | <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). | <p>D2.1.1 – D2.1.11 Cell and nuclear division</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cell division • Cytokinesis • Phases of mitosis <p>D2.1.12 – D2.1.17 Cell and nuclear division</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cell proliferation • Phases and control of the cell cycle • Mutations in genes that control the cell cycle |
| <p><i>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? (ca. 2 h.)</i></p> | <p>begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).</p> | |
| <p><i>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 4 h)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12). | <p>B2.3.1 – B2.3.6 Cell specialization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Properties of stem cells • Totipotent, pluripotent, multipotent stem cells • Cell size <p>B2.3.7 – B2.3.10 Cell specialization</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptations of cells |
| <p><i>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Karyogramm: Genom- & Chromosomen- | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14). | <p>D2.1.1 – D2.1.11 Cell and nuclear division</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phases of meiosis • Down syndrome <p>A3.1.1 – A3.1.11 Diversity of organisms</p> |

| | | |
|---|--|--|
| <p>mutationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meiose • Rekombination | | <ul style="list-style-type: none"> • Karyotyping and karyograms • Genomes and genome sizes <p>Skills: Karyotyping - analysis of human chromosomes</p> |
| <p><i>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten? (ca. 4 h)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13). | <p>D3.2.1 – D3.2.15 Inheritance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genetic crosses • Genotype / phenotype • Dominant and rezessive alleles • Phenylketonuria • Multiple alleles in gene pools • Incomplete dominance and codominance • Inheritance of genes on sex chromosomes • Polygenic inheritance <p>D3.2.16 – D3.2.21 Inheritance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unlinked genes in meiosis • Prediction of genotypic and phenotypic ratios • Autosomal gene linkage • Chi-squared-test |

| UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Stunden à 45 min | | Metabolism |
|--|--|--|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| <i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i> | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch? (ca. 12 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System • Energieumwandlung: Redoxreaktionen | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechsel-prozessen (S5, S6). | <p>C1.2.1 – C1.2.6 Cell respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> • ATP • Energy transfers <p>C1.2.7 – C1.2.17 Cell respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> • NAD |
| <p><i>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? (ca. 12 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme: Kinetik • Untersuchung von Enzymaktivitäten • Enzyme: Regulation | <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9) • entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). • beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). | <p>C1.1.1 – C1.1.10 Enzymes and metabolism</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anabolic and catabolic reactions • Enzymes as catalysts / enzyme catalysis • Induced-fit binding • Effects on the rate of enzyme activity <p>C1.1.11 – C1.1.17 Enzymes and metabolism</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme-catalysed reactions • Pathways in metabolism • Allosteric inhibition • Competitive and non-competitive inhibition • Feedback inhibition • Irreversible inhibition <p>Skills: Investigation of different factors that influence enzyme activity (T, pH, substrate concentration)</p> |

| | | |
|--|---|--|
| UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 20 / 32 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Anatomy and Physiology |
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| <i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i> | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (ca. 12 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung • neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). • entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14) und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). • vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). | C2.2.1 – C.2.2.7 Neural signalling <ul style="list-style-type: none"> • Resting potential • Action potential • Propagation of action potential C2.2.8 – C2.2.16 Neural signalling <ul style="list-style-type: none"> • Phases of action potential • Saltatory conduction |
| <p><i>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse • Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation • Stoffeinwirkung an Synapsen | <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). • erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). • nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9) | C2.2.1 – C.2.2.7 Neural signalling <ul style="list-style-type: none"> • Synaptic transmission • Neurotransmitters • Excitatory postsynaptic potential C2.2.8 – C2.2.16 Neural signalling <ul style="list-style-type: none"> • Inhibitory postsynaptic potential • Summation • Effect of exogenous chemicals <p>TOK: What challenges are raised by the communication of scientific knowledge?</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p><i>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Störungen des neuronalen Systems | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). | |
| <p><i>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 4 h.)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). | <p>C2.1.1 – C2.1.14 Chemical signalling</p> <ul style="list-style-type: none"> • receptors • signalling chemicals • signal transduction pathways |
| <p><i>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelluläre Prozesse des Lernens | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1). | <p>CAS: Tutoring</p> |
| <p><i>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6). | <p>C2.1.1 – C2.1.14 Chemical signalling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hormones |

