

Chemie Praktikum 1999/2000

Stefan Gassner, Micha Gruler, Bastian Mattes (nur 1. Halbjahr)

Das weltweit bekannteste Getränk : Coca-Cola

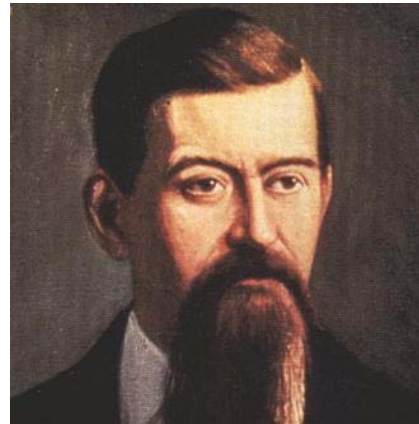
Vorwort

Coca-Cola ist auf der Welt so bekannt, dass man kaum glauben kann, dass das Getränk und die Firma eine so genaue Geschichte haben. Heute, fast ein Jahrhundert, nachdem das Getränk zum erstenmal hergestellt wurde, wird es in über 200 Ländern verkauft und ist in 80 Sprachen bekannt. Seine rot-weiße Marke ist wahrscheinlich die am weitesten verbreitete Marke auf der Welt.



Geschichte von

John Pemberton, ein Apotheker, war der eigentliche Erfinder der Coca Cola. Er zog 1869 von Columbus, Georgia, nach Atlanta. 1885 stellte er ein Getränk her, das man Mariani nannte. Das war ein Wein, der mit Kokaextrakt angereichert war. Pemberton war aber nicht sehr erfolgreich und änderte deshalb 1886 das Rezept. Er wollte noch immer ein stimulierendes Getränk herstellen, ließ aber den Wein weg und gab stattdessen Afrikanische Kolanuß hinzu.



Dr. John Pemberton
(1831-1888)

Kokablätter und Kolanuß sind sehr bitter, um den Geschmack zu verbessern, gab Pemberton Zucker in die Mixtur. Er verkaufte die Mixtur als Medizin gegen Kopfschmerzen und Magendrücken. Er stellte auch fest, dass sein Getränk belebte und erfrischte. Zuerst wurde Coca-Cola in Apotheken als Sirup verkauft, den man pur oder mit Wasser verdünnt zu sich nehmen konnte. Atlanta war bereits seit 1886 der Hauptsitz von Coca-Cola. Das Getränk erhielt seinen Namen von Pembertons Buchhalter, Frank Mason Robinson, einem Veteran der Union Army. Er kam im Dezember 1885 nach Atlanta und benannte Coca-Cola nach zwei der Inhaltsstoffe. Er erfand auch das weltberühmte Label. Dessen Wert wird heute von Experten auf \$60 Milliarden geschätzt. 1887 wurde das Coca-Cola-Rezept patentiert.

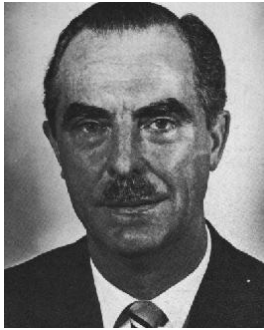
Coca-Cola war aber nicht sofort ein erfolgreiches Unternehmen. Am Anfang war die Firma noch relativ arm. Deshalb und wegen seines schlechten gesundheitlichen

Zustands verkaufte Pemberton 1888 zwei Drittel der Firma an den Drogisten Asa Candler (1851-1929). 1891 wurde Candler der alleinige Besitzer des Unternehmens. 1892 gründeten Candler, Robinson und drei andere die Coca-Cola Company. Asa Candler hatte einen guten Sinn für das Geschäft und war eine sehr angesehene Person in Atlanta. Er war 26 Jahre Geschäftsführer der Coca-Cola Company, in dieser Zeit wuchs das Unternehmen enorm schnell. Seine Geschäftspolitik zielte besonders auf die Qualität von Coca-Cola und die Werbung für das Getränk. 1901 beschwerten sich die Leute darüber, dass in Coca-Cola nur noch ein sehr kleiner Teil an Kokain enthalten wäre, denn Candler wollte das Kokain komplett aus dem Rezept nehmen. Der Erste Weltkrieg und die darauf folgende Rationierung des Zuckers hinderten das Unternehmen sich weiter auszubreiten. In dieser Zeit war auch Kohle sehr knapp. Cinders Sohn, Charles Howard, entwickelte eine Methode, bei der Wasser und Zucker ohne Erhitzen vermischt werden konnten. Diese Methode sparte viel Geld für Kohle und beschleunigte das Herstellungsverfahren, da die Mixtur nicht mehr abgekühlt werden mußte. Heute wird diese Methode immer noch verwendet. 1916 zog sich Candler aus dem Geschäft zurück und wurde Bürgermeister von Atlanta.

