

Rund um das Hühnerei – die Chemie der Proteine

Ein Beitrag von Mathias Ebel, Hergenrath
Mit Illustrationen von Katja Rau, Berglen

Proteine, auch Eiweiße genannt, zählen zu den wichtigsten Bausteinen aller Lebewesen mit zahlreichen Schlüsselfunktionen. Neben der Funktion des Muskelaufbaus sind sie z. B. elementar in ihrer Funktion als Enzyme und als Strukturproteine.

In dieser Einheit machen die einfach durchzuführenden Versuche neugierig auf die chemischen Hintergründe der Proteine, welche die Schüler nebenbei spielerisch erschließen werden.



Foto: Thinkstock/iStock

Als Proteinlieferant sind Eier ein wichtiger Bestandteil der Ernährung.

Mit Aminosäuren-Spiel und Memory!

VORANSICHT

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 9/10

Dauer: 5 Stunden (Minimalplan: 3)

Kompetenzen: Die Schüler ...

- erläutern die biologische Bedeutung und das Vorkommen von Proteinen in verschiedenen Nahrungsmitteln.
- führen selbstständig Versuche zur Untersuchung von Proteinen durch.
- beschreiben mit angemessenen Fachausdrücken den chemischen Aufbau von Polypeptiden.
- teilen die Aminosäuren in polare, unpolare, saure und basische Vertreter ein und benennen deren funktionelle Gruppen.

Versuche:

- Die Denaturierung von Eiklar – was passiert hier? (SV)
- Und was passiert dann? – Eiklar und erneute Hitze (SV)

Übungsmaterial:

- Geballtes Wissen! – Die Chemie der Aminosäuren
- „Trumpf gewinnt“ – Das Aminosäuren-Spiel
- Das Aminosäuren-Memory

Die Einheit im Überblick

⌚ V = Vorbereitung

SV = Schülerversuch

AB = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführung

FO = Folie

TK = Tippkarte

📀 = Zusatzmaterial auf CD

| Stunde 1: Proteine – eine Einführung | |
|--------------------------------------|---|
| M 1 (FO) | Der Eierdrink – lässt er die Muskeln wachsen? |
| M 2 (AB) | Fragen über Fragen: Proteine, Aminosäuren & Co. |
| 📀 (AB) | Fragen über Fragen: Hier geht's weiter ... |

| Stunden 2–3: Untersuchung von Eiklar | |
|---|---|
| M 3 (SV/AB) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 40 min | Die Denaturierung von Eiklar – was passiert hier? <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Ei <input type="checkbox"/> 3 Bechergläser (250 ml) <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser <input type="checkbox"/> 1 Thermometer (etwa bis 100 °C) <input type="checkbox"/> 1 Dreibein mit Drahtnetz <input type="checkbox"/> 1 Rührstab <input type="checkbox"/> 1 Heizplatte oder 1 Gasbrenner <input type="checkbox"/> 1 Stativ mit Stativklammer <input type="checkbox"/> 1 Teesieb |
| M 4 (SV/AB) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min | Und was passiert dann? – Eiklar und erneute Hitze <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> Protein-Suspension <input type="checkbox"/> Zucker <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (250 ml) <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas-klammer <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas <input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner <input type="checkbox"/> 1 Spatel |
| M 5 (TK) | Der chemischen Aufbau von Eiklar auf der Spur – Tippkarten |

| Stunden 4–5: Die Chemie der Aminosäuren im Griff – eine Übungseinheit | |
|---|--|
| M 6 (AB) | Geballtes Wissen! – Die Chemie der Aminosäuren |
| M 7 (AB) | „Trumpf gewinnt!“ – Das Aminosäuren-Spiel |
| M 8 (AB) | Das Aminosäuren-Memory |

Minimalplan

Ihnen steht wenig Zeit zur Verfügung? Dann können Sie die Einheit auf **drei Stunden** verkürzen, indem Sie die **Schülerversuche M 3** und **M 4** entfallen lassen. Die in diesen Materialien enthaltenen Versuche sind nicht zwangsläufig erforderlich, um sich die Chemie der Aminosäuren anzueignen.

