

## Lehrerinformation zu den Versuchen „Gerinnung von Proteinen“ und „Chemischer Nachweis von Proteinen in Milch und Milchprodukten“

### Proteine allgemein

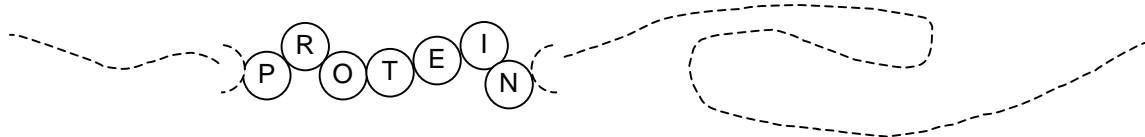
Zu den Gruppen der Nährstoffe gehören neben Fetten und Kohlenhydraten auch Eiweiße (Proteine).

Proteine liefern hauptsächlich Bau- und Ersatzstoffe für den menschlichen Organismus und erfüllen lebenswichtige Aufgaben (Protein ist abgeleitet vom griechischen “proteuo” = ich nehme den ersten Platz ein). Fette und Kohlenhydrate dagegen spielen weitgehend als Energieträger eine wichtige Rolle. Es gibt tierische und pflanzliche Proteine, insgesamt zeichnen sich die Proteine durch eine enorme Vielfalt aus. Die Bildung der Proteine ist ein komplizierter Vorgang und findet in den Zellen mit Hilfe der Erbsubstanz statt.

### Chemischer Aufbau der Proteine:

Was ist ein Protein?

Proteine bestehen aus einzelnen Aminosäuren, die durch eine Bindung (Peptidbindung) zu einer langen Kette verknüpft sind. Es können dabei hundert bis tausend Aminosäuren verknüpft werden. Vereinfacht gesagt sind Aminosäuren organische stickstoffhaltige Säuren. Die Aminosäuren sind wie Buchstaben einer Sprache, zu unterschiedlichen Ketten zusammenbaubar. Da die Proteine aus etwa 20 verschiedenen Aminosäuren aufgebaut sind, folgt daraus eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten. Bei einem Protein, das aus 100 Aminosäuren aufgebaut ist, gibt es folglich  $20^{100}$  verschiedene Bausteinfolgen, das ist eine 130stellige Zahl.



Die Aminosäureketten wickeln sich entweder zu einer Spirale (Helix) zusammen oder sie nehmen eine Struktur ähnlich einem gefalteten Blatt Papier an (Faltblattstruktur). (Detailliertere Erklärungen siehe Anhang)

Durch die enorm vielfältigen Aufbaumöglichkeiten versteht man nun, warum Proteine die verschiedensten Aufgaben erfüllen können. So sind sie zum Aufbau der Zellen nötig, übernehmen Transportfunktionen und steuern als Enzyme den Stoffwechsel.

Durch die Vielfältigkeit erklärt sich auch, dass es ganz unterschiedliche Erscheinungsformen und Eigenschaften gibt. Man unterscheidet Faserproteine, die als Gerüst- und Stützsubstanz dienen wie z.B. Kollagen, das in Bindegewebe vorkommt, oder auch Keratin, aus dem Haare, Nägel und Federn bestehen. Daneben gibt es eher kugelige Proteine z. B. das Eiklarprotein und noch viele weitere Vertreter.

### Richtige Ernährung: Bedeutung der Proteine in einer ausgewogenen Ernährung

Eine ausgewogene Ernährung ist die Voraussetzung für einen gesunden und leistungsfähigen Organismus. Wichtig ist es, die erforderliche Energie mit allen lebensnotwendigen Nährstoffen aufzunehmen. Die Energielieferanten in der Nahrung sind Kohlenhydrate, Fette und Eiweiß. Empfohlen wird, den täglichen Energiebedarf zu 50-55 % mit Kohlenhydraten, 30 % mit Fetten und 10-15 % mit Eiweiß zu decken.

Neben den Energie liefernden Nährstoffen Fette, Kohlenhydrate und Eiweiß sind weiterhin die nicht Energie liefernden Nährstoffe wie Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente, Ballaststoffe sowie Wasser von Bedeutung.

Für den Aufbau und für die ständige Erneuerung von Zellen benötigt unser Körper Aminosäuren aus Eiweißen tierischer und pflanzlicher Herkunft. Nicht alle Aminosäuren kann der Mensch selbst herstellen. Diese essentiellen (lebenswichtigen) Aminosäuren müssen daher über die Nahrung aufgenommen werden. Der Gehalt an essentiellen Aminosäuren bestimmt daher die biologische Wertigkeit, also die Bedeutung eines Proteins. So hat tierisches Protein in der Regel eine höhere biologische Wertigkeit, da es in der Zusammensetzung dem körpereigenen Eiweiß des Menschen ähnlicher ist als manche andere Pflanzenprotein. Aber auch einzelne Pflanzenproteine wie Kartoffeln, Soja oder Roggen haben eine gleiche oder höhere biologische Wertigkeit. Auch durch Kombination verschiedener Lebensmittel kann in Summe eine Steigerung der biologischen Wertigkeit erreicht werden (Kartoffel/Ei, Weizen/Milch, Bohnen/Mais).