1919 wurde das Unternehmen komplett an eine Gruppe von Investoren verkauft, die von Ernst Woodruff geleitet wurde. Sein Sohn, Robert Winship Woodruff, wurde mit 33 Jahren Präsident der Coca-Cola Company. Er war in der Zeit zwischen 1923 - 1955 für Coca-Cola tätig. Als er in das Unternehmen einstieg, befand sich Coca-Cola in einer schlechten Situation, aber Woodruff verbesserte die finanzielle Situation. Auch er setzte auf die Qualität der Coca-Cola und führte deshalb permanente Qualitätskontrollen ein, außerdem gab er mehr für die Werbung aus und startete eine viel cleverere Werbekampagne als seine Vorgänger. Er sorgte aber auch dafür, dass man ab 1920 Coca-Cola auch zu Hause trinken konnte, denn das „Six-Pack“ wurde entwickelt, und es gelang dass die Coca-Cola überall gleich schmeckte. Er leitete die Firma durch eine Periode von sehr wichtigen Ereignissen, sogar der Börsencrash konnte Coca-Cola nur wenig anhaben. Mit dem Zweiten Weltkrieg wurde Coca-Cola auf dem Weltmarkt eingeführt.



in Deutschland



Max Keith

Obwohl es in der Weimarer Republik anti - amerikanische Bewegungen gab, wurde auch hier zum Beginn der Weltwirtschaftskrise Coca-Cola verkauft. Das Unternehmen war hier im Wettkampf mit der Brauereien und den Cola-Nachahmern. Nach 1933 begann das Unternehmen mit den Nazis zusammenzuarbeiten. Sie fanden einen Weg, den Krieg als amerikanisches Unternehmen in Deutschland zu überleben. Zum Beginn des Krieges konnte man Coca-Cola noch in Deutschland

bekommen, diesen Umstand verdankt das Unternehmen Max Keith, der Coca-Cola in Deutschland half. Wegen des Mangels an einigen Bestandteilen wurde Coca-Cola zwischen 1942- 1949 nicht in Deutschland produziert. Keith mixte seinen eigenen Soft-Drink und benutzte dazu einige andere Bestandteile, an die er leichter kam. Er nannte sein Getränk Fanta. Fanta existiert seit dem Ende des zweiten Weltkrieges, und ab dieser Zeit vermarktet die Coca-Cola Company auch Fanta. Coca-Cola arbeitete mit dem Nazi-Regime zwischen 1933 und 1945 zusammen und verkaufte Millionen seiner Getränke. Das Unternehmen geriet in Schwierigkeiten, als 1936 Karl Flach, der Chef von Afri-Cola, behauptete, dass Coca-Cola ein jüdisches Unternehmen sei. Coca-Cola reagierte mit einer Anzeige in der Zeitung „der Stürmer“, um den guten Ruf wiederherzustellen. Wegen dieser Anzeige schrieben amerikanische Zeitungen „Coca-Cola finanziert Hitler“.



Die Coca-Cola Flasche

1894 war die Abfüllfirma von Joseph A. Biedenharn of Vicksburg in Mississippi die erste Firma, die Coca-Cola abfüllte und eine Abfüllmaschine besaß. 1899 durften auch zwei junge Rechtsanwälte in Chattanooga, Tennessee Coca-Cola abfüllen. Candler erlaubte Benjamin Franklin Thomas und Joseph Brown Whitehead Flaschen abzufüllen und beinahe in den gesamten Vereinigten Staaten zu verkaufen. Mit der finanziellen Hilfe von John T. Lupton gründeten sie ein Abfüllunternehmen. Heute ist das Flaschenfüllsystem sehr wichtig für die Soft Drinks von Coca-Cola, es war aber bis in die späten 70er ein unabhängiges Unternehmen. 1986 kaufte Coca-Cola zwei Abfüllunternehmen auf und gründete die Coca-Cola Enterprises Inc..



Die klassische Coca-Cola Flasche wurde 1915 von einem Arbeiter der Abfüllanlagen entworfen. Es war Alex Samuelson von der Root Glass Company in Terre Haute, Indiana. 1956 wurde die Coca-Cola Schrift nicht mehr in das Glas graviert sondern eingeprägt.

