

# **Unterrichtsreihe zum Thema Eiweiß**

**WWU- Münster**

**Seminar: Scholorientiertes Experimentieren**

**WS 06/07**

**Dozent: Prof. Dr. Günther Harsch, Sebastian Musli**

**Referentinnen: Liliana Dittrich, Julia Tietz**

## Inhaltsverzeichnis

1. Konzept und Verlaufsplan.....	S.3
2. Einstieg.....	S.4
3. Biurettreaktion (einschließlich Arbeitsbogen).....	S.5
4. Hintergrund zur Biurettreaktion.....	S.6
5. Theorie zum Aufbau von Eiweißen.....	S.7- 8
6. Arbeitsbogen zur Überprüfung der Theorie (Aufbau von Eiweißen).....	S.9- 11
7. Theorie zur Denaturierung und Renaturierung.....	S.12
8. Experiment zur Denaturierung und Renaturierung:	
Durch welche Einflüsse wird Eiweiß denaturiert?.....	S.13
9. Ergebnis und Erklärungen zum Experiment.....	S.14
10. Folie zu den Bindungen zwischen den Aminosäuren in einem Protein .....	S.15
11. Folie zum Renaturierungsprozess.....	S.15
12. Das Gruppenpuzzle.....	S.16
13. Beispieltex te zum Gruppenpuzzle.....	S.17- 21
14. Laufzettel zum Gruppenpuzzle als Ergebnissicherung.....	S.22
15. Erwartungshaltung zum Laufzettel.....	S.23
16. Kurzes Lernquiz.....	S.24
17. Fazit.....	S.25

## 1. Konzept und Verlaufsplan

### 1.1 Konzept:

#### 1. Ziele und Inhalte der Unterrichtsreihe

- Bedeutung von Eiweiß in Nahrungsmitteln
- Begründung: Eiweiß ist der wichtigste Hauptbestandteil in unseren Nahrungsmitteln
- Alltagsbezug als Motivation

#### 2. Voraussetzung

- Stoff der Sekundarstufe I
- Lernvoraussetzungen: Fertigkeiten des Experimentierens beherrschen, Sicherheitsvorschriften kennen, Aufbau von Molekülen und Strukturen in der organischen Chemie

#### 3. Wege der Erarbeitung (Mittel/ Methoden)

- Tafelbild, Folien, Arbeitsbögen, Experimente, Gruppenpuzzle, Lernquiz als Ergebnissicherung
- Sozialform: Experimente in Partnerarbeit, Theoretische Grundlagen als Frontalunterricht und Klassengespräch, Arbeitsbogen in Einzelarbeit, Gruppenpuzzle in Einzelarbeit und anschließender Diskussion in der Gruppe, Lernquiz in Einzelarbeit
- Sicherung der Lernziele: Arbeitsbogen, Gruppenpuzzle + Laufzettel, Lernquiz

#### 4. Fazit (Ergebnis)

### 1.2 Verlaufsplan:

Experiment: Überprüfung des Eiweißgehaltes in Lebensmitteln mit Hilfe der Biuretreaktion

- Hintergründe zum Experiment

Theoretischer Teil: Aufbau von Eiweißen

- Peptidbindung, Raumstruktur
- Folie zur Raumstruktur
- Arbeitsbogen zur Überprüfung der Theorie

Denaturierung und Renaturierung

- Experiment: Welche Einflüsse bewirken eine Denaturierung von Proteinen?
- Theorie zur De- und Renaturierung
- Alltagsbezogenes Gruppenpuzzle zum Thema Denaturierung mit Laufzettel
- Kurzes Lernquiz
- Fazit

Die Dauer der Unterrichtsreihe ist für **8- 9 Stunden** angesetzt. Dabei entfallen auf das Experimentieren (Biuretreaktion) einschließlich der Klärung der Hintergründe 2 Stunden. Die Theorie zum Aufbau von Eiweißen sollte in 1 Stunde geklärt sein, inklusive der Bearbeitung des Arbeitsbogens. Das Thema der De- und Renaturierung haben wir auf insgesamt 3- 4 Stunden angesetzt, wobei 1- 2 Stunden auf die Theorie fallen und 2 Stunden auf das Experimentieren. Das Gruppenpuzzle sowie das Lernquiz sollten jeweils 1 Stunde dauern.

## 2. Einstieg:

Der Begriff „Nährstoffe“ und was darunter zu verstehen ist, soll geklärt werden: Fette, Kohlenhydrate, Eiweiße. Diese stellen den Hauptbestandteil der menschlichen Nahrung dar.

Dabei ist Eiweiß mit Sicherheit der wichtigste Lebensmittel- Inhaltsstoff. Leben ohne Eiweiß (natürlich ebenso Kohlenhydrate und Fette) ist nicht möglich. Daraus ergibt sich, dass es täglich mit der Nahrung zugeführt werden muss. Da es im Körper ständig regeneriert wird, stellt das zugeführte Nahrungseiweiß nicht nur einen Energieträger dar wie Fette und Kohlenhydrate, sondern ist darüber hinaus auch Bausubstanz (z.B. Proteine in Haaren, Enzyme...).

Die Wichtigkeit von Eiweiß in unserer Nahrungskette soll herausgestellt werden.

Am Anfang der Unterrichtsreihe steht die Biuretreaktion als Schülerexperiment. Daran soll die Bedeutung von Eiweiß in Lebensmitteln veranschaulicht werden, denn Proteine können in vielen Dingen nachgewiesen werden.

Es ist ein kurzer und einfacher Versuch, der immer funktioniert.

Die Schüler erhalten den folgenden Arbeitsbogen und müssen die hier fettgedruckten Sätze und Begriffe selbst erarbeiten und den Arbeitsbogen ergänzen.

Das Ergebnis wird mit der Klasse diskutiert und gemeinsam ein Merksatz formuliert, der dann auf dem Arbeitsbogen seinen Platz findet.

z.B.: Alle, aus pflanzlichen oder tierischen Bestandteilen bestehenden Lebensmittel enthalten Eiweiße (Proteine). Ausnahmen bilden reine Fette (Öl, Kokosfett...) und Kohlenhydrate (Zucker), die neben den Eiweißen eigene Nährstoffgruppe bilden.

### 3. Die Biuret- Reaktion

Fragestellung: In welchen Lebensmitteln ist kein Eiweiß enthalten?

