

Die Chemie des Backens – „Backe, backe Kuchen, der Chemiker hat gerufen“

Ein Beitrag von Dr. Ruggero Noto La Diega & Dennis Dietz



© fcafotodigital/ E+/ Getty Images

Egal ob Brot oder Kuchen aller Art – die Wunder der Küche beruhen auf dem gezielten Anwenden chemischer Reaktionen. Man kann also zu Recht sagen, dass in jedem Bäcker auch ein guter experimenteller Chemiker steckt. Doch nur selten ist diesem die zugrunde liegende Chemie bewusst. Der folgende Beitrag fokussiert auf die chemischen Prozesse beim Backen. Beim Bearbeiten der Materialien können sich die Schülerinnen und Schüler schwerpunktmäßig mit der Proteinchemie in zahlreichen alltagsrelevanten und „köstlichen“ Kontexten auseinandersetzen.

Kompetenzprofil:

Niveau	Vertiefend
Fachlicher Bezug	Proteine, Kohlenhydrate, Redoxreaktionen
Methode	Einzelarbeit, Partnerarbeit, Klausuraufgabe
Basiskonzepte	Struktur-Eigenschaft-Konzept, Konzept der chemischen Reaktion
Erkenntnismethoden	Einen Versuch planen
Kommunikation	Ein Fließdiagramm erstellen, eine Skizze erstellen
Bewertung/Reflexion	Diskussion von Ratschlägen und Anleitungen
Inhalt in Stichworten	Backen, Baiser, Biskuit, Brot, Eischnee, Backpulver, Hefe, Sahne, Gelatine, Agar-Agar, Ascorbinsäure, Proteine, Denaturierung, Wechselwirkungen zwischen Aminosäuren, Polarität, Grenzflächenaktivität, Maillard-Reaktion

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt **ÜA** Übungsaufgaben

Thema	Material	Methode
Brot backen	M 1	AB, ÜA
Der Teig muss hoch – Hefe und Backpulver	M 2	AB, ÜA
Baiser backen	M 3	AB, ÜA
Backen mit Gelatine	M 4	AB, ÜA
Ein Rezept, chemisch betrachtet	M 5	AB, ÜA

Die Chemie des Backens – „Backe, backe Kuchen, der Chemiker hat gerufen“

Methodisch-didaktische Hinweise

Kuchen und Torten versüßen uns das tägliche Leben und Brot ist aus unserer Ernährung nicht wegzudenken. Damit eignet sich das Thema **Chemie des Backens** für eine **materialgestützte Lernaufgabe** im Sinne des Unterrichtsansatzes **Chemie im Kontext**.

Die Lernaufgabe besteht aus vier Materialien (**M 1–M 4**), die unabhängig voneinander verwendet werden können. Beim abschließenden fünften Material (**M 5**) haben die Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit, das **Gelernte** an einem authentischen Beispiel **anzuwenden**, weswegen **M 5** die Bearbeitung der **anderen Materialien voraussetzt**. Mit der Angabe echter und erprobter Rezepte erhoffen wir uns, die Glaubwürdigkeit des gewählten Kontextes hervorzuheben sowie den einen Leser bzw. die andere Leserin zum Ausprobieren anzuregen. **Fachsystematisch** geht es in erster Linie in **unterschiedlichen Kontexten** um **Proteinchemie**: Aufbau, Wechselwirkungen, Denaturierung. Andere **Stoffklassen und Stoffe** wie Kohlenhydrate (**M 4**), Fette (**M 3**) oder Ascorbinsäure (**M 1**) werden ebenfalls berücksichtigt.

