

## IV.48

### Der Mensch

# Proteine als Lebensgrundlage – Mit Lernbuffet, Experimenten und Modellbau

Nach einer Idee von Cornelia Preidl  
Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier



© GMVoZ/E+

Vermitteln Sie Ihren Klasse(n) mit Hilfe dieser Unterrichtseinheit neben biologischem Fachwissen zu Aufbau und Funktion von Proteinen auch alltagsnahe Themen rund um Proteine zu Gesundheitsaspekten, Ernährung und Sport. Es kommen vielfältige praktische Lernmethoden wie Nachweisexperimente von Proteinen in Lebensmitteln und Modellplanungen zu den vier Proteinstrukturen zum Einsatz. Die Unterrichtseinheit kann als Stationenarbeit oder als Lernbuffet in Einzel- oder Gruppenarbeit durchgeführt werden.

#### KOMPETENZPROFIL

**Klassenstufe:** 9/10

**Dauer:** 4 Unterrichtsstunden (Minimalplan 1–3)

**Kompetenzen:** Die Lernenden ... 1. beschreiben den Aufbau und die Funktion von Proteinen, 2. entwickeln ein Modell für die vier Proteinstrukturen, 3. erläutern die Strukturveränderung von Proteinen, 5. weisen Proteine in Nahrungsmitteln nach, 6. erarbeiten sich die gesundheitlichen Eigenschaften der Proteine.

**Thematische Bereiche:** Proteine, Proteinstruktur, Aminosäuren, Denaturierung, Ernährung, Phenylketonurie, biologische Wertigkeit, Verdauung, Gesundheit

## Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Tx = Infotext, Sv = Schülerversuch

### 1.–4. Stunde

**Thema:** Die Bedeutung der Proteine für den Menschen

**M 1 (Ab, Sv) Von der Aminosäure zur Proteinstruktur**

**Benötigt:**  Draht  
 verschiedenfarbige Perlen

**Schülerversuch: Proteindenaturierung**

**Dauer:** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 20 min

**Benötigt:**  3 Gelatineblätter  Leitungswasser  
 3 Bechergläser  1 Heißplatte

**M 2 (Ab, Tx) Warum sind Proteine lebenswichtig?**

**M 3 (Ab, Sv) Nahrungsproteine und Proteinmangel**

**Schülerversuch: Proteinnachweis**

**Dauer:** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 10 min

**Benötigt:**  Lebensmittel  5 %ige Kupfersulfatlösung  
 1 Reagenzglas pro Lebensmittel  Natriumcarbonatlösung  
 ggf. destilliertes Wasser

### Lösungen

Die Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 14.

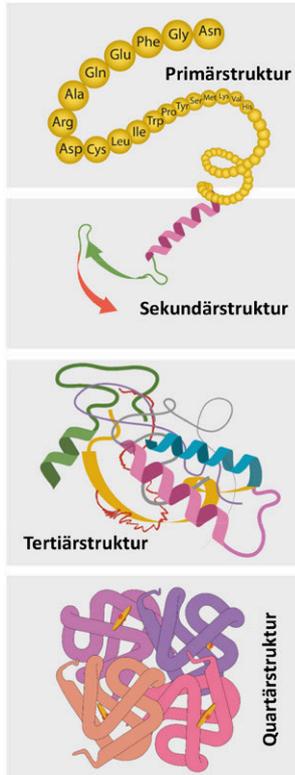
### Minimalplan

Bei Zeitmangel können Sie nur einzelne der Materialien **M 1–M 3** herausgreifen. Außerdem kann der Gelatineversuch und Aufgabe 5 aus **M 1** als Hausaufgabe durchgeführt werden. Den Versuch zum Proteinnachweis in **M 3** können Sie als Video (siehe Mediathek) oder als Demonstrationsversuch zeigen oder bei extremer zeitlicher Enge auch entfallen lassen.

## Faltblatt und Helix – Proteine bilden typische Strukturen

### Aufgabe 2

Lies den Informationstext aufmerksam durch. Entwickle dann aus Draht und Perlen ein Proteinmodell. Beschreibe mithilfe einer Tabelle, wie mit diesem Modell Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen dargestellt werden können. Disulfidbrücke: Kovalente Bindung zweier Schwefelatome. Sie teilen sich ein Elektronenpaar. Ionenbindung: Entgegengesetzte Ladungen zweier Ionen ziehen sich an und bilden einen Ionenkristall



