

Inhaltsfeld Neurobiologie		Jahrgangsstufe Q1 – 1. Halbjahr
Inhaltliche Schwerpunkte:		Aufbau und Funktion von Neuronen, Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung, Plastizität und Lernen (GK & LK) Leistung der Netzhaut, Methoden der Neurobiologie (nur LK)
Vorschläge für mögliche Kontexte:		Nervengifte, Gedächtnis und Wahrnehmung (GK & LK) Auge (nur LK)
Basiskonzept	System:	Neuronen, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Rezeptor (GK & LK) Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung (nur LK)
	Struktur und Funktion:	Neuron, Na ⁺ -K ⁺ -Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, Second messenger, Sympathicus und Parasympathicus, EPSP und IPSP, Rezeptorpotenzial (GK & LK) Reaktionskaskade, Fototransduktion, Neuro-Enhancer (nur LK)
	Entwicklung:	Neuronale Plastizität (GK & LK)
Inhaltliche Konkretisierung durch die Fachkonferenz		Konzeptbezogene Kompetenzen
Bau und Funktion von Neuronen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bau des Neurons ▪ Ruhepotential ▪ Aktionspotential ▪ Erregungsweiterleitung am Axon ▪ Erregungsübertragung an Synapsen 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1), ▪ erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1), ▪ erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2),
Neuronale Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> ▪ synaptische Integration (Amplituden- und Frequenzmodulation) ▪ Wirkung von Synapsengiften (z.B. Drogen und Medikamente) ▪ Second-messenger (z.B. cAMP) 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene, auch am Beispiel von Reflexen (UF1, UF3), ▪ stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4), ▪ dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (z.B. Opiate) (K1, K3, UF2), ▪ erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).
Grundlagen der Wahrnehmung und des Lernens <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bau und Funktion des Gehirns ▪ Reizaufnahme und Verarbeitung ▪ Lernvorgänge ▪ Erkrankungen des Gehirns (z.B. Parkinson, Alzheimer) 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ erlangen vereinfachte Übersicht über Bau und Funktion des Gehirns, ▪ stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Konstruktion des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3), ▪ erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4). ▪ recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).
Peripheres Nervensystem <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sympathicus und Parasympathicus 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1).
Sinnesorgan (am Beispiel des Auges) (nur LK) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bau des Auges und der Netzhaut ▪ Präparation des Auges (Schlachttiere) ▪ Fototransduktion ▪ Farb- und Kontrastwahrnehmung (laterale Inhibition) 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4), ▪ stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des second messengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).
Methoden der Neurobiologie <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hirnforschung ▪ Messmethodik 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 (UF4, UF1, B4). ▪ leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).

Inhaltsfeld Genetik		Jahrgangsstufe Q1 – 2. Halbjahr
Inhaltliche Schwerpunkte:		Meiose Rekombination, Analyse von Familienstammbäumen, Proteinbiosynthese, Genregulation, Gentechnik, Bioethik (GK & LK)
Vorschläge für mögliche Kontexte:		Mondscheinkinder, Insulinproduktion (GK & LK) Genetisch bedingte Krankheiten, Omics (nur LK)
Basiskonzept	System:	Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Rekombination, Stammzelle (GK & LK) Synthetischer Organismus (nur LK)
	Struktur und Funktion:	Proteinbiosynthese, genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip (GK & LK) RNA-Interferenz (nur LK)
	Entwicklung:	Transgener Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose (GK & LK)
Inhaltliche Konkretisierung durch die Fachkonferenz		Konzeptbezogene Kompetenzen
Humangenetische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chromosomen ▪ Meiose ▪ Rekombination ▪ Geschlechtsbestimmung ▪ Stammbaumanalyse ▪ Chromosomenanomalien 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4), ▪ formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4), ▪ erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Gen-wirkketten) (UF1, UF4).
Molekulare Grundlagen der Vererbung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteinbiosynthese ▪ Mutationen, Mutagene (Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen) ▪ Genregulation bei Pro- und Eukaryoten ▪ Epigenetik 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ vergleichen die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3), ▪ erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2), ▪ erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6), ▪ erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4), ▪ erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6),
Angewandte Genetik <ul style="list-style-type: none"> ▪ genetischer Fingerabdruck ▪ PCR, Gelelektrophorese 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1). ▪ erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1),
Bioethik <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stammzellen ▪ transgener Organismus ▪ DNA-Chips 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3), ▪ recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3), ▪ stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4), ▪ geben die Bedeutung von DNA-Chips an und beurteilen Chancen und Risiken (B1, B3).
Hypothesenbildung, Modellvorstellungen und Reflektion (nur LK) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein Gen – Ein Protein ▪ Aufklärung des genetischen Codes ▪ Aufklärung der Proteinbiosynthese 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7), ▪ benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4), ▪ erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5), ▪ erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).

