

Philipps-Universität Marburg

29.01.2008

Organisches Grundpraktikum (LA)

Katrin Hohmann

Assistent: Ralph Wieneke

Leitung: Dr. Ph. Reiß

WS 2007/08

Gruppe 10, Amine, Aminosäuren, Peptide

## Versuch: Denaturierung von Eiweiß

### Zeitbedarf:

Vorbereitung: 2 Minuten

Durchführung: 15 Minuten

Nachbereitung: 1 Minute

### Chemikalien:

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Eiklar	3	-	-	-	-
Essig oder Zitronensaft	-	-	-	-	-
Ethanol	-	11	2-7-16	F	Sek.I

### Geräte:

Magnetrührer

Thermometer

3 Bechergläser

## Versuchsdurchführung:

In drei Bechergläser wird Wasser gegeben. Eines davon wird auf ca. 34 °C erhitzt (Bild links), das Eiklar hinzugegeben und dann weiter erhitzt. In das zweite Becherglas gibt man zu dem Wasser das Eiklar und anschließend etwas Tafelessig oder Zitronensaft (Bild Mitte). Mit dem dritten verfährt man genauso, nur dass statt Säure etwas Ethanol hinzugegeben wird (Bild rechts).



## Beobachtung:

In allen drei Bechergläsern gerinnt das Eiweiß.



## Entsorgung:

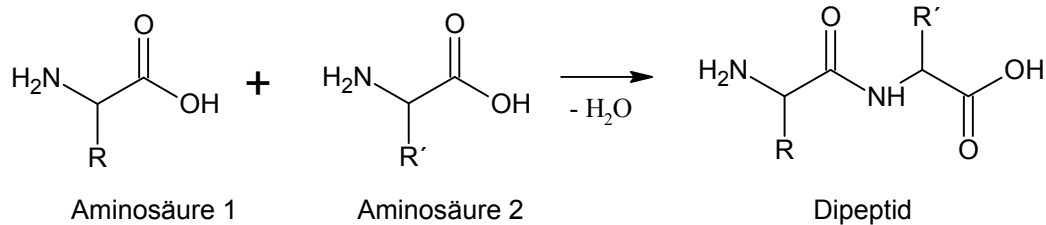
Entsorgung in den Abguss.

## Fachliche Analyse:

Eiweiße (Proteine) bestehen aus einer Aminosäuresequenz. Die einfachste Aminosäure ist Glycin. Aufgrund der funktionellen Gruppen, der Aminogruppe und der Carboxylgruppe können sie amphoter reagieren, also als Säure und als Base. In Glycin wässriger Lösung liegt Glycin bei neutralem pH-Wert als Zwitterion vor, in stark saurer Lösung als Kation, in basischer Lösung als Anion. Der Punkt, an dem

Protonierung und Deprotonierung im Gleichgewicht sind, bezeichnet man als isoelektrischen Punkt, dort ist die Konzentration der zwitterionischen Form am höchsten.

Reagieren zwei oder mehrere Aminosäuren durch eine Kondensationsreaktion miteinander, so entstehen Peptide. Hier schematisch die Entstehung:



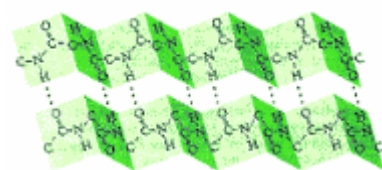
Die Peptidbindung ist eine Amidbindung. Bei Raumtemperatur ist die Peptidbindung relativ starr und planar, da aufgrund des delokalisierten freien Elektronenpaares des Stickstoffs partieller Doppelbindungscharakter zwischen dem Kohlenstoff- und dem Stickstoffatom vorliegt. So ist das H-Atom der NH-Gruppe meist trans zum Carbonylsauerstoff angeordnet. Aus diesem Grund ist die Rotation um die Peptidbindung sehr langsam, jedoch sind die benachbarten Bindungen frei beweglich, weshalb die Peptide verschiedene räumliche Strukturen einnehmen können.

### *Primärstruktur*

Die Primärstruktur ist die unterste Organisationsstufe eines Proteins und bezeichnet lediglich die Aminosäuresequenz, z.B. Ala-Leu-Gly-Met-Lys-Trp-Phe-Arg-Ala-Ala-Ser-.....