| | | |
|---|---|--|
| UV GK-S1 / LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen | | Metabolism |
| Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie | | |
| Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | |
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| <i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i> | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 5 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung | <ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). | <p>C1.2.1 – C1.2.6 Cell respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> • ATP • Energy transfers <p>C1.2.7 – C1.2.17 Cell respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> • NAD |

| UV GK-S2 / LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen | | Metabolism |
|--|--|--|
| Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie | | |
| Zeitbedarf: ca. 11 / 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | |
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 / 8 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Redoxreaktionen • Energetisches Modell der Atmungskette | <ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). | <p>C1.2.1 – C1.2.6 Cell respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> • aerobic cell respiration • Variables affecting cell respiration <p>C1.2.7 – C1.2.17 Cell respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glycolysis • Link reaction (oxidative decarboxylation) • Krebs cycle • Electron transport chain • Chemiosmosis / synthesis of ATP • Lipids and carbohydrates as respiratory substrates <p>Skills: Measuring respiration rates using a respirometer</p> |
| <p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 5 / 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffwechselregulation auf Enzymebene | <ul style="list-style-type: none"> • erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9). | <p>C1.1.11 – C1.1.17 Enzymes and metabolism</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pathways in metabolism • Allosteric inhibition • Feedback inhibition • Irreversible inhibition |
| <p><i>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (ca. 2 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alkoholische Gärung | <ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), | <p>C1.2.1 – C1.2.6 Cell respiration</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anaerobic and aerobic cell respiration in humans <p>C1.2.7 – C1.2.17 Cell respiration</p> |

• Milchsäuregärung

• Anaerobic cell respiration in yeast

| UV GK-S3 / LK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 18 / 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Metabolism |
|--|--|---|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). | <p>C1.3.1 – C1.3.8 Photosynthesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effects of limiting factors <p><i>Skills: Investigation of factors that influence the rate of photosynthesis</i></p> |
| <p><i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau | <ul style="list-style-type: none"> • erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8). | |
| <p><i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 3 / 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast • Chromatografie | <ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). | <p>C1.3.1 – C1.3.8 Photosynthesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chromatography / Separation of leaf pigments • Activity spectra • Energy transformation <p>C1.3.9 – C1.3.19 Photosynthesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Photosystems <p><i>Skills: Thin-layer-chromatography of leaf pigments</i> <i>Skills: Absorption spectra of chlorophyll</i></p> |
| <p><i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 / 12 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen | <ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). | <p>C1.3.1 – C1.3.8 Photosynthesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simple word equation • Conversion of carbon dioxide to glucose <p>C1.3.9 – C1.3.19 Photosynthesis</p> |

| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). • werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15). | <ul style="list-style-type: none"> • Photolysis of water • ATP production by chemiosmosis • Calvin cycle: carbon fixation, synthesis, regeneration • Light-dependent reactions • Light-independent reactions |
|--|---|--|

| | | |
|---|---|---|
| UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Metabolism |
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| <i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i> | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <i>Welche morphologischen und physiologischen Anpasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 h)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau • C4-Pflanzen • Stofftransport zwischen Kompartimenten | <ul style="list-style-type: none"> • vergleichen die Sekundärvorgänge bei C3- und C4-Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7). | |
| <i>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO2- Problematik beitragen? (ca. 4 h)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen | <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12). | C1.3.1 – C1.3.8 Photosynthesis <ul style="list-style-type: none"> • Carbon dioxide enrichment experiments TOK: Can new knowledge change established values or beliefs? |

| UV GK-Ö1 / LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 / 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Ecosystems – The living Environment |
|---|--|--|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren. | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8). | <p>B4.1.1 – B4.1.8 Adaptation to environment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habitat • Abiotic factors • Coral reef formation • Biomes <p>Skills: Setting up a sealed mesocosm</p> |
| <p><i>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 5 / 8 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven | <ul style="list-style-type: none"> • untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13) | <p>B4.1.1 – B4.1.8 Adaptation to environment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Range of tolerance of limited factors |
| <p><i>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 5 / 7 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). • erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). | <p>C4.1.1 – C4.1.18 Populations and communities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competition and cooperation • Interspecific relationship • Invasive species <p>B4.2.1 – B4.2.13 Ecological niches</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecological niche • Anaerobes and aerobes • Nutrition • Predators and prey • Fundamental and realized niches • Competitive exclusion |

