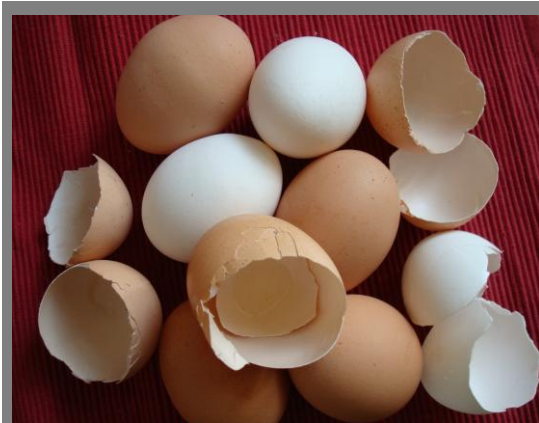


Ausgewählte PROFILES Unterrichtsmaterialien – Anregungen für Schülerinnen und Schüler

Erarbeitet durch die PROFILES AG der Freien Universität Berlin – Deutschland



Chemie (in) der Extra- Klasse: Bausteine des Lebens - eine Einführung in die Biochemie

Ein Modul für den naturwissenschaftlichen Unterricht
– insbesondere für den Unterricht
im Fach Chemie – der Jahrgangsstufen 10 bis 13

Entwickelt von: Sabine Streller, Claus Bolte (2007)
Institution: Abteilung für Didaktik der Chemie, Freie Universität Berlin – Deutschland
Homepage: www.chemie.fu-berlin.de/didaktik - Mail: didaktik@chemie.fu-berlin.de

Zusammenfassung

Alles was wir essen, hat einmal gelebt oder stammt von einem lebendigen Organismus – also von Pflanzen oder Tieren. Und alles was lebt, ist aus den gleichen biochemischen Grundbausteinen aufgebaut; vor allem aus Kohlenhydraten, Fetten, Eiweißen und Nukleinsäuren. Diese Biomoleküle machen also im Wesentlichen unsere Nahrung aus und gehören so in ganz unterschiedlicher Ausführung zu unserem Speiseplan. Im PROFILES-Modul „Bausteine des Lebens – eine Einführung in die Biochemie“ habt ihr die Möglichkeit, mit eben den „Bausteinen des Lebens“ zu experimentieren, und dabei zentralen Fragen wie „Wie gelangt eigentlich Hühnereiweiß in meine Muskeln?“ auf den Grund zu gehen. Ihr werdet die Verdauung von Eiweißen im menschlichen Organismus untersuchen: Dabei werdet ihr u.a. verdünntes Hühnereiweiß in ein Dialysegefäß gegeben und ein Enzym (Protease) hinzu geben, welches das Eiweiß aufspaltet. Die von dem Polymer abgetrennten Aminosäuren sind klein genug, um durch die Poren eines Dialysegefäßes zu gelangen, so dass ihr die Aminosäuren isolieren könnt. Anschließend werdet ihr die gewonnenen Aminosäuren durch UV-Spektroskopie detektieren. Dieser experimentelle Aufbau und die Ergebnisse aus den Versuchen kann man auf die Vorgänge im menschlichen Organismus übertragen, um z.B. Stoffwechselprozesse zu erklären.

Chemie (in) der Extra-Klasse: Bausteine des Lebens - eine Einführung in die Biochemie der Proteine

Arbeitsbogen von:

1. Qualitativer Nachweis von Proteinen in Milch und Kartoffeln

HINWEIS: *Innerhalb einer Zweiergruppe führt eine Person Versuch a) und die zweite Person die Versuche b) und c) durch.*

Materialien:

- 3 x 150 ml Bechergläser (weit)
- Magnetheizrührer
- Rührfisch
- kleiner Glastrichter
- 2 Faltenfilter
- Stativ mit Rundhalterung
- 4 Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- Feinwaage, Trockenschrank (nur für Versuch b)
- kleiner Spatel
- Glasstab
- Pasteurpipette
- Wasserbad (100°C)
- einige Ninhydrin-Kristalle
- 65 % Salpetersäure
- 100 ml Vollmilch
- ca. 0.5 ml 20 % Zitronensäure

1.1 Proteinnachweis in der Milch:

Durchführung:

100 ml Milch werden in ein beschriftetes Becherglas (I) gegeben und so lange unter Rühren mit Zitronensäure versetzt, bis kein weiterer Niederschlag mehr entsteht.

Die Mischung wird über einen Faltenfilter und einen am Stativ befestigten Glastrichter in ein zweites Becherglas (II) filtriert (Rückstand I aufheben!).

Das Filtrat im Becherglas II wird auf dem Heizrührer so lange erhitzt, bis kein weiterer Niederschlag mehr entsteht. Auch dieser Niederschlag (Rückstand II) wird abfiltriert.

