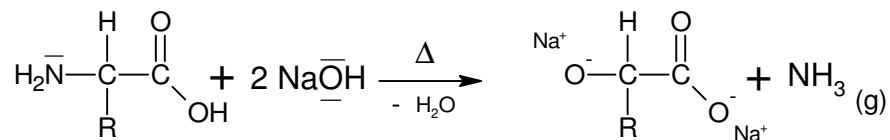


Versuchsprotokoll

Nachweis von Stickstoff in Eiweißen

Gruppe 1, Typ: Eigenversuch

1. Reaktionsgleichung



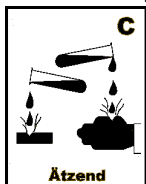
2. Zeitbedarf

	Teil 1	Teil 2
Vorbereitung	2 min	2 min
Durchführung	2 min	3 min
Nachbearbeitung	1 min	1 min

3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Natronlauge 2 mol/L	NaOH	C	35	26, 36/37/39, 45	S 1

Gefahrensymbole



4. Materialien/Geräte

gekochtes Ei, Reagenzglas, Bunsenbrenner, Stativhalter und Stativklemme, pH-Papier

5. Versuchsaufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau

6. Versuchsdurchführung

Ein kleines Stückchen Eiklar wird in ein Reagenzglas gegeben. Anschließend gibt man so viel Natronlauge dazu, bis das Eiklar vollständig davon umgeben ist und erwärmt die Mischung vorsichtig (Achtung Siedeverzug). Nach wenigen Sekunden des Erwärmens wird ein angefeuchtetes pH-Papier über die Öffnung des Reagenzglases gehalten.

Der Versuch wird wiederholt, jedoch wird diesmal Eidotter verwendet.

7. Beobachtung

Das Eiklar löst sich beim Erwärmen in der Natronlauge vollständig auf. Die Lösung färbt sich dabei über gelb nach grün, bleibt dabei jedoch klar. Auf der Lösung bildet sich eine Schaumkrone. Das pH-Papier färbt sich erst grün, schlägt dann jedoch schnell nach blau um (Abb. 2 und 4).

Der Eidotter löst sich nicht vollständig in der Natronlauge. Die Lösung ist gelb und trüb. Hier bildet sich eine sehr kleine Schaumkrone. Das pH-Papier verfärbt sich grün (Abb. 3 und 4)



Abb. 2: Eiklar

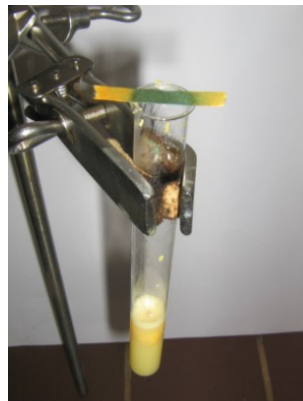


Abb. 3: Eidotter

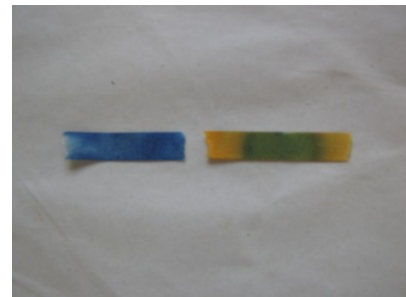


Abb. 4: Indikatorpapier vom Versuch mit dem Eiklar (links) und dem Eidotter (rechts)

8. Entsorgung

Die Lösungen werden neutral in den Ausguss gegeben.

9. Fachliche Analyse

Das Eiklar brauner Eier besteht zu 10,6 %, der Eidotter zu 16,6 % aus Eiweißen (Proteine). Da Proteine den Aufbau eines Organismus unterstützen wird sehr schnell klar, warum im Eidotter ein höherer Anteil von Proteinen vertreten ist, denn vom Eidotter ernährt sich der Embryo. Während die Proteine im Eidotter an Fette gebunden sind, liegen die Proteine im Eiklar in wässriger Lösung vor. In Eiern kommen alle acht für den Menschen essentiellen Aminosäuren vor (Erklärung s. unten). Daraus wird die biologische Bedeutung des Eies ersichtlich. Aus 100 g Eiweiß stellt der Mensch 94 g eigenes Eiweiß her. Gerade dieser Aufbau von körpereigenen Eiweißen macht die Proteine des Eies so wertvoll. ^[4]

