

Lehrerinformation zu den Experimenten Fette in Milch

Fette allgemein

Fette sind in jeder menschlichen, tierischen und pflanzlichen Zelle enthalten. Aus der Pflanzenwelt sind eine Vielzahl ölhaltiger Samen, Keimlinge und Früchte bekannt. Tierische Fette werden aus den fettreichen Teilen bei der Schlachtung gewonnen oder als Milchfett bei der Milchverarbeitung.

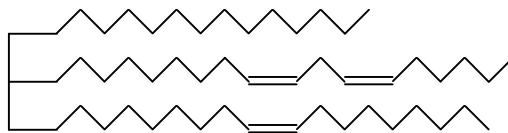
Fette werden also einerseits in unserem Körper hergestellt, andererseits essen wir Fette aus Pflanzen und Tieren. Für den Organismus sind Fette eine wichtige Energiequelle und daher auch ein wichtiger Reservestoff. So kann der Organismus beim Abbau der Fette im Stoffwechsel etwa doppelt soviel Energie gewinnen (38kJ pro Gramm Fett) wie bei dem Abbau von Kohlenhydraten (17 kJ pro Gramm Kohlenhydrat).

Allgemein werden feste Fette als Fett und flüssige Fette als Öl bezeichnet.

Chemischer Aufbau der Fette

Wie auch die Kohlenhydrate und Eiweiße folgen die Fette einem bestimmten Bauprinzip. Als kleinstes Teilchen betrachtet weist Fett eine typische E-Form auf. Charakteristisch für die Fette ist ein Kopfteil, an das drei lange Schwänze (Fettsäuren) angeknüpft sind. Der Zick-Zack-Teil des Schwanzes besteht nur aus Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H).

(genauere Formel siehe Anhang)



Ein Fett-E kann drei verschiedene Schwänze haben. Es gibt viele verschiedene Fettsäuren, daraus ergibt sich eine Unmenge verschiedenartigster Fette. Vom Grundgerüst sind die Fette also einheitlich aufgebaut (Fett-E), aber durch die verschiedenen Möglichkeiten der Fettsäurezusammensetzung (es gibt 200 Fettsäuren) erhält man eine Vielzahl von Fetten.

Diese langen Schwänze im Molekül sorgen für das typisch fettige Verhalten (wasserabstoßend).

Eine weitere Besonderheit bildet die Gruppe der Fette mit ungesättigten Fettsäuren, die eine oder mehrfache Doppelbindungen besitzen (im Beispiel oben die unteren beiden Fettsäuren). Man kann sich das bildlich gesehen etwa so verdeutlichen: wie schon oben erwähnt bestehen die Zick-Zack-Schwänze aus einem Kohlenstoff-Wasserstoffgerüst. Die C-Atome bilden das Grundgerüst, sie fassen sich an den "Händen" und bilden eine lange Kette. Nun haben die C-Atome aber nicht nur zwei sondern vier Arme und können sich deshalb auch noch nach oben und unten ein Wasserstoffatom greifen, so dass sie dann vier Nachbarn haben. Statt die Wasserstoffatome festzuhalten, können die C-Atome sich jeweils auch mit zwei Armen festhalten, sie bilden dann eine Doppelbindung.

Wenn man nun Fett und Wasser (H₂O) vergleicht, fällt einem als Hauptunterschied die Größe der Teilchen auf. Die Fette mit ihren langen Schwänzen, die aus vielen Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen bestehen, sind im Gegensatz zu den kleinen Wasserteilchen, die aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom bestehen, riesig groß.

Die Fette sind also große, eher schwerfällige Teilchen, die nicht so leicht beweglich sind wie die kleinen Wasserteilchen. Diese Zähigkeit nennt man auch Viskosität. Man kann sie sich deutlich machen, wenn man im Vergleich zu einem Glas Wasser ein Glas Öl schwenkt oder Öl in eine Pfanne gießt. Die Fette haben hohe Siedepunkte (Wasser 100 °C, Fette meist höher als 200 °C), daher ist es auch möglich, Lebensmittel in Fett bei relativ hohen Temperaturen zuzubereiten (z. B. frittieren bei 180 °C).

Richtige Ernährung: Bedeutung der Fette in einer ausgewogenen Ernährung

Eine ausgewogene Ernährung ist die Voraussetzung für einen gesunden und leistungsfähigen Organismus. Wichtig ist es, die erforderliche Energie mit allen lebensnotwendigen Nährstoffen aufzunehmen. Die Energielieferanten in der Nahrung sind Kohlenhydrate, Fette und Eiweiß. Empfohlen wird, den täglichen Energiebedarf zu 50-55 % mit Kohlenhydraten, 30 % mit Fetten und 10-15 % mit Eiweiß zu decken.

