

SIMPLY
COOKING

Wissenschaft im Kochtopf
Unterrichtsmaterialien

für die Sekundarstufe I

Rezepte und Aufgaben

(Stand 13.02.2018)

Impressum SimplyCooking

Zürich, Oktober 2017

Dieses PDF wird im Gegensatz zur Website simplycooking.ch nicht aktualisiert

Entwickelt von:

Thomas Flüeler, SimplyScience Stiftung

Dr. Alexandra Rosakis, SimplyScience Stiftung

Herausgegeben von:

SimplyScience Stiftung, Nordstrasse 15, 8006 Zürich, redaktion@simplyscience.ch

Wissenschaftliche Beratung:

Prof. Dr. Erich Windhab, Institut für Lebensmittelwissenschaften, Ernährung und Gesundheit, ETH Zürich

Dr. Martin Michel, Senior Expert Food Material Science, Institute of Materials Science, Nestlé Research Center, Lausanne

Brigitte Burri, Schweizerische Gesellschaft für Ernährung, Bern

Dank an:

Dr. Thomas Beck, ehemaliger Leiter Nestlé Forschungszentrum, Lausanne

Regierungsrat Stefan Kölliker, Bildungsdepartement des Kantons St. Gallen

Illustration und Layout:

Dr. Alexandra Rosakis, SimplyScience Stiftung

Dieses PDF darf im Rahmen des Unterrichts heruntergeladen, kopiert und verteilt werden.

Fotonachweis: s. Abbildungsverzeichnis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Inhalt

| | |
|--|-----------|
| I. SimplyCooking – Wissenschaft im Kochtopf | 4 |
| II. Hygiene | 5 |
| III. Die 5 Sinne – Wie nehmen wir Lebensmittel wahr? | 6 |
| IV. Bausteine der Nahrung | 8 |
| V. Die Verdauung | 10 |
| VI. Die Schweizer Lebensmittelpyramide | 11 |
| VII. Physikalische Chemie | 13 |
| VIII. Lebensmitteltechnologie | 15 |
| 1. Milch | 17 |
| Rezepte mit Milch – Übersicht | 19 |
| 1.1 Mozzarella – Milch zum Anbeissen | 20 |
| 1.2 Milchschaum auf Cappuccino – Milch luftig schlagen | 24 |
| 1.3 Schlagrahm und Butter – Aus flüssig wird fest | 27 |
| 1.4 Joghurt – Bakterien am Werk | 33 |
| 2. Das Hühnerei | 37 |
| Rezepte mit Eiern – Übersicht | 39 |
| 2.1 Spiegelei – Eiklar mit Hitzeschock | 40 |
| 2.2 Pochiertes Ei – Ein Schuss Essig macht´s rund | 43 |
| 2.3 Meringue – Es schneit Eiklar | 45 |
| 3. Getreide und Zuckerpflanzen | 48 |
| Rezepte mit Getreide oder Zucker – Übersicht | 51 |
| 3.1 Spätzli – Netzwerk aus Mehl und Ei | 52 |
| 3.2 Crêpes – Goldbraun schmeckt´s am besten | 56 |
| 3.3 Gebrannte Caramel-Crème – Eine klebrig-komplizierte Geschichte | 61 |
| 4. Emulgatoren | 65 |
| Rezepte mit Emulgatoren – Übersicht | 66 |
| 4.1 Mayonnaise – Wie Emulgatoren ein Öl-Wasser-Gemisch stabilisieren | 67 |
| 4.2 Mayonnaise Variante Doppelemulsion – Wie man Fett durch Wasser ersetzt | 71 |
| 5. Geliermittel | 75 |
| Rezepte mit Geliermitteln – Übersicht | 76 |
| 5.1 Gummibärchen – Zähle Kerlchen | 77 |
| 5.2 Himbeer-Gelée – Glatt und fest dank Algen | 81 |
| 5.3 Rüebliperlen – Saft in Kugelform | 84 |
| 5.4 Vanillepudding – Kochen macht ihn fest | 89 |
| *Glossar | 94 |
| Abbildungsnachweis | 96 |

I. SimplyCooking – Wissenschaft im Kochtopf

SimplyCooking verbindet praktischen Kochunterricht und Ernährungslehre mit Einblicken in die chemisch-physikalischen Vorgänge während des Kochens.

In SimplyCooking dienen einfache Rezepte mit Grundnahrungsmitteln der Beobachtung von chemisch-physikalischen Prozessen. Das Lehrmittel bietet somit einen Zugang zu grundlegenden wissenschaftlichen Fragen über das positive sensorisch-emotionale Erlebnis, das mit der Nahrungszubereitung und -aufnahme einhergeht.

Dieses interdisziplinäre Lehrmittel richtet sich an Jugendliche der Sekundarstufe I und beruht auf Vorgaben des Lehrplans 21, indem es nicht nur Punkte im Bereich der Naturwissenschaften, Mensch und Gesellschaft abdeckt, sondern auch Vorgaben, die die personalen, sozialen und methodischen Kompetenzen betreffen.

1.1 Mozzarella – Milch zum Anbeissen

Utensilien

- Kochtopf mit 4 L Fassungsvermögen
- Thermometer
- Schaumlöffel
- Einmalhandschuhe (Latex oder Vinyl)
- Salatsieb und Schüssel
- langes Spatelmesser
- Messbecher

Zubereitung

Nährwert: ca. 282 kcal pro 100 g Käse

Warum gerinnt Milch?

Hast du gewusst?

Knallzucker wird hergestellt, indem Zucker geschmolzen wird, unter hohem Druck mit Kohlenstoffgas versetzt wird und wieder abkühlt. Dabei werden winzige Kohlenstoffdioxid-Gasbläschen in der sich erhärtenden Zuckermasse eingeschlossen. Wenn man Knallzucker in den Mund nimmt, schmilzt der Zucker durch den Speichel und das eingeschlossene Gas wird mit einem Knall freigesetzt.

Klare Grafiken erklären die chemisch-physikalischen Prozesse

Fotos illustrieren den Kochvorgang

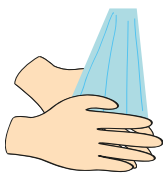
Ein Glossar erläutert Begriffe, die mit einem Sternchen versehen sind.

Tipps und Einleitungen geben weiterführende Informationen

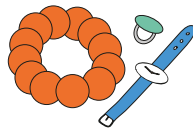
II. Hygiene

Beim Kochen ist es wichtig, auf die Hygiene zu achten, da Lebensmittel neben erwünschten (z. B. Milchsäurebakterien) auch unerwünschte (z. B. Salmonellen) Mikroorganismen enthalten, die zu einem Verderb der Speisen oder einer Lebensmittelinfektion führen können.

Vor dem Kochen



Hände waschen



Schmuck ablegen



Haare zusammenbinden

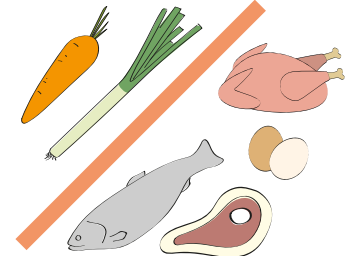
Während des Kochens



Keine Haustiere in der Küche und im Essraum

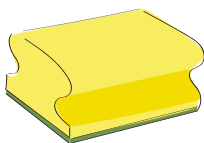


Kochutensilien sauber halten; nur mit einem frischen Löffel probieren

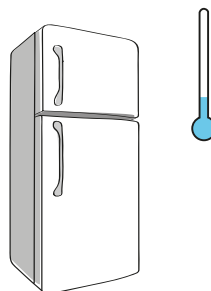
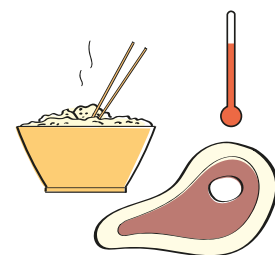


Rohes Fleisch und Fisch getrennt von anderen Zutaten zubereiten

Nach dem Kochen



Schwamm häufig wechseln

Richtig lagern;
Haltbarkeitsdatum beachten

Beim Aufwärmen Reste stark erhitzen

III. Die 5 Sinne – Wie nehmen wir Lebensmittel wahr?

Wenn von Lebensmitteln die Rede ist, wird meistens über den Geschmack gesprochen. Doch auch Optik, Geruch und Textur spielen eine immense Rolle in der Beurteilung eines Lebensmittels, wenn auch häufig unbewusst.

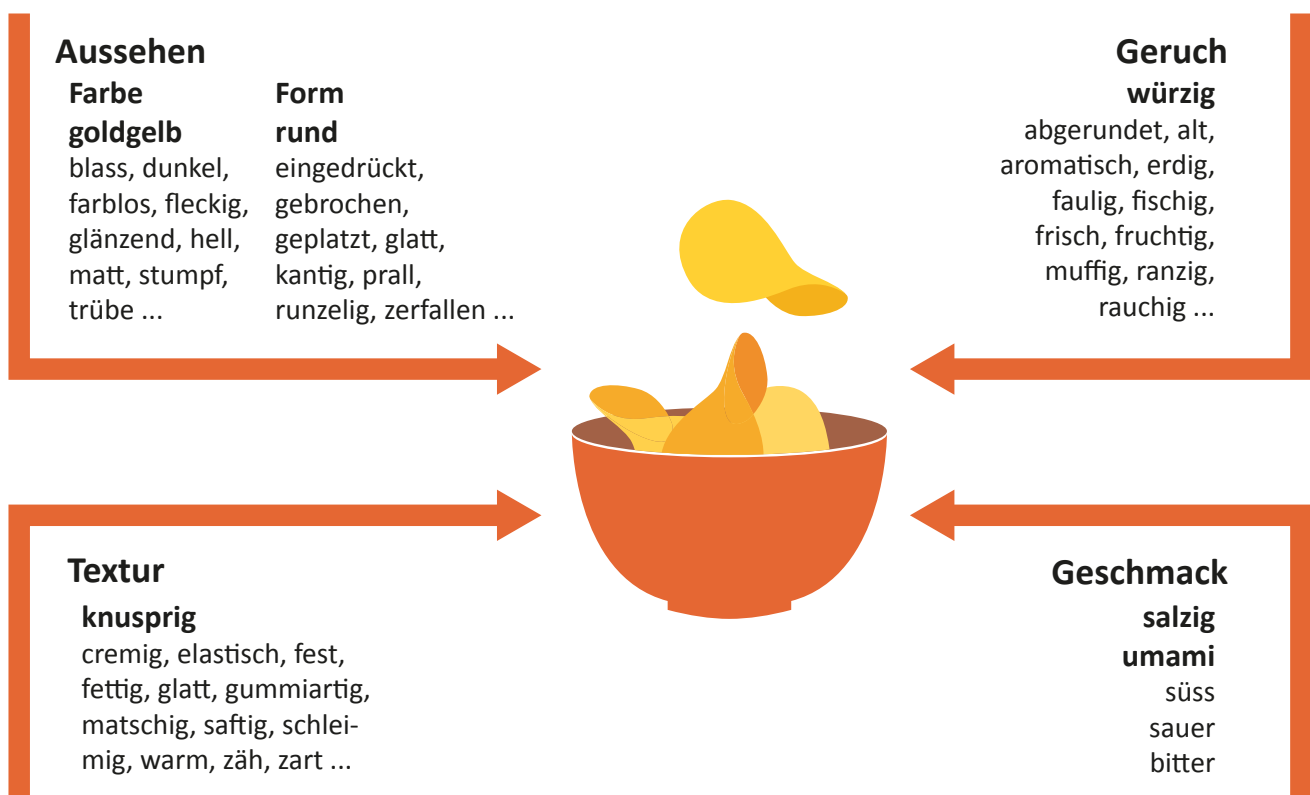


Abb. 1 Die Wahrnehmung von Lebensmitteln

Alle fünf Sinne sind bei der Gesamtwahrnehmung eines Lebensmittels von Bedeutung. Wie ein Lebensmittel aussieht, riecht, schmeckt, aber auch wie es sich im Mund anfühlt und wie es beim Anbeißen klingt, geben wichtige Informationen darüber, ob es genießbar ist. In der Nahrungsmittelindustrie werden diese Eigenschaften von Lebensmitteln sehr differenziert beschrieben, die obige Grafik gibt nur ein paar Beispiele der verwendeten Begriffe wieder.

Aussehen

Das Aussehen gibt bereits erste Anhaltspunkte darüber, ob ein Nahrungsmittel genießbar ist. Auf einen Blick erkennt man z. B., ob eine Banane noch unreif ist und an der Staupe hängen bleiben sollte.

Geschmack (engl. taste)

Fünf Geschmacksempfindungen kennen wir: süß, salzig, sauer, bitter und umami. Warum sprechen wir gerade auf diese Geschmäcke an? Süß schmecken Zucker und Kohlenhydrate. Das sind wichtige Ener-

geliieferanten für unseren Körper. Salz ist essentiell für unser Überleben und war früher nicht so leicht zu bekommen wie heute. Sauer zeigt, dass etwas unreif oder vergoren ist, also nicht unbedingt gegessen werden sollte. Bitter warnt uns vor möglicherweise giftigen Nahrungsmitteln. Umami ist der herzhafteste Geschmack von Fleisch, Käse oder Streuwürze, der von der Aminosäure Glutamat hervorgerufen wird. Scharfes wird von Schmerzrezeptoren wahrgenommen und gilt nicht als Geschmacksqualität. Das Geschmacksgefühl wird ausgelöst, wenn im Speichel gelöste Moleküle an Geschmacksrezeptoren auf der Zunge binden. Die **Rezeptoren*** für die verschiedenen Geschmacksqualitäten sind über die ganze Zunge verteilt und nicht auf bestimmte Areale begrenzt, wie früher behauptet wurde.

Geruch (Aroma)

Wie wichtig der Geruchssinn für den Essgenuss ist, weiss jeder, der schon mal an einer verstopften Nase gelitten hat. Beim Geruchssinn werden flüchtige Duft-

moleküle aus der Speise entweder beim Riechen durch die Nasenlöcher aufgenommen oder gelangen beim Schlucken durch den hinteren Teil der Mundhöhle in die Nasenhöhle. Häufig wird letzteres mit dem Geschmackssinn verwechselt. 350 verschiedene Duftrezeptoren erlauben uns, unendlich viele Duftkombinationen zu riechen (s. Abb. 2).

Die Gesamtwahrnehmung von Geruch (Aroma) und Geschmack (engl. taste) wird in der Lebensmittelindustrie als Flavour bezeichnet.

Textur

Obwohl sie meist nur unbewusst wahrgenommen wird, hat die Textur der Lebensmittel einen enormen Einfluss auf das Esserlebnis und unser Essverhalten. Die Textur wird zwar auch über die Augen wahrgenommen (ein Apfel sieht glatt aus, ein Käsefondue zähflüssig), vor allem aber über den Tastsinn (über die Mundhöhle und die Hände) und das Gehör (Pommes Chips krachen hörbar).

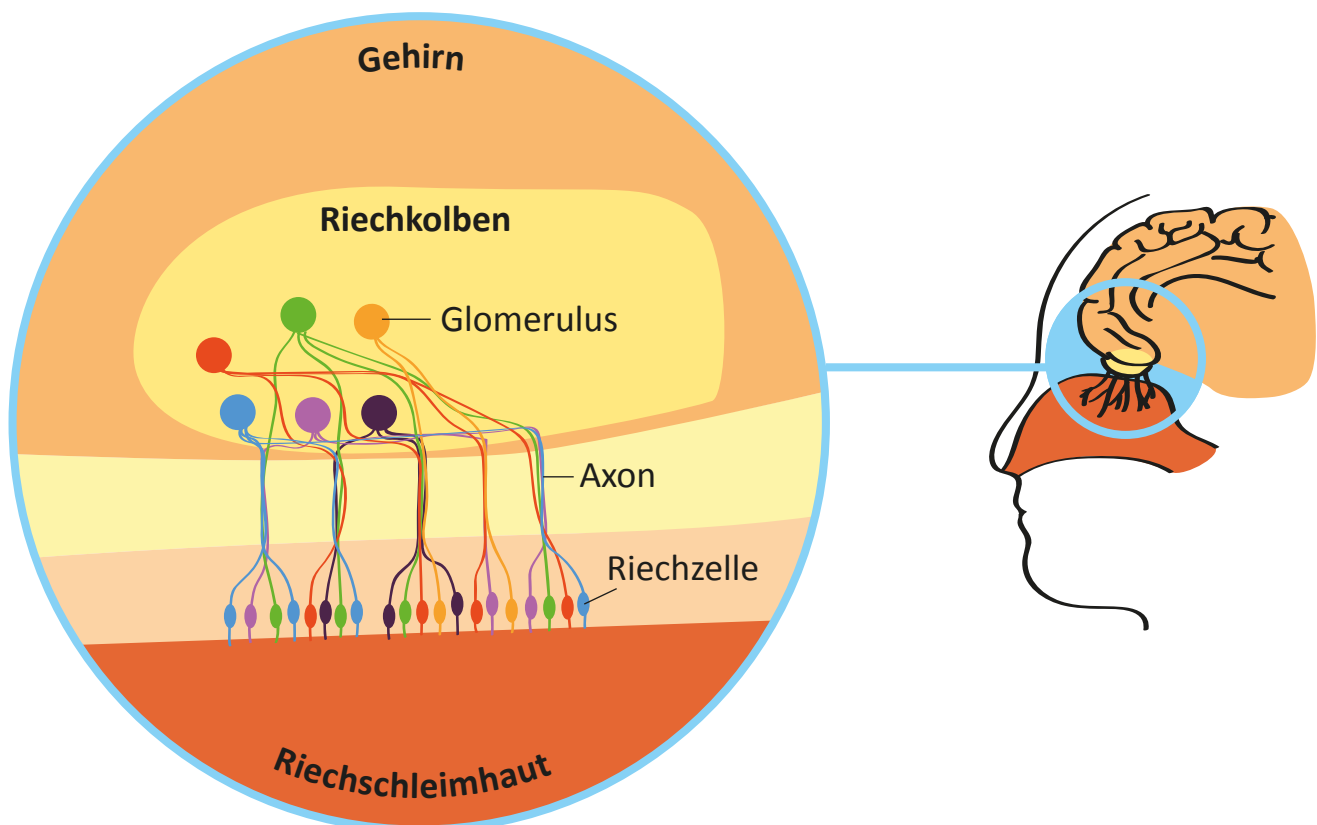


Abb. 2 Modell des Riechsinnns

Beim Einatmen streicht Luft über die Riechschleimhaut. Geruchsmoleküle lösen sich und werden von den Rezeptoren an den Riechzellen aufgenommen. Jeder der 350 verschiedenen Rezeptortypen ist auf gewisse Duftmoleküle spezialisiert. Alle Riechsinneszellen, die den gleichen Rezeptortyp tragen, senden ihre Axone in eine bestimmte Zellansammlung (Glomerulus) des Riechhirns. Düfte bestehen aus einer Mischung von Molekülen. Entsprechend werden, wenn man an etwas riecht, mehrere Riechsinneszellen erregt. Die Kombination der aktivierten Glomeruli ergibt den entsprechenden Sinneseindruck (Duft).

IV. Bausteine der Nahrung

Unser Körper besteht zu 70% aus Wasser. Kohlenhydrate, Eiweisse (Proteine) und Fette sind Makronährstoffe, die den Körper aufbauen und ihm Energie liefern. Daneben braucht der Organismus Mikronährstoffe: Vitamine und Mineralstoffe. Auch Geschmack- und Geruchsstoffe sind wichtiger Bestandteil der Nahrung.*

Wasser

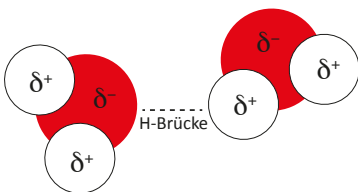


Abb. 3 Wassermoleküle

Wasser ist das Lösungsmittel in der Zelle, in dem alle Stoffe gelöst sind. Das Wassermolekül ist gewinkelt und bildet Wasserstoffbrücken (H-Brücken). Stoffe,

die ebenfalls leicht H-Brücken bilden können, sind daher wasserliebend und lösen sich leicht in Wasser. Wasser gilt als Lebensmittel und unterliegt strengsten Vorschriften bezüglich Reinheit und Qualität.

Kohlenhydrate

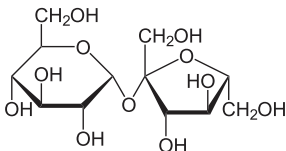


Abb. 4 Saccharose

Zu den Kohlenhydraten zählen Einfachzucker, Zweifachzucker, Oligosaccharide und Polysaccharide. Haushaltszucker (Saccharose) ist ein Zweifachzucker. Er besteht aus je einem Molekül Glu-

kose und einem Molekül Fruktose. Fruktose kommt als Einfachzucker in Früchten vor. Stärke ist ein Polysaccharid, das aus Glukosemolekülen besteht.

Kohlenhydrate sind der wichtigste Energielieferant für unsere Zellen. Sie werden bei der Zellatmung gespalten, und die dabei gewonnene und in ATP gespeicherte Energie versorgt Muskeln, Gehirn und weitere Organe. Ein Überschuss an Zucker wird im Körper in Fett umgewandelt und gespeichert; Fruktose wird schneller zu Fett umgewandelt als Glukose. Die empfohlene Zufuhr von zwei Portionen Früchte pro Tag stellt kein Problem dar, fruktosehaltige Süssgetränke aber schon.

Eiweisse (Proteine)

Eiweisse – auch als Proteine bezeichnet – sind Makromoleküle, die aus einer oder mehreren Aminosäureketten bestehen.

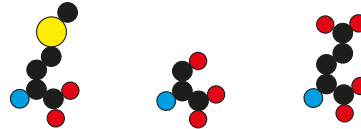


Abb. 5 Die Aminosäuren Methionin, Serin, Glutamat

Proteine haben vielfältige Funktionen in der Zelle:

- **Strukturproteine** verleihen Halt und Struktur, so bestehen z. B. unsere Nägel aus Keratin.
- **Antikörper** im Blut bekämpfen Eindringlinge, z. B. Bakterien und Viren.
- **Enzyme** ermöglichen biochemische Reaktionen, das Enzym Laktase spaltet z. B. den Milchzucker.
- **Proteohormone** wirken bei der Regulation von Prozessen mit; so reguliert Insulin die Aufnahme von Glukose durch die Körperzellen.
- **Transportproteine** befördern Moleküle. Hämoglobin z. B. ist der Träger für den Sauerstoff im Blut.

Fette

Fette sind mehr als doppelt so energiereich wie Kohlenhydrate oder Proteine und sind daher bei unserem modernen Lebensstil nicht im Übermass zu konsumieren. Fette sind aber lebensnotwendig, da sie Fettsäuren und fettlösliche Vitamine (z. B. Vitamin E) liefern. Überschüssige Energie wird in unserem Körper vor allem in Form von Fett gespeichert. Fette sind auch ein sogenannter Geschmacksträger, deshalb schmecken fetthaltige Nahrungsmittel besonders intensiv.

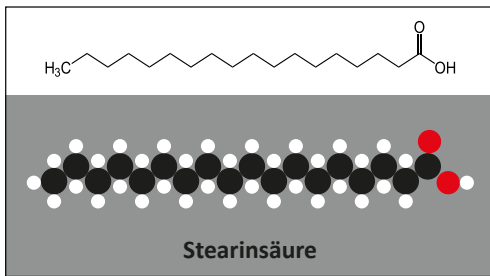


Abb. 6 Gesättigte Fettsäure: Zwischen den C-Atomen gibt es nur Einfachbindungen.

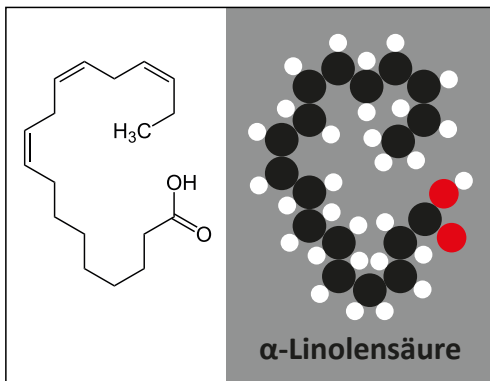


Abb. 7 Ungesättigte Fettsäure: Mindestens eine Bindung zwischen den C-Atomen ist eine Doppelbindung.

Mikronährstoffe

Vitamine, Mengenelemente (z. B. Calcium, Magnesium) und Spurenelemente (z. B. Eisen, Zink) liefern im Gegensatz zu den Makronährstoffen keine Energie. Sie sind aber dennoch lebensnotwendig, da sie z. B. enzymatische Reaktionen ermöglichen.

Weitere Inhaltsstoffe

Sekundäre Pflanzenstoffe (z. B. Carotinoide, Flavonoide) sind gesundheitsfördernde Wirkstoffe, die ebenfalls keine Energie liefern.

Geschmacks- und Geruchsstoffe

Auch sie liefern keine Energie, spielen aber beim Genuss von Nahrungsmitteln eine sehr wichtige Rolle. Sie werden z. B. in Form von Kräutern, Gewürzen und Salz zugegeben oder entstehen beim Backen und Braten (vgl. Maillard-Reaktion, Karamellisierung). Sie gehören chemisch zu verschiedensten Klassen: Salzen, Säuren und ätherischen Ölen.

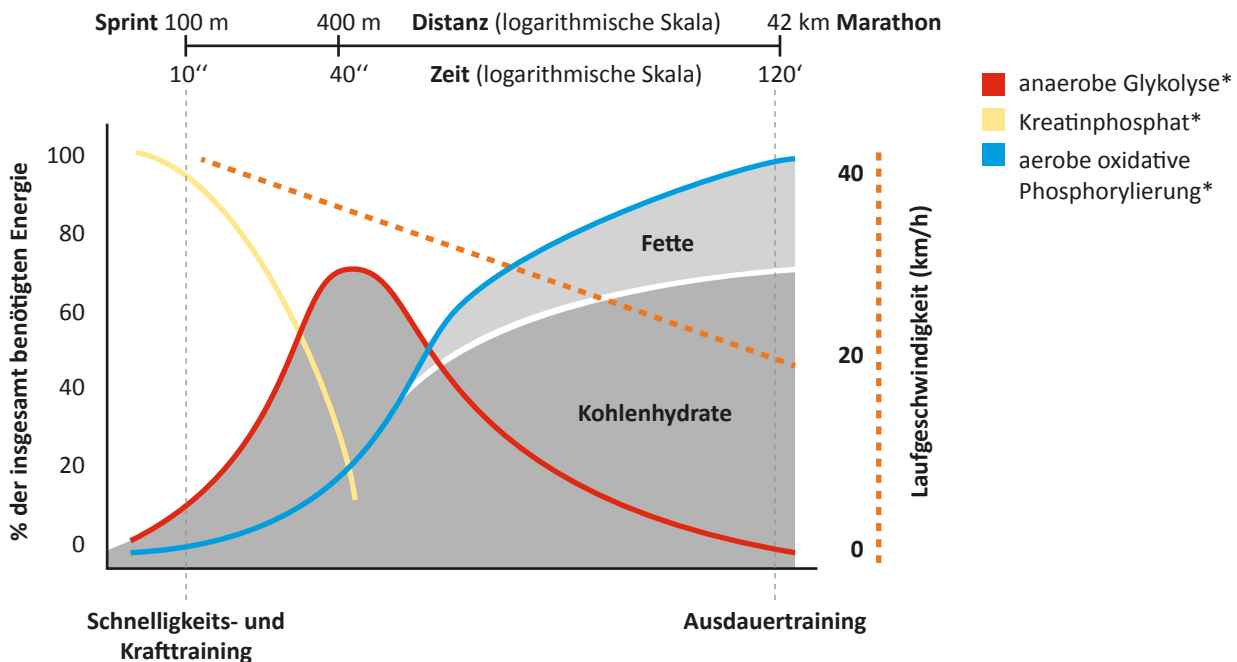


Abb. 8 Energiebereitstellung im Vergleich mit Laufgeschwindigkeit und Dauer des Laufs

Bei langanhaltender Ausdauerbelastung (z. B. Joggen) kann der Energiebedarf nicht alleine durch den Abbau von Glukose gedeckt werden. Die Verbrennung von Fettsäure als Energielieferant liefert einen immer wichtigeren Teil. Quelle: T. Stellingwerff & J. Décombaz in: Forschung und Ernährung – Ein Dialog, Hg. E. V. Schärer-Züblin, 2009, S. 196.

V. Die Verdauung

Die Verdauung findet beim Menschen nicht nur im Magen, sondern auch im Mund, im Zwölffingerdarm und im restlichen Dünndarm statt. Die Nährstoffe werden aber fast nur im Zwölffingerdarm und im Dünndarm aufgenommen.

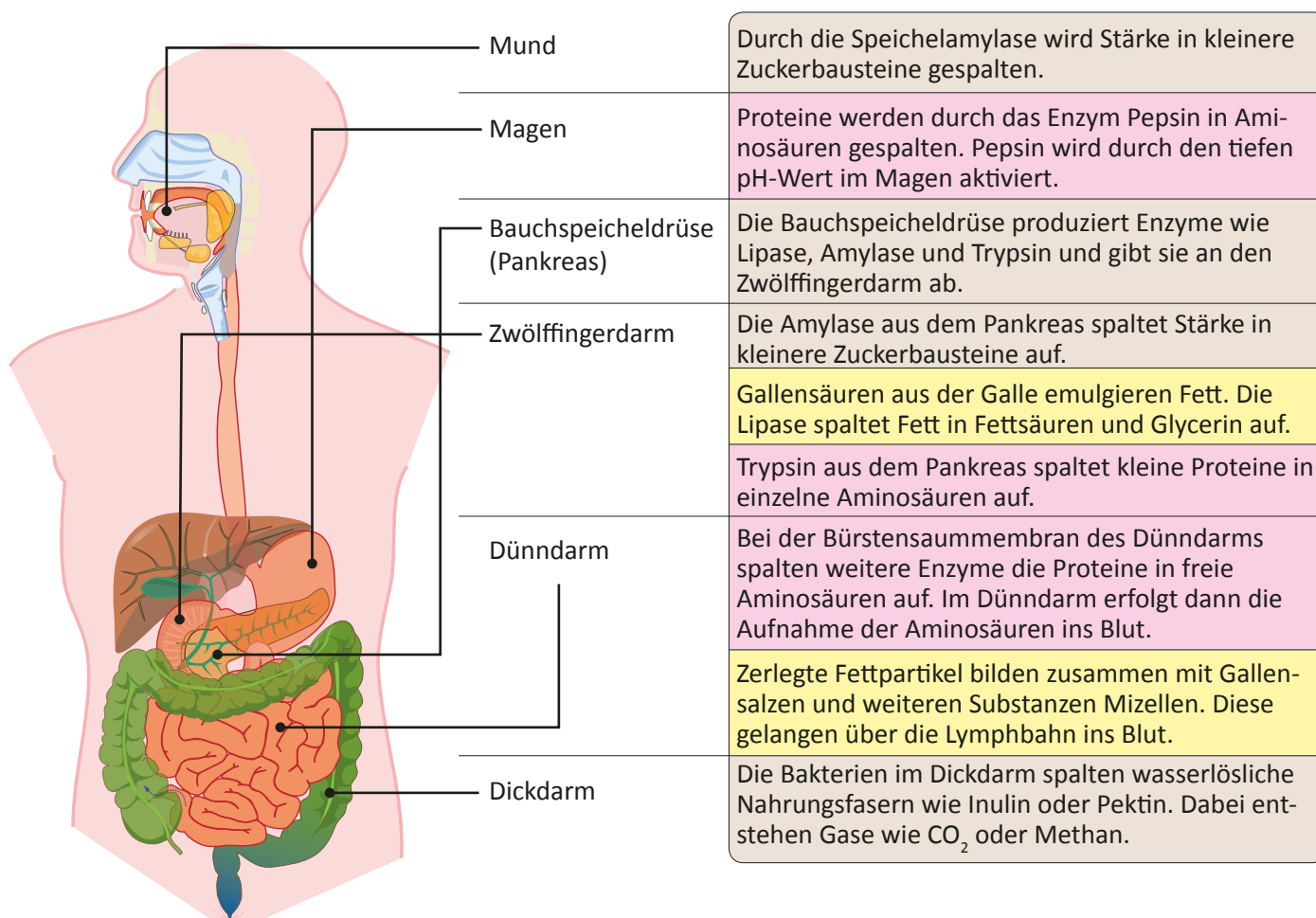


Abb. 9 Verdauung der Makronährstoffe
Kohlenhydrate (braun), Fette (gelb), Proteine (rot)



Hast du gewusst? Durch das mechanische Zerkleinern mit den Zähnen und die Speichelproduktion erleichterst du deinem Körper bereits die Verdauung.