Wie schon angedeutet handelt es sich bei Eiweißen um Proteine. Sie wirken als Katalysatoren (Enzyme), speichern und transportieren Stoffe (z.B. Hämoglobin transportiert den Sauerstoff im menschlichen Körper), wirken mit bei der Muskelkontraktion, dienen als mechanische Stütze für Haut und Knochen, helfen als Antikörper dem Immunschutz, erzeugen und übertragen Nervenreize und steuern das Wachstum. Außerdem bestehen die Chromosomen, die Gene und Erbinformationen enthalten, aus Proteinen. Sie sind damit die wichtigsten Aufbaustoffe von Organismen.

Jedes Protein ist aus einer bestimmten Sequenz von Aminosäuren aufgebaut. Aminosäuren sind organische Verbindungen, die mindestens eine Carboxylgruppe (-COOH) und eine Aminogruppe (-NH₂) besitzen. Sind diese beiden Gruppen direkt benachbart, so spricht man von α-Aminosäure. Die Reaktion von α-Aminosäuren zu Proteinen erfolgt unter Wasserabspaltung. Von Proteinen spricht man jedoch erst dann, wenn zahlreiche Aminosäuren miteinander verknüpft sind.

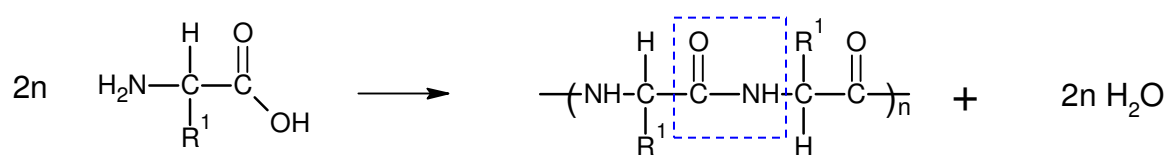


Abb. 5: Reaktion von α-Aminosäure unter Wasserabspaltung und Bildung einer Peptid-Bindung zu einem Polypeptid

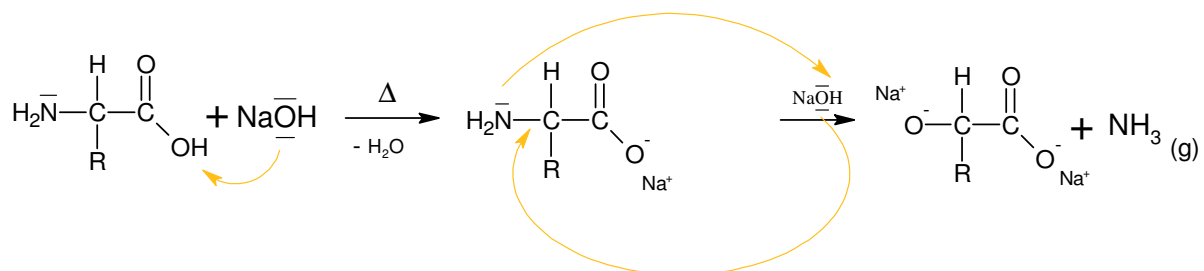
Im blauen Kasten ist die entstehende Peptid-Bindung gezeichnet. Dabei handelt es sich um eine Bindung zwischen der CO-Gruppe der einen und der NH-Gruppe der anderen Aminosäure. Die Aminosäureketten können von bis zu mehreren Tausend Aminosäuren aufgebaut sein. Ab 100 Aminosäuren spricht man von Polypeptiden und diese wiederum werden als Proteine bezeichnet. Bei unter 100 Aminosäuren spricht man von Oligopeptiden, oder von Dipeptiden bei Verknüpfung von zwei Aminosäuren, Tripeptiden bei drei Aminosäuren usw.