Kleine Mengen der Rückstände I und II werden **in je zwei** Reagenzgläser überführt; einmal mit einem Tropfen Salpetersäure und einmal mit einigen Kristallen Ninhydrin versetzt und nach Zugabe von etwas destilliertem Wasser erhitzt (dauert ein bisschen, Wasserbad muss kochen!).



Beobachtungen:

Auswertung:

1.2 Quantitative Proteinbestimmung in der Milch:

Durchführung (Fortsetzung):

Die beiden Faltenfilter werden vor dem Versuch gewogen. Durchführung wie a bis zur Filtration des zweiten Niederschlages.

Beide Niederschläge werden samt Filterpapier im Trockenschrank bei 50°C vollständig getrocknet und anschließend wird die Masse erneut bestimmt.

Beobachtung:

Niederschlag I = ___ g entspricht ___ g Protein/ 100 ml Milch

Niederschlag II = ___ g entspricht ___ g Protein/ 100 ml Milch

Auswertung:



1.3 Woher kommt der weiße Schaum beim Kartoffeln kochen?

zusätzliche Materialien:

- 600 ml Becherglas
- 2 mittelgroße Kartoffeln
- Spatellöffel
- kleiner Spatel
- 2 Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- Glasstab

Durchführung:

Zwei mittelgroße geschälte Kartoffeln werden in einem großen Becherglas so lange gekocht, bis auf dem Kochwasser weißer Schaum schwimmt.

Der Schaum wird abgeschöpft, auf zwei beschriftete Reagenzgläser aufgeteilt und mit Ninhydrin auf Proteine untersucht (siehe a).

Im zweiten Reagenzglas wird Salpetersäure zum Schaum dazugegeben, erhitzt, nach der Farbveränderung etwas gekühlt und mit einigen Tropfen 2 N NaOH versetzt.

Beobachtungen:

Auswertung:

Literaturhinweise:

Vers. 1.1: verändert nach: www.ueg-leer.de/Matnat/Biologie/milch2.htm

Vers. 1.2: verändert nach: <http://cc.upb.de/studienarbeiten/seidel/allgem-chem/versuche/kartoffelst.html>



2. Kalorimetrische Methode zur quantitativen Proteinbestimmung

Aufgabe: Ermittle den Proteingehalt von Bananen und Eiklar!

Materialien:

- Albumin-Lösung (20 mg/ml) (benötigt werden 3,6 ml pro Versuchsreihe)
- Biuret-Reagenz:
1.5 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ und 6 g K-Na-tartrat in 500 ml dest. Wasser lösen, unter Rühren 300 ml 10 %ige (w/v) NaOH-Lösung zufügen und auf 1 l mit dest. Wasser auffüllen (50 ml Reagenzlösung werden pro Versuchsansatz benötigt)
- 1 Banane
- 1 Eiklar
- 24 große Reagenzgläser
- Permanentstift
- Vortex
- elektrische Pumpe mit Vakuumschlauch
- Saugflasche mit Nutsche und Saugring
- verstellbare Abwurfpipetten (100 μl , 200 μl und 1 ml) mit passenden Spitzen
- Rundfilter
- 10 ml Glaspipette mit Peleusball
- Stoppuhr
- Photometer
- 100 ml Becherglas
- Gabel
- Millimeterpapier, Bleistift, Lineal

Durchführung (Teil I): Herstellung der Albumin Eichlösungen

14 Reagenzgläser werden beschriftet (siehe Tabelle) und jeweils zwei wässrige Lösungen mit folgenden Albuminmengen hergestellt (Doppelbestimmung):

Reagenzglas Nr.	0/0a	1/1a	2/2a	3/3a	4/4a	5/5a	6/6a
Albuminkonz./ μl Albumin	0	1	2	3	4	5	6
	0	50	100	150	200	250	300

Alle Reagenzgläser werden mit destilliertem Wasser auf das Gesamtvolumen von 500 μl aufgefüllt und gevortext.

Durchführung (Teil II): Herstellung der Probelösungen

- a) Eiklar: Eiklar 1:10 mit Wasser verdünnen (1 ml Eiklar und 9 ml dest. Wasser), mischen, 100 μl , 250 μl und 500 μl jeweils in einem Reagenzglas auf 500 μl mit destilliertem Wasser auffüllen und vortexen (doppelte Ansätze, d.h. insgesamt 6 Ansätze; Reagenzgläser beschriften!!!)
- b) Banane: ca. $\frac{1}{2}$ Banane wiegen, in einem Becherglas mit einer Gabel zerquetschen und mit 10 ml destilliertem Wasser versetzen; Gemisch homogenisieren und über eine Nutsche unter Vakuum filtrieren; von dem Filtrat



100 µl, 250 µl und 500 µl jeweils in einem Reagenzglas auf 500 µl mit destilliertem Wasser auffüllen und vortexen (doppelte Ansätze, d.h. insgesamt 6 Ansätze; Reagenzgläser beschriften).