Neben den Energie liefernden Nährstoffen Fette, Kohlenhydrate und Eiweiß sind weiterhin die nicht Energie liefernden Nährstoffe wie Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente, Ballaststoffe sowie Wasser von Bedeutung.

Ein großes Problem in unserer Gesellschaft ist, dass die meisten Menschen zu fett essen. Unser Körper setzt aufgenommene und nicht verbrauchte Fette zu "Depotfetten" um. Sie werden als Fettschichten in der Unterhaut und den inneren Organen abgelagert. Die ständige Aufnahme von zu viel Fett macht erst dick und dann krank.

Eine besondere Bedeutung für die menschliche Ernährung haben die essentiellen (lebensnotwendigen) Fettsäuren. Sie können im Körper nicht selbst hergestellt werden, werden aber gebraucht wie z. B. die Linolsäure, und müssen deshalb mit der Nahrung aufgenommen werden. Essentielle Fettsäuren sind einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren und vor allem in pflanzlichen Ölen und Fetten enthalten. Der Anteil der essentiellen Fettsäuren an der Fettzufuhr sollte 10 % betragen.

Fette sind ernährungsphysiologisch auch wichtig als Träger der fettlöslichen Vitamine. Die Vitamine A, D, E und K können nur über das Fett in den Stoffwechsel gelangen.

Da bei uns generell zu fett gegessen wird, sollte versucht werden, den Fettkonsum zu senken. Dabei sollte möglichst die Aufnahme von tierischem Fett reduziert werden und mehr pflanzliche Fette und Öle mit ihren Gehalten an essentiellen Fettsäuren zu sich genommen werden. Am einfachsten lässt sich die Reduktion der sichtbaren Fette wie Streich-, Brat-, und Kochfette erreichen. Aber auch bei den versteckten Fetten wie in Käse- und Wurstwaren sollten fettärmere Produkte bevorzugt werden.

Auf den Zusammenhang zwischen fettreicher Ernährung, hohen Blutwerten und Gefäßveränderungen (Arteriosklerose) sei hier nur am Rande hingewiesen.

Fett in Milch

Milch dient als einziges Nahrungsmittel für Säugetiere in der ersten Lebensphase und enthält daher alle für die Ernährung notwendigen Nährstoffe, darunter auch Fette. In ihrem Fettgehalt unterscheidet sich die Milch unterschiedlicher Arten erheblich. Spitzenreiter sind die Meeressäuger, z.B. enthält die Milch von Seehunden ca. 50 % Fett, also mehr als unsere Schlagsahne. Dieser hohe Fettgehalt ist für das schnelle Wachstum und den Aufbau einer ausreichend wärmeisolierenden Fettschicht für das Leben im Wasser notwendig. Kuhmilch enthält ohne Behandlung etwa 3,8 % Fett, der Fettgehalt in Muttermilch schwankt zwischen 3 und 8 %.

Erklärung zum Versuch "Fettfleckprobe"

Fette sind durch ihre langen Fettsäureketten im Gegensatz zu Wasser sehr große Teilchen. Sie haben hohe Siedepunkte (Wasser 100 °C, Fette meist höher als 200 °C). Die kleinen Wasserteilchen sind beweglicher und können, da sie einen niedrigeren Siedepunkt haben, schneller verdunsten. Wasserflecken können also schnell trocknen.

Das Verdunsten kann man sich folgendermaßen vorstellen: durch zugeführte Wärme bekommen die Teilchen mehr Energie und werden beweglicher. Sie hüpfen immer mehr durch die Gegend. Irgendwann ist die Geschwindigkeit der Teilchen groß genug, so dass sie so hoch springen können und die Oberfläche der Flüssigkeit verlassen und wegfliegen, also verdunsten. Je größer ein Molekül ist, desto mehr Energie braucht man, um es in Bewegung zu setzen und zu verdunsten. Die großen, schwerfälligen Fette können also nicht so schnell wie das Wasser verdunsten und hinterlassen auf dem Filterpapier Flecke. Man kann also die Fettfleckprobe als qualitative Nachweisprobe zum Nachweis von Fetten und Ölen verwenden.

Gibt man Wasser auf diese Flecken, so zeigt sich eine weitere Eigenschaft der Fette: sie sind nicht mit Wasser mischbar, daher perlt das Wasser von den Fettflecken ab, während es in das Filterpapier eingesogen wird.