### *Sekundärstruktur*

Die Sekundärstruktur bezeichnet ein Faltungsmuster der Primärstruktur, das meist der Form einer  $\alpha$ -Helix oder eines  $\beta$ -Faltblattes folgt. Dabei liegt die Peptidbindung in einer Ebene und die Kohlenstoffatome mit den Resten jeweils auf der Kante eines „Faltblattes“. Die beiden Ketten sind so angeordnet, dass jeweils die Aminogruppe der einen Peptidbindung gegenüber der Carbonylgruppe einer anderen liegt. An dieser Stelle können dann stabilisierende intermolekulare Wasserstoffbrücken ausgebildet werden, die Stränge können parallel oder antiparallel zueinander liegen. Diese Struktur ist nur für Aminosäuren mit kleinen Resten möglich, da die Seitengruppen sehr nah beieinander liegen.



In der  $\alpha$ -Helix liegen intramolekulare Wasserstoffbrückenbindungen vor. Eine Windung beschreibt 3,6 Aminosäuren, die Helix ist rechtsgängig und bildet eine sehr stabile Struktur, die auch Aminosäuren mit großen Resten enthalten kann.



### *Tertiärstruktur*

Knäult sich die Sekundärstruktur weiter auf, so entsteht die Tertiärstruktur, die nicht nur durch Wasserstoffbrückenbindungen, sondern auch durch Disulfidbrücken, London-Kräfte und elektrostatische Wechselwirkungen stabilisiert wird. Diese räumliche Struktur ist maßgeblich für die biologische Funktionsweise der Proteine als Enzyme. Der richtige Faltungsprozess wird durch die sogenannten Chaperone unterstützt.

### *Quartärstruktur*

Manche biologischen Moleküle, wie zum Beispiel das Hämoglobin, bestehen aus mehreren Untereinheiten, die jeweils aus einer definierten Tertiärstruktur bestehen, die Aggregate bilden.

Aufgrund dieser Strukturen, die empfindlich von den intra- und intermolekularen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Aminosäureresten abhängen, können Proteine unwiderruflich denaturiert, das heißt zerstört, werden.

Durch zu hohe Temperaturen (ca.  $> 60\text{ °C}$ ) fällt das Protein aus (Koagulation), da die Bindungen so stark schwingen, dass sie brechen können und die zwischenmolekularen Kräfte überwunden werden. Durch Zugabe von Säure kann das Protein hydrolysiert werden oder es finden Reaktionen an den funktionellen Gruppen statt, so dass die Struktur verändert wird. Je nach Menge der zugegebenen Säure oder auch Lauge ist der Prozess noch reversibel.

Die Proteine koagulieren ebenfalls durch Zugabe von Ethanol, da dieser Wasserstoffbrückenbindungen mit dem Wasser eingeht und sich somit die Hydrathülle der Proteine verringert. Der Dipolcharakter des Ethanols ist nicht so stark wie der des Wassers, so dass nur wenige Wasserstoffbrückenbindungen zum Protein ausgebildet werden, die Proteine ziehen sich durch elektrostatische Wechselwirkungen an und fallen aus.

## **Didaktisch-methodische Analyse:**

### *Einordnung:*

Die Aminosäuren und Proteine sind Thema der 11.2. Die hier besprochenen Hintergründe und vor allem Strukturen sind essentielles Wissen über diese Naturstoffklasse. Der Versuch demonstriert die Denaturierung, ein Phänomen, das jedem Schüler aus dem Alltag bekannt ist. Anhand des Versuches kann entweder ein Rückschluss auf eine mögliche Struktur der Proteine gemacht werden, er wird meist jedoch eher als Anwendung des Wissens durchgeführt werden.

### *Aufwand:*

Der Versuch erfordert keine außergewöhnlichen Chemikalien oder Geräte und ist relativ schnell in der Durchführung.

### *Durchführung:*

Dieser Versuch ist definitiv als Schülerversuch geeignet, da keine gefährlichen Chemikalien verwendet werden und die Effekte gut zu beobachten sind. Ein Versuch, der im Unterricht problemlos durchgeführt werden kann.

## **Literaturangaben:**

Bild Faltblatt: <http://www.svua-krefeld.nrw.de/infoecke/bilder/faltblatt.gif>

Bild Helix: <http://www.chempage.de>

Eigene Schulmaterialien

Vollhardt, K.P.C., Schore, N.E., Organische Chemie, 4. Aufl., Wiley-VCH Weinheim, 2005

Soester Liste

Hessischer Lehrplan Chemie für den gymnasialen Bildungsgang, Klasse 7G bis 12G