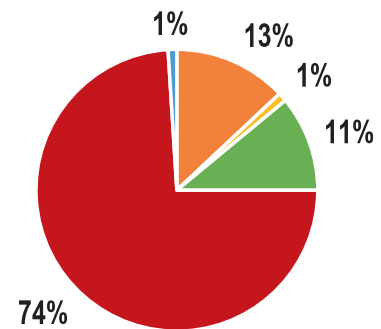
M 1

Der Eierdrink – lässt er die Muskeln wachsen?



- ⑦
- Proteine
 - Kohlenhydrate
 - Fette
 - Wasser
 - Spurenelemente & Vitamine

Nährstoffe im Hühnerei



Quelle: www.eier.de/Seiten/Ei/vei_nahr.htm; Fotos: ©, ©, ©, ©, © Thinkstock/iStock; © Thinkstock/iStock; © Colourbox

Die Denaturierung von Eiklar – was passiert hier?

M 3

Wie viel Protein im Eiweiß steckt, kann man mit einem einfachen Versuch sichtbar machen. Dazu nutzt man die Tatsache, dass Proteine beim Erhitzen unlöslich werden. Dieses Phänomen heißt Hitzedenaturierung. Ihr selbst habt es bestimmt schon oft beobachtet: zum Beispiel, wenn sich das Eiklar beim Braten in der Pfanne weiß färbt.

Schülerversuch in Kleingruppen ⌚ Vorbereitung: 5 min ⌚ Durchführung: 40 min

Aufgabe

Führt den folgenden Versuch durch.

So führt ihr den Versuch durch

1. Stellt die folgenden Materialien bereit.

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler | <input type="checkbox"/> 1 Thermometer (etwa bis 100 °C) | <input type="checkbox"/> 1 Heizplatte oder 1 Gasbrenner |
| <input type="checkbox"/> 1 Ei | <input type="checkbox"/> 1 Dreibein mit Drahtnetz | <input type="checkbox"/> 1 Stativ mit Stativklammer |
| <input type="checkbox"/> 3 Bechergläser (250 ml) | <input type="checkbox"/> 1 Rührstab | <input type="checkbox"/> 1 Teesieb |
| <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser | | |



2. Trennt das Eiklar vom Eigelb. Benutzt dazu zwei Bechergläser.

3. Löst das Eiklar in etwa 100 ml destilliertem Wasser und filtriert die Lösung grob durch das Teesieb in ein weiteres Becherglas. Befestigt mit der Stativklammer das Thermometer am Rand des Becherglases.

! Das Ende des Thermometers darf nicht den Boden oder den Rand des Becherglases berühren.

4. Stellt die Eiklar-Wasser-Lösung auf das Dreibein, schaltet die Heizplatte ein oder entzündet den Gasbrenner und stellt die rauschende Flamme ein.

5. Erhitzt die Lösung nun vorsichtig und rührt mit dem Rührstab. Beobachtet dabei ständig die Temperatur der Eiklar-Wasser-Lösung.

6. Erhitzt die Lösung, bis sie sich deutlich eingetrübt hat und nicht mehr weiter eintrübt. Schaltet dann den Gasbrenner bzw. die Heizplatte ab.

7. Lasst die Protein-Wasser-Suspension abkühlen und rührt sie kräftig.



Foto: Thinkstock/Hemera



Beobachten und Auswerten

1. Notiert die Temperatur, bei der die Lösung anfängt, trüb zu werden, und diejenige, bei der sie vollständig getrübt ist. Vergleicht die Temperaturen für die Hitzedenaturierung von Proteinen mit den Messwerten der anderen Gruppen.
2. Erläutert, weshalb sich unsere Körpertemperatur meist bei etwa 36 °C befindet und nicht weit darüber steigen darf.
3. Begründet, warum der Vorgang der Denaturierung nicht rückgängig gemacht werden kann.

Geballtes Wissen! – Die Chemie der Aminosäuren

M 6

Ihr habt gelernt, dass Proteine Polypeptide aus Aminosäuren sind und diese aus den Elementen Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), Stickstoff (N) und Schwefel (S) bestehen. Den ersten Schritt zur Chemie der Proteine habt ihr damit schon geleistet. Im nächsten Schritt lernt ihr den genauen Aufbau dieser Moleküle kennen.



