

INHALTSVERZEICHNIS:

1. Vorwort	4
2. Einleitung	5
3. Geschichte des Kakaos und der Schokolade.....	6
3.1. Die Olmeken.....	6
3.2. Die Mayas	6
3.3. Die Azteken	7
3.4. Die Entdeckung des Kakaos durch die Europäer.....	8
3.5. Die Spanier entdecken die Schokolade	8
3.6. Spanien	9
3.7. Die Schokolade erobert Europa.....	9
3.7.1. Italien	9
3.7.2. Frankreich	9
3.7.3. England.....	10
3.8. Schokolade in der Kirche.....	10
3.9. Schokolade im 18.&19.Jahrhundert.....	10
3.9.1. Neue Maschinen	10
3.9.2. Veränderte Rezepte	11
3.9.2.1. Die Tafelschokolade	11
3.9.2.2. Die Milkschokolade.....	11
3.9.3. Die Schokolade & das Lebensmittelgesetz	11
4. Der Kakaobaum	12
4.1. Die verschiedenen Kakaobaumarten	12
4.1.1. Der Forastero.....	12
4.1.2. Der Criollo	13
4.1.3. Der Trinitario	13
4.2. Anbau und Ernte.....	13
5. Inhaltsstoffe der Kakaobohne	15
5.1. PEA-Phenylethylamin	15
5.2. Koffein	15
5.2.1. Chemische Eigenschaften des Koffeins	16
5.3. Theobromin	16

6. Wirkung der Kakaoinhaltsstoffe auf den menschlichen Organismus17

6.1. Wirkung des Koffeins..... 17
6.2. Wirkung des PEA 17
6.3. Wirkung des Theobromin..... 17
6.4. Wirkung weiterer Inhaltsstoffe..... 17
6.5. Gesamtwirkung der Schokolade 18

7. Herstellung und Verarbeitung von Schokolade19

7.1. Verarbeitung der Kakaofrucht 19
7.1.1. Die Ernte 19
7.1.2. Die Fermentation..... 19
7.1.3. Trocknen der Kakaobohnen 20
7.1.4. Der Transport 20
7.1.5. Die Reinigung..... 20
7.1.6. Thermische Vorbehandlung - Die Debakterisierung 20
7.1.6.1. Der Vorgang der Debakterisierung am Beispiel des Kurzzeit-Intensiv-Prozesses 21
7.1.7. Rösten der Kakaobohnen..... 21
7.1.8. Brechen und Schälen der Bohnen..... 21
7.1.9. Die Kakaokernbruchveredlung 21
7.1.10. Mahlen 21
7.2. Herstellung von Kakaopulver 22
7.2.1. Das Alkalisieren 22
7.2.2. Das Pressen 22
7.2.3. Die Instantisierung 22
7.2.4. Die Pulverisierung 22
7.3. Herstellung von Kakaobutter..... 22
7.4. Herstellung der Schokolade..... 23
7.4.1. Herstellung der Schokoladenmasse 23
7.4.2. Feinwalzen der Schokoladenmasse..... 23
7.4.3. Das Conchieren 23
7.4.4. Das Temperieren 23
7.4.5. Abfüllen der Schokolade 24
7.4.5.1. Massive Schokoladenprodukte 24
7.4.5.2. Schokolade in Holkörperform..... 24
7.4.5.2.1. Herstellung gefüllter Tafeln oder Pralinen 24
7.4.5.2.2. Herstellung gefüllter Figuren 25
7.4.5.2.3. Herstellung von kleinen hohlen Schokoladenprodukten 26
7.4.5.2.4. Das Schleuderverfahren..... 26
7.5. Unterschiede zwischen den verschiedenen Schokoladearten 27

Süß und dunkel - Die Schokolade

7.5.1. Die Milkschokolade	27
7.5.2. Die Bitterschokolade	28
7.5.3. Die weiße Schokolade.....	28
8. Wirtschaftsfaktor Schokolade	29
8.1. Problemfaktor Kakao	29
8.2. Aktuelle Entwicklungen auf dem Kakaomarkt	29
9. Experimentelle Untersuchung der Schokolade.....	30
9.1. Qualitative Zuckerbestimmung durch Dünnschichtchromatographie	30
9.1.1. Grundlagen der Dünnschichtchromatographie	30
9.1.2. Versuchsanordnung	31
9.1.3. Ergebnisse und Auswertung.....	35
9.1.3.1. DC-Platte 1	39
9.1.3.2. DC-Platte 2	40
9.1.3.3. DC-Platte 3	40
9.1.3.4. DC-Platte 4	40
9.1.3.5. Gesamtergebnis	40
10. Tipps, Tricks und Wissenswertes für Schokoladenesser.....	41
11. Anhang	42
11.1. short summary.....	43
11.2. Glossar	44
11.3. Quellenangabe	45
11.4. Abbildungsverzeichnis	46
11.5. Tabellenverzeichnis	48
11.6. Erklärung	49
11.7. Lebenslauf.....	50
11.8. Protokoll	51

1. Vorwort

Im Mai 2005 entschied ich mich eine Fachbereichsarbeit in Chemie zu schreiben. Kurz darauf war auch das Thema gefunden: „Die Schokolade“. Mir gefiel das Thema, da ich sehr gerne Schokolade esse - was ich wohl von meinem Vater habe- und es mich interessierte da ich eigentlich sehr wenig darüber wusste. Im Allgemeinen machte das Verfassen dieser Arbeit sehr viel Spaß und war sehr lehrreich.

Ich möchte mich hier auch bei allen Leuten für nützliche Tipps und Hilfe bedanken, hierbei geht besonderer Dank an Herr. Prof. Liebhart, Frau Prof. Staudner, meinem Vater und auch meiner Freundin Anna. Und auch Danke an all die Leute die mit tapfer halfen die übriggebliebene Schokolade zu beseitigen.

2. Einleitung

Die meisten Menschen mögen Schokolade. Einige sehen sie auch als Sünde an.

Schokolade soll glücklich machen, beruhigen und Akne hervorrufen.

“He desperately wanted something more filling and satisfying than cabbage and cabbage soup. The one thing he longed for more than anything else was . . . CHOCOLATE.”¹

Schokolade dient auch als Stoff für unzählige Romane und Filme – wie z.B. „Bridget Jones - Schokolade zum Frühstück“ oder „Charlie und die Schokoladenfabrik“. Doch woher kommt Schokolade? Wie wird sie produziert? Was stellt sie im Körper an?

Diese und noch mehr Fragen möchte ich in dieser Arbeit beantworten.

¹ Aus „Charlie and the Chocolate Factory“ Seite 7.

3. Geschichte des Kakaos und der Schokolade

Die Geschichte der Schokolade beginnt um 1000 v.Chr. in Südamerika.

3.1. Die Olmeken

Die Olmeken waren wahrscheinlich die ersten, die die Schokolade kannten. Damals war sie aber nicht fest sondern ein Getränk, welches **'cacao'** (ursprünglich **kakawa** ausgesprochen - dieses Wort gehörte schon 1000 v.Chr. zu ihrem Wortschatz was vermuten lässt, dass sie die ersten waren die Schokolade hatten) genannt wurde.

Die Olmeken lebten im feuchten Tiefland der mexikanischen Küste und hatten einen starken Einfluss auf die umliegenden Völker, was wahrscheinlich die Verbreitung der Schokoladebeschleunigt hatte.

3.2. Die Mayas

Auch die Mayas kannten die Schokolade, jedoch war sie allein der herrschenden Schicht vorbehalten, Sie war noch immer flüssig (obwohl es auch Aufzeichnungen gibt, wonach die Schokolade als Gewürz fester Speisen dient). Die Mayas stellten sie aus Kakao, Maismehl und Zimt her und süßten die Schokolade nicht, weshalb sie einen herben leicht bitteren Geschmack hatte.

