

## Kursinhalte Kunststoffe zum Kauen

Beim Betreten des Labors fiel uns sofort eine große Kiste mit knallig-bunten Kaugummis auf. Aber bevor wir uns draufstürzen durften, klärten wir zunächst, aus was Kaugummi besteht. Kunststoff zum Kauen? Ein Kaugummi-Standard-Rezept: 20% Kaumasse, 18% Glucose, 60,9% Saccharose, 0,5% Glycerin, 0,6% Aromastoffe.



Erstmals in den Handel gebracht wurde Kaugummi 1861 von dem Amerikaner William Wrigley Jr. – als Gag-Beigabe zu Backpulver. Damals bestand die Kaumasse noch aus dem eingedickten Saft des Chiclebaums Manilka zapota (Mexiko) und hieß Chicle. Chicle ist ein Kautschuk und wird auch heute noch neben synthetischen Kunststoffen wie Polyisobutylen oder Polyvinylether als Kaumasse verwendet. Zuckerfreie Kaugummis enthalten Süßungsmittel wie Sorbit oder Xylit. Nachdem das geklärt war, fingen wir gleich damit an, die vielen

verschiedenen Kaugummis auf ihre Eigenschaften hin zu untersuchen.

Die Meinung war fast einhellig: „Wir fangen mit Hubba-Bubba an!“ Die Kaugummis wurden ausgepackt, in den Mund geschoben und schon fingen die ersten an zu protokollieren: Wann lässt der Geschmack nach? Wann wird der Kaugummi zäher? Gekaute und frische Kaugummis verschiedenster Sorten wurden in verdünnte und konzentrierte Salzsäure eingelegt, um das Verschlucken eines Kaugummis zu simulieren. Tatsächlich – er löste sich sehr langsam auf. Kaugummis wurden angezündet, in einem Reagenzglas über dem Bunsenbrenner verkohlt, der pH-Wert mit Universalindikatorpapier getestet. Wir stellten fest, dass ein extra saurer Kaugummi den pH-Wert 1 hat, bei einem Zahnpflegekaugummi wurde ein pH-Wert von 12 gemessen. Zuerst waren wir alle sehr erstaunt, doch die Antwort war schnell gefunden: Dadurch, dass der Zahnpflegekaugummi so alkalisch ist, kann er Säuren im Mund neutralisieren.



Das musste natürlich auch ausprobiert werden und eine kleine Gruppe begann einen Zahnpflegekaugummi mit Zahnweißseigenschaft zu kauen. Dann wurde etwa alle zwei Minuten der pH-Wert des Speichels gemessen. Ergebnis: Am Anfang war der pH-Wert stark alkalisch. Im Laufe der Zeit wurde er neutral.

Von wegen weiße Zähne – wir konnten keinerlei Veränderungen feststellen, vermutlich reicht ein Kaugummi einfach nicht.



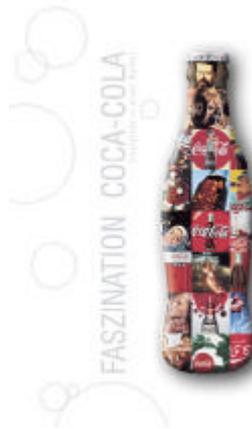
Die Zeit war wie im Flug vergangen und das Mittagessen rückte näher. „Warum war der Speichel so alkalisch? Eigentlich soll er ja neutral werden.“ „Vielleicht war unser Mund einfach nicht sauer genug, wir haben ja vorher nur Kaugummis gekaut.“ „Dann müsste man das Experiment ja eigentlich nach dem Mittagessen wiederholen... Genau, ich leihe mir pH-Papier aus und nehm' den Kaugummi mit, mal schauen, ob's dann klappt.“

