https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/biologie/hinweise-und-beispiele/

Inhaltsfeld: IF 1 - Biologie der Zelle

Unterrichts-vorhaben	Thema	Vorschlag zu inhaltlichen Schwerpunkten	Stunden
I	Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*	Zellaufbau, Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)	11
II	Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*	Funktion des Zellkerns, Zellverdopplung und DNA	12
III	Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*	Biomembranen, Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)	22
		Summe =	45

Basiskonzepte:

System
Prokaryot, Eukaryot, Biomembran, Zellorganell, Zellkern, Chromosom, Makromolekül, Cytoskelett, Transport, Zelle, Gewebe, Organ, Plasmolyse

Struktur und Funktion
Cytoskelett, Zelldifferenzierung, Zellkompartimentierung, Transport, Diffusion, Osmose, Zellkommunikation, Tracer

Entwicklung
Endosymbiose, Replikation, Mitose, Zellzyklus, Zelldifferenzierung

Unterrichtsvorhaben I **Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*	
Inhaltsfeld IF1: Biologie der Zellen	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Zellaufbau • Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1) **Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter 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.

Sequenzierung ***Mögliche didaktische Leitfragen*** **inhaltlicher Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** verbindlichen Absprachen in Fettdruck
Zelltheorie – *Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?* • Zelltheorie • Organismus, Organ, Gewebe, Zelle	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	***Advance Organizer*** zur Zelltheorie **Gruppenpuzzle** vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien (*Nature of Science*) werden beispielhaft erarbeitet.
Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend? • 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.
Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen? • 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). 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).	**Stationenlernen** zu Zellorganellen Darin enthalten u.a.: [1] • Station 1: Arbeitsblatt Golgi-Apparat („Postverteiler" der Zelle) • Station 2: Arbeitsblatt Cytoskelett (Bedeutung für die Mitose) • Station 3: Chloroplasten • Station 4: Zellkern, Acetabularia-Versuch • Station 5: glattes ER und raues ER, Ribosomen • Station 6: Mitochondrien, Endosymbiontentheorie • Station 7: Lysosomen, Endo- und Exocytose	Erkenntnisse werden in einem Protokoll dokumentiert. (z.B. in Form einer Übersichts-tabelle – die Struktur und Funktion der jeweiligen Zellorganellen soll vergleichend dargestellt werden)

	präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1).	Erstellen eines selbsterklärenden Mediums zur Erklärung der Endosymbiontentheorie für zufällig gewählte Adressaten.	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 – *Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?* • 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 Fertigpräparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Zelltypen**
Diagnose von Schülerkompetenzen: • **SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);** Leistungsbewertung: • *multiple-choice*-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen • ggf. Teil einer Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	CORNELSEN – Oberstufenbuch S. 36-39	Zellorganellen auf einen Blick

Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*	
Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Funktion des Zellkerns • Zellverdopplung und DNA **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter 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.

Sequenzierung ***Mögliche didaktische Leitfragen*** **inhaltlicher Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** verbindlichen Absprachen in Fettdruck
Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde? • Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle	benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurch-führungen und Erkenntniszu-wachs dar (E1, E5, E7). werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).	**Plakat** zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg *Acetabularia*-**Experimente** von Hämmerling **Experiment** zum Kerntransfer beim Krallenfrosch *Xenopus*	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.
Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus? • 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] 1. exakte Reproduktion 2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) 3. Zellwachstum (Interphase)	Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet, Informationen werden in ein Modell übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.
Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert? • Aufbau und Vorkommen von Nukleinsäuren • Aufbau der DNA	ordnen die biologisch bedeut-samen Makromoleküle [Koh-lenhydrate, Lipide, Proteine,] Nucleinsäuren den verschie-denen 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).	**Modellbaukasten** zur DNA Struktur und Replikation	Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt. [2]

• Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase	beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).		
Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik? 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 **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.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe Leistungsbewertung: • Feedbackbogen und angekündigte *multiple-choice*-Tests zur Mitose; schriftliche Übung (z.B. aus einer Hypothese oder einem Versuchsdesign auf die zugrunde liegende Fragestellung schließen) zur Ermittlung der Fragestellungskompetenz (E1) • ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	W+L Material – Zellvermehrung - Mitose	Zusammenfassender Text mit Arbeitsmaterial und Übungsaufgaben. Zellzyklus, Mitose, Interphase
2	CORNELSEN – Oberstufenbuch S. 134-136	Zusammenfassung des Aufbaus der DNA

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben III:
Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</td></tr>
<tr><td>Inhaltliche Schwerpunkte:

• Biomembranen
• Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)

Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten</td><td>Schwerpunkte übergeordneter 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.</td></tr>
</table>

Sequenzierung ***Mögliche didaktische Leitfragen*** **inhaltlicher Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** verbindlichen Absprachen in Fettdruck
Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen? • Plasmolyse • Brownsche-Molekularbewegung • Diffusion • Osmose	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). recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).	**Plakat** zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg **Zeitungsartikel** z.B. zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in den Unikliniken **Experimente** mit Schweineblut und Rotkohlgewebe und **mikroskopische Untersuchungen** **Kartoffel-Experimente** a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke b) Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht) **Informationstexte, Animationen** und **Lehrfilme** zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com) **Demonstrationsexperimente** mit Tinte oder Deo zur Diffusion	Das Plakat soll den SuS prozedurale Transparenz im Verlauf des Unterrichtsvorhabens bieten. SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch. Versuche zur Überprüfung der Hypothesen Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt. Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion). Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.

Warum löst sich Öl nicht in Wasser? • 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.
Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen? • Erforschung der Biomembran (historisch-genetischer Ansatz) • Bilayer-Modell • Sandwich-Modelle	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).	**Plakat(e)** zu Biomembranen [1] **Versuche** von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell **Arbeitsblatt** zur Arbeit mit Modellen **Partnerpuzzle** zu Sandwich-Modellen **Arbeitsblatt 1:** Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er) **Arbeitsblatt 2:** Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er)	**Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen.** Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer auf Plakaten festgehalten. Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht. Auf diese Weise kann die Arbeit in einer *scientific community* 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).
• Fluid-Mosaik-Modell	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).	**Abbildungen** auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie **Partnerpuzzle** zum Flüssig-Mosaik-Modell **Arbeitsblatt 1:** Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972) **Arbeitsblatt 2:** Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972)	Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden.
• Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)	recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).	**Experimente** zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran I**nternetrecherche** zur Funktionsweise von Tracern	Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden.
• Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden)	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).	**Informationen** zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell Vereb et al (2003) ***Abstrac*t** aus: Vereb, G. et al. (2003): *Dynamic, yet structured: The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model.*	Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.). Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Anti-Körper-Reaktion) wird recherchiert.
• dynamisch strukturiertes Mosaikmodel (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts)			Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert.

• *Nature of Science* – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen			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	***Wenn die Unterrichtszeit es zulässt***	**Elisa-Test** [2] + [3]	**Durchführung eines ELISA-Tests zur Veranschaulichung der Antigen-Antikörper-Reaktion.**
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:** **Informationstext** zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen	SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe • KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“ und „Reflexionsaufgabe“ - Plakat zum Thema: „Erforschung der Biomembranen“ zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Reflexionskompetenz (E7) Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)** • ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	W+L Material – Bau und Funktion von Biomembranen	Zusammenfassung uns Arbeitsmaterial zum Aufbau der Biomembran und zum Aufbau von Phospholipiden
2	https://www.bio-rad-antibodies.com/elisa-types-direct-indirect-sandwich-competition-elisa-formats.html	Elisa-Test
3	http://www.medichem-online.de/fileadmin/produkte/diagnostik/urindiagnostik/meditrol_hcg_schwangerschaftstest__171_174_/gebrauchsanleitung.pdf	Informationen zu den Grundlagen eines Schwangerschaftstests

Letzter Zugriff auf die URL: 27.12.2019

https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/biologie/hinweise-und-beispiele/

