



# SCHOOL-SCOUT.DE

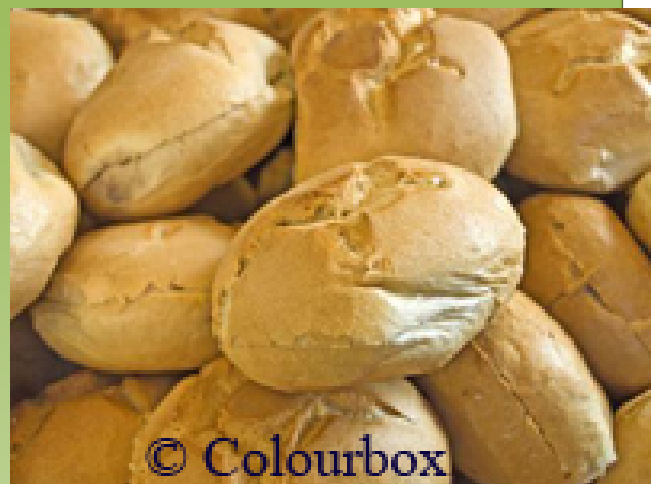
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Haare im Brötchen? - Ein Mystery zur Proteinchemie (Sek. II)*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



# Haare im Brötchen? – Ein Mystery zur Proteinchemie

Martin Loose, Berlin

**Niveau:** Sek. II

**Dauer:** 3 Unterrichtsstunden

## **Bezug zu den KMK-Bildungsstandards**

### Fachwissen:

*F1: Stoff-Teilchen-Beziehung:* Verwenden von Disulfidbrücken zur Interpretation räumlicher Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen im Brötchenteig

*F2: Struktur-Eigenschaftsbeziehung:* Schließen aus der reduzierenden Eigenschaft von Cystein auf die Verwendungsmöglichkeit als Mehlbehandlungsmittel

*F3: Chemische Reaktion:* Beschreiben der räumlichen Auflockerung des Weizenglutens bei der Spaltung der Disulfidbrücken

Erkenntnisgewinnung: Zeigen exemplarisch die Verknüpfung zwischen industriellen Backverfahren und Erkenntnissen der Lebensmittelchemie anhand des Mehlbehandlungsmittels Cystein auf

Kommunikation: Begründen schlüssig die Verwendung von Haaren als Rohstoff zur großindustriellen Cysteingewinnung

Bewertung: Diskutieren und Bewerten von Vor- und Nachteilen von menschlichem und tierischem Haar als Rohstoffquelle gegenüber der Gewinnung von Cystein aus Bakterien

### **Der Beitrag enthält Materialien für:**

✓ Offene Unterrichtsformen

✓ Hausaufgaben

## **Hintergrundinformationen**

Die proteinogene Aminosäure L-Cystein wird in industriellen Backverfahren dem Teig von Brötchen und Keksen zugegeben, um die Teigeigenschaften für eine maschinelle Verarbeitung zu verbessern. Da die Ketten des Weizenproteins über Disulfidbrücken vernetzt sind, kann Cystein durch seine Sulfhydrylgruppe –SH die Tertiär- und Quartärstruktur der Proteine verändern, indem es intermolekulare Disulfidbrücken reduziert. Dadurch wird die Klebekraft des Teiges verringert und Maschinen können effizienter arbeiten. Die Porenbildung wird verstärkt, sodass der Teig besser aufgeht. Zudem wird die rohe Teigware formstabiler, da der Dehnungswiderstand sinkt. Ebenfalls bildet Cystein mit Zuckern Aromastoffe, die nach Fleisch schmecken. Desweiteren wird Cystein in Säuglingsnahrung, Futtermitteln, Arzneimitteln und in Kosmetika eingesetzt. Eine Höchstmengenbeschränkung besteht bei der Verwendung als Mehlbehandlungsmittel nicht.

Die knapp 5.000 pro Jahr erzeugten Tonnen Cystein werden großtechnisch hauptsächlich durch zwei Verfahren gewonnen (Stand 2007). Durch Hydrolyse mit Salzsäure und Extraktion wird aus keratinreichen Geweben, wie Menschen- und Tierhaaren, die Aminosäure extrahiert. Daraus hat sich besonders in China eine Wertschöpfungskette vom Friseurladen bis zur Großbäckerei entwickelt. Die Wacker Chemie AG hat ein biotechnisches Verfahren entwickelt, um mit im Labor gezüchteten Kolibakterien durch Fermentation Cystein darzustellen.