Schon viele Chemiker haben versucht, hinter das Geheimnis von Coca-Cola zu kommen. Man weiß zwar, welche Stoffe in Coca-Cola enthalten sind, doch sind die genauen Mengen noch unbekannt. Die nun folgende Formel für Coca-Cola kommt dem Original sehr nah, es ist aber nicht sicher, ob die Formel wirklich richtig ist. Diese Information stammt aus dem Buch "BIG SECRETS" von William Poundstone.

Die Formel (für eine Gallone):

Stoffe:	Mengenangaben
Zucker	2400g
Karamel	37g
Koffein	1,3g
Phosphorsäure	11g
entkalktes Kokablätter	1,1g
Limonellensaft	30g
Glyzerin	19g
Vanille - Extrakt	1,5g
Orangenöl	0,47g
Limonenöl	0,88g
Muskatöl	0,07g
Kassiaöl	0,20g
Korianderöl	eine Spur
Nerolinöl	eine Spur
Limonellenöl	0,27g

Coca-Cola in der Gegenwart

Coca-Cola ist heute nicht mehr nur ein Getränke Unternehmen. Das Unternehmen gehört zu den finanzstärksten der Welt, hat fast jede Krise mühelos überwunden und beteiligt sich auch an unserem alltäglichen Leben.

Coca-Cola besitzt sogar ein Museum für die eigne Firmengeschichte. In der „World of Coca-Cola“ kann man die allererste Coca-Cola Flasche und das von Pemberton selbstgeschriebene Formel Buch sehen. Seitdem das Museum 1990 seine Tore öffnete, hatte es mehr als 6Millionen Besucher.



Coca-Cola begleitet uns auch im Alltag, so ist Coca-Cola einer der wichtigsten Sponsoren für die Olympischen Spiele und das schon seit 1928.

Diese Texte stammen von <http://members.aol.com/chris8697/cola/index.html>.

Untersuchung von Coca-Cola

1. pH-Wert Bestimmung:

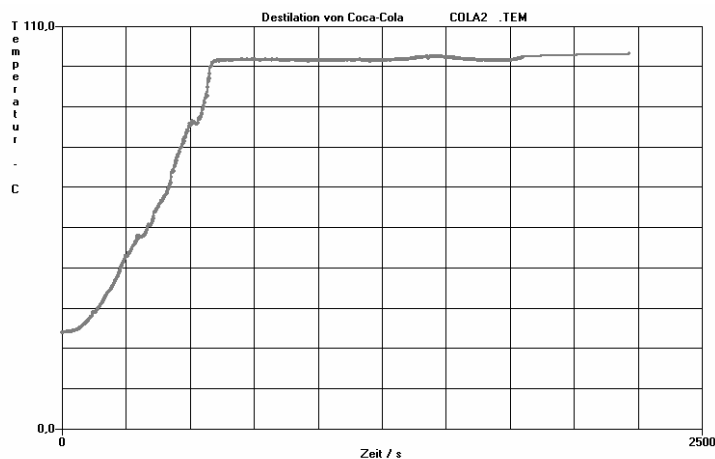
Mit einem Indikatorpapier haben wir zunächst versucht den pH-Wert von Cola zu bestimmen. Laut der Skala kamen wir auf einen Wert zwischen 1 und 2. Seltsamerweise ergab eine genauere Bestimmung mit dem Computer (vier Wochen später) das Ergebnis 2,86. (Offenbar hatten wir beim Messen mit dem Indikatorpapier irgendeinen Fehler gemacht.)

2. Erhitzung und Destillation:

Menge: 75 ml Coca-Cola

Messzeit: ca. 37 min

Beobachtung und Ergebnisse:



Das Destillat riecht und schmeckt nach wie vor nach Coca-Cola. Es ist glasklar und hat den pH-Wert 7 (also neutral). Außerdem ist es nicht süß. Zurück bleibt als Kondensat ein schwarzer klebriger Zuckerklumpen.

3. Bestimmung der Inhaltsstoffe

a.) Recherche in Lexika

Laut der Dosenaufschrift besteht Coca-Cola aus: Wasser, Zucker, Kohlensäure, Farbstoff E150d (Zuckercoleur), Säuerungsmittel (Phosphorsäure), Aroma und Koffein.

Als erstes haben wir uns nun in verschiedenen Lexika (u.a. das Römpp-Chemie-Lexikon auf CD) über die Inhaltsstoffe von Cola und die Ausgangsprodukte (bei der Cola-Herstellung) informiert.