In der vorliegenden Lernaufgabe werden Kompetenzen aus allen **vier Kompetenzbereichen** gefördert. Die Anwendung des **Struktur-Eigenschaft-Basiskonzepts** ist hierbei von besonderer Bedeutung, beispielsweise bei der Erklärung der Bläschenbildung im Eischnee (**M 3**). Der Kompetenzbereich der **Kommunikation** wird durch Aufgabestellungen berücksichtigt, die die Lernenden anregen, Textinhalte als Fließdiagramm (**M 3, M 5**) oder als Skizze (**M 1, M 3**) wiederzugeben. Der Wechsel der Darstellungsebene – also der Wechsel von einem Fließtext in eine Abbildung – ist eine typische Kompetenz aus diesem Kompetenzbereich. Der Kompetenzbereich **Erkenntnisgewinnung** wird beispielsweise dadurch gefördert, dass die Schülerinnen und Schüler einen Versuch zur Verifizierung eines Einflussfaktors planen sollen (**M 1**). Auch der Kompetenzbereich der **Bewertung** wird berücksichtigt. So müssen Tipps und Anleitungen bewertet und diskutiert sowie gesundheitliche und ernährungsphysiologische Aspekte reflektiert werden (**M 5**).

M 3 Baiser backen

Das Baiser, auch als Spanischer Wind oder die Meringe bekannt, ist ein Schaumgebäck aus gezuckertem Eischnee. Die Meringe soll um 1600 vom italienischen Zuckerbäcker Gasparini erfunden worden sein. Die damalige englische Königin soll beim Kosten ausgerufen haben: „Oh, das ist wie ein Kuss!“. Dies könnte zur Bezeichnung Baiser geführt haben (Kuss auf Französisch heißt baiser).

Schauen wir zuerst das Rezept eines der Autoren an:

Zutaten:

Eiklar von 4 Eiern

190 g feiner Zucker oder Puderzucker

etwas Zitronensaft

Zubereitung:

Das Eiweiß wird zu Schnee geschlagen, bis der Eischnee steif ist. Ein paar Tropfen Zitronensaft zugeben und unterschlagen, dadurch gewinnt die Masse an Festigkeit. Nun den Zucker unter ständigem Schlagen nach und nach in die Baiser-Masse einrieseln lassen. Weiter schlagen, bis die Masse sehr steif, glatt und glänzend wird. Sofort mit einem Spritzbeutel auf ein mit Backpapier ausgelegtes Backblech setzen. Im Backofen (Ober-/Unterhitze) bei schwacher Hitze bei 100 Grad, je nach Größe 80–120 Minuten trocknen lassen.



© Dr. Ruggero Noto La Diega

M 3.1 Baiser nach dem oben angeführten Rezept

Aufgaben:

1. **Stellen** Sie anhand eines Fließdiagramms die Vorgänge bei der Umwandlung von Eiklar zu Eischnee **dar**.
2. **Fertigen** Sie eine Skizze zur Veranschaulichung der grenzflächenaktiven Wirkung der Proteine im Eischnee an. **Erklären** Sie kurz Ihre Darstellung.
3. **Zeichnen** Sie die Strukturformeln von je zwei polaren und zwei unpolaren Aminosäuren Ihrer Wahl. **Begründen** Sie, ob die Seitenketten der von Ihnen gezeichneten Aminosäuren sich zur Luft oder zur wässrigen Phase hin ausrichten.
4. **Erläutern** Sie den Begriff der Denaturierung und gehen Sie dabei auf die im Kontext des Schlagens von Eischnee für die Denaturierung relevanten Einflüsse ein.
5. **Ordnen** Sie den Seitenketten folgender Aminosäuren zweier sich gegenüberstehenden Proteinfäden passende Wechselwirkungen/Bindungen begründet zu:

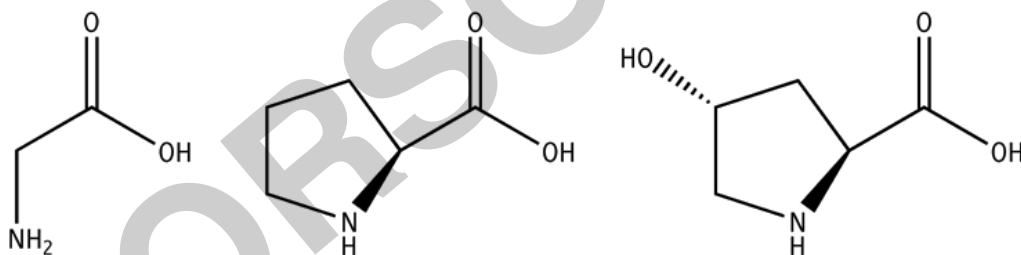
Asparaginsäure-Lysin
Cystein-Cystein
Asparagin-Glutamin
Valin-Isoleucin