Dieses Verhalten wird z.B. auch bei Wachsjacken ausgenutzt. Wachs ist ebenfalls ein Fett und wird auf Stoff aufgetragen, der dadurch wasserundurchlässig wird.

Erklärung zum Versuch "Mischen" von Öl, Wasser und Milch, „Mikroskopieren von Milch“ und Herstellung von Kunstmilch“

Ziel des Versuches ist es, dass sich die Kinder über das Mischungsverhalten von Wasser und Öl und deren Vorliegen in Milch klar werden.

In den bisherigen Versuchen haben die Kinder gelernt, dass in Milch sowohl Wasser als auch Öl enthalten sind, ohne dass man sie optisch unterscheiden kann.

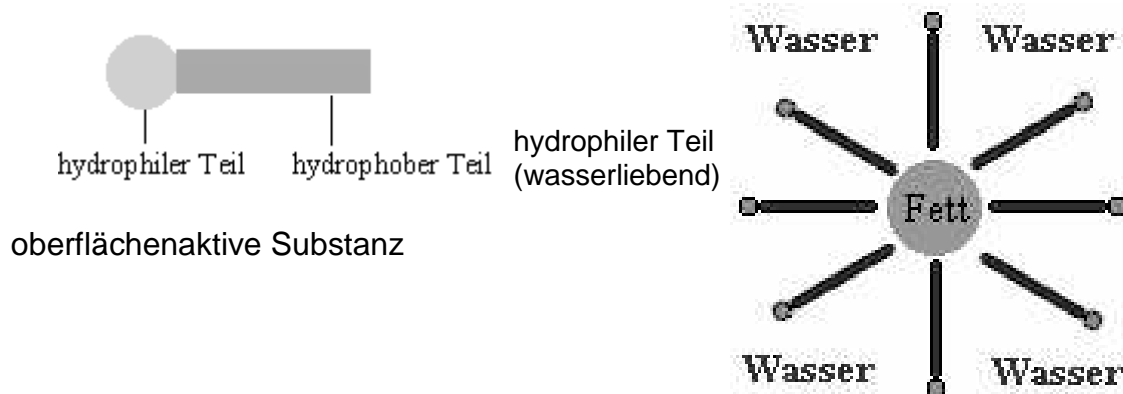
Bei Zugabe von Öl zu Wasser bzw. Milch stellen sie fest, dass beides nicht ohne Weiteres mischbar ist. Schütteln sie dann die Reagenzgläser, trennt sich das Öl leicht wieder vom Wasser, bei der Milch dauert dieser Prozess sehr lange.

Beim Ansatz mit Wasser sind in der wässrigen Phase Fetttropfchen deutlich zu erkennen, die aufgrund der geringeren Dichte nach oben steigen, wo sich die Ölphase wieder bildet.

Das mikroskopische Bild zeigt Tröpfchen in einer Matrix. Bei homogenisierter Milch haben diese eine vergleichbare Größe, sind aber sehr klein. Bei der nicht homogenisierten Milch gibt es größere und kleinere Tropfen. Durch Anfärben mit Tinte lässt sich erkennen, dass der Fettanteil die Tröpfchen bildet. Tinte hat eine wässrige Basis und löst sich nach der Faustregel "Gleiches löst Gleiches" in der wässrigen Phase,

die Fetttröpfchen bleiben hell. Eine Mischung, bei der eine der Flüssigkeiten als Tröpfchen in der anderen Flüssigkeit verteilt vorliegt, wird Emulsion genannt. Milch ist also eine Emulsion von Fett in Wasser. Die Herstellung der Präparate erfordert einiges Fingerspitzengefühl. Empfehlenswert ist es, von den Proben vorher gute Präparate vorzubereiten, die im Notfall herangezogen werden können. Insbesondere die optimale Tintenmenge muss ausgetestet werden und wird nicht unbedingt auf Anhieb getroffen. Nach einer Weile verblasst die Tinte unter dem Licht.

Die Tatsache, dass Fett in der wässrigen Phase verbleiben kann, beruht einerseits auf der Größe der Tröpfchen – je kleiner die Tröpfchen sind, desto stabiler bleibt die Emulsion -, andererseits auf dem Vorhandensein von oberflächenaktiven Substanzen. Milch enthält oberflächenaktive Substanzen (Emulgatoren, bei Milch: Phospholipide, Glyceride, Kasein und Cholesterin), die in ihrer Funktion vergleichbar mit Spülmitteln sind und bewirken, dass sich das Öl auch beim Mischen von Öl und Milch nicht wieder so schnell von der Milch trennt. Sie bestehen aus einem wasserliebenden (hydrophilen) Teil und einem fettliebenden (lipophilen) Teil. Der lipophile Teil lagert sich im Fett an, der hydrophile Teil ragt ins Wasser, so dass die Tröpfchen im Wasser stabilisiert werden bzw. überhaupt Mischungen von Fett und Wasser möglich sind.



