Molekulare Anstandsdamen – Chaperone bringen Proteine in Form

1. Thematischer Hintergrund

Neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer, Parkinson, Creutzfeldt-Jacob oder Chorea Huntington sind in den letzten Jahrzehnten in Deutschland immer häufiger geworden – mit schwerwiegenden Folgen für die Betroffenen, aber oft auch für die Angehörigen; denn in der Regel werden die Patienten zu jahrelangen Pflegefällen. Alle diese Krankheiten haben eines gemeinsam: Sie beruhen unter anderem auf fehlerhaft gefalteten Eiweißen, die zur Ablagerung von faserigen Proteinaggregaten im Gehirn – so genannten Plaques – führen können.

Die steigende Lebenserwartung in Deutschland und in anderen Industrieländern sowie Risikofaktoren wie BSE werden dazu führen, dass die Zahl der Erkrankten in Zukunft weiter ansteigen wird. So gehen Mediziner mittlerweile davon aus, dass fast jeder Dritte eines Jahrgangs an Demenz leiden wird.

Besondere Moleküle, die Chaperone, verhindern Fehlfaltungen von sich neu bildenden Proteinen. Diese „molekularen Anstandsdamen" in der Zelle könnten vielleicht schon bald zu einem wirkungsvollen Instrument bei der Behandlung von schweren neurodegenerativen Krankheiten werden.

Am Beispiel neurodegenerativer Erkrankungen kann den Schülern sehr anschaulich die Bedeutung einer korrekten Ausführung der komplexen Faltungsprozesse von Proteinen vor Augen geführt werden. Die Schüler erhalten eine neue Perspektive, um sich mit den eher „trockenen" molekularen Zusammenhängen auseinanderzusetzen.

2. Thema der Stunde

Molekulare Anstandsdamen – Chaperone bringen Proteine in Form

3. Lernziele

Die Schüler sollen...

- die Ursachen und die Bedeutung von Proteinfaltung erkennen,
- die Gründe für mögliche Fehlfaltungen erarbeiten und entdecken, welche Folgen sich daraus ergeben,
- die Funktion von Chaperon-Molekülen erläutern können,
- ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten im Bereich der Partner- oder Gruppenarbeit verbessern.

4. Didaktisch-methodische Entscheidungen zur Unterrichtsstunde

Die vorgelegte Schulstunde gehört zu einer mehrstündigen Unterrichtsreihe im Fach Biologie mit dem Thema „Molekulare Grundlagen der Vererbung".

Im Rahmen der Unterrichts müssen dabei zunächst elementare Kenntnisse der Molekulargenetik wie die DNS als Träger der genetischen Information oder die Replikation der DNS besprochen werden. Zudem ist es notwendig, vor dem geplanten Unterricht die Transkription, den genetischen Code und die Proteinbiosynthese in der Schule zu erarbeiten. Die Schüler sollten mit Begriffen wie m-RNS, t-RNS, Codon oder Anticodon sicher umgehen können.

Im Anschluss an das Thema „Molekulare Anstandsdamen – Chaperone bringen Proteine in Form" könnte der Unterricht dann mit Inhalten wie neurodegenerative Erkrankungen (Alzheimer, Parkinson, Creutzfeldt-Jacob oder Chorea Huntington) oder der Ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese sowie Erbleiden wie der Sichelzellenanämie fortgesetzt werden.

Chancen und Risiken der Gentechnik unter besonderer Berücksichtigung ethischer Aspekte (Wie weit darf die Forschung gehen?) sollten aber in jedem Fall noch im Rahmen der Unterrichtsreihe besprochen werden.

Verblüffender und motivierender Unterrichtseinstieg:
Um das normalerweise doch relativ „trockene" und anspruchsvolle Thema Proteine ein bisschen aufzulockern und spannender zu gestalten, wird im Rahmen des Unterrichts bewusst auf sehr anschauliche Medien und bildhafte Vergleiche zurückgegriffen.

