

Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle

Unterrichtsvorhaben 1: Aufbau und Funktion der Zelle

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben
---	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>mögliche zentrale Unterrichtssituationen</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Naturwissenschaftliches Arbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären grundlegende Arbeitsweisen der Naturwissenschaften 	<p>Was sind Naturwissenschaften und wie arbeiten Naturwissenschaftler*innen? (ca. 3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Materialien der FK zu Naturwissenschaften und zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg
<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). • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6). 	<p>Welche morphologischen Anpasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?</p> <p>Welche Strukturen können mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle • Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5) • Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: z.B. Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8) • Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: z.B. Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8) • ggf. Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpasstheit der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13)
<ul style="list-style-type: none"> • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle • 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>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stationenlernen Organellen: Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10) • Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2) • Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss

Endosymbiontentheorie	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). • vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). 	<p>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>beteiligt sind (K5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5) • Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) und Erklärung ihres Ursprungs mithilfe der Endosymbiontentheorie (E9, K7) • Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2)
<ul style="list-style-type: none"> • Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). 	<p>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von Volvox [2] (S3, E9) • Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien [3] • Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen [2] [3] (K7, K8)
Weiterführende Materialien:			
1: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050	System Zelle als kleinste lebensfähige Einheit am Beispiel von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Paramecium</i>		
2: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048	Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Volvox</i>		
3: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049	Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Thermus aquaticus</i> und Mensch		

Unterrichtsvorhaben 2: Mitose, Zellzyklus und Meiose

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulation des Zellzyklus <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zell-Zell-Kommunikation bei der Regulation des Zellzyklus
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>mögliche zentrale Unterrichtssituationen</i>
<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>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I) • Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf • Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. • Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus. • fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod)
<ul style="list-style-type: none"> • Mitose: Chromosomen, Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation 	<ul style="list-style-type: none"> • begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9). 	<p>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1] • Informationen zu einem Zytostatikum mit Wirkmechanismus und Risiken [2] •
	<ul style="list-style-type: none"> • diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12). 	<p>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe • Ziele der embryonalen Stammzellforschung [3-6] • Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen und Bewertungsprozessen (B4, B5) <p><u>Hinweis:</u> Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14). 	<p>Was ist ein Karyogramm und welche Informationen kann man einem Karyogramm entnehmen? (ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung und Vergleich verschiedener Karyogrammen (u.a. Trisomie 21) zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen • Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation • Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen
<ul style="list-style-type: none"> • Meiose • Rekombination 		<p>Wie verläuft die Keimzellenbildung, welche Fehler können auftreten und wie trägt sie zu einer Durchmischung des Erbmaterials bei? (ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung) • Vertiefende Betrachtung der Meiose • Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 • Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung. • Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6)
<ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Familienstammbäumen 	<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>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten? (ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) • Lernprogramm „klassische Genetik“ (in Papierform) • Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung • Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen • Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie • Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8] • Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination

Weiterführende Materialien:

1: https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf	ausgearbeitetes Unterrichtsvorhaben „Kein Leben ohne Zelle – Auswirkungen einer Krebserkrankung und Möglichkeiten der Therapie“
2: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052	Sachinformationen zu Zytostatika und didaktische Hinweise
3: https://www.dpz.eu/de/infotehk/wissen/stammzellforschung.html	Leibniz-Institut für Primatenforschung
4: https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheit/bioethik/bioethik-gesellschaftliche-her--modernen-lebenswissenschaften.html	Bundesministerium für Bildung und Forschung
5: https://zellux.net/	Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin
6: https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen	Stammzellnetzwerk.NRW
7: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932	Arbeitsblatt Stammbaumanalyse, geeignet für Sek. I und Sek. II
8: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933	Hinweise und Lösungen zum Arbeitsblatt Stammbaumanalyse

Unterrichtsvorhaben 3: Biomembranen

Zeitbedarf: ca. 19 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation
---	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>mögliche zentrale Unterrichtssituationen</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffgruppen, hier: Kohlenhydrate, Lipide 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<p>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen) • fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob • Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten und Lipiden auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6)
<ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung • physiologische Anpassungen: Homöostase • Untersuchung von osmotischen Vorgängen 	<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>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen • Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen • Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle ggf. auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12) • Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)

<ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung • 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>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8) • Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14) • Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13) • Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6) • Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7) • Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10)
	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<p>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor und Erarbeitung der Signaltransduktion sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5) • Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut
		<p>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?</p> <p>(ca. 1 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe • Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2) • Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7) • Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)
<p>Weiterführende Materialien:</p>			
<p>1: https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&lang=9</p>		<p>Materialien zur Erkenntnisgewinnungskompetenz beim Wechselspiel zwischen Modellen und ihrer Überprüfung.</p>	
<p>2: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051</p>		<p>Sachinformationen zum Insulinrezeptorprotein und der durch Insulinbindung ausgelösten Signalkette</p>	

Unterrichtsvorhaben 4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: <ul style="list-style-type: none"> • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>mögliche zentrale Unterrichtssituationen</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6). 	<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen [1] • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger
<ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung: Redoxreaktionen 			<ul style="list-style-type: none"> • Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus • Erläuterung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel (s. Material unten)
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffgruppen: hier nur: Proteine 		<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Aufbau und der Funktion von Proteinen?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PowerPoint-Präsentation zum Aufbau und Funktion von Proteinen • Erstellen eines Lernproduktes (z.B. Modell oder Broschüre)
<ul style="list-style-type: none"> • Enzyme: Kinetik 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). 	<p>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</p> <p>(ca. 11 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche. • Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energie-diagramm. • Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren • Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips

<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Enzymaktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> • 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>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14) • Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität (K6, K8)
<ul style="list-style-type: none"> • Enzyme: Regulation 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). 		<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12) • Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen • Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) • Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1]
<p>Weiterführende Materialien:</p>			
<p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054</p>		<p>Zusammenhänge von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen</p>	
<p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053</p>		<p>Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)</p>	

<p>mögliche Diagnose von Schülerkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihen <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonstige Mitarbeit fließt in die Halbjahresnote ein (mündliche Belegung: zu 100%; schriftliche Belegung: zu ca. 50%) • Zur sonstigen Mitarbeit gehören: Beteiligung am Unterricht, Mitarbeit bei kooperativen Lernformen, Bearbeitung von schriftlichen Aufgaben, Präsentationen, Durchführung und Auswertung von Experimenten, LZKs zu einzelnen Unterrichtsvorhaben • eine Klausur pro Halbjahr (bei schriftlicher Belegung des Fachs) <ul style="list-style-type: none"> - Klausur fließt zu ca. 50% in die Halbjahresnote ein - in der Regel 2 Aufgaben mit je mind. 3 Teilaufgaben - Jede Teilaufgabe muss materialgebunden sein, Aufsätze ohne Material sind nicht zulässig. - Formulierung der Aufgaben unter Berücksichtigung der Operatoren für die Abiturprüfung. - Verwendung von max. 3 Operatoren pro Teilaufgabe. - Angabe der erreichbaren Punktzahl für jede Teilaufgabe. - Punktbasierte Bewertung angelegt an den Notenschlüssel des Zentralabiturs.