Die 20 proteinogenen Aminosäuren kommen in jedem Protein in unterschiedlicher Menge und Reihenfolge vor. Die Reihenfolge, in der die Aminosäuren aneinandergereiht sind, wird **Aminosäuresequenz** genannt. Sie bestimmt die für ein Protein charakteristische **Primärstruktur** und enthält bereits die Information für dessen Eigenschaft und Funktion. Mit dieser Kettenbildung ist das Protein jedoch noch nicht fertig und funktionstüchtig. Durch Wasserstoffbrückenbindungen innerhalb der Polypeptidkette entstehen räumliche Strukturen, die **Sekundärstruktur**. Sie können als schraubenförmige  **$\alpha$ -Helix** und als  **$\beta$ -Faltblatt** ausgebildet sein, außerdem liegen ungeordnete Bereiche vor. Zwischen den Seitenketten zweier Aminosäureketten werden Bindungen ausgebildet und es wirken Kräfte. Es entstehen Ionenbindungen, Disulfidbrücken und Wasserstoffbrücken. Zudem bestehen Van-der-Waals-Wechselwirkungen. Dadurch entsteht eine **dreidimensionale Tertiärstruktur**. Erst durch die Ausbildung der Tertiärstruktur kann das Protein seine biologische Funktion ausüben. Lagern sich mehrere Polypeptidketten oder mehrere Proteine zusammen, so entsteht die **Quartärstruktur**. Beispiele für solche Proteinkomplexe sind Insulin und Hämoglobin.

**Disulfidbrücke:** Kovalente Bindung zweier Schwefelatome. Sie teilen sich ein Elektronenpaar.

**Ionenbindung:** Entgegengesetzte Ladungen zweier Ionen ziehen sich an und bilden einen Ionenkristall.

**Van-der-Waals-Wechselwirkungen:** Anziehungskräfte durch eine kurzzeitige Ladungsungleichverteilung (Dipolbildung).

### Aufgabe 3

Einige Proteine wirken im Körper als Enzyme. Das sind Proteine, die für bestimmte Reaktionen im Stoffwechsel als Katalysator wirken. Man nennt Enzyme daher auch Biokatalysatoren. Dabei funktionieren die Enzyme sehr substratspezifisch und gehen unverändert aus der Reaktion hervor. So werden z. B. aus einem Abbauungssubstrat zwei Produkte (siehe Abbildung).

Erläutere anhand eines Beispiels in der Abbildung, warum erst die Tertiärstruktur ein Protein funktionsfähig macht.



Grafik: Wolfgang Zettlmaier

**Katalysator:** Stoff, der die für den Ablauf einer chemischen Reaktion notwendige Aktivierungsenergie herabsetzt.

## Spiegelei und Dauerwelle – Die Proteindenaturierung

### Aufgabe 4

- Lies den Informationstext aufmerksam durch.
- Erkläre den Ablauf der Proteindenaturierung mithilfe des Texts. Gehe auch auf die Renaturierung ein und formuliere eine Hypothese, warum diese stattfinden kann.
- Führe dann das folgende Experiment durch.
- Vergleiche und erkläre die Ergebnisse.



© Colourbox

Wird die Faltungsform eines Proteins zerstört, spricht man von einer **Denaturierung**. Betroffen ist also die **Sekundär- bzw. Tertiärstruktur** des Proteins. Eine Denaturierung kann durch die Einwirkung von Hitze, Säuren, Laugen, Schwermetallsalzen oder Ethanol erfolgen. Beim Vorgang der Denaturierung werden die Bindungen und Wechselwirkungen zwischen den Molekülteilen aufgehoben. Die Primärstruktur bleibt dabei jedoch erhalten. Beim Braten eines Spiegeleis findet beispielsweise eine Denaturierung statt. Das Eiweiß gerinnt (denaturiert) durch die **Hitze**. Durch die Aufhebung der Wechselwirkungen kommt es zu einer Oberflächenvergrößerung des Proteins und einem Verlust dessen biologischer Funktion. Das Kochen von Fleisch, die Herstellung von Hart- oder Dauerwollen sind weitere Beispiele aus dem Alltag, bei denen Denaturierung stattfindet. Auch im Zuge der Verdauung spielt sie eine entscheidende Rolle, denn nur in denaturierter Form kann der Körper die Nahrungsproteine verwerten.

Denaturierungsvorgänge sind manchmal umkehrbar. Vor allem kleine denaturierte Proteine können sich, wenn die Ursache für die Denaturierung spontan wieder in ihre Ausgangsstruktur falten und ihre Funktion aufnehmen. Diesen Prozess nennt man **Renaturierung**.

Denaturierungsvorgänge sind manchmal umkehrbar. Vor allem kleine denaturierte Proteine können sich, wenn die Ursache für die Denaturierung spontan wieder in ihre Ausgangsstruktur falten und ihre Funktion aufnehmen. Diesen Prozess nennt man **Renaturierung**.