*Kontrollexperiment:*

Geräte: Bunsenbrenner, Reagenzgläser, Reagenzglasshalter, Tropfpipetten

Chemikalien: Eiklarlösung, Glycin (Aminosäure), dest. Wasser, Kupfersulfatlsg.(c=5%), Natronlauge (2M)

Durchführung: Befülle 3 Reagenzgläser wie folgt:

RG 1: 5ml Wasser

RG 2: Spatelspitze Glycin + 5ml Wasser (lösen)

RG 3: 0,5 ml Eiweiß + 5ml Wasser (lösen)

In jedes Reagenzglas werden jeweils 5 Tropfen Kupfersulfatlsg. und 5 Tropfen Natronlauge gegeben. Notiere deine Beobachtungen.

Beobachtung:

RG 1: **Die Lösung verfärbt sich hellblau**

RG 2: **Die Lösung verfärbt sich dunkelblau**

RG 3: **Die Lösung verfärbt sich violett**

Welche Verfärbung tritt bei der Reaktion mit Eiweiß ein?

**Es tritt eine violette Färbung ein.**

*Vergleichsexperiment:*

Nun teste die folgenden Lebensmittel auf deren Eiweißgehalt analog zu der Durchführung (s.o.). Notiere die Ergebnisse und vergleiche.

In welchen Lebensmitteln ist Eiweiß enthalten, in welchen nicht?

Milch: **positiv**

Mehl: **positiv**

Zucker: **negativ**

Toast: **positiv**

Öl: **negativ**

Nüsse: **positiv**

Eigelb: **positiv**

Ergebnis:

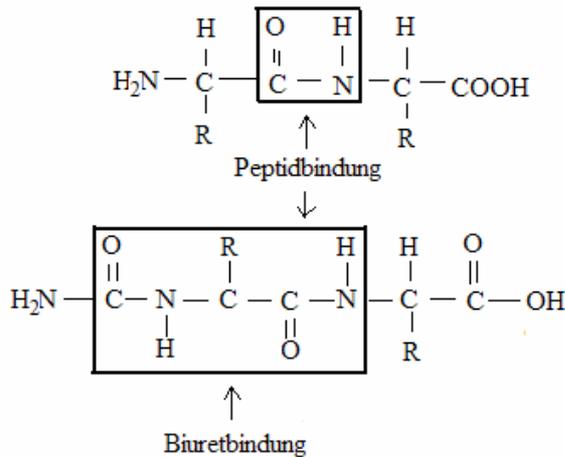
**Alle, aus pflanzlichen oder tierischen Bestandteilen bestehenden Lebensmittel enthalten Eiweiße (Proteine). Ausnahmen bilden reine Fette (Öl, Kokosfett) und Kohlenhydrate (Zucker), die neben den Eiweißen eigene Nährstoffgruppe bilden.**

#### 4. Hintergrund der Biuretreaktion:

Die Biuretreaktion ist eine Nachweisreaktion für Biuret und Eiweiße, genau für deren Peptidbindung. Biuret ist ein Stoff, der in seinen Strukturmerkmalen den Eiweißen sehr ähnlich ist.

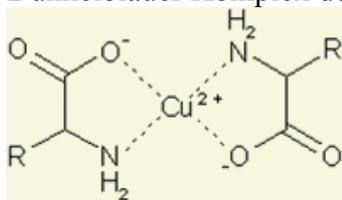
##### Nachweisprinzip:

Dabei wird die Reaktion von Biuret mit wässriger Kupfersulfat-Lösung mit der Reaktion von Eiweißen mit Kupfersulfatlösung verglichen. Dabei komplexieren zwei Biuret-Moleküle ein Kupferkation. Dieser Komplex verleiht der Lösung eine tief-violette Farbe. Da Eiweiße mit zweiwertigen Kupferkationen eine ähnliche Farbreaktion ergeben, kann man daraus schließen, dass Eiweiße ähnliche Strukturmerkmale wie Biuret aufweisen.

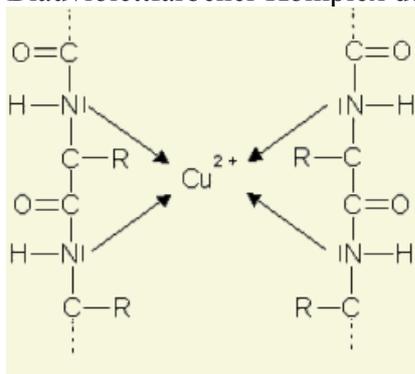


1. RG: Bei Zugabe einer Lauge zu einer Lösung von  $\text{Cu}^{2+}$ - Ionen fällt hellblaues Kupferhydroxid aus.
2. RG: Aminosäuren bilden mit  $\text{Cu}^{2+}$ - Ionen einen dunkelblauen Komplex bevor schwerlösliches, hellblaues Kupferhydroxid ausfallen kann.
3. RG: Zwischen den Eiweißmolekülen und dem Kupferkation entsteht ein stabiler blauviolettfarbener Komplex, genau wie bei der Reaktion von Biuret mit Kupfersulfat und Natronlauge. Diese kann entweder weggelassen werden oder vom Lehrer als Vergleich durchgeführt werden.

Dunkelblauer Komplex des RG 2 (Aminosäure mit Kupferionen):



Blauviolettfarbener Komplex des RG 3 (Biuret mit Kupferionen):



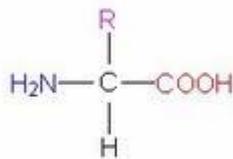
→ zu Eiweiß analog

## 5. Aufbau von Eiweißen

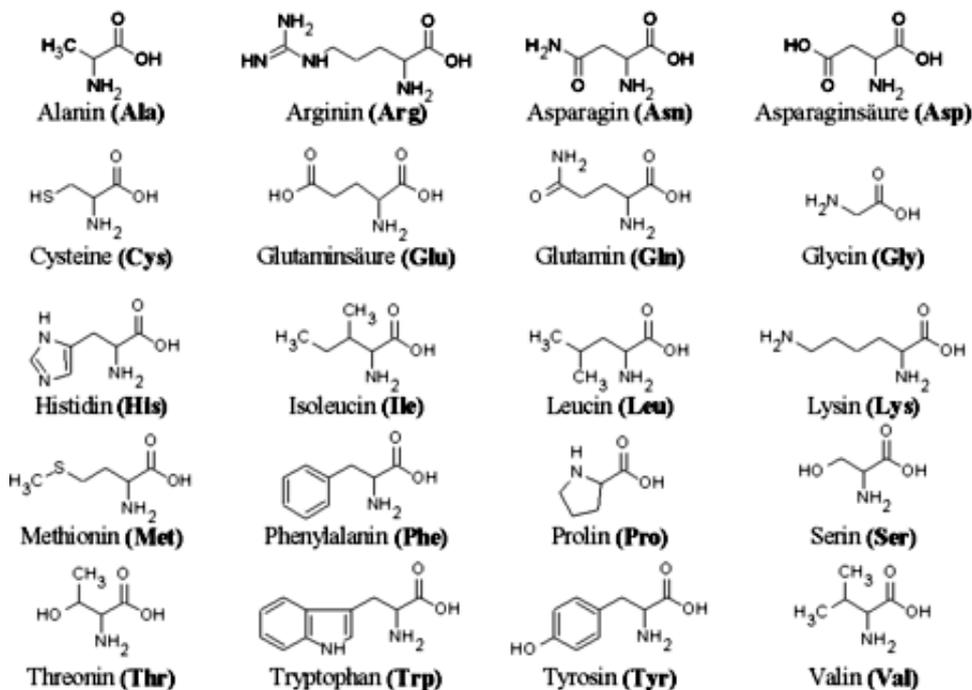
Nicht das Eiweiß ist für den Menschen lebenswichtig sondern seine Bausteine, die Aminosäuren. Im Folgenden soll theoretisch der Aufbau von Eiweißen geklärt werden:

Eiweiße bestehen aus sehr großen Molekülen, die aus Aminosäuren zusammengesetzt sind. Diese Ketten unterscheiden sich lediglich in der Kettenlänge. Als Peptide bezeichnet man relativ kurze Aminosäureketten von bis zu maximal 100 Aminosäuren, längere Ketten als Proteine.

Allgemeine Struktur einer Aminosäure:



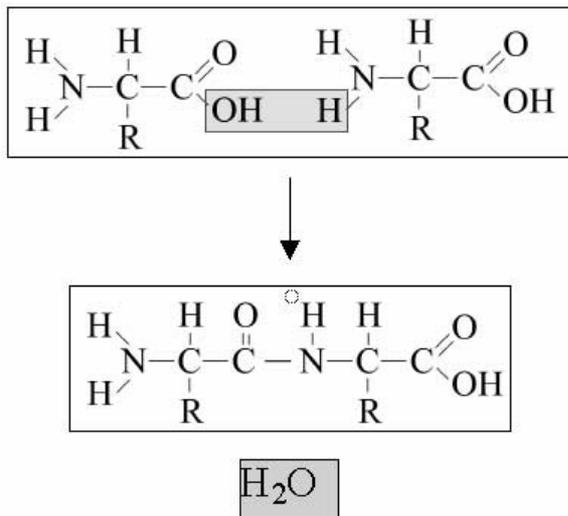
Übersicht über die 20 verschiedenen Aminosäuren im menschlichen Körper:



Die allgemeine Struktur der Aminosäuren, sowie die Bildung der Peptidbindung wird im Unterricht als Tafelbild dargestellt und von allen Schülern in das Heft übertragen.

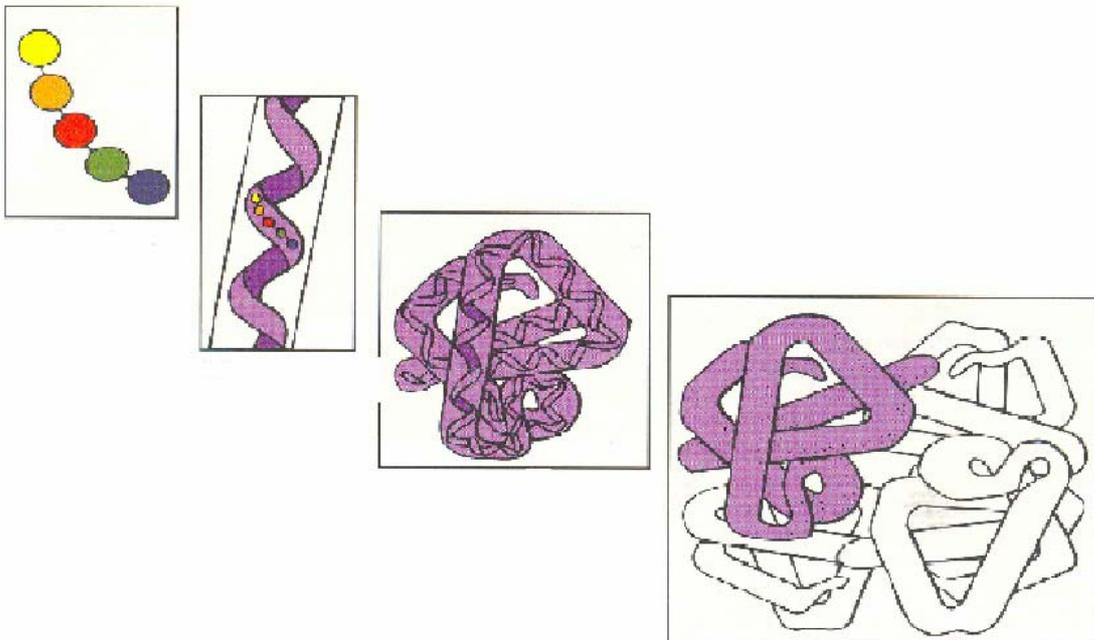
Die Übersicht der 20 verschiedenen Aminosäuren im menschlichen Körper wird als Folie aufgelegt. Hier soll nur eine grobe Übersicht gegeben, die Struktur von Aminosäuren gefestigt und die chemischen Bestandteile aufgeführt werden.

## Tafelbild: Peptidbindung



Die Reaktion zwischen der Säuregruppe eines Aminosäuremoleküls, mit der Aminogruppe der nächsten Aminosäure unter Wasserabspaltung führt zu einer Peptidbindung. Dies soll an der Tafel z.B. mit der obigen Abbildung verständlich gemacht werden.

Im Folgenden sieht man eine **Folie** für den Diaprojektor **zur Erklärung der Raumstruktur von Proteinen**. Die Folie wird auch als Arbeitsblatt ausgeteilt, um die wichtigsten Merkmale über die Strukturen schriftlich festzuhalten.



Primärstruktur: Anordnung der einzelnen AS (Reihenfolge, AS- Sequenz).

Sekundärstruktur: Zusammenfügung einzelner geordneter Kettenabschnitte.

Tertiärstruktur: Zusammenschluss dieser Abschnitte zu globulären Proteinen.

Quartärstruktur: Zusammenlagerung dieser fertig gefalteten Proteine durch Verknüpfung von Disulfidbindungen und Nebenvalenzen.