Hier zwei der wichtigsten Einträge zu Cola im Lexikon:

Zuckercouleur

Nach Anlage 6, Liste A, Nr. 3 der Zusatzstoff-Zulassungs-VO ist Z. (E150) ein für Lebensmittel mit Ausnahme von Brot u. Kleingebäck zugelassener Lebensmittelfarbstoff. Die Verwendungsbeschränkung trifft auch für den Fall zu, dass bei Lebensmitteln, die mit Malz, Karamell, Kakao, Schokolade, Kaffee od. Tee hergestellt werden, durch den Zusatz von Z. eine bessere als die tatsächlich vorhandene Qualität vorgetäuscht wird. Die Reinheitsanforderungen (z.B. maximal 200 mg/kg 4-Methylimidazol) sind der Anlage 2, Liste 1 der Zusatzstoff-Verkehrs-VO zu entnehmen. Z. ist in allen Mitgliedsstaaten der EG u. weltweit in 155 Staaten als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen.

[...]

Verw.: Zum Färben von obergäurigem Bier u. zur Herst. sog. „Farbebiere“ (§ 9, Absatz 2 u. 4 Biersteuergesetz), als Farbstoff für Branntwein, Essig, Fleischbrühwürfel, Würzsoßen (z.B. Worcester-Sauce) u. Limonaden (z.B. Cola-Getränke). Eine Verw. in Zitronentees u. Backwaren ist nur bei ausreichender Kenntlichmachung erlaubt. Eine Anw. in kosmet. Mitteln ist bei Beachtung der allg. Reinheitsanforderungen nach Anlage 3, Teil A, Nr. 153 der Kosmetik-VO möglich.

Quelle: CD Römpp Chemie Lexikon – Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995

Kola

(Kolanuss). Unter der „K.“ des Handels versteht man die rundlichen, 2,5–4 cm großen, 25–45 g schweren, braunen, bitter schmeckenden Samenkerne des K.-Baums, einer 15–25 m hohen Sterculiaceae (Cola vera). Diese ist bes. im südlichen Streifen von Westafrika zwischen Kamerun u. Sierra Leone verbreitet u. wird auch im trop. Amerika kultiviert. Die Weltproduktion beträgt pro Jahr ca. 20000 t.

Die getrocknete K.-Nuß enthält durchschnittlich etwa 12% Wasser, 9% Eiweißstoffe, 3,5% Gerbstoff, 44% Stärke, 8% Cellulose, 3% unverbrennbare Mineralsubstanzen u. als wirksamen, anregenden Bestandteil 1,6% Alkaloide, u. zwar vorwiegend Coffein neben wenig Theobromin. In der frischen K.-Nuß ist das Coffein völlig an Cola-Tannin gebunden. Bei der Trocknung u. Lagerung wird die Gerbstoff-Coffein-Bindung enzymatisch gespalten u. das Coffein freigesetzt.

Die K.-Nuß wird von den Afrikanern seit Jh. gekaut. Die Alkaloide gelangen in den Blutkreislauf u. entfalten dabei ihre stimulierende Wirkung, deretwegen K. auch Eingang in Anregungs- u. Kräftigungsmittel des Handels gefunden hat; Beisp.: K.-Getränke wie Coca-Cola, Pepsi Cola.

Quelle: CD Römpp Chemie Lexikon – Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995