Die Aminosäuren haben alle den gleichen Grundbaustein und unterscheiden sich lediglich in ihren Resten. Für den Menschen essentiell sind folgende acht Aminosäuren: Valin, Methionin, Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, Tryptophan, Threonin und Lysin. Sie können im Körper nicht hergestellt bzw.

aufgebaut werden und müssen deshalb über die Nahrung aufgenommen werden. Semi-essentielle Aminosäuren werden in bestimmten Situationen vermehrt gebraucht (z.B. im Wachstum oder bei Verletzungen) und müssen dann auch zusätzlich über die Nahrung aufgenommen werden. Zu diesen gehören Arginin, Cystein, Histidin und Tyrosin. Alle anderen Aminosäuren können im Körper synthetisiert werden. Bei diesen insgesamt 22 Aminosäuren handelt es sich um proteinogene Aminosäuren. Sie haben alle eine C- α -Atom, sowie eine Carboxy-, eine Aminogruppe und eine Seitenkette. Bis auf Glycin sind sie alle chiral, denn hier ist die Seitenkette durch ein Wasserstoffatom ersetzt. Die 21 Aminosäuren haben also enantiomere Formen, die L- und D-Isomere.

Des Weiteren gibt es mehr als 250 nicht-proteinogene Aminosäuren, die in Pflanzen und Pilzen vorkommen. Von vielen dieser Aminosäuren ist die Funktion heute noch nicht bekannt. Die anderen fungieren z.B. als Stickstoff-Speicher oder hemmen die Synthese von Aminosäure bzw. die Proteinbiosynthese und wirken somit antibiotisch.

In diesem Versuch wurde der Stickstoff, der Bestandteil der Proteine ist, nachgewiesen, indem das Eiklar bzw. Eidotter mit Natronlauge gekocht wurde. Unter Wärmezufuhr spaltet sich erst Wasser ab und schließlich das Ammoniakgas.



Die OH-Gruppe aus der Natronlauge greift das H-Atom der OH-Gruppe der Aminosäure an und spaltet sich als Wasser ab. Das Sauerstoffatom der Aminosäure ist damit negativ geladen. Diese Ladung wird durch das frei gewordenen Na^+ -Atom aus der Natronlauge ausgeglichen. Im nächsten Schritt greift das Sauerstoff-Atom aus der Natronlauge direkt am Kohlenstoffatom der Aminosäure an, wodurch sich die NH_2^- -Gruppe abspaltet und mit dem Wasserstoffatom aus der Natronlauge zu Ammoniak wird. Auch hier gleicht das positive Natrium-Atom wieder die negative Ladung des Sauerstoff-Atoms aus.

Das Ammoniakgas kann durch angefeuchtetes pH-Papier nachgewiesen werden. Man kann sich sicher sein, dass auch wirklich der Ammoniak das pH-Papier verfärbt und nicht die Natronlauge, da diese eine Siedetemperatur von fast 1388 °C hat und diese Temperatur mit dem Bunsenbrenner nicht erreicht werden kann und somit die Natronlauge nicht verdampft.

Die Beobachtung, dass die entstehenden Ammoniakdämpfe vom Eidotter weniger basisch sind als die vom Eiklar verwirren zunächst, da doch der Eidotter einen höheren Proteingehalt besitzt. Die Proteine im Eidotter sind wie oben beschrieben jedoch an Fette gebunden und diese zersetzen sich bevor die aufgewandte Energie zur Wasserabspaltung und Bildung von Ammoniak genutzt werden kann. Deutlich wird dieses Phänomen, wenn man beobachtet welcher Teil des Eies sich beim Braten in der Pfanne zuerst verfestigt. Das Eiklar wird schon bei ca. 60 °C fest, da nicht erst die an die Proteine gebundenen Fette zersetzt werden müssen, während der Eidotter mit seinen an die Proteine gebundenen Fetten erst bei 65 °C fest wird.

Die Schaumbildung des Eiklars liegt daran, dass an der Grenzfläche zwischen Gas- und Flüssigphase die Proteine irreversibel denaturiert werden, d.h. ihre natürliche Struktur wird durch Hitze oder starke pH-Werte verändert. Dabei werden z.B. Wasserstoffbrücken gelöst, wodurch die hydrophoben Enden der Proteine an die Oberfläche der Lösung gelangen.

