**Erkenntnisgewinnung im Biologieunterricht- exemplarisch gezeigt am Beispiel der Modellentwicklung im Erkenntnisweg der Biomembran**

**Reihenstunde 1+2: Aufbau und Funktion der Biomembran**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Phase | Inhalt | So.form | Medium |
| Einstieg | „Alle Zellen werden von einer Membran umhüllt, die das Innere der Zelle von der Umgebung trennt. In lebenden Zellen werden sie als Biomembran bezeichnet.“ *Sammlung im Plenum (TPS): „Welche Funktionen muss eine solche Biomembran erfüllen?“* | Plenum | evtl. PPmit Bildern  |
| ÜberleitungErarbeitung IErarbeitung IIErarbeitung III | „Wie sind die Funktionen der Biomembran möglich?“ Aufbau 🡪 Zusammensetzung Zelle (s. Bild PP) Bild beschreiben lassen; „Membranbestandteile sind geklärt, aber wie sind sie angeordnet? Das ist unser Thema.“Erklärung Selbsteinschätzungs-Bogen: Vorher-Nachher & Überblick über ReiheninhaltErarbeiten Sie mithilfe der Materialien den Aufbau und die Funktion einer Biomembran. Bereiten Sie hierzu einen Kurzvortrag vor (s. Aufgabenstellung AB).Grundlegendes zu Modellen (s. Aufgabenstellung AB). | EAPlenumEA/PA | AB Selbstevaluations-BogenAB Membranen AB Modelle |
| Sicherung IISicherung III | Vorträge der SuSGrundaufbau der Biomembran: Bestandteile: Lipide und Proteine (50x mehr L als P, dafür P größer)Phospholipide, die sich in einen hydrophilen polaren Kopfbereich und einen hydrophoben unpolaren Schwanzbereich gliedern. Biomembran als Lipiddoppelschicht angeordnet (Köpfe zum Wasser, Schwänze nach Innen) Doppelschicht verleiht Stabilität und Flexibilität und stellt Barriere für Moleküle dar Fluid-Mosaik-Modell. Die Schicht bleibt bestehen, aber die Phospholipide und Proteine bewegen sich innerhalb der MembranProteine bestimmen die Funktionen der Membran: Integrale Proteine: hydrophiler Teil ragt aus der Membran, während der hydrophobe Teil in der Doppelschicht steckt. Transmembranproteine gehen durch Periphere Proteine: lagern auf der Biomembran aufKohlenhydrate sind an Lipide oder Proteine meist an der Außenseite von Zellmembranen gebunden. Funktion ist die Erkennung von Zellen und körperfremder ZellenFunktion Biomembran: Kompartimentierung führt zum gezielten Transport bzw. Austausch von Stoffen 1. Die Darstellung der Doppelschicht ist einfach und skizziert die hydrophilen und hydrophoben Bestandteile. Sie veranschaulicht, dass durch die Doppelschicht die Fettschwänze durch die Köpfe vom Wasser isoliert sind. Theoretisches Modell, da vermutlich Experimente Grundlage sind oder Anschauungsmodell wenn technische Möglichkeiten es ermöglichen bzw. zur Veranschaulichung der Erkenntnisse.2. Ähnlichkeiten: Darstellung der hydrophoben und hydrophilen Bereiche und die räumliche Lage zueinander. Unterschiede: Komplexität und InformationsgehaltZusatzaufgabe: Technische Möglichkeiten zur Anschauung waren noch nicht vorhanden (Mikroskop) | SVPlenum | evtl. PP und Notizen |

**Anmerkung**: Dies ist eine Doppelstunde. Für eine Einzelstunde: Bis zu den Vorträgen. Die Vorträge bzw. einer kann als Einstieg der nächsten Stunde dienen.