Proteinquellen für den Menschen sind u. a.: Getreide, Reis, Kartoffeln, Soja, Hülsenfrüchte (pflanzliche Herkunft) sowie Fleisch, Fisch, Eier, Milch und Milchprodukte (tierische Herkunft). Die Eiweißzufuhr sollte nach Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung für Erwachsene bei 0,8 g/kg Körpergewicht und bei Grundschulern bei 1 g/kg Körpergewicht liegen.

Nur wenn Fette und Kohlenhydrate in zu geringer Menge verfügbar sind, kann der Körper durch Abbau von Körpereiweiß Energie gewinnen. Dies geschieht in den Hungergebieten der Erde und führt bei Kindern und Jugendlichen zu bleibenden Beeinträchtigungen.

Wie können wir Näheres über das Vorkommen und die Eigenschaften der Proteine erfahren und woher wissen wir eigentlich, welche Lebensmittel Proteine enthalten?

## **Erklärung zum Versuch "Gerinnung von Protein"**

Chemische Eigenschaften von Proteinen:

Proteine können gerinnen (denaturieren). Als Denaturieren bezeichnet man die Strukturänderung der Proteine. Die räumliche Anordnung der Proteine, also die Helix bzw. Faltblattstruktur wird zerstört, die Aminosäureketten bleiben jedoch erhalten.

Hitze, Säure und Schwermetallsalze gehören zu den auslösenden Faktoren einer Denaturierung.

Die Proteine gehen also von einem "geordneten" Zustand als Helix bzw. Faltblattstruktur in einen Zustand über, in dem sie eher "ungeordnet" vorliegen, nämlich als Aminosäureketten. Diese Ketten verbinden sich kreuz und quer miteinander, so dass sich größere Haufen (Konglomerate) bilden, die dann nicht mehr löslich sind und als Flocken sichtbar werden (Niederschlag). Diesen Vorgang nennt man auch koagulieren.

Die Tatsache, dass eine Proteinlösung im "geordneten" Zustand klar bzw. ungetrübt ist und nach dem Denaturieren, also im "ungeordneten" Zustand durch die Ausflockung undurchsichtig wird, kann man den Kindern eventuell mit der Vorstellung an ein aufgeräumtes Zimmer bzw. unaufgeräumtes Zimmer verdeutlichen:

Bei einem aufgeräumten Zimmer befinden sich die Spielsachen in den Regalen und Schränken, der Fußboden ist frei und gut zu sehen (klare Sicht = klare Proteinlösung). Bei einem unaufgeräumten Zimmer liegt alles wild durcheinander, der Fußboden ist mit Spielsachen bedeckt und nicht mehr klar zu sehen (die Spielsachen sind "ausgeflockt" und nehmen, wenn sie kreuz und quer durcheinander liegen, als Haufen deutlich mehr Volumen ein als geordnet im Schrank).

Die Gerinnung hat bei Milch eine besondere Bedeutung, sie ist die Grundlage für die Herstellung von Joghurt, Quark und Käse. Je nachdem, welches Produkt gewünscht ist, werden der Milch Lab oder Milchsäurebakterien zugefügt, die zu einer Ansäuerung führen. Das Casein, das das mengenmäßig überwiegende Protein in der Milch ist, flockt aus, kann abgetrennt werden und bildet die Rohmasse für die genannten Milchprodukte. Im Experiment erkennen die Kinder in dieser Masse Quark oder Frischkäse. Zurück bleibt eine vergleichsweise klare Flüssigkeit, die Molke, die noch immer einige Nährstoffe, z.B. Zucker und Calcium, aber auch noch weitere Proteine, die Molkenproteine, enthält. In einem Zusatzversuch können die Molkenproteine nachgewiesen werden, indem man die Molke durch Filtration von der Caseinmasse abtrennt und erhitzt. Die Hitze labilen Molkenproteine denaturieren dabei, die vorher klare Molke wird trübe. Auch der Milchzucker kann in der Molke nachgewiesen werden (s. „Kohlenhydrate in Milch“).

Die Entstehung von Dickmilch ist ebenfalls auf das Sauer werden von Milch zurückzuführen.

### **Erklärung zum Versuch “Nachweis von Protein in Milch und Milchprodukten (Biuret-Reaktion)”**

Proteine reagieren mit verdünnter Kupfersulfatlösung in stark alkalischem Milieu (Erklärung siehe unten), wobei sich die Lösung violett färbt (Formel siehe Anhang). Die Biuret-Reaktion ist charakteristisch für Eiweißstoffe.

Die Reaktion verläuft auch ohne Erwärmung im Wasserbad, jedoch muss dann länger gewartet werden.

Nach Zugabe der Kupfersulfatlösung entstehen hellblaue Flocken, erst nach Zugabe der Natriumcarbonat-Lösung färben sich die Lösungen mit Proteinen violett.

Wichtig für das Gelingen des Nachweises ist das alkalische Milieu, es ist also darauf zu achten, dass genug Natriumcarbonat-Lösung zugegeben wird (etwa im Verhältnis 1 Teil Kupfersulfat zu 5 Teilen Natriumcarbonat-Lösung). Die Lösungen, die Proteine enthalten, färben sich lilablau, die ohne Proteine bleiben türkis-flockig. Die Lösungen, die Milchprodukte enthalten, werden nur milchig-blasslila, da die Farbe von der Milchfarbe überdeckt wird.

Alkalisches Milieu:

Man nennt eine Lösung alkalisch, wenn sie sich seifig, laugig verhält (man denke nur an Waschlauge). Alkalisch ist das Gegenteil von sauer.

