

## Kakao & Schokolade



Bildquelle: Pixabay

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 1	Kohlehydrate	Einfach-/ Mehrfachzucker	••	•	60 min

- 1.1 Einleitung Schokolade
- 1.2 Definition
- 1.3 Geschichte der Schokolade
  - 1.3.1 1500 v.Chr. Olmeken
  - 1.3.2 Der erste Nachweis von Kakao
    - 1.3.3.1. Kakao bei den Mayas / Ein altes Rezept der Mayas
  - 1.3.5 Die Azteken und der Kakao
  - 1.3.6 Die Spanier und der Kakao
  - 1.3.7 Für die Schweine oder ein Getränk wird süß
  - 1.3.8 Die Schokolade kommt nach Europa
  - 1.3.9 Vom Luxus- zum Massenprodukt (Faktoren)

- 1.4 Inhaltsstoffe
  - 1.5 Gesundheit und Schokolade
  - 1.6 Das Aroma
  - 1.7 Fermentation
  - 1.8 Kakaofermentation
  - 1.9 Die Trocknung
  - 1.10 Das heutige Problem der Qualitätsgarantie von Schokolade
  - 1.11 Vom Kakao zur Schokolade (die Etappen)
- 
- 2.1. Sensorische „Analyse“. Kakao schmeckt gut
  - 2.2 Schmelzpunkt oder Schmelzbereich der Schokolade
  - 2.3 Zuckernachweis mit Tolles-Reagenz
  - 2.4 Zuckernachweis mit Dünnschichtchromatographie
  - 2.5 Fettnachweis (die Fettfleckprobe)
  - 2.6 Gewinnung des Kakaofettes durch Extraktion mit Petrolether aus Kakaopulver

**Hinweise:**

Bitte beachten Sie, dass unsere Versuchsanleitungen lediglich als Orientierung dienen. Sie werden nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt. Sie ersetzen allerdings keine fachgerechte Unterrichtsvorbereitung. Wir können keine Haftung für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernehmen und bitten Sie, die jeweiligen Aussagen und Quellen vor Verbreitung zu überprüfen.

Wir haben wieder einmal darauf verzichtet alle R- und S- Sätze in Vollständigkeit anzugeben.

**Achtung:**

*Wegen des nötigen Arbeitsschrittes mit Anilin wird darauf verwiesen, diesen Versuch nicht mit Schülerinnen und Schülern im Unterrichtsversuch durchzuführen. Anilin ist ein blutveränderndes Gift, welches Hämolyse auslösen kann und im Verdacht steht, krebserregend (karzinogen) zu sein. Es kann über die Haut aufgenommen werden.*

*Bitte informieren Sie sich vorab über die Bestimmungen Ihres Landes bzw. Bundeslandes bezüglich der Gefahrstoffverordnung und den Erwerb der Chemikalien für Ihre Institution.*

## **1.1 Schokolade – macht dick und glücklich?**

Heute gibt es Schokolade in vielen verschiedenen Formen. Ob als Pralinen, Trinkschokolade, ob als Schokolade mit exotischen Gewürzen. Es gibt mit Sicherheit hunderte, wenn nicht tausende von verschiedenen Rezepten und Mixturen. Der pro-Kopf-Verbrauch von Schokolade liegt in der EU immer hin bei fast 5kg pro Jahr. Die Schweiz liegt z.B. bei über 10kg, Deutschland isst ebenfalls recht süß mit fast 9kg pro Jahr! In der Schokolade finden sich mehr als 300 Inhaltsstoffe.

Die Schokolade hielt man für ein universales Stärkungsmittel, sie sei insgesamt der Gesundheit zuträglich. Dr. C.B.Behrens (1660-1736) schrieb in „Selecta diabetica“ 1710: „Täglicher Genuss von Schokolade führt zu Genesung von schwerer Krankheit und zu Verlängerung des Lebens“. Es fanden sich vielerlei Indikationen zur Ernährung mit „Gesundheitsschokolade“.

Viele Menschen schwören auch heute auf Schokolade als Mittel gegen Kummer aller Art und behaupten, nach einer Tafel Schokolade ginge es ihnen besser. Und Tatsache ist: das ist nicht nur eine Behauptung. Schokolade macht tatsächlich glücklich. Oder zumindest hält sie die Stimmung wieder etwas auf. Schokolade enthält u.a. Anandamid, ein Stoff, der mit Marihuana verwandt ist! Aber keine Angst, man müsste schon mindestens 20kg Schokolade essen, um in einen rauschartigen Zustand zu kommen. Aber Schokolade enthält auch Alkaloide, wie Theobromin und Koffein. Diese Inhaltsstoffe und die Glukose, regen die Produktion von Endorphinen im Gehirn an. Dies sind sogenannte „Glückshormone“, die manchmal auch bei Langstrecken- oder Marathonläufen ausgeschüttet werden. Sicherlich ist der Fett- und Zuckeranteil in Schokolade hoch, deshalb sollte man Schokolade nur in Maßen konsumieren; aber das trifft auf so ziemlich alle Lebensmittel (unter anderem z.B. auf Wein) zu.