## **6. Arbeitsbogen zur Überprüfung der Theorie (+Lösungsbogen)**

Zur Überprüfung der Theorie entwickelten wir folgenden Arbeitsbogen (siehe nächste Seite):

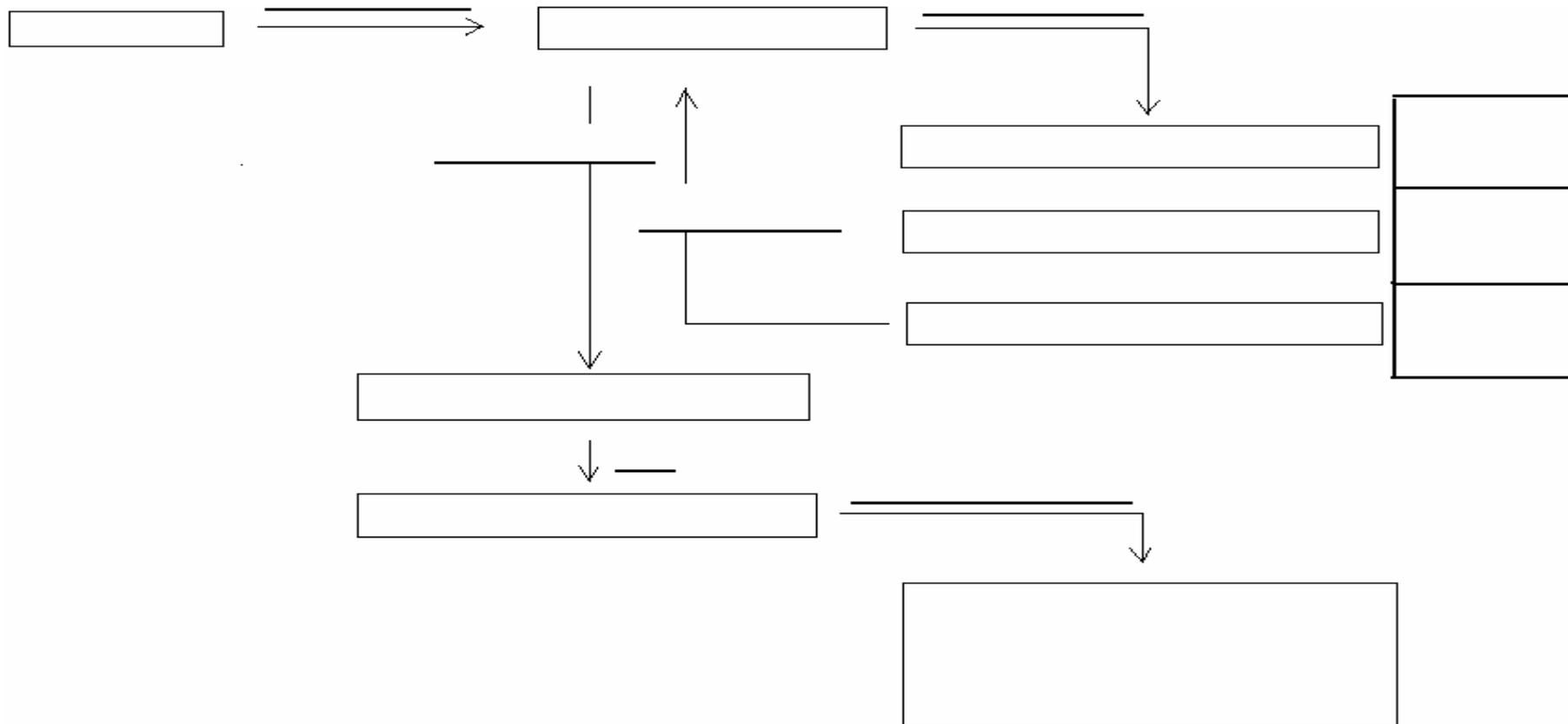
Dieser kann nur korrekt ausgefüllt werden, wenn die Lernziele verstanden wurden.

An der Unterkante des Fließschemas werden die einzelnen Begriffkästchen ausgeschnitten und an der richtigen Stelle des Fließschemas erst aufgelegt und nach Überprüfung in der Klasse aufgeklebt.

Das gelernte Wissen wird wiederholt und jeder Schüler kann den Bogen in sein Heft heften.

Anleitung:

In jedes Kästchen muss eines der unten aufgeführten Begriffe eingefügt werden und auch auf und neben den Pfeilen müssen bestimmte Begriffe eingesetzt werden, um als Ergebnis ein zusammenhängendes Fließschema zu bekommen.



