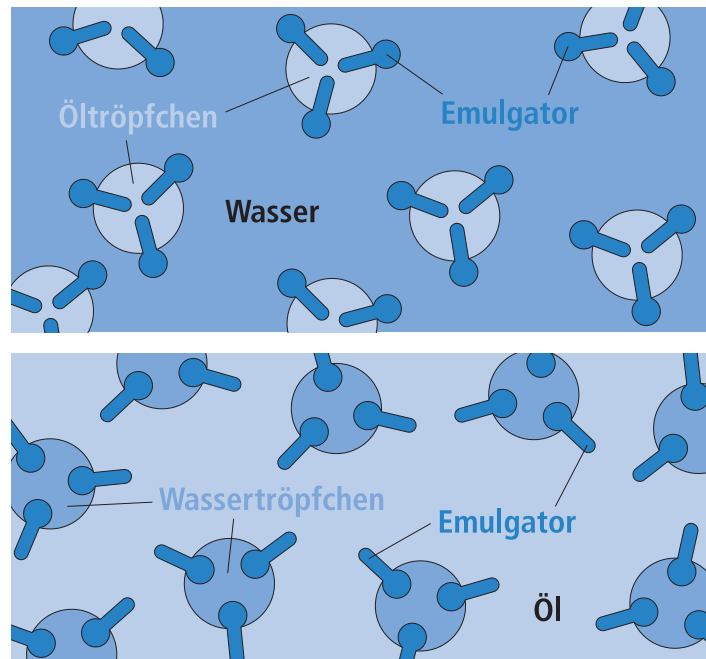


# Kochen und Naturwissenschaft

■ (sp) Kochen ist eine Kunst: die Kunst, aus Lebensmitteln genießbare Speisen zuzubereiten, schmackhaft und optisch ansprechend. Oft sind die beim Kochen auftretenden Veränderungen der Zutaten nicht auf den ersten Blick erklärbar: aus Eiern kann stabiler Schaum geschlagen werden, eine Soße wird dickflüssig, Aromen bilden sich oder Farben verändern sich. Welche **Reaktionen** stecken eigentlich hinter den Veränderungen, die Lebensmittel beim Zubereitungsprozess durchlaufen? Durch welche chemischen und physikalischen Grundlagen werden die Eigenschaften der Lebensmittel beeinflusst? Der folgende Beitrag beleuchtet eine Auswahl an **Phänomenen**, die **beim Kochen** auftreten können und begründet sie **aus naturwissenschaftlicher Sicht**.

■ **Eier** weisen eine Vielzahl von Zubereitungsformen auf. Das gekochte Frühstücksei, der Ei-Schaum aus Eiklar für die Zubereitung von Soufflés oder das geschlagene Eigelb für die Herstellung von Mayonnaise sind nur einige Beispiele. Je nach Verwendungsart zeigen sich unterschiedliche Veränderungen. Werden Eier **gekocht**, kommt es zu einer Koagulation und nachfolgender Denaturierung des Proteins. Dies führt zu einer Änderung seiner natürlichen – nativen – räumlichen Struktur und es entsteht am Ende ein hart gekochtes Frühstücksei.



**Abb.:** Schematische Darstellung einer Emulsion (Öl-in-Wasser/Wasser-in-Öl)

Rohes **Eiklar** lässt sich zu einem lockeren **Ei-Schaum** aufschlagen. Verantwortlich für diesen Effekt sind die im Eiklar enthaltenen Proteine: Durch das Schlagen bilden sich kleine Luftbläschen und die Grenzfläche Eiklarflüssigkeit/Luft wird vergrößert. Dort sammelt sich ein Teil der Proteine, die durch ihre Denaturierung für die Stabilität des aufgeschlagenen Eiklars sorgen. Ei-Schaum wird beispielsweise zur Lockerung von Süßspeisen oder Gebäck verwendet. Buttercremes werden dagegen mit Hilfe von geschlagenem **Eigelb** gelockert. Dieser Schaum ist allerdings nicht so stabil wie der Schaum aus Eiklar.

Von großer Bedeutung ist die **emulgierende Eigenschaft des Eigelbs**, mit deren Hilfe zwei nicht mischbare Flüssigkeiten, beispielsweise Wasser und Öl, stabilisiert werden können. Die Emulsionsbildung wird auf die Phospholipide, wie das Lecithin, auf Lipoproteine und Proteine zurückgeführt. Bei der Bindung des Wassers durch Proteine und die Bildung einer Emulsion durch die Lipoproteine spielt die richtige Temperatur eine große Rolle. Eine mit Eigelb verfeinerte Soße darf nicht zu heiß werden, sonst denaturiert das Protein und flockt aus. Ein klassisches Beispiel für eine Soße mit Eigelb ist die Sauce hollandaise. Die Fähigkeit zur Emulsionsbildung wird aber auch bei der Herstellung von Mayonnaise (eine typische Öl-in-Wasser-Emulsion) ausgenutzt.