## **1.2 In Wikipedia findet man z.B. diese Definition:**

“Schokolade ist ein kakaohaltiges Lebens- und Genussmittel. Es wird als Grundstoff in reiner Form genossen und als Halbfertigprodukt weiterverarbeitet. Das Wort leitet sich vom Namen des ersten kakaohaltigen Getränkes ab, dem Xocóatl oder Xocólatl (Nahuatl: Xócoc ‚bitter‘, atl ‚Wasser‘; also ‚bitteres Wasser‘ oder ‚Kakaowasser‘) der Azteken. Dabei handelte es sich um eine Mischung aus Wasser, Kakao, Vanille und Cayennepfeffer.“

## **1.3 Eine süße Versuche, Geschichte der Schokolade**

Die Geschichte der Schokolade geht sehr bis in das 2. Jahrtausend vor Christus zurück. Wahrscheinlich waren es die Olmeken, die zum ersten Mal Schokolade zubereiteten. Auch das Wort „cacao“, ursprünglich „kakawa“ ausgesprochen, stammt aus der olemekischen Sprache. Es gehörte bereits um 1000 v. Chr. zum Wortschatz der Olmeken. So können wir heute davon ausgehen, dass die Olmeken die ersten waren, die Schokolade tranken.

Das Siedlungsgebiet lag im Feuchtland der mexikanischen Küste. Da die Olmeken auch sehr starken Handel mit umliegenden Völkern, wie den Mayas hatten, dürfte das Getränk wahrscheinlich in ganz Mittelamerika bekannt gewesen sein.

### **1.3.2 Älteste Nachweis von Kakao auf Tongefäßen aus Honduras**

Auf den Scherben von Gefäßen aus der Zeit um 1150 vor Christus konnte Theobromin nachgewiesen werden, ein Stoff der in Mittelamerika nur in Kakao vorkommt. Die Forscher um John Henderson (Cornell-Universität, Ithaca), die die Scherben aus dem Dorf Puerto Escondido im unteren Ulúa-Tal untersucht haben, vermuten aber aufgrund der Form und der Verzierung, dass das Getränk noch aus dem Fruchtfleisch zubereitet wurde. Wahrscheinlich hat man ein alkoholisches Getränk aus dem Fruchtfleisch zubereitet und zu rituellen Zwecken getrunken.

### **1.3.4 Die Mayas**

Von den Maya existieren neben Wandzeichnungen, erhaltenen Schriften auch noch Gefäße, die zur Einnahme von Kakao benutzt wurden. Solche Gefäße hat man z.B. in Grabbeilagen gefunden. Schokolade wurde damals wohl nicht gegessen, sondern getrunken; außerdem wurde Kakao auch als Gewürz verwandt. Kakao wurde damals auf jeden Fall nicht gesüßt und hatte einen herben und bitteren Beigeschmack.

Kakao war bei den Maya wie generell in seiner langen Geschichte kein Massenprodukt, sondern ein Getränk, das dem Adel vorbehalten war. Kakao hatte eine besondere Bedeutung, denn z.B. wurde es bei den Azteken und auch den Mayas als Zahlungsmittel verwendet – ähnlich wie bei uns im Mittelalter das Salz.

Um die große Bedeutung des Kakao und seine hohe Stellung deutlich zu machen, muss man sich nur vor Augen halten, dass Kakaobohnen bei den Maya und auch bei den Azteken als Zahlungsmittel verwendet wurden. Die Abbildung rechts zeigt das Geldsymbol der Maya Schrift. Einige Maya-Stämme handelten darüber hinaus rege mit den Kakaobohnen auch mit Nachbarvölkern.

### **1.3.4 Ein Rezept der Mayas**

Heiliges Schokoladengetränk der Lacandón

Die Ehefrau des Zeremonienmeisters röstet die Kakaobohnen und mahlt sie dann mit einem Reibstein und auf dem Stein Metate, und nicht mit den Handmühlen aus Eisen, wie sie in gewöhnlichen Küchen verwendet werden. Auch tut sie dies in einer besonderen Kochhütte, die sich neben dem „Gotteshaus“ befindet, wo die aus Lehm geformten „Gottestöpfe“ aufbewahrt werden. Während des Mahlens mischt sie ein Gras, das so genannte „aak“, darunter, welches die Kakaoflüssigkeit schäumen lässt, wenn sie sie mit einem Holzstab aufschlägt. Wasser wird in die Mischung hin eingerührt, die Flüssigkeit abgeseiht und schließlich in Schalen gegossen, die entweder balché (ein rituelles, mit einer bestimmten Baumwurzel gewürzter Met) oder sak ha (Maisgrütze) enthalten. Damit werden dann die „Gottestöpfe gefüttert“.

