

## Lehrerinformation zu den Versuchen „Fette in Lebensmitteln“

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 so viel Energie gewinnen (38 kJ 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 (H<sub>2</sub>O) 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.

Für unseren Körper ist es also von großer Bedeutung, die richtigen Nahrungsmittel zu sich zu nehmen. Da man den Lebensmitteln von außen nicht ansieht, was für Stoffe sie enthalten brauchen wir Methoden, mit denen wir herausfinden können, was in unseren Lebensmitteln steckt. Erst mit dem Wissen über die Zusammensetzung der Lebensmittel können wir eine ausgewogene Ernährung zusammenstellen. Einige diese Nachweismethoden sollen nun durch die folgenden Versuche erläutert werden.

### **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.

### Erklärung zum Versuch “Löslichkeit von Fetten und Ölen”

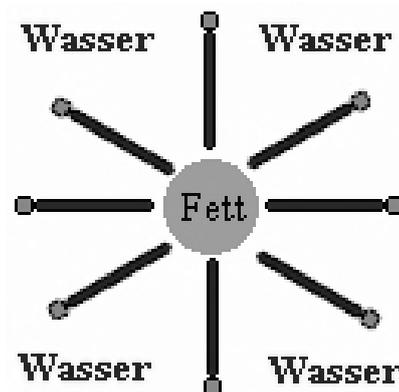
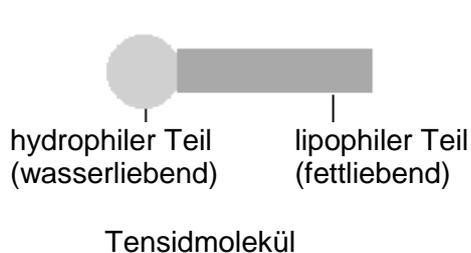
Ziel des Versuches ist es, dass sich die Kinder über das Mischungsverhalten der Flüssigkeiten klar werden.

Im ersten Teil des Versuches soll eine “Salatsoße” naturwissenschaftlich betrachtet werden. Die Kinder sollen herausfinden, dass sich Essig und Wasser sofort miteinander mischen. Nach der Faustregel “Gleiches löst Gleiches” mischen sich wasserähnliche Flüssigkeiten, Essig ist also eine wasserähnliche Flüssigkeit. Öl dagegen bildet isolierte Öltröpfchen auf dem Wasser-Essig-Gemisch.

Die Lösungseigenschaften von Stoffen werden in der Hauptsache durch ihre Struktur/Aufbau bestimmt. Wasserähnliche Stoffe nennt man “hydrophil” (hydros = Wasser, philos = Freund). Unterschiedliche Öle und Fette sind ebenfalls miteinander mischbar. Diese Stoffe heißen “lipophil” (lipos = Fett, philos = Freund). Wasser und Öl können sich nicht ineinander lösen.

Im nächsten Teil sollen die Kinder beobachten, dass das Olivenöl auf dem Wasser isolierte Öltröpfchen bildet, sich mit dem Benzin jedoch gut mischt. Öl löst sich gut in Benzin denn wie oben schon erwähnt “Gleiches löst sich in Gleichem”. Diese Eigenschaft des Benzins nutzen wir im Alltag als Fleckentferner zum Beseitigen von fettigen Flecken.

Gibt man nun einige Tropfen Spülmittellösung zu dem Wasser/Öl-Gemisch, so werden die Öltröpfchen in kleinste Tröpfchen zerteilt. In Spülmitteln sind Tenside, sog. waschaktive Substanzen, enthalten. Tenside stellen quasi als Brückenglied zwischen den hydrophilen und lipophilen Flüssigkeiten eine Verbindung her, so dass die Flüssigkeiten miteinander mischbar werden. Tenside dienen also als Lösungsvermittler.



Tenside lösen Fett

Im dritten Teil des Versuches sollen die Kinder zunächst herausfinden, dass sich das Öl auch im Reagenzglas vom Wasser absetzt und auf dem Wasser eine ölige Schicht bildet. Wie schon im vorherigen Versuch wird dagegen Öl in Benzin gelöst.

Nach kräftigem Schütteln bildet sich kurz eine trübe, milchige Mischung aus Wasser und Öl. Nach kurzer Zeit entmischt sich das Öl und das Wasser. Das Öl schwimmt wieder als Schicht auf dem Wasser. Die Kinder sollen die Beobachtung machen: Öl und Fett schwimmen auf dem

Wasser. Öle und Fette haben eine geringere Dichte als Wasser und schwimmen deshalb auf dem Wasser (Ölteppich).

### **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 feinst verteilt (emulgiert). Um die Größenverhältnisse besser zu bergreifen, 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.

Milch ist eine Emulsion von Fett in Wasser. Das im Wasser unlösliche Fett wird von sogenannten Emulgatoren umgeben und wird dadurch wasserlöslich.

Die oben erwähnten Tenside sind Beispiele für Emulgatoren. Sie bewirken im Spülmittel, dass Fett gelöst werden kann und im Wasser in der Schwebe bleibt:

Ganz ähnlich verhält es sich auch bei der Milch. Dort werden die Fetttropfchen mit einer so genannten Fettkügelchenhülle u.a. aus Phospholipiden, Glyceriden, Kasein und Cholesterin umschlossen.

Um dieses Experiment noch besser verständlich zu machen, wäre es auch möglich das Kugelmodell auf eine sichtbare Ebene zu übertragen, also Gemische verschieden 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.