VI. Die Schweizer Lebensmittelpyramide

Die Schweizer Lebensmittelpyramide veranschaulicht eine ausgewogene Ernährung. Lebensmittel der unteren Pyramidenstufen werden in grösseren, solche der oberen Stufen in kleineren Mengen benötigt. Es gibt keine verbotenen Lebensmittel. Die Kombination der Lebensmittel im richtigen Verhältnis macht eine ausgewogene Ernährung aus.



Abb. 10 Schweizer Lebensmittelpyramide
Quelle: Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE



Täglich 1–2 Liter, bevorzugt in Form von ungesüßten Getränken, z. B. Hahnen-/Mineralwasser oder Früchte-/Kräutertee. Flüssigkeit bildet die Basis für einen gut funktionierenden Körper und verbessert u. a. die Leistungsfähigkeit. Getränke am besten über den Tag verteilt zu sich nehmen. Süßgetränke und Energy Drinks sind ungeeignet und sollten selten konsumiert werden. Der hohe Zuckergehalt liefert viel Energie und sättigt kaum. Zucker und die enthaltenen Säuren greifen die Zähne an, daher sind diese Getränke an der Spitze der Pyramide.



Täglich 5 Portionen. Davon 3 Portionen Gemüse und 2 Portionen Früchte möglichst in verschiedenen Farben. Eine Portion entspricht ca. 120 g (einer Handvoll). Pro Tag kann eine Portion durch 2 dl Gemüse-/Fruchtsaft (ohne Zuckerzusatz) ersetzt werden. Gemüse und Früchte sind wichtige Lieferanten von Vitaminen, Mineralstoffen, Nahrungsfasern und sekundären Pflanzenstoffen, welche die Gesundheit fördern.



Täglich 3 Portionen. Die Portionsgrösse richtet sich nach dem Energiebedarf, der u. a. von Grösse, Geschlecht, Alter und körperlicher Aktivität abhängt. Eine Portion entspricht: 75–125 g Brot/Teig; 60–100 g Hülsenfrüchte (Trockengewicht); 180–300 g Kartoffeln; 45–75 g Knäckebrot/Vollkornkracker/Flocken/Mehl/Teigwaren/Reis/Couscous/Maisgriess oder andere Getreidekörner (Trockengewicht). Stärkeprodukte versorgen unseren Körper mit Energie. Vollkornprodukte sollten aufgrund des höheren Nahrungsfaser-, Vitamin- & Mineralstoffgehalts bevorzugt werden. Hülsenfrüchte dienen auch als hochwertige Proteinquelle.



Täglich 3 Portionen Milch/Milchprodukte. 1 Portion entspricht: 2 dl Milch; 150–200 g Joghurt/Quark/Hüttenkäse/andere Milchprodukte; 30 g Halbhart-/Hartkäse; 60 g Weichkäse. Milch & Milchprodukte sind gute Calciumlieferanten. Diese Nährstoffe sind wichtig für Knochen und Zähne. Die drei Portionen Milchprodukte decken bereits einen grossen Teil des täglichen Proteinbedarfs. Um eine genügende Versorgung zu gewährleisten, wird pro Tag eine zusätzliche Portion eines proteinreichen Lebensmittels empfohlen wie z. B.: 100–120 g Fleisch/Fisch/Tofu/Quorn/Seitan; 2–3 Eier; 30 g Halbhart-/Hartkäse; 60 g Weichkäse; 150–200 g Quark/Hüttenkäse. Proteine sind essentiell zum Erhalt der Muskel- und Knochenmasse sowie bei verschiedenen Körperfunktionen.



Täglich 2–3 Esslöffel (20–30 g) Pflanzenöl, davon mind. die Hälfte in Form von Rapsöl. Täglich 1 Portion (20–30 g) ungesalzene Nüsse, Samen oder Kerne. Butter/Margarine/Rahm kann sparsam (10 g) eingesetzt werden. Fett ist der energiereichste Nährstoff und sollte nicht übermässig konsumiert werden. Darauf verzichten sollte man aber auf keinen Fall. Omega 3 und 6 gehören zu den essentiellen Fettsäuren. Diese übernehmen wichtige Funktionen im Körper, z. B. bei der Entstehung von Entzündungsreaktionen.



Mit Mass konsumieren. Eine Portion entspricht z. B. einer Reihe Schokolade (20 g); einer Handvoll (20–30 g) Knabbereien; einem Glas (2–3 dl) Süßgetränk. Süßigkeiten, Süßes und Knabbereien enthalten viel Energie in Form von Zucker oder Fett und sind für den Körper nicht essentiell. Dennoch haben sie als Genusskomponente ihre Berechtigung in einer ausgewogenen Ernährung.

Abb. 11 Tabelle zur Schweizer Lebensmittelpyramide
Quelle: Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE

VII. Physikalische Chemie

Kochen und Essen hat nicht nur mit Genuss zu tun. Grundlegende physikalische und chemische Prozesse bestimmen Geschmack, Aroma und Konsistenz der zubereiteten Speisen.

Löslichkeit in Wasser und Proteinaggregation

Polare Stoffe wechselwirken stark mit Wasser. Man bezeichnet sie als **hydrophil*** (wasserliebend). Andere, unpolare Stoffe wechselwirken nicht mit Wasser und werden als **hydrophob*** (wassermeidend) bezeichnet. Innerhalb eines Proteins findet man hydrophile und hydrophobe Abschnitte. Sie bewirken die Faltung des Proteins im dreidimensionalen Raum. Hydrophile Abschnitte sind nach aussen gerichtet, da das Zellmilieu wässrig ist, während die hydrophoben Abschnitte im Innern verpackt sind. Bei einer Denaturierung können hydrophobe Abschnitte durch eine Neufaltung an die Oberfläche gelangen. Dadurch sind die Proteine nicht mehr im Wasser löslich. Die hydrophoben Abschnitte verschiedener Proteine interagieren miteinander und bilden Klumpen. Das bezeichnet man als Aggregation.

Denaturierung

Proteine* bestehen aus langen Aminosäureketten, die sich zu komplexen dreidimensionalen Gebilden zusammenfalten (s. Abb. 28). Ab Temperaturen von etwa 42 °C beginnen Proteine zu denaturieren, d. h. ihre dreidimensionale Struktur zu verlieren. Die Aminosäurekette entfaltet sich oder faltet sich zu einer neuen Struktur zusammen. Das führt bei den Körperproteinen zu einem Funktionsverlust – deshalb ist hohes Fieber gefährlich. Beim Kochen bewirkt eine Proteindenaturierung ein Gerinnen der Proteine (z. B. Ei). Proteine können aber auch durch Zugabe von Säure oder durch mechanische Beanspruchung (Eischnee) denaturieren.

Schaum

Von Schaum spricht man, wenn Luftbläschen in einer flüssigen oder festen Phase verteilt sind. Es gibt verschiedene Arten von flüssigem Schaum: Beim Eischnee spricht man von proteinstabilisiertem Schaum, bei der Schlagsahne von fettstabilisiertem Schaum (s. jeweiliges Rezept). Ein Beispiel für einen festen Schaum ist Brot. In der Lebensmittelherstellung werden Produkte oft aufgeschäumt, um den Energiegehalt bei gleichbleibendem oder sogar verbessertem sensorischem Erlebnis zu senken.

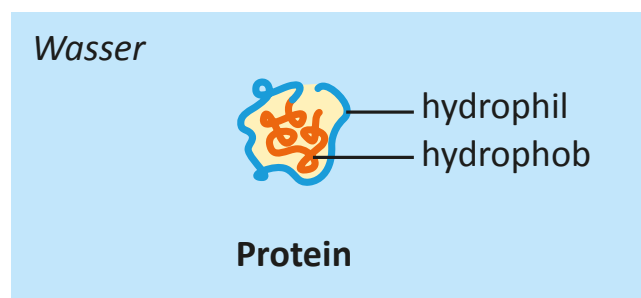


Abb. 12 Gefaltetes Protein

Die hydrophilen Abschnitte sind nach aussen, zum Wasser hin, gerichtet, die hydrophoben nach innen.

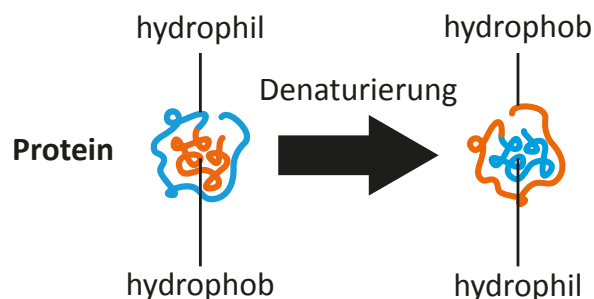


Abb. 13 Bei einer Denaturierung verliert das Protein seine dreidimensionale Struktur oder wird neu gefaltet.

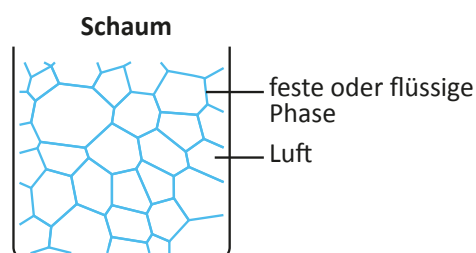


Abb. 14 Bei einem Schaum wird Luft von einer flüssigen oder festen Phase eingeschlossen.

Kolloide

Kolloide sind kleine Teilchen, die in einem homogenen Medium (fest, flüssig oder gasförmig) fein verteilt sind. Milch (Fetttröpfchen in Wasser) ist z. B. ein kolloidales System. Die Gesamtoberfläche bzw. die Grenzfläche der fein verteilten Kolloide ist im Verhältnis zu ihrem Volumen sehr gross, wodurch sie leicht in Wechselwirkung treten. In einem instabilen Kolloid verschmelzen die kleinen Teilchen miteinander, man spricht dann von Koaleszenz. Dies kann z. B. zum Aufrahmen von Milch oder zur Sedimentation führen.

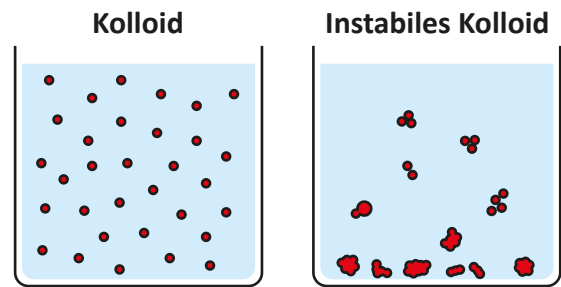


Abb. 15 In einem Kolloid sind kleinste Teilchen fein verteilt.

Grenzflächen

Als Grenzfläche bezeichnet man die Fläche zwischen zwei Phasen, z. B. zwischen einer flüssigen und einer festen Phase oder zwischen einer fetthaltigen und einer wässrigen Phase. Grenzflächen spielen beim Kochen und in der Lebensmittelherstellung eine grosse Rolle, da sie Geschmack oder Stabilität eines Produkts beeinflussen. So bewirkt eine Homogenisierung der Milch, bei der die Fettkügelchen zerkleinert werden, eine extreme Vergrösserung der Gesamtoberfläche. Dadurch wird die Milch leichter verdaulich und geschmackvoller, und ein Aufrahmen der Milch wird verhindert.

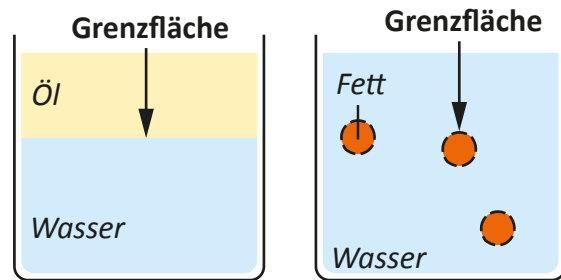


Abb. 16 Grenzflächen zwischen Öl/Fett und Wasser

| Kantenlänge Würfel | Anzahl Würfel für 1 cm ³ | Gesamtoberfläche |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 1 cm | 1 | 6 cm ² |
| 1 mm | 1'000 | 60 cm ² |
| 0.1 mm | 1'000'000 | 600 cm ² |
| 10 µm | 1'000'000'000 | 6000 cm ² |
| 1 µm | 1'000'000'000'000 | 6 m ² |
| 0.1 µm | 1'000'000'000'000'000 | 60 m ² |
| 10 nm | 1'000'000'000'000'000'000 | 600 m ² |

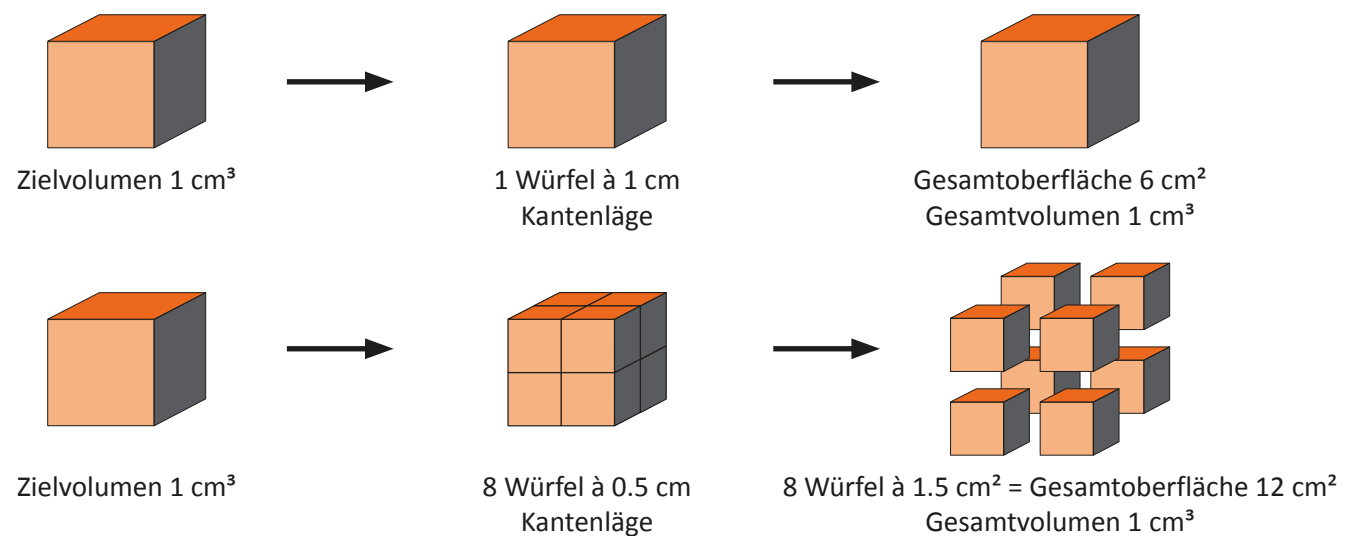


Abb. 17 Die Tabelle und Grafik zeigen eindrücklich, wie sich die Oberfläche relativ zum Volumen ändert, wenn ein Würfel von 1 cm³ in kleinere Würfel zerlegt wird.

VIII. Lebensmitteltechnologie

Lebensmitteltechnologien wenden wissenschaftliche Methoden an, um Lebensmittel genießbar, haltbar und schmackhaft zu machen. Dabei knüpfen sie an traditionelle Techniken an.

Seit Jahrhunderten verarbeitet der Mensch Lebensmittel, um sie sicher, schmackhaft und haltbar zu machen.

Beispiele einfacher Prozesse, um ein Lebensmittel genießbar zu machen, sind das Schälen einer Banane oder das Garen einer Kartoffel, die im rohen Zustand ungenießbar ist. Die verschiedenen Getreidesorten dagegen müssen über mehrere Schritte verarbeitet werden, bevor sie genießbar sind. Nach der Ernte wird das Korn von der Spreu getrennt und gemahlen. Das Mehl wird dann weiter zu Brot, Teigwaren, Frühstückscerealien etc. verarbeitet.

Die ältesten Techniken, Lebensmittel haltbar zu machen, sind die Fermentation von Milch zu Käse oder Joghurt, das Sontrocknen, das Einsalzen von Fleisch und Fisch oder das Einlegen von Früchten in Zucker zur Konfitüre.

Die moderne Lebensmitteltechnologie hat diese Methoden bedeutend weiterentwickelt. Lebensmitteltechnologien befassen sich vorwiegend mit physikalischen, chemischen und biologischen Produktionsprozessen. Dazu gehören:

- die mechanische Verarbeitung, beispielsweise das Mahlen, Pressen und Mischen
- das Erhitzen, wie das Sterilisieren, um Mikroorganismen abzutöten, und das Kühlen/Gefrieren/Trocknen und Abpacken unter Schutzatmosphäre, um das Wachstum von Mikroorganismen zu verhindern und Vitamine zu erhalten
- biologische Verfahren wie den Einsatz von Bakterien bei der Joghurtherstellung und Enzymen bei der Käseherstellung
- chemische und physikalische Verfahren, z. B. die hitzeinduzierte Aromenerzeugung während der Kaffeeröstung

Das Ziel dieser Prozesse ist, wie eingangs erwähnt, die Lebensmittel:

1. sicher und haltbar zu machen, indem krankheits-erregende Keime, Pilze und Bakterien, welche die Nahrungsmittel verderben, eliminiert werden.
2. genießbar oder schmackhafter zu machen - ungekochte Bohnen oder Kartoffeln sind nicht essbar.
3. den Nährwert wie z. B. die Vitamine in gefrorenen Gemüsen zu erhalten bzw. deren Abbau zu verlangsamen.

In neuester Zeit hat die Lebensmitteltechnologie wesentlich dazu beigetragen, Lebensmittel mit einem hohen Genuss- und Nährwert in grossen Mengen herzustellen. Die Haltbarmachung verderblicher Lebensmittel wie Milch, Gemüse und Früchte hat dazu geführt, dass heute unabhängig von der Saison die Lebensmittelauswahl in unseren Supermärkten sehr gross ist. Dabei gilt es, die Lebensmittel nachhaltig zu produzieren und mit den ökologischen und ökonomischen Ressourcen schonend umzugehen. Das grosse Angebot an Nahrungsmitteln hat seine Schattenseiten. So sind Übergewicht und Lebensmittelverschwendung wesentliche Probleme unserer heutigen Gesellschaft.



Abb. 18 Infografik zur Lebensmitteltechnologie

Der Ursprung der Konservendose

Man sagt, dass viele Erfindungen dem Militär zu verdanken seien. Bei der Konservendose trifft das zu. Kein Geringerer als Napoleon Bonaparte war der Initiant dieser genialen Erfindung. Er setzte eine Belohnung für denjenigen aus, der eine Methode zur Haltbarmachung von Lebensmitteln für marschierende Truppen entwickelte. 1810 gewann Nicolas Appert den Preis mit seiner Erfindung, Lebensmittel in Glasbehältern zu versiegeln und zu kochen. Im selben Jahr weitete der Engländer Peter Durand diese Methode auf die Verwendung von Gefässen aus verschiedenen Materialien aus, unter anderem Zinn und anderen Metallen. Dies waren die Vorfahren der modernen Konservendose.

Der Erfinder des Tiefgefrierens

Lebensmittel durch Gefrieren zu erhalten wurde in entsprechenden Breitengraden schon immer praktiziert, so auch von den Ureinwohnern in Labrador in Kanada. Bei seinem Aufenthalt dort fiel dem Naturforscher Clarence Birdseye auf, dass Fischfilets, die im Winter aufgrund der sehr tiefen Temperaturen fast augenblicklich gefroren, geschmacklich und von der Konsistenz her eher an frischen Fisch herankamen als gefrorene Fische, die in New York verkauft wurden. Birdseye erkannte, dass die Geschwindigkeit des Einfrierens massgeblich für die Qualität des Produkts verantwortlich ist. Daraufhin entwickelte er verschiedene Methoden des Tiefgefrierens und gilt als Erfinder der Tiefkühlkost.



1. Milch

Im Unterschied zu anderen Säugetieren konsumiert der Mensch auch im Erwachsenenalter Milch, und das seit etwa 10'000 Jahren. Die Herstellung von Milchprodukten diente primär der Konservierung von Milch. Milch ist ein wertvoller Protein- und Vitaminlieferant.

Herkunft

Der Mensch verwendet Milch, seitdem die Viehhaltung begonnen hat, vor etwa 10'000 Jahren. Nicht nur Kühe, Ziegen und Schafe werden zur Milchproduktion gehalten, sondern auch Kamele, Esel, Pferde, Yaks, Rentiere, Büffel und Lamas.

Struktur

Ein Blick auf die Milch durch das Transmissionselektronenmikroskop (TEM):

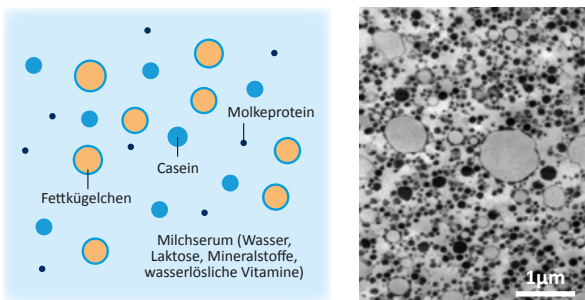


Abb. 19 In homogenisierter Milch ist das Fett in Form von Kügelchen fein verteilt.

Die Grafik links ist eine vereinfachte Darstellung der TEM-Aufnahme rechts.

Konservierung

Frische Milch verderbt schnell. Neben dem Pasteurisieren oder dem UHT-Verfahren besteht das Haltbarmachen von Milch auch in der Produktion von Milchprodukten wie Käse (etwa 5000 v. Chr.).

Die Inspiration zur Käseherstellung gab dem Steinzeitmenschen möglicherweise der Mageninhalt erlegter junger Wiederkäuer: weisse glibberige Klumpen aus halbverdauter Milch!

Konsum

„Milch“ als Deklaration auf Produkten in der Schweiz bedeutet automatisch Kuhmilch. Jede andere Milch muss als Schafsmilch, Ziegenmilch etc. deklariert werden. Die Anzahl Milchprodukte ist riesig (s. nächste Seite).

Im Jahre 2014 wurden in der Schweiz pro Kopf über 21 kg Käse konsumiert, 62 kg Milch, 5.5 kg Butter und 8.3 kg Rahm (Quelle: Milchstatistik der Schweiz 2014).

Verdauung

Der Konsum von Milch wird vor allem wegen ihres Gehalts an Proteinen, Calcium, Vitamin D und Vitamin B2 empfohlen.

Von Mutter Natur war der Konsum von Milch nur im Säuglingsalter vorgesehen. Mit dem Einzug der Viehhaltung bekamen aber Erwachsene, die Milch vertrugen, einen Selektionsvorteil. Die Veträglichkeit von Milch verbreitete sich daher in Kulturen mit früher Rinderhaltung (z. B. Nordeuropa), während sie in anderen Kulturen noch nicht Fuss gefasst hat (z. B. asiatische Länder). Dort finden sich mehr Menschen mit einer Laktoseintoleranz, d. h. sie können den Milchzucker (Laktose) aufgrund des fehlenden Enzyms Laktase nicht verdauen, was zu Beschwerden führen kann. Hingegen ist der Konsum der meisten Käsesorten ab Halbhartstufe unproblematisch, da bei dessen Herstellung die Laktose durch Mikroorganismen abgebaut wurde.

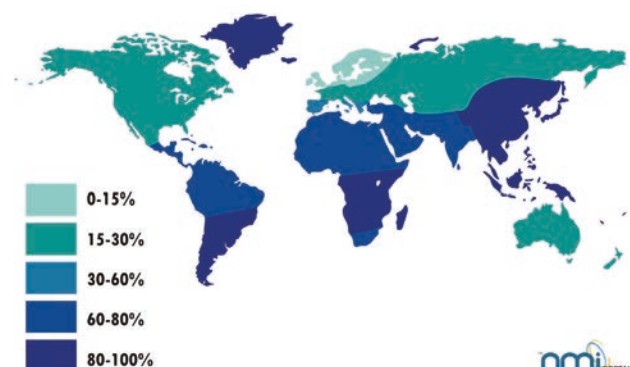
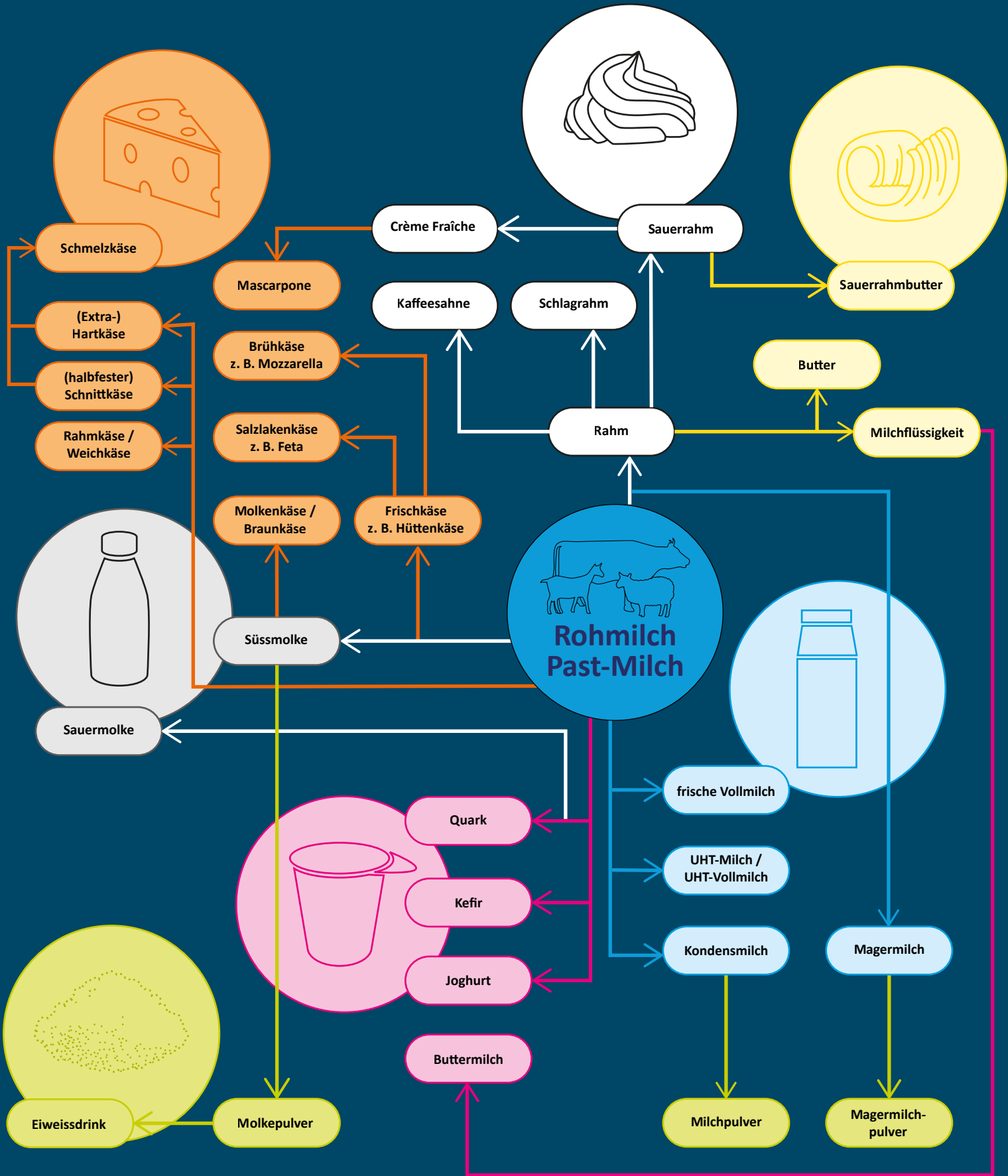


Abb. 20 Weltweite Verteilung der Laktoseintoleranz in den gegenwärtig lebenden Bevölkerungen (schematische Darstellung)

Abb. 21 Nächste Seite: Vereinfachte Übersicht der Produkte, die aus Milch erzeugt werden

Vielseitige Milch



Käsesorten



Rahmprodukte



Sauermilchprodukte



Milchsorten



Butterprodukte



Molkearten



Milch- und Molkepulver



Rezepte mit Milch – Übersicht



1.1 Mozzarella

Milch zum Anbeissen



1.2 Milchschaum auf Cappuccino

Milch luftig schlagen



1.3 Schlagrahm und Butter

Aus flüssig mach fest



1.4 Joghurt

Bakterien am Werk



1.1 Mozzarella – Milch zum Anbeissen

Utensilien



- Pfanne mit 4 l Fassungsvermögen
- Thermometer
- Schaumlöffel
- Einmalhandschuhe (Latex oder Vinyl)
- Salatsieb und Schüssel
- langes Spatelmesser
- Messbecher



Zubereitung

Nährwert:
ca. 1050 kJ (253 kcal) pro 100 g Käse

7 g
oder 1.5 TL Zitronensäure
und 1 EL Calciumchlorid oder Calcium-
Lactat

in 1 dl Wasser lösen und zusammen mit

4 l Rohmilch oder Büffelmilch
(Frischmilch, keine UHT)

in Pfanne geben – unter Rühren auf **exakt 32 °C** erhitzen.

1 Nature-Joghurt (200 g)[#]

beimischen und 30–60 min bei 32 °C ruhen lassen.

¼ Labtablette
oder ¼ TL flüssiges Lab 1:10'000 in
60 ml H₂O

- in 50 ml Wasser umrühren.
- Milch vom Herd nehmen.
- Labmischung langsam hineingiessen.
- 30 sec lang rühren.
- Pfanne abdecken – 10 min ruhen lassen.
- Käsebruch sollte fest sein und sich klar von der Molke trennen.
- Käsebruch mit Spatelmesser in 2 cm grosse Würfel schneiden – mit Schaumlöffel vorsichtig rührend wieder auf 42 °C erhitzen. Bei 42 °C ca. 10 min ruhen lassen.
- Salatsieb auf Schüssel stellen – Käsebruch mit Schaumlöffel in Salatsieb geben. Evtl. Käse in Küchentuch einwickeln und auspressen.
- Abgetropfte Molke in der Pfanne wieder auf 85 °C erhitzen.
- Einmalhandschuhe anziehen – mit Schaumlöffel Käsebruchstücke abtrennen und während 5–10 sec in heisse Molke tauchen.
- Stücke auseinanderziehen, falten und kneten.
- Vorgang wiederholen, bis Käse glatt und geschmeidig ist.
- Kugeln formen

kalte Salzlake mit 20% Kochsalzanteil

herstellen. Mozzarella-Kugeln 1 bis 3 Tage darin kühl lagern und nach Bedarf tiefgefrieren. Vor dem Verspeisen Kugeln mit Wasser spülen.