## Hinweise zu Didaktik und Methodik

Die **Methode Mystery** leitet sich vom Gang eines Kriminalromans ab. Hierbei werden Fakten und Einzelinformationen gesammelt und in Beziehung gesetzt, um ein Rätsel zu lösen. Die schleierhafte bis schockierende Überschrift eines Zeitungsartikels „Haare im Brötchen“ fordert die Schülerinnen und Schüler\* in Verbindung mit dem Anreißer dazu auf wie ein Detektiv Fragen zu stellen. Diese beantworten sie selbstständig und kooperativ in **Kleingruppen à drei Mitgliedern** mithilfe der **Informationskärtchen**, indem sie ein individuelles Legekonstrukt mit Pfeilen und Beschriftungen erstellen. Zur Unterstützung der Problemorientierung formulieren die Schüler in der Plenumsphase vor dem Erhalt der Kärtchen Vermutungen zur Lösung des Rätsels, die an der Tafel gesammelt werden.

Im Fokus der kooperativen Lernmethode steht die Förderung des vernetzenden Denkens und der Problemlösekompetenz. Die Lernenden müssen die Informationen nach ihrer Relevanz für die Problemlösung bewerten. Das Legekonstrukt ist letztlich Ausdruck vielschichtiger Denk- und Arbeitsprozesse. Die Schüler bilden Kategorien und suchen nach Oberbegriffen, wichten den Informationsgehalt und sortieren einige Kärtchen aus. Hierbei bringen sie ihr Vorwissen in einem neuen Kontext ein, müssen sich die Wirkungszusammenhänge erschließen und zeichnen entsprechende Verbindungslinien ein. In der eindeutigen Antwort auf den Fall konkretisieren und verbalisieren sie abschließend ihre Erkenntnisse. Dabei werden die Anfangsvermutungen überprüft. Auf diese Weise üben sie das alltägliche Problemlösen auf der Grundlage chemischer und nicht-chemischer Informationen und deren Vernetzung. Desweiteren fördert das Mystery neben der Teamfähigkeit und der Lesekompetenz den Umgang mit gemischten Materialien.

Da die Schüler in der Regel kein bis kaum **Vorwissen** zu Stoffen und Strukturen in einem Brötchenteig mitbringen, wird hier bewusst nicht von Hypothesenbildung gesprochen. Zudem werden die Schüler nur begrenzt Vorwissen zum Aufbau von Haaren aktivieren können, es sei denn, die Lehrkraft thematisiert dies im vorangegangenen Unterricht.

Dieses Mystery bietet sich zur Erarbeitung komplexer Sachverhalte an. Der Einsatz erscheint also am Ende der Reihe Aminosäuren und Proteine als passend. Zielführend ist es, wenn die Schüler die Struktur von Aminosäuren kennen, die Fachbegriffe Aminosäure, Peptid und Protein verwenden können und die Bedeutung der Seitenketten für die Proteinfaltung durch inter- und intramolekulare Kräfte und Bindungen (insbesondere durch Disulfidbrücken) beschreiben können, um Beziehungen zwischen der Weizenproteinstruktur und den Eigenschaften eines Teiges erklären zu können. Um das Mystery lösen zu können, müssen die Lernenden nicht explizit zwischen Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen unterscheiden können. Außerdem ist die Betrachtung der Stereochemie hier nicht von Bedeutung, sodass nicht zwischen L- und D-Cystein unterschieden werden muss, wobei herstellungsbedingt nur L-Cystein verwendet wird.

Einer **Binnendifferenzierung** wird Rechnung getragen, indem Zusatzkarten angeboten werden. Die sechs Karten sind mit einem Stern (★) markiert (**M 3**). Zudem unterstützt das **Glossar (M 4)**, das z. B. an die Tafel geheftet werden kann, das Vorwissen zu differenzieren.

### *Durchführung*

Der Artikel **M 1** auf Folie kopiert bildet die Basis des problemorientierten Einstieges. Im Unterrichtsgespräch entwickeln die Schüler eine Fragestellung oder mehrere individuelle Teilfragestellungen, stellen Vermutungen auf und halten beides schriftlich fest. Wichtig für die Schülermotivation ist es, dass Sie als Lehrkraft die Spannung des Einstieges verbal bündeln und mit in die Erarbeitung hinüberziehen.

