

Schulcurriculum Biologie Sekundarstufe II

Einführungsphase			
Unterrichtsvorhaben I:			
Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i>			
Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Zellaufbau • Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1) Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • UF1 ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben. • UF2 biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden. • K1 Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
SI-Vorwissen		Abfrage des Vorwissens zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Problemstellen.
Zelltheorie – <i>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</i> • Zelltheorie • Organismus, Organ, Gewebe, Zelle	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	z.B. Gruppenpuzzle vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien (<i>Nature of Science</i>) werden beispielhaft erarbeitet.

<i>Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?</i> • Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen	beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).	elektronenmikroskopische Bilder sowie 2D-Modelle zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.
<i>Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen?</i> • Aufbau und Funktion von Zellorganellen • Zellkompartimentierung • Endo – und Exocytose • Endosymbiontentheorie	beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1). präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1). erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat) (UF1, UF2). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1).	Denkmodell Cell-City (UB 380) zu den Zellorganellen. Darin enthalten u.a.: - Gruppenpuzzle zu den Zellorganellen - mögliche Analogie von Bestandteilen einer Zelle und der Modellstadt (mit Hilfekarten) - Original und Modell im Vergleich - Modellkritik/Analogiekritik Erstellen eines Mediums zur Erklärung der Endosymbionten-theorie für zufällig gewählte Adressaten.	Erkenntnisse werden dokumentiert. Hierzu könnte man wie folgt vorgehen: Eine „Adressatenkarte“ wird per Zufallsprinzip ausgewählt. Auf dieser erhalten die SuS Angaben zu ihrem fiktiven Adressaten (z.B. Fachlehrkraft, fachfremde Lehrkraft, Mitschüler/in, SI-Schüler/in etc.). Auf diesen richten sie ihr Lernprodukt aus. Zum Lernprodukt gehört das Medium (Flyer, Plakat, Podcast etc.) selbst und eine stichpunktartige Erläuterung der berücksichtigten Kriterien.
Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – <i>Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?</i> • Zelldifferenzierung	ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).	Mikroskopieren von verschiedenen Zelltypen	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Mikroskopieren von geeigneten Präparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Zelltypen

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- **SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt**

Selbstevaluation mittels Kartenabfrage zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- ggf. Teil einer Klausur

Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i> Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Funktion des Zellkerns • Zellverdopplung und DNA Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • UF4 bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren. • E1 in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren. • K4 biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. • B4 Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		z.B. Strukturlegetechnik oder Mindmap	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert. Zentrale Begriffe werden von den SuS in eine sinnvolle Struktur gebracht.
<i>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde?</i> • Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle	benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7). werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).	<i>Acetabularia-Experimente</i> von Hämmerling Experiment zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i>	Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg: Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.

<i>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</i> • Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie) • Interphase	begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und]die Mitose (UF3, UF1).	Informationstexte und Abbildungen Filme/Animationen zu zentralen Aspekten: 1. exakte Reproduktion 2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) 3. Zellwachstum (Interphase)	Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet. Informationen zur Mitose werden in ein Modell übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.
<i>Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert?</i> • Aufbau und Vorkommen von Nukleinsäuren • Aufbau der DNA • Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle [Kohlenhydrate, Lipide, Proteine,] Nucleinsäuren den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3). erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1). beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).	Modell zur DNA - Struktur und Replikation http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT06DE.PDF	Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt.
<i>Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik?</i> Zellkulturtechnik • Biotechnologie • Biomedizin • Pharmazeutische Industrie	zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).	Informationsblatt zu Zellkulturen in der Biotechnologie und Medizin- und Pharmaforschung z. B. Rollenkarten zu Vertretern unterschiedlicher Interessensverbände (Pharma-Industrie, Forscher, PETA-Vertreter etc.) Pro und Kontra-Diskussion zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“	Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet. Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt. SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, sollten einen Beobachtungsauftrag bekommen. Nach Reflexion der Diskussion können Leserbriefe verfasst werden.
<u>Leistungsbewertung:</u> ggf. Klausur			

Unterrichtsvorhaben III: Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – <i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</i> Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Biomembranen • Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2) Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • K1 Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge. • K2 in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten. • K3 biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen. • E3 zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben. • E6 Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben. • E7 an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<i>Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?</i> • Plasmolyse	führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4). führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).	Experimente , z. B. mit Rotkohlgewebe oder roten Zwiebelzellen und mikroskopische Untersuchungen z. B. Kartoffel-Experimente a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke b) Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht)	SuS beobachten Alltagsphänomene (z.B. Welken von Salat durch Dressing) und formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch. Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt.