### **1.3.5 Kakao bei den Azteken**

Sie war wie häufig nur dem Adel oder dem Klerus vorbehalten und diente aber nicht nur als Genussmittel, sondern wurde auch als Zahlungsmittel verwendet. Aus dem Jahre 1545 ist uns eine Preisliste verschiedener Waren überliefert, daraus ein kurzer Auszug:

- Ein Truthahn hat einen Wert von 200 Kakaobohnen.
- Ein Hase oder Waldkaninchen sind je 100 Kakaobohnen wert.
- Eine große Tomate entspricht dem Wert einer Kakaobohne.
- In Maishülsen gewickelter Fisch ist 3 Kakaobohnen wert.

Interessant ist auch die Tatsache, dass schon damals die Währung gefälscht wurde. Man ließ sie zum Beispiel in Wasser aufquellen oder gab den Bohnen künstlich eine aschgraue oder fahl rote Farbe, so dass man glaubte es handele sich um eine edle Kakaosorte.

Da die Azteken nicht über eigene Anbaugelände verfügten, konnte der Kakao nur über Abgaben und Handel ins Land gebracht werden. Soconusco, liegt an der pazifischen Küste im Grenzbereich zwischen Mexiko und Guatemala. Dieses Gebiet war den Azteken so wichtig, dass ihr Herrscher Ahuitzotls (1486-1502) es eroberte, um die Versorgung mit Kakao durch Abgaben und Tribute sicherzustellen.

Es gibt noch zahlreiche Schokoladenrezepte der Azteken ...

### **1.3.6 Die Spanier und die Schokolade**

Auf Kolumbus 4. Reise, die am 9. Mai 1502 begann und ihn am 15. August 1502 nach Guayana führte, traf er als erster Europäer auf Kakao. An diesem Tag traf Kolumbus auf ein Handelskanu der Maya. Merkwürdig kam es Kolumbus vor, dass sich die Eingeborenen immer bückten, wenn eine kostbare Bohne herunterfiel. Warum die Bohnen so kostbar waren, blieb Kolumbus verborgen.

### **1.3.7 Ein Getränk für die Schweine**

Das bittere Kakaogetränk aber wirkte auf die Spanier zunächst abstoßend. „Sie schien eher ein Getränk für Schweine zu sein als für die Menschheit“, schrieb der Italiener Benzoni und war damit nur einer unter vielen, die dieses neue Getränk ablehnten. Allerdings wurde damals z.B. auch der Mais abgelehnt.

### **1.3.8 Die Schokolade wird süß**

Der bittere herbe Geschmack der Schokolade missfiel den Spaniern, aber man kam auf die Idee, die Schokolade mit Rohrzucker zu süßen. Dadurch wurde jetzt die Schokolade überall unter den neuen Amerikanern sehr beliebt. Die Spanier waren, wie alle Europäer geradezu süchtig nach „süßen Dingen“ seit im mittelalterlichen Europa der Zucker eingeführt worden war.

Nachdem sich die Schokolade bei den in Mittelamerika eingewanderten Spaniern immer größerer Beliebtheit erfreute, gelangte sie auch an den spanischen Königshof. Wann und von wem die

Schokolade erstmals nach Spanien gebracht wurde, ist nicht ganz klar und es gibt etliche Spekulationen Neben den Spaniern, die als Adelige und / oder Krieger in die neue Welt aufgebrochen waren, konnten es genauso gut die Mönche und Missionare gewesen sein, die die Schokolade als erste nach Spanien brachten. Denn die Mönche, allen voran die Jesuiten, unterhielten rege Beziehungen zwischen ihren Klöstern in der alten und neuen Welt. Nachdem die Schokolade in Spanien bekannt war, kontrollierten sie sogar für einige Zeit Teile des Kakaohandels.

In der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts begann sich die Schokolade am spanischen Königshof durchzusetzen. Die Schokolade wurde zu einem beliebten Getränk, welches vor allem dem Adel vorbehalten blieb. Schließlich wurde die Schokolade zum spanischen Nationalgetränk. und noch heute gehört die Trinkschokolade zum traditionellen spanischen Frühstück. Von Spanien aus eroberte die Schokolade schließlich ganz Europa.