Nach dem Mittagessen nahm ich immer wieder Speichelproben (sah wahrscheinlich etwas eklig

aus), bis mir der Speichel sauer genug erschien und tatsächlich, der gewünschte Effekt trat ein. Ich behielt den Kaugummi ca. 3 Stunden im Mund und maß vor dem Betreten des Labors noch mal den pH-Wert: Er hatte sich wieder in den sauren Bereich verschoben. Zahnpflegekaugummi ist also nur eine Übergangslösung und kann das Zähneputzen nicht ersetzen. Im Kursteil vor dem Abendessen ging es nicht mehr um dieses Thema, trotzdem hatten einige wieder einen Kaugummi im Mund. Dieser wurde aber nach der Frage: „Macht ihr immer noch euer Experiment?“, rasch entsorgt. Ich werde auch in Zukunft Kaugummi essen, allerdings hat mir dieses freie Experimentieren auch mal wieder klargemacht, wie künstlich viele „Genussmittel“ sind, die wir tagtäglich konsumieren.



### Cola



Heute trafen wir uns nicht wie üblich im Labor, sondern in der Küche. Dort erwartete uns ein riesiges Sortiment an Gläsern, die ganz offensichtlich mit Cola gefüllt waren. Bei diesem Anblick lief mir das Wasser im Mund zusammen. Und siehe da, ich hatte

Glück! Das erste Experiment sollte ein Geschmackstest sein! Obwohl die Gläser alle gleich aussahen, enthielten sie verschiedene Colasorten, sowohl Marken-, als auch No-Name-Produkte. Endlich ging es los und ich probierte alles durch. Unsere Aufgabe war es, die verschiedenen Proben nach Eigenschaften wie dem Geschmack oder der Farbe zu beurteilen und Noten zu vergeben. Wir ereiferten uns in heftigen Diskussionen, weil natürlich jeder zu wissen glaubte, hinter welcher Nummer sich die Marken-Colas zu verbergen schienen. Nachdem wir die Verkostung abgeschlossen hatten, rechneten wir noch den Notendurchschnitt für die einzelnen Getränke aus. Über das Ergebnis staunte ich nicht schlecht, denn die sonst so großen Favoriten waren gar nicht unbedingt an der Spitze zu finden. Das musste noch mal getestet werden! Und tatsächlich: Aus den Originalflaschen mit den bekannten Logos schmeckten viele Colas auch

gleich wesentlich besser. Hmm, was eine Verpackung ausmachen kann ... aber natürlich reichte mir als Nachwuchskemikerin ein einfacher Geschmackstest nicht aus. Ich wollte da schon noch etwas mehr wissen...

Die Untersuchungen der verschiedenen Cola-Sorten begannen mit der Bestimmung des Zuckergehaltes. Dazu mussten wir erst ein Dichtediagramm für Zuckerlösungen erstellen.



Wir stellten je eine 100ml Lösung mit verschiedenen Mengen an Zucker und demineralisiertem Wasser her und wogen diese anschließend. Daraus konnten wir dann die Dichte der Lösungen berechnen. Die Werte übertrugen wir in ein Zuckergehalt-Dichtediagramm und erhielten eine lineare Funktion. Nun wogen wir einfach 100ml der verschiedenen Cola-Sorten, und konnten über unsere Zeichnung schnell den Zuckergehalt bestimmen. Der Zuckergehalt variierte zwischen 0g und 12g je 100ml Zuckerlösung. Auffällig war, dass die bekannten Cola-Sorten weniger Zucker enthielten, als Cola-Sorten aus Billig-Discountern. Außerdem

stellten wir fest, dass Cola light tatsächlich keinen Zucker enthält, was für alle Marken galt.