Die Mayas (und wahrscheinlich später auch die Azteken) hatten wahrscheinlich den Schaum auf der Schokolade als besondere Delikatesse betrachteten. Dies vermutet man aufgrund von schriftlich überlieferten Kochanleitungen, in denen steht, dass man die Schokolade von hoch oben in ein Gefäß gießen soll, so dass Schaum entsteht. (siehe auch Abb1)

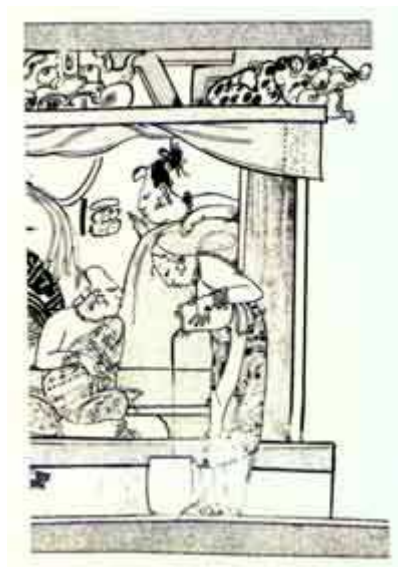


Abbildung 1 Maya Wandmalerei

Süß und dunkel - Die Schokolade

3.3. Die Azteken

Die Schokolade - im Aztekischen *xocolatl* („bitteres Wasser“) –wurde auch bei den Azteken sehr hoch geschätzt. Nur die Königsfamilie, der Adel und höhere Würdenträger, die Krieger und die Fernhandelskauffleute kamen in den Genuss der Schokolade.

Die Kakaobohnen wurden aber nicht nur für die Herstellung der Schokolade verwendet sondern auch als Währung.

Wie viel genau eine Kakaobohne bei den Azteken wert war wissen wir heutzutage nicht, jedoch wurde diese Währungsform bis unter die spanische Herrschaft fortgesetzt.

Eine Preisliste vom Jahre 1545 zeigt uns einige Tauschwerte:

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

Tabelle 1 Tauschtabelle

Da die Azteken selbst keine Anbaugelände von Kakao hatten, führten sie regen Handel, vor allem mit den Mayas.

Der Kakao war ihnen so viel wert, dass ihr Herrscher Ahuitzotl (1486-1502), das Gebiet Xoconochco (sprich: Soconusco), welches besonders hohe Erträge erwirtschaftete, eroberte, um eine beständige Kakaolieferung (in Form von Abgaben und Tributen) zu gewährleisten.

Der Kakao erfreute sich nicht nur in der Gesellschaft eines hohen Ansehens, sondern auch im religiösen Leben.

3.4. Die Entdeckung des Kakaos durch die Europäer

„Im Jahre 1492 n. Chr. entdeckte Christoph Kolumbus (span. Cristóbal Colón) Amerika, genaugenommen eine Reihe von Inseln die dem mittelamerikanischen Kontinent vorgelagert sind. In der Folge unternimmt er drei weitere Reisen nach Amerika. Für die Geschichte der Schokolade ist besonders die 4. Reise von Bedeutung, da Kolumbus hier erstmals mit Kakaobohnen in Berührung kommt, ohne jedoch deren Bedeutung kennenzulernen.“²

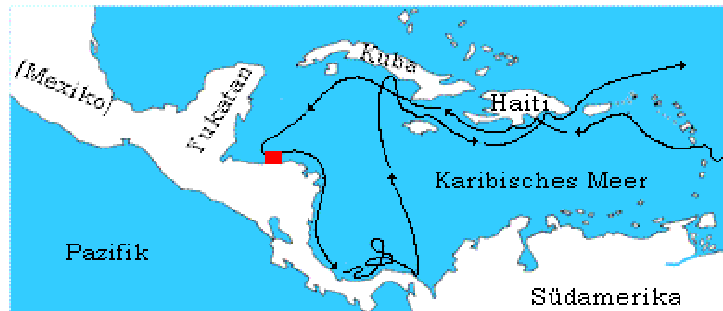


Abbildung 2 Landung Kolumbus(Die rot markierte Stelle ist die, an der Kolumbus wahrscheinlich auf das Mayaboot traf)

Am 15. August 1502 traf Kolumbus als vermutlich erster Europäer auf Kakao. Kolumbus, der am 9. Mai 1502 zu seiner 4. Reise aufgebrochen war, traf er im karibischen Meer auf ein vollbeladenes Handelskanu der Maya. Er lies es entern und holte die Besatzung- samt Ware- auf sein Schiff. Die Spanier merkten schnell, dass die Kakaobohnen etwas wertvolles für die Mayas waren, da sie jede einzelne, die auf den Boden gefallen war, aufsammelten.

Da er keinen Dolmetscher hatte blieb ihm das Geheimnis des Kakaos verborgen.

3.5. Die Spanier entdecken die Schokolade

1517 eroberte Hernán Cortés Yucatán, das von den Maya besetzt war und begann, von dort ausgehend, 1519 die Eroberung des Aztekenreichs(heutiges Mexiko),welche 1521- mit dem Sieg der Spanier- endete. Die Spanischen Kolonisten bemerkten bald die Bedeutung des Kakaos und waren besonders von ihrer Funktion als Zahlungsmittel begeistert(Tabelle: Kapitel 3.3.).

Das Getränk selbst schmeckte ihnen, aufgrund seines bitteren Geschmacks, nicht.

Mit der Zeit vermischten sich die Gesellschaften und die Kulturen kamen sich näher. In dieser Zeit veränderte sich auch die Schokolade. Die Spanier, die die Schokolade heiß wie die Mayas tranken, kamen auf die Idee der Schokolade Rohzucker und

² theobroma-cacao.de, Schokolade und Kakao-Geschichte-Entdeckung Amerikas und der Schokolade Online unter URL: <http://www.theobroma-cacao.de/geschich/altamerika/entdeckung.htm> (Zugriff: Sonntag, 02. Oktober 2005, 19:42:56)

Süß und dunkel - Die Schokolade

Vanille beizumischen, wodurch sie einen süßen Geschmack bekam, der den Spaniern gefiel.

3.6. Spanien

Wie und wann die Schokolade nach Spanien kam ist unklar, doch die erste Aufzeichnung von Schokolade ist eine Geschenksliste von 1544 auf der Geschenke an den Spanischen König aufgelistet sind. Darunter waren auch einige Gefäße mit geschlagener Schokolade. Die erste Schiffsladung Kakao kam erst 1585 in Spanien an.

In der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts erfreute sich die Schokolade immer größerer Beliebtheit. Mit der Zeit entwickelte sich die Schokolade sogar zu einem spanischen Nationalgetränk. Sie ist auch heute noch bei einem traditionellem spanischen Frühstück dabei.

3.7. Die Schokolade erobert Europa

Die Schokolade kam zur Zeit der Konfessionskriege (16./17. Jahrhundert) nach Europa. Ihre Verbreitung erfolgte wahrscheinlich über die Beziehungen der einzelnen Königs- bzw. Adelshäuser sowie durch häufigen Austausch zwischen den Klöstern. Wahrscheinlich brachten Adelige und Mönche die Schokolade aus Spanien und Portugal in ihre Heimatländer.

Heute vermutet man, dass das erste europäische Land, nach Spanien bzw. Portugal, in dem es Schokolade gab, Italien war.

3.7.1. Italien

Italien war im 17. Jahrhundert kein einheitlicher Staat sondern bestand aus vielen kleinen Herrschaftsgebieten. Man kann heute nur vermuten wie die Schokolade genau nach Italien kam, doch es ist sehr wahrscheinlich, dass sie durch den Jesuitenorden, der in ganz Europa Klöster hat, nach Italien kam.

Man nimmt an, dass dies so um 1644 geschehen sein muss, denn da schrieb ein römischer Arzt einen Bericht über die Auswirkungen der Schokolade.

Die Italiener begannen bald die spanischen Rezepte zu verändern und nahmen dafür stark riechende Stoffe wie z.B. Jasmin oder Vanille. Dadurch entstand die damals in Italien sehr beliebte Jasmenschokolade.

3.7.2. Frankreich

Es ist auch nicht geklärt wie die Schokolade nach Frankreich kam, doch die häufigste Theorie ist, dass Anne von Österreich (1601-1666), die Tochter von Philipp III. von Spanien und Margarethe von Österreich, sie mit nach Frankreich brachte, als sie 1615 mit dem französischen Thronfolger Ludwig XIII verheiratet wurde.

Einer der ersten von dem wir sicher wissen, dass er Schokolade genossen hat war Alphonse de Richelieu der Kardinal von Lyon. Er verwendete die Schokolade auch als Medikament gegen seine Depressionen.

Süß und dunkel - Die Schokolade

Kardinal Mazarin, der im Jahre 1643 die Herrschaft stellvertretend für die Königin Anne von Österreich an sich genommen hat, hatte zwei italienische Köche, die auf Schokolade, Kaffee und Tee spezialisiert waren.