**Peptidbindungen**

**Carboxylgruppe**

**Primärstruktur**

**verknüpft über**

**Protein**

bestehen aus

**Aminogruppe**

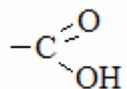
besteht aus

**Molekülrest**

unterscheidet

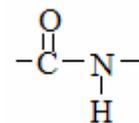
zu

**räumlich angeordnet in:**

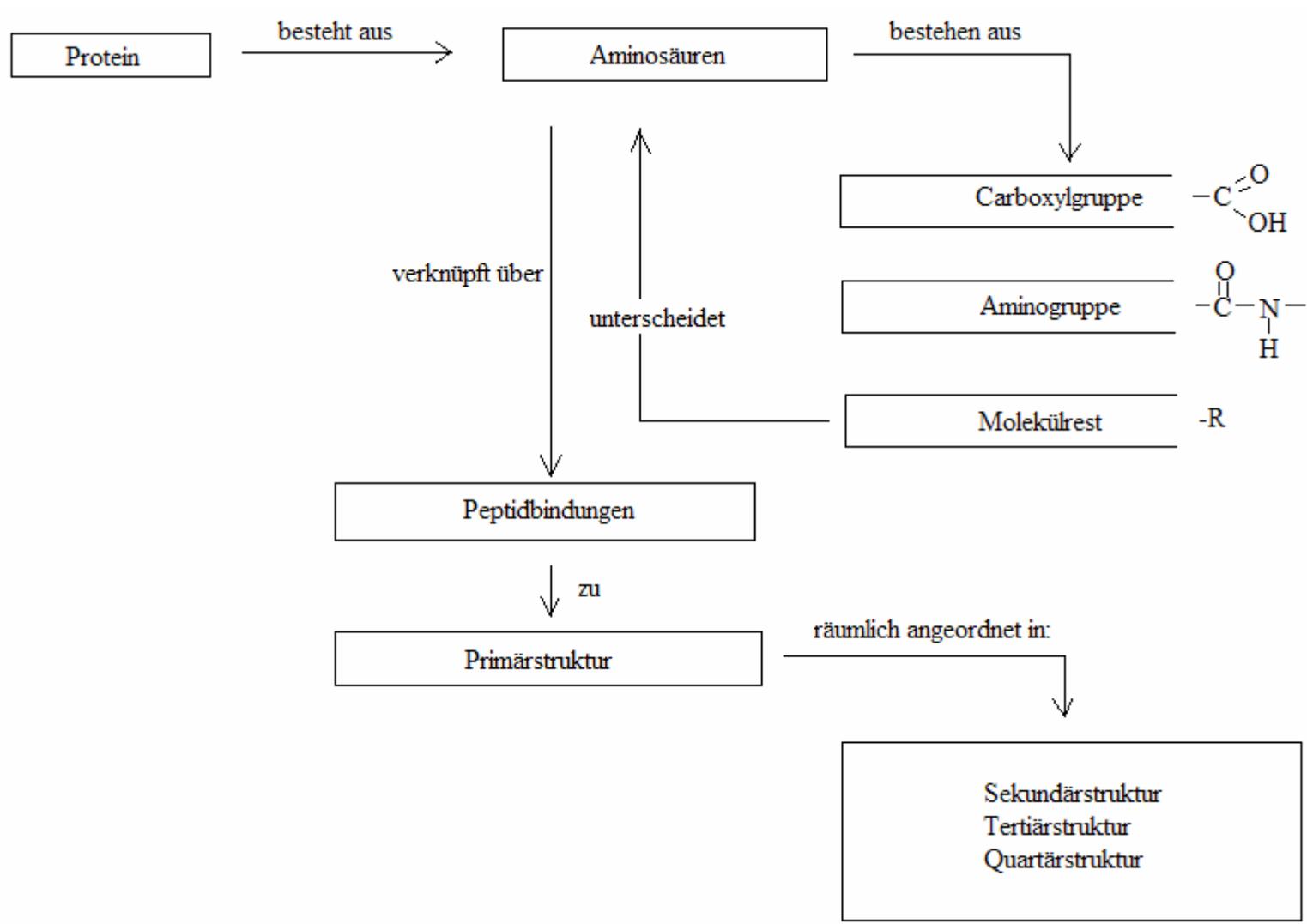


-R

**Sekundärstruktur,  
Tertiärstruktur,  
Quartärstruktur**



**Aminosäuren**



## 7. Denaturierung und Renaturierung

Lernziele:

Die Schüler sollen erkennen und verstehen, dass und warum Eiweiß durch bestimmte Einflüsse gerinnt (Hitze, Säure, Alkohol), diesen Bezug des Gerinnens auch auf andere alltagsbezogene Dinge übertragen können (z.B. Fieber, Dauerwelle, Spiegelei, Eischnee...). Die Erkenntnis, dass es neben irreversiblen auch reversible Denaturierungsprozesse gibt, wird am Ende des folgenden Versuches deutlich.

Die Schüler sollen vor dem Experiment mit den folgenden Alltagssituationen konfrontiert werden:

- Änderung des Eiklars beim Kochen und Braten.
- Körpertemperatur des Menschen und die Folgen bei Fieber.
- Aus flüssigem Eiklar kann fester Eischnee werden.
- Haare sind nach einer Dauerwelle dauerhaft gelockt.
- Haare sind nach der Behandlung mit einem Lockenstab kurzfristig gelockt.

Das Experiment soll klären, welche äußeren Einflüsse eine Denaturierung herbeiführen können.

Das Experiment sollte als Schülerexperiment in Zweiergruppen durchgeführt werden.

## 8. Experiment zur Denaturierung: Durch welche Einflüsse wird Eiweiß denaturiert?

Geräte: 2 Bechergläser (200mL), Glasstab, 6 Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Reagenzglasständer, Bunsenbrenner, 4 Tropfpipetten, Messpipette (5ml)

Chemikalien: Kittel und Schutzbrille!

Eiweißlösung, Salzsäure (5M), Kupfersulfatlösung (w=2%), Ethanol, ges. Ammoniumsulfat-Lösung, dest. Wasser

Durchführung: Trenne zunächst das Eiklar vom Eigelb und versetze es mit 100mL dest. Wasser. Mische gut durch. Gib in jedes Reagenzglas 4mL Eiweißlösung.

RG 1: Erhitze die Eiweißlösung über der Bunsenbrennerflamme.

RG 2: Versetze die Eiweißlösung mit etwas Salzsäure.

RG 3: Versteze die Eiweißlösung mit einigen Tropfen Kupfersulfatlösung (Schwermetalllösung).

RG 4: Versetze die Eiweißlösung mit etwas Ethanol.

RG 5: Versetze die Eiweißlösung mit gesättigter Ammoniumsulfatlösung.

RG 6: Versetze die Eiweißlösung mit nichts. Diese soll nur als Vergleich dienen.

Gib nun zu jedem Reagenzglas destilliertes Wasser.

*Bei welchen Reagenzgläsern ist die Niederschlagsbildung wieder rückgängig zu machen?*

Beobachtung:

RG 1: **Es bildet sich ein Niederschlag, der nicht rückgängig gemacht werden kann**

RG 2: **Es bildet sich ein Niederschlag, der nicht rückgängig gemacht werden kann**

RG 3: **Es bildet sich ein Niederschlag, der nicht rückgängig gemacht werden kann**

RG 4: **Es bildet sich ein Niederschlag, der nicht rückgängig gemacht werden kann**

RG 5: **Es bildet sich ein Niederschlag, der rückgängig gemacht werden kann**

Ergebnis: **Wir haben nachgewiesen, dass Eiweiß durch folgende Einflüsse denaturiert wird: Hitze, pH- Wert- Erniedrigung, Schwermetalle, Alkohol.**

**Nur sehr schwache Einflüsse, wie die Zugabe von Salzen (Ammoniumsulfat) können renaturiert werden.**

## 9. Ergebnis und Erklärungen zum Experiment

In jedem Reagenzglas beobachten die Schüler eine Niederschlagsbildung, die auf die Denaturierung der Proteine zurückzuführen ist. In den Reagenzgläsern 1-4 ist die Denaturierung irreversibel, in Reagenzglas 5 kann sie durch Zugabe von Wasser rückgängig gemacht werden.

### Theorie: Denaturierung und Renaturierung

Die durch äußere Einflüsse hervorgerufene Zerstörung der Raumstruktur, insbesondere der Sekundär- und Tertiärstruktur, erfolgt, ohne dass sich die Reihenfolge der Aminosäuren (Primärstruktur) ändert.

Die Bindungen werden aufgebrochen, die Peptidketten selbst werden nicht angegriffen.

Bindungen in der Sekundärstruktur:

- $\alpha$ - Helix und  $\beta$ -Faltblatt- Strukturen ergeben sich durch Wasserstoffbrückenbindungen.