Inhaltsfeld Ökologie		Jahrgangsstufe Q2 – 1. Halbjahr
Inhaltliche Schwerpunkte:		Umweltfaktoren und ökologische Potenz, Dynamik von Populationen, Stoffkreislauf und Energiefluss, Mensch und Ökosysteme (GK & LK)
Vorschläge für mögliche Kontexte:		Weichmacher, Regenwald, aquatisches Ökosystem(GK & LK)
Basiskonzept	System:	Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf (GK & LK)
	Struktur und Funktion:	Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte (GK & LK)
	Entwicklung:	Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie (GK & LK)
Inhaltliche Konkretisierung durch die Fachkonferenz		Konzeptbezogene Kompetenzen
Umweltfaktoren, ökol. Nische <ul style="list-style-type: none"> ▪ abiotische Umweltfaktoren ▪ Anpassungen bei Tieren und Pflanzen ▪ Klimaregeln (Allen, Bergmann) 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4), ▪ erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).
Populationsdynamik <ul style="list-style-type: none"> ▪ dichteabhängige / dichteunabhängige Faktoren (K- und r-Strategie) ▪ Bisysteme (Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute) 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1). ▪ untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6), ▪ 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 (E5, UF1, UF2, UF3, UF4), ▪ nur LK: vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6), ▪ leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1), ▪ erklären mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2).
Stoffkreislauf und Energiefluss <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trophieebenen ▪ Nahrungskette, Nahrungsnetz ▪ CO₂- und Phosphat-Kreislauf (GK und LK) ▪ Stickstoffkreislauf (nur LK) 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3),
Fotosynthese <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lokalisierung von Licht- und Dunkelreaktion im Chloroplasten ▪ Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von abiotischen Faktoren 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3), ▪ analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5). ▪ nur LK: leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4), ▪ nur LK: erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).
Mensch und Ökosystem <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neobioten ▪ Sukzession ▪ Naturschutz ▪ Nachhaltigkeit 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1), ▪ recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4), ▪ diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3), ▪ entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).
Freilanduntersuchung (nur LK) <ul style="list-style-type: none"> ▪ z.B. Wiembach oder Wupper ▪ z.B. Silbersee ▪ z.B. Naturgut Ophoven ▪ u.v.m. 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ▪ untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4), ▪ planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökol. Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4).

Inhaltsfeld Evolution		Jahrgangsstufe Q2 – 2. Halbjahr
Inhaltliche Schwerpunkte:		Grundlagen evolutiver Veränderungen, Art und Artbildung, Evolution und Verhalten, Evolution des Menschen, Stammbäume (GK & LK) Entwicklung der Evolutionstheorie (nur LK)
Vorschläge für mögliche Kontexte:		Primaten, Parasiten (GK & LK)
Basiskonzept	System:	Art Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, (GK & LK) Biodiversität (nur LK)
	Struktur und Funktion:	Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie (GK & LK)
	Entwicklung:	Fitness, Divergenz, Konvergenz, Koevolution, adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese (GK & LK)
Inhaltliche Konkretisierung durch die Fachkonferenz		Konzeptbezogene Kompetenzen
Grundlagen evolutiver Veränderungen <ul style="list-style-type: none"> Evolutionen (Mutation, Rekombination, Isolation, Gendrift) Divergenz, Konvergenz adaptive Radiation Evolutionen Koevolution synthetische Evolutionstheorie 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4), erläutern den Einfluss der Evolutionen (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1), stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpassung dar (UF2, UF4), analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6), deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3), erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1), stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3), wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Koevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2). belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5). nur LK: beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3). nur LK: bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6), nur LK: erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6), nur LK: wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Koevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).
Phylogenese <ul style="list-style-type: none"> Homologie und Analogie Erstellung von Stammbäumen 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4), erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5), beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4), nur LK: beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2), nur LK: analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6),
Evolution und Verhalten <ul style="list-style-type: none"> (elterliches) Investment Fitness Paarungssysteme Partnerwahl 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4), analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4),
Evolution des Menschen <ul style="list-style-type: none"> DNA-Hybridisierung mitochondriale DNA Stellung des Menschen im System der Primaten Exkursion Zoo Köln (Primatenevolution) oder Neanderthalmuseum 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3), diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4), bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).
Entwicklung der Evolutionstheorie (nur LK) <ul style="list-style-type: none"> Entwicklungstheorien (Lamarck, Wallace, Darwin) Kreationismus 		Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7), grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4),