Die erste europäische Blüte erlebte die Schokolade in der Zeit des Barock. Es entstehen sogar eigene „Schokoladenhäuser“ und Schokolade ist das In-Getränk beim Adel und in Teilen des wohlhabenden Bürgertums. Fast gleichzeitig mit den Kakao- und Teehäusern entstehen die Schokoladenhäuser. Für die Masse der Menschen bleibt die Schokolade erst einmal unbezahlbar. 1776 kostet ein Pfund (ca. 453 Gramm) Schokolade der Firma Fry in England 35 Pence. Das entsprach fast dem Wochenlohn eines Landarbeiters

### **1.3.9 Vom Luxus- zum Massenprodukt**

Im 19. Jahrhundert führen mehrere Veränderungen dazu, dass die Schokolade auch von weniger reichen Bevölkerungsschichten konsumiert werden kann. Zum einen führt eine Vergrößerung der Anbauflächen zu einer Preissenkung. Die technische und industrielle Revolution macht auch nicht vor der Kakaoverarbeitung halt. Einige Maschinen ermöglichen eine effektivere und bessere, damit also günstigere Verarbeitung von Kakao. (1828 Hydraulische Kakao presse) Der Holländer van Houten entwickelt eine Methode zur Herstellung von Kakaopulver mit sehr geringem Fettanteil durch Einsatz einer hydraulischen Presse. Eine weitere Entwicklung van Houtens war die Behandlung des Kakaopulvers mit Alkali salzen. Durch diese Behandlung lässt sich das Kakaopulver besser mit Wasser vermischen. Außerdem macht es die Schokolade dunkler und erzeugt einen milderen Geschmack. Die Erfindungen legen den Grundstein für die Herstellung von Kakaopulver und die Gewinnung zusätzlicher Kakaobutter für die Herstellung von Schokolade. Der Schweizer Suchard setzt den ersten Mixer für die Schokoladenzutaten ein. Mit Hilfe dieser Maschine, die aus einem flachen erwärmten Granitbecken besteht, über dem sich Granit walzen hin und her bewegen, gelang es Suchard die Kakaomasse, den Zucker und alle weiteren Zutaten ideal zu vermischen.

Zölle und Steuern, die noch im 17. Jahrhundert auf dem Kakao lagen, wurden größtenteils gestrichen oder gesenkt. Zucker bildete die wirtschaftliche Grundlage der Kolonien in Südamerika und in der Karibik, bis der deutsche Chemiker Andreas Sigismund Marggraf (1709 – 1782) 1747 nachwies, dass auch in Runkelrüben Zucker enthalten ist. Auf der Grundlage von Marggrafs Entdeckung züchtete dessen Schüler Franz Karl Achard (1753 – 1821) Rüben mit höherem

Zuckergehalt. 1802 wurde in Preußen die erste funktionstüchtige Rübenzuckerfabrik entwickelt. Das Ergebnis war erfreulich, denn so wurde Zucker wesentlich preiswerter.

### **1.5 Gesundheit und Schokolade**

Ungesüßter Kakao enthält Theobromin. Dies ist chemisch gesehen ein Alkaloid und hat Ähnlichkeiten mit dem Coffein. Es wirkt auf den Organismus anregend und aufhellend. Weitere Inhaltsstoffe, die in Zusammenhang mit der stimmungsaufhellenden Wirkung von Schokolade gebracht werden, sind unter anderem das molekulare Grundskelett des Amphetamins Phenylethylamin, die Serotonin-Vorstufe Tryptophan, ein natürliches Antidepressivum.

Schokolade, insbesondere Bitterschokolade mit hohem Kakaoanteil, kann den Spiegel an herzschützenden Antioxidantien im Blut für einige Stunden stark anheben. Allerdings wird dieser Effekt durch die gleichzeitige Zunahme von Milch wieder neutralisiert. Bei dem im Falle von Schokolade und Kakao wirksamen Antioxidantien handelt es sich um ein Flavonoid.

Schokolade enthält über den Kakaoanteil auch N-Phenylpropanoid-L-aminsäureamid, das sich wachstumsfördernd auf Hautzellen auswirkt und damit Wundheilung unterstützt, Hautschäden therapiert, Falten vorbeugt und das Risiko von Magengeschwüren verringert.

Wissenschaftler haben ebenfalls nachgewiesen, dass der Kakaokonsum den Blutdruck leicht erniedrigen kann.

Schokolade enthält natürlich sehr viel Zucker und Fett. Deshalb ist es eine Kalorienbombe! Zu viel Zucker ist natürlich auch bei fehlender Zahnhygiene ein Hauptgrund von Karies. Nach einer Untersuchung der Zeitschrift Ökotest kann Bitterschokolade Cadmium enthalten (Schwermetall). Außerdem fand die Uni Kiel heraus, dass in dunkler Schokolade ein Schimmelpilz enthalten ist!

### **1.6 Das Kakaoaroma**

Die Qualität von Genussmitteln wie Kakao, Tee, Kakao und auch Zigaretten tabak ist im Wesentlichen durch Geschmack und Aroma ("Flavour") bestimmt. Für den "Aromaeindruck" Kakao gelten über 400 Aromastoffe als maßgebend. In nicht fermentiertem Kakao findet sich keiner dieser Aromastoffe, sondern sie werden erst beim Rösten von fermentierten Kakaobohnen gebildet.