[#]Die Bakterien im Joghurt helfen bei der Käsebildung und es gibt einen schöneren Käsebruch.



Vorgehen



Milch unter Rühren auf exakt 32 °C erhitzen



Käsebruch abtropfen lassen



Käse in Küchentuch einwickeln und auspressen



Tipps

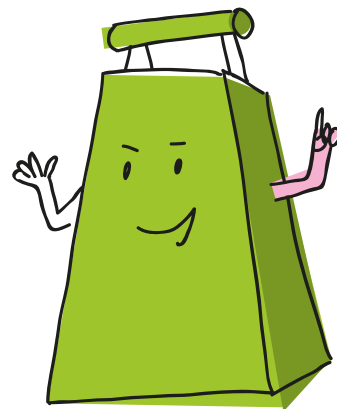
- Mozzarella salzen: Man kann 1 TL Salz mit dem Käsebruch in Schritt 10 verkneten, während man den Käse auseinanderzieht und zusammenfaltet.
- Weicher Mozzarella: Der Mozzarella wird weicher, wenn man den Käsebruch nicht zu fest werden lässt und später nicht zu viel knetet.
- Mozzarella formen: Man kann den Mozzarella nach Belieben formen: grosse Kugeln, kleine Kugeln, Rollen.
- Man kann die Molke mit Vanillezucker versetzen, kurz aufkochen und als Energiedrink geniessen (vgl. molkenbasierte Proteindrinks auf Pulverbasis im nächsten Tipp).
- In der Industrie wird Molke über ein Sprühtrocknungsverfahren zu feinen Tropfen versprüht und dabei eingedampft. Das Wasser wird dadurch komplett entfernt und übrig bleibt reines Protein. Dieses wird z. B. mit Vanillin versetzt und ist im Handel als Proteindrink zum Muskelaufbau erhältlich. Molkeproteine gerinnen auf andere Weise als Casein. Säure macht ihnen nichts aus, doch bei Hitze **denaturieren*** sie. Das kannst du beobachten, wenn du Milch erhitzt: Molkeproteine sind auch für die Haut auf der Milch verantwortlich.

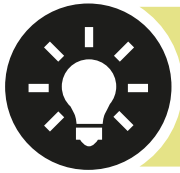


Warum gerinnt Milch?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Warum ziehen einzelne Bereiche eines Caseinmoleküls Wasser stärker an als andere?
- Was ist eine Casein-Mizelle? Vergleiche mit der Tensid-Mizelle im Kapitel 4 „Emulgatoren“.

Überlege dir, woraus Milch besteht.





Warum gerinnt Milch?

Mit Lab bezeichnet man ein Gemisch aus den zwei Enzymen Chymosin und Pepsin. Lab hilft dem Kalb, die Milch zu verdauen, indem es Milchproteine (Casein) ausfällt. Für die Käseherstellung wird Lab aus Kälbermägen gewonnen oder mikrobiologisch hergestellt. Caseinproteine bestehen aus je einem hydrophilen (wasserliebenden) und einem hydrophoben (weniger wasserliebenden) Teil und bilden in der Milch sogenannte Mizellen. Das sind kleine Kugeln, bei denen der hydrophobe Teil vom hydrophilen Teil umschlossen

wird und keinen Kontakt zum wässrigen Milieu hat. So bleibt das Protein gelöst. Wird Lab zugegeben, spaltet das Enzym Chymosin den hydrophilen Teil der Caseinproteine ab. Dadurch verlieren die Casein-Mizellen ihre Aussenhüllen. Die übriggebliebenen hydrophoben Teile der Casein-Mizellen lagern sich aneinander und bilden verzweigte Ketten. So entsteht ein Gel, ein Netzwerk aus Caseinketten, zwischen denen die Molke eingeschlossen wird. Die Milch gerinnt.

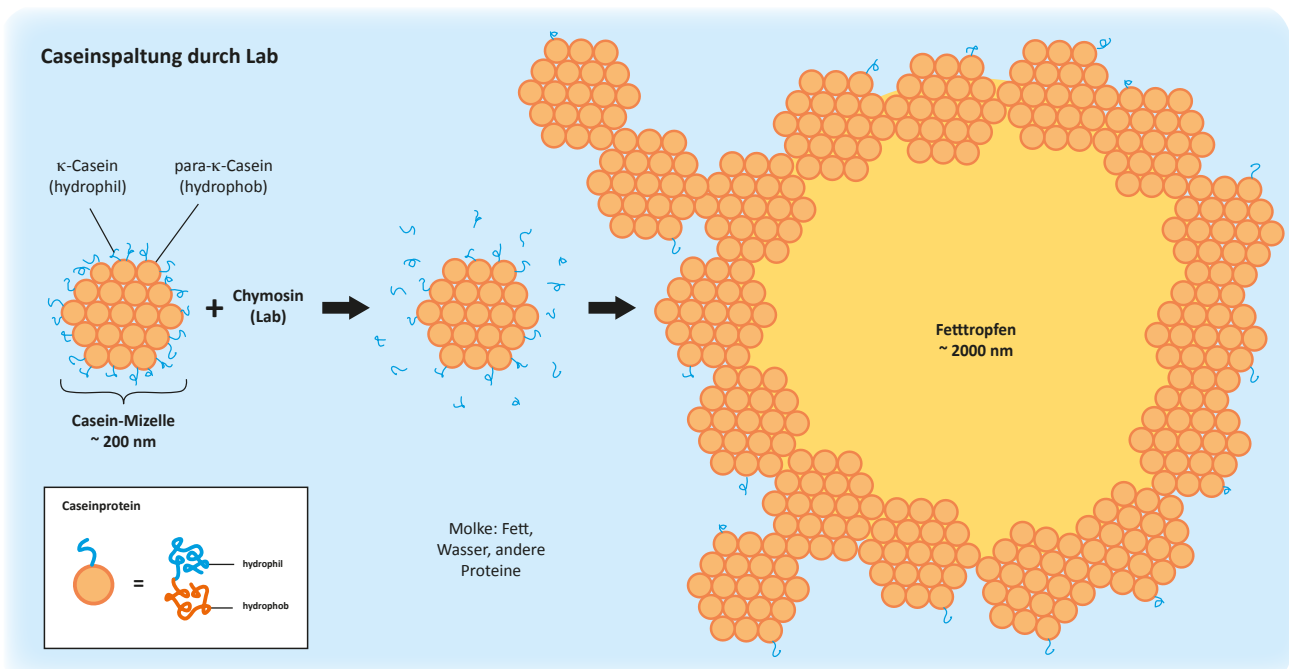


Abb. 22 Wie verfestigt sich der Käse?

Die Oberfläche der Casein-Mizellen wird durch das im Lab enthaltene Enzym Chymosin chemisch so verändert, dass sie weniger wasserliebend (hydrophob) wird. Die hydrophoben Teile lagern sich zusammen. So bilden sich lange Ketten, die dem Käse eine elastische Konsistenz verleihen.

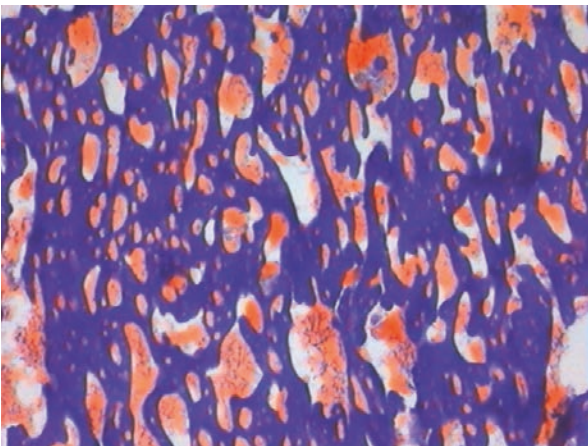


Abb. 23 Lichtmikroskopische Aufnahme von Mozzarella

Proteine sind blau, Fette orange gefärbt. Man erkennt die netzartige Struktur der Proteine, in der das Fett eingeschlossen wird.



1.2 Milchschaum auf Cappuccino – Milch luftig schlagen



Utensilien

- Schaumrührer
- Behälter



Zubereitung

Nährwert:
ca. 284 kJ (68 kcal) pro 100 ml Vollmilch

Milch

auf 55–60 °C erwärmen
Mit Schaumrührer aufschäumen (Volumenzunahme ca. 300–400%)

Schokoladenpulver

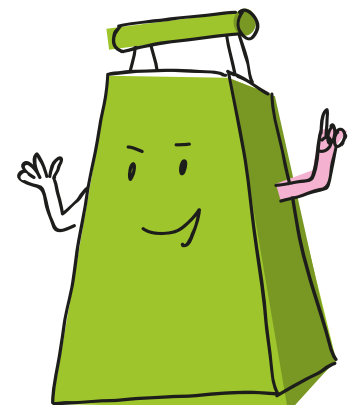
darüberstreuen



Warum ist die Milch zu Schaum geworden?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Was ist ein Emulgator?
- Warum muss die Milch auf eine bestimmte Temperatur erwärmt werden?
- Was bewirkt das Schlagen der Milch?

Bei kalter Milch liegt das Fett teilweise erstarrt vor.





Vorgehen



Erwärmte Milch aufschäumen



**5-fache Volumenvergrößerung,
keine Flüssigkeit mehr übrig**



**Stabiler Schaum erlaubt eigene
Kunstwerke!**



**Mehr Inspiration gibts im Inter-
net!**



Wie wird Milch luftig?

Das Fett in der Milch wird in Form von kleinen Tropfen durch eine Grenzschicht von Emulgatoren oder Proteinen in Emulsion gehalten (d. h. Fett und Wasser trennen sich nicht). Wird die Milch erhitzt, verklumpen die Proteine (ab etwa 60 °C). Bei gleichzeitigem Einbringen von Luft (Schaumrührer), lagern sich die Proteine um die Luftblasen und stabilisieren diese. Bei

sehr kalter Milch erstarrt ein Teil des Fetts. Es entsteht ein Überschuss an Emulgatoren, der die Proteine bindet und eine Stabilisierung der Luftblasen verhindert. Um schönen Milchschaum zu bekommen, ist es daher wichtig, die Milch zu erwärmen (im Gegensatz zu Rahm).

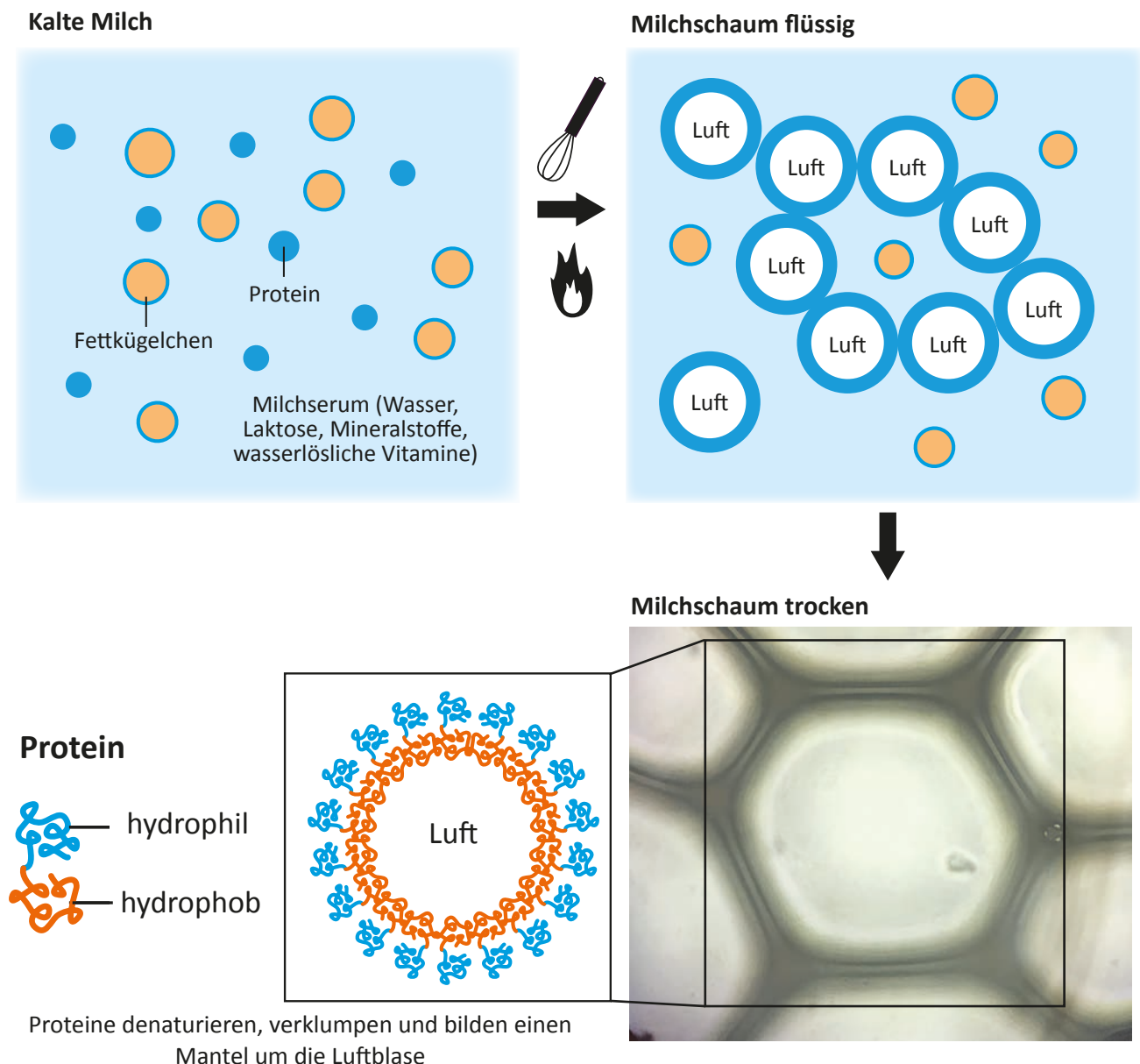


Abb. 24 Wie wird Milch zu einem Schaum?

Milch enthält weniger Fett als Rahm und der Schaum wird durch Protein, anstatt durch Fett stabilisiert. Im Gegensatz zu Rahm muss man Milch erwärmen, bevor man sie aufschäumt. Dabei denaturieren die Proteine, sie lagern sich um die eingeführten Luftblasen und stabilisieren diese.



1.3 Schlagrahm und Butter – Aus flüssig wird fest



Utensilien

- Handrührgerät oder Schwingbesen
- kalter Metallbehälter
- Sieb
- sauberes Küchentuch
- Form



Zubereitung

Nährwert: ca. 1370 kJ (334 kcal) pro 100 ml Vollrahm
ca. 3070 kJ (746 kcal) pro 100 g Butter

Schlagrahm

Flüssigen Schlagrahm mit >30% Fettanteil aus dem Kühlschrank

im Metallbehälter schlagen, bis er zu festem Schaum wird – der Schlagrahm verdoppelt in etwa sein Volumen; steifer Schlagrahm kann kopfüber gehalten werden.

Knallzucker

am Schluss dazugeben

Butter

Flüssigen Schlagrahm mit >30% Fettanteil aus dem Kühlschrank

im Metallbehälter schlagen, bis kleine gelbe Flocken entstanden sind.

Masse über ein Sieb geben und in sauberem Tuch auspressen, Buttermilch in einer Schüssel auffangen. Butter evtl. in eine Form streichen.

Tipps

- Schlagrahm mit frischen Beeren verspeisen.
- Butter auf frischem Brot und mit Schnittlauch verspeisen.
- Nur Rahm mit einem Fettgehalt ab etwa 30% lässt sich aufschlagen und wird als Schlagrahm, Schlagsahne oder Schlagobers bezeichnet.
- Bei Sahnesiphons und Sprühdosen wird Rahm mit Hilfe eines Treibgases – vor allem Kohlendioxid und Lachgas – durch eine Düse gedrückt und dabei aufgeschäumt. Der so hergestellte Schlagrahm hat ein grosses Volumen, ist aber meist weniger standfest.



Vorgehen



Rahm schlagen



**Rahm weiter schlagen
bis zur Butter**



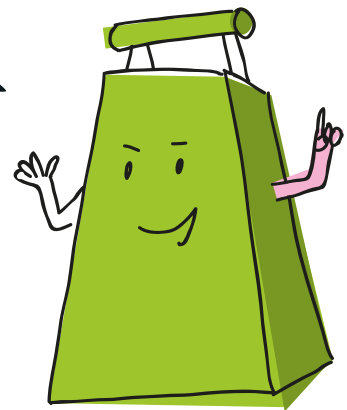
**Butter in einem Küchentuch
auspressen**



Warum wird Rahm fest?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Wie liegt das Fett im Rahm vor?
- Warum muss der Rahm kalt sein?

Ob es mit
Luftblasen zu
tun hat?



Hast du gewusst?



Knallzucker

Knallzucker wird hergestellt, indem geschmolzener Zucker unter hohem Druck mit Kohlenstoffdioxid versetzt und wieder abgekühlt wird. Dabei werden winzige Kohlenstoffdioxid-Gasbläschen in der sich erhärtenden Zuckermasse eingeschlossen. Wenn man Knallzucker in den Mund nimmt, schmilzt der Zucker durch den Speichel und das eingeschlossene Gas wird mit einem Knall freigesetzt.



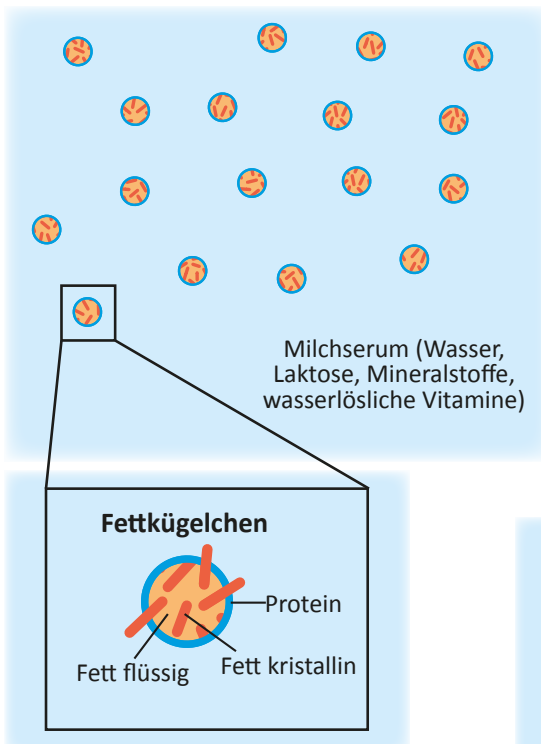
Warum wird Rahm fest?

Rahm ist eine Fett-in-Wasser-Emulsion. In flüssiger, ungeschlagener Sahne schwimmt das Milchfett in Form kleiner Kügelchen im wässrigen Milchserum. Jedes Fettkügelchen ist von einer Membran umschlossen, die aus Proteinen und Phospholipiden besteht und hydrophil ist, also wasseranziehend. Ein Teil des Fettes ist flüssig, ein Teil fest. Je kälter die Sahne, desto grösser der Anteil des festen Fettes.

Wird nun der Rahm geschlagen, werden Luftblasen in die Flüssigkeit eingebracht, die bei weiterem Schlagen immer kleiner werden, bis sie wie Waben eng aneinander liegen. Die dünnen Wände der Luftblasen bestehen

aus Milchserum und Fett. Wie kommt das zustande? Die Fettkügelchen sind nicht flexibel. Durch das Schlagen wird daher ihre hydrophile Membran beschädigt. Der innere, hydrophobe Teil der Fettkügelchen tritt nun aus, wird vom wässrigen Milchserum abgestossen und lagert sich an die Luftblasen an. Ausserdem verschmelzen die Fettkügelchen teilweise miteinander, so dass jede Luftblase von einer geschlossenen Fettschicht umgeben ist und die Luftblasen miteinander verbunden sind. Die hydrophilen Proteine bilden die äussere Schicht. So bildet sich ein Netzwerk, das den Schaum stabilisiert.

Ungeschlagener Rahm



Geschlagener Rahm

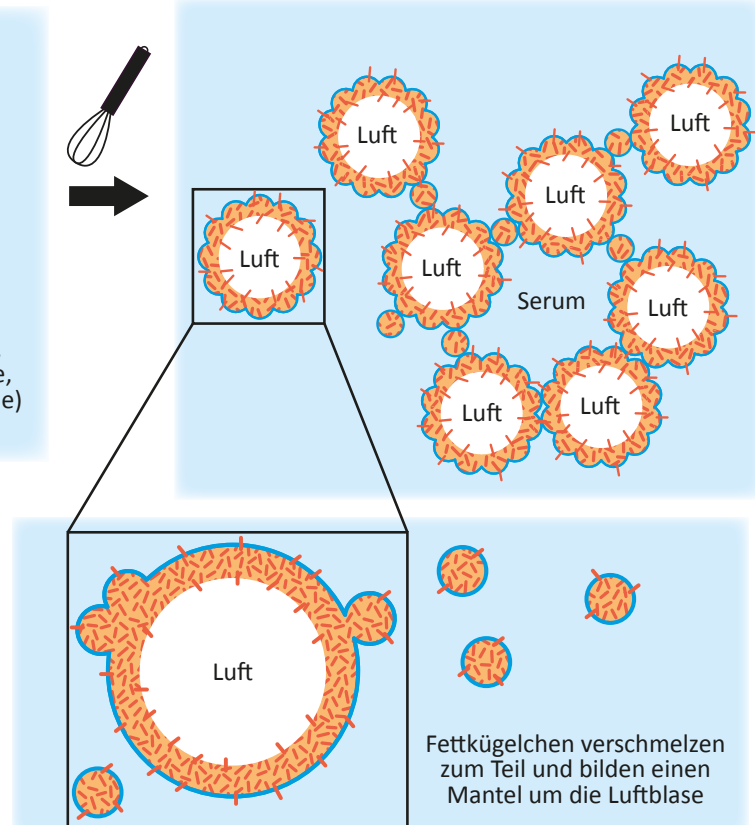
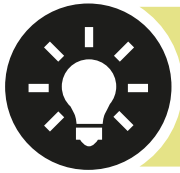


Abb. 25 Wie wird flüssiger Rahm zu einem Schaum?

In flüssigem Rahm schwimmt das Milchfett in Form kleiner Kügelchen im wässrigen Milchserum. Jedes Fettkügelchen ist von einer proteinreichen hydrophilen Membran umschlossen. Wird der flüssige Rahm geschlagen, werden Luftblasen in die Flüssigkeit eingebracht. Ausserdem wird durch das Schlagen die hydrophile Membran der Fettkügelchen beschädigt. Der innere, hydrophobe Teil der Fettkügelchen tritt nun aus, wird vom wässrigen Milchserum abgestossen und lagert sich an die Luftblasen an. Die Fettkügelchen verschmelzen teilweise miteinander, so dass jede Luftblase von einer geschlossenen Fettschicht umgeben ist und die Luftblasen miteinander verbunden sind. Die hydrophilen Proteine bilden die äussere Schicht. So bildet sich ein Netzwerk, das den Schaum stabilisiert.



Warum wird Rahm zu Butter?

Wenn man den Rahm lange schlägt, kollidieren Luftblasen und verschmelzen miteinander. Wenn zwei Luftblasen verschmelzen, wird ihre Gesamtoberfläche kleiner, wodurch die Fettkügelchen zueinander getrieben werden und mithilfe des flüssigen Fetts aneinander kleben und Klumpen bilden. Bei weiterem Schlagen werden die Klumpen grösser, da sie nun di-

rekt aneinander stossen. Am Ende ist nur sehr wenig Luft in der Butter übrig, da kaum Fettkügelchen vorhanden sind, welche die Luftblasen stabilisieren. So hat sich ein Netzwerk von verklumpten Fettkügelchen gebildet, das die wässrige Phase umgibt. Aus der Öl-Wasser-Emulsion (Rahm) hat sich eine feste Wasser-Öl-Emulsion (Butter) gebildet.

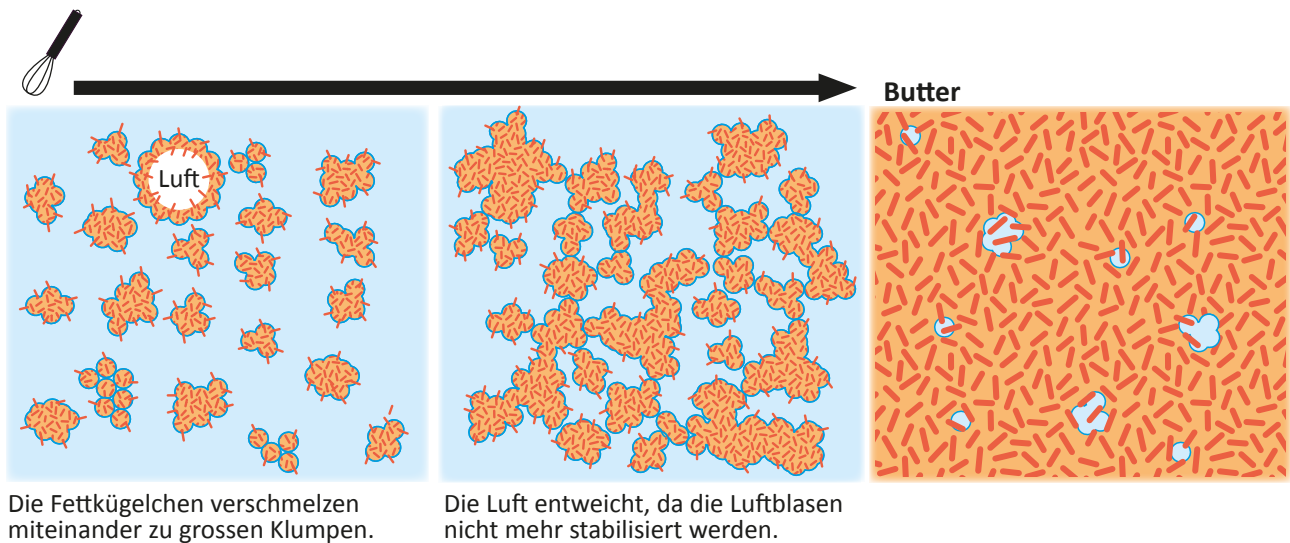


Abb. 26 Wie wird Schlagrahm zu Butter?

Wird der Rahm länger geschlagen, werden die Fettkügelchen zueinander getrieben und bilden Klumpen. Bei weiterem Schlagen werden die Klumpen grösser. Am Ende ist nur sehr wenig Luft in der Butter übrig, da kaum Fettkügelchen vorhanden sind, welche die Luftblasen stabilisieren. So hat sich ein Netzwerk von verklumpten Fettkügelchen gebildet, das die wässrige Phase umgibt. Aus der Öl-Wasser-Emulsion (Rahm) hat sich eine feste Wasser-Öl-Emulsion (Butter) gebildet.



Hast du gewusst?

**Oberfläche und Volumen**

Vergrössert man einen Körper, wächst das Volumen in der 3. Potenz (hoch drei), die Oberfläche aber nur im Quadrat (hoch zwei). Deshalb ist die Gesamtoberfläche zweier kleiner Luftblasen grösser als die Gesamtoberfläche einer aus den zwei kleinen Luftblasen entstandenen Luftblase. Auf den zwei kleinen Luftblasen haben mehr Fettkügelchen Platz.

Dieses Prinzip ist auch im Tierreich wichtig. Ein grosses Tier hat im Vergleich zu einem kleinen Tier eine kleinere Oberfläche pro Volumeneinheit. Je grösser ein Tier ist, desto weniger Wärme verliert es pro Volumeneinheit an die Umgebung. Schutzvorrichtungen wie ein Pelz spielen natürlich auch eine Rolle.



Um dies besser zu verstehen, versuche folgende Aufgabe zu lösen: Berechne das Oberflächen-Volumenverhältnis von einem Würfel mit 1 cm Kantenlänge und einem Würfel mit 3 cm Kantenlänge.

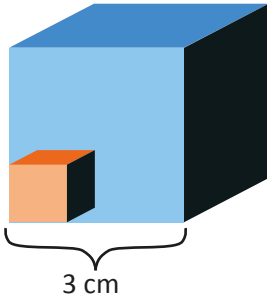


Lösung



1 cm

$$\frac{O}{V} = \frac{6 \times (1 \text{ cm})^2}{(1 \text{ cm})^3} = \frac{6 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}^3} = \frac{6 \text{ cm}^2}{\text{Volumeneinheit (1 cm}^3\text{)}}$$



3 cm

$$\frac{O}{V} = \frac{6 \times (3 \text{ cm})^2}{(3 \text{ cm})^3} = \frac{54 \text{ cm}^2}{27 \text{ cm}^3} = \frac{2 \text{ cm}^2}{\text{Volumeneinheit (1 cm}^3\text{)}}$$

Je grösser der Körper, desto kleiner das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen, d. h. desto weniger Oberfläche pro Volumeneinheit.



1.4 Joghurt – Bakterien am Werk



Utensilien

- 8 leere Joghurtbecher
- Pfanne
- Schwingbesen
- Thermometer
- Brutschrank
- Folie
- 4 Teelöffel



Zubereitung

Nährwert:
ca. 201 kJ (66 kcal) pro 100 g

1 l Milch

in einer Pfanne auf 90 °C erhitzen. Die Temperatur mit einem Thermometer überwachen. Danach Milch auf 45 °C abkühlen.

0.5 dl Nature-Joghurt

dazufügen und mit einem Schwingbesen kräftig umrühren. Mischung in Joghurtbecher abfüllen, mit einer Folie zudecken und für 3 Stunden bei 37 °C in den Brutschrank stellen. Becher danach in den Kühlschrank stellen.

Kontrollversuche (pro Labor nur einmal durchführen)

1. Beimpften Joghurtbecher direkt in den Kühlschrank stellen.
2. Einen Joghurtbecher mit Frischmilch beimpfen, die nicht abgekocht wurde.

In zwei kleinen Bechergläsern Milch und Nature-Joghurt 1:1 mit Wasser verdünnen. Bei 250-facher Vergrößerung mikroskopieren und skizzieren.



Vorgehen



Joghurt in Gläsern



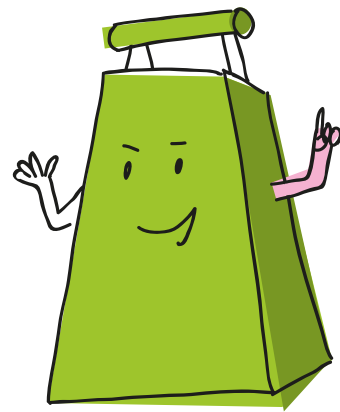
Joghurt unter dem Mikroskop anschauen

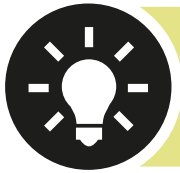


Warum wird die Milch dick?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Vergleiche die Herstellung von Joghurt mit der Herstellung von Käse.

Bakterien
haben auch
Hunger!





Warum wird die Milch dick?