| | | |
|---|--|---|
| <p><i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 / 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen • Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal | <ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). | <p>C4.1.1 – C4.1.18 Populations and communities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition of population and community • Estimation of population size • Chi-squared test <p>D4.2.1 – D4.2.11 Stability and change</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stability in ecosystems • Keystone species • Sustainability <p>TOK: In what ways do values affect the production of knowledge?</p> <p>CAS: Photography of plants</p> |
|---|--|---|

| UV GK-Ö2 / LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 / 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Ecosystems – The living Environment |
|---|---|--|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien | <ul style="list-style-type: none"> • interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9). | <p>C4.1.1 – C4.1.18 Populations and communities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition of population • Carrying capacity • Density-dependent factors • Population growth curves |
| <p><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 / 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). | <p>C4.1.1 – C4.1.18 Populations and communities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interspecific relationship • Predator-prey-relationship • Allelopathy <p>B4.2.1 – B4.2.13 Ecological niches</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predators and prey |
| <p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 4 / 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). • analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5). | <p>A4.2.1 – A4.2.8 Conservation of biodiversity</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biodiversity and biodiversity crisis • Number of species on Earth • Anthropogenic species extinction • Approaches to conservation of biodiversity <p>D4.2.1 – D4.2.11 Stability and change</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stability in ecosystems • Deforestation |

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none">• Keystone species• Sustainability• Eutrophication• Pollution• Rewilding <p>D4.2.12 – D4.2.15 Stability and change</p> <ul style="list-style-type: none">• Succession |
|--|--|---|

| UV GK-Ö3 / LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 / 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Ecosystems – The living Environment |
|--|---|--|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 4 / 5 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). | <p>C4.2.1 – C4.2.22 Transfers of energy and matter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sunlight as energy source • Flow of chemical energy • Food chains and food webs • Decomposers • Autotrophs and heterotrophs • Trophic levels • Energy pyramids • Primary and secondary production <p>B4.2.1 – B4.2.13 Ecological niches</p> <ul style="list-style-type: none"> • Omnivores and herbivores • Predators and prey |
| <p><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 2 / 3 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). | <p>C4.2.1 – C4.2.22 Transfers of energy and matter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carbon cycle • Keeling curve • Recycling |
| <p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (3 / 5 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). | <p>D4.3.1 – D4.3.8 Climate change</p> <ul style="list-style-type: none"> • Causes of climate change • Global warming • Tipping points • Habitat change • Potential ecosystem collapse |

| | | |
|---|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). | <ul style="list-style-type: none"> • Carbon sequestration <p>D4.3.9 – D4.3.12 Climate change</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phenology • Consequences of climate change <p>TOK: Does everyone understand new knowledge?</p> <p>TOK: Who owns knowledge?</p> <p>CAS: Reducing waste in the cafeteria, remodeling the schoolyard with more places for plants, for activities and recreation.</p> |
| <p><i>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 5 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, nachhaltige Nutzung | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). | |

| | | |
|--|---|--|
| UV GK-G1 / LK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 27 / 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Heredity, Diversity and Evolution |
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| <i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i> | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation | <ul style="list-style-type: none"> • leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). | <p>A1.2.1 – A1.2.10 Nucleic acids</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure of DNA and RNA • Double helix structure of DNA • Complementary base pairing <p>A1.2.11 – A1.2.15 Nucleic acids</p> <ul style="list-style-type: none"> • Directionality of DNA and RNA • Purine-to-pyrimidine bonding • Structure of a nucleosome • Hershey-Chase experiment • Chargaff's data <p>D1.1.1 – D1.1.5 DNA replication</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semi-conservative replication • Helicase and DNA polymerase • PCR and gel electrophoresis <p>D1.1.6 – D1.1.9 DNA replication</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leading and lagging strand • DNA primase, DNA polymerase I / III, DNA ligase • DNA proofreading <p>Skills: Isolation of DNA from fruits</p> |