Inhaltsfeld: IF 2 - Energiestoffwechsel

Unterrichts-vorhaben	Thema	Vorschlag zu inhaltlichen Schwerpunkten	Stunden
IV	Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*	Enzyme	19
V	Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*	Dissimilation, Körperliche Aktivität und Stoffwechsel	26
		Summe =	45

Basiskonzepte:

System
Muskulatur, Mitochondrium, Enzym, Zitronensäurezyklus, Dissimilation, Gärung

Struktur und Funktion
Enzym, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Energieumwandlung, ATP, NAD^+

Entwicklung
Training

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben IV:

Thema/Kontext: Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*

Inhaltsfelder: IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energiestoffwechsel)

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Enzyme **Zeitbedarf**: ca. 19 Std. à 45 Minuten	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.

Sequenzierung ***Mögliche didaktische Leitfragen*** **inhaltlicher Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** verbindlichen Absprachen in Fettdruck
Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle? • 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 **Museumsgang** **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. Der beste „Spickzettel“ kann gekürt und allen SuS über „I-serv“ zur Verfügung gestellt werden.
Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle? • 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. Legomodelle) zum Proteinaufbau **Informationstexte** zum Aufbau und der Struktur von Proteinen **Gruppenarbeit** **Lernplakate** zum Aufbau von Proteinen	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht. Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert. Sie bleiben im Fachraum hängen und dienen der späteren Orientierung.
Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel? • Aktives Zentrum • Allgemeine Enzymgleichung	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	**Experimentelles Gruppenpuzzle:** a) Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe b) Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen	Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt.

• Substrat- und Wirkungsspezifität		(Immobilisierung von Lactase mit Alginat) c) Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) d) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft) **Hilfekarten** (gestuft) für die vier verschiedenen Experimente **Checklisten** mit Kriterien für - naturwissenschaftliche Fragestellungen, - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns. **Plakatpräsentation Museumsgang** **Gruppenrallye** mit Anwendungsbeispielen zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel.	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. Vorgehen und Ergebnisse werden auf Plakaten präsentiert. SuS erhalten Beobachtungsbogen für den Museumsgang und verteilen Punkte. Anschließend wird das beste Plakat gekürt. 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.
Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme? • Katalysator • Biokatalysator • Endergonische und exergonische Reaktion • Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere / Reaktionsschwelle	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

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** mithilfe von Interaktionsboxen zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Lactase und Bromelain) **Modellexperimente** mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration	**Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen werden 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. **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** zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung) **Modellexperimente** mit Fruchtgummi und Smarties **Experimente** mithilfe einer Interaktionsbox mit Materialien (Knete, Moosgummi, Styropor etc.)	Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert. Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt. Reflexion und Modellkritik
Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze? • Enzyme im Alltag o Technik o Medizin o u. a.	recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4).	**(Internet)Recherche**	Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.

	geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).		Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen zu Beginn und am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Durchführung eines Versuchs zum Stärkenachweis) zur Ermittlung der Versuchsplanungs-kompetenz (E4)
- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://nrw.edupool.de/home?pid=c4nsdjan9uonee31meuag7u6s2&standort=W	EDMOND – GIDA Material Enzymatik mit Arbeitsblättern und Lehrerlösungen Filme kann man nach einer Anmeldung bei EDOMD online downloaden

Letzter Zugriff auf die URL: 04.01.2020

Unterrichtsvorhaben V:

Thema/Kontext: Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*

Inhaltsfeld: IF 2 **(**Energiestoffwechsel)

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Dissimilation • Körperliche Aktivität und Stoffwechsel **Zeitbedarf**: ca. 26 Std. à 45 Minuten	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.