■ Beim Kochen von **Gemüse** ändert sich seine Beschaffenheit. Grundlage bildet die Struktur der pflanzlichen Zelle: Ihre Wände sind vorwiegend aus Cellulose, Hemicellulosen, Lignin und Pektin aufgebaut. Speziell das Lignin führt zur Verholzung, zum Beispiel von Karotten oder Kohlrabi. Die Zellzwischenräume im Grundgewebe der Pflanze sind mit Luft gefüllt. Beim Kochen dehnt sich diese Luft durch die Hitze aus und kann am angeschnittenen Gewebe entweichen. Außerdem erweichen die Zellwände und die Zellmembran wird durchlässig. Der Zellsaft kann in die Zellzwischenräume eindringen. Weiterhin werden die Pektinketten abgebaut. So lockert sich das Zellgefüge und das Gemüse wird weich. Ähnliches passiert auch beim Kochen von Obst.

■ Warum schmeckt die Brotkruste intensiver als die Brotkrume? Warum brät man Fleisch an? Warum riechen geröstete Kaffeebohnen so gut? Die Antwort auf all diese Fragen ist die gleiche: es findet die so genannte **Maillard-Reaktion** statt, auch nicht-enzymatische Bräunung genannt. Sie läuft in Lebensmitteln ab, wenn reduzierende Zucker (zum Beispiel Glucose oder Fructose) mit Proteinen, Peptiden, Aminosäuren oder Aminen gemeinsam vorkommen. Diese äußerst komplexe Reaktion läuft bevorzugt bei hohen Temperaturen ab und hat eine Vielzahl von unterschiedlichen Endprodukten. Es entstehen unter anderem **braune Pigmente** (Melanoidine) sowie **Geruchs- und Geschmacksstoffe**. So sorgt die Maillard-Reaktion dafür, dass Speisen beim Garen knusprig-braun und aromatisch werden.

■ Die Struktureigenschaften von **Fleisch** werden im Wesentlichen durch die Muskelfasern bestimmt. Das Protein **Kollagen** spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Es macht bei Säugetieren 20–25 % des Gesamtproteins aus und ist Bestandteil des Bindegewebes. Bevor Fleisch zubereitet werden kann, muss es den Prozess der **Fleischreifung** durchlaufen, bei dem die kräftigen Muskelfasern aufgelöst werden. Dabei entsteht unter anderem denaturiertes Kollagen. Die Reifung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Zartheit des Fleisches und die Aromabildung. Je nach Tierart und Alter dauert sie unterschiedlich lang, beispielsweise beim Kalb etwa sieben Tage und beim Rind 14 Tage bei circa 3 °C. Bestimmend sind neben der Temperatur auch die freigesetzten Enzyme. Zusätzlich kann auch das Marinieren von Fleisch, zum Beispiel in Essig, die Zartheit verstärken.

Das Alter der Tiere hat ebenfalls einen Einfluss auf die Konsistenz von Fleisch: Je älter ein Tier wird, desto stärker stabilisiert sich die Struktur des Kollagens durch **Quervernetzungen**. Dies hat einen negativen Einfluss auf die Zartheit des Fleisches.

Durch das Erhitzen von Kollagen bildet sich die so genannte **Gelatine**. Sie immobilisiert bei niedrigen Temperaturen große Wassermengen in Gelatinegelen. Diesen Vorgang nutzt man beispielsweise beim Kochen eines Fonds aus Suppenfleisch oder -knochen.

■ Das Geheimnis einer **Soße** ist die richtige Konsistenz. Aber was führt eigentlich dazu, dass eine Soße dick wird und bindet? Zum Binden werden oft Mehl und Butter verwendet, zum Beispiel als Mehlschwitze. Die im Mehl vorhandene **Stärke** ist für das Andicken der Soße oder Suppe verantwortlich. Daher kann anstelle von Mehl auch aus Getreideprodukten und Kartoffeln herausgelöste Stärke verwendet werden. Stärke setzt sich aus einzelnen Stärkekörnern zusammen, die – in Wasser verteilt – quellen und beim Erhitzen Kleister und Gele von hoher Viskosität bilden. Durch das Hinzufügen von **Butter** oder Sahne nutzt man die Wirkung verschiedener Proteine, durch die es zu einer kurzfristig stabilen Emulsion kommen kann. Bei der Verwendung von Eigelb wird zudem seine emulgierende Wirkung genutzt.

■ Tatsächlich gibt es noch viel mehr Geheimnisse und Rätsel in der Küche zu entdecken. Jedes Kochrezept ist im Prinzip ein kleines wissenschaftliches Experiment. Es lohnt sich, beim Kochen die Augen aufzuhalten und die Vorgänge auch aus naturwissenschaftlicher Sicht zu betrachten.