Auch Maria Teresa, die Frau Ludwig XIV, liebte Drinkschokolade. So wurde die Schokolade innerhalb einiger Jahrzehnte zu einem angesehenem Getränk, welches bei keinem offiziellen Anlass, wie Empfänge, fehlte.

Da auch die französische Wirtschaft sehr stark zentralistisch geprägt war bekam der Geschäftsmann David Chaliou 1659 das Schokolademonopol.

3.7.3. England

Die Schokolade kam um 1600 nach England. In England gab es im Gegensatz zu den anderen europäischen Staaten kein Schokoladenmonopol, was dazu führte, dass auch kleine Händler Schokolade verkaufen konnten. Die Schokolade wurde in England in Kaffeehäusern angeboten und wurde, wie der Kaffee auch, aus Tellern getrunken. Die Rezepte der Engländer waren nicht so kompliziert wie die der übrigen Länder, da sie die Schokolade billiger und schneller herstellen wollten, da sie auch von ärmeren und von mehr Leuten genossen wurde.

3.8. Schokolade in der Kirche

Im Zusammenhang mit der Kirche hatte die Schokolade ein Problem: „Das Fasten“. Wenn sie als Getränk gelten würde gäbe es kein Problem, doch wenn sie als Speise gelten würde, dürften die Katholiken sie während der Fastenzeit nicht zu sich nehmen. So kam es oft zu Diskussionen zwischen den verschiedenen Orden wie z.B. den Jesuiten, die meinten es sei ein Getränk und viel Handel damit trieben, und den puritanischen Dominikaner. Viele verschiedene Päpste wurden in dieser Sache befragt, jedoch entschieden alle, dass Schokolade ein Getränk ist.

3.9. Schokolade im 18.&19.Jahrhundert

Die Schokolade erlebte im 18.&19.Jahrhundert einen großen Aufschwung und wurde immer beliebter. Was nicht nur auf die veränderte Rezepte sondern auch durch maschinelle Neuerungen zurückzuführen ist.

3.9.1. Neue Maschinen

Nicht nur die Quantität sondern auch die Qualität der Schokoladenproduktion wurde durch den Einsatz verschiedener Maschinen erreicht.

Die wichtigsten waren der Einsatz der ersten Watt'sche Dampfmaschine, zur Produktion von Schokolade, durch die Firma Fry in Bristol (England). Die Verwendung des ersten Mixers durch Suchard und 1879 die Entwicklung des Conche durch Rodolphe Lindt.

Süß und dunkel - Die Schokolade

3.9.2. Veränderte Rezepte

Die Rezepte der Schokolade wurden oft verändert und waren von Land zu Land verschieden. Jedoch gab es zwei grundlegende Veränderungen. Die feste Tafelschokolade und die Milkschokolade.

3.9.2.1. Die Tafelschokolade

Die zweite bedeutende Änderung (die erste war die, wie in Kapitel 3.5 erwähnte Hinzugabe von Zucker) war die Beimengung von Kakaobutter.

Durch die Kakaobutter bekam die Schokolade eine Konsistenz, die es zuließ, sie in Formen zu gießen. 1848 stellte die Firma J.S. Fry & Sons diese neue Art der Schokolade, auf einer Handelsmesse, unter dem Namen "Chocolat Delicieux à Manger" (Deutsch: „köstliche Schokolade zum Essen“), vor.

Die „feste Schokolade“ war ein großer Erfolg. Die Preise für die Kakaobutter, die vorher nur als Abfallprodukt bei der Kakaopulverherstellung angefallen war, stiegen, was der Grund dafür war, dass man sie sich längere Zeit nur in reicheren Kreisen leisten konnte.

3.9.2.2. Die Milkschokolade

Eine weitere wichtige Erfindung machte der Schweizer Daniel Peter der um 1879 die erste Milkschokolade auf den Markt brachte. Er verwendete das von Henri Nestlé erfundene Milchpulver. Dies und die Entwicklung der Conchiermaschine waren einige der wichtigsten Gründe weshalb die Schweizer in den kommenden Jahren die besten Schokoladenhersteller waren.

3.9.3. Die Schokolade & das Lebensmittelgesetz

Ab 1850 wurden die ersten Lebensmittelgesetze erlassen. Nachdem man in England und auch in Frankreich entdeckt hatte, dass- in über 50% der geprüften Schokoladen- die teuren Kakaobohnen teilweise durch getrocknete und zermahlene Erbsen, Reis- oder Linsenmehl sowie Kartoffelstärke aber auch durch Eisenspänen und Gummi oder Ziegelmehl ersetzt wurden. Wurde 1860 das britische Lebensmittelgesetz und 1872 das Lebensmittelverfälschungsgesetz erlassen.

Die deutschen Schokoladenhersteller verpflichteten sich um 1900 freiwillig zu festen Regeln in der Herstellung der Schokolade.

4. Der Kakaobaum

Der **Kakaobaum** (*Theobroma cacao*), der der Gattung der *Theobroma*, einer Unterfamilie der Byttnerioideae (Malvengewächse), angehört, wird bis zu 15 Meter hoch, er wird jedoch auf den Plantagen auf 4 Meter gestutzt.

Die Blüten des Kakaobaums sind fünfzählig und wachsen direkt am Stamm.

Unter der ledrigen Schale der 15-20cm langen Früchte befinden sich in fünf Reihen angeordnet 30-60 weißliche Samen, die von einem weißen, süßen und schleimigen, sehr schmackhaften Fruchtfleisch (Pulpa) umgeben sind.



Abbildung 3 Kakaobaum

Diese Samen liefern nach einem kompliziertem Vorgang Kakao.

4.1. Die verschiedenen Kakaobaumarten

Es gibt viele verschiedene Kakaobaumarten. Die drei wichtigsten sind der Forastero (siehe 4.1.1.), der Criollo (siehe 4.1.2.) und der Trinitario (siehe 4.1.2.).

Die Einteilung in diese 3 Sorten geht auf Cheesman (1944) zurück und richtet sich nach den Merkmalen der Samen und Früchte

4.1.1. Der Forastero

Der Forastero ist heutzutage die bevorzugt angebaute Sorte (ca. 80% der Weltweiten Kakaoernte stammen von Forastero-bäumen).

Sein Wuchs ist kräftiger als der des Criollo und er ist auch robuster aber das Aroma seiner Früchte, die im Unterschied zu den Criollos weniger gefurcht und manchmal nahezu glatt und rund sind, ist schwächer.

Die Farbe der Früchte im reifen Zustand ist gelb bis grünlichgelb, die Farbe der Kotyledonen ist tiefviolett oder dunkelrot und ändert sich während der Fermentierung zu schokoladenbraun.

Süß und dunkel - Die Schokolade

4.1.2. Der Criollo

Die Samen des Criollos sind lang, spitz, wartzig, weich und mit zehn Längsfurchen überzogen und besitzen weiße Samenlappen. Die Oberfläche der Samen ist rau und höckerig.

Die Kotyledonen sind im frischen Zustand weiß bis hellviolett und nehmen im Laufe der Fermentierung, die schneller vor sich geht als beim Forastero, eine zimtartige Farbe an.

4.1.3. Der Trinitario

Der Trinitario entstand 1725 auf der Insel Trinidad als die Criollo-Plantagen durch Epidemien großteils vernichtet wurden und mit Forastero-bäumen wieder aufgepflanzt wurden. Dabei kam es zu einer Kreuzung dieser zwei Arten. Das Ergebnis war der Trinitario der die Robustheit des Forastero und das Aroma des Criollos in sich vereint.

4.2. Anbau und Ernte

Der Anbau von Kakaobäumen ist sehr schwierig da er außerhalb 20° nördlicher und 20° südlicher Breite nicht blüht, sowie keine Temperaturen von unter 16°C und über 35°C aushält und sehr anfällig gegen Krankheiten ist.

Der Kakaobaum ist ein Schattengewächs und hält eine direkte Sonnenbestrahlung nicht aus, daher wird er meistens durch Bananenpflanzen, Ölpalmen oder Mahagonibäumen vor der Sonne geschützt. Der optimale Boden für einen Kakaobaum ist ein Ton oder Lehmboden mit einer bis zu zwei Meter dicken Humusschicht.

