| **UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron**  **Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**  Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtstunden à 45 Minuten | **Fachschaftsinterne Absprachen** |
| --- | --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**  Grundlagen der Informationsverarbeitung,  Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren | **Beiträge zu den Basiskonzepten:**  Struktur und Funktion:   * Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein   Stoff- und Energieumwandlung:   * Energiebedarf des neuronalen Systems   Steuerung und Regelung:   * Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen   Individuelle und evolutive Entwicklung:   * Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren |
| **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**   * Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) * Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) * Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** |
| --- | --- | --- | --- |
| * Bau und Funktionen von Nervenzellen:  Ruhepotenzial | * erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). | ***Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?***  (ca.12 Ustd.) | *Kontext:*  **Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme**  **(→ SI, → EF)**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon * Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1] * Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen |
| * entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). |  | *Kontext:*  **Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) * Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (*Loligo vulgaris*) * Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen * Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. Ussing-Kammer: [2]) |
| * Bau und Funktionen von Nerven-zellen:  Aktionspotenzial * neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen | * erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die  Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). |  | *Kontext:*  **Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] * Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache * Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen * begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] * Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle * ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] |
| * Bau und Funktionen von Nervenzellen:  Erregungsleitung | * vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). |  | *Kontext:*  **Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] * modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8] * Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle:  Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. *Loligo vulgaris*) oder Myelinisierung * fakultativ: Ableitung ultimater Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren |
| * Störungen des  neuronalen  Systems | * analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). | ***Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?***  (ca. 2 Ustd.) | *Kontext:*  **Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9] * Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6) |
| * Bau und Funktionen von Nervenzellen:  primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial | * erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). | ***Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?***  (ca. 4 Ustd.) | *Kontext:*  **„Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize**  *zentrale Unterrichtssituationen:*   * Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung * Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt * Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle * Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale |

Weiterführende Materialien:

| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| --- | --- | --- |
| 1 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273> | Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“ |
| 2 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268> | Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente  (Ussing-Kammer)“ |
| 3 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081> | Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstext“ |
| 4 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366> | Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“ |
| 5 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082> | Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“ |
| 6 | https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzgN^f20767 | IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3) |
| 7 | <https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt> | Informationen zur Schmerzwahrnehmung |
| 8 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366> | Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung |
| 9 | <https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose> | Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS |

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

*[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.]*