Tenside lösen Fett

Beim Homogenisieren werden dagegen die Fetttropfen verkleinert. Daher setzt sich bei der homogenisierten Milch das Fett, also der Rahm, nicht so schnell auf der Milch ab.

Dass dies wirklich funktioniert und eine optisch der Milch gleichende Flüssigkeit beim Mischen von Öl und Wasser durch Versprühen resultiert, zeigt der Versuch „Herstellung von Kunstmilch“. Obwohl Wasser und Öl klar sind, ergibt sich beim Versprühen eine weiße Farbe. Diese ist typisch für Emulsionen und beruht auf der Veränderung der Lichtbrechung. Entsprechend hat auch Milch diese Farbe.

Erklärung zum Versuch “Zentrifugieren von Milch”

Bevor eine Mischung auf ihre Bestandteile untersucht und deren chemische Identität bestimmt werden kann, ist es oft erforderlich, sie in ihre Komponenten aufzutrennen. Eine der Methoden, die hier zur Anwendung kommen kann, ist die Zentrifugation. Durch zentrifugieren können feste Bestandteile abgetrennt, aber auch Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte voneinander getrennt werden. Auch Emulsionen können mithilfe der Zentrifugation in ihre Bestandteile zerlegt werden.

Im Fall der Milch ist es möglich, die Fette von der wässrigen Phase zu trennen, die dann weiter untersucht werden könnten. Aufgrund ihrer geringeren Dichte ist die Fettphase nach der Zentrifugation oben zu finden.

Um den Trennerfolg – beide Phasen sind weiß - besser beobachten zu können, kann die Milch vorher mit Tinte gefärbt werden. Weil der Farbstoff der Tinte hydrophil ist, bleibt, wie oben beschrieben, die Fettphase weißlich, die wässrige Phase blau.

Erklärung zum Versuch “Milchwettlauf”

Durch den unterschiedlichen Fettanteil unterscheiden sich Milch und Kaffeesahne in ihrer Zähigkeit (Viskosität). Die Magermilch ist dünnflüssiger und läuft daher schneller durch als die Kaffeesahne.

Die Kinder müssen möglichst genau arbeiten, d. h. genau ablesen und die Zeit stoppen. Auch empfiehlt es sich das Glasrohr vorher zu spülen, da in einem trockenen Glasrohr ein anderes Ergebnis erzielt wird. Ebenso ist darauf zu achten, dass man von gleichen Versuchsbedingungen ausgeht, also dass die Milchsorten die gleiche Temperatur haben.

Wieso die Kaffeesahne zähflüssiger als die Magermilch ist, kann man sich anhand eines Kugelmodells gut verdeutlichen: In Milch bzw. Sahne ist Fett in Wasser feinstverteilt (emulgiert). Um die Größenverhältnisse besser zu begreifen, kann man sich das Wasserteilchen modellhaft als eine kleine Kugel von 1mm Durchmesser vorstellen. Die Fettteilchen bilden im Vergleich dazu sehr große Kugeln von 1m bis 100m Durchmesser. In der Sahne sind durch den höheren Fettgehalt viel mehr große Fettkugeln wie in der Magermilch. Stellt man sich nun vor, dass diese Kugeln durch einen Trichter rieseln, wird schnell klar, dass sich die großen Kugeln im Rohr gegenseitig behindern. Da deren Anteil in der Sahne viel höher ist, läuft die fetthaltigere Sahne auch langsamer durch.

Um dieses Experiment noch besser verständlich zu machen, wäre es auch möglich das Kugelmodell auf eine sichtbare Ebene zu übertragen, also Gemische verschiedenen großer Kugeln (z. B. Erbsen und Senfkörner, etc.) durch einen Trichter laufen zulassen.

Anhang

Chemisch betrachtet sind Fette Verbindungen des Glycerins mit meist drei Molekülen Fettsäure (Triglyceride). Fettsäuren sind kettenförmige Moleküle aus Kohlenwasserstoff und Wasserstoff, die eine Säuregruppe tragen. Glycerin ist ein dreiwertiger Alkohol. Glycerin und Fettsäuren reagieren unter Abspaltung von Wasser zu Fetten.