Durchführung (Teil III): Konzentrationsbestimmung

In jedes Reagenzglas werden nun 2,5 ml Biuret-Reagenz pipettiert, die Lösung im Vortex-Gerät gemischt und 20-30 min bei Raumtemperatur stehen gelassen. Die Absorption wird bei 540 nm gegen den Leerwert (0 mg Albumin/ml) bestimmt und die Absorptionswerte werden in der Tabelle (umseitig) notiert.

Beobachtung:

Probe	1. Bestimmung	2. Bestimmung
0 mg Albumin		
1 mg Albumin		
2 mg Albumin		
3 mg Albumin		
4 mg Albumin		
5 mg Albumin		
6 mg Albumin		
100 µl Eiklar (1:10)		
250 µl Eiklar (1:10)		
500 µl Eiklar (1:10)		
100 µl Banane (1:)		
250 µl Banane (1:)		
500 µl Banane (1:)		



Auswertung

Die Proteinmengen der Eichlösungen werden gegen die Absorption bei 540 nm aufgetragen (nutze dazu das Programm Excel oder das Millimeterpapier!) und aus dem Graph die Proteinkonzentration im Eiklar und in der Banane abgelesen (Graph auf die Rückseite des Blattes kleben).

- Eiklar enthält _____ mg Protein pro 100 g Eiklar.
- Bananen enthalten _____ mg Protein pro 100 g Banane.



3. Nachweis des Aufbaus der Proteine im Eiklar aus niedermolekularen Bestandteilen mittels enzymatischer Spaltung

Materialien:

- Eiklar aus einem Hühnerei
- 10 ml Protease -Lösung (0,45 mg/ml in Phosphatpuffer)
- 0,1 M Phosphatpuffer pH 7,5
(pro Versuch werden 180 ml benötigt; 6 Teile 0,1 M K_2HPO_4 und 1 Teil 0,1 M KH_2PO_4)
- verstellbare Abwurfpipette mit passenden Einmalspitzen (1ml)
- 2 kleine Bechergläser (10 ml)
- UV-Spektrometer
- Schere
- Einmalhandschuhe
- 3 x 100 ml Bechergläser
- 250 ml Becherglas
- Dialyseschlauch
- Magnetrührer und Magnetfisch

Durchführung:

Die Ansätze I, II und III müssen gleichzeitig angesetzt werden!

Ausreichend Dialyseschlauch wird für 10 min in Wasser (250 ml Becherglas) eingeweicht und an einem Ende zugeknotet.

Durchführung (Teil I):

In den Dialyseschlauch werden 3 ml Eiklar(hochviskos, Pipettenspitze abschneiden) und 1 ml Protease-Lösung gegeben und gut gemischt („kneten“).

Nun wird das zweite Ende des Dialyseschlauchs zugeknotet oder mit einer Klammer geschlossen und der Dialyseschlauch in ein Becherglas mit 60 ml Phosphatpuffer gegeben.

Das Becherglas wird auf den Magnetrührer gestellt und die Lösung stark gerührt.

Nach 0, 15, 30, 45 und 60 min werden jeweils 3 ml der Außenlösung entnommen und bei 280 nm die Extinktion bestimmt.

Durchführung (Teil II):

Wie I jedoch ohne Eiklar, stattdessen 3 ml Pufferlösung in den Dialyseschlauch füllen (Kontrolle 1)

Durchführung (Teil III):

Wie I jedoch ohne Proteaselösung, stattdessen 1 ml Phosphatpuffer in den Dialyseschlauch füllen (Kontrolle 2)

Beobachtung:

Zeitpunkt	Extinktion a)	Extinktion b)	Extinktion c)
0 min			
15 min			
30 min			
45 min			
60 min			

Auswertung:

Die Extinktion wird in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen (Grafik auf die Rückseite kleben).

Erklärung des Versuchsergebnisses:

Literaturhinweise

Grundkurs Tierphysiologie; Teil Biochemie und Stoffwechselphysiologie der FU Berlin im Fach Biologie; 2001.