Foto: Thinkstock/iStock

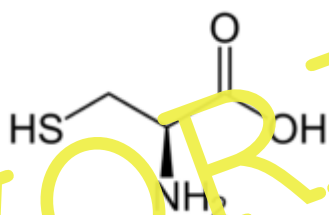
Baut mithilfe des Molekülbaukastens die richtigen Moleküle.

Hinweis Ihr benötigt einen Molekülbaukasten!

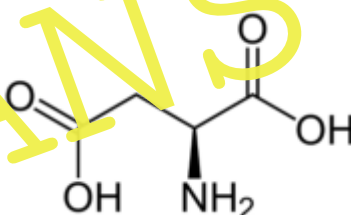
Aufgaben

1. Zeichnet die dargestellten Moleküle als Strukturformeln auf und nennt ihre Summenformeln.
2. Markiert und benennt in den dargestellten Aminosäuren alle funktionellen Gruppen.
3. Ordnet die Aminosäuren nach den Eigenschaften ihrer Reste in Saure, Basische, Polare/Neutrale, Unpolare/Neutrale und Unpolare/Neutrale mit Schwefel.
4. Benennt mithilfe der Info-Karten die Aminosäuren.
5. Konstruiert eine der dargestellten Aminosäuren mithilfe des Molekülbaukastens und baut anschließend nur unter Verwendung von Atomen dieser Aminosäure eine weitere...

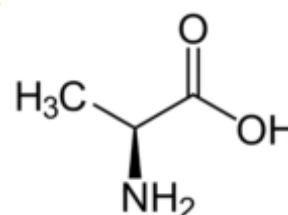
a)



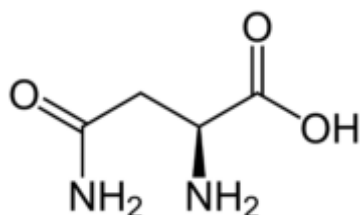
b)



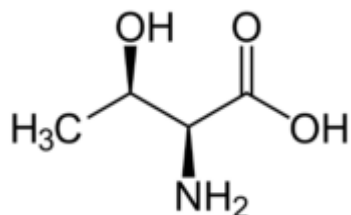
c)



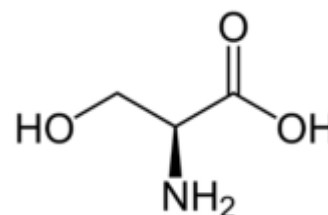
d)



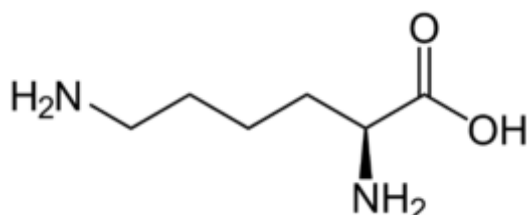
e)



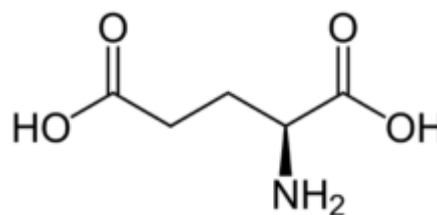
f)



g)



h)



Info-Karten zu M 6



Formelschreibweisen

Summenformel

Sie gibt die Summe der Atome in einem Molekül an. Die Summenformel des Methans (siehe Abbildung unten) ist beispielsweise **CH₄**.

Strukturformel

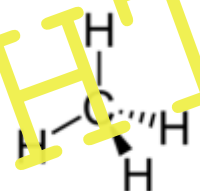
Sie zeigt die Verknüpfung aller Atome im Molekül durch Elektronenpaarbindungen an. Die **Mischformel** ist eine vereinfachte Strukturformel, in der nicht alle Elektronenpaarbindungen eingezeichnet werden. Weite Teile des Moleküls werden als Summenformel abgebildet.