Somit wird deutlich, wie wichtig der Schritt der Kakaofermentation bei der Kakaoproduktion ist; denn nur während der Fermentation werden die erwähnten Aminosäuren und Peptide, die als Vorstufen der Aromastoffe gelten, in den Kakaobohnen freigesetzt. Ohne Fermentation gibt es kein Kakaoaroma.

### **1.7 Was ist Fermentation?**

Das Lexikon gibt Auskunft: Als "Fermentation" bezeichnet man im weiteren Sinne "... die Umsetzung biologischer Materialien, die durch Enzyme katalysiert und durch Sauerstoffentzug, Belüftung, Wärme, Licht oder Dunkelheit beeinflusst oder gelenkt wird.

## **1.8 Die Kakaofermentation**

Im Falle der Kakaofermentation werden die reifen Früchte des Kakaobaumes aufgebrochen und die im Fruchtmus eingebetteten Kakaosamen herausgeholt. Dieses Samen-Pulpe-Gemisch wird dann über mehrere Tage dem sukzessiven Angriff von Mikroorganismen ausgesetzt. Der Ablauf der Fermentation wird meist nur wenig gesteuert, oft werden nur einige hundert Früchte zu einem Haufen aufgeschichtet und mit Bananenblättern bedeckt ("Haufenfermentation"). In anderen Fällen gibt man die Kakaofrüchte in unterschiedlich gestaltete Kästen. Wird der Verlauf einer Fermentation falsch beurteilt und zu früh oder zu spät aufgebrochen, so kann dies zu einer Aromaverflachung oder einer Entwicklung von Fehlparfums führen.

Man kann bei der Fermentation drei aufeinanderfolgende Phasen unterscheiden:

1. Anaerobe Phase: Die im Fruchtfleisch enthaltenen Zucker werden von Hefen abgebaut, dabei entsteht Ethanol (alkoholische Gärung).
2. Aerobe Phase: Das Ethanol wird von Bakterien zu Essigsäure oxidiert. Die Säure dringt in die Kakaosamen ein und tötet diese ab.
3. Postmortal: In den abgetöteten Samen werden die gespeicherten Proteine enzymatisch gespalten (durch sog. Proteasen), dabei entstehen Aminosäuren und Peptide, die essentiellen Vorstufen für das Kakaoaroma.

## **1.9 Die Trocknung**

Nach Abbruch der Fermentation werden die Kakaobohnen getrocknet. Häufig geschieht dies durch einfaches Ausbreiten in der Sonne, aber auch maschinelle Trockner werden eingesetzt. Der Wassergehalt in den Bohnen wird auf ca. 7% reduziert. Am Ende der Trocknung steht das Lager- und Handelsgut Rohkakao. Die Kakaobohnen werden eingepackt und sind zum Verschiffen bereit.

## **1.10 Qualitätsgarantie des heutigen Kakaohandels**

Die Hersteller der Schokolade stehen meist vor einem großen Problem. Bevor nämlich die Bohnen geerntet wurden, hat der Hersteller die Ladung schon gekauft. Trocknung und Fermentation wurden noch nicht durchlaufen. Man weiß also noch nicht, welche Qualität man eigentlich erworben hat. Wenn die Kakaoladung in der Schokoladenfabrik ankommt, ist das Aromapotential, aus dem beim Rösten und Veredeln bestes Kakaoaroma werden soll, bereits irreversibel vorgegeben. Aus minderwertigem Rohkakao lässt sich also keine hochwertige Schokolade mehr machen.

## **1.11 Vom Kakao zur Schokolade-Rösten**

Die getrockneten Kakaobohnen werden bei Temperaturen zwischen 100°C bis 160°C je nach Rezeptur 10 bis etwa 35 Minuten geröstet. Dabei sinkt der verbliebene Wassergehalt der Kakaobohnen weiter ab und die Bohnen entwickeln das endgültige Kakaoaroma, außerdem werden dabei teilweise auch die Mikroorganismen abgetötet.



**Schälen:** Die Bohnen werden bei diesem Vorgang mechanisch aufgebrochen und der Kern wird von der Schale getrennt. Die Kakaokernbruchstücke werden Nibs genannt. **Mahlen:** Die Kerne der Kakaobohnen werden zu einer Masse von zähflüssiger Konsistenz vermahlen, der Kakaomasse.

**Pressen:** Die flüssige Kakaomasse kommt in große Pressen, dort wird sie unter dem Druck von bis zu 900 bar zusammengepresst - Kakaobutter fließt klar und goldgelb wie Sonnenblumenöl ab. Zurück bleibt der Kakao-Presskuchen - je nach dem verwendeten Druck "schwach entölt" oder "stark entölt". Er wird zermahlen und zum wohlbekanntem Kakaopulver verarbeitet.