**Reihenstunde 3+4: Erkenntnisgewinnung zur Biomembran mithilfe verschiedener Modelle**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Phase | Inhalt | So.form | Medium |
| Einstieg | „Die Erkenntnisse, die man heute über die Biomembran hat, konnten erst im Laufe der Zeit anhand vieler wissenschaftlicher Untersuchungen gewonnen werden.“*Sammlung: Welche Schwierigkeiten gab es auf dem Weg der Forschung? Stellt Hypothesen auf!“*[Zellen zu klein, um sie zu sehen; technische Möglichkeiten nicht vorhanden; kein Geld]„Da die Biomembranen nicht mit allen Details sichtbar gemacht werden konnten, erstellten die Forscher Modelle. Daher entwickelten sich im Lauf dieses Erkenntnisgewinnungsprozesses verschiedene Modelle zur Biomembran. Den wissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung werden wir heute untersuchen und nachvollziehen.“ | Plenum |  |
| Erarbeitung IErarbeitung II | AB Modellvorstellungen zur Biomembran (=Aufgabenstellung), Karten, Raster ErkenntnisgewinnungErklären Sie, warum es hier unangemessen ist von richtigen oder falschen Modellen zu sprechen | GA | AB und KartenAB Erkenntnis-gewinnung |
| Sicherung ISicherung II | **1.**Langmuir**:** Monolayer – chemische Analyse Langmuir Trog zur Oberflächengröße; Gorter Grendel: Doppelmembran Extraktion Lipide auf Wasser, Versuche mit Erythrozyten; Danielli Davson: kein Versuch "nur" Schlussfolgerungen, Doppelmembran mit Proteinen drauf Robertson: Elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigten dreischichtigen Aufbau der BiomembranSinger Nicolson: keine eigenen Untersuchungen! Gefrierbruchtechnik Proteine gehen auch durch Membran *Flüssig-Mosaik-Modell* Lipide sind zähflüssig und Proteine bewegen sich darin; Goldpartikelverfahren: Bewegung einzelner Proteine durch Goldpartikel zu verfolgen; **2.** Langmuir: technische Verfahren zur Oberflächenchemie;Gorter Grendel: Röntgenkristallstrukturanalyse, Bildung von Micellen aufgrund amphipatischer Eigenschaften; Danielli Davson: Wissen über Eigenschaften von Proteinen und deren Vorkommen in der BiomembranRobertson: Elektronenmikroskopie notwendig für hohe AuflösungSinger Nicholson: Elektronenmikroskopie und GefrierbruchätzungGoldpartikelverfahren: Elektronenmikroskop, bewegte Bilder durch Kamera erfassen**3**.Langmuir, Gorter Grendel; Danielli Davson; Robertson; Singer Nicolson; Goldpartikelverfahren Mögliche Ergänzung durch den Lehrer: Langmuir 1917, Gorter Grendel 1925; Danielli Davson 1935; Robertson 1957; Singer Nicolson 1972; Goldpartikelverfahren heuteModelle entwickeln sich im Laufe der Zeit durch Wissenszuwachs und technischen Fortschritt weiter und verändern sich | Plenum | PPEvtl. Modelle auf DIN-A4-Blättern und Magnete für die Tafel |
| Hausaufgabe | Stellen mit Materialien Ihrer Wahl jedes Modell nach und fotografiert es. Bitte senden Sie diese mir per Email zu. (Auch in Kleingruppen möglich) |  |  |

SuS stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf

E6 Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben und E7 an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben

**Reihenstunde 5: Reflexion und Rekapitulation (optionale Stunde)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Phase | Inhalt | So.form | Medium |
| Einstieg | „Sie kennen nun verschiedene Arten von Modellen und haben gesehen, wie sie in der Biologie eingesetzt werden können. Auf der Grundlage Ihres Wissens können Sie nun Modelle bewerten, d.h. Modellkritik üben. Wenn ein Modell erstellt wird, muss man überprüfen, ob es auch das darstellt, was gewünscht ist. Dafür muss man sich bewusst machen, welche Unterschiede zum Original bestehen und inwiefern diese Unterschiede das Dargestellte beeinflussen. *Sammlung: „Was könnte man an einem Modell bewerten?*“ | Plenum |  |
| ÜberleitungErarbeitung IErarbeitung II | „Das werden wir an Ihren Modellen (HA) üben.“S’uS bewerten einzelne Modelle, die per Beamer gezeigt werden und ihr eigenes mit AB. „Nun haben Sie Ihre Modelle hauptsächlich als Struktur- bzw. Anschauungsmodelle gebaut. Im wissenschaftlichen Erkenntnisweg gab es noch weitere Funktionen, die Sie letzte Stunde erarbeitet haben. Heute vertiefen wir das Gelernte und wenden unsere Kriterien zur Modellkritik an den historischen Modellen an.“S’uS bearbeiten AB Reflexion. | TPSPA | AB ModellkritikBeamer, LaptopAB Reflexion |
| Sicherung ISicherung II | Unterschiedliche Materialien können die gleiche Struktur darstellen; Die Modelle stellen das dar, was wir gelernt haben: Struktur der Biomembran (Strukturmodelle) und Anschauungsmodelle. Sie unterscheiden sich in Farbe, Größe, Material und ggfs. Form (2D); ggfs. kleben die Materialien aneinander (Kleber, Klettverschluss) oder sind nicht von Wasser umgeben. Sie eigenen sich gut, wenn sie die Struktur angemessen wiedergeben. s. Lösung AB. | PA, PlenumPlenum | Folie AB Reflexion |