Bindungen in der Tertiärstruktur:

- Wasserstoffbrücken (H- Brücken)
- Van der Waals-Bindungen (zwischenmolekulare Anziehungskräfte)
- Disulfidbindungen (S-S-Brücken)

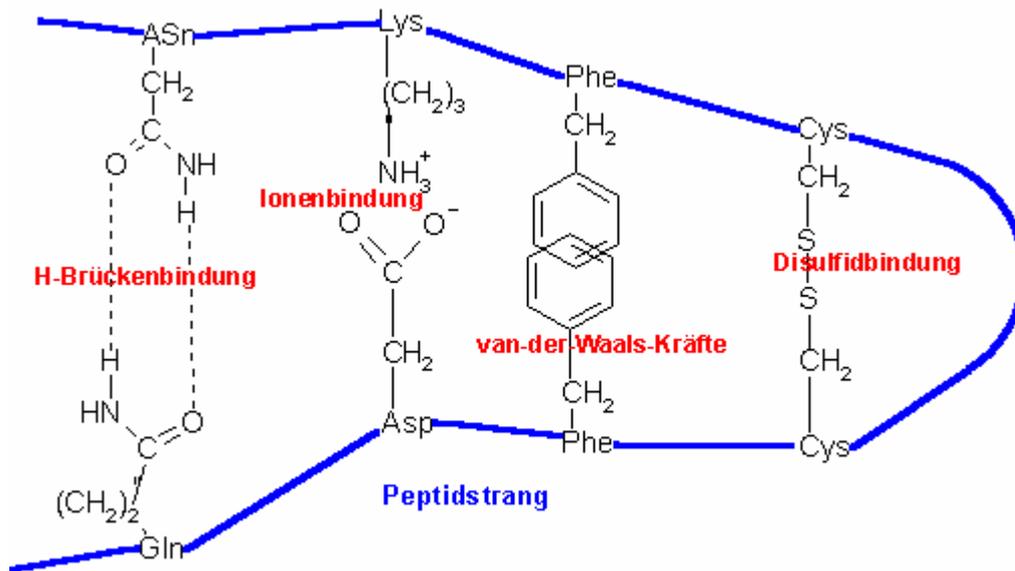
Bindungen in der Quartärstruktur:

- Wasserstoffbrücken und kovalente Bindungen (Elektronenpaarbindungen)

Denaturierungsprozesse sind in der Regel nicht umkehrbar; der ursprüngliche dreidimensionale räumliche Aufbau kann nicht wiederhergestellt werden.

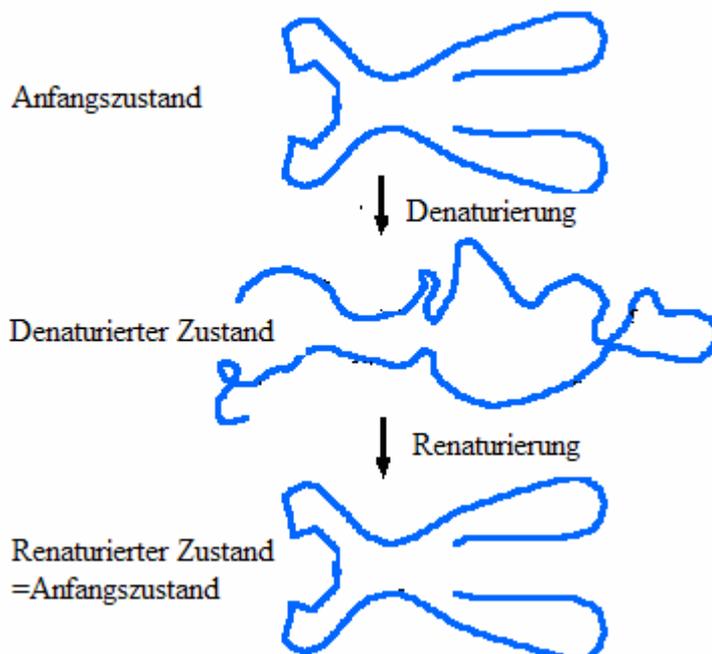
Das Wiederherstellen des ursprünglichen Zustandes des denaturierten Proteins heißt Renaturieren.

## 10. Folie zu den Bindungen zwischen den Aminosäuren in einem Protein



## 11. Folie zum Renaturierungsprozess

Darstellung der Struktur eines Eiweißmoleküls während des De- und anschließend des Renaturierungsprozesses:



## 12. Das Gruppenpuzzle

In Anlehnung an dieses Experiment kann eine alltagsbezogene Schüleraufgabe folgen.

An dieser Stelle kann ein Gruppenpuzzle Einsatz finden:

Es werden 5 verschiedene Texte vom Lehrer zu den folgenden Themen ausgegeben. Jede Sitzreihe erhält den selben Text:

- Der Eischnee.
- Die menschliche Körpertemperatur und hohes Fieber.
- Das Ei in der Pfanne.
- Das Funktionieren eines Lockenstabs bzw. von Lockenwicklern?
- Die Dauerwelle.

Die Schüler teilen sich in vier Expertengruppen ein und jedes Gruppenmitglied erhält ein der Expertengruppe entsprechendes Informationsblatt und einen Laufzettel für die Ergebnissicherung. Die Schüler lesen sich ihren Text durch und diskutieren die unter dem Text vermerkten Fragen. Anschließend tauschen sich die Expertengruppen untereinander so aus, dass Gruppen entstehen, in denen mindestens ein Experte von jedem Themengebiet vertreten ist. Reihum teilen die Experten den anderen Gruppenmitgliedern ihre Erkenntnisse mit, welche sich Notizen auf ihrem Laufzettel machen und Fragen stellen können.

Die Informationsblätter sind im Folgenden aufgeführt.

Danach folgt der Laufzettel mit anschließendem Erwartungshaltungsbogen. Der Laufzettel wird jedem Schüler mit den Informationsblättern ausgehändigt.

## **Eischnee:**

Auch Eiweißschnee, ist eine schaumige Masse, die durch das Schlagen von Eiklar entsteht. Dieses besteht zu ca. 90 % aus Wasser und zu 10 % aus Proteinen, welche dem Eiklar seine hohe Viskosität (Zähflüssigkeit) verleihen und so das Festhalten von eingebrachten Luftblasen ermöglichen. Darin liegt die große Volumenzunahme begründet.

Neben der Volumenzunahme erfolgt durch das kräftige Aufschlagen aber auch eine Modifikation der darin enthaltenen Proteine:

Durch das Schlagen werden die normalerweise globulären Proteine (Tertiärstruktur) entrollt, wodurch reaktionsfreudige Gruppen frei werden, die neue Bindungen eingehen können. Sie gehen sowohl kovalente Bindungen (Elektronenpaarbindungen) innerhalb ihrer eigenen Struktur als auch Bindungen mit Nachbarproteinen ein. Auf diese Weise entstehen feste Bindungen zwischen benachbarten Proteinen, die ein sehr stabiles Netzwerk und damit eine neue Struktur ausbilden. Dieses Netzwerk bleibt stabil und kann nicht wieder rückgängig gemacht werden, jedenfalls nicht in den vorherigen Zustand des Eiklars.