Anscheinend völlig losgelöst vom eigentlichen Unterricht sollen deshalb verschiedene Schüler zunächst aus einer Kette von Lego-Bausteinen ein kugelähnliches Gebilde formen. Anschließend müssen die Schüler im Unterrichtsgespräch mithilfe von Lehrerimpulsen das verwendete Modell Schritt für Schritt auf die Situation in der (menschlichen) Zelle und speziell die Proteine übertragen. Auf der Basis bereits vorhandenen Wissens sollen in diesem Unterrichtsabschnitt zudem spontan erste Hypothesen oder Vermutungen zur Proteinfaltung und ihrer Funktion vorgetragen werden.

Da diese Transferleistung recht anspruchsvoll ist, den weiteren Unterricht aber entscheidend beeinflusst, ist in der Verlaufsplanung ausreichend Zeit für diese Phase eingeplant. Der Lehrer sollte aber – je nach Leistungsstand des Kurses – vorsorglich weitere Hilfestellungen parat haben, falls die Schüler diese Leistung nicht selbständig erbringen können.

Erarbeitung von Proteinfaltungen anhand eines Arbeitsblattes:
Auch das Arbeitsblatt 1 zur „Struktur der Proteine" verwendet einfache Modelle und bildhafte Vergleiche (Polypeptidketten können verklumpen so wie Spaghetti im Kochtopf), um den Schülern die komplizierten Abläufe bei der Faltung bzw. Fehlfaltung von Proteinen nachdrücklich und verständlich vor Augen zu führen.

Ziel dieser Herangehensweise an das Thema ist es, die Motivation der Schüler bei der selbsttätigen Erarbeitung von Wissen zu steigern. Dazu beitragen soll auch die freie Wahl der Sozialform in dieser Unterrichtsphase. Die Schüler können so während der Erarbeitung selbstständig die für sie optimale Form der Auseinandersetzung mit den Unterrichtsmaterialien wählen und so zu einem optimalen Lernerfolg kommen.

Wissenszugewinn im Vordergrund:
Nach dem Zusammentragen der Ergebnisse, wird in der zweiten Problemfindungsphase, die Metapher der „verklumpten Pasta" noch einmal aufgenommen, um die Kursteilnehmer auf spannende Art und Weise auf die Erarbeitung der Wirkungsweise der Chaperone einzustimmen. Die Schüler sollen dabei (auf der Basis bereits vorhandenen Wissens) zunächst spontan Vermutungen und Hypothesen über die Arbeit der Chaperone äußern und sich dabei auch ein wenig von der Begrifflichkeit leiten lassen (*chaperon* franz.: Anstandsdame).

Anschließend werden diese einfachen Hypothesen über die Struktur und die Funktionsweise der „Anstandsdamen der Zelle" anhand eines Arbeitsblattes überprüft und erweitert. In dieser Phase und der restlichen Unterrichtszeit steht der Wissenszugewinn eindeutig im Mittelpunkt des Unterrichts.

5. Anbindung an die Richtlinien/Zielgruppe

Die geplante Unterrichtsstunde ist für den Einsatz in der gymnasialen Oberstufe gedacht.

Zeitbedarf: 90 Minuten

Stehen nur Einzelstunden zur Verfügung, ist ein sinnvolles Ende der Unterrichts nach der ersten Erarbeitungsphase und dem anschließenden Zusammentragen der Ergebnisse möglich. Es wäre sinnvoll, in der nächsten Unterrichtsstunde die schulische Auseinandersetzung dann mit der Problemfindungsphase II und dem Arbeitsblatt 2 fortzusetzen.

Nach einer kurzen Hinführung durch den Lehrer, ist das Arbeitsblatt 2 einschließlich der dazugehörigen Begleitinformationen aber auch als Hausaufgabe geeignet.

Lehrplankonformität:
In den Lehrplänen der Bundesländer finden sich viele Anknüpfungspunkte für die Verwendung der Unterrichtsstunde „Molekulare Anstandsdamen – Chaperone bringen Proteine in Form" in der Schule:

Beispiel Hessen:

Die Jahrgangsstufe 12.1 beschäftigt sich laut dem hessischen Lehrplan mit dem Thema Genetik. Die vorgelegte Unterrichtsstunde „Molekulare Anstandsdamen – Chaperone bringen Proteine in Form" lässt sich gut in den sowohl für den Leistungs- als auch für den Grundkurs verbindlichen Unterrichtsinhalt „Proteinbiosynthese" einbinden.