Der Jahresniederschlag sollte ca. 2000mm betragen und der Monatsniederschlag sollte nicht unter 100mm fallen. Außerdem braucht der Kakaobaum zur Bestäubung Mücken und kleine Fliegen. Aus diesen Gründen kommt es, dass zehn Länder 90% der Weltweiten Ernte erbringen. Wobei der Afrikanischen Elfenbeinküste allein ungefähr 43 % der Weltproduktion zufallen. Die wichtigsten Produktionsländer sehen sie auf der Karte auf der nächsten Seite.

Süß und dunkel - Die Schokolade

„Die Karte zeigt die wichtigsten Anbauländer, darunter sind (in alphabetischer Reihenfolge): Brasilien, Dominikanische Republik, Ecuador, Elfenbeinküste, Ghana, Guinea, Indonesien, Kamerun, Kolumbien, Malaysia, Mexiko, Nigeria, Papua-Neuguinea, Venezuela.“³

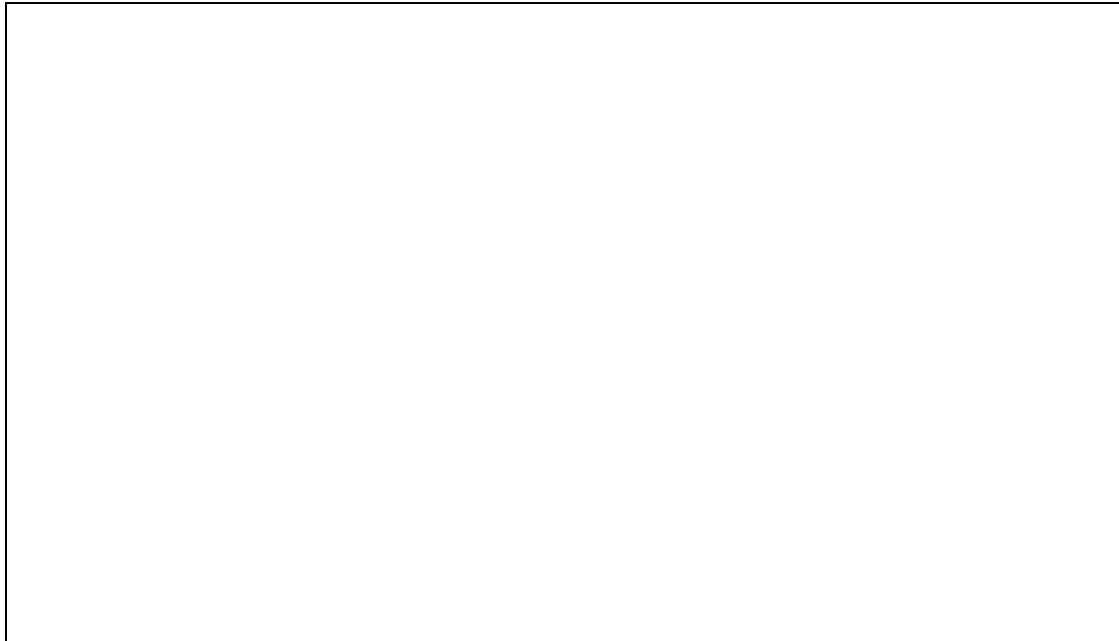


Abbildung 4 Kakaoprodukten Weltweit

³ theobroma-cacao.de, Schokolade und Kakao-Anbauggebiete und Anbaubedingungen
Online unter URL: <http://www.theobroma-cacao.de/pflanze/pflanbau.htm> (Zugriff: Sonntag, 02. Oktober 2005, 19:40:16)

5. Inhaltsstoffe der Kakaobohne

"Kein zweites Mal hat die Natur eine solche Fülle der wertvollsten Nährstoffe auf einem so kleinen Raum zusammengedrängt wie gerade bei der Kakaobohne."

Alexander von Humboldt (1769-1859)

Kakao beinhaltet viele verschiedene Stoffe. Jedoch die meisten in winzigen Mengen. Die Wichtigsten sind hier aufgeführt.

Inhaltsstoff	Menge
Fett	40–53 %
Eiweiß	15 %
Stärke	8 %
Gerbstoffe	7 %
Theobromin	1–2%
Koffein	0,3 %

Tabelle 2 Inhaltsstoffe der Kakaobohne

5.1. PEA-Phenylethylamin

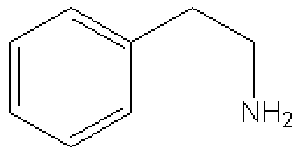


Abbildung 5 Strukturformel-Phenylethylamin

Phenylethylamin wird während der Fermentation der Kakaobohne gebildet. Es ist ähnlich dem Adrenalin und Dopamin.

5.2. Koffein

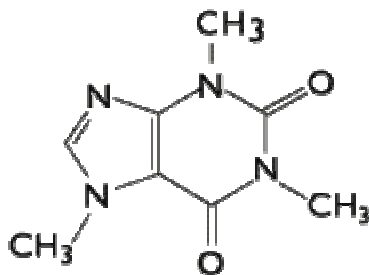


Abbildung 6 Strukturformel-Koffein

Koffein (chemische Bezeichnung: 1,2,3,6-Tetrahydro-1,3,7-trimethyl-2,6-purindion ; Kurzform: 1,3,7-Trimethylxanthin), auch Thein, Teein oder Guaranin genannt, ist ein Methylxanthin mit der Summenformel C₈H₁₀N₄O₂.

5.2.1. Chemische Eigenschaften des Koffeins

Koffein ist ein farb- und geruchsloses Pulver, welches beim Kristallisieren hexagonale Prismen ausbildet und einen bitteren Geschmack hat.

Koffein hat eine Molmasse von 194,19g/mol und eine Dichte von 1,23g/cm³. Der Schmelzpunkt liegt bei 238°C, wobei Koffein ab 178 °C sublimiert. Koffein löst sich in Wasser und Chloroform gut, in Alkoholen ist es jedoch nur mäßig löslich.

5.3. Theobromin

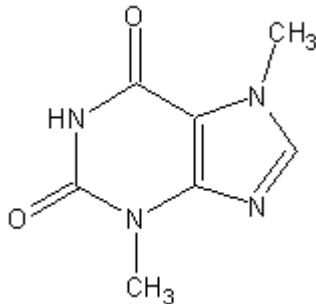


Abbildung 7 Strukturformel-Theobromin

Theobromin (chemische Bezeichnung: 3,7-Dimethylxanthin) gehört wie Koffein zur Gruppe der Methylxanthin. Der Name „Theobromin“ leitet sich vom Griechischen theos(= Gott) und bromo(= Getränk) ab.

Theobromin findet man vor allem im Kakao und seinen Produkten.

6. Wirkung der Kakaoinhaltsstoffe auf den menschlichen Organismus

Die Inhaltsstoffe des Kakao haben viele Wirkungen auf den menschlichen Organismus. Diese werden durch die stimulierend wirkenden Stoffe des Kakaos herbeigerufen.

6.1. Wirkung des Koffeins

Koffein wirkt in erster Linie stimulierend auf das Zentralnervensystem.

Weitere Wirkungen:

- es wirkt harntreibend
- es erhöht die Herzaktivität, der Puls sowie Blutdruck steigt
- es baut Calcium im Körper in geringen Mengen ab
- es regt die Peristaltik des Darmes an
- die Bronchien erweitern sich

Koffein steigert die Aufmerksamkeit, die Lernfähigkeit steigt, es hebt die Stimmung und beseitigt Müdigkeitserscheinungen.

6.2. Wirkung des PEA

Phenylethylamin ist ähnlich aufgebaut wie die Dopamin und Adrenalin. Man findet PEA vermehrt im Blut, wenn man verliebt ist.

PEA steigert die Pulsfrequenz, hebt den Blutdruck und den Blutzuckerspiegel.

6.3. Wirkung des Theobromin

Theobromin wirkt wie Koffeinstimulierend auf das Zentralnervensystem, ist jedoch wesentlich schwächer. Weiters wirkt es harntreibend und erweitert die Blutgefäße.

6.4. Wirkung weiterer Inhaltsstoffe

Laut einigen Forschern soll Bitterschokolade auf Grund des hohen Antioxidantiengehalts das Herzkreislaufsystem schützen. Allerdings hebt Milch diese Eigenschaft auf, weshalb dies auf Milkschokolade nicht zutrifft.