- Ordnen** Sie die vier Wechselwirkungen/Bindungen nach abnehmender Stärke.
6. **Erläutern** Sie aus chemischer Sicht, weshalb es sinnvoll ist, etwas Zitronensaft oder eine Prise Salz hinzuzugeben.
 7. **Erklären** Sie, wodurch der Eischnee bei einer Fettverunreinigung (beispielsweise durch Eigelbreste) misslingt.
 8. **Formulieren** Sie einen Erklärungsansatz für das verhältnismäßig lange Backen bei niedriger Temperatur.
 9. Bei vielen Rezepten für Kuchen und Torten muss man den fertigen Eischnee anschließend unter den Teig heben. Dabei liest man in den Rezepten, dass dies langsam und vorsichtig erfolgen muss. **Erklären** Sie, weshalb beim Unterheben von Eischnee Vorsicht so wichtig ist.

M 4: Backen mit Gelatine

Ob für Obsttorten, Beerenkuchen oder fruchtige Füllungen: Gerade im Sommer wird Gelatine häufig zum Backen benötigt. Doch was ist chemisch betrachtet eigentlich **Gelatine**? Gelatine wird den **Geliermitteln** zugeordnet. Dabei handelt es sich um Lebensmittelzusatzstoffe, die im Wasser quellen oder Wasser binden. Sie bilden dabei eine gallertartige Masse und verleihen dem Lebensmittel eine gewisse Konsistenz. Gelatine gehört zur **Stoffklasse** der **Proteine**. Sie wird aus dem Protein Kollagen erzeugt, das vor allem aus der Haut und den Knochen von Schlachttieren gewonnen wird. Die Grundeinheit des Kollagens ist das **Tropokollagen**, das aus drei langen, aus ca. 1000 Aminosäuren aufgebauten Peptidketten besteht, in denen die Tripeptidsequenz Gly-Pro-Hyp vielfach wiederholt ist. Die einzelnen Ketten können aufgrund der Abstoßung der Prolinreste keine α -Helix bilden, sondern bilden eine größere Polyprolinhelix. Drei parallel zueinander ausgerichtete Helices gehen intermolekulare **Wasserstoffbrücken** ein, wodurch eine **Tripelhelix** gebildet wird. In dieser sind die Prolinreste nach außen und die quervernetzenden Wasserstoffbrücken bildenden Glycinreste nach innen gerichtet.

© RAABE 2020



M 4.1 Aminosäuren im Kollagen: Glycin (Gly), Prolin (Pro) und Hydroxyprolin (Hyp)

Bei der Herstellung von Gelatine aus Kollagen werden folgende Schritte durchlaufen:

1. Vorbehandlung: Die tierischen Bestandteile werden zunächst entfettet und entmineralisiert. Bei einem hohen Vernetzungsgrad des Bindegewebes wird dieses in einem mehrwöchigen Verfahren mit Laugen behandelt. Dabei wandelt sich die Kollagenstruktur schonend so um, dass dieses in warmem Wasser löslich ist.
2. Extraktion: Die tierischen Bestandteile werden mit heißem Wasser extrahiert. So kann das wasserlösliche Kollagen herausgelöst werden.
3. Reinigung: Durch Filtration werden feinste Partikel beseitigt. In weiteren Reinigungsschritten werden Fettspuren, feine Fasern und Salze entfernt.
4. Eindickung: In Vakuum-Eindampf-Anlagen wird die Gelatinelösung konzentriert und zu einer honigartigen Masse eingedickt.