### **Kakaobutter**

Die abgepresste Kakaobutter zählt zu den beständigsten und wertvollsten Pflanzenfetten - sie wird in erster Linie für die Herstellung hochwertiger Schokolade verwendet.

### **Mischen**

Aus den Kakaomassen der einen oder anderen Kakaosorte wird eine bestimmte Mischung für eine spezielle Schokolade kreiert, zum Beispiel eine Bittersorte oder eine Vollmilch-Schokolade. So entsteht - je nach Zusammenstellung der Ingredienzen - eine herbere oder mildere, je nach Zugabe von Milchpulver, Sahne, Zucker und Kakaobutter (gewonnen aus dem Pressen einer anderen Kakaomassen-Charge), eine lieblichere, härtere oder schmelzender Masse.

### **Feinwalzen**

Um dem Gemisch einen Schmelz zu geben, wird die Masse zunächst durch große Stahlwalzen geschickt. Alle Bestandteile werden mikroskopisch fein zermahlen (etwa 25 µm).

### **Conchieren**

Die fein zermahlene trockene Masse wird in speziellen, beheizbaren Rühranlagen, den "Conchen" (concha = span. Muschel) bis zu 72 h lang verrührt und dabei veredelt. Bei diesem Prozess bekommt die Schokoladenmasse ihren zarten Schmelz. Des Weiteren können störende Aromabestandteile während des Rührvorgangs zu einem gewissen Grad vermindert werden. Die physikalischen und chemischen Prozesse bei diesem Verarbeitungsschritt sind noch nicht vollständig ergründet. Zutaten wie Nüsse oder Rosinen werden jetzt gegebenenfalls beigemischt und die Schokoladenmasse ist fertig für das Gießen in Tafel- oder Hohlformen.

## **2.1 Versuchsreihe der Schokolade**

Ausnahmsweise darf einmal probiert und geschmeckt werden! Wir wollen alle unsere Sinne einsetzen!

**Sehen:** Beurteilt genau das Aussehen von Schokolade. Bitte alles notieren!

**Hören:** Haltet ein Schokoladenstück an das Ohr und brecht es. Welche Geräusche gibt es! Bitte notieren!

**Fühlen:** ertastet genau die Oberfläche der Schokolade. Ist sie rau, glatt, eben etc. Notiert genau eure Beobachtungen.

**Riechen:** Einer in der Gruppe bekommt die Augen verbunden; dann hält man ihm ein Stück Schokolade unter die Nase. Was riecht man zuerst. Beim intensiveren Riechen, „schnüffeln“ kann vielleicht noch mehr herausgefunden werden! Die Eindrücke werden von einem anderen

Schüler notiert. Man kann diesen Versuch mit allen Schokoladenproben durchführen. Der Schüler sollte immer der gleiche sein!

Schmecken: Einem anderen Schüler werden jetzt die Augen verbunden. Los geht's zum schönsten Teil! Ein Stück Schokolade soll langsam auf der Zunge geschmeckt werden. Es ist wichtig, dass man langsam das Schokostück auf der Zunge zergehen lässt. So kann man viele Aromen feststellen. Wichtig: Beim Schmecken immer wieder ausatmen, so können wir noch viel mehr Aromen (über die Nase! Bis zu 10000!) wahrnehmen! Bitte ebenfalls notieren lassen.

Chemikalien:

- > unterschiedliche Schokolade

Geräte:

- > Tuch
- > Schokolade -Marke

Auswertung:

Schokolade - Marke	Sehen	Hören	Fühlen	Riechen	Schmecken

## 2.2 Erwärmen von Schokolade

Den Versuchsaufbau für die Erstellung der Schmelztemperaturkurve sollte man die Schülerinnen und Schüler selbst entwickeln lassen. Forschend und entwickelnd! Sie werden dann schnell feststellen, dass eine große Oberfläche mehr Genauigkeit bringt, dass ein Wasserbad die Temperatur gleichmäßig an alle Seiten bringt und tauschen auch in der Gruppenarbeit ihre Fortschritte aus.

Danach sollte der Begriff Schmelztemperatur besprochen werden. Die Schmelztemperatur zählt wie die Dichte, Festigkeit, Härte usw. zu den Werkstoffeigenschaften eines Stoffes. Wichtig sind noch die Begriffe wie Reinstoff oder Stoffgemisch. Es wäre vielleicht auch gut, wenn man einen Reinstoff (Palmitin oder anderes) schmilzt. Schmelzpunkt und Schmelzbereich sind weitere wichtige Begriffe.

