| UV Z4: Energie, Stoffwechsel und EnzymeInhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | Fachschaftsinterne Absprachen |
| --- | --- |
| Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten | Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung:   * Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel |
| Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:  * Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) * Informationen aufbereiten (K) |

| * Inhaltliche Aspekte | | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | | Sequenzierung: Leitfragen | | | Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| * Anabolismus und Katabolismus * Energieumwandlung: ATP-ADP-System | | * beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6). | | Welcher Zusammenhang  besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?  (ca. 12 Ustd.) | | *Kontext:*  **„Du bist, was du isst“ ­­– Umwandlung von Nahrung in körpereigene  Substanz**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen * Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache [1] * Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger * Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger | |
| * Energieumwandlung:  Redoxreaktionen | |  | |  | | *Kontext:*  **„Chemie in der Zelle“– Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz * 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 * Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H+)-NAD+-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen | |
| * Enzyme: Kinetik | | * erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). | | | | Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?  (ca. 12 Ustd.) | *Kontext:*  **Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche. * Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energie­dia­gramm. * Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren * Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte * Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion) * Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9) |
| * Untersuchung von Enzymaktivitäten | | * 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). | | | |  | *Kontext:*  **Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Entwicklung von Hypothesen zur 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, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8) * fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation). |
| * Enzyme: Regulation | | * erklären die Regulation der Enzym-aktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). | | | |  | *Kontext:*  **„Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * 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 und ggf. NADH+H+ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1] |

Weiterführende Materialien:

| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| --- | --- | --- |
| 1 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054> | Sachinformationen und Anregungen für die Lehrkraft zur Darstellung der Zusammenhänge von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen |
| 2 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053> | Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen,  Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.) |

## Letzter Zugriff auf die URL: 01.06.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtige) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*