• Brownsche-Molekularbewegung • Diffusion • Osmose	recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).	Informationstexte, Animationen und Lehrfilme zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com) Demonstrationsexperimente mit Tinte oder Deo zur Diffusion Arbeitsaufträge zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge Checkliste zur Bewertung Regeln zu einem sachlichen Feedback	Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion). Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert. Ein Lernplakat, ein Kurzvortrag oder ein PP gestützter Vortrag zur Osmose wird kriteriengeleitet (entsprechend der Lerntage „Lernen lernen“SI und dem Medienkonzept) erstellt. Die Ergebnisse werden gegenseitig beurteilt und diskutiert.
<i>Warum löst sich Öl nicht in Wasser?</i> • Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate], Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	Demonstrationsexperiment zum Verhalten von Öl in Wasser Informationsblätter • zu funktionellen Gruppen • Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden • Modelle zu Phospholipiden in Wasser	Phänomen wird beschrieben Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt. Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.

<i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen?</i> Erforschung der Biomembran (historisch-genetischer Ansatz)	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E5, E6, E7, K4).	Entwicklung des Biomembran-Modells im 20. Jahrhundert: - Versuche von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell - Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er) - Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er) Abbildungen auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie Befunde zum Flüssig-Mosaik-Modell: - Singer und Nicolson (1972) - Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972) Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen. Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert. Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht. Auf diese Weise kann die Arbeit in einer <i>scientificcommunity</i> nachempfunden werden. Die „neuen“ Daten legen eine Modifikation des Bilayer-Modells von Gorter und Grendel nahe und führen zu neuen Hypothesen (einfaches Sandwichmodell / Sandwichmodell mit eingelagertem Protein / Sandwichmodell mit integralem Protein). Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden. Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden.
- Bilayer-Modell - Sandwich-Modelle - Fluid-Mosaik-Modell - Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).		

- Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden) - dynamisch strukturiertes Mosaikmodell (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts) • <i>Nature of Science</i> – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3). recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).	Internetrecherche zur Funktionsweise von Tracern Informationen zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell, z. B. Abstract aus: Vereb, G. et al. (2003): <i>Dynamic, yet structured: The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model.</i>	Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.). Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Antikörper-Reaktion) wird recherchiert. Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert. Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.
Wie macht sich die Wissenschaft die Antigen-Antikörper-Reaktion zunutze? • Moderne Testverfahren		Tracer-Methode zur Verfolgung von Stoffwechselwegen Darin enthalten, z. B.: - allgemeines Schema des medizinischen Einsatzes einer Tracersubstanz	
Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert? • Passiver Transport • Aktiver Transport	beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).	Gruppenarbeit/kooperatives Lernen: Informationstexte zu verschiedenen Transportvorgängen	SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu verschiedenen Transportmechanismen unter Verwendung der Fachsprache beschreiben
<u>Leistungsbewertung:</u> • KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6) • ggf. Klausur			

Unterrichtsvorhaben IV: Thema/Kontext: Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i> Inhaltsfelder: IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energistoffwechsel)			
Inhaltliche Schwerpunkte: Enzyme Zeitbedarf: ca. 19 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkteübergordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... E2 kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben. E4 Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren. E5 Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<i>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i> - Monosaccharid, - Disaccharid - Polysaccharid	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, [Lipide, Proteine, Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	Informationstexte zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur „Spickzettel“ als legale Methode des Memorierens Beobachtungsbogen mit Kriterien für „gute Spickzettel“	Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.
<i>Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i> - Aminosäuren - Peptide, Proteine - Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide], Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	Haptische Modelle (z.B. Holzkugeln, Lego-, Pfeifenputzermodele) zum Proteinaufbau Informationstexte zum Aufbau und der Struktur von Proteinen	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.

<i>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel?</i> • Aktives Zentrum • Allgemeine Enzymgleichung • Substrat- und Wirkungsspezifität	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Experimente, z. B: a) Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe b) Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat) c) Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) d) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft) e) Versuche mit Amylase f) Wasserstoffperoxidspaltung durch Hefezellen Hilfekarten (gestuft) für verschiedene Experimente Checklisten mit Kriterien für - naturwissenschaftliche Fragestellungen, - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns.	Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt. Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert. Die gestuften Hilfen (Checklisten) sollen Denkanstöße für jede Schlüsselstelle im Experimentierprozess geben. Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt. Hier bietet sich an die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei Lactase mithilfe eines Modells zu diskutieren.
<i>Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme?</i> • Katalysator • Biokatalysator • Endergonische und exergonische Reaktion	erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4).	Schematische Darstellungen von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus	Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet: 1. Senkung der Aktivierungsenergie 2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit

Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere/ Reaktionsschwelle		Enzymwirkung im Modell, z. B. „Ein See und ein Berg als Modell?“	Reflexion und Modellkritik
Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen? - pH-Abhängigkeit - Temperaturabhängigkeit - Schwermetalle - Substratkonzentration/ Wechselzahl	beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5). stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4).	Checkliste mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen Experimente zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit Modellexperimente, z. B.: - mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration - Fahrkartenschalter	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt. Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert. Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.
Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert? - kompetitive Hemmung, - allosterische (nicht kompetitive) Hemmung - Substrat und Endprodukthemmung	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Gruppenarbeit Informationsmaterial z. B. zur Entstehung von Isoleucin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung) Haptische Modelle (Schwämme, Knete, Moosgummi, Styropor etc.)	Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt. Reflexion und Modellkritik
Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze? Enzyme im Alltag	recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und	(Internet)Recherche Präsentation	Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und

- Technik - Medizin - u. a.	bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4). geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).		medizinische Zwecke wird herausgestellt. Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden. Präsentationen werden erstellt und auf ihre Anschaulichkeit hin diskutiert.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe <u>Leistungsbewertung:</u> • KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4) • ggf. Klausur			

Unterrichtsvorhaben V: Thema/Kontext: Biologie und Sport – <i>Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?</i> Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Dissimilation • Körperliche Aktivität und Stoffwechsel Zeitbedarf: ca. 26 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • UF3 die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • B1 bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben. • B2 in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen. • B3 in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<i>Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden?</i> <i>Systemebene: Organismus</i> • Belastungstest • Schlüsselstellen der körperlichen Fitness		<i>Münchener Belastungstest</i> <u>oder</u> <i>multi-stage Belastungstest</i> . Selbstbeobachtungsprotokoll zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln Übersicht über die durch Training beeinflussten Systeme	Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt. Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.
<i>Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie</i>	erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1).	Gruppenarbeit zur roten und weißen Muskulatur und zum Sauerstoffverbrauch bei sportlicher	Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden.

<i>unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander?</i> <i>Systemebene: Organ und Gewebe</i> • Muskelaufbau <i>Systemebene: Zelle</i> • Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher <i>Systemebene: Molekül</i> • Lactat-Test • Milchsäure-Gärung	präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3, UF1). überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).	Aktivität (Schwerpunkt „Sauerstoffdefizit“ und „Sauerstoffschuld“) Auswertung von Diagrammen: - Mitochondrienanzahl des Muskelfaservolumens in Abhängigkeit vom Trainingszustand - Anteil der Muskelfasertypen verschiedener Sportler - Lactatstufentest	Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet. Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet. Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: In diesem Unterrichtsvorhaben liegt ein Schwerpunkt auf dem Wechsel zwischen den biologischen Systemebenen gemäß der Jo-Jo-Methode (häufiger Wechsel zwischen den biologischen Organisationsebenen). Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.
<i>Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung?</i> <i>Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül</i> • Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz) • Direkte und indirekte Kalorimetrie <i>Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität?</i> • Sauerstofftransport im Blut	stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).	Film zur Bestimmung des Grund- und Leistungsumsatzes Film zum Verfahren der Kalorimetrie (Kalorimetrische Bombe / Respiratorischer Quotient) Diagramme zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener	Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet. Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und

• Sauerstoffkonzentration im Blut • Erythrozyten • Hämoglobin/ Myoglobin		Faktoren (Temperatur, pH-Wert)	Partialdruck wird an einer sigmoiden Bindungskurve ermittelt. Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.
<i>Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle?</i> Systemebene: Molekül • NAD⁺ und ATP	erläutern die Bedeutung von NAD ⁺ und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).	Arbeitsblatt mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP	Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.
<i>Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut?</i> Systemebenen: Zelle, Molekül • Tracermethode • Glykolyse • Zitronensäurezyklus • Atmungskette	präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3). erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3). beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).	Informationstexte und schematische Darstellungen zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)	Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt. Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.
<i>Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?</i> Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül • Ernährung und Fitness • Kapillarisation • Mitochondrien	erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).	Fallstudien	Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisation, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden.

<i>Systemebene: Molekül</i> • Glycogenspeicherung • Myoglobin	erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).	Arbeitsblatt mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)	Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.
<i>Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus?</i> <i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i> • Formen des Dopings – Anabolika – EPO – ...	nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	Meinungsbild, z. B. Positionslinie Informationstext zu Werten, Normen, Fakten Informationstext zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003) Exemplarische Aussagen von Personen Informationstext zu EPO Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport Weitere Fallbeispiele zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht	Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert. Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet. Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.
<u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Klausur.			