Chemikalien: Fein geraspelte Schokolade (nummeriert), kaltes Wasser

Geräte:

- Raspel
- Teelöffel,
- Reagenzglas
- Becherglas,
- 2 Thermometer
- Stativ
- Dreifuß mit Drahtnetz
- Stativmaterial
- Magnetrührer mit Heizfunktion
- Waage
- Schutzbrille

### **Durchführung des Versuchs:**

Zuerst -raspeln wir die Schokolade sehr fein und stellen sie dann kurz in den Kühlschrank. Nach circa 5 Minuten wiegen wir 6g ab und geben sie in das Reagenzglas.

Stelle das Reagenzglas in ein Becherglas mit Wasser. Befestige es an einem Stativ.

Baue die Versuchsanordnung auf (Beachte, dass sich die Schokolade im Reagenzglas vollständig unter der Wasseroberfläche befindet. Erhitze das Wasser unter ständigem

Rühren (Magnetrührer) mit dem Heizgerät (Zeitpunkt Null). Mit dem Thermometer rühren wir gleichmäßig die Schokoladenflocken um und lesen alle 30 Sekunden die Temperatur des Wassers und der Schokoladenmasse ab. Notieren die Messwerte in einer Tabelle.

Zeichne den Temperaturverlauf für beide Messreihen in ein Koordinatensystem (x-Achse: Zeit; y-Achse: Temperatur) und interpretiere die Kurve.

### **Auswertung:**

Bei Schokolade handelt es sich nicht um einen Reinstoff, deshalb gibt es auch keinen exakten Schmelzpunkt, sondern einen Schmelzbereich. Je nach verwendeter Schokolade ist dieser Bereich unterschiedlich. Da Schokolade ein komplexes Stoffgemisch ist, können wir keine exakte Schmelztemperatur feststellen. Bei unserer Aldi-Süd (Nuss)-Schokolade hatten wir einen Schmelzbereich zwischen 28°C und 31°C.

### **2.3 Zucker Nachweis mit Tolles-Reagenz**

Chemikalien:

- Silbernitrat
- Ammoniak
- Natronlauge
- Trinkschokolade (mit Zucker!)
- Kakaopulver (ohne Zucker!)
- Traubenzucker

Geräte:

- Schutzbrille
- Handschuhe
- 7 Reagenzgläser
- Pipette
- Peleusball
- Faltenfilter
- 3 Trichter
- Löffel/Spatel
- 3 Gummistopfen
- 3 Klammern
- Wasserbad 90°C

Durchführung:

Die Herstellung von Tolles-Reagenz: Zu Silbernitratlösung ( $w = 2\%$ ) wird tropfenweise unter ständigem Schütteln gerade soviel Ammoniaklösung (C) zugegeben, bis sich der zunächst gebildete braune Niederschlag wieder auflöst. Die Lösung muss immer frisch bereitet werden. Die Lösung muss nach Gebrauch am besten mit Glucose reduziert werden, da sonst Explosionsgefahr besteht. Am besten durch forschen Sie auch mal bei der Gelegenheit ihre Sammlungen!

Die Trinkschokolade, das Kakaopulver und der Traubenzucker werden jeweils in einem Becherglas in Wasser gelöst. Die 3 Lösungen werden jeweils in ein sauberes Reagenzglas filtriert.

Der Nachweis:

Die 3 Proben werden jeweils mit dem frisch zubereiteten Reagenz versetzt. Die Reagenzgläser werden mit einem Gummistopfen verschlossen und dann in ein Wasserbad gehängt oder gestellt (Stativ wäre nicht schlecht).

Auswertung: Bei Traubenzucker und dem Kakaopulver bildet sich ein Silberspiegel, nicht jedoch bei dem Kakaopulver ohne Zucker.

Mit dem Tollenz-Reagenz werden reduzierende Substanzen oxidiert.

## **2.4 Die Zuckerbestimmung in Schokolade durch Dünnschichtchromatographie**

Bei dieser Zuckerbestimmung kann man nicht nur Zucker nachweisen, sondern auch die Art des Zuckers genau feststellen, die sich in der Schokolade befindet.

### Geräte:

- Brenner
- Dreifuß
- Keramiknetz
- Haushaltsreibe
- 7 Messkolben
- Waage
- 2 Erlenmeyerkolben (250 ml) mit Schliff
- 2 passende Schliff stopfen
- Siedesteine
- Messzylinder (25 ml und 100 ml)
- Faltenfilter
- Filtergestell
- Filterpapier
- Glastrichter
- DC-Fertigplatten (Kieselgel 60, 20x20 cm, 0,25 mm Schichtdicke)
- Laufkammer
- Mikrokapillaren
- Becherglas (250 ml)
- Zerstäuber für Sprühreagenz