| | | |
|---|--|--|
| | | <p>TOK: How can we know that current knowledge is an improvement on past knowledge?</p> <p>TOK: What features of knowledge have an impact on its reliability?</p> |
| <p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 6 / 8 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Transkription, Translation | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). | <p>D1.2.1 – D2.1.11 Protein synthesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expression of genes • Transcription • Translation • mRNA and tRNA • Codon and anticodon • Genetic code • Mutations <p>D1.2.12 – D2.1.19 Protein synthesis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Directionality of transcription and translation • Coding and non-coding sequences • Post-transcriptional modifications • Alternative splicing • Modification of polypeptides |
| <p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Transkription, Translation | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). | <p>D1.2.1 – D2.1.11 Protein synthesis</p> <p>D1.2.12 – D2.1.19 Protein synthesis</p> |
| <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal, Genmutationen | <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). | <p>D1.3.1 – D1.3.7 Mutation and gene editing</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gene mutations • Base substitutions • Insertion and deletion • Consequences of mutations <p>D1.3.8 – D1.3.10 Mutation and gene editing</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Gene knockout • Gene editing, CRISPR sequences, Cas9 • (Highly) conserved sequences in genes |
| <p><i>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • PCR • Gelelektrophorese • ggf. genetischer Fingerabdruck • ggf. Sequenzierung | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11). | <p>D1.1.1 – D1.1.5 DNA replication</p> <ul style="list-style-type: none"> • PCR and gel electrophoresis <p>A3.1.1 – A3.1.11 Diversity of organisms</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genomes and genome sizes • Genome sequencing |
| <p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 7 Ustd.)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung | <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). | <p>D2.2.1 – D2.2.11 Gene expression</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulation of transcription: promoters, enhancers, transcription factors • Epigenesis • Methylation |

| UV LK-G2: DNA-Regulation der Genexpression und Krebs Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Heredity, Diversity and Evolution |
|---|--|--|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz | <ul style="list-style-type: none"> erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10). | <p>D2.2.1 – D2.2.11 Gene expression</p> <ul style="list-style-type: none"> Regulation of gene expression Regulation of transcription: promoters, enhancers, transcription factors Regulation of translation Epigenesis Methylation Environmental effects, twin studies |
| <p><i>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin | <ul style="list-style-type: none"> begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12). | <p>D2.1.12 – D2.1.17 Cell and nuclear division</p> <ul style="list-style-type: none"> Mutations in genes that control the cell cycle: proto-oncogenes, tumour suppressor genes |
| <p><i>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 h)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13). | |

| | | |
|---|--|---|
| UV GK-G2 / LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 8 / 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Heredity, Diversity and Evolution |
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| <i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i> | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 h)</i> <ul style="list-style-type: none"> Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung | <ul style="list-style-type: none"> analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). | D3.2.1 – D3.2.15 Inheritance <ul style="list-style-type: none"> Genetic crosses Genotype / phenotype Dominant and rezessive alleles Phenylketonuria Multiple alleles in gene pools Incomplete dominance and codominance Inheritance of genes on sex chromosomes Polygenic inheritance D3.2.16 – D3.2.21 Inheritance <ul style="list-style-type: none"> Unlinked genes in meiosis Prediction of genotypic and phenotypic ratios Autosomal gene linkage Chi-squared-test Skills: Investigation of genetic determination of height |
| <i>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt? Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf? (ca. 8 h)</i> <ul style="list-style-type: none"> Genetik menschlicher Erkrankungen: Gentherapie | <ul style="list-style-type: none"> bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentechnischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11). | |

| | | |
|---|---|--|
| <p>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 4 / 6 h)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11). | |
|---|---|--|