Eine weitere Wirkung der Schokolade ist, dass der Zucker der Schokolade einen Insulinausstoß bewirkt, was wiederum dazu führt, dass der Einstrom von Tryptophan in das Gehirn erleichtert wird. Tryptophan wiederum ist die Ausgangssubstanz von Serotonin, welches im Gehirn im Gehirn wirkt und so glücklich macht. Serotonin ist auch vermehrt im Körper zu finden, wenn man verliebt ist. Weiters ist zu bemerken, dass der Serotoninspiegel abhängig von der Sonneneinstrahlung auf unseren Körper ist. Dies ist wahrscheinlich der Grund warum im Norden- im Schnitt- mehr Schokolade gegessen wird.

6.5. Gesamtwirkung der Schokolade

- „Was ist mit der Liebe“

- „Überschätzt! Biochemisch gesehen nichts anderes als riesige Mengen Schokolade zu vertilgen!“

Aus dem Film "Im Auftrag des Teufels"

Im Gesamten wirkt Schokolade anregend auf das Zentralnervensystem und verursacht Glücksgefühle.

Schokolade hat auch einen hohen Nährwert und wirkt sättigend.

7. Herstellung und Verarbeitung von Schokolade

Von der Kakaobohne zur Schokolade ist es ein langer Weg.

Er beginnt bei der Verarbeitung der Frucht

7.1. Verarbeitung der Kakaofrucht

Die Verarbeitung der Kakaofrucht ist ein komplizierter Vorgang. Doch er beginnt ganz einfach mit der Ernte.

7.1.1. Die Ernte

Die Kakaofrüchte werden mit langen Pflückmessern von den Bäumen getrennt, wobei darauf geachtet wird, dass die Samenkissen nicht verletzt werden, da sonst dort keine neuen Früchte wachsen können.

Danach werden die Früchte mit Macheten geteilt und die Bohnen und das Fruchtfleisch herausgenommen.

7.1.2. Die Fermentation

Das Fruchtfleisch und die Bohnen werden auf große Blätter (meist Bananenblätter) aufgelegt und mit einer weiteren Schicht Blätter abgedeckt. Durch Sonneneinstrahlung werden die Bohnen auf 45-50°C erhitzt. Dadurch wird das Fruchtfleisch flüssig und verdampft. Um den typischen Geschmack nach Schokolade zu erreichen ist es auch wichtig, dass die Bohne kurz aufkeimt und gleich wieder abstirbt, was durch die hohen Temperaturen passiert. Dadurch wird die Bohne auch haltbarer.

Außerdem werden die Zellwände zerstört, was zu einer Vermischung des Zellsaftes mit den übrigen Inhaltsstoffen zur Folge hat. Bei diesem Prozess bilden sich die typischen Aromastoffe oder ihre Vorstufen. Die Farbe der Bohne ändert sich von weiß-gelblich zu braun.

Der Prozess der Fermentierung dauert ca. fünf bis sechs Tage.



Abbildung 8 Samen&Fruchtfleisch vor der Fermentation; <http://www.theobroma->



Abbildung 9 Bohnen nach der Fermentation; <http://www.theobromacacao.de/herstell/herkakao.htm>

Süß und dunkel - Die Schokolade

7.1.3. Trocknen der Kakaobohnen

Der Wassergehalt der Bohnen beträgt nun ca. 60%. Für die weitere Verarbeitung müssen sie getrocknet werden.

Dazu breitet man die Bohnen auf Matten oder Tablettis aus und setzt sie ein bis zwei Wochen der tropischen Sonne aus.

Das Trocknen der Bohnen bewirkt einen Wassergehaltsverlust auf maximal 7%, wodurch die Haltbarkeit deutlich gesteigert wird, sowie einen Gewichtsverlust um mehr als 50%. Außerdem entwickelt sich das Aroma der Bohnen durch die Sonnenbestrahlung weiter.

7.1.4. Der Transport

Die Kakaobohnen werden in der Regel nicht im Anbaugebiet verarbeitet.

Der Transport in die Verarbeitungsländer (meist Nordamerika oder Europa) erfolgt auf dem Seeweg. Dazu werden die Kakaobohnen in 60-65kg Jutesäcke verpackt. Diese werden dann in Containern verpackt.

Der Transport der Kakaobohnen ist nicht einfach, da sie sehr empfindlich sind. Die Kakaobohnen dürfen nicht feucht werden, daher wird die Innenwand der Container mit Papier ausgekleidet und die Container mit Folien vor herabtropfendem Wasser geschützt. Weiter sollten die Bohnen keinen großen Temperaturschwankungen unterliegen und auch nicht in der Nähe von Wärmequellen gelagert werden, da sonst eine Nachfermentierung und Selbsterhitzung eintreten kann. Der Transport in sogenannten Kaffeecontainern, welche ventiliert sind, ist empfohlen. Oft werden jedoch aus Kostengründen normale Container verwendet.

7.1.5. Die Reinigung

Die, in den Produktionsländern angekommenen, Kakaobohnen sind häufig verunreinigt. Solche Fremdstoffe sind z.B. Glas, Staub, Steine, Metall, Jutfaser, Sand und Holz. Viele dieser Verunreinigungen entstehen während dem Transport. Deshalb werden die Bohnen durch Siebe, Magnete und Luftströme gereinigt.

7.1.6. Thermische Vorbehandlung - Die Debakterisierung

Die Debakterisierung ist ein Vorgang um die Anzahl der Keime in den Bohnen zu reduzieren. Er muss nicht durchgeführt werden, da durch das Rösten der Kakaobohnen die Anzahl der Keime weit genug gesenkt wird.

Jedoch wird dieser Schritt von vielen Firmen durchgeführt um die Qualität der Erzeugnisse zu verbessern.

Empfehlenswert ist die Debakterisierung bei Produkten mit viel Feuchtigkeit, wie z.B. Schokolade mit Milchfüllung.

Süß und dunkel - Die Schokolade

7.1.6.1. Der Vorgang der Debakterisierung am Beispiel des Kurzzeit-Intensiv-Prozesses

Die ganzen Bohnen werden in einem Druckbehälter bei 5.5 bar ca.25 Sekunden lang mit Wasserdampf behandelt. Dadurch sterben die Bakterien, die sich nur an der Außenseite der Bohne befinden ab.

Anschließend werden die Kakaobohnen sofort getrocknet und geröstet

7.1.7. Rösten der Kakaobohnen

Die Kakaobohnen werden nun bei 100°C bis 140°C geröstet, wobei die Rösttemperatur von der Größe der Bohnen und der weiteren Verarbeitung(Bohnen für Kakaopulver werden bei höheren Temperaturen geröstet als Bohnen für die Schokoladenherstellung),sowie vom gewünschten Geschmack, ab.

Edelkakaos für die Schokoladenherstellung werden bei ca. 100°C bis 115°C geröstet. Da es sehr schwierig ist Bohnen mit unterschiedlichen Größen gleich zu Rösten, gehen viele Firmen dazu über, dass sie die Bohnen zuerst brechen und dann die Bruchstücke rösten.

Das Rösten bewirkt einen weiteren Entzug von Feuchtigkeit, sowie die Entwicklung von bis zu 400 Aromastoffen.

7.1.8. Brechen und Schälen der Bohnen

Nun muss man die Bohne von ihrer Schale trennen. Dies geschieht entweder dadurch, dass man die Kakaobohnen, mit Hilfe starker Walzen, in kleine Stücke zerbricht, oder durch einen Wurfbrecher, der die Bohnen mit hoher Geschwindigkeit gegen eine Stahlplatte schießt. Anschließend wird die leichte Schale, durch einen starken Luftstrom, vom Rest getrennt, wodurch der Kakaobruch übrigbleibt.

7.1.9. Die Kakaokernbruchveredlung

Bei der Kakaokernbruchveredlung werden aus den Bruchstücken der Bohnen unerwünschte Stoffe entfernt. Das verkürzt die Zeit des Chonchierens, da diese Stoffe schon jetzt entfernt werden.

Bei der Kakaokernbruchveredlung wird der Kakaobruch in einem Druckreaktor mit verschiedenen Stoffen vermischt die diese Schadstoffe herausfiltern.

7.1.10. Mahlen

Der Kakaobruch wird nun gemahlen, wodurch das Zellgewebe zerstört wird. Dadurch wird die Kakaobutter freigelegt und durch die entstehende Hitze schmilzt diese und tritt aus den Poren aus. Durch das Austreten der flüssigen Kakaobutter wird der Kakaobruch zu einer flüssigen Kakaomasse, die nun, entweder zu Kakaopulver oder zu Schokolade, weiterverarbeitet werden kann.