Die Milch wird sauer, weil Bakterien darin am Werk sind. Sie ernähren und vermehren sich. Dafür spalten sie den Milchzucker (Laktose) mit dem Enzym Laktase in Glukose und Galaktose. In einem weiteren Schritt entsteht Milchsäure (Laktat) – die Milch schmeckt nun sauer. Ausserdem wird sie dick. Das passiert, weil die Proteine der Milch in einem sauren Milieu verklumpen. Frische Milch hat einen pH-Wert von 6,7, sie ist also neutral, und die Proteine sind im wässrigen Anteil der Milch gelöst. Sobald aber der pH-Wert sinkt, d. h.

die H^+ -Konzentration höher wird, flocken die Proteine aus. Die Casein-Mizellen, die sich bei neutralem pH abtossen, weil ihre Oberfläche negativ ist, werden bei saurem pH neutral und verklumpen. So bildet sich ein Gitter oder Netzwerk, in dem die Molke eingelagert ist. Vergleiche nun die Herstellung von Käse. Auch dort gerinnen die Casein-Mizellen, nicht aber aufgrund einer pH-Änderung, sondern durch den enzymatischen Abbau der hydrophilen Gruppen an der Oberfläche.

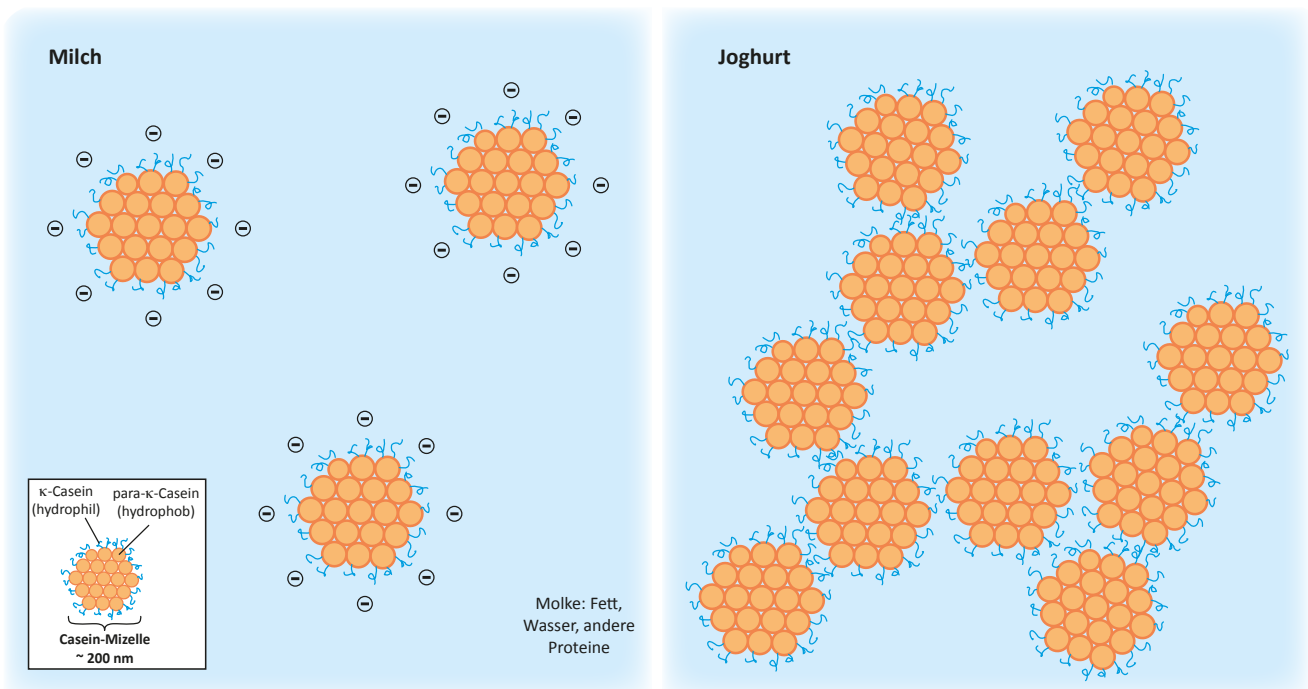


Abb. 27 Warum wird die Milch dick?

Casein-Mizellen stossen sich bei neutralem pH ab, da ihre Oberfläche negativ geladen ist. Sobald die Konzentration von Milchsäure steigt und der pH-Wert sinkt, neutralisieren sich die negativen Ladungen. Dadurch kommen sich die Mizellen näher und bilden ein grosses Netzwerk, in dem Molke eingefangen ist. Der Joghurt ist also eine Art Gel.

Hast du gewusst?



Lebendiger Joghurt

Ist du ein Joghurt, der nicht hitzebehandelt wurde, erreichen die Milchsäurebakterien deinen Darm teilweise lebend. Das ist kein Grund zur Sorge, sondern sogar erwünscht. Unser Darm wird von vielen Bakterien bevölkert – von guten und von bösen. Milchsäurebakterien helfen, die bösen in Schach zu halten.



2. Das Hühnerei

Das Ei ist ein wertvolles Nahrungsmittel, da es einen hohen Proteingehalt aufweist und viele Vitamine enthält. Es bleibt von Natur aus auch ungekühlt lange haltbar und ist in der Küche vielfältig einsetzbar.

Herkunft

Das Haushuhn stammt vom südostasiatischen Bankivahuhn ab. Im Gebiet der heutigen Schweiz soll das Haushuhn im 5. Jahrhundert v. Chr. erschienen sein.

Struktur

Ein Ei enthält etwa 10% Proteine und 10% Fett, der Rest ist Wasser. Proteine bestehen aus verschiedenen Aminosäuren, die sich in einer spezifischen Sequenz miteinander verbinden und eine Kette bilden (Abb. 28). Diese Kette faltet sich im Raum zu einem dreidimensionalen Gebilde. Die Aminosäuren definieren die Eigenschaften der Proteine, z. B. ob sie eher hydrophob oder hydrophil sind.

Konservierung

Das Hühnerei besitzt einen natürlichen Schutz, der ein Verderben des Eis für etwa 3 Wochen ab Legedatum verhindert. Nach dieser Zeit muss das Ei durchgehend gekühlt gelagert werden. Insgesamt bleibt ein Ei etwa 5–6 Wochen nach Legedatum gut genießbar. Eier können nicht als Ganzes pasteurisiert werden, da sie bei den dafür erforderlichen Temperaturen gerinnen würden. Deshalb werden in der Industrie Eiklar

und Eigelb getrennt und bei unterschiedlichen Temperaturen erhitzt, um Keime abzutöten. Dieses sogenannte Flüssigei (Vollei, Eiklar oder Eigelb) dient vor allem der Lebensmittelindustrie und dem Restaurationsbetrieb.

Konsum

Eier können in unzähligen Varianten zubereitet werden: gekocht, pochiert, als Spiegelei, Omelette, Pfannkuchen ... Und sie sind Bestandteil vieler Backwaren wie Kekse und Kuchen, aber auch von Teigwaren und Desserts. Gemäss Gallosuisse wurden 2012 in der Schweiz 948 Mio. Schaleneier konsumiert, der Pro-Kopf-Verbrauch von Eiern und Eiprodukten betrug 174.5 Stück (Quelle: <http://www.gallosuisse.ch>).

Verdauung

Der Konsum von Eiern wird vor allem wegen ihres Gehalts an hochwertigem Protein empfohlen. Zwei Eier pro Hauptmahlzeit können z. B. eine Fleischportion ersetzen. Eier sind im Normalfall gut verträglich, manche Kleinkinder entwickeln eine vorübergehende Allergie gegenüber Hühnerproteinen.

Aminosäuren bilden Ketten, die sich zu komplexen Strukturen zusammenfalten

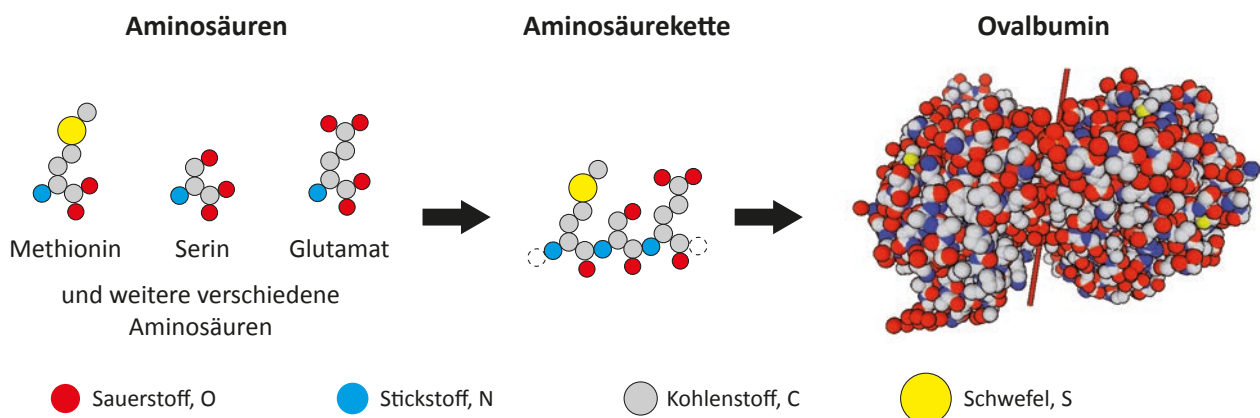
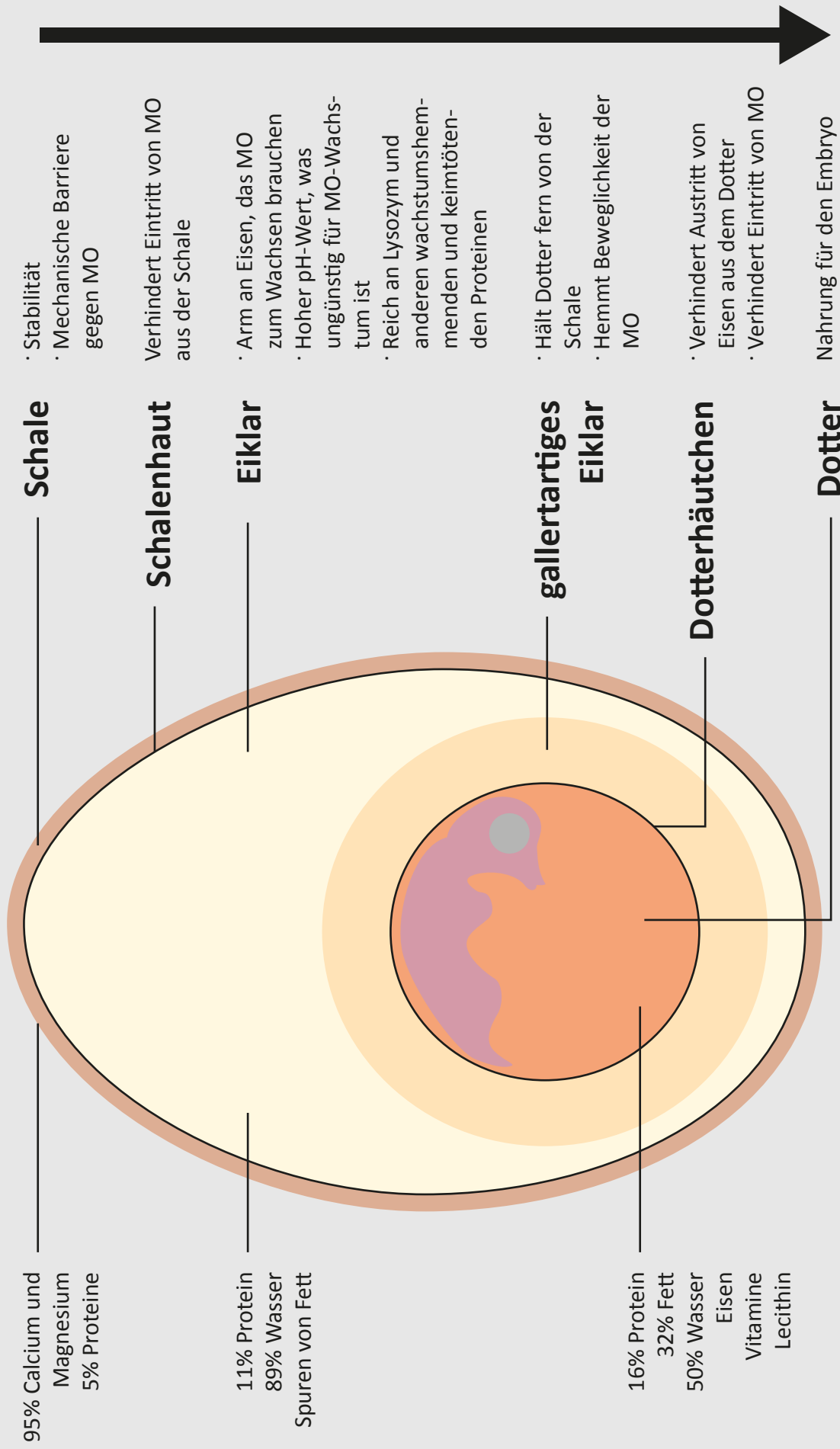


Abb. 28 Aminosäuren (AS) bilden Ketten, die sich zu komplexen Strukturen zusammenfalten, den Proteinen. Exemplarisch und stilisiert sind 3 von insgesamt 20 AS gezeigt. Beim Ovalbumin, dem häufigsten Protein im Eiklar, faltet sich die AS-Kette zu einem kugelförmigen (globulären) Protein.

Das Hühnerei – Nahrung und Schutz für den Embryo



Ei bleibt ungekühlt 3 Wochen geniessbar,
gekühlt 5–6 Wochen



Rezepte mit Eiern – Übersicht



2.1 Spiegelei

Eiklar mit Hitzeschock



2.2 Pochiertes Ei

Ein Schuss Essig macht's rund



2.3 Meringue

Es schneit Eiklar



2.1 Spiegelei – Eiklar mit Hitzeschock



Utensilien

- eine kleine Bratpfanne (das Eiklar sollte nicht ganz auseinanderlaufen können)



Zubereitung

Nährwert: ca. 312 kJ (75 kcal) pro Ei

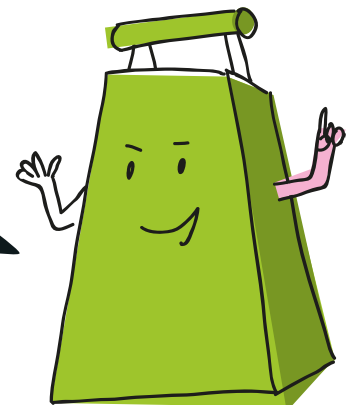
| | | |
|-------|----------------------------------|---|
| etwas | Butter oder Butterschmalz | in der Bratpfanne mässig erhitzen. Bratpfanne vom Feuer ziehen und |
| | Eier | vorsichtig hinein schlagen. Anschliessend zwei bis drei Minuten bei milder Hitze garen. Dabei das Eiklar salzen und pfeffern und etwas von der heissen Butter über den noch flüssigen Dotter geben. Dotter vor dem Garen zu salzen, macht ihn zäh, ihn danach zu salzen, fleckig. |

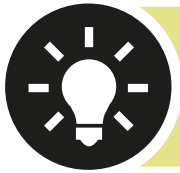


Warum wird das Eiklar weiss und fest?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Woraus bestehen Proteine?
- Was passiert, wenn ein Protein denaturiert wird?

Nicht nur beim Spiegelei, auch beim gekochten Ei wird das Eiklar weiss – aus denselben Gründen.





Warum wird das Eiklar weiss und fest?

Eiklar besteht zu 10% aus Protein (Ovalbumin). Hitze **denaturiert*** Proteine, d. h. sie verändert deren Struktur im Raum. Im relativ farblosen und durchsichtigen Eiklar schwimmen die Proteine als Kügelchen im Wasser. Das Licht kann fast ungehindert durchscheinen.

Nach dem Erhitzen erscheint das nun feste Eiklar weiss, weil sich ein Proteinnetzwerk gebildet hat, durch welches das Licht nicht einfach durchscheinen kann. Es wird in alle Richtungen gestreut und das Eiklar erscheint weiss.

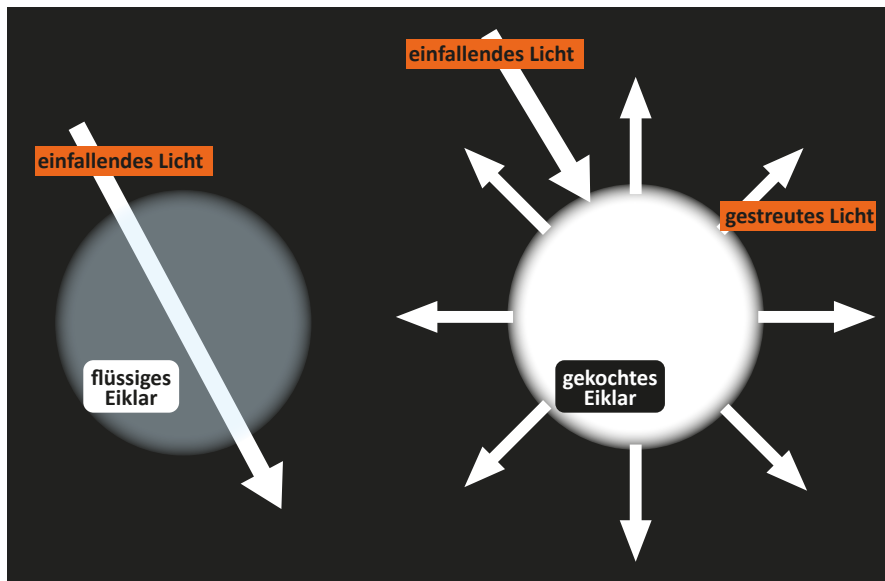


Abb. 30 Lichtstreuung

Im flüssigen Eiklar sind die Proteine ganz klein verpackt und reflektieren aufgrund ihrer geringen Grösse das Licht nicht. So scheint das Licht ungehindert durch und das Eiklar erscheint durchsichtig. Beim gekochten Eiklar haben sich die Proteine zu grossen Klumpen zusammengetan. Sie reflektieren alle Wellenlängen des sichtbaren Lichts in alle Richtungen. Das Licht wird also unselektiv gestreut und das gegarte Eiklar erscheint weiss.

Was ist Denaturierung?

Bei der Denaturierung verändert sich die Faltung eines Proteins, so dass Aminosäurereste, die im Inneren waren, an die Oberfläche gelangen. Dadurch ändern sich

die Oberflächeneigenschaften des Proteins – von hydrophil wird es zu hydrophob und es ist nicht mehr in Wasser löslich. Die einzelnen nun hydrophoben Proteine legen sich zu einem Netz zusammen (vgl. Abb. 31).

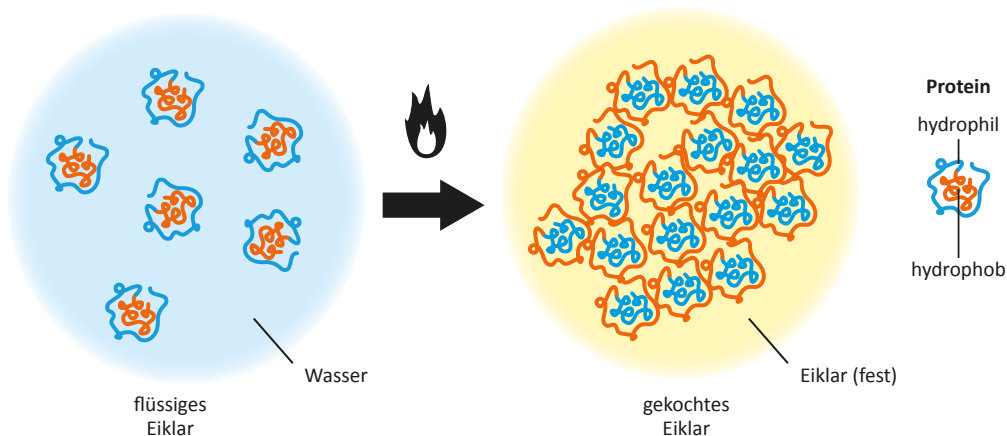


Abb. 31 Proteindenaturierung im erhitzten Ei

Im flüssigen Eiklar sind die Proteine kugelförmig, die hydrophilen Abschnitte umschliessen die hydrophoben. Wird das Ei erhitzt, ändert sich die Faltung der Aminosäureketten, hydrophobe Aminosäuren gelangen an die Oberfläche der Proteine. Diese hydrophoben Bereiche kommen sich näher und lagern sich aneinander: Ein Netzwerk entsteht.



Was versteht man unter Aussalzen von Eiweissen?



Abb. 32 Eiklar

Zwei verschiedene Phasen von Eiklar sind zu erkennen. Die Phase um den Dotter herum denaturiert etwas später.

Bei der Aussalzung von Eiweissen werden Proteine mithilfe von Salz unlöslich gemacht und sie trennen sich von der Lösung, in der sie sich befinden. Man spricht auch von einer Fällung von Proteinen. Das passiert, weil Salzionen in hoher Konzentration mit den Proteinen um die Wassermoleküle konkurrieren. Dadurch stehen den Proteinen weniger Wassermoleküle zur Verfügung. Die Proteine wechselwirken somit vermehrt miteinander statt mit dem Wasser, bilden Klumpen und fallen aus.

Salz kann aber auch zur **Denaturierung*** von Proteinen führen. Daher wird gerne der Übergangsbereich zwischen Eiklar und Dotter gesalzen, der etwas dickflüssiger ist und daher weniger schnell gar wird. Das Na^+ im Salz lagert sich an die negativ geladenen Proteine an und neutralisiert diese. So kommen sich die Proteine näher, sie verklumpen (man sagt auch: „sie **koagulieren***“), und das Eiklar gerinnt schneller.

Hätte das Ei eine ausführliche Verpackungsbeschreibung, würde man bei den Inhaltsstoffen lesen:

- **Wasser (75.8%)**
- **Aminosäuren (12.6%):** Glutamat (14%), Aspartat (11%), Valin (9%), Arginin (8%), Leucin (8%), Lysin (7%), Serin (7%), Phenylalanin (6%), Alanin (5%), Isoleucin (5%), Prolin (4%), Tyrosin (3%), Threonin (3%), Glycin (3%), Histidin (2%), Methionin (3%), Cystin (2%), Tryptophan (1%)
- **Fettsäuren (9.9%):** Octadecensäure (Ölsäure, 45%), Hexadecensäure (Palmitinsäure, 32%), Octadecensäure (Stearinsäure, 12%), Eicosatetraensäure (Arachidonsäure, 3%), Eicosensäure (Arachinsäure, 2%), Docosensäure (Behensäure, 1%), Tetracosensäure (Lignocerinsäure, 1%), Octansäure (Caprylsäure, <1%), Decansäure (Caprinsäure, <1%), Dodecansäure (Laurinsäure, <1%), Tetradecansäure (Myristinsäure, <1%), Pentadecansäure (<1%), Heptadecansäure (Margarinsäure, <1%), Tetradecansäure (Myristoleinsäure, <1%), Hexadecansäure (Palmitoleinsäure, <1%), Eicosensäure (Gadoleinsäure, <1%), Docosensäure (Erucasäure, <1%), Omega-6-Fettsäure: Octadecadiensäure (Linolsäure, 12%), Omega-3-Fettsäure: Octadecatriensäure (<1%), Eicosapentaensäure (EPA) (<1%), Omega-3-Fettsäure: Docosahexaensäure (DHA) (<1%)
- **Zucker (0.8%):** Glukose (30%), Saccharose (15%), Fruktose (15%), Laktose (15%), Maltose (15%), Galaktose (15%)
- **Farbstoffe:** E160c, E160a (Carotin), E306, E101
- **Aromen:** Phenylacetaldehyd, Dodeca-2-enal, Hepta-2-enal, Hexadecanal, Octadecanal, Pentan-2-on, Butanon, Acetaldehyd, Formaldehyd, Aceton
- **Schale:** E170 (Calciumcarbonat), Benzene und Benzenderivate, Ester, Furane, schwefelhaltige Substanzen, Terpene
- u. a.

Hast du gewusst?



angepasst nach <https://jameskennedymonash.files.wordpress.com/2014/01/ingredients-of-an-all-natural-egg1.pdf>, Zugriff 14.12.16

Hast du gewusst?



Salmonellen und Campylobacter

Salmonellen sind Bakterien, die Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts hervorrufen können. Eine Infektion von Tier zu Mensch ist möglich, z. B. über den Verzehr von rohen Eiern, die von infiziertem Geflügel stammen. Die Salmonellen befinden sich auf der Eierschale, können aber durch die Handhabung oder eine verletzte Eierschale ins Innere gelangen. Auf rohem Geflügelfleisch finden sich oft Campylobacter-Bakterien. Auch sie können eine Durchfallerkrankung auslösen. Daher ist Hygiene beim Kochen sehr wichtig.

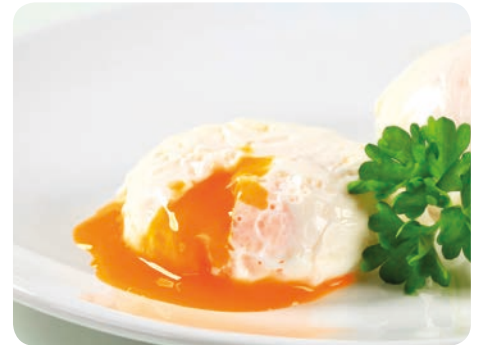


2.2 Pochiertes Ei – Ein Schuss Essig macht's rund



Utensilien

- Pfanne
- Löffel
- Schaumlöffel
- Tasse



Zubereitung

Nährwert: ca. 312 kJ (75 kcal) pro Ei

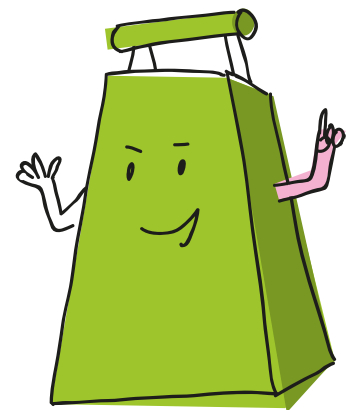
| | | |
|--------|--------|---|
| 2 l | Wasser | mit |
| 0.5 dl | Essig | in Pfanne aufkochen. Hitze reduzieren, so dass das Wasser nicht mehr kocht. |
| 4 | Eier | einzeln in der Tasse aufschlagen, ohne das Eigelb zu verletzen, und nacheinander ins Essigwasser gleiten lassen. Mithilfe eines Löffels das Eiklar um das Eigelb legen. Eier ca. 4 Minuten garen. Mit einem Schaumlöffel herausheben. Auf Haushaltspapier abtropfen lassen. |



Warum braucht es den Essig?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Auf welche Weise kann ein Protein denaturieren?

Essig ist sauer.





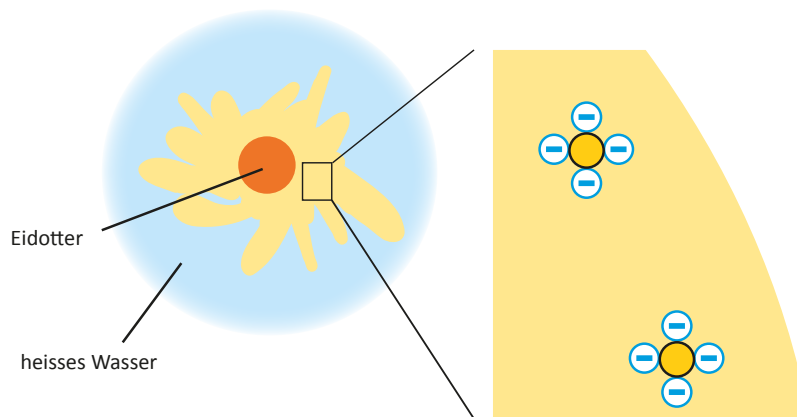
Warum braucht es den Essig beim pochierten Ei?

Ein Ei, das in heisses Wasser geschlagen wird, gerinnt, da die Proteine bei hoher Temperatur **denaturieren***. Das Eiklar zerfliesst aber dabei und das fertige pochierte Ei sieht unförmig oder gar zerfetzt aus. Um ein schönes, rundliches pochiertes Ei zu bekommen, wird dem Kochwasser Essig zugegeben. Der Essig hat einen niedrigen pH-Wert, d. h. er enthält viele H^+ Ionen. Diese Ionen lagern sich an die negativ geladenen Proteine an

der Oberfläche des Eiklars an und neutralisieren sie. Dadurch kommen sich die Proteine näher und koagulieren. Das Ei beginnt an der Oberfläche zu gerinnen, bevor die Proteine aufgrund der Hitze denaturieren. Dieser Mantel aus koagulierte Protein verhindert, dass das Eiklar zerfliesst. Ähnliches passiert, wenn Salz dem Wasser zugegeben wird (das Salz dissoziiert im Wasser zu Na^+ und Cl^- , wobei Na^+ sich wie H^+ verhält).

Wirkung von Essig beim pochierten Ei

Ei in Wasser ohne Essig geschlagen



Ei in Wasser mit Essig geschlagen

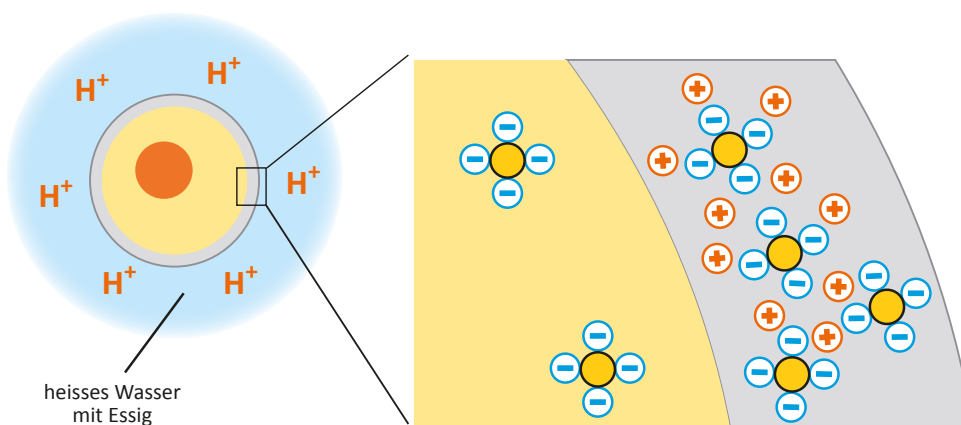


Abb. 33 Wirkung von Essig beim pochierten Ei

Wird das Ei ins heisse Wasser geschlagen, zerfliesst das Eiklar, bevor die Proteine denaturieren. Daher sieht das Eiklar zerfetzt aus. Wenn Essig im Wasser vorhanden ist, koagulieren die Proteine, bevor das Eiklar zerfliessen kann. Das Eiklar sieht glatt aus. Die schnellere Koagulierung kommt dadurch zustande, dass H^+ Ionen aus dem Essig die Eiklar-Proteine neutralisieren. Dadurch kommen sich die Proteine näher und koagulieren, bevor sie aufgrund der Hitze denaturieren.



2.3 Meringue – Es schneit Eiklar



Utensilien

- Fettfreier Metallbehälter
- Handrührgerät
- Spritzsack
- Blech
- Ofen



Zubereitung für 4 Personen

Nährwert: ca. 1700 kJ (400 kcal)

| | |
|----------------------|---|
| 4 Eiklar | kurz schlagen. |
| 50 g Zucker | dazugeben. Schlagen, bis sich Spitzen bilden. |
| weitere 150 g Zucker | nach und nach zugeben, bis er sich aufgelöst hat und die Meringue-Masse glänzend geworden ist. Meringue-Masse mit Spritzsack in beliebigen Formen auf ein mit Backpapier belegtes Blech spritzen. Im Ofen bei 140 °C 2 bis 3 Stunden trocknen lassen. |

Tipps

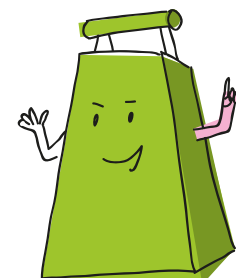
- Die Meringue muss langsam trocknen, damit sie gleichmässig fest wird. Ansonsten wird sie an der Oberfläche braun, während das Innere noch weich ist.
- Mit Schlagrahm verspeisen.
- Eigelb für Mayonnaise verwenden.