*\* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.*

Führen die Lernenden zum ersten Mal ein Mystery durch, erhalten sie die Anleitung zum Mystery (**M 2**). In einer kurzen Plenumsphase wird das methodische Vorgehen abgesichert. Im Anschluss daran werden Gruppen mit drei Mitgliedern gebildet. Pro Gruppe werden nun folgende Materialien ausgegeben:

<p><b>Variante 1:</b> Die Gruppen schneiden selbst die Informationskärtchen aus.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN-A2-Bogen</li> <li>• Filzschreiber</li> <li>• Schere</li> <li>• Klebestift</li> <li>• <b>M 3</b> ohne Zusatzkarten als Kopie</li> </ul>	<p><b>Variante 2:</b> Die Lehrkraft bereitet das Mystery vor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN-A2-Bogen</li> <li>• Filzschreiber</li> <li>• wiederverwendbare Klebepads</li> <li>• <b>M 3</b> als laminierte, ausgeschnittene Karten im Briefumschlag (wiederverwendbar) ohne Zusatzkarten</li> </ul>
--	---

Je nach Leistungsstärke der Lerngruppe ist es ratsam, zunächst nur die erste Seite von **M 3** auszugeben, um die Lernenden nicht mit der Karten- und Informationsflut zu überfordern.

In der Erarbeitungsphase ziehen Sie sich zurück, um dem eigenständigen Arbeiten der Schüler gerecht zu werden. Es ist ratsam, dass Sie mit Hilfestellungen zurückhaltend sind. Sollten Sie Problemen begegnen, so bietet Ihnen die folgende Tabelle einige Hilfestellungen:

<i>Problem</i>	<i>Hilfestellung</i>
Kärtchen werden nicht gruppiert.	Welche Informationen gehören zusammen?
Kärtchen werden nicht strukturiert.	Gezielt nach Querbeziehungen und Vernetzungen fragen
Die Lösung ist zweifelhaft oder basiert nicht auf den Kärtchen.	Fragen zur Logik des Legekonstrukts; Verweis, dass Lösung mit gegebenen Informationen möglich ist

Zur Binnendifferenzierung nach Arbeitstempo sollten Sie am Lehrertisch Kopien der Zusatzkärtchen bzw. Umschläge mit den Zusatzinformationen bereithalten. Es wird empfohlen, das Glossar **M 4** als Hilfestellung zentral auszulegen oder auszuhängen.

Da die Gruppen Interesse daran haben, dass ihre Arbeit wahrgenommen wird bzw. um zu sehen, wie andere an die Falllösung herangegangen sind, erfolgt in der **Sicherungsphase** zunächst ein Galerie-Rundgang, dem eine Präsentationsphase folgt. Die Schüler legen ihre Lösung dar. Mit einer Diskussion im Plenum unter Rückbezug auf die Vermutungen schließt die Stunde. Hier sollten Sie sicherstellen, dass die Lernenden den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaft erklären können.

In der Folgestunde wird das methodische Vorgehen im Unterrichtsgespräch reflektiert. Die Lernenden legen ihre Problemlösestrategien dar, nennen Schwierigkeiten und beschreiben wie sie als Team funktioniert haben, um den Kompetenzzugewinn nachzuweisen. An dieser Stelle besteht die Option, die Inhalte zu vertiefen oder weitere Problematisierungen vorzunehmen:

- Wie werden Aminosäuren großtechnisch hergestellt bzw. isoliert?
- Welche Vor- und Nachteile besitzt das Fermentationsverfahren gegenüber dem Verfahren des Haare kochens?
- Welche Struktur besitzt das menschliche Haar?

Eine schriftliche Antwort in der Form, dass die Schüler den Zeitungsartikel **M 1** fortsetzen, fördert das systemische Denken und rundet das Mystery ab. Diese Aufgabe bietet sich als **Hausaufgabe** an, wofür die Lernenden ein Foto vom Legekonstrukt aufnehmen.

Beispiel für eine Aufgabenstellung: *Setzen Sie den Artikel „Haare im Brötchen“ aus Zeit Online Wissen fort. Die Leser erwarten also einen ausführlichen Beitrag, der den Sachverhalt auch aus chemischer Sicht erörtert. Nutzen Sie dazu das Legekonstrukt.*

## Hinweise zum fachübergreifenden Unterricht

Es besteht ein Bezug zur Biologie. Im Oberstufenunterricht werden in der Regel die essenziellen Aminosäuren und der Aufbau bzw. die Faltung von Proteinen behandelt, was häufig am menschlichen Haar, also am Keratin, verdeutlicht wird. Daher leistet hier der Chemieunterricht einen Beitrag zur Kontextualisierung und Festigung fachübergreifender Inhalte.