Süß und dunkel - Die Schokolade

7.2. Herstellung von Kakaopulver

Um aus der Kakaomasse nun ein Pulver herzustellen muss man die Fettanteile, die Kakaobutter, abtrennen und dann fein mahlen.

Dies geschieht in vier Schritten.

7.2.1. Das Alkalisieren

Beim Alkalisieren(auch Dutching) wird die Kakaomasse mit Alkalisalzen, wie Pottasche oder Natriumcarbonat, behandelt. Dadurch kann man Farbe und Geschmack verändern. Durch die Alkalisierung lässt sich auch die Kakaobutter besser abpressen.

7.2.2. Das Pressen

Im nächsten Schritt wird die Kakaobutter zuerst auf 80°C bis 90°C erhitzt und dann in einer großen hydraulischen Presse mit ca. 900bar zusammengedrückt, wodurch das Fett als klare, gelbe Kakaobutter herausfließt. Übrig bleibt der Kakaopresskuchen.

Durch das Pressen verringert sich der Fettgehalt auf 10 bis 30%. Bei über 30% Fettgehalt könnte man aus dem Kakaopresskuchen kein Kakaopulver herstellen da es verklumpen würde.

Man unterscheidet zwei Arten von Kakaopresskuchen:

- stark entölter Presskuchen, 10-20% Fettgehalt
- schwach entölter Presskuchen, 20-30% Fettgehalt

7.2.3. Die Instantisierung

Wenn das Kakaopulver zur Herstellung von Kakaogetränken verwendet wird, muss sie sich auch mit kaltem Wasser oder kalter Milch gut mischen. Da der Anteil der löslichen Stoffe im Kakaopulver ca. 6-8% beträgt, wird der Kakaopresskuchen in einem wässrigen Aerosolnebel oder einer Dampfphase oberflächlich benetzt und dadurch verklebt, sodass man eine bessere Löslichkeit erhält.

7.2.4. Die Pulverisierung

Nun wird der Kakaopresskuchen in Stachelwalzenbrechern zu feinem Kakaopulver zermahlen.

7.3. Herstellung von Kakaobutter

Die Kakaobutter die hauptsächlich zur Herstellung von Schokolade, aber auch zu pharmazeutischen und kosmetischen Zwecken, verwendet wird, entsteht bei der Herstellung von Kakaopulver - genaueres : bei dem in Punkt → beschriebenen Pressen der Kakaomasse-

7.4. Herstellung der Schokolade

Die flüssige Kakaomasse, die beim Mahlen der Kakaobohnen entstanden ist, kann nun in folgenden Schritten zu Schokolade verarbeitet werden.

7.4.1. Herstellung der Schokoladenmasse

Zuerst wie Die Schokoladenmasse hergestellt. Dazu wird die Kakaomasse mit Kakaobutter, Zucker, Milchpulver(bei der Milkschokolade) und anderen Zutaten vermischt. Welche Zutaten bzw. wie viel von den einzelnen Zutaten verwendet werden, hängt von der Art der Schokolade bzw. vom jeweiligen Rezept ab.

Diese Schokoladenmasse wird nun, ca. 30 min lang, in einem riesigem Mixer zu einer festen, knetfähigen Masse gerührt. Diese Masse hat schon einen ähnlichen Geschmack wie die fertige Schokolade, jedoch fühlt sie sich sandig an, da die Körner noch zu groß sind.

7.4.2. Feinwalzen der Schokoladenmasse

Um die Körnchengröße der Schokoladenmasse zu reduzieren wird diese nun durch mehrere Walzen in eine dünne Schicht gewalzt.

Dadurch verliert sie ihre „sandige“ Konsistenz.

7.4.3. Das Conchieren

Nun wird die Schokoladenmasse in der Conche bei 90°C umgerührt. Dies dauert ca. 12-48 Stunden , bei hochwertigerer Schokolade bis zu 90 Stunden.

Durch diesen Vorgang tritt das Restliche Fett aus den Körnchen aus und umnetzt diese. Dadurch entsteht eine Flüssige Masse. Durch das Conchieren werden auch Stoffe entfernt die im Endprodukt unerwünscht sind. Solche Stoffe sind z.B. Acetaldehyd, Aceton, i-Butanol, Ethanol, i-Prpanol, Essigsäureethylester, Essigsäure, i-Pentanal, Methanol, Diacethyl.

Weiters sinkt der Feuchtigkeitsanteil auf unter 1%.

7.4.4. Das Temperieren

Wenn Schokolade geschmolzen und eine Temperatur von über 35°C hat, so hat sie keine Kristallstrukturen. Kühlt diese Schokolade nun ab, kann sie, je nach Temperatur, eine von 6 Kristallformen annehmen, doch nur eine davon ist erwünscht. Das Temperieren ist notwendig um der Schokolade beim Abkühlen die richtige Kristallstruktur zu geben.

Durch richtiges Temperieren bekommt die fertige Schokolade eine schöne glänzende Oberfläche, genügend Härte, eine gute Schrumpffähigkeit, eine angenehme Farbe und außerdem einen zart schmelzender Charakter.

Süß und dunkel - Die Schokolade

Durch falsches Temperieren oder gar kein Temperieren wird die Schokolade brüchig, kernig, lässt sich nur schwer aus der Form entfernen, schmilzt schnell und schmeckt mehlig.

7.4.5. Abfüllen der Schokolade

Jetzt wird die Schokolade in die verschiedenen Formen gebracht und dann gekühlt.

Hier einige Beispiele wie dies gemacht wird.

7.4.5.1. Massive Schokoladenprodukte

Die einfachste Verarbeitungsform von Schokolade ist, sie in massive Tafeln oder Riegel zu bringen.

Dazu wird die Schokoladenmasse in eine angewärmte Form gegossen. Enthält die Schokolade feste Zutaten wie Rosinen oder Nüsse so werden diese entweder schon vorher in die Schokoladenmasse eingerührt oder jetzt in die Form gestreut. Anschließend wird die Form leicht geschüttelt um die Schokolade schön zu verteilen und damit Luftblasen entweichen können. Danach wird sie durch einen Kühltunnel geschickt wodurch die Schokolade fest wird. Man kann sie dann durch Wenden der Form ausformen. Schlussendlich werden die fertigen Schokoladentafeln verpackt.

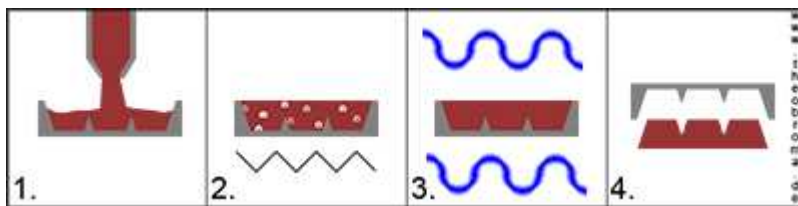


Tabelle 3 Herstellung massiver Schokoladentafeln

7.4.5.2. Schokolade in Holkörperform

Um hohle Schokoladenprodukte mit oder ohne Füllung herzustellen braucht man kompliziertere Techniken.

Pralinen, gefüllte Tafeln oder Riegel und gefüllte oder kleine nicht gefüllte Figuren werden gegossen. Größere hohle Figuren wie z.B. Weihnachtsmänner werden geschleudert

7.4.5.2.1. Herstellung gefüllter Tafeln oder Pralinen

Die Herstellung gefüllter Tafeln sowie Pralinen ist gleich.

Süß und dunkel - Die Schokolade

Die Schokolade wird in die erwärmte Form gegossen und wie auch bei der Herstellung von massiven Tafeln leicht geschüttelt. Danach wird die Form umgedreht und wieder leicht geschüttelt, sodass die überflüssige Schokolade abfließt. Nun wird die Form abgestriffen und vorgekühlt und dann die Ränder von überschüssiger Schokolade gesäubert.

Im nächsten Schritt wird die Form wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückgedreht. Dann können feste Zutaten (Nüsse, Kekse und ähnliches) eingelegt werden.

Nun wird die Füllung bis knapp unter den Rand eingefüllt und die ganze Form wird wiederum gerüttelt, so dass Luftblasen aus der Füllung entweichen können. Anschließend wird die Füllung gekühlt.