Sequenzierung ***Mögliche didaktische Leitfragen*** **inhaltlicher Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** verbindlichen Absprachen in Fettdruck
Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden? *Systemebene: Organismus* • Belastungstest • Schlüsselstellen der körperlichen Fitness		**Belastungstest** (z.B. Treppensteigen in unterschiedlichen Tempi) **Pulsmessung** **Selbstbeobachtungsprotokoll** zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln	Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden. Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.
Wie und wodurch gelangt der Körper an die benötigte Energie, um eine Belastung zu ertragen? *Wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle?* *Systemebene: Molekül* • NAD^+ und ATP	erläutern die Bedeutung von NAD^+ und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4). beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).	**Arbeitsblatt** mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP **Arbeitsblatt mit Modellen:** ATP-Synthese in den Mitochondrien wird vereinfacht dargestellt	Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.
Wie wird die Energie in Form von ATP im Muskel genutzt? *Systemebene: Organ und Gewebe* • Muskelaufbau • Muskelstoffwechsel		**Querbrückenzyklus** der Muskelkontraktion als Modell	Aufbau der Muskulatur – unterschiedliche Muskeltypen (quergestreifte und glatte) ATP als wichtiges Coenzym bei der Muskelkontraktion wird herausgestellt Der Muskelstoffwechsel wird anhand von Beispielen der unterschiedlichen Energiebereitstellung (aerob/anaerob) erarbeitet

Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut? *Systemebenen: Zelle, Molekül* • Tracermethode • Glykolyse • Zitronensäurezyklus • Atmungskette *Systemebene: Zelle* • Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher *Systemebene: Molekül* • Lactat-Test Milchsäure-Gärung	erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3). erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1). präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3, UF1). erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4). überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4). präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3).	**Partnerpuzzle** mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld **Bildkarten** zu Muskeltypen und Sportarten **Arbeitsblatt** mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel) **Glucosestoffwechsel in Gehirnzellen** Am Bespiel der Tracermethode bei Alzheimerpatienten	Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet. Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden. Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet. Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet. Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge **In diesem Unterrichtsvorhaben liegt ein Schwerpunkt auf dem Wechsel zwischen den biologischen Systemebenen gemäß der Jo-Jo-Methode (häufiger Wechsel zwischen den biologischen Organisationsebenen)** Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt.

Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität? • Sauerstofftransport im Blut • Sauerstoffkonzentration im Blut • Erythrozyten • Hämoglobin/ Myoglobin • Bohr-Effekt		**Diagramme** zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Temperatur, pH-Wert) und Bohr-Effekt **Arbeitsblatt** mit Informationstext zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisierung	Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und 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.
Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung? *Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül* • Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz) • Direkte und indirekte Kalorimetrie	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)	Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet.
Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele? *Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül* • Ernährung und Fitness • Kapillarisierung • Mitochondrien • Superkompensation *Systemebene: Molekül* • Glycogenspeicherung • Myoglobin	erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).	**Fallstudien** aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)	Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisierung, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden. Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.

Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus? *Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül* • Formen des Dopings – Anabolika – EPO – …	nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	**Informationstext** zu Werten, Normen, Fakten **Informationstext** zum ethischen Reflektieren **Exemplarische Aussagen** von Personen **Informationstext** zu EPO Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport **Weitere Fallbeispiele** zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport **Weitere Überlegungen:** natürliche Leistungsgrenzen des Menschen, dann Einsatz von Cybogs oder Maschinenmenschen, um Gesellschaft und Sponsoren zufrieden zu stellen?	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. Leistungsdruck durch Erwartungen der Gesellschaft und Sponsoren soll hier herausgestellt und bewertet werden Kritische Auseinandersetzung mit dem Leistungsbegriff und Verdeutlichung der natürlichen Leistungsgrenzen eines Menschen
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Individueller Belastungstest mit Auswertung (Selbstbeobachtungsprotokoll) • Diskussion über die Auswirkungen von leistungssteigernden Substanzen Leistungsbewertung: • ggf. Klausur.			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://nrw.edupool.de/home?pid=c4nsdjan9uonee31meuag7u6s2&standort=W	EDMOND – GIDA Material zum Thema Biologie und Sport mit Arbeitsblättern und Lehrerlösungen Filme kann man nach einer Anmeldung bei EDOMD online downloaden

Letzter Zugriff auf die URL: 04.01.2020