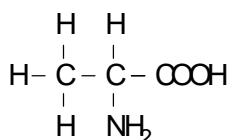
Chemie (in) der Extra-Klasse: Bausteine des Lebens - eine Einführung in die Biochemie der Proteine

Arbeitsbogen von:

Wissenswertes über Proteine

Proteine – auch Eiweiße genannt – sind eine große Gruppe von Biomolekülen, die in lebenden Organismen vielfältige Aufgaben und Funktionen besitzen. Die deutsche Bezeichnung Eiweiße für diese Stoffgruppe stammt vom Hühnereiweiß. Im Laufe der Zeit entdeckte man eiweißartige Verbindungen in vielen Pflanzen und Tieren, z.B. in Muskeln, im Blut (z.B. Hämoglobin, Antikörper), in den Haaren, Hörnern, Nägeln, in Seidenfäden, Knochen, Milch (Albumin und Casein) u.v.m. Bestimmte Proteine erfüllen Aufgaben im Stoffwechsel als Enzym oder Hormon (z.B. Insulin), andere werden von Tieren als Verteidigungsinstrument genutzt (z.B. Schlangengifte).

Alle Proteine sind aus **Aminosäuren** aufgebaut. Eine Aminosäure ist eine Carbonsäure, die zusätzlich eine Aminogruppe trägt. In Lebewesen findet man nur eine kleine Zahl von unterschiedlichen Aminosäuren.



Alle – es gibt 20 Aminosäuren, die genetisch codiert sind – sind so genannte α -Aminosäuren; d.h. dass die Carboxylgruppe und die Aminogruppe in einer bestimmten Position zueinander stehen (s. Abb. 1).

Abb.1: 2-Aminopropansäure (Alanin)

Aminosäuren bilden die Grundbausteine der Proteine. Sie sind zu langen Ketten miteinander verknüpft. Die Bindung, die die Aminosäuren untereinander eingehen, heißt **Peptidbindung**:

Die Abfolge der Aminosäuren in einer Peptidkette bildet die **Primärstruktur** eines Proteins. Eine solche Kette kann sich zu einer Spirale (Helix) aufwinden oder sich falten (Faltblatt). Diese beiden Formen nennt man **Sekundärstruktur**.

Proteine nehmen aber auch eine besondere **Tertiärstruktur** an. Dies ist die Form, in die Abschnitte von Helix und Faltblatt gezwungen werden, weil die Aminosäuren aus verschiedenen Teilen der Primärstruktur miteinander in Wechselwirkung stehen.



Wenn sich benachbarte Peptidketten in einer spezifischen Weise zusammenlagern, können Proteine auch eine **Quartärstruktur** annehmen. Im Hämoglobin sind z.B. vier Polypeptidketten in einer bestimmten Art zueinander angeordnet und stehen miteinander in Wechselwirkung.

Verliert ein Protein seine Struktur, so spricht man von **Denaturierung**. Bei dieser dauerhaften Strukturänderung kann es sich um den Verlust von Quartär-, Tertiär- oder Sekundärstruktur handeln; sogar die Zerstörung der Primärstruktur durch Bruch der Peptidbindungen ist möglich. Selbst mildes Erhitzen kann eine irreversible Denaturierung bewirken. Kochen wir ein Ei, dann denaturieren die Proteine zu einer weißen Masse. Dauerwellen im Haar beruhen auch auf einer teilweisen Denaturierung. Mit milden Reduktionsmitteln löst man die Disulfidbrücken zwischen den Proteinsträngen, aus denen das Haar besteht. Während das Haar gestreckt und in die gewünschte Form gewickelt wird, bildet man mit einem milden Oxidationsmittel neue Disulfidbrücken aus.

Wenn Milch sauer wird, dann flocken Proteine aus. In der Milch sind zwei Gruppen von Proteinen vorhanden, die sich in Struktur und Eigenschaften unterscheiden. Zum einen die Gruppe der Albumine, die gut in Wasser löslich sind. Zum anderen das Casein, ein Phosphoprotein (zusammengesetztes Eiweiß aus einem reinen Protein und der Phosphogruppe als Nichteiweißanteil), das zu 3 % in der Kuhmilch enthalten ist. Durch Säuerung von Milch wird Casein feinflockig ausgefällt. Casein ist ein wichtiges Nahrungsmittel (Käse!). Außerdem wird Casein als Bindemittel in der Farbenherstellung verwendet.

Danksagung:

Diese "PROFILES-Materialien" durften aus dem Tool der so genannten "PARSEL Materialien" übernommen werden. Die ursprünglichen PARSEL-Materialien wurden von Streller, Benedict, & Bolte, (2007) im Rahmen des EC FP6 geförderten PARSEL Projects (SAS6-CT-2006-042922-PARSEL) erarbeitet. Sie wurden von der FUB PROFILES Arbeitsgruppe – als Mitglied des PROFILES Consortiums – adaptiert. Weitere PARSEL-Materialien der FUB-Arbeitsgruppe und detaillierte Informationen über das PARSEL Projekt sind zu erhalten unter: www.parsel.eu.