Zuletzt wird die Praline zugedeckelt. Hierbei wird eine genau dosierte Menge Schokolade für den Deckel (bei den meisten Pralinen die Unterseite) eingefüllt und durch rütteln verteilt. Wichtig dabei ist, dass die Ränder vorher angewärmt wurden, damit sich der Deckel mit der übrigen Praline verbinden kann.

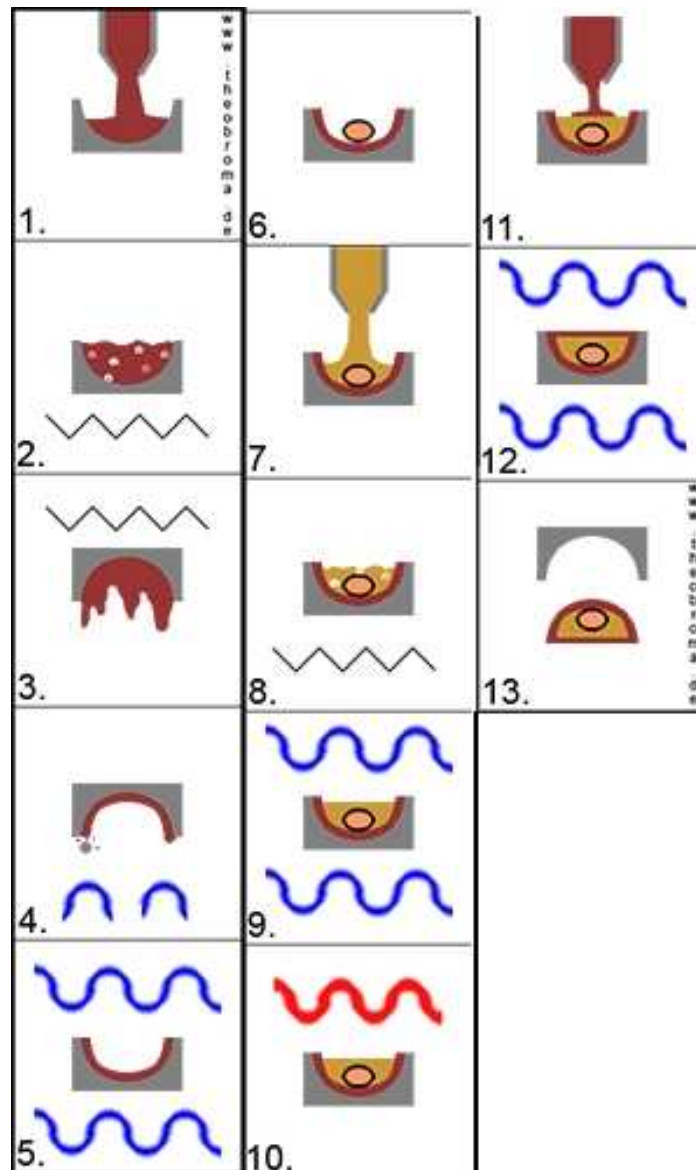


Abbildung 10 Herstellung Pralinen

Nun wird das ganze Produkt gekühlt, bis die ganze Schokolade erstarrt ist, dann wird es durch Umdrehen aus der Form genommen.

7.4.5.2.2. Herstellung gefüllter Figuren

Bei der Herstellung von gefüllten Figuren wie z.B. kleinen Weihnachtsmännern mit Nougatfüllung wird mit jeder Hälfte der zweiteiligen Form genauso vorgegangen wie bei der Herstellung von Pralinen mit der Ausnahme, dass man die Schokolade am Rand der Form ein wenig überstehen lässt. Weiters fügt man keinen Deckel hinzu

Süß und dunkel - Die Schokolade

sondern erhitzt die Ränder und klappt die Hälften zusammen. Danach kühlt man die Ganze Form ab. Nun kann man die Figur durch aufklappen der Form entnehmen

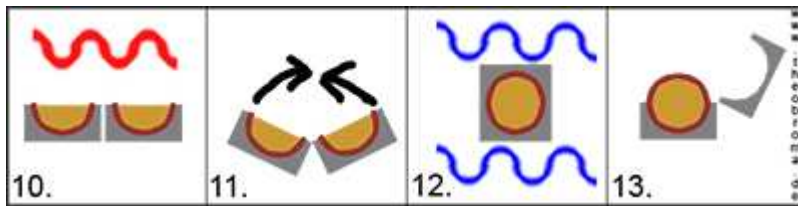


Tabelle 4 Herstellung gefüllter Formen;

7.4.5.2.3. Herstellung von kleinen hohlen Schokoladenprodukten

Um kleine hohle Figuren oder auch Figuren mit Gegenständen drinnen, wie z.B. Überraschungseier, herzustellen geht man genau wie bei der Herstellung gefüllter Figuren(7.4.5.2.2)vor, mit dem Unterschied, dass man die Füllung weglässt oder durch einen Gegenstand (z.B. einer „Überschung“) ersetzt. Als nächstes werden die Ränder erwärmt und die Form zusammengeklappt und gekühlt. Zuletzt kann man die Figur durch Öffnen der Form entnehmen.

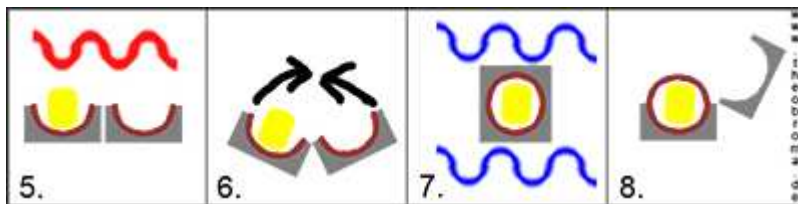


Tabelle 5 Herstellung Überraschungseier;

7.4.5.2.4. Das Schleuderverfahren

Das Schleuderverfahren wird genutzt um große hohle Schokoladenfiguren zu erstellen.

Süß und dunkel - Die Schokolade

Hierbei wird die Schokolade in eine der beiden Hälften der zweiteiligen Form gegossen. Diese wird dann verschlossen und mehrere Minuten in alle Richtungen gewendet, sodass sich die Schokolade an der Außenwand verteilt. Während dieses Vorgangs kühlt die Schokolade langsam ab und hört auf zu fließen. dann wird die Form so weit abgekühlt, dass die Schokolade ganz erstarrt. Nun wird die Figur der geöffneten Form entnommen und verpackt.

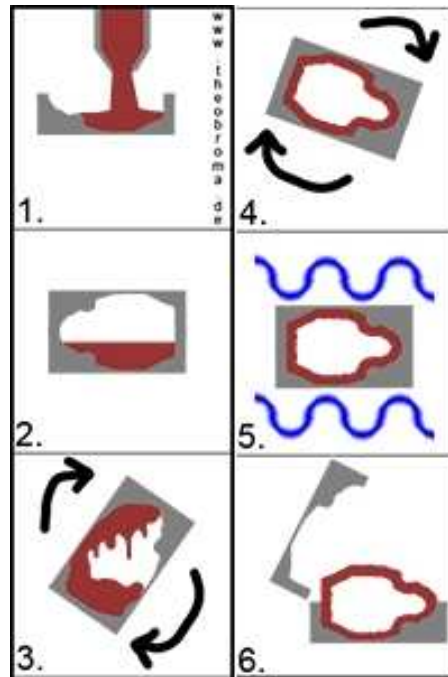


Abbildung 11 Herstellung Schleuderverfahren

7.5. Unterschiede zwischen den verschiedenen Schokoladearten

Es gibt tausende verschiedene Schokoladesorten, jedoch unterscheiden sich die meisten nur in Kakaogehalt, den Zutaten - z.B. das Verwenden von Alpenmilch in der Alpenmilchschokolade im Gegensatz zur normalen Milchschokolade-, den Aromastoffen oder der Füllung.

Jedoch gibt es drei völlig unterschiedliche Schokoladetypen.

7.5.1. Die Milchschokolade

Die Milchschokolade oder auch Vollmilchschokolade hat in der Regel folgende Zusammensetzung:

- mindestens 25 Massenprozent Gesamtkakaotrockenmasse
- mindestens 14 Massenprozent aus Milchprodukten, wie teilweise oder vollständig getrockneter Vollmilch, teilentrahmter oder Vollentrahmter Milch, Butter, Rahm oder Milchfett
- mindestens 2,5 Massenprozent entölte Kakaomasse
- mindestens 3,5 Massenprozent Milchfett
- mindestens 25 Massenprozent Gesamtfettgehalt

Milchschokolade hat im Gegensatz zur Bitterschokolade einen süßeren Geschmack. Sie ist nicht so lang haltbar wie Bitterschokolade und wesentlich hitzeempfindlicher.