b.) Nachweis der Inhaltsstoffe

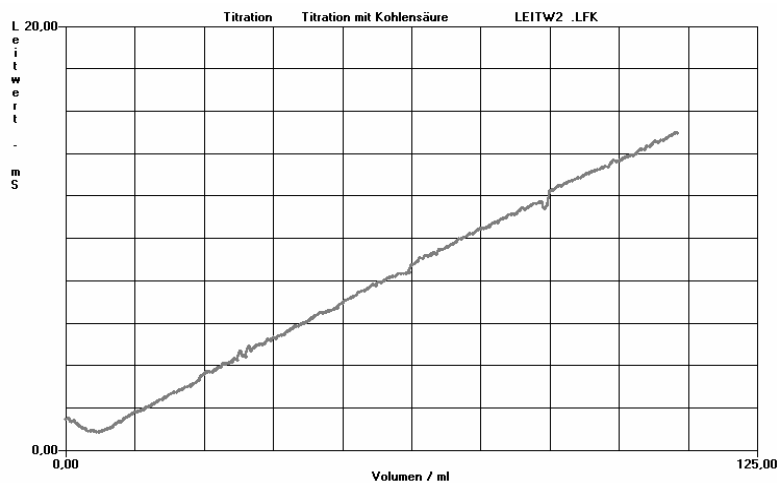
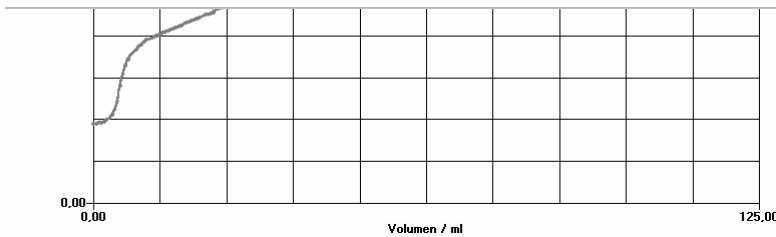
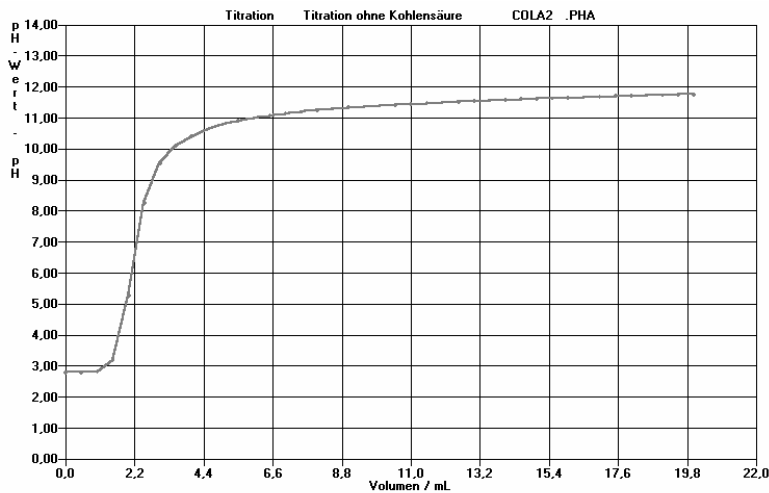
Nachweis von Phosphorsäure:

Zuerst versuchten wir die Phosphorsäure nachzuweisen. Dies geschah durch eine Titration.

Menge: 75ml

Maßlösung: Natronlauge (0,1 mol/l)

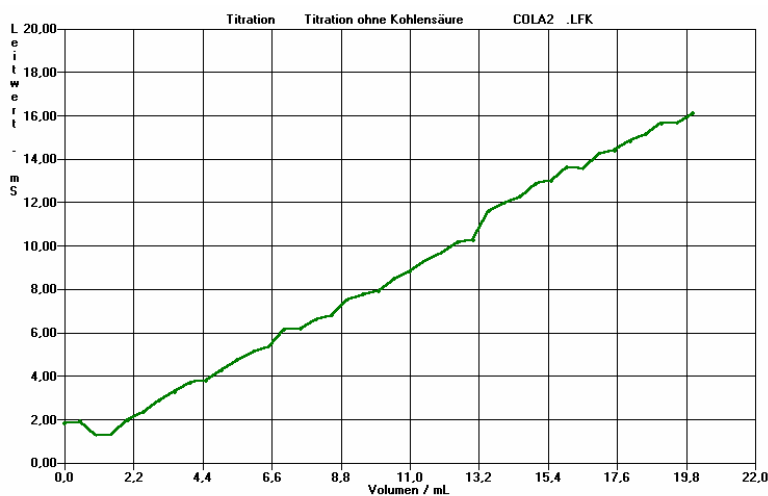
Wir haben den pH-Wert und außerdem noch die Leitfähigkeit gemessen.



sich noch Kohlensäure befand, Messung erheblich verfälscht.

In den folgenden Stunden haben wir außerdem noch eine Messung mit einer 1 mol/l Maßlösung (Natronlauge) durchgeführt. Hier haben wir das Cola vorher zwei Wochen stehen lassen, so dass keine Kohlensäure mehr enthalten war. (Leider waren die Elektroden bei dieser Messung kaputt, so daß auch dieses Ergebnis nicht verwertbar ist.)

Al:
de
El:
ko
ko
Be
un



in brauchbares Schaubild. Bei zu hoch konzentriert oder die den ersten Versuch mit mir noch eine Titration mit g) durchgeführt. und der richtigen Maßlösung e:

In Coca Cola ist Phosphorsäure enthalten. Wir errechneten eine Konzentration von 0,11 % Phosphorsäure im Cola.