Anschaulich demonstrierte uns Herr Schnürer nochmals den Unterschied der Dichte von Cola und Cola light, indem er jeweils eine Flasche Cola und Cola light in einen mit Wasser gefüllten Plexiglasbottich legte. Und siehe da: Während die normale Cola unterging, schwamm die Cola light Flasche. Wie bereits experimentell ermittelt, zeigte auch dieser Versuch, dass die Cola light kaum dichter als Wasser sein konnte und damit aufgrund der eingeschlossenen Luft in der Flasche an der Oberfläche schwamm. Warum aber muss nun der Cola light nicht genauso viel Süßstoff zugegeben werden, wie der normalen Cola Zucker? Dies liegt daran, dass der Süßstoff eine viel stärkere Süßkraft als Zucker hat, weshalb nur wenig davon in Cola light enthalten ist.

Um noch mal auf den Cola-Geschmackstest zurückzukommen: Die Colasorten mit hohem Zuckergehalt wurden von uns auf die vorderen Plätze gewählt – wir sind eben besonders schleckig! Nach der Bestimmung des Zuckergehalts, untersuchten wir noch Farbstoffe der Cola chromatographisch und lauschten einem Vortrag von Daniel, der uns von seinem „Jugend forscht“-Projekt: „Isolierung von Koffein“ erzählte.

Das folgende Experiment erschreckte mich wirklich. Mit pH-Papier und pH-Meter bewaffnet machte ich mich an die Arbeit: Ich bestimmte den pH-Wert von Cola.

Die Bestimmung mit pH-Papier dient nur der groben Abschätzung, da man die Farbe, die das Papier bei der Messung annimmt, mit einer Farbskala

verglichen werden muss, die nur sehr grobe Bereiche der pH-Skala wiedergibt. Mit dem pH-Meter erzielt man dagegen sehr genaue Ergebnisse. Dieser misst den pH-Wert über eine Elektrode, die in die zu untersuchende Flüssigkeit getaucht wird. Der pH-Wert wird auf zwei Stellen hinter dem Komma genau bestimmt.

Zum Vergleich haben wir auch den pH-Wert anderer Flüssigkeiten gemessen: Das erstaunliche Ergebnis unserer Untersuchungen: Cola hat einen pH-Wert von 2 bis 3 und ist damit saurer als Essig! Wegen des hohen Zuckergehalts wird der saure Geschmack glücklicherweise überdeckt.



Kommentar - begleitet von einem entsetzten Gesichtsausdruck eines Leiters des Ökologie-Kurses, Herrn Hochstein, der zufällig unsere Messergebnisse erfuhr: „Im Ernst?! Das ist ja der Wahnsinn! In einem Gewässer mit pH-Wert 3 kann nicht mal mehr das geringste Leben existieren...“ Der niedrige pH-Wert von Cola ist auf die in ihr enthaltene Phosphorsäure zurückzuführen. Sie dient als Säuerungsmittel und zur Konservierung, denn

**Tabelle der verschiedenen pH-Werte**

Stoff	Salz- säure	Natron- lauge	Obstsft	Seifen- lösung	Essig	Wein- säure	Phosphor- säure	Coca-Cola	Cola light
pH-Papier	1	13	5,5	10	2,5	1	1	2,5	3
pH-Meter	0	13,63	5,44	9,79	2,9	1,32	0,98	2,65	2,85

bei einem so niedrigem pH-Wert können sich keine Mikroorganismen wie Pilze und Bakterien bilden. Aber warum ausgerechnet Phosphorsäure? Höchstwahrscheinlich weil sie zum Zeitpunkt der Entwicklung von Cola am günstigsten und am einfachsten zu beschaffen war und ihr außerdem ein erfrischender Effekt nachgesagt wurde. Natürlich gibt es heftigste Einwände gegen die Verwendung von Phosphorsäure, denn sie greift die Magenwände aggressiv an. Was nur wenige wissen: Mineralwasser hat einen ähnlichen Effekt!