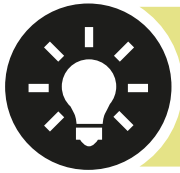


Wie wird aus flüssigem Eiklar Meringue?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Welche Eigenschaft der Proteine bewirkt die Bildung von Eischnee?
- Was bewirkt das Schlagen des Eiklars?
- Was bewirkt der Zucker?
- Was passiert beim Trocknen/Backen?

Ob es dieselben Mechanismen wie beim Schlagrahm sind?





Wie wird aus flüssigem Eiklar Meringue?

Eiklar besteht zu etwa 90% aus Wasser und 10% aus Protein. Die Proteine im Eiklar sind kugelförmig (globulär) und liegen im Wasser gelöst vor (s. Abb. 28). Jedes Protein besteht aus einer Kette von Proteinbausteinen. Sie heissen Aminosäuren. Manche Aminosäuren ziehen das Wasser stärker an (wasserliebend, hydrophil), manche ziehen es viel schwächer an (wassermeidend, hydrophob). Bei den zusammengerollten Proteinen im Eiklar befinden sich die hydrophoben Aminosäuren im Zentrum und die hydrophilen auf der Aussenseite des Proteins, also beim Wasser. Die me-

chanische Beanspruchung durch das Schlagen entrollt die Proteine. Sie **denaturieren***, d. h. ihre Struktur im Raum verändert sich. Sie ordnen sich neu an, und zwar so, dass die hydrophilen Teile im Wasser bleiben, während sich die hydrophoben Teile an die Luftblasen anlagern, die durch das Schlagen ins Eiklar eingeführt wurden. Ausserdem verbinden sich die einzelnen Proteine miteinander. So entsteht ein Proteinnetzwerk, das die Luftblasen stabilisiert. Beim Schlagen werden die Luftblasen immer kleiner und das Netzwerk stabiler. Wir bekommen Eischnee.

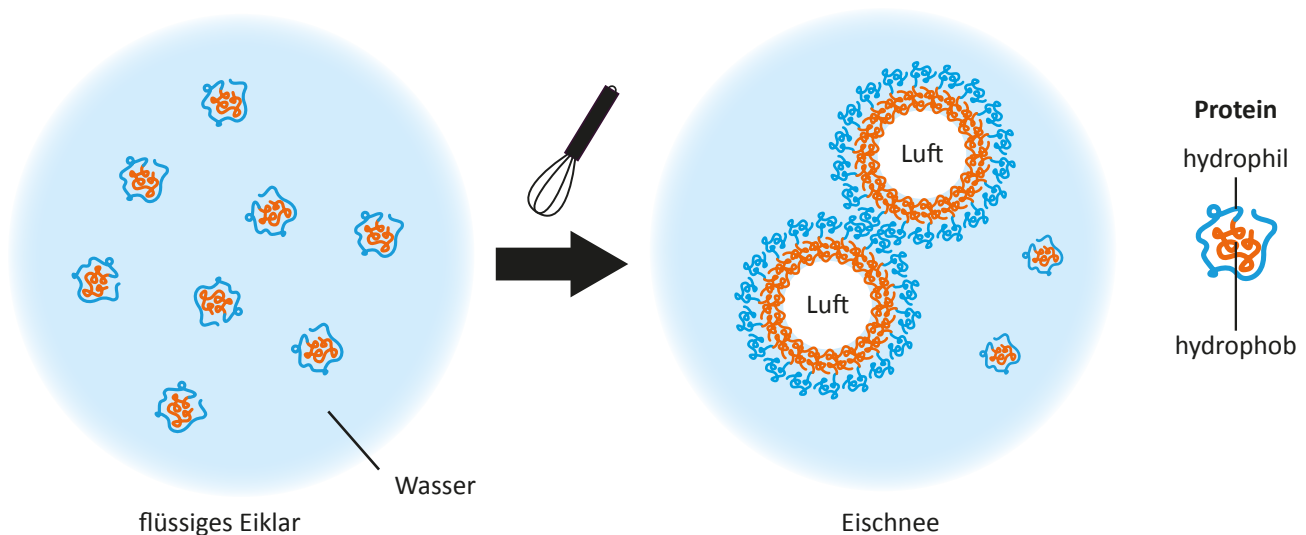


Abb. 34 Warum kann man Eiklar zu Schaum schlagen?

Durch das Schlagen werden die kugelförmigen Proteine im Eiklar teilweise entrollt und können neue Bindungen mit sich selbst oder mit Nachbarproteinen eingehen. So entsteht ein stabiles Netz, bei dem Luftbläschen von Proteinen umhüllt und stabilisiert werden.

Hast du gewusst?



Weisser Eischnee

Eischnee (auch Eiweisschnee) erscheint opak weiss, da nun das Licht nicht durchscheinen kann wie beim flüssigen Eiklar, sondern an den vielen Luftbläschen gebrochen und in alle Richtungen reflektiert wird.

Behälter und Schneebesen sollten völlig fettfrei sein. Fette oder Emulgatoren vom Eigelb (s. Mayonnaise) lagern sich sonst an die Eiklarproteine an und stören deren Vernetzung, so dass sich kein stabiles Netzwerk bilden kann. Am besten benutzt du eine Metallschüssel, da Plastikbehälter Fettrückstände aufweisen können.



Was ist die Funktion des Zuckers?

In der Meringue-Masse ist mehr Zucker als Protein enthalten (Eiklar besteht ja zu 90% aus Wasser). Für die Bildung von Eischnee ist kein Zucker notwendig – massgeblich für die Bildung des Schaums ist das Protein vom Eiklar. Für das Backen der Meringue-Masse aber ist Zucker unerlässlich. Beim Erhitzen verdampft das Wasser aus der Meringue-Masse (daher steht in

Rezepten oft, dass man die Meringues „trocknet“), die Proteine gerinnen und der Zucker karamellisiert. Würde man den Eischnee ohne Zucker backen, würde der Schaum einfach in sich zusammenfallen. Ist aber Zucker vorhanden, bildet er ein starres Gerüst und die Luftkammern im Schaum bleiben als Löcher in der Struktur erhalten.

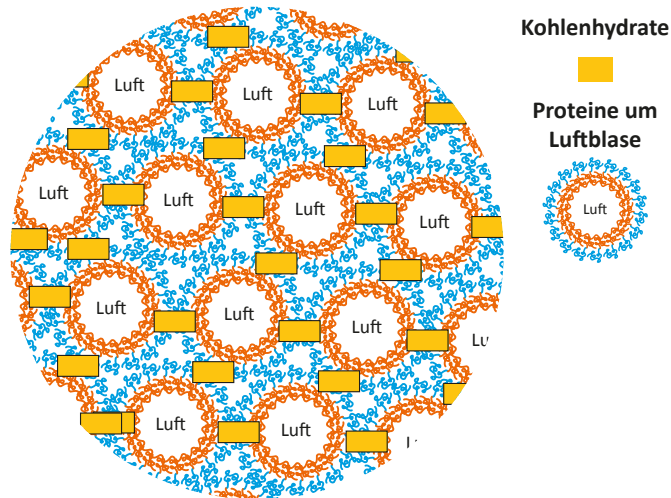


Abb. 35 Zucker gibt der Meringue Halt

Bei der Karamellisierung des Zuckers, während des Erhitzens der Meringue, entsteht eine Vielzahl von neuen chemischen Verbindungen. Diese Moleküle verbinden sich mit den Proteinen und untereinander und formen ein stabiles Gerüst, während das Wasser verdampft.

Hast du gewusst?



Meringues

Meringues sollen in der Schweiz erfunden worden sein, genauer: im bernischen Meiringen. Dort soll der italienische Konditor Gasparini um 1600 erstmals ein Dessert aus Zucker und Eischnee kreiert und nach dem Ort Meiringen „Meiring“ benannt haben. Die neue Kreation wurde auch im Ausland ein Erfolg und ist inzwischen vor allem unter dem französisierten Namen Meringue bekannt.

Hast du gewusst?



Eier-Code

Auf in Lebensmittelgeschäften eingekauften Eiern ist ein Code aufgedruckt. Die vorderste Ziffer gibt die Haltungsart an: 0 = Bio; 1 = Freiland; 2 = Bodenhaltung; 3 = Käfighaltung (in der Schweiz verboten). Danach kommt die Herkunft: CH = Schweiz; FR = Frankreich; etc. Die letzte Nummer kennzeichnet den Legebetrieb. L.Dat. gibt das Legedatum an.



3. Getreide und Zuckerpflanzen

Getreide und Zuckerpflanzen beliefern uns mit Kohlenhydraten, der Hauptenergiequelle der Zelle. Getrocknete Getreideprodukte sind lange haltbar. Nicht alle Kohlenhydrate können verdaut werden.

Herkunft

Zu den Getreiden zählen Weizen, Roggen, Dinkel, Hafer, Hirse, Mais, Gerste und Reis. Sie gehören alle zur Familie der Süßgräser. Die ersten Sorten wurden bereits vor 10000 Jahren angebaut. Haushaltszucker wird aus Zuckerrüben (19. Jhd.) oder tropischem Zuckerrohr (8000 v. Chr.) gewonnen. Kohlenhydratreich sind ausserdem Kartoffeln und Hülsenfrüchte.

Struktur

Getreide bestehen hauptsächlich aus Stärke. Dies ist ein Polysaccharid, d. h. eine Kette aus vielen (poly) Zuckerbausteinen (Saccharid). Cellulose, auch ein Polysaccharid, ist der Hauptbestandteil von pflanzlichen Zellwänden und entsprechend häufig vertreten. Die Zuckerbausteine von sowohl Stärke als auch Cellulose sind Glukosemoleküle. Der Haushaltszucker (Saccharose) ist ein Disaccharid, d. h. jedes Saccharose-Molekül besteht aus zwei Zuckerbausteinen – einem Glukosemolekül und einem Fruktosemolekül (Glukose und Fruktose werden auch als Traubenzucker bzw. Fruchtzucker bezeichnet).

Getreide lässt sich, ob als Korn oder als Mehl, auf viele verschiedene Arten verarbeiten. So entstehen Flocken, verschiedene Backwaren oder Brot. Gebackenes Brot ist eigentlich ein fester Schaum. Ein Proteinnetzwerk (Gluten), das beim Backen trocknet, formt eine stabile Struktur um die Luftblasen herum, die durch die Gärung entstehen.

Konservierung

Getreideprodukte sind je trockener desto haltbarer. Trockene Nudeln oder Reis zum Beispiel halten jahrelang, da sie kein Wasser enthalten. Brot hingegen wird innerhalb von wenigen Tagen von Schimmel befallen. Reine Saccharose ist praktisch unbegrenzt haltbar. Zucker wird genutzt, um andere Lebensmittel haltbar zu machen, z. B. Konfitüren. Aufgrund der Osmose entzieht der hohe Zuckergehalt den Mikroorganismen Wasser und sie sterben ab.

Konsum

Getreide ist für die meisten Menschen das Grundnahrungsmittel Nummer 1, sei es in Form von Hirsebrei, einer Reispfanne oder Brot. Teigwaren, süsse und salzige Backwaren bestehen hauptsächlich aus Getreide, aber auch in Saucen und Süssigkeiten finden sich die Kohlenhydrate. Zucker wird nicht nur Süssigkeiten zugesetzt, sondern auch Fruchjoghurt, Getränken, Saucen und sogar Wurst.

Verdauung

Kohlenhydrate, wie Saccharose und Stärke, werden durch Enzyme in ihre Zuckerbausteine zerlegt. Die dabei entstandene Glukose bildet die Hauptenergiequelle der Zellen. Sie wird z. B. für Muskel- und Gehirnarbeit gebraucht. Überschüssige Glukose wird im Muskel in Form von Glykogen gespeichert – das entspricht der Speicherung von Kohlenhydraten in Form von Stärke bei Pflanzen.

Tiere können Cellulose nicht selbst verdauen. Sie benötigen die Hilfe von Mikroorganismen, die sich in ihrem Verdauungstrakt aufhalten. Auch der Mensch besitzt keine Enzyme, die Cellulose abbauen können.

Vollkorn, d. h. Getreide, bei dem nur Spelzen und Grannen entfernt worden sind, ist sehr reich an Nahrungsfasern. Das bedeutet, dass ein grosser Anteil nicht vollständig verdaut werden kann (z. B. Cellulose). Hinsichtlich der Energieaufnahme spielen Nahrungsfasern vor allem indirekt eine Rolle, indem sie das Sättigungsgefühl steigern. Sie selbst führen dem Körper nur wenig Energie zu (8 kJ / 2 kcal pro Gramm). Ausserdem tragen sie durch ihre Eigenschaft, Wasser zu binden und aufzuquellen, zu einer gesunden Darmfunktion bei.

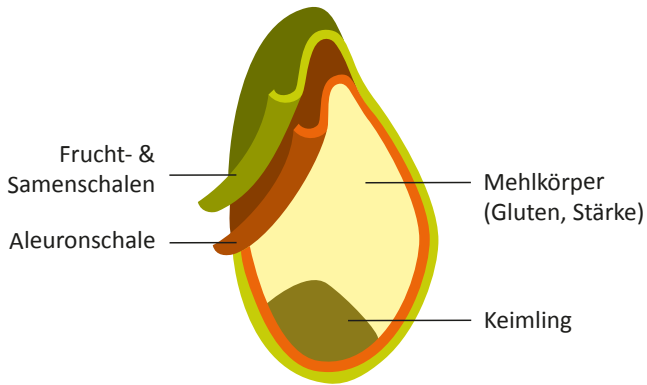
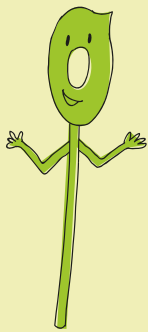


Abb. 36 Vereinfachtes Schema eines Getreidekorns

Ein Getreidekorn besteht aus dem stärke- und proteinhaltigen Mehlkörper, dem fetthaltigen Keimling und mehreren Schichten von Schalen (Frucht- und Samenschalen, proteinhaltige Aleuronschale). Bei Weissmehl wird nur der Mehlkörper gemahlen, bei Vollkornmehl das ganze Korn.

Hast du gewusst?



Zöliakie und Diabetes

Ausser Hirse, Mais, Reis und Buchweizen enthalten alle Getreidesorten mehr oder weniger Gluten (ein Proteingemisch, s. auch „Was bewirken Mehl und Eier im Spätzliteig?“). Das stellt für Menschen mit Zöliakie, einer Glutenintoleranz, die mit einer chronischen Entzündung des Dünndarms einhergeht, ein Problem dar, da Gluten in sehr vielen Nahrungsmitteln enthalten ist. Da es keine Heilung gibt, können nur mit einer konsequent glutenfreien Ernährung die Symptome bekämpft werden.

Kohlenhydrate und Zucker müssen bezüglich Qualität und Quantität insbesondere von Menschen beachtet werden, die an Diabetes erkrankt sind. Auch hier hilft eine ausgewogene Ernährung. Ausserdem wird je nach Diabetes-Typ Insulin verabreicht, ein Hormon, das den Zuckerhaushalt im Körper reguliert.

Hast du gewusst?



Die menschliche Nahrung stammt zu 75% aus nur 12 Pflanzensorten und 5 Tierarten.

Getreide und Zuckerpflanzen

Anbau



Weizen



Gerste



Roggen



Reis



Mais



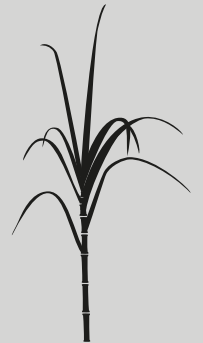
Hafer

Getreide

Zuckerpflanzen

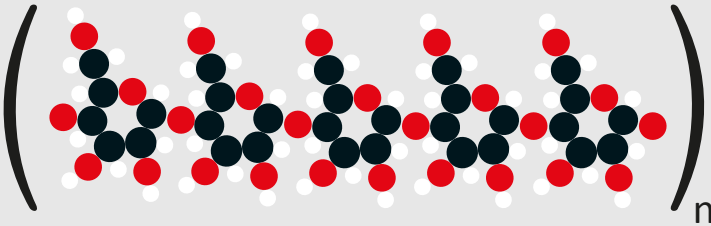


Zuckerrübe



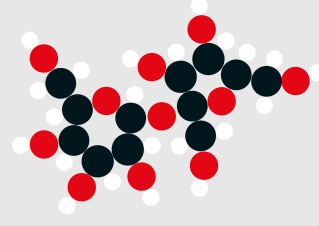
Zuckerrohr

Verarbeitung



Polysaccharide, z. B. Amylose

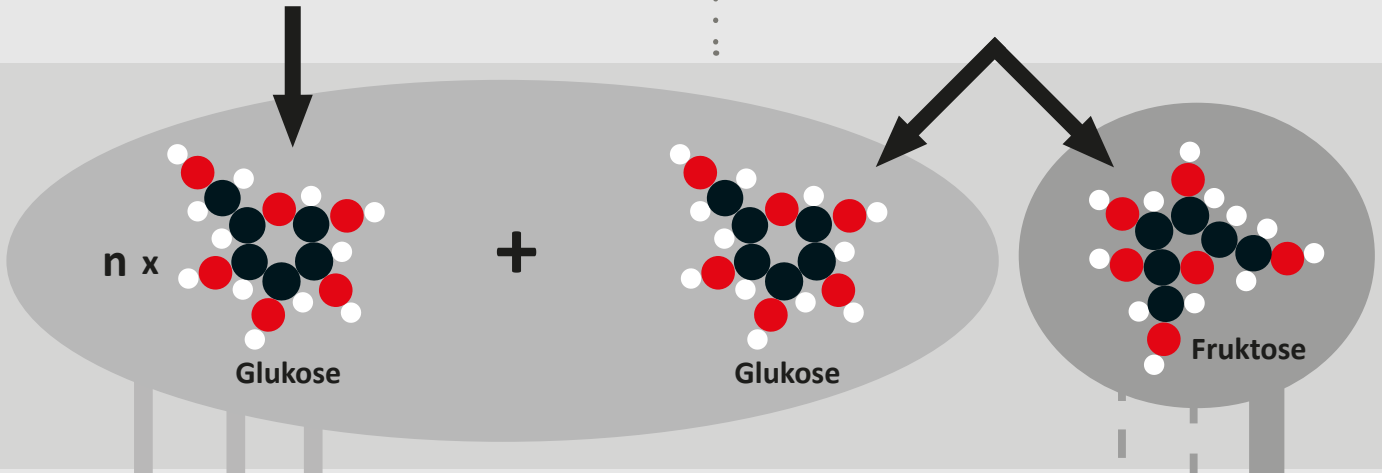
Langsame Verdauung, längeres Sättigungsgefühl
Graduelle bis schnelle Insulinausschüttung



Saccharose

Schnelle Verdauung
Schnelle Insulinausschüttung

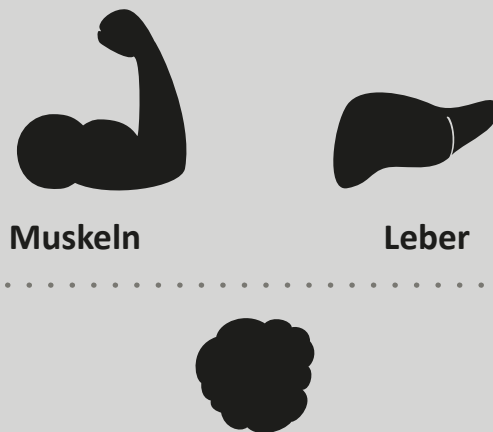
Abbau
im Körper



Funktion
im Körper



Speicherung
im Körper





Rezepte mit Getreide oder Zucker – Übersicht



3.1 Spätzli

Netzwerk aus Mehl und Ei



3.2 Crêpes

Goldbraun schmeckt's am besten



3.3 Gebrannte Caramel-Crème

Eine klebrig-komplizierte Geschichte



3.1 Spätzli – Netzwerk aus Mehl und Ei



Utensilien

- Herdplatte
- Pfanne
- Spätzlisieb
- Siebkelle
- Mixer oder Kochlöffel



Zubereitung für 4 Personen

Nährwert:
ca. 656 kJ / 153 kcal pro 100 g

| | |
|--|--|
| 500 g Mehl | } in Schüssel geben. Mit Kochlöffel oder Mixer einen zähflüssigen Teig herstellen. |
| 5 Eier | |
| Salz | |
| 1–2 Blätter frischen Bärlauch, gehackt | |
| 1 dl Milch | |
| weitere 1 dl Milch | nach und nach zugeben und solange schlagen, bis der Teig Blasen bildet. Wasser in einem grossen Topf mit Salz aufkochen lassen. |
| Gemüsebrühe | nach Belieben zufügen. Temperatur zurückschalten, Spätzlisieb auf Topf legen und Teig in 2 oder 3 Portionen daraufgeben und zügig durch die Löcher streichen. Wenn die Spätzli im Wasser obenauf schwimmen, mit einem Lochschöpfer herausnehmen, gut abtropfen lassen. |



Vorgehen



Zutaten



Der Teig muss zähflüssig sein



Teig durch die Löcher im Spätzlisieb streichen



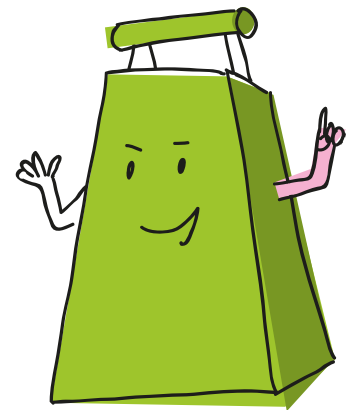
Spätzli mit dem Lochschöpfer aus dem Wasser holen



Was bewirken Mehl und Eier im Spätzliteig?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Woraus besteht Mehl?
- Was passiert, wenn Mehl mit Wasser benetzt und geknetet wird?

Ich
gebe dir ein
Stichwort:
Gluten!



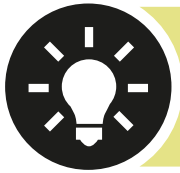
Hast du gewusst?



Strukturierter Teig

Wenn man zu lange knetet, kann man den Teig „überkneten“. Dabei brechen die Proteinstränge zu kürzeren Strängen und das Netzwerk kann die Stärkekörner nicht mehr einschliessen. Der Teig verliert dadurch an Struktur, wird wieder weicher und klebriger.

Die Qualität des gebackenen Brotes wird sowohl durch das Glutennetzwerk als auch durch die Stärke bestimmt. Gluten macht den Teig elastisch und gewährleistet, dass die Kohlendioxidblasen während der Gärung und des Backprozesses (Entstehung von Dampfblasen) nicht verloren gehen. Die Stärke gelatinisiert durch die Erhitzung und fixiert dadurch die endgültige Struktur des Brotes.



Was bewirken Mehl und Eier im Spätzliteig?

Mehl enthält Gluten und Stärke. Als Gluten bezeichnet man ein Proteingemisch, das im Samen von Gräsern wie Weizen, Gerste oder Roggen vorkommt. Es besteht hauptsächlich aus zwei Proteinfamilien, den Gliadinen und Gluteninen. Wird Mehl mit Wasser gemischt, gehen Gliadine und Glutenine Verbindungen miteinander ein. Während der Teig gemischt bzw. geknetet wird, bilden sich immer mehr solcher Verbindungen. Die Proteine formen ein elastisches Proteinnetz, das immer stärker wird. Dieses Glutennetzwerk gibt dem Teig Struktur und Elastizität.

Die Stärkekörner im Mehl werden vom Glutennetzwerk umschlossen, quellen aufgrund der Flüssigkeit

auf und füllen die Hohlräume aus. Je schneller das Glutennetzwerk gebildet wird und je stärker es ist, desto schwieriger ist es für die Stärke, im Kochwasser „herausgewaschen“ zu werden, und desto fester ist die Konsistenz der Teigwaren. Ein schwaches Glutennetzwerk, das z. B. bei sogenanntem weichem Mehl entsteht, hat klebrige und schleimige Nudeln zur Folge.

Die Eier geben den Teigwaren natürlich einen besseren Geschmack, das zusätzliche Protein trägt aber auch zu einer festeren Konsistenz bei und der Teig wird weniger klebrig. Wenn der Teig ins heisse Wasser fällt, quillt die Stärke auf und die Proteine **denaturieren***.

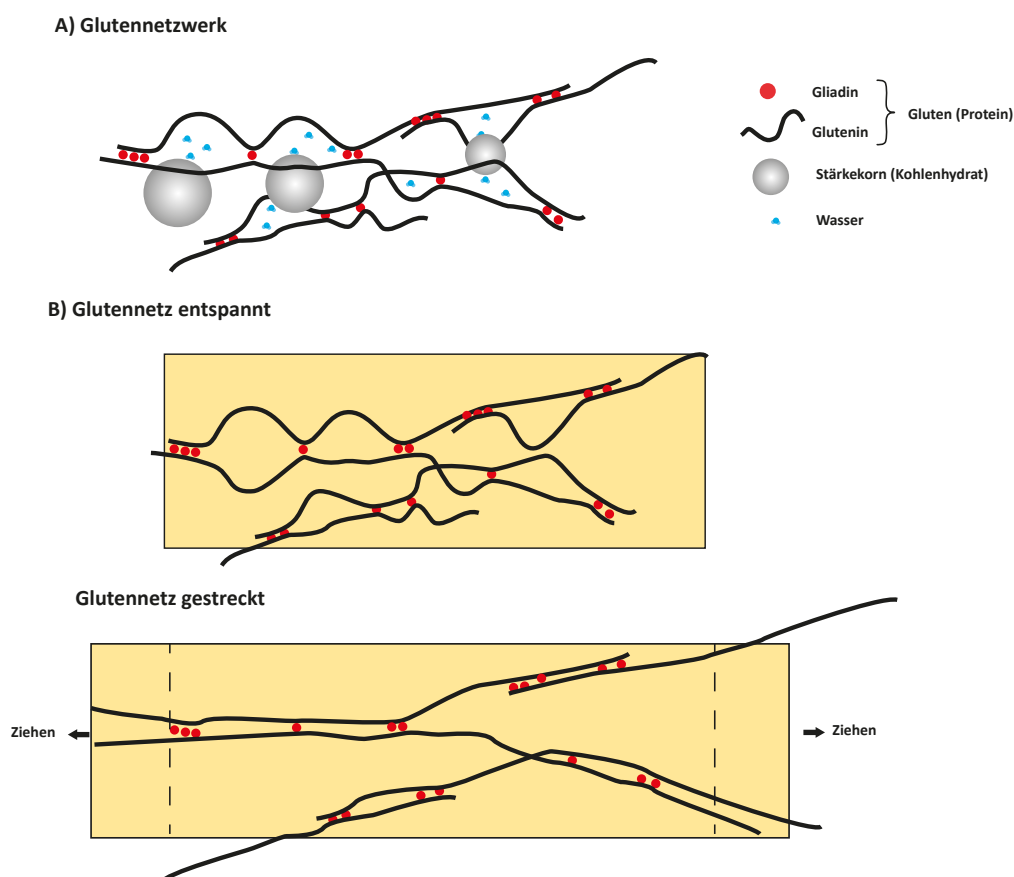


Abb. 37 Welche Funktion übernimmt Mehl im Teig?

Gluten, ein Proteingemisch in Mehl, bildet bei Zugabe von Flüssigkeit und Kneten ein elastisches Proteinnetz, in dem Stärke und Wasser eingebettet sind. Dieses Glutennetzwerk gibt dem Teig Struktur und Elastizität.

A) Gliadin und Glutenin bilden ein Netzwerk, in dem Wasser und Stärke eingebettet sind.

B) Zieht man am Teig, werden die Gluteninstränge gestreckt und verschieben sich gegeneinander. Das gibt dem Teig Elastizität.



3.2 Crêpes – Goldbraun schmeckt´s am besten



Utensilien

- Herdplatte
- Teflonpfanne
- Schüssel 25 cm
- Schwingbesen
- Pfannenwender



Zubereitung für 14–18 Crêpes von 20 cm Ø

Nährwert:
ca. 979 kJ / 234 kcal pro 100 gr

| | |
|------------------------------|---|
| 250 g Mehl | |
| ½ TL Salz oder | |
| 2–3 EL Zucker (süsse Crêpes) | in einer Schüssel mischen. Eine Mulde formen. |
| 4 Eier (= 210 g) | und |
| 6 dl Milch | verrühren, nach und nach zum Mehl hinzufügen, alles mit einem Schwingbesen verrühren. |
| 100 g Butter, geschmolzen | darunter mischen, bis der Teig glatt ist. Zugedeckt 30 Minuten bei Raumtemperatur ruhen lassen. |
| etwas Bratbutter | in einer beschichteten Bratpfanne erhitzen. Eine kleine Kelle voll Teig unter kreisenden Schwenkbewegungen in die Pfanne giessen, so dass der ganze Pfannenboden gleichmässig dünn mit Teig überzogen ist. Crêpe auf der ersten Seite hellbraun backen. Mit einer Bratschaufel oder durch „Aufwerfen in die Luft“ wenden. Zweite Seite nur kurz fertig backen. Auf einen vorgewärmten Teller geben, im auf 80 °C vorgeheizten Ofen warm stellen. |

Tipps

- Als Zutaten für süsse respektive salzige Crêpes eignen sich selbstgemachtes Kompott oder frische Beeren, Nutella, Konfitüren, Honig, Butter, Glaces usw. respektive Käse, Geschnetzeltes, Tomaten, Salat usw.
- Statt Bratbutter kann HOLL-Rapsöl verwendet werden.



Vorgehen



Zutaten



Eier und Milch in der Mulde aus Mehl
verrühren



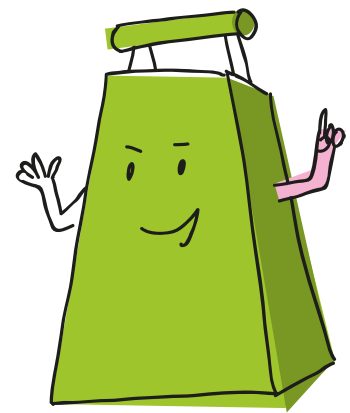
Crêpes von beiden Seiten anbraten

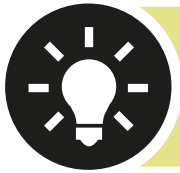


Maillard-Reaktion: Warum werden Crêpes beim Anbraten braun?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Welche Bestandteile der Crêpes reagieren bei Hitzezufuhr zusammen?
- Wie kommt der leckere Geschmack von Frittiertem und Geröstetem zustande?

Was haben
Crêpes, Pommes
Frites und Kaffee
gemeinsam?





Maillard-Reaktion: Warum werden Crêpes beim Anbraten braun?

Bei der Bräunung der Crêpes handelt es sich um eine chemische Reaktion. Beim Braten reagieren Aminosäuren und Kohlenhydrate wie Zucker und Stärke, die in Milch, Mehl und Ei vorhanden sind, zu neuen Verbindungen. Diese chemischen Reaktionen, die in mehreren Stufen ablaufen, fasst man unter dem Begriff Maillard-Reaktion zusammen. Bei der Maillard-Reaktion handelt es sich also nicht um eine, sondern um Tausende von möglichen Reaktionen, bei denen sich

eine Aminosäure mit einem Zucker über ein Zwischenprodukt zu Aromastoffen verbindet. Die Maillard-Reaktion ist nicht mit dem Karamellisieren zu verwechseln, obwohl beide Reaktionen gemeinsam stattfinden können. Die braunen Endprodukte der Maillard-Reaktion, die Amide, sind in jeder gebackenen, gerösteten oder gebratenen Speise vorhanden und sind für das typische Aroma und den typischen Geschmack verantwortlich.