| | | |
|---|--|--|
| <p>UV GK E1 / LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 13 / 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> | | <p>Heredity, Diversity and Evolution</p> |
| <p>National curriculum</p> | | <p>IB Biology SL / HL curriculum</p> |
| <p><i>Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</i></p> | <p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ...</p> | <p>IB course outline with links to experimental skills, TOK and CAS</p> |
| <p><i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 / 6 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift | <ul style="list-style-type: none"> • begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). | <p>D4.1.1 – D4.1.8 Natural selection</p> <ul style="list-style-type: none"> • Natural selection driving evolutionary change • Mutation and sexual reproduction • Overproduction • Selection pressure • Sexual selection <p>D4.1.9 – D4.1.15 Natural selection</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neo-Darwinism • Types of selection • Concept of gene pool • Allele frequencies • Hardy-Weinberg equation • Artificial selection <p>Skills: Selection and survival - games as models for evolution</p> <p>TOK: What challenges are raised by the communication of scientific knowledge?</p> |

| | | |
|--|---|---|
| <p><i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpassungen? (ca. 2 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | <p>D4.1.1 – D4.1.8 Natural selection</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concept of fitness |
| <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 2 / 3 h)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | |
| <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 2 / 3 h)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | <p>D4.1.1 – D4.1.8 Natural selection</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sexual selection |
| <p><i>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7). | <p>D4.1.1 – D4.1.8 Natural selection</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sexual selection • Concept of fitness |
| <p><i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution | <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | |

| UV GK-E2 / LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | | Heredity, Diversity and Evolution |
|---|---|--|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| <p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 h)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation | <ul style="list-style-type: none"> • erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7). | <p>A3.1.1 – A3.1.11 Diversity of organisms</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variation • Morphological concept of species • Biological concept of species • Binomial system • Karyotyping and karyograms • Genomes and genome sizes • Genome sequencing <p>A3.1.12 – A3.1.15 Diversity of organisms</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chromosome number within a species • Dichotomous key • Barcodes <p>A4.1.1 – A4.1.7 Evolution and speciation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Speciation <p>A4.1.8 – A4.1.11 Evolution and speciation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sympatric and allopatric speciation • Adaptive radiation • Hybridization <p>Skills: Developing a dichotomous key to identify different species</p> |
| <p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 h)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und | <p>A4.1.1 – A4.1.7 Evolution and speciation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evidences for evolution |

| | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale | <p>vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • homologous and analogous structures <p>TOK: Do we need evidences to produce new knowledge?</p> |
| <p>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 h)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). | <p>A3.2.1 – A3.2.9 Classification and cladistics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classification of organisms • Taxa • Cladistics, clades and cladograms • Molecular clock <p>Skills: Cladogram analysis</p> <p>TOK: How does the way in which we classify knowledge affect what we know?</p> |
| <p>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 h)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). | <p>A4.1.1 – A4.1.7 Evolution and speciation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Convergent evolution |
| <p>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen | <ul style="list-style-type: none"> • begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5). | |

| | | Anatomy and Physiology |
|---|---|---|
| National curriculum | | IB Biology SL / HL curriculum |
| Leitfragen & Sequenzierung inhaltlicher Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler ... | IB course outline with links to experimental skills , TOK and CAS |
| | | <p>B3.1.1 – B3.1.10 Gas exchange</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gas exchange in organisms • Gas-exchange surfaces • Adaptations for gas exchange • Ventilation • Distribution of tissues in a leaf • Transpiration • Stomatal density <p>B3.1.11 – B3.1.13 Gas exchange</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptations of haemoglobin • Bohr shift • Oxygen dissociation curves, cooperative binding <p>Skills: Ventilation in humans - measuring lung capacity</p> <p>Skills: Measuring transpiration rates using a potometer</p> |
| | | <p>B3.2.1 – B3.2.10 Transport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptations of capillaries, arteries, veins, xylem • Measurement of pulse rates • Coronary heart disease • Transport of water in plants • Distribution of tissues in a stem of a plant <p>B3.2.11 – B3.2.18 Transport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tissue fluid • Single and double circulation |