Die Coca-Cola Zeittafel	
<b>1886</b>	8. Mai: Coca-Cola hat Geburtstag. Der ehemalige Südstaatenoffizier Dr. John S. Pemberton erfindet eine medizinische Limonade, die gegen Kopfschmerzen und Magendrücken helfen soll. Dazu verwendet er Extrakt aus Coca-Blättern und Cola-Nüssen und Kokain!
<b>1887</b>	Copyright wird erteilt
<b>1892</b>	Gründung der Coca-Cola-Company in Atlanta. Das Grundkapital beträgt 100.000 \$.
<b>1895</b>	Coca Cola ist in den gesamten USA erhältlich.
<b>1916</b>	Die typische Coca Cola-Flasche wird eingeführt. Sie zählt zu den wenigen Verpackungsmaterialien, deren Form urheberrechtlich geschützt ist.
<b>1917</b>	Der weltweite Jahresverkauf beträgt mehr als 45.000.000 Liter.
<b>1929</b>	Coca Cola wird in Deutschland verkauft.
<b>1940!</b>	In Deutschland wird Fanta eingeführt.
<b>1945</b>	Nach dem Krieg wird Coca Cola zum Symbol für den Amerikanismus.
<b>1950</b>	Coca Cola erstmals in Dosen
<b>1982</b>	Zuckerfreie Light-Version und koffeinfreie Varianten kommen auf den Markt.
<b>1984</b>	Coca Cola-Company ist Mitveranstalter der Olympiade in Los Angeles
<b>1996</b>	Die Centennial Games finden in Atlanta statt.
<b>Heute</b>	Die verkaufte Jahresmenge beträgt 30.000.000.000 Liter in 155 Ländern.

## Milch macht müde Männer munter!

Das war ein „voll fetter“ Labortag – heute drehte sich alles um die Milch.

Nach dem Motto: „Milch macht müde Männer munter“ starteten wir in den Labortag mit dem Anfärben von Fett (Sudanrot) und Wasser



(Methylenblau) in Milch. Während 3,5%-ige Milch mit einem coolen Blau (Methylenblau) den Emulsionstyp „Fett in Wasser“ anzeigte, wurde die 82 %-ige Butter (vor Scham über so viel Fett?) knallrot (Sudanrot) und gab dem

Blau kaum eine Chance. Damit war der Emulsionstyp „Wasser in Fett“ geklärt.

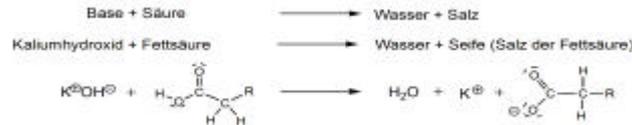
Als nächstes versuchten wir uns an der Isolierung von Milchfett. Die Abtrennung von Wasser und Eiweiß von Fett gelang uns durch mehrfaches Zentrifugieren ganz gut. Für die Ausbeuteberechnung starteten wir nun die heiße Phase des Versuchs. Durch einen zu hoch temperierten Trockenschrank wurde sie allerdings eher zu einem anschaulichen Beispiel für „Fettverbrennung“. Also beschlossen wir, wenn schon nicht quantitativ, dann wenigstens qualitativ das Fett weiter zu untersuchen.

Dafür entführten wir den Biologen das Mikroskop mit 1000-facher Vergrößerung und schauten uns die Milch noch einmal genauer an. Wir stellten Präparate von nicht homogenisierter und homogenisierter Milch her. Bei der homogenisierten Milch hatten sich die Fettkügelchen gegenüber der Rohmilch fein verteilt. Das hilft gegen das Aufrahmen, aber nicht um schlank zu bleiben, denn Fett bleibt Fett. Im Gegenteil, die homogenisierte Milch wird im Körper besser absorbiert, man wird also eher noch schneller dick... Da die meisten von uns zuvor nicht wussten, was Homogenisierung überhaupt bedeutet, gibt es hier auch für sie eine kleine Information zu diesem Thema.