### Chemikalien:

- Kaliumhexacyanoferrat-Trihydrat
- Zinkacetat-Dihydrat
- Lösungen von: Glucose (1 %)
- Fructose (1 %), Saccharose (1 %)
- Lactose (1 %), Maltose (1 %)
- destilliertes Wasser
- Isopropanol (leicht entzündlich, F)
- n-Butanol
- Borsäurelösung (0,5 %)
- Anilin
- Diphenylamin
- Methanol
- Essigsäure

- Phosphorsäure (85 %)
- Schokoladenprobe

**Durchführung:**

Zuerst stellen wir die Reagenzien her. Hierfür verwenden wir Carrez I, 1,5g davon lösen wir in 10ml dest. Wasser; danach füllen wir alles bis auf 100ml auf. Jetzt wiederholen wir das Ganze mit Carrez II. 2,3 Zinkacetat-Dihydrat werden in 10ml dest. Wasser gelöst und dann wieder auf das Gesamtvolumen von 100ml Wasser aufgefüllt.

**Herstellung der Zuckerlösung:**

12g fein geraspelte Schokoladenprobe wird in einem Erlenmeyerkolben in ca. 70ml heißem Wasser aufgelöst. Die Lösung wird dann jeweils mit 5ml CarrezI und CarrezII Reagenz übergossen. Jetzt schütteln wir kräftig. Danach wird alles mit dest. Wasser auf 100ml aufgefüllt. Jetzt wird nur noch gefiltert und wir erhalten eine klare Lösung.

**Laufmittel:**

Frische Mischung aus 63ml Isopropanol, 38ml Butanol, 2,6ml Essigsäure und 12,8ml Borsäurelösung.

**Sprühreagenz:**

2 ml Anilin in 100 ml Methanol auflösen. Die Lösung mit 2 g Diphenylamin versetzen und mit 10 ml 85 %iger Phosphorsäure ansäuern.

Jetzt wird die Zuckerlösung gegen einen Vergleichssubstanz chromatographiert. Danach werden die im Trockenschrank getrockneten DC-Platten mit dem Reagenz besprüht und für einige Minuten erneut in den Trockenschrank (knapp über 100°C) gelegt. Die verschiedenen Zucker lassen sich an den farbigen Flecken erkennen und einordnen:

Glucose - blaugrau  
Fructose - orange  
Saccharose - braun  
Lactose - mittelbraun  
Maltose - graublau

## **2.5 Kakao und Fett - Fettfleck**

### Chemikalien:

- Kakaobohnen

### Geräte:

- Pistill
- Filterpapier

### Durchführung:

Man nimmt am besten eine Kakaobohne und drückt sie kräftig bis sie zerspringt. Jetzt zerkleinert man die Stücke weiter auf dem Filterpapier.

### Auswertung:

Es bilden sich relativ schnell Fettflecken, die auch nach ein paar Tagen nicht verschwunden sind. Ein typisches Zeichen für Fett. Somit haben wir Fett nachgewiesen.

### Gewinnung des Kakaofettes durch Extraktion mit Petrolether aus Kakaopulver Chemikalien:

- 10 g Kakaopulver
- 100ml Petrolether

### Geräte:

- Erlenmeyerkolben und Stopfen
- Stativ mit Dreifuß und Drahtnetz
- Pipette

### Durchführung:

10-12 g Kakaopulver wird mit 80 ml Petrolether versetzt.

Das Ganze wird mit einem Stopfen verschlossen und kräftig geschüttelt. Nach einigen Tagen wird dies wiederholt. Nach circa 1 Woche nehmen wir eine Pipette und entnehmen die Schicht, die gelblich gefärbt ist. Man kann statt einer Pipette auch filtern. Dann verdampfen wir das noch übrige Lösungsmittel. Eine ölige Substanz bleibt zurück, die nach einiger Zeit erstarrt und Kristalle bildet.

Auswertung:

Vor aller Stearin- und Palmitinsäure, aber auch Ölsäure ist vorhanden. Kakao ist sehr fett und hat einen durchschnittlichen Fettgehalt von 53%. Entölter Kakao hat immerhin noch 20% Fett.

**Quellenangaben (Texte/Bilder):**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Schokolade>

<http://www.theobroma-cacao.de/wissen/geschichte/1500vchr-bis-1492nchr/olmeken-und-Schokolade/>

<http://www.theobroma-cacao.de/wissen/geschichte/1500vchr-bis-1492nchr/schokoladebei-den-maya/>

<http://www.theobroma-cacao.de/wissen/rezepte-und-technik/historischerezepte/azteken/>

<http://www.theobroma-cacao.de/wissen/rezepte-undtechnik/historische-rezepte/maya/>

Beyond the Codices: The Nahua View of Colonial Mexico von Arthur J.O. Anderson, Francis Berdan, James Lockhart,

Verlag: University of California Press / Erschienen: Berkeley und Los Angeles 1976