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Adaptations of the mammalian heart • Stages in the cardiac cycle • Active transport in plants <p>Skills: Measurement of pulse rates</p> |
| | | <p>B3.3.1 – B3.3.10 Muscle and motility</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concept of movement • Muscle contraction • Muscle relaxation • Motor units in skeletal muscle • Exo- and endoskeletons • Range of motion of a joint • Intercostal muscles • Locomotion <p>CAS: Bike riding, dancing, ice skating</p> |
| | | <p>C3.1.1 – C3.1.16 Integration of body systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • System integration • Nervous and endocrine systems • Brain • Spinal cord • Sensory and motor neurons, nerves • Pain reflex • Skeletal muscle contraction • Diurnal pattern of melatonin secretion • Epinephrine secretion • Control of the endocrine system • Feedback control of heart rate and ventilation rate <p>C3.1.17 – C3.1.23 Integration of body systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tropic responses in seedlings • Phototropism • Phytohormones: auxin, cytokinin, ethylene |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Skills: Computer simulation of brain structure</p> |
| | | <p>C3.2.1 – C3.2.18 Defense against disease</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pathogens • Blood clotting • Innate and adaptive immune system • Phagocytes • Lymphocytes and antibodies • Antigens • Immunity • HIV • Antibiotics and evolution of resistance • Zoonoses • Vaccines and immunization • Herd immunity • COVID-19 pandemic |
| | | <p>D3.1.1 – D3.1.12 Reproduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sexual and asexual reproduction • Fusion of gametes • Human male and female reproductive systems • Hormonal regulation of ovarian & uterine cycles • Fertilization in humans • In vitro fertilization • Cross-pollination • Self-pollination • Germination of seeds <p>D3.1.13 – D3.1.20 Reproduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sex hormones • Spermatogenesis and oogenesis • Polyspermy • Pregnancy testing • Foetal development |

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Hormonal control <p>TOK: What counts as a good justification for a claim?</p> |
| | | <p>D3.3.1 -- D3.3.6 Homeostasis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulation of blood glucose • Type 1 and type 2 diabetes • Thermoregulation <p>D3.3.7 -- D3.3.11 Homeostasis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excretion • Osmoregulation <p>TOK: To what extent is certainty possible?</p> |

The group 4 project

The group 4 project takes place in the middle of the year 1 or at the beginning of year 2. For the last years it has been carried out as a collaborative project between our Biology, Physics and Chemistry courses. The participating teachers make sure that interdisciplinary groups are formed. Project topics are chosen by students to carry out interdisciplinary investigations. During the years typical projects were e.g. "Artificial photosynthesis machine", "Radiation and its effects on the human body", "Fitness: A physical and biological report on the effects of exercise", "Experimenting with fruit circuits" and "The perfect outfit".

Contribution to the development of international mindedness

The course is taught in English which is, for the majority of our students, not their first language. They will develop a very good command of English. This is especially important, as English is used as *lingua franca*, in particular in sciences. Their grasp of English therefore empowers them to access a much wider range of scientific literature on any given topic, contributed by scientists from all across the globe as opposed to just the German-speaking scientific community. Especially COVID-19 pandemic showed that international problems require international solutions. And international solutions require international communication. And international communication means to have a very good command of English!

Contribution to the development of the IB learner profile

In natural sciences students always study attributes of the IB learner Profile. Especially in studying scientific themes and by planning and carrying out scientific experiments (e.g. practicals and the Internal Assessment) the students strengthen their **research skills** and their **self-management**.

First, the students need to be **Inquirers**, when they want to investigate and answer special research questions. They ask themselves why scientists explore a special field of science and why knowledge about it is relevant for their everyday life (**Knowledgeable**). Further they think about methods by which scientists explore factors that have an effect on the investigated matter. Then they formulate a focused and precise research question that can be used to generate data for further analysis. On the basis of their knowledge students are confident enough to make predictions and construct hypotheses even though they might be wrong (**Risk-takers**).

To answer the research question students have to collect sufficient data they generated e.g. in an experiment. The planning of the experiment should break the given problem into manageable sub-parts and set achievable goals in a realistic time frame (**Self and Time Manager**). Once the data has been collected, students are **Thinkers** to critically analyze and interpret their data and results (**Reflective**). This can lead to further questions, or it can help the student to make informed decisions about complex problems. Even a repetition of the experiment with changed (or unchanged) conditions could be necessary creating working routines and helping to structure the practical work.

Once the data has been analyzed and evaluated the students are **Communicators** to present the information in a way that others can understand. They can use more than one language (English, German and eventually their first language) to present their data, results and conclusions and they can use a variety of modes of communication (e.g. lab report, lecture, digital session).