Beispiel einer Maillard-Reaktion

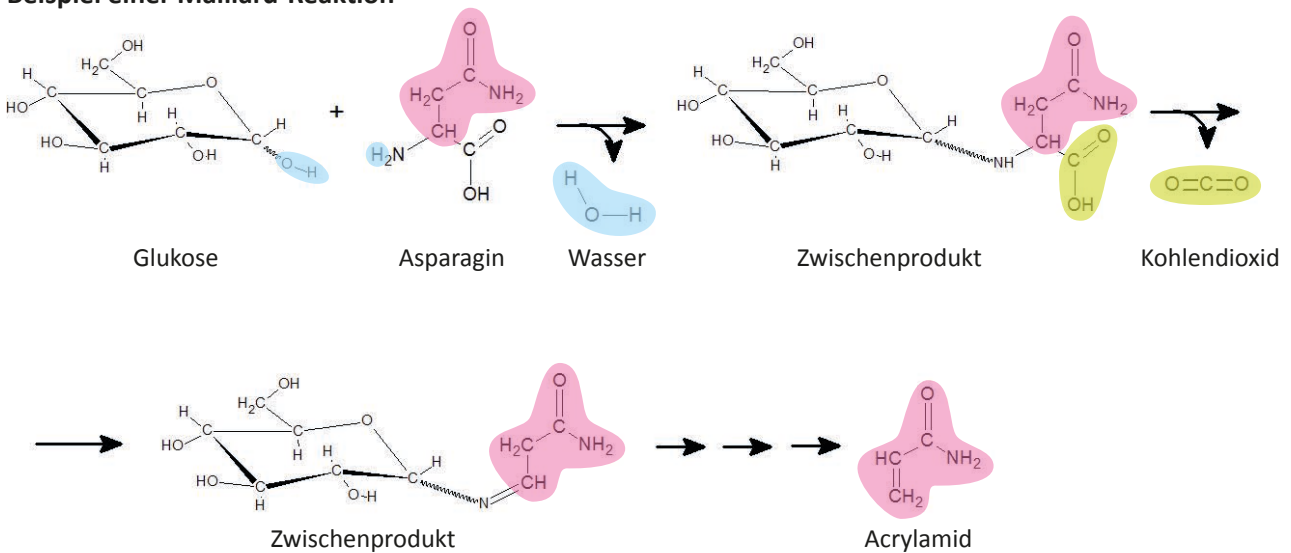


Abb. 38 Warum werden die Crêpes beim Anbraten braun?

Bei der Bräunung der Crêpes handelt es sich um eine chemische Reaktion, eine sogenannte Maillard-Reaktion: Ab etwa 140 °C verbinden sich unter Abspaltung von Wasser Glukose (ein Zucker) und Asparagin (eine Aminosäure). Es folgen weitere Schritte, woraus sehr viele, teilweise farbige, Verbindungen entstehen, wie z. B. Acrylamid. Viele dieser Verbindungen sind noch unbekannt. Diese Stoffe geben der Crêpe die bräunliche Färbung und den charakteristischen Geschmack.

Hast du gewusst?



Frittiertes mit Mass geniessen

Maillard-Reaktionen können auch zu unerwünschten Produkten führen. So entsteht bei grosser Hitze Acrylamid aus Glukose und der Aminosäure Asparagin (etwa in Kartoffel- und Getreideprodukten). Dieses steht im Verdacht, krebserregend zu sein, und stellte eine Zeitlang Pommes Frites und Pommes Chips in Frage. Viele Hersteller haben daraufhin ihre Produktionsverfahren umgestellt, so dass möglichst wenige der möglicherweise gesundheitsschädlichen Stoffe entstehen.



Maillard-Reaktion: Warum werden Crêpes beim Anbraten braun?

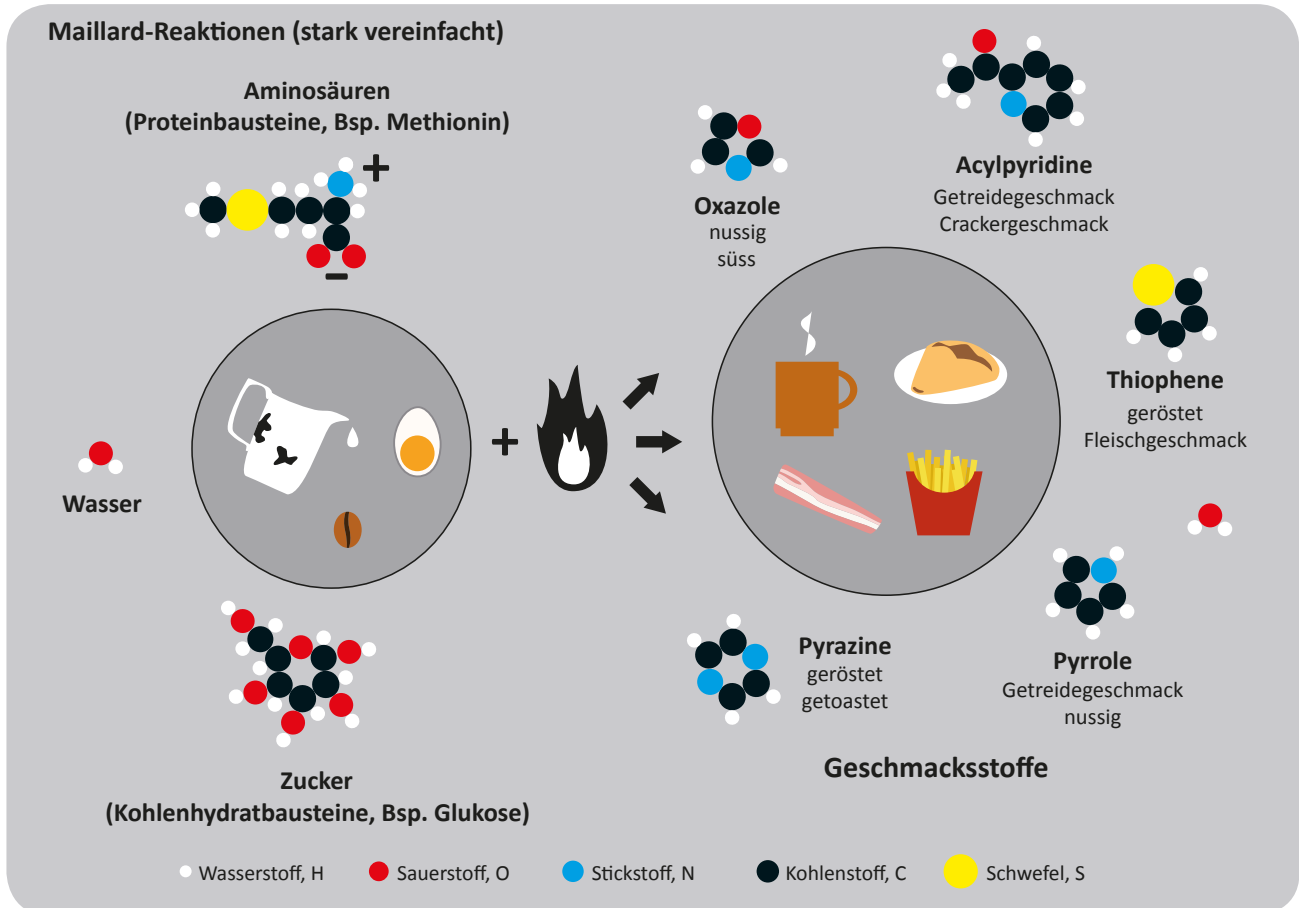


Abb. 39 Beispiele für Maillard-Reaktionen

Es gibt nicht eine Maillard-Reaktion, sondern Tausende. Werden Mischungen von Ausgangsstoffen wie Milch, Mehl, Eier, Fleisch oder Kartoffeln geröstet, gebacken, grilliert oder gebraten, gehen die darin enthaltenen Aminosäuren und Kohlenhydrate verschiedene Verbindungen miteinander ein und es entstehen unzählige neue chemische Verbindungen, die für Färbung und Geschmack des Endprodukts (Pommes Frites, Crêpes, Bacon, Kaffee, usw.) verantwortlich sind.

Hast du gewusst?



Braune Äpfel

Beim Apfel, der nach dem Aufschneiden braun wird, handelt es sich nicht um eine Maillard-Reaktion, sondern um eine enzymatische Reaktion. Enzyme, die aus den verletzten Zellen freigesetzt werden, beschleunigen die Oxidation (also die Reaktion mit Sauerstoff) von Substanzen im Apfel, die Phenole heissen. Dabei wird die angeschnittene Stelle braun. Um das zu verhindern, kann man entweder den Sauerstoff ausschliessen, indem man z. B. den Apfel in Klarsichtfolie verpackt, oder die Funktion der Enzyme beeinträchtigen, indem man Zitronensaft auf das Fruchtfleisch träufelt (die Säure behindert die Arbeit der Enzyme).



3.3 Gebrannte Caramel-Crème – Eine klebrig-komplizierte Geschichte



Utensilien

- Herdplatte
- Pfanne
- Schwingbesen
- Schutzbrille



Zubereitung für 4–6 Personen

Nährwert:
ca. 285 kcal pro Portion

| | |
|----------------------------------|--|
| 100 g Zucker | mit |
| 0.5 dl Wasser, kalt | in einer weiten Pfanne aufkochen. Köcheln, bis ein braunes Caramel entsteht. Achtung: Caramel darf nicht schwarz werden oder verkohlen! Pfanne von der Platte nehmen. Caramel mit |
| 0.5 dl Wasser, heiss | ablöschen und sofort zudecken. Achtung: Ablöschen verursacht zischende Dämpfe! Augen mit Schutzbrille schützen! Gesicht von Pfanne fernhalten! Pfanne auf die Platte zurückstellen. Caramel aufkochen und unter Rühren auflösen. |
| 5 dl Milch | ganz langsam zu |
| 1 gehäuften EL Maisstärke | hinzugeben und kräftig mit dem Schwingbesen verrühren, bis sich die Stärke gelöst hat. |
| 2 Eier | hinzugeben und rühren, Masse unter Rühren zum Caramel geben und unter ständigem Rühren bis zum Kochen bringen. Vollständig auskühlen lassen. |
| 1–1.5 dl Vollrahm | schlagen und unter die Crème ziehen. |

Tipps

- Die Crème lässt sich 2–3 Tage zugedeckt im Kühlschrank aufbewahren.
- Die ausgekühlte Crème lässt sich in der Glacemaschine oder unter häufigem Rühren im Tiefkühler zu Caramelglace gefrieren.



Vorgehen



Zutaten



**Milch, Eier und Stärke
verrühren**



**Caramel ablöschen.
Gesicht und Augen schützen!**



**Ei-Milch-Stärke-Masse
zum Caramel geben**

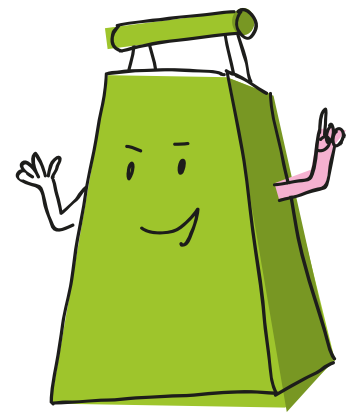




Wie entsteht Caramel?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Woraus besteht Caramel?
- Welche Art von chemischen Reaktionen führt zur Entstehung von Caramel?

Karamellisierung ist nicht gleich Maillard-Reaktion!

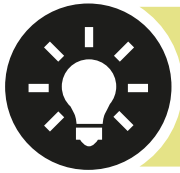


Hast du gewusst?



Caramelfarbe

Limonaden, Essig, Wurst, Konfitüre und andere Lebensmittel können mit Zuckercouleur gefärbt sein. Es handelt sich dabei um eine Lebensmittelfarbe, die durch Karamellisierung von Glukosesirup in Anwesenheit von Schwefelsäure und Ammoniak hergestellt wird.



Wie entsteht Caramel?

Zucker beginnt bei etwa 135 °C zu schmelzen, ohne sich zu verfärben. Ab etwa 150 °C beginnt das Karamellisieren, bei dem Farbe und Geschmack sich ändern. Bei 180–200 °C wird das Caramel goldbraun und entwickelt den typischen Caramelgeschmack.

Die chemischen Prozesse des Karamellisierens sind noch nicht vollständig geklärt. Es finden parallel mehrere Reaktionen statt. Vereinfacht gesagt, zerfällt der Zucker einerseits zu verschiedenen Produkten, andererseits

wird der Zucker entwässert und die Kohlenhydrate verbinden sich zu verschiedenen Oligomeren. Alle diese Verbindungen sind für die Färbung und den typischen Caramel-Geschmack verantwortlich.

Caramel besteht aus mehreren Tausend verschiedenen Stoffen, davon macht der Ausgangsstoff Zucker nur 10% aus! Wird Caramel zu stark erhitzt, zerfallen die Kohlenhydrate vollständig zu Wasser und Kohlenstoff, es verbrennt.

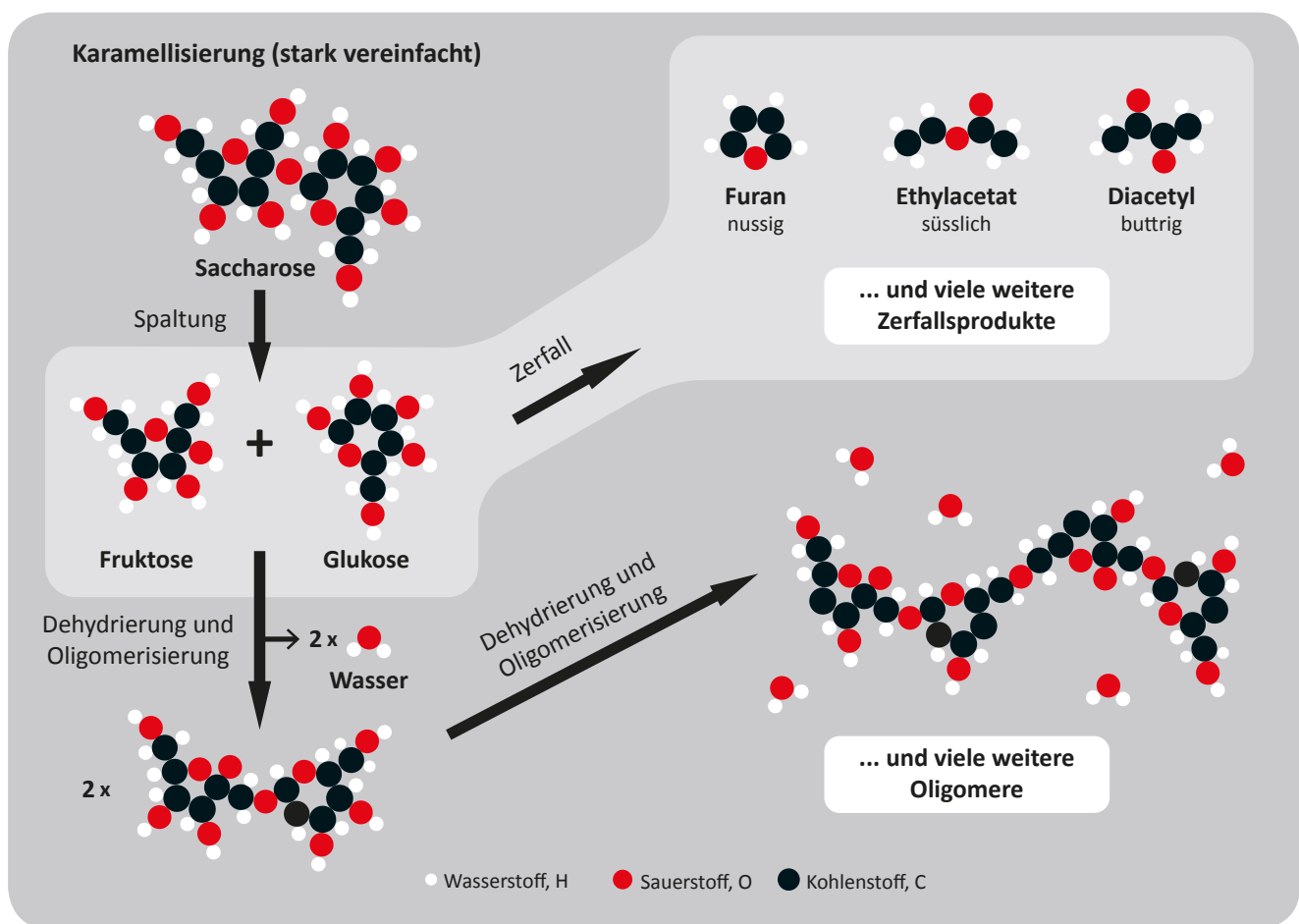


Abb. 40 Karamellisierung (vereinfacht)

In diesem Beispiel beginnt die Karamellisierung mit dem Zerfall der Saccharose zu Glukose und Fruktose. Die Zuckermoleküle zerfallen einerseits weiter zu verschiedenen neuen Molekülen. Andererseits verlieren sie Wasser und verbinden sich zu Oligomeren.

Caramelgeschmack: Bei der Karamellisierung von Saccharose entstehen Hunderte von aromatischen Verbindungen. Diacetyl ist ein wichtiger Geschmacksstoff, der in der ersten Stadien der Karamellisierung entsteht. Es ist für den buttrigen Geschmack verantwortlich. Ester (Bsp. Ethylacetat) bringen einen süßen rumähnlichen Geschmack. Furane haben einen nussigen Geschmack.



4. Emulgatoren

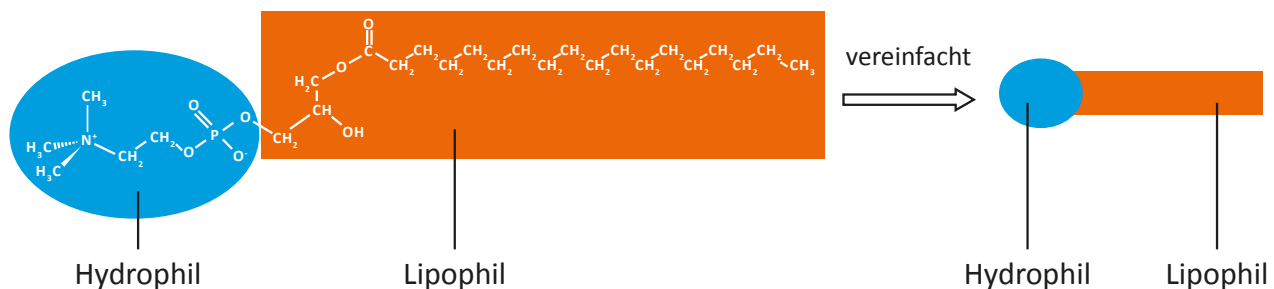
Emulgatoren werden verwendet, wenn die Trennung einer Öl-Wasser-Mischung in ihre Bestandteile verhindert werden soll. Dabei kann es sich um eine Salatsauce oder um eine Handcrème handeln.

Die wichtigste Eigenschaft eines Emulgators ist, dass er sowohl wasserliebend als auch fettliebend ist – je nachdem, welches Ende man sich ansieht. Diese Eigenschaft erzwingt eine bestimmte Anordnung dieser Moleküle in einem Öl-Wasser-Gemisch: Der wasserliebende Teil ragt ins Wasser, der fettliebende ins Fett hinein. Dabei bilden sich winzige Kugeln, sogenannte Mizellen, die zur Stabilisierung der Öl-Wasser-Mischung führen. Diese Mizellen enthalten Wasser und schwimmen in Öl oder sie enthalten Öl und schwimmen in Wasser. Da die Mizellen nicht miteinander verschmelzen können, bleiben Wasser und Öl gemischt,

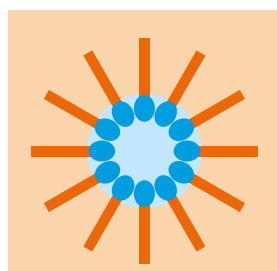
anstatt zwei getrennte Schichten zu bilden.

Emulgatoren werden in Lebensmitteln wie Mayonnaise, Schokolade oder Glace verwendet. Sie können natürlichen Ursprungs sein, wie z. B. Emulgatoren aus dem Eigelb, oder synthetisch hergestellt werden. Waschmittel und Seife enthalten auch Emulgatoren, meistens werden sie in diesem Zusammenhang „Tenside“ genannt. Hier wird der fetthaltige Schmutz in die Mizellen eingeschlossen und mit dem Wasser ausgewaschen. Salben enthalten Emulgatoren, da sie sowohl einen Fett- als auch einen Wasseranteil haben.

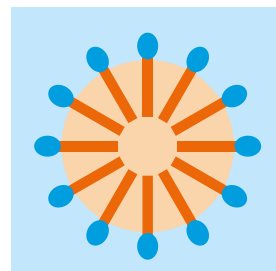
Emulgator Lysolecithin



Mizellen



Tensid-Mizelle: Wasser in Öl



Tensid-Mizelle: Öl in Wasser

Abb. 41 Ein Emulgator bildet Mizellen

Ein Emulgator, z. B. das Molekül Lysolecithin, besteht aus einem hydrophilen (wasserliebenden) und einem lipophilen (fettliebenden) Teil. Emulgatoren bzw. Tenside werden häufig als Stäbchen dargestellt, mit einem hydrophilen Köpfchen und einem lipophilen Schwänzchen. Diese Moleküle lagern sich so zusammen, dass ihre hydrophilen Teile ins Wasser und die lipophilen Teile ins Fett ragen. Dabei bilden sich winzige Kugeln, sogenannte Mizellen. Diese Mizellen enthalten Wasser und schwimmen in Öl oder sie enthalten Öl und schwimmen in Wasser. Da die Mizellen nicht miteinander verschmelzen können, bleiben Wasser und Öl gemischt, anstatt zwei getrennte Schichten zu bilden.



Rezepte mit Emulgatoren – Übersicht



4.1 Mayonnaise

Wie Emulgatoren ein Öl-Wasser-Gemisch stabilisieren



4.2 Mayonnaise Doppelemulsion

Wie man Fett durch Wasser ersetzt



4.1 Mayonnaise – Wie Emulgatoren ein Öl-Wasser-Gemisch stabilisieren



Utensilien

- Schwingbesen
- Schüssel 1–2 l
- Arbeitstemperatur: 20 °C



Zubereitung für 4 Personen

Nährwert:
ca. 366 kJ / 89 kcal pro Esslöffel (=12g)

1 Eigelb (Ei in Eigelb und Eiklar trennen – nur Eigelb wird für die Mayonnaise benötigt)

1 TL Zucker

1 EL Tafelessig

gründlich in Schüssel verrühren.

1 l Sonnenblumenöl oder Rapsöl

am Anfang tropfenweise zum Eigelb hinzufügen. Bevor man neues Öl zur Mayonnaise giesst, muss das vorherige Öl **vollständig** eingerührt werden! Nach und nach wird die Masse immer heller und dicker. Immer mehr Öl hinzufügen, bis die Mayonnaise steif wird, sich etwas von der Schüsselwand löst und an der Gabel hängen bleibt. Zum Schluss die Mayonnaise mit

Senf, Salz, Pfeffer und Zitronensaft

würzen

Wichtig

- Damit die Mayonnaise gelingt, sollten alle Zutaten Raumtemperatur haben, auch das Ei!



Vorgehen



Eigelb mit Essig verrühren



Öl zum Ei-Essig-Gemisch geben



Schlagen, bis sich eine helle, dicke Masse gebildet hat



Für eine leichtere Variante Joghurt hinzufügen



Tipps

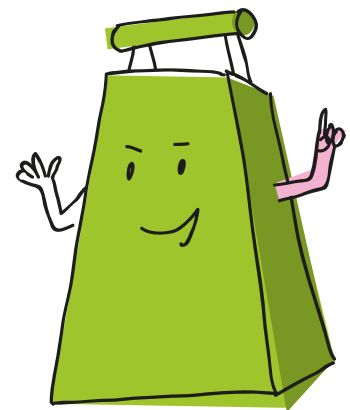
- Als Brotaufstrich verwenden, zu Kartoffeln essen, in Kartoffelsalat und Teigwarensalat rühren oder zu belegten Broten servieren.
- Mit Kräutern zur Remoulade erweitern oder mit Knoblauch zur Aioli.
- Variante kalorienreduzierte Mayonnaise: 80 g Joghurt Nature ungezuckert oder Magerquark in 150 g Mayonnaise des oben dargestellten Rezepts einrühren.
- Ungewürzte Mayonnaise ist eine hervorragende Masse für pflegende Gesichtsmasken.

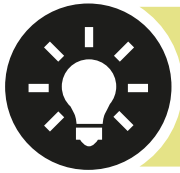


Öl trennt sich in der Mayonnaise nicht von der wässrigen Lösung. Wie ist das möglich?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Was bewirkt das Eigelb in der Mayonnaise?
- Was sind Mizellen? Vergleiche auch mit „Warum gerinnt Milch“.

Öl schwimmt normalerweise auf dem Essig auf.



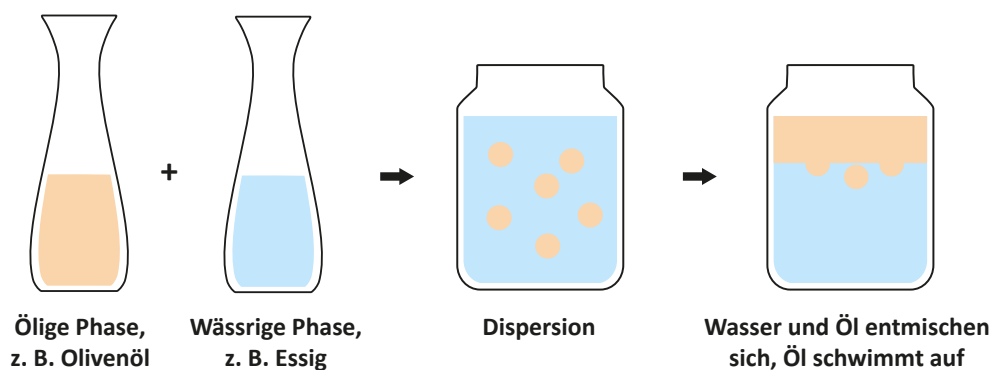


Öl trennt sich in der Mayonnaise nicht von der wässrigen Lösung. Wie ist das möglich?

Öl und Wasser sind normalerweise nicht mischbar. Sie trennen sich, wenn man sie zusammen in ein Gefäß gibt. Damit diese Trennung nicht passiert, braucht man einen Emulgator. Ein Emulgator ist ein Molekül, das aus einem hydrophilen (wasserliebenden) und einem lipophilen (fettliebenden) Teil besteht. In unserem Rezept verwenden wir Eigelb, da der Dotter Emulgatoren

enthält. Mit ihren lipophilen Abschnitten umschließen die Emulgatoren die Fetttropfchen und mit ihren hydrophilen Abschnitten ragen sie in den Essig. So sind die Fetttropfchen von einer hydrophilen Schicht umgeben und können nicht miteinander verschmelzen und eine auf dem Wasser schwimmende Schicht bilden – sie bleiben **dispergiert***.

Ohne Emulgator (Salatsauce)



Einfachemulsion (Mayonnaise)

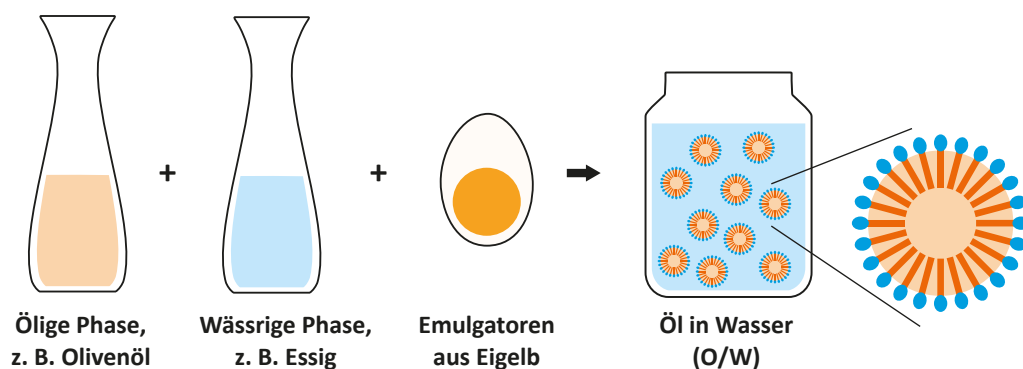


Abb. 42 Wie ist es möglich, dass sich das Öl in der Mayonnaise nicht von der wässrigen Lösung (Essig) trennt?

Lässt man eine einfache Salatsauce aus Öl und Essig stehen, schwimmt das Öl nach einer Weile obenauf. In einer Einfachemulsion (Bsp. Mayonnaise) sorgt der Emulgator dafür, dass diese Trennung nicht passiert. Ein Emulgator besteht aus einem hydrophilen (wasserliebenden) und einem lipophilen (fettliebenden) Teil (s. Abb. 41). Emulgatoren aus dem Eigelb umschließen mit ihren lipophilen Abschnitten die Fetttropfchen und mit ihren hydrophilen Abschnitten ragt sie in den Essig. So sind die Fetttropfchen von einer hydrophilen Schicht umgeben (s. Abb. 41) und können nicht miteinander verschmelzen und eine auf dem Wasser schwimmende Schicht bilden – sie bleiben dispergiert.



4.2 Mayonnaise Variante Doppelemulsion – Wie man Fett durch Wasser ersetzt



Utensilien

- Stabmixer
- Mikrowelle
- Schüsseln



Zubereitung für 250 g

Nährwert:
ca. 185 kJ / 45 kcal pro EL

Phasen: Wasser aussen / Öl / Wasser innen = W/O/W (40%/40%/20%)

A. Öl-Phase (O) (100 g)

| | |
|--------|--|
| 98.0 g | Sonnenblumenöl |
| 2.0 g | Emulgator PGPR (PolyGlycerin-PolyRicinoleat, E476 Palsgaard 4175) [#] |

Mischung A (O) mit Stabmixer **gut** rühren und Luftblasen entweichen lassen.

B. Wasser-Phase (W) innen (dispergiert, 100 g)

| | |
|--------|------------|
| 6.0 g | Zucker |
| 1.7 g | Salz |
| 5.0 g | Tafelessig |
| 87.3 g | Wasser |

Mischung B (W) mit Stabmixer mischen.

C. Wasser-Phase (W) aussen (kontinuierlich, 50 g)

| | |
|--------|-----------------|
| 26.5 g | Eigelb |
| 6.0 g | Thomy Senf mild |
| 3.0 g | Zucker |
| 0.5 g | Salz |
| 7.0 g | Tafelessig |
| 7.0 g | Wasser |

Mischung C (W) mit Stabmixer mischen.

Mischung B

langsam in Mischung A einrühren und mit Stabmixer mischen.
→ Es entsteht eine weisse Emulsion AB (Wasser in Öl, W/O).

Emulsion AB

langsam in Mischung C mit Stabmixer einmischen. → Es entsteht eine cremige W/O/W Doppelemulsion: eine Mayonnaise mit 40% weniger Öl-Gehalt.

Mayonnaise im Kühlschrank lagern und innerhalb von 3 Tagen verzehren.