Nach dem Forschungsvormittag wendeten wir uns in der Mittagspause der angewandten Chemie zu. Mancher, Namen möchte ich hier nicht nennen, schlug sich den Bauch mit bis zu 4 Portionen Eis (12 Kugeln) plus der entsprechenden Menge Sahne voll... Ich glaube, sie wollten ausprobieren, ob denn der Fettverdau im Magen genau so gut funktioniert, wie am Nachmittag im Reagenzglas. Dort wiesen wir dann nämlich mit Hilfe des Enzyms, Pankreas Lipase, die erfolgreiche Spaltung des Fettes in Fettsäuren nach.

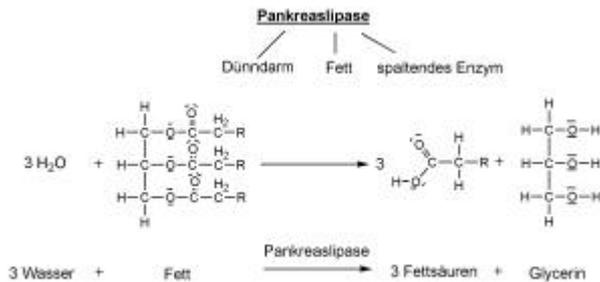
Unser nächster Versuch zeigte nebenbei auch, wie sinnvoll die Laborordnung ist (Essen und Trinken verboten). Die vom Fett abgespalteten Fettsäuren reagieren mit Lauge zu Seife. Für unsere Schlemmer beim Nachtschiff hätte eine Flasche Lauge eventuell nicht nur die für die Sicherheit verantwortlichen, Frau Briese und Herrn Schnürer, zum Schäumen gebracht.

Die Fettsäuren bilden mit dem Kaliumhydroxid ein Salz, die Seife.



Fettsäuren sind langkettige Carbonsäuren mit z.B. 16 oder 18 Kohlenstoffen.

Wir hatten nun unser Fett weg. Die Milch aber hatte noch mehr zu bieten. In der Kochhaut wiesen wir mit der Biuret- und Xanthoproteinreaktion Eiweiß (Protein) nach. Hinweis für Nichtfachchinesen: Wem dies chinesisch vorkommt, der sollte nicht an unseren lustigen Chinesisch-Kurs bei Jessica und Lin denken, sondern in einem Chemiebuch nachschlagen.

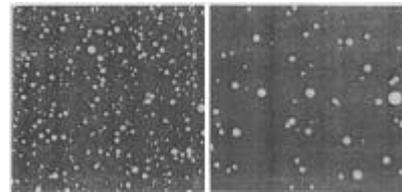


Fette sind Triglyceride d.h. Ester aus dem dreiwertigen Alkohol Glycerin (Propantriol) und drei Fettsäuren. Die Aufspaltung des Esters unter Wasseraufnahme nennt man Hydrolyse.

## Homogenisierung von Milch

Bei der Homogenisierung wird die Milch mit einem Druck von 200 bar durch eine Düse gepresst. Dabei werden die Fettkügelchen zerkleinert. Der mittlere Fettkügelchendurchmesser in Rohmilch beträgt ungefähr 5µm, in der homogenisierten Milch liegt er unter 1µm (siehe Bilder). Durch diese Maßnahme wird das Fett in der homogenisierten Milch gleichmäßig verteilt. Als Folge davon rahmt das Fett in der Milch nicht mehr auf. Damit wird auch die Haltbarkeit der Milch verbessert. Durch die Homogenisierung wird die Anzahl an Fettkügelchen erhöht und dadurch deren Oberfläche vergrößert. Dies erfordert die Adsorption von Milchproteinen an die neuen Fettkügelchenproteinmembranen.

### Versuch 7



Fettkügelchen in nicht-homogenisierter (Bild links) und in homogenisierter Milch (Bild rechts), (Bilder: FAM)

Unter den verschiedenen Milchsorten wird die pasteurisierte und ultrahocherhitzte Milch homogenisiert. Die Homogenisierung muss immer vor der Erhitzung der Milch durchgeführt werden, damit die Lipase (fettspaltendes Protein) inaktiviert wird.