Struktursymbol- oder Gerüstformel

In dieser Schreibweise werden im Wesentlichen nur Elektronenpaarbindungen als gewinkelte Linien dargestellt. Kohlenstoffatome werden nicht abgebildet. Sie werden als Ecken eingezeichnet. Wasserstoffatome, die an Kohlenstoffatome gebunden sind, werden nicht eingezeichnet. Alle anderen Atome werden als Elementsymbol eingezeichnet.

Keilstrichschreibweise

Im **Methanmolekül** (rechts zu sehen: **CH₄**) in der Zeichnung siehst du die vier Bindungen des C-Atoms als Linien und Keile dargestellt. Die Linien stehen in der Papierebene. Der schwarze Keil ragt nach vorn aus der Paperebene heraus. Der unterbrochene Keil weist nach hinten.



Gesucht wird ...

Cystein

Die Aminosäure mit der Thiolgruppe.

Lysin

Die Aminosäure, die ganz am Ende basisch reagiert.

Glutaminsäure

Sauer, wie der Name schon sagt, und mit fünf C-Atomen.

Serin

Die kleine, aber polare Aminosäure mit Hydroxylgruppe.

Threonin

Die Aminosäure ist Serin sehr ähnlich, besitzt aber ein C-Atom mehr.

Alanin

Die kleine und unpolare Aminosäure.

Asparaginsäure

Die Aminosäure mit Carboxylgruppe im kurzen Rest.

Asparagin

Die Aminosäure mit zwei funktionellen Gruppen im Rest.

Das Aminosäuren-Memory

M 8

Damit ihr etwas mehr Sicherheit und Übung in Sachen Aminosäuren bekommt, spielt gemeinsam das Aminosäuren-Memory!



Foto: Colourbox

So geht's

1. Bildet Zweierteams und verteilt die Memory-Karten gleichmäßig mit der Rückseite nach oben auf dem Tisch.
2. Schaut euch alle Auftragskarten an und versucht, euch die Aufträge zu merken.
3. Mischt die Auftragskarten. Jeder Spieler erhält fünf Auftragskarten.
4. Der jüngere Spieler beginnt: Such dir eine deiner Auftragskarten heraus und decke dann zwei Memory-Karten nacheinander auf. Wenn du die zu deinem Auftrag passenden Karten nicht gefunden hast, dreh sie wieder um. Dann ist dein Spielpartner an der Reihe. Findest du aber in einem Spielzug die zwei gesuchten Karten, darfst du sie mit der Auftragskarte zur Seite legen und eine neue Auftragskarte verwenden.
5. Du kannst überprüfen, ob die Karten in den Hauptkategorien polar/neutral, unpolar/neutral, polar/sauer und polar/alkalisch zueinanderpassen, indem du den Barcode der Karten aneinanderlegst.
6. Der Clou: Beobachte deinen Spielpartner genau! Du kannst ihm seinen Auftrag stehlen, wenn du diesen richtig errätst und vor ihm die passenden Karten findest.
7. **Gewonnen hat, wer als Erstes fünf Aufträge erfüllt hat!**

Auftragskarten

| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>Finde zwei Aminosäuren mit unpolarem/ neutralem Rest.</p> | <p>Finde zwei Aminosäuren mit unpolarem/ neutralem Rest.</p> | <p>Finde zwei Aminosäuren mit polarem/ neutralem Rest.</p> | <p>Finde zwei Aminosäuren mit polarem/ neutralem Rest.</p> |
| <p>Finde zwei Aminosäuren mit einer <u>Hydroxyl-</u>gruppe im Rest.</p> | <p>Finde zwei Aminosäuren mit einer <u>Carbonyl-</u> und einer <u>Amino-</u>gruppe im Rest.</p> | <p>Finde zwei Aminosäuren mit <u>Schwefel</u> im Rest.</p> | <p>Finde zwei Aminosäuren mit einem Rest aus <u>vier Kohlenwasser-</u>stoffen.</p> |
| <p>Finde zwei Aminosäuren mit polarem/ saurem Rest.</p> | <p>Finde zwei Aminosäuren mit polarem/ basischem Rest.</p> | | |