Die vorbereitete Einheit liefert „strukturiertes Basiswissen" über die Entstehung von biologisch aktiven dreidimensionalen Proteinen und ergänzt so das Wissen der Schüler über die Proteinbiosynthese zu einem komplexen Gesamtbild.

Beispiel Nordrhein-Westfalen:
Die Richtlinien für das Fach Biologie sehen in den Jahrgangsstufe 12/13 „Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen" als so genanntes Schwerpunktvorhaben vor. Eine wichtige Rolle im Unterricht spielen soll dabei das in der geplanten Unterrichtsreihe gewählte Thema „Molekulare Grundlagen der Vererbung".

Die Durchführung der Unterrichtsstunde „Molekulare Anstandsdamen – Chaperone bringen Proteine in Form" ist gut dazu geeignet – wie in den Richtlinien gefordert - die Kenntnisse der Schüler über „Eigenschaften der Selbstreproduktion auf der Basis informationstragender Nukleinsäuren und informationsumsetzender Proteine" zu erweitern.

Beispiel Sachsen:
Laut den sächsischen Richtlinien für das Gymnasium sollen die Schüler in der Jahrgangsstufe 12 im Lernbereich 1 „Genetik,Immunbiologie" die „molekularen Prinzipien der Speicherung, Vervielfältigung, Verwirklichung und Veränderung genetischer Informationen für die Grundprozesse des Lebens" kennenlernen.

Dazu gehören laut Lehrplan nicht nur Chromosomen oder der Aufbau und die Funktion der DNA und RNA, sondern auch die im Rahmen der vorgelegten Unterrichtsreihe vorgesehene Erarbeitung der Translation beziehungsweise Proteinbiosysthese.

Beispiel Bayern:
Das Thema Molekulargenetik ist im bayerischen Lehrplan für das Fach Biologie an Gymnasien in der Jahrgangsstufe 12 sowohl im Grund- als auch im Leistungskurs vorgesehen. Die Schüler sollen dabei unter anderem die „molekulare Wirkungsweise der Gene" kennenlernen.

Anhand der geplanten Unterrichtsstunde können dabei wichtige im Lehrplan vorgesehene Inhalte wie „Bauprinzip und Bedeutung der Proteine" anhand modellhafter „Darstellung von Aminosäuresequenz und räumlicher Struktur" erarbeitet werden.

6. Vorschläge für einen fächerübergreifenden Unterricht

„Proteine – Bausteine des Lebens"

Dies könnte das Thema für einen fächerübergreifenden Unterricht oder eine Projektwoche sein, in dem die vorgelegte Unterrichtsstunde gut einsetzbar wäre.

Im Mittelpunkt des Fachunterrichts **Biologie** stehen dabei - neben der Proteinbiosysnthese beziehungsweise den Chaperonen - die Rolle der Proteinmoleküle innerhalb des Immunsystems, der Bau und die Wirkung von Enzymen oder ihre Aufgaben als Botenstoffe im Organismus.

Aber auch die Bedeutung von Proteinen in der Nahrung und ihre Umsetzung im Rahmen der Verdauung sollten hier ausführlich zur Sprache kommen. Wichtiger Unterrichtsgegenstand müsste zudem die Nutzung von Proteinen in der Pharmaindustrie als so genannte medizinische Targets (Zielstrukturen) sein.

Der Fachunterricht der **Chemie** sollte dagegen die wichtigsten Grundlagen über den Aufbau und die Synthese von Aminosäuren und Proteinen zum Thema machen.

Es wäre sinnvoll, hier auch verschiedene Bindungsmöglichkeiten (Kovalente Bindung, Ionenbindung etc.) und ihre Bedeutung für die Proteinstruktur zu behandeln. Zudem könnte der Einsatz und die Wirkungsweise von Proteinen in der chemischen Industrie (beispielsweise als Enzyme in Waschmitteln) genauer analysiert werden sowie die Verwendung beispielsweise von Sojaprotein bei der Herstellung von Papier und Verpackungen. Auch die Rolle von Weizengluten als Grundstoff für Beschichtungen oder Leime und Kleber kann erarbeitet und diskutiert werden.