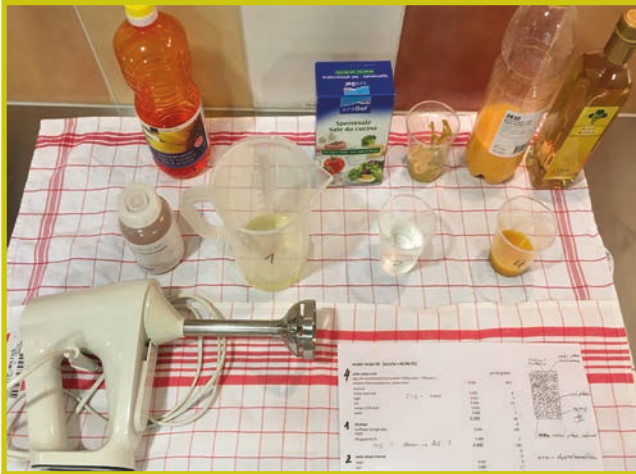
Wichtig

- Damit die Mayonnaise gelingt, sollten alle Zutaten Raumtemperatur haben, auch das Ei!

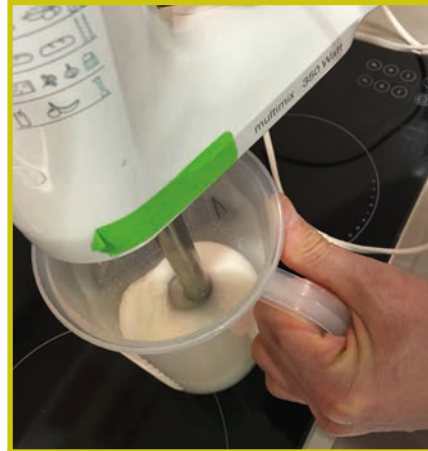
[#]Bestellen bei DKSH Switzerland Ltd., Roberto Lovecchio, +41 44 386 7272, roberto.lovecchio@dksh.com, dksh.com/ch-de/home oder Palsgaard A/S, +45 7682 7682, direct@palsgaard.dk, www.palsgaard.com



Vorgehen



Zutaten



Mischung A mit Stabmixer rühren



Eigelb in Mischung C hinzufügen



Emulsion AB zu C geben und mit Stabmixer rühren



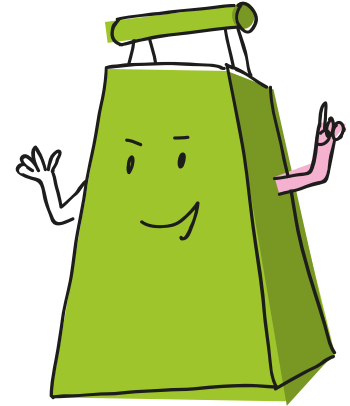
Am Schluss entsteht eine helle, steife Masse



Wie unterscheidet sich eine Doppemulsion von einer Einfachemulsion?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Welche zwei Schritte braucht es, damit eine Doppemulsion entsteht?

Wie viele Phasen haben wir hier?





Wie unterscheidet sich eine Doppelemulsion von einer Einfachemulsion?

Im ersten Mayonnaise Rezept haben wir eine Einfachemulsion hergestellt, nun eine Doppelemulsion. Der Unterschied ist, dass in der Einfachemulsion eine Phase (z. B. Wasser) in einer zweiten Phase (z. B. Öl)

dispersiert ist, während in der Doppelemulsion die zweite Phase (Öl) wiederum in der ersten Phase (Wasser) gelöst ist. Das ergibt eine W/O/W (Wasser-Öl-Wasser) Doppelemulsion.

Doppelemulsion (fettreduzierte Mayonnaise)

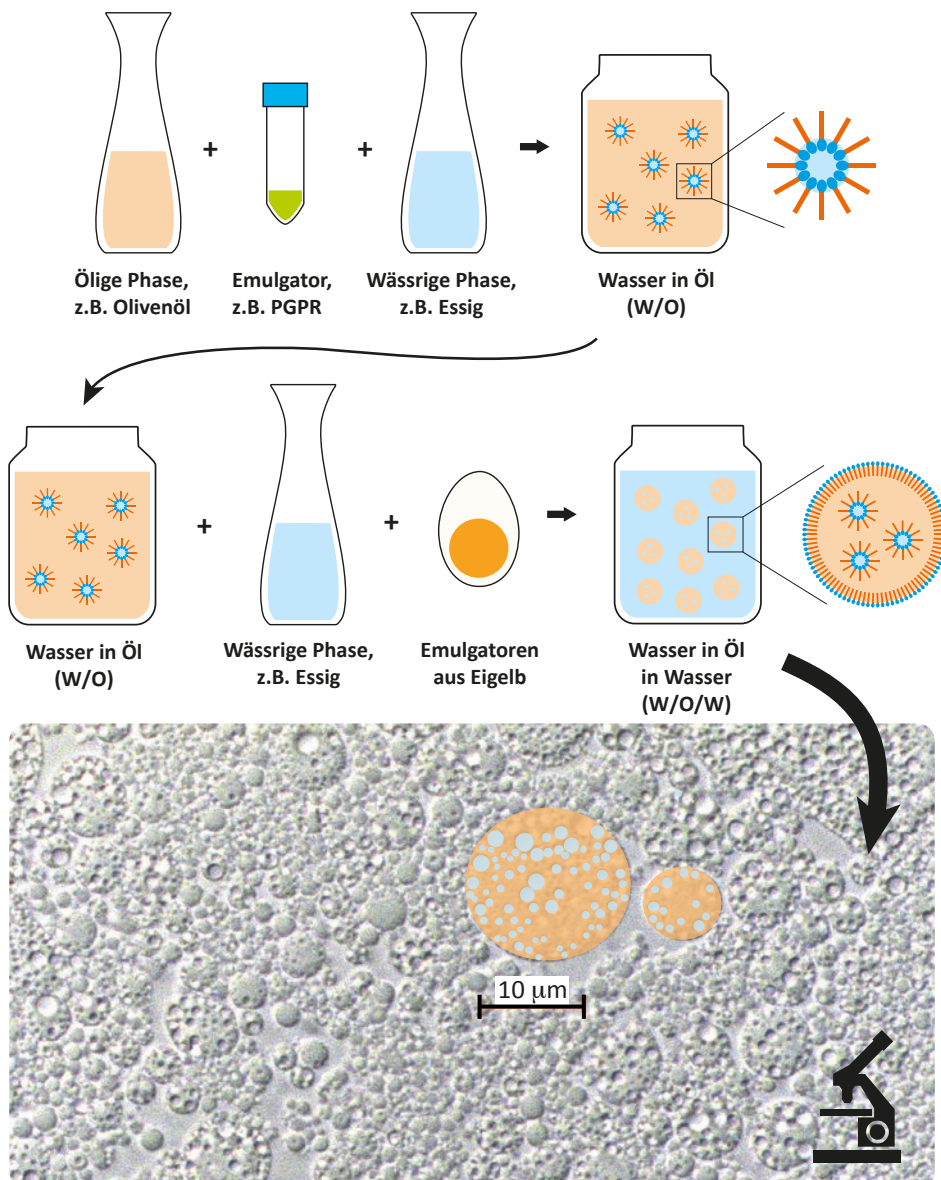


Abb. 43 Vergleich Einfachemulsion und Doppelemulsion

In unserer Doppelemulsion sorgt der Emulgator PGPR dafür, dass sich von Öl umschlossene Essigkügelchen bilden. Diese Essig-in-Öl-Emulsion kann wiederum in einer Essigphase dispersiert werden, wenn ein weiterer Emulgator, das Eigelb, zugegeben wird. Nun entsteht eine wässrige Lösung (Essig), in der Ölkügelchen schwimmen, in denen wiederum Essigkügelchen schwimmen. Das ergibt eine W/O/W Doppelemulsion (Wasser-Öl-Wasser). Unten: W/O/W Doppelemulsion unter dem Lichtmikroskop; Vergrößerung 1 cm/10 µm = 1000-fach.



5. Geliermittel

Ist die Suppe zu dünn und zerläuft das Fruchtgelée, muss ein Geliermittel her, das die Flüssigkeit bindet und die Konsistenz korrigiert. Solche Geliermittel bzw. Binde- oder Verdickungsmittel bestehen meistens aus Kohlenhydraten.

Herkunft

Geliermittel sind meistens pflanzliche Kohlenhydrate (z. B. Alginate, Agar, Pektin, Stärke), sie können aber auch aus tierischem Protein (Gelatine, Eigelb) stammen.

Struktur

Geliermittel sind hochmolekulare Stoffe (d. h. sie bestehen aus Makromolekülen, also langen Molekülen), die viel Wasser binden können. Sie werden einer Flüssigkeit beigegeben, um ihr eine gallertartige Konsistenz zu verleihen. Die Moleküle bilden dabei ein Netzwerk, das die Flüssigkeit einschliesst und sie zu einem elastischen Gel stabilisiert. Geliermittel können auch als Bindemittel zur Verdickung von Flüssigkeiten führen, es handelt sich dann dabei um sehr wasserhaltige, dickflüssige (viskose) Gele.

Konservierung

Ein Gel nachträglich zu konservieren ist nicht einfach, da es durch eine Hitzebehandlung verflüssigt würde. Eine Ausnahme bildet Agar (s. Himbeer-Gelée „Hast du gewusst“). Man kann aber ein Gel unter sterilen Bedingungen herstellen (z. B. gekochte Konfitüre in

sterile Gläser abfüllen).

Bleibt ein Gel länger stehen, kann etwas Flüssigkeit austreten, ohne dass das Gel zusammenbricht. Beim Pudding kann man z. B. beobachten, dass mit der Zeit etwas Wasser abgeschieden wird. Auch beim Joghurt kann eine Wasserschicht oben aufschwimmen. Das Produkt ist aber weiterhin genießbar, sofern das Verfallsdatum nicht überschritten wurde.

Konsum

Geliermittel werden in Fruchtgelée, Pudding und Konfitüre, Bindemittel in Saucen, Suppen, Crèmes, Glace und Gummibärchen verwendet.

Geliermittel bzw. Bindemittel werden vielen energieverminderten Produkten („Light“) zugesetzt, da durch den niedrigen Fettgehalt die Konsistenz des Lebensmittels zu flüssig wird.

Ausserdem kann mittels Gelier- bzw. Bindemitteln der Gehalt an wertvolleren Zutaten verringert werden.

Verdauung

Viele Gelier- bzw. Bindemittel sind für uns unverdaulich und gelten daher als Nahrungsfasern. Entsprechend besitzen sie keinen Nährwert.

Allgemeinprinzipien Gel:

- Es braucht lange Ketten
 - i. kurze Moleküle können kein Gel bilden
 - ii. dabei kann es sich um Proteine oder Polysaccharide handeln
- Die Ketten müssen miteinander vernetzt werden
 - i. mittels Ionen (s. Rübliperlen/Alginat)
 - ii. mittels Hitze (s. Gummibärchen/Gelatine)
- Wasser wird im Netzwerk eingeschlossen

Hast du gewusst?



Gel ausserhalb der Küche

Babywindeln sind mit saugfähigen Kügelchen bepackt, die aus einem speziellen Kunststoff bestehen, einem „Super-Absorber“. Dieser Kunststoff liegt in Form langer Molekülketten vor, die sich zu einem losen Netzwerk zusammenlegen. Wassermoleküle finden in den Zwischenräumen des Netzwerks Platz und werden an den Kunststoffmolekülen fest gebunden, so dass sich ein Gel bildet.



Rezepte mit Geliermitteln – Übersicht



5.1 Gummibärchen

Zähe Kerlchen



5.2 Himbeer-Gelée

Glatt und fest dank Algen



5.3 Rüebliperlen

Soft in Kugelform



5.4 Vanillepudding

Kochen macht den Pudding fest



5.1 Gummibärchen – Zähe Kerlchen



Utensilien

- Schüssel für Gelatine
- Pfanne
- Waage
- Schwingbesen
- Förmchen



Zubereitung für 250 g

Nährwert:
ca. 1450 kJ / 341 kcal pro 100 g

36 g Gelatine (16 Blatt à 2.4 g) in Streifen schneiden und 10 min in

kaltem Wasser einweichen.

Herstellung von invertiertem Zucker (kristallisiert nicht!):

200 g Zucker in

100 ml Wasser auflösen.

2 TL Zitronensäure zugeben und kurz aufkochen. Aufgeweichte Gelatine in warme Zuckerlösung einrühren, bis sich die Gelatine vollständig auflöst. Nach Belieben mit

Farb- und Aromastoffen

ergänzen.

Warme Lösung in Förmchen giessen und 2 Stunden abkühlen lassen.

Hast du gewusst?



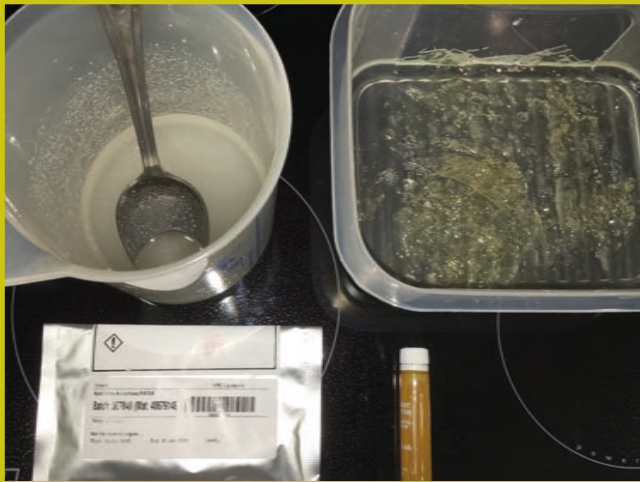
Invertierter Zucker

Rohrzucker (Saccharose) ist ein Disaccharid, das aus einem Molekül Glukose (Traubenzucker) und einem Molekül Fruktose (Fruchtzucker) besteht, die miteinander verbunden sind. Wird Saccharose erhitzt und/oder wird Säure zugesetzt, spaltet sich die Bindung zwischen Glukose und Fruktose. Dieses Gemisch von freien Glukose- und Fruktose-Molekülen nennt man Invertzucker. Invertzucker kristallisiert weniger leicht als Rohrzucker, da Fruktose stark hygroskopisch* ist (sie nimmt leicht Feuchtigkeit aus der Umgebung auf).

Der Begriff Invertzucker bzw. invertierter Zucker hat mit den optischen Eigenschaften des Zuckers zu tun. Bei polarisiertem* Licht breiten sich die Lichtwellen in nur einer Ebene aus. Manche durchsichtigen Materialien drehen die Polarisationsrichtung des Lichts, so auch Saccharose, Glukose und Fruktose. Da Glukose und Fruktose zusammen das Licht in die entgegengesetzte Richtung drehen (Inversion) als Saccharose, spricht man von Invertzucker.



Vorgehen



Zutaten



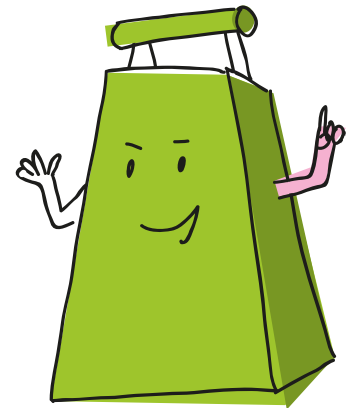
Gelmasse in Förmchen giessen



Warum geliert das Wasser?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Was ist Gelatine?
- Was passiert, wenn Gelatine erhitzt wird und wieder abkühlt?

Ist Gelatine ein Protein oder ein Kohlenhydrat?





Warum geliert das Wasser?

Dem Wasser wird Gelatine zugesetzt, ein Gemisch aus tierischem Protein, hauptsächlich Kollagen. Gelatine ist zunächst fest, da die Kollagenmoleküle hochgeordnet vorliegen, indem sich jeweils drei Kollagenstränge umeinander winden. Beim Erhitzen in einer Flüssigkeit schwingen die Moleküle so stark, dass die Kollagenstränge sich trennen – die Gelatine wird flüssig (im Unterschied zum Eiklar, das beim Erhitzen fest wird).

Beim Abkühlen nähern sich die langen Kollagenmoleküle einander wieder und bilden ein unregelmässiges Netz. Dabei wird die Flüssigkeit im Netzwerk gefangen und es bildet sich ein Gel. Wird das Kollagen mit Enzymen behandelt und verdaut, können sich die Stränge nicht mehr zusammenlagern, und eine Gelierung ist nicht mehr möglich.

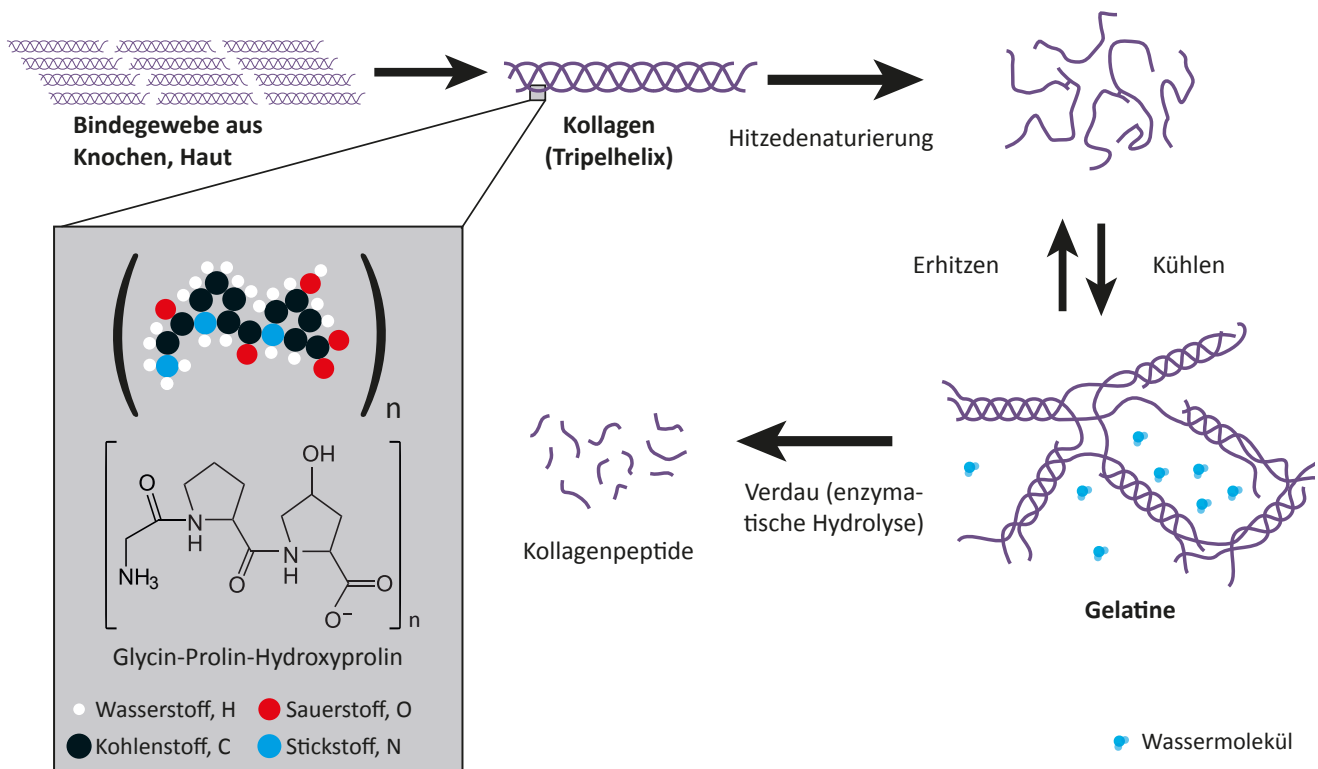


Abb. 44 Gelierung mit Gelatine

Bei Hitze trennen sich die Kollagenstränge und die Gelatine wird flüssig. Beim Abkühlen bilden die Kollagenstränge ein unregelmässiges Netzwerk, in dem Wasser eingelagert wird, und es entsteht ein Gel. Enzyme können die Kollagenstränge in kleinere Stücke schneiden, man sagt: „Sie hydrolysieren das Kollagen“. Danach ist eine Gelbildung nicht mehr möglich. Der Ausschnitt zeigt stilisiert den Grundbaustein von Kollagen: eine Abfolge der Aminosäuren Glycin, Prolin und Hydroxyprolin.

Hast du gewusst?



Warum zergehen Gummibärchen im Mund?

Die Gelierung durch Gelatine ist reversibel, d. h., wenn die Gelatine erwärmt wird (z. B. auf Körpertemperatur im Mund), bildet sich das Netzwerk zurück und lässt die gefangene Flüssigkeit wieder frei – das Gummibärchen löst sich quasi auf.



5.2 Himbeer-Gelée – Glatt und fest dank Algen



Utensilien

- Stabmixer
- evtl. Sieb
- Pfanne



Zubereitung für 4 Personen

Nährwert:
ca. 324 kJ / 79 kcal pro Portion

| | |
|-----------------|---|
| 250 g Himbeeren | pürieren, nach Bedarf Kerne durch Sieben entfernen. |
| 50 g Zucker | und |
| 4 g Agarpulver | zu |
| 100 g Wasser | geben und für 2–3 min kochen. Mit dem Himbeerpüree mischen und für 2–3 min bei geringer Hitze köcheln. In kleine Dessertbehälter transferieren. |

Tipp

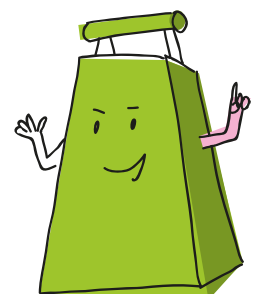
- Zu Vanilleglace mit etwas Schlagrahm servieren.
- Der Agar verleiht dem Himbeerpüree eine geschmeidige Textur.



Warum wird das Himbeerpüree fest?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Was ist Agar?
- Was passiert, wenn Agar erhitzt wird und wieder abkühlt?

Was ist ein Gel?





Vorgehen



Himbeeren mit dem Stabmixer pürieren



Agar hinzufügen



Warum wird das Himbeerpüree fest?

Dem Himbeerpüree wird Agar zugesetzt, ein Polysaccharid, das aus Agarose und Agaropektin besteht. Er wird aus den Zellwänden einiger Algenarten (vor allem Rotalgen) gewonnen. Agar wird in der Lebensmittelindustrie als Verdickungsmittel (z. B. in Suppen, Glace) verwendet. Er wird aber auch in der Forschung als

Nährboden für Mikroorganismen (Petrischalen) eingesetzt. Agar, der in der erhitzten Lösung in Form von wirren Fäden vorliegt, bildet beim Abkühlen Doppelhelices, die sich zu einem losen Netzwerk aneinanderlegen und dem Gel Stabilität verleihen.

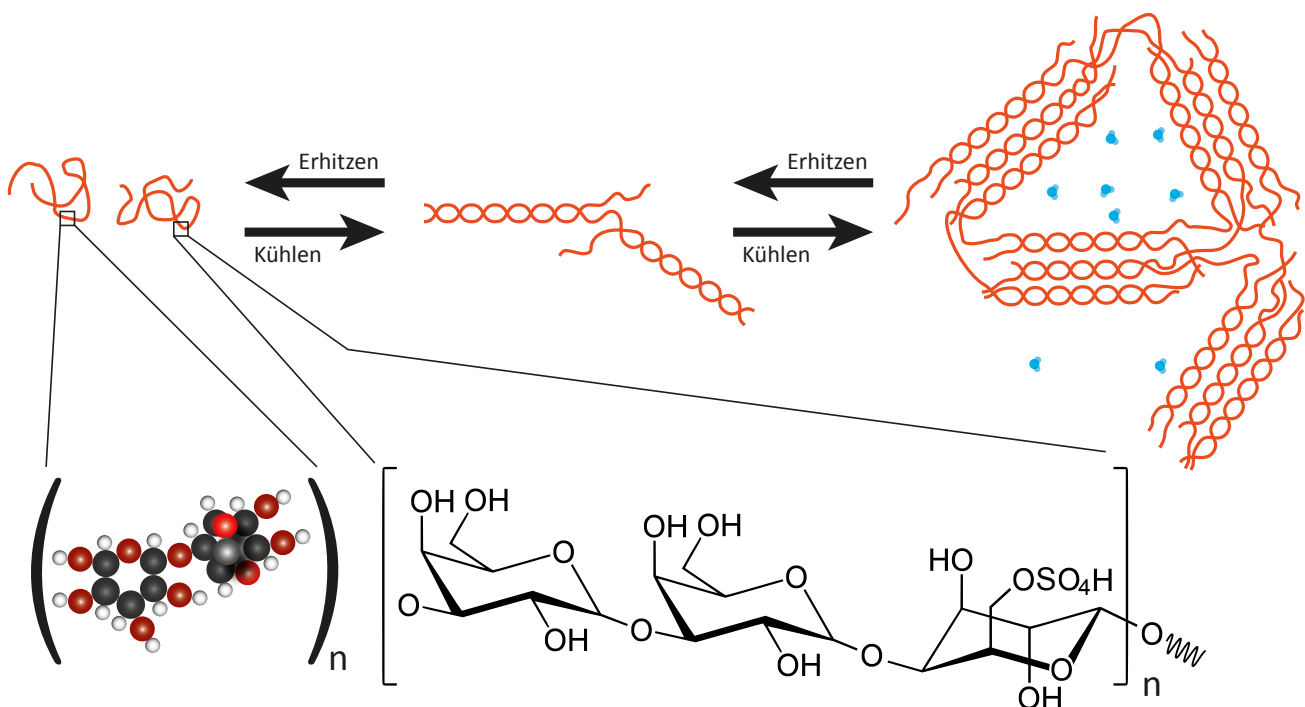


Abb. 45 Gelierung mit Agar

In der heißen Lösung liegen die Agarmoleküle in Form von wirren Fäden vor. Beim Abkühlen bilden die Moleküle Doppelhelices, die sich zu einem dreidimensionalen Netzwerk zusammenlegen und Wasser einlagern. Agar besteht aus Agarose (unten links) und Agaropektin (unten rechts).

Hast du gewusst?



Spezialfall Agar

Im Unterschied zu anderen Geliermitteln schmilzt Agar bei höheren Temperaturen als es geliert. In Japan ist Mitsumame beliebt, ein Obstsalat, der Geléewürfel enthält. Da der Obstsalat in Dosen sterilisiert wird, ist es wichtig, dass das Geliermittel dabei nicht schmilzt. Daher wird in Mitsumame Agar verwendet.

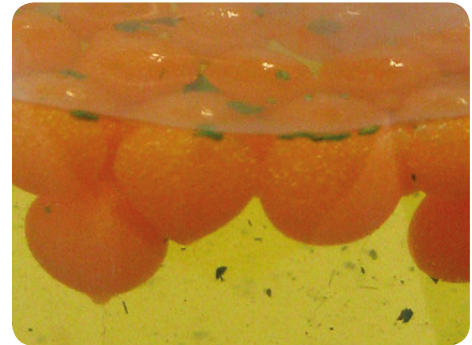


5.3 Rüebliperlen – Saft in Kugelform



Utensilien

- kleine Plastikpipette oder Spritze (aus der Drogerie/Apotheke)
- 2 kleine Schüsseln zum Abwiegen des Calciumlactats und des Alginats
- 2 mittlere Schüsseln für die Calciumlactat-Lösung und für das Wasserbad
- genaue Küchenwaage oder Löffelwaage
- Lochlöffel oder kleines Sieb, Teelöffel
- Messbecher 500 ml, Schwingbesen, Stabmixer



Zubereitung

Nährwert:
ca. 160 kJ / 39 kcal pro 100 g

Calciumlactat-Lösung

6 g Calciumlactat Pentahydrat zu

100 g Wasser

in der mittleren Schüssel geben und mit dem Schneebesen umrühren, bis es sich gelöst hat. Das kann einige Minuten dauern.

Rüeblisaft-Alginat-Lösung

1 g Alginat

in einer kleinen Schüssel abwiegen oder, wenn keine genaue Waage vorhanden ist, einen kleinen gestrichenen Teelöffel abmessen. Zu

110 g Rüeblisaft

zugeben und die Lösung mit dem Stabmixer für 2–3 Minuten mischen.

Eine mittlere Schüssel mit Wasser für das Wasserbad füllen.

Mit der Spritze bzw. der Pipette etwas Rüeblisaft-Alginat-Lösung aufziehen.

Einen Tropfen in die Calciumlactat-Lösung fallen lassen. Der Tropfen sollte blitzschnell zu einer festen Perle werden.

Perlen nach etwa 30 Sekunden mit dem Sieb oder dem Lochlöffel aus der Calciumlactat-Lösung herausholen und ins Wasserbad legen.



Vorgehen



Zutaten



Calciumlactat auflösen



**Rüebli-saft mit Alginat
mischen**



**Mit Spritze oder Pipette Tropfen der
Rüebli-saft-Alginat-Lösung in die
Calciumlactat-Lösung geben**



In Bouillon geniessen!



Tipp

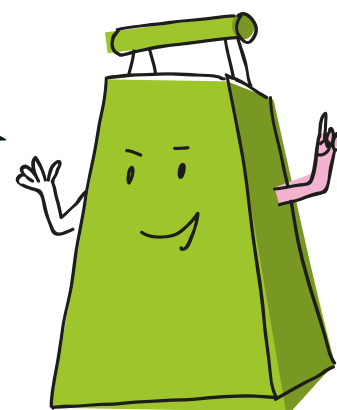
- Da die Rüeblisaftperlen auch bei Hitze fest bleiben, kann man sie als Einlage in einer Bouillon verwenden.
- Statt Rüeblisaft kannst du Cola Light (mit normalem Cola funktioniert die Reaktion nicht) oder Eis-tee ohne Zucker verwenden.

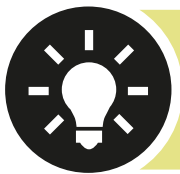


Warum geliert der Rüeblisaft?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Was ist Alginat?
- Warum braucht es Calciumlactat?

Calcium-Ionen sind
zweiwertig.





Warum geliert der Rüebli saft?

Dem Rüebli saft wird Alginat zugegeben, das sind lange Zuckerketten. Wird das Alginatpulver im Rüebli saft gelöst, liegen die Alginatketten als einzelne, zickzackförmige, negativ geladene Fäden vor. Wenn der Saft-Alginat-Tropfen in die Calciumlactat-Lösung gelangt, lagern sich sofort positiv geladene Calcium-Ionen an die Alginatketten an. Ein Calcium-Ion ist zweiwertig, d. h., es hat eine doppelte positive Ladung (Ca^{2+}). Dadurch kann es sich an zwei Alginatketten gleichzeitig anlagern. So werden die Alginatketten miteinander verbunden und bilden ein stabiles Netz. (Würden einwertige Ionen statt Ca^{2+} verwendet, würde sich kein Netzwerk bilden.)

Man spricht vom Eierschachtel-Prinzip, da die Calcium-Ionen wie Eier in einer Schachtel zwischen den

zickzackförmigen Ketten Platz nehmen. In diesem Netzwerk sind die Wassermoleküle eingelagert – ein Gel hat sich gebildet.

Diese Reaktion geschieht zunächst an der Oberfläche des Rüebli safttropfens, so dass er eine feste Aussenhaut bildet, während er im Inneren noch flüssig bleibt. In der Molekularküche nennt man diesen Prozess Sphärisierung (Sphäre bedeutet Kugel). Je länger der Tropfen in der Calciumlactat-Lösung bleibt, desto fester wird er. Deshalb werden die Perlen gleich ins Wasserbad gelegt. Aber auch dann kann es sein, dass die Perlen weiterhin fester werden. Das passiert, wenn das Wasser viel Calcium enthält, das die Sphärisierung weitertreibt.