### *Fragen:*

1. Was ist beim Eischnee der Grund der Denaturierung?
2. Ist eine Renaturierung der Proteine des Eischnees möglich?



## Die menschliche Körpertemperatur und hohes Fieber:

Die durchschnittliche Temperatur des menschlichen Körpers beträgt normalerweise, selbst bei äußerlichen Temperaturschwankungen, etwa 36,6 °C. Bei Fieber erhöht sich die Körpertemperatur, wodurch Stoffwechselfvorgänge beschleunigt werden und die Vermehrung von Bakterien und Viren gehemmt wird. Der Höchstwert, den der menschliche Körper erreichen kann, liegt zwischen 42 °C und 43 °C. Eine Temperatur über 42,6 °C ist meist tödlich.

Solange das Fieber bei etwa 41°C nicht allzu lange anhält, sind die dadurch zustande gekommenen Veränderungen an körpereigenen Proteinen reversibel, nach etwa sechs Stunden kann es allerdings Probleme bei der Wiederherstellung der nativen Struktur geben. Die Proteine eines Organismus erreichen ihr Aktivitätsmaximum nämlich meist bei einer Temperatur von 35° bis 40°C.

Zu hohes Fieber kann Enzyme, die aus Proteinen bestehen und lebenswichtige Vorgänge im Körper steuern, zerstören, sodass die Versorgung des Körpers nicht mehr in geeignetem Maße möglich ist.

### Fragen:

1. Was ist bei hohem Fieber der Grund der Denaturierung?
2. Ist eine Renaturierung der Proteine nach dem Fieber möglich? Ab welchem Zeitpunkt ist keine Renaturierung mehr möglich?



## Das Ei in der Pfanne:

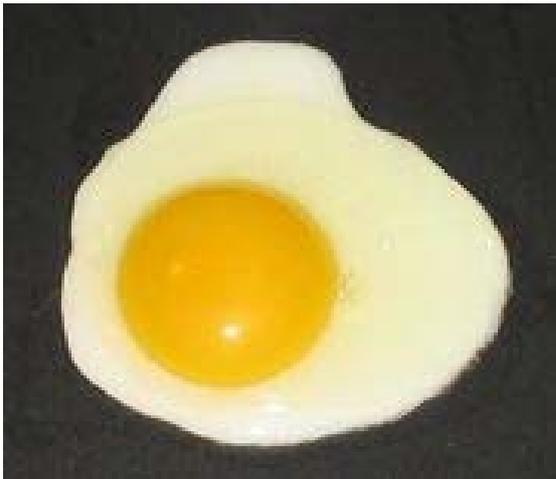
Wenn du ein Ei brätst oder kochst denaturiert auch hier das Eiklar und verändert seine Farbe. Die Struktur der Proteine im Eiklar werden verändert und damit auch deren Eigenschaften (z.B. die Farbe).

Die einzelnen Atome und Ionen werden durch Zuführung von Hitze so sehr ins Schwingen gebracht, dass die zwischenmolekularen Bindungen aufgelöst werden. Je nach Höhe der Temperatur (meist unter 40°C) ist die Hitzedenaturierung noch reversibel, da sich dabei meist nur die Tertiär- oder Sekundärstruktur auflösen, die teilweise wieder rückgängig gemacht werden können. Ab Temperaturen von über 40°C wird der Vorgang irreversibel, da dabei die Primärstruktur (Grundbausteine) zerstört wird.

Beim Kochei oder Spiegelei werden zu hohe Temperaturen benötigt (z.B. Kochei= 100°C). Der ursprüngliche, flüssige Zustand kann dann nicht mehr hergestellt werden.

### Fragen:

1. Was ist der Grund der Denaturierung?
2. Ist eine Renaturierung möglich? Ab welchem Zeitpunkt sind die Proteine komplett zerstört?



## Das Funktionieren eines Lockenstabes bzw. von Lockenwicklern:

Glatte oder gelockte Haare? Das ist alles eine Sache des Schwefels. Der Grund: Schwefelatome stecken in einer bestimmten Aminosäure, die besonders häufig in Keratin vorkommt. Das wiederum kommt zu mehr als 80 Prozent in unseren Haaren vor. Die Schwefelatome binden aneinander und verknüpfen dadurch die Aminosäuren miteinander. Diese Disulfidbrücken stabilisieren schließlich die Form der einzelnen Haare. Bei gelockten Haaren sind die Brücken unregelmäßig angeordnet, bei glatten Haaren hingegen verlaufen die Keratin-Ketten zueinander parallel und sind in gleichmäßigen Abständen miteinander verbunden.

Neben den starken Disulfidbrücken kommen auch schwächere Wasserstoffbrücken- und Ionenbindungen vor, die die Struktur der Haare aufrechterhalten.

Wir verändern die Struktur unseres Haares kurzfristig, für gewöhnlich mit Lockenwicklern oder einem Lockenstab. Die Ionenbindungen und Wasserstoffbrückenbindungen werden durch Wasser und Hitzeeinwirkung gebrochen, die Disulfidbrücken werden dabei nicht angegriffen. Dazu sind Chemikalien nötig → Siehe Dauerwelle!

Das Haar also zu waschen oder nass zu machen, auf Lockenwickler aufzudrehen und trocknen zu lassen (oder einen Lockenstab zu verwenden), erlaubt uns, vormals glatte Haare zu locken. Wenn das Haar trocknet und sich abkühlt, formen sich die Ionenbindungen und Wasserstoffbrückenbindungen neu. Die Locken, die auf diese Weise entstehen halten nur, bis das Haar wieder nass wird. Dann tritt eine Renaturierung ein, da sich die Ionen- und Wasserstoffbrückenbindungen neu ausbilden.

### Fragen:

1. Was ist bei der Verwendung von Lockenwicklern oder eines Lockenstabes der Grund für die Denaturierung?
2. Ist ein Renaturierungsprozess möglich?