## Literatur

**Belitz, Hans-Dieter u. a.:** Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Springer Verlag. München 2008. S. 712–740

Hier wird beschrieben, wie man mit bestimmten Zusatzstoffen einen Teig beeinflusst.

**Pütz, Norbert; Mülhausen, Julia:** Mysterys. 9 rätselhafte Fälle für den Biologieunterricht. Aulis Verlag. Wiesbaden 2013. S. 5–10

Pütz erläutert die Mystery-Methode, deren Nutzen sowie die Durchführung in Bezug auf den Biologieunterricht, wobei die Prinzipien auf den Chemieunterricht übertragbar sind.

**Bröll, Lena; Kunze, Nicole:** Redoxchemie im Kontext der Dauerwelle in RAAbits Chemie, 45., November 2013, RAABE Fachverlag für die Schule, Stuttgart

Diese fachübergreifende Unterrichtseinheit bietet u. a. Arbeits- und Informationsblätter zum biologischen Aufbau des Haares und den chemischen Bindungen im Haar.

## Internet

[www.prosieben.de/tv/galileo/videos/5289-bildgeschichte-haare-im-brot-clip](http://www.prosieben.de/tv/galileo/videos/5289-bildgeschichte-haare-im-brot-clip)

In einem 10-minütigen Galileo-Video von ProSieben wird der Weg der Haare vom chinesischen Friseursalon bis zum L-Cystein, das Lebensmitteln, wie z. B. Brot zugesetzt wird, dargestellt.

[www.wacker.com/cms/media/de/documents/feature-pdf/Cystein.pdf](http://www.wacker.com/cms/media/de/documents/feature-pdf/Cystein.pdf)

Im Beitrag „Haare kochen ade – Biotechnologie kann’s auch: Cystein aus dem Bioreaktor“ von Wacker Chemie wird das patentierte biotechnologische Verfahren in Abgrenzung zur Gewinnung von Cystein aus Menschen- und Tierhaar beschrieben.

[www.wacker.com/cms/media/publications/downloads/6882\\_EN.pdf](http://www.wacker.com/cms/media/publications/downloads/6882_EN.pdf)

In diesem Dokument in englischer Sprache wird näher auf die mit dem Mehlbehandlungsmittel verbundenen chemischen Zusammenhänge beim Teigen eingegangen.

## Materialübersicht

Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt      FoVo = Folienvorlage

M 1	FoVo	<a href="#">Das sagt die Presse</a>
M 2	Ab	<a href="#">Haare im Brötchen – Anleitung zum Mystery</a> <input type="checkbox"/> DIN-A2-Blätter (evtl. auch DIN- A1-Blätter) <input type="checkbox"/> Klebstifte
M 3a		<a href="#">Haare im Brötchen – Informationskärtchen</a>
M 3b		<a href="#">Haare im Brötchen – Zusatzkärtchen</a>
M 4		<a href="#">Haare im Brötchen – Glossar</a>

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie [hier](#).

## Minimalplan

Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann lässt sich die Unterrichtseinheit auf **zwei Stunden** kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

<b>1. Stunde (M 1–M 4)</b>	Steigen Sie mit <b>Folie M 1</b> „Das sagt die Presse“ ein, lassen Sie dann eine Fragestellung formulieren sowie Vermutungen aufstellen und geben Sie direkt die <b>Anleitung zum Mystery M 2</b> aus. Verteilen Sie im Anschluss die <b>Mystery-Kärtchen M 3</b> , sodass die Schüler beginnen können. Heften Sie das <b>Glossar M 4</b> als Hilfe an die Tafel.
<b>2. Stunde (M 1, M 3)</b>	Die Schüler präsentieren im Vortrag ihre Lösung, indem sie die Stundenfrage beantworten. Reflektieren Sie die Arbeitsweise und Problemlösestrategien. Vertiefen Sie z. B. im Unterrichtsgespräch die Veränderung der Teigeigenschaften, indem Sie die Struktur-Eigenschaftsbeziehungen verbalisieren lassen. Legen Sie die <b>Folie M 1</b> mit dem Impuls auf, den Artikel von <i>Zeit Online Wissen</i> fortzuführen.



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Haare im Brötchen? - Ein Mystery zur Proteinchemie (Sek. II)*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