### Schülerversuch: Proteindenaturierung

**Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 20 min

#### Benötigt:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 3 Gelatineblätter | <input type="checkbox"/> Leitungswasser |
| <input type="checkbox"/> 3 Bechergläser    | <input type="checkbox"/> 1 Heizplatte   |

**Entsorgung:** Reste können im Hausabfall entsorgt werden.

#### Durchführung:

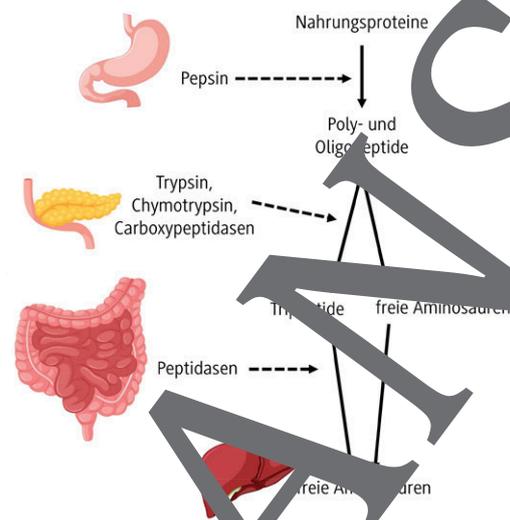
- Wird ein Gelatineblatt kurz in Wasser ein. Nimm 3 Bechergläser zur Hand und gehe dann wie folgt vor.
- Becherglas 1: Löse im Becherglas ein Gelatineblatt in etwas Wasser. Erhitze es vorsichtig im Wasserbad auf ca. 20–30 Grad, bis sich die Gelatine aufgelöst hat.
- Becherglas 2: Löse ein Gelatineblatt in etwas Wasser. Erhitze es auf über 80 Grad.
- Becherglas 3: Löse die Gelatine in einem Essig-Wasser-Gemisch auf.
- Lasse alle 3 Versuchsansätze langsam abkühlen.

## Nahrungsproteine und Proteinmangel

M 3

### Was passiert mit den Nahrungsproteinen im Körper?

Die Nahrungsproteine werden durch die Magensäure im Magen denaturiert. Damit vergrößert sich ihre Oberfläche, sodass Verdauungsenzyme besser an ihnen angreifen können. Im **Magen** wirkt das **Verdauungsenzym Pepsin**. In der **Bauchspeicheldrüse** werden verschiedene Verdauungsenzyme gebildet und in den **Zwölffingerdarm** abgegeben. Im **Dünndarm** finden mit aus der Bauchspeicheldrüse und der Dünndarmschleimhaut stammenden Verdauungsenzymen weitere Verdauungsprozesse statt, neben Proteinen werden auch Kohlenhydrate und Fette gespalten. Dabei werden die Proteine in Di- und Tripeptide sowie freie Aminosäuren gespalten. Diese werden über die Darmschleimhaut ins Blut aufgenommen und von dort zur **Leber**, dem zentralen Organ für den Auf-, Um- und Abbau von Aminosäuren, transportiert. Die Leber sorgt dafür, dass die Konzentration an freien Aminosäuren im Blut konstant gehalten wird. Bei einem Proteinmangel werden vor allem Proteine in der Muskulatur und den Organen abgebaut.



Enzyme, die eine Spaltung von Proteinen bewirken, werden als **Peptidasen** bezeichnet.