S’uS erstellen und bewerten eigene Modelle zu der Biomembran und erkennen und bewerten ihre Grenzen bzw. den Gültigkeitsbereich des eigenen Modells.

S’uS stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf.

E6 Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.

**Reihenstunde 6+7: Transportvorgänge durch Biomembranen**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Phase | Inhalt | So.form | Medium |
| Einstieg | „Nun haben wir ausführlich den Aufbau der Biomembran besprochen. Heute schauen wir uns eine wichtige Funktion der Biomembran an.*Wiederholung/Sammlung: Welche Funktionen erfüllt die Biomembran?* Die Kompartimentierung führt zum gezielten Transport bzw. Austausch von Stoffen. Diesen Transport schauen wir uns heute an: Ihr sollt die verschiedenen Transportmechanismen mit Modellen darstellen. | Plenum |  |
| Erarbeitung IErarbeitung IIErarbeitung III | „Vergleichen Sie den aktiven und passiven Transport anhand der Abbildung.“ (schematischen Abbildung die Unterscheidung von aktivem und passivem Transport)L notiert die Unterschiede auf der Folie unter der Abb. „Das sind die grundlegenden Unterschiede. Nun gehen wir ins Detail.“S’uS erhalten das AB und können sich ggfs. Notizen machen: Lehrervortrag über die verschiedenen Transportmechanismen anhand der Folie mit TPS-Phasen: S’uS nennen jeweils die Nr. in der Abb. und füllen die Tabelle schrittweise aus. L notiert jeweils auf Folie.„Sie bauen heute arbeitsteilig die Transportmechanismen in einem Modell nach. Anschließend stellen Sie Ihre Ergebnisse den anderen vor und üben Modellkritik. Daher: Vorüberlegungen zur Modellarbeit [Was soll dargestellt werden: Funktion; Welche Materialen haben wir?; Was muss nicht detailliert dargestellt sein: jede Struktur]Arbeitsteilige Erstellung der Modelle zu aktiven Transportmechanismen: Kleingruppen von 2-3 S’uS;Jeden Transportmechanismus mindestens doppelt verteilen: Gruppe 1: kanalvermittelterGruppe 2: carriervermittelter passiver Transport Gruppe 3: primär aktiver TransportGruppe 4: sekundär aktiver Transport (Differenzierung: an die Stärkeren S’uS vergeben) | Lehrer-vortragTPSArbeitsteilige PA | Folie 1 & Folie AB Transport-mechanismenABLipiddoppelschicht (Vorlage)Verschiedene Materialien zur Modellbildung; z.B. Moosgummi-Formen (günstig und leicht zu beschaffen in jeden Bastelladen/ Baumarkt mit Bastelabteilung) |
| Sicherung Vertiefung IVertiefung II (optional o. HA) | Darstellung, Erläuterung der Modelle zu den Transportmechanismen + Modellkritik Selbstevaluation ausfüllen und kurz besprechenVergleich der Transportmechanismen hinsichtlich der Kriterien Richtung, Spezifität und Energiebedarf 1. Diffusion 2) erleichterte Diffusion 3) aktiver Transport
 | Plenum | Modelle, ggfs. AB Modellkritik,AB Selbst-evaluation |

S’uS beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an

E6 Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.

Eigenes Modell zu einem Transportmechanismus der Biomembran erstellen und die Grenzen bzw. den Gültigkeitsbereich des eigenen Modells erkennen und benennen