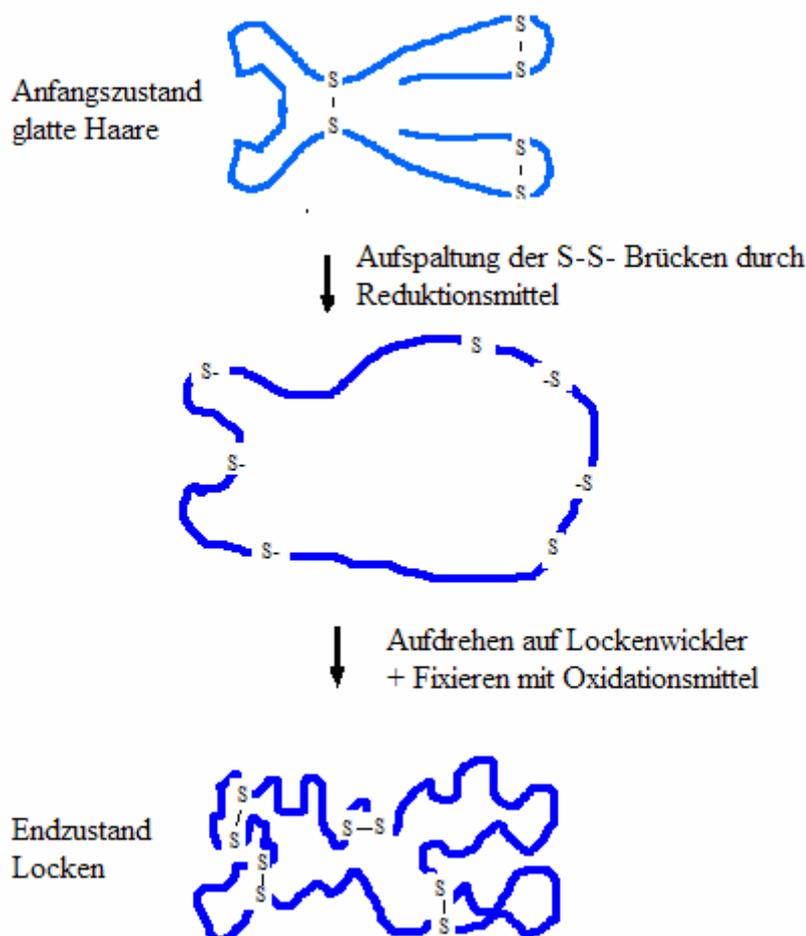
## Dauerwelle:

Glatte oder gelockte Haare? Das ist alles eine Sache des Schwefels. Der Grund: Schwefelatome stecken in einer bestimmten Aminosäure, die besonders häufig in Keratin vorkommt. Das wiederum kommt zu mehr als 80 Prozent in unseren Haaren vor. Die Schwefelatome binden aneinander und verknüpfen dadurch die Aminosäuren miteinander. Diese Disulfidbrücken stabilisieren schließlich die Form der einzelnen Haare. Bei gelockten Haaren sind die Brücken unregelmäßig angeordnet, bei glatten Haaren hingegen verlaufen die Keratin-Ketten zueinander parallel und sind in gleichmäßigen Abständen miteinander verbunden.

Der Vorgang der Dauerwelle verändert die Struktur des Keratins. Dies geschieht, indem die Disulfidbrücken mit einem Reduktionsmittel aufgebrochen werden und anschließend durch Lockenwickler dem Haar wieder Struktur verliehen wird. Die Haare werden dann mit einem Oxidationsmittel, wie zum Beispiel Wasserstoffperoxid behandelt und die Disulfidbrücken können wieder ausgebildet werden. Wäscht man nun alle Chemikalien heraus, so sind die Disulfidbrücken vollends stabil und das Haar dauerhaft gelockt.

### Fragen:

1. Was ist der Grund der Denaturierung?
2. Ist eine Renaturierung möglich?



<b>Thema</b>	<b>Grund der Denaturierung</b>	<b>Ist eine Renaturierung möglich?</b>

Thema	Grund der Denaturierung	Ist eine Renaturierung möglich?
Der Eischnee	Kräftiges Aufschlagen. Zerstörung der Bindungen.	Nein
Die menschliche Körpertemperatur und hohes Fieber	Wärme/ Hitze: Bei zu hohem Fieber werden die Enzyme zerstört. Aufbrechen der Bindungen.	Ja, wenn die Hitzeeinwirkung nicht höher als 41°C beträgt.
Das Ei in der Pfanne	Hitze: Aufbrechen aller Bindungen. Zerstörung der Primärstruktur.	Nein
Funktionieren eines Lockenstabes/ von Lockenwicklern	Hitze, Wasser: Aufbrechen der Wasserstoff- und Ionenbindungen.	Ja. Durch erneutes Nassmachen und trocknen lassen.
Die Dauerwelle	Chemikalien (Reduktionsmittel). Aufbrechen der Disulfidbindungen.	Nein

Am Ende der Unterrichtsreihe steht ein kurzes Lernquiz zur Überprüfung der Lerninhalte. Dieses Quiz kann als Test eingesetzt werden, muss aber nicht.

## 16. Kurzes Lernquiz

1. *Mit welcher chemischen Reaktion lassen sich Eiweiße nachweisen?*

Antwort: Biuretreaktion

2. *Aus welchen Elementen können Eiweißstoffe aufgebaut sein?*

Antwort: Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), Kohlenstoff (C), Stickstoff (N), Schwefel (S), Phosphor (P). Kurz: S C H N O P

3. *Wie werden die kleinsten Bausteine der Proteine (Eiweiß) bezeichnet? Wie viele gibt es?*

Antwort: Die kleinsten Bausteine sind die Aminosäuren. Es gibt 20 davon.

4. *Was bedeutet Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur?*

Antwort:

- Primärstruktur: eine bestimmte Reihenfolge von Aminosäuren
- Sekundärstruktur: die Aminosäuren sind als Faltblatt oder Helix (Schraube) angeordnet.
- Tertiärstruktur: eine bestimmte räumliche Anordnung von Helixen zu globulären Proteinen

5. *Was versteht man unter Denaturierung? Nenne dazu ein passendes Beispiel.*

Antwort: Eiweiß verändert unter dem Einfluss von z.B. Hitze, Säure oder Lauge seine räumliche Anordnung (Tertiärstruktur). Mit dieser Veränderung verliert dieses Eiweiß auch seine biologische Funktion. Beispiel: Ein aufgeschlagenes Ei wird durch Erhitzen fest.

## 17. Fazit

Insgesamt haben die Schüler vier Arbeitsblätter zum Thema Eiweiß in ihren Heftern.

Zusätzlich haben sie die allgemeine Strukturformel einer Aminosäure sowie die Bildung der Peptidbindung von der Tafel übernommen.

Die Bedeutung des Eiweißes in Lebensmitteln sollte begriffen sein.

Sie sollten ein Verständnis zum Aufbau von Eiweißen entwickelt haben und deren Ausbildung einer Raumstruktur verstanden haben.

Sie haben eine Vorstellung von der Bedeutung der Denaturierung von Eiweißen im menschlichen Organismus sowie in anderen Alltagssituationen erlangt und das abschließende Quiz überprüft, ob die Lernziele erreicht wurden.