10. Didaktische Analyse

Dieser Versuch kann sowohl im Grundkurs als auch im Leistungskurs in Jahrgangsstufe 12 angesetzt werden. Im ersten Halbjahr könnte er die funktionelle Gruppe der Amine vorstellen, oder aber noch besser im 2. Halbjahr als Einführungsversuch zum Thema Proteine dienen, denn an dieser Stelle lautet das Thema „Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen“. Es kann über Vorkommen, Bedeutung und Eigenschaften der Proteine und anschließend der Aminosäuren gesprochen werden. Es würde sich hier sogar zusammen mit der Biologie fächerübergreifender Unterricht anbieten. Dort würde dann die Bedeutung der Proteine und Aminosäuren für den Menschen behandelt.

Die Schüler sollten vor dem Versuch wissen, dass Ammoniak basisch ist, ansonsten würden sie nicht verstehen können, warum sich das Indikatorpapier blau bzw. grün verfärbt.

Der zeitliche und materielle Aufwand dieses Versuchs ist sehr gering und kann daher auch in einer einzelnen Schulstunde gut durchgeführt werden. Das Ei sollte jedoch im Vorfeld gekocht werden. Die Ergebnisse sind gut sichtbar und es besteht kaum eine Gefahr, dass dieser Versuch nicht funktioniert. Wenn genug Materialien vorhanden sind, können die Schüler diesen Nachweis selber durchführen. Anstelle der Natronlauge kann auch WC-Reiniger verwendet werden, da auch dieser sehr stark alkalisch ist. Mit zwei Alltagsgegenständen (dem Ei und dem WC-Reiniger) ist der Versuch für die Schüler vielleicht noch mal interessanter. Es wirkt sich auf jeden Fall sehr positiv aus, wenn Stickstoff in einem Stoff, den alle kennen und häufig verwenden, nachgewiesen wird und nicht in einer Chemikalie aus dem Chemikalienschrank.

In Zusammenhang mit diesem Versuch könnten auch die artgerechte Haltung von Hühnern und die Frage nach ökologischen Eiern geklärt werden.

11. Literatur

Versuchsquelle:

[1] Mertens, S., Chemie online, <http://www.chemieonline.de/forum/showthread.php?t=61258> (letzter Zugriff: 12.11.08, 18:13 Uhr)

Fachquellen:

[2] foodnews GmbH, Basel, *Die Inhaltsstoffe von Eiern. Was enthält mehr Protein in einem Ei: Eigelb oder Eiweiss? Die küchentechnisch relevanten Bestandteile eines Eis*, http://www.foodnews.ch/faq/10_faq/Eier_Inhaltsstoffe.html (letzter Zugriff: 13.11.08, 18:50 Uhr)

[3] Grunert, P., *4 semiessentielle Aminosäure*, <http://deaa.deab.org/aminos/aminos003.php> (letzter Zugriff: 13.11.08, 18:38 Uhr)

[4] Labahn, M., Dierschke, B., *Chemisch und haushaltswissenschaftliche relevante Aspekte des Eies und deren Umsetzung im Unterricht*, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut der Didaktik der Chemie, 2005 http://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/ausarbeitung_ei.pdf (letzter Zugriff: 13.11.08, 18:36 Uhr)

[5] Landesinstitut für Schule Nordrhein-Westfalen, *Liste zur Einstufung von Gefahrstoffen (Soester-Liste)*, 10. Auflage, Stand: 22.06.2003, Version 2.7

[6] *Lehrplan Chemie für die Jahrgangsstufen G7 bis G12* des hessischen Kultusministeriums, 2005 (http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)

[7] Fachinformationszentrum Chemie, <http://www.chemgapedia.de> (letzter Zugriff: 18.10.08, 15:09 Uhr)

[8] Vollhardt, K. Peter C., Schore, Neil E., *Organische Chemie*, Vierte Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2005

[9] Mortimer, Charles E., *Chemie*, 7., korrigierte Auflage, Thieme, Stuttgart, 2001

[10] Wikimedia Foundation Inc., <http://de.wikipedia.org> (letzter Zugriff: 18.10.08, 15:09 Uhr)