Bestimmung der Zucker-Konzentration:

Nun haben wir versucht, den Zuckergehalt im Cola zu bestimmen. Wir beabsichtigten, mit den Clinitest-Tabletten (Fehlingprobe) den Zucker nachzuweisen. Damit kann aber nur Fructose (Monosaccharid), also Einfachzucker nachgewiesen werden. Wir vermuten jedoch, dass sich im Cola auch noch Doppelzucker (Disaccharide) befinden. Deshalb haben wir uns in der Chemie-Bibliothek der Schule nach einem Versuchsaufbau gesucht,

der es ermöglicht, Disaccharide in Monosaccharide zu spalten, um diese dann nachzuweisen. Leider haben wir aber noch keinen entsprechenden Versuch gefunden. Eventuell könnte man menschliche Enzyme verwenden, um diese Spaltung vorzunehmen. Der Nachweis mit den Clinitest-Tabletten birgt noch ein weiteres Problem. Man erkennt dabei die Zucker-Konzentration an der Farbe des Reaktionsprodukts. Leider ist Cola aber schwarz, so dass der Farbumschlag nicht zu erkennen ist. Wir haben deshalb versucht die Farbstoffe mit Aktivkohle herauszufiltern, was uns nicht gelang.

Nun versuchten wir mit Hilfe der Dichte des Zuckers dessen Menge zu bestimmen. Hierzu verwendeten wir Dichtespindeln. Wir bestimmten die Dichte von einem Liter zuckerhaltigen Colas und verglichen sie mit der Dichte von Zuckerwasser. Da uns die im Wasser enthaltene Menge an Zucker bekannt war, konnten wir die Zuckerkonzentration im Cola ausrechnen:

Wir errechneten eine Menge von 114g Zucker in einem Liter Cola.
Dies entspricht 38 Stück Würfelzucker.

Nachweis von Koffein im Cola:

Mit einer Dünnschicht-Chromatographie versuchten wir das Koffein nachzuweisen. Als stationäre Phase diente uns Kieselgel F₂₅₄, als mobile Phase verwendeten wir ein Gemisch aus 50 ml n-Heptan, 50 ml 2-Propanol und 0,5 ml Ammoniaklösung (w=25%). Zum Vergleich verwendeten wir außerdem eine Probelösung mit einer Spatelspitze Koffein gelöst in Ethanol.

Ergebnis:

Das Ergebnis (die aufgeklebte DC-Karte) ist unter UV-Licht zu betrachten. Man stellt fest, dass sowohl die Probelösung als auch das Cola gleich weit nach oben transportiert wurden. Somit haben wir eindeutig nachgewiesen, dass in Coca Cola Koffein enthalten ist...

Bestimmung der Schmelzenthalpie von Wasser

Zur Abwechslung haben wir in einer Praktikumsstunde einmal nicht Coca Cola, sondern ganz normales Wasser untersucht. (Außerdem hatten wir gerade nicht genügend Cola um weiter zu machen.)

Wir bestimmten die molare Schmelzenthalpie von Wasser:

Aufbau:

ein Kalorimeter (eine Thermoskanne); Wasserwert $c = 80 \text{ J/K}$
Wasser; $m = 300 \text{ g}$; $\vartheta = 35,1 \text{ }^\circ\text{C}$
Eiswürfel; $m = 25,87 \text{ g}$; $\vartheta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

Nun gibt man das Wasser in das Kalorimeter und fügt die Eiswürfel hinzu.

Beobachtung:

Das Eis schmilzt und es entsteht eine Mischung mit $\vartheta = 28 \text{ }^\circ\text{C}$.

Erklärung:

Das Wasser gibt Energie an das Eis ab. Ein Teil dieser Energie wird als Wärme frei. Der Rest wird benötigt um das Eis zu schmelzen. Der Übergang vom flüssigen in den festen Zustand kostet nämlich Energie, die Schmelzenthalpie.

Wir errechneten aus den Ergebnissen eine Schmelzenthalpie von 4353 J . Dies ist die Energie die Eis zum Schmelzen benötigt.

Das Chemie-Praktikum hat uns viel Spaß gemacht, auch wenn nicht jeder Versuch auf Anhieb geklappt hat. Wir finden, dass es eine gute Einrichtung ist und unbedingt in Zukunft weitergeführt werden sollte, damit auch noch viele andere Schüler in dessen Genuss kommen können.