Organe: © EduginKal/Stock/Getty Images Plus, © Colorbox

### Welche Proteinmengen benötigen wir täglich?

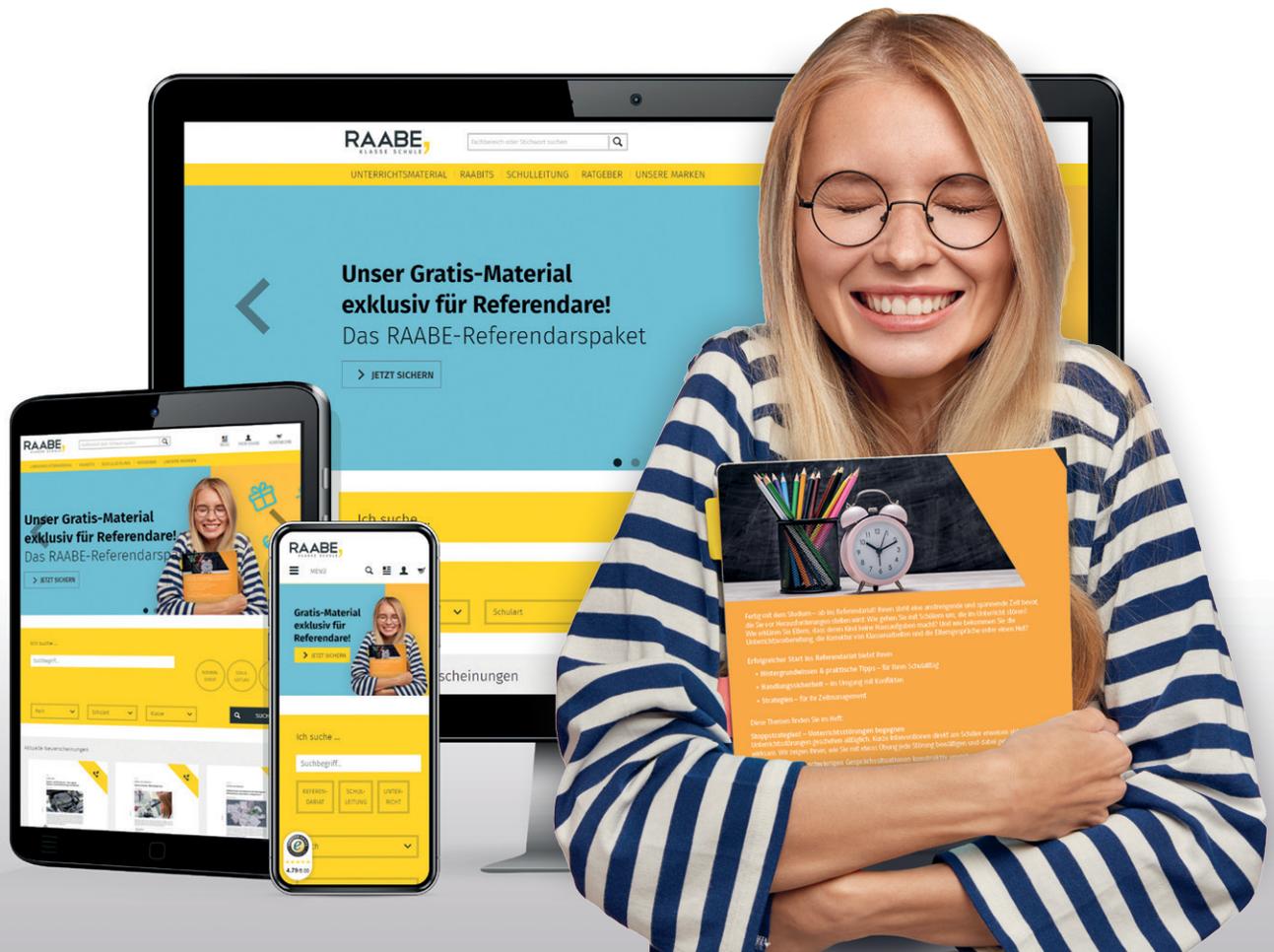
Körpereigenes Protein wird ständig ab- und umgebaut. Die entstehenden Aminosäuren werden teilweise wiederverwendet und abgebaut. Allein, um den **Verlust an Körperproteinen** über Urin, Kot, Haut, Haarausfall, Schweiß und andere Sekrete auszugleichen, benötigt der Körper täglich rund 0,35 g Protein pro kg Körpergewicht. Dieses muss mit der Nahrung aufgenommen werden. Die Verdaulichkeit und Qualität verschiedener Proteine sind sehr unterschiedlich und jeder Mensch hat eine unterschiedlich effektive Verdauung und Verstoffwechslung. Deshalb empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) für Erwachsene eine Zufuhr von täglich 0,8 g Protein pro kg Körpergewicht. Dieser Richtwert gilt aber nur bei ausreichender Energiezufuhr. Wird zu wenig Energie zugeführt, nutzt der Körper Proteine auch als Energielieferant. Sie stehen dann dem Baustoffwechsel nicht mehr zur Verfügung. Den täglichen Proteinbedarf kann man durch die Aufnahme tierischen und pflanzlichen Eiweißes decken.

### Aufgabe 1

Erkläre, warum man täglich ausreichend Proteine zu sich nehmen muss.

# Sie wollen mehr für Ihr Fach?

## Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



✓ **Über 5.000 Unterrichtseinheiten**  
sofort zum Download verfügbar

✓ **Webinare und Videos**  
für Ihre fachliche und  
persönliche Weiterbildung

✓ **Attraktive Vergünstigungen**  
für Referendar:innen  
mit bis zu 15% Rabatt

✓ **Käuferschutz**  
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**