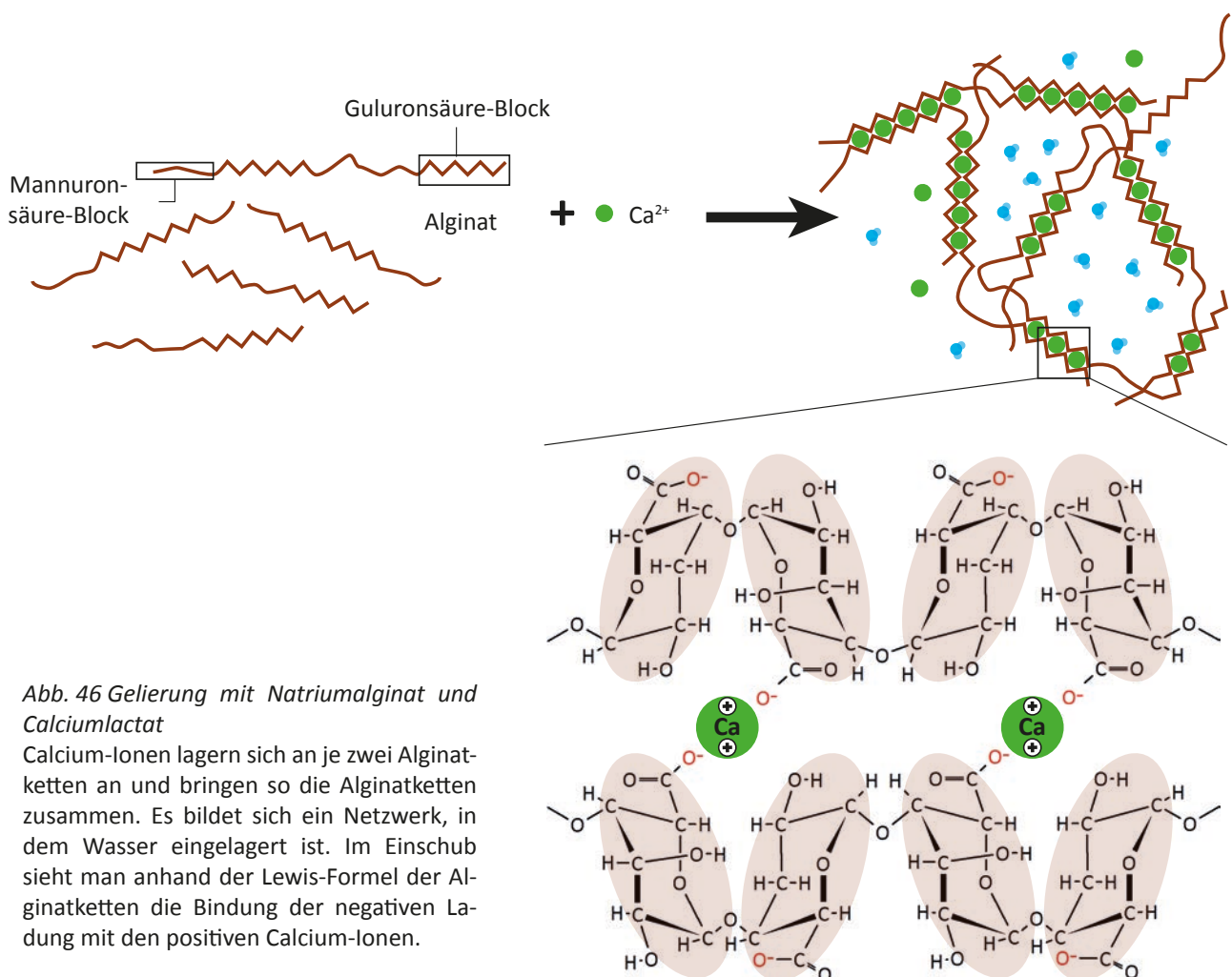


Abb. 46 Gelierung mit Natriumalginat und Calciumlactat

Calcium-Ionen lagern sich an je zwei Alginatketten an und bringen so die Alginatketten zusammen. Es bildet sich ein Netzwerk, in dem Wasser eingelagert ist. Im Einschub sieht man anhand der Lewis-Formel der Alginatketten die Bindung der negativen Ladung mit den positiven Calcium-Ionen.



Hast du gewusst?



Die Endung „-at“ bezeichnet in der Chemie Säuren. Alginat ist also die Alginsäure, Laktat die Milchsäure, Phosphat die Phosphorsäure.

Diffusion

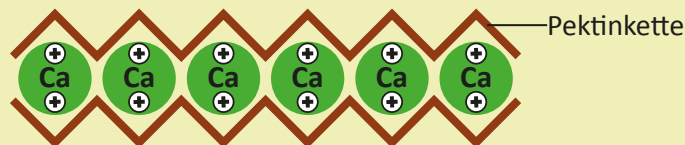
Dass die Rüebliperlen auch im Inneren fest werden, nachdem sich die Aussenhaut gebildet hat, zeigt, dass sich die Ca^{2+} Ionen nach innen bewegen. Das ist das Prinzip der Diffusion. Teilchen breiten sich von Regionen hoher Konzentration (also Regionen mit vielen Teilchen, wie die Umgebung des Alginattropfens) zu Regionen mit niedriger Konzentration aus (wie das Zentrum des Alginattropfens). Das kann man sich mit den Reisenden im Zug veranschaulichen. Auch sie verteilen sich auf die freien Plätze im ganzen Zug und zwingen sich nicht alle in ein Abteil.

Hast du gewusst?



Gelierzucker

Bei der Herstellung von Konfitüre wird meistens Gelierzucker verwendet. Neben Zucker enthält Gelierzucker Pektine. Pektine sind pflanzliche Polysaccharide, die ein Gel bilden können. Ähnlich wie beim Alginat benötigt man einen Zusatzstoff, damit sich die Pektinketten vernetzen. Dies können – wie beim Alginat – mehrwertige Kationen sein, also positiv geladene Ionen wie Ca^{2+} , oder eine Säure und Zucker.





5.4 Vanillepudding – Kochen macht ihn fest



Utensilien

- Herdplatte
- Pfanne
- Schwingbesen



Zubereitung für 4 Personen

Nährwert:
ca. 693 kJ / 169 kcal pro Portion

| | |
|-------------------|--|
| 25 g Maisstärke | in |
| 20 g Milch | einrühren und zur Seite stellen. |
| 380 g Milch | } in eine Pfanne geben und aufkochen. Kochende Mischung vom Herd nehmen und gelöste Maisstärke mit Schwingbesen einrühren. Kurz unter konstantem Rühren aufkochen, vom Herd nehmen und |
| 50 g Zucker | |
| 1 g Vanillezucker | |
| 15 g Butter | einrühren. In gewünschtes Geschirr giessen und abkühlen lassen. |

Tipp

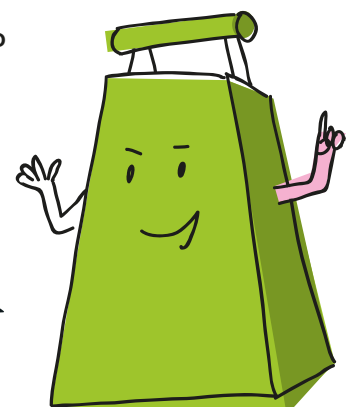
- Statt mit Vanillezucker kann das Rezept natürlich auch mit Schokolade durchgeführt werden.



Warum wird der Pudding gekocht?

- Erkläre mit einer Skizze und fasse zusammen.
- Welche Zutat bewirkt, dass der Pudding fest wird?
- Warum muss der Pudding wieder abkühlen?

Stärke ist in kaltem Wasser schlecht löslich.





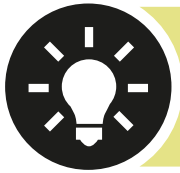
Vorgehen



Zutaten



Pudding unter Rühren aufkochen



Warum wird der Pudding gekocht?

Die Stärke sorgt dafür, dass die Milch fest wird. Stärke besteht aus Ketten von Glukose-Molekülen und

fungiert in Pflanzenzellen als Kohlenhydratspeicher in Form von Stärkekörnern.

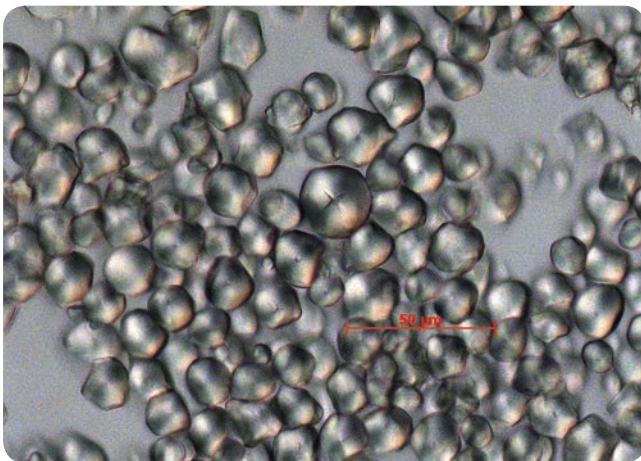


Abb. 47 Stärkekörner vor dem Kochen unter dem Lichtmikroskop; Vergrößerung $15\text{ mm}/50\text{ mm} = 300\text{-fach}$

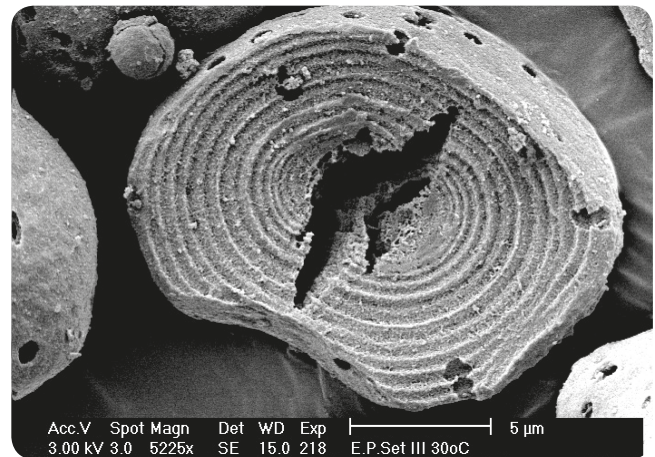


Abb. 48 Querschnitt eines Maisstärkekorns im Rasterelektronenmikroskop

Die einzelnen Schichten entsprechen unterschiedlichen Formen von Amylopektin (amorph und semikristallin).

Aufbau Stärkekorn

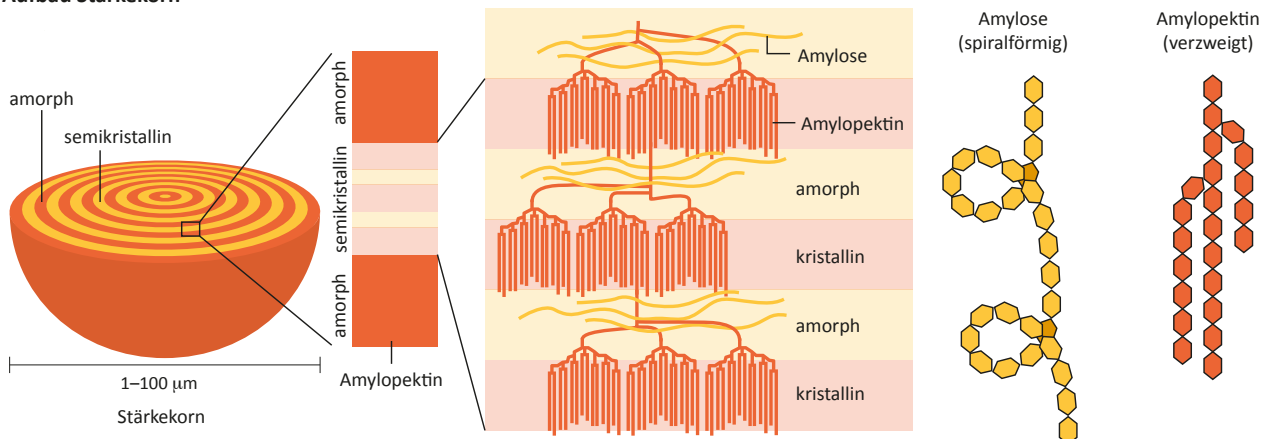
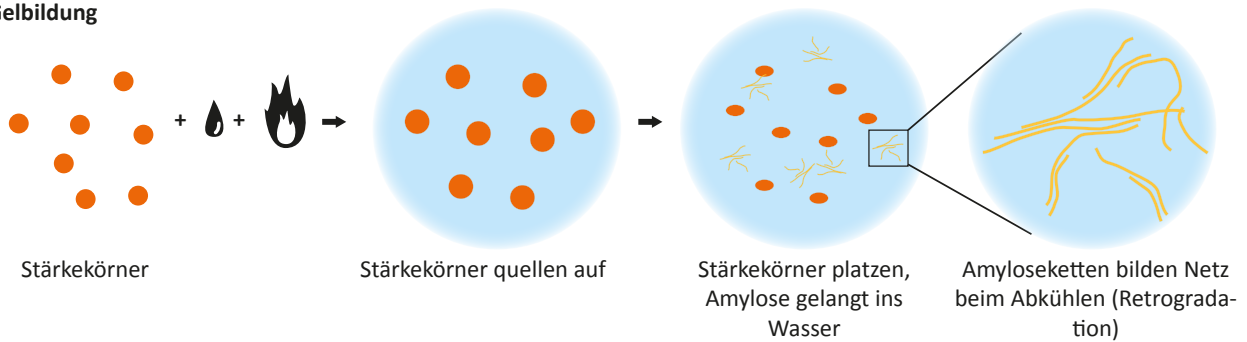


Abb. 49 Aufbau eines Stärkekorns

Ein Stärkekorn besteht zu etwa 80% aus verzweigten Glukoseketten, dem wasserunlöslichen Amylopektin (daher ist Stärke in Wasser schlecht löslich). Die restlichen 20% macht die wasserlösliche Amylose aus, die in Form von zu Spiralen (Helices) geschraubten Glukoseketten vorliegt.

**Gelbildung****Abb. 50 Gelbildung**

Wird die Stärke in wässriger Lösung erhitzt, kommt es zur sogenannten Verkleisterung: Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen lösen sich, die Stärkekörner quellen auf und die äusseren Schichten der Stärkekörner platzen auf. Amylose diffundiert ins Wasser und die Struktur des Korns wird aufgelöst. Die Lösung wird zähflüssig.

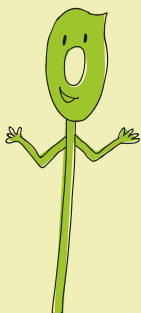
Wenn die Lösung abkühlt, beginnen die nun linearen Glukoseketten der Amylose sich parallel auszurichten und formen neue Wasserstoffbrücken untereinander. Wasser lagert sich dazwischen ein und ein Gel entsteht. Dieser Prozess heisst Retrogradation und wird von Temperaturen zwischen -8 und 8 °C gefördert.

**Abb. 51 Stärkekörner nach dem Kochen**

Die Hüllen (Amylopektin) der leeren Stärkekörner sind als flache leere Beutel zu erkennen.

Hast du gewusst?**Osmotischer Druck**

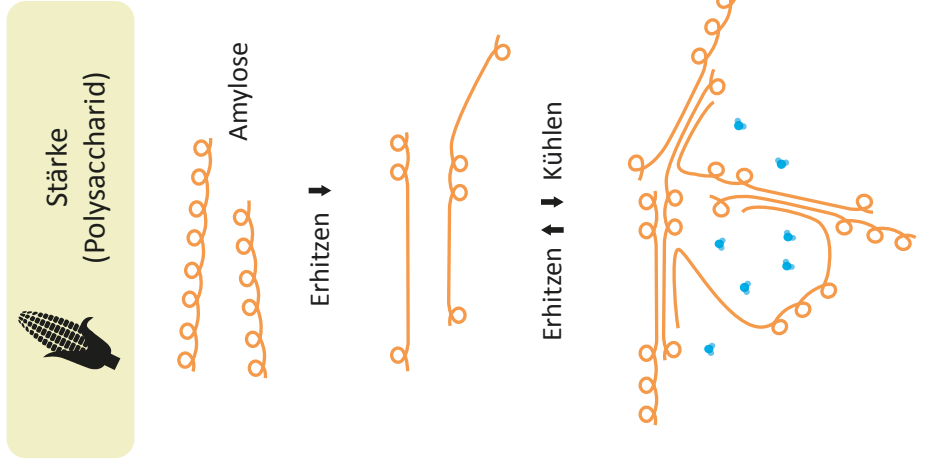
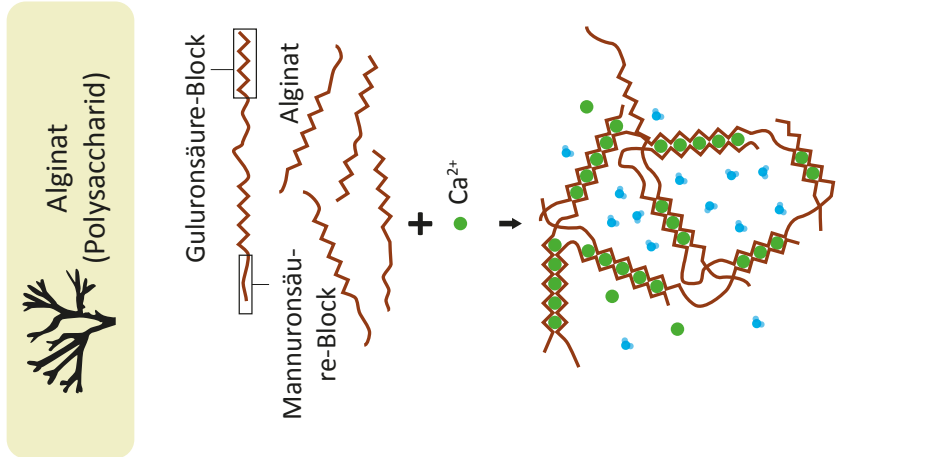
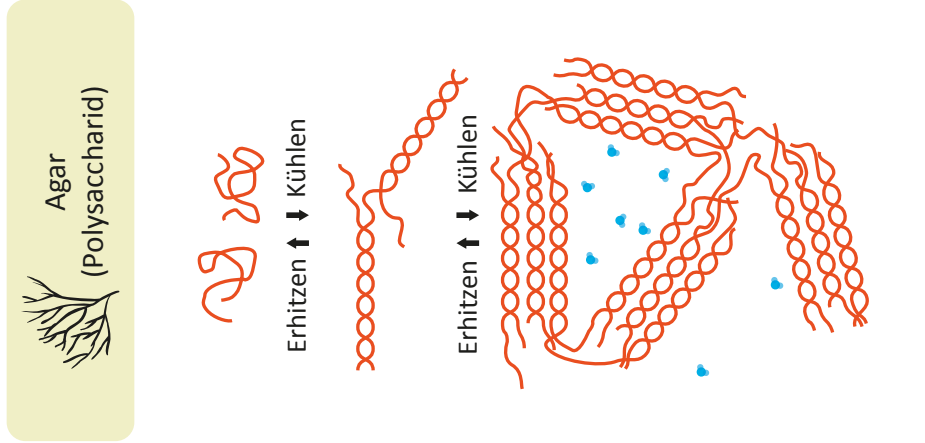
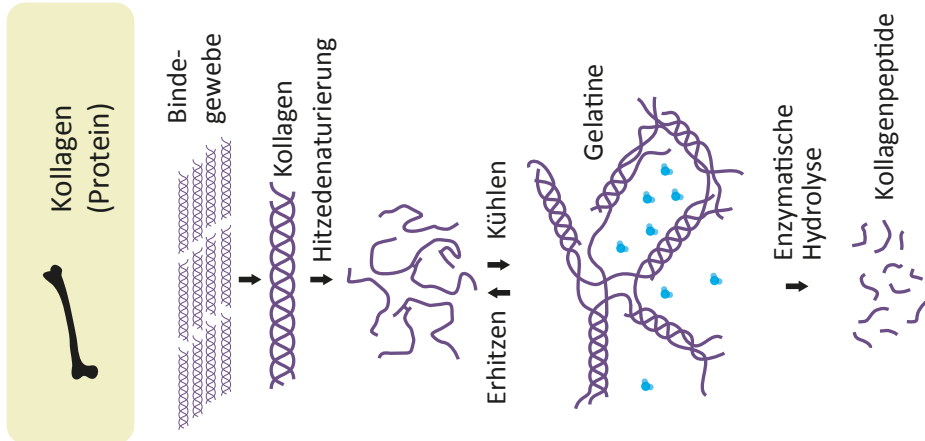
Der osmotische Druck in einer Zelle ist von der Anzahl gelöster Teilchen abhängig. Würden die Glukosemoleküle einzeln vorliegen, statt sich zu langen Molekülen zusammenschliessen, wäre der osmotische Druck so stark, dass die Zelle platzen würde. Daher wird Glukose in Pflanzen in Form von Stärke, bei Tieren und beim Menschen als Glykogen in der Leber gespeichert.

Hast du gewusst?**Stärketüten**

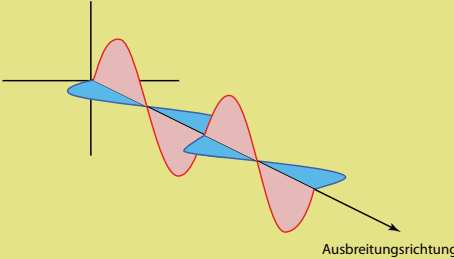
Aus Mais- oder Kartoffelstärke werden Tüten als ökologische Alternative zur Plastiktüte hergestellt. Es ist noch umstritten, ob die Ökobilanz dieser biobasierten Kunststoffe tatsächlich besser ausfällt. Am besten ist es, auf Einwegtüten komplett zu verzichten.



Abb. 52 Vergleich Gellierung mit Gelatine, Agar, Alginat und Stärke



*Glossar

| Begriff | Kurzbeschreibung |
|-----------------------------------|---|
| aerobe oxidative Phosphorylierung | Stoffwechselprozess, der in den Mitochondrien stattfindet und bei dem Fettsäuren unter Sauerstoffverbrauch abgebaut werden. Dabei entsteht ATP (Energieträger der Zelle). Der Abbau von ATP ist die Grundlage für die Muskelkontraktion. |
| anaerobe Glykolyse | Stoffwechselprozess, der im Cytoplasma stattfindet und bei dem Glukose ohne Sauerstoffverbrauch abgebaut wird. Dabei entsteht ATP (Energieträger der Zelle). Der Abbau von ATP ist die Grundlage für die Muskelkontraktion. |
| Denaturierung | Proteine bestehen aus langen Aminosäureketten, die sich zu komplexen dreidimensionalen Gebilden zusammenfalten. Unter bestimmten Bedingungen (Hitze, mechanische Einwirkung) können Proteine denaturieren, d. h. ihre dreidimensionale Struktur verlieren. Die Aminosäurekette entfaltet sich oder faltet sich zu einer neuen Struktur zusammen. |
| Dispersion, dispergiert | Eine Dispersion ist eine Mischung aus zwei oder mehr Stoffen, die sich chemisch nicht miteinander verbinden. Dabei ist ein Stoff oder mehrere sehr fein in einem anderen Stoff verteilt (dispergiert). Die Stoffe können mit physikalischen Methoden voneinander getrennt werden (z. B. durch Filtrieren, Zentrifugieren), oder sie entmischen sich von selbst (Sedimentieren). |
| hydrophil | Wasserliebend. Eine hydrophile, also wasserliebende, chemische Verbindung löst sich meistens leicht in Wasser. Sie bildet Wasserstoffbrücken mit den Wasserstoffatomen der Wassermoleküle. |
| hydrophob | Wassermeidend. Wassermoleküle gehen untereinander eine stärkere Bindung ein (Wasserstoffbrücken) als mit hydrophoben Molekülen. Deshalb mischt sich Öl (das hydrophob ist) nicht mit Wasser, sondern es wird vom Wasser ausgeschlossen und schwimmt oben auf. |
| hygroskopisch | Als hygroskopisch wird eine Substanz bezeichnet die Feuchtigkeit aus der Umgebung (meist in Form von Wasserdampf aus der Luftfeuchtigkeit) bindet. Salz z. B. kann im Salzstreuer Wasser binden und verklumpen. |
| koagulieren | gerinnen, ausflocken, verklumpen |
| Kreatinphosphat | Energiereiche chemische Verbindung in der Muskelzelle. Aus Kreatinphosphat kann unmittelbar ATP gebildet werden, welches für die Muskelkontraktion benötigt wird. |
| Polarisation | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Die Schwingungsrichtung (Polarisation) des Lichts beschreibt die Ebene, in welcher sich eine Lichtwelle ausbreitet. In unpolarisiertem Licht ändert sich diese Ebene ständig, sie dreht sich quasi um die Ausbreitungsrichtung. Die rote und die blaue Welle sind nur zwei von unzähligen Möglichkeiten, wie eine Welle zur Ausbreitungsrichtung stehen kann. Manche Tiere wie Bienen oder Zugvögel können die Schwingungsrichtung des Lichts „sehen“, was ihnen ermöglicht, sich auch an bewölkten Tagen anhand des Sonnenlichts zu orientieren.</p> </div> </div> |

| | |
|------------|--|
| Protein | <p>Proteine (auch als Eiweisse bezeichnet) sind Makromoleküle (d. h. grosse Moleküle), die aus einer oder mehreren Aminosäureketten bestehen. Sie haben vielfältige Funktionen im Körper: Strukturproteine verleihen Halt und Struktur, so bestehen z. B. unsere Nägel aus dem Protein Keratin. Antikörper im Blut bekämpfen Eindringlinge, z. B. Bakterien und Viren. Enzyme ermöglichen biochemische Reaktionen in der Zelle, so spaltet z. B. das Enzym Laktase den Milchzucker. Proteohormone sind Botenstoffe, die bei der Regulation verschiedener Prozesse mitwirken, so reguliert Insulin die Aufnahme von Glukose durch die Körperzellen. Transportproteine befördern Moleküle, Hämoglobin z. B. ist der Träger für den Sauerstoff im Blut.</p> <p>Aus welchen Aminosäuren ein Protein aufgebaut ist, steht in einem bestimmten Gen geschrieben. Man kann sagen: Ein Gen ist ein Protein-Bauplan.</p> |
| Rezeptor | <p>In der Physiologie bezeichnet das Wort Rezeptor (oder Sensor) eine ganze Sinneszelle, die Reize von der Aussenwelt oder vom Körper selbst empfangen und diese in neuronale Signale umwandeln kann. Ein Beispiel dafür sind die Lichtsinneszellen in der Netzhaut (Retina) im Auge. Sie empfangen Lichtsignale und geben die Information als elektrisches Signal weiter.</p> |
| Suspension | <p>Eine Suspension ist eine Dispersion, bei welcher der dispergierte Stoff (in Form von kleinen festen Partikeln) ein Festkörper ist.</p> |

Abbildungsnachweis

Wenn nicht anders angegeben, wurden die Fotos und Grafiken von der SimplyScience Stiftung erstellt.

- Abb. 9 Verdauung der Makronährstoffe. Grafik aus Wikimedia Commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digestive_system_diagram_de.svg (abgerufen am 31.05.2017)
- Abb. 19 In homogenisierter Milch ist das Fett in Form von Kügelchen fein verteilt. Nestlé Lausanne Forschungslabor.
- Abb. 20 Weltweite Verteilung der Laktoseintoleranz in den gegenwärtig lebenden Bevölkerungen (schematische Darstellung). <http://www.nahrungsmittel-intoleranz.com/laktoseintoleranz-informationen-symptome/ethnische-betrachtung-laktoseintoleranz.html> (abgerufen am 14.12.16)
- Abb. 21 Nächste Seite: Vereinfachte Übersicht der Produkte, die aus Milch erzeugt werden. In Anlehnung an Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Milch.svg> (abgerufen am 14.12.16)
- Abb. 22 Wie verfestigt sich der Käse? In Anlehnung an C. G. de Kruif et al. 2012, Casein micelles and their internal structure, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2012, 171-172, S. 36-52. http://www.uu.nl/sites/default/files/casein_micelles_and_their_internal_structure.pdf (abgerufen am 23.05.2016)
- Abb. 25 Wie wird flüssiger Rahm zu einem Schaum? In Anlehnung an Professor H. Douglas Goff, *Dairy Science and Technology Education Series*, University of Guelph, Canada. <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/whipped-cream-structure> (abgerufen am 23.05.2016)
- Abb. 26 Wie wird Schlagrahm zu Butter? In Anlehnung an *Molecular Gastronomy – Science in the Kitchen*, Schenkelaars et al., Wageningen University. 2010, S. 66; <http://betavak-nt.nl/dmedia/media/site-files/84192/d9f24/2710c/a894f/616b5/Moleculair-Gastronomy-manual.pdf> (abgerufen am 17.07.2017)
- Abb. 28 Aminosäuren (AS) bilden Ketten, die sich zu komplexen Strukturen zusammenfalten, den Proteinen. Abbildung Ovalbumin: <http://www.rcsb.org/pdb/pv/pv.do?pdbid=1OVA&bionumber=1> (abgerufen am 23.05.2016); Originalpublikation Stein PE et al. (1991) Crystal structure of uncleaved ovalbumin at 1.95 Å resolution. *J Mol Biol* 221: 941-59.
- Abb. 32 Eiklar ©CanStockPhoto/mastweb
- Abb. 38 Warum werden die Crêpes beim Anbraten braun? Mit der Software ChemSketch gezeichnet. <http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch> (abgerufen am 23.05.2016)
- Abb. 39 Beispiele für Maillard-Reaktionen. In Anlehnung an <http://blog.ioanacolor.com/2011/06/maillard-reaction> (abgerufen am 23.05.2016)
- Abb. 44 Gelierung mit Gelatine. In Anlehnung an <http://www.nitta-gelatin.co.jp/english/company/business.html> (abgerufen am 23.05.2016)
- Abb. 45 Gelierung mit Agar. In Anlehnung an <http://www.fao.org/docrep/x5822e/x5822e03.htm>, Figure 9 (abgerufen am 23.05.2016)
- Abb. 46 Gelierung mit Natriumalginat und Calciumlactat. In Anlehnung an K. R. Shull (2012), Materials science: A hard concept in soft matter, *Nature* 489, 36–37, http://www.nature.com/nature/journal/v489/n7414/fig_tab/489036a_F1.html (abgerufen am 23.05.2016)
- Abb. 48 Querschnitt eines Maisstärkekorns im Rasterelektronenmikroskop. Emma Pilling and Alison Smith, John Innes Centre, Norwich UK
- Abb. 49 Aufbau eines Stärkekorns. In Anlehnung an <http://www.braukaiser.com/wiki/index.php/Carbohydrates#Starch> (abgerufen am 23.05.2016)
- Mozzarella Wikipedia, gemeinfrei
- Joghurt ©CanStockPhoto/yekophotostudio
- Joghurt-Gläser ©CanStockPhoto/dulsita
- Mikroskop ©CanStockPhoto/OlegDoroshin
- Katzen aus Milchschaum ©CanStockPhoto/bankerwin
- Spiegelei ©CanStockPhoto/phila54
- Pochiertes Ei ©CanStockPhoto/ajafoto
- Meringue ©CanStockPhoto/haveseen
- Gummibärchen ©CanStockPhoto/bhofack2
- Himbeer-Gelée ©CanStockPhoto/FomaA
- Vanillepudding ©CanStockPhoto/keko64
- Förmchen ©CanStockPhoto/oksix