Süß und dunkel - Die Schokolade

7.5.2. Die Bitterschokolade

Die Bitterschokolade - oder auch Herrenschokolade, Edelbitter- oder Zartbitterschokolade – wird im Gegensatz zur Milkschokolade ohne Milch hergestellt.

Der Kakaogehalt der Bitterschokolade ist meistens höher als bei anderen Schokoladesorten und kann bis zu 99% betragen. Bitterschokolade wird häufig mit Gewürzen wie Vanille oder Chilli verfeinert.

7.5.3. Die weiße Schokolade

Weißer Schokolade ist im eigentlichen Sinn keine Schokolade, da sie ohne Kakaomasse hergestellt wird. Ansonsten gleicht sie der Milkschokolade. Weiße Schokolade wird häufig noch mit Vanille oder ähnlichen Gewürzen verfeinert.

8. Wirtschaftsfaktor Schokolade

Die größten Schokoladeverbraucher sind die Europäer. Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt hier im Schnitt bei 5.5kg im Jahr. Spitzenreiter sind die Schweizer mit ca. 11kg pro Jahr gefolgt von den Österreichern mit 9.5 kg pro Jahr, das sind 95 100g Tafeln Schokolade im Jahr.

8.1. Problemfaktor Kakao

Der Handel von Kakaobohnen ist ein wesentlicher Bestandteil vieler ärmerer Länder. Verarbeitet werden diese aber meistens in Europa, den USA oder Kanada.

Durch den Anbau von Kakao in Entwicklungsländern entstehen aber auch Probleme, da diese meist in Monokulturen angelegt werden und dadurch den Boden die benötigten Rohstoffe vollkommen entzogen werden und er damit unfruchtbar wird.

Ein weiteres großes Problem ist die Ausbeutung der billigen Arbeitskräfte auf den Plantagen durch Großgrundbesitzer.

8.2. Aktuelle Entwicklungen auf dem Kakaomarkt

Der Kakaopreis ist sehr instabil, da die Hauptanbauländer Entwicklungsländer sind (40 % der Weltkakaoproduktion werden an der Elfenbeinküste angebaut).

Zur Zeit steigt der Kakaopreis, was z.B. auf Unruhen in Abidjan zurückzuführen ist, wo seit einem Putsch 2002 Bürgerkrieg herrscht. Dies führte zwar bis jetzt noch nicht zu einer Produktionssenkung, aber durch diese Situation ist der Schmuggel mit Kakaobohnen beträchtlich angestiegen. Dies wiederum führt zu einer Unsicherheit über das Angebot und verunsichert so den Markt, wodurch der Kakaopreis steigt. Weiters kann der Kakaomarkt auch nicht mehr richtig gesteuert werden.

Auch die Trockenheit letztes Jahr hob den Preis, da nur wenig produziert werden konnte. So lag die Produktion in Ghana letztes Jahr bei 585.000 Tonnen um 21 Prozent unter dem Vorjahr.

9. Experimentelle Untersuchung der Schokolade

Für den praktischen Teil meiner Arbeit spezialisierte ich mich auf die Zuckerbestimmung in den verschiedenen Schokoladensorten. Diese Bestimmung erreichte ich mit Hilfe der Dünnschichtchromatographie.

9.1. Qualitative Zuckerbestimmung durch Dünnschichtchromatographie

Die Dünnschichtchromatographie ist eine spezielle Form der Chromatographie, mit deren Hilfe ich die Qualität des Zuckers in verschiedenen Schokoladenarten bestimmt habe.

9.1.1. Grundlagen der Dünnschichtchromatographie

Die Dünnschichtchromatographie(DC) ist ein chemisch-physikalisches Trennverfahren, mit dem man die Reinheit eines Stoffes ermitteln kann. Durch Untersuchungen mit Vergleichstoffen lassen sich auch Hinweise auf die Identifikation eines Stoffes finden.

Als stationäre Phase wird ein feinkörniges Material gleichmäßig auf eine Glasplatte oder Ähnlichem aufgetragen. Meist verwendet man Kieselgel, Kieselgur, Aluminiumoxid oder Cellulose.

Nun bringt man mit Hilfe einer Kapillare, am unteren Ende der Platte(ca. 2cm vom Rand entfernt) wenige Tropfen der zu trennenden Substanz auf.

Als nächstes stellt man die Platte senkrecht in eine DC-Kammer, so dass sie zu einem geringen Teil in das Laufmittel (mobile Phase) eintaucht. Die Atmosphäre der Kammer sollte mit dem Laufmittel gesättigt sein um das Verdampfen des Laufmittels während der Trennung zu verhindern.

Nun beginnt die Auftrennung. Das Laufmittel wird durch Kapillarwirkung an der Platte hochgesaugt. Sobald die mobile Phase die Probe erreicht sind die Teilchen der Substanz zwei Kräften ausgesetzt, der Anziehungskraft der stationären Phase sowie der Anziehungskraft der mobilen Phase. Wird die Substanz stärker von der mobilen Phase angezogen so wandert sie nach oben, wird sie jedoch stärker von der stationären Phase angezogen bleibt sie eher am Ausgangspunkt.

Durch unterschiedliche Stoffeigenschaften wandern die verschiedenen Substanzen der Probe nun verschieden weit und werden so getrennt.

In der Regel muss man die getrennten Substanzen mit Hilfe eines Detektors sichtbar machen.

Durch gleiches Verfahren mit Stoffen, die unter den selben Bedingungen an einem Punkt auftreten, kann man Stoffe qualitativ nachweisen.

Zum Vergleichen verschiedener DCs werden die R_f -Werte berechnet.

Süß und dunkel - Die Schokolade

Der R_f -Wert ist des Verhältnis der Wanderungsstrecke des Substanzfleckes S zur Wanderungsstrecke des Lösungsmittels L .

Daraus folgt: $R_f = \frac{S}{L}$

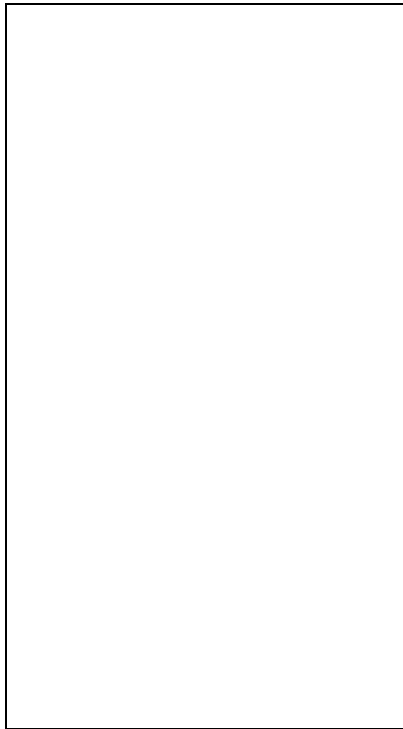


Abbildung 12 Schema der Auswertung einer DC-Platte;

Die R_f -Werte sind bei gleichbleibender stationärer und mobiler Phase für jeden Stoff konstant.

9.1.2. Versuchsanordnung

Für die Qualitative Zuckerbestimmung durch Dünnschichtchromatographie wählte ich fünf verschiedene Schokoladenproben aus.

Probe1	Bensdorp: "GROSSE GOLD" (Alpenmilch)
Probe2	Bensdorp: "Haushaltsschokolade"
Probe3	Milka: "WEISSE SCHOKOLADE"
Probe4	Milka: "ALPENMILCH"
Probe5	Manner: „Schokoglasur für Sachertorte“

Tabelle 6 Schokoladenproben

Süß und dunkel - Die Schokolade

Zuerst musste aus den verschiedenen Schokoladenproben geklärte Zuckerlösungen erzeugt werden.

Dazu löste ich 10g fein geraspelter Schokolade in ca. 60ml heißem Wasser auf und versetzte sie mit je 5ml Carrez-1 und Carrez-2.

Carrez-1: 1,5 g Kaliumhexacyanoferrat-Trihydrat in 100ml destilliertem Wasser

Carrez-2: 2,3 g Zinkacetat-Dihydrat in 100ml destilliertem Wasser

Danach wurde die Lösung mit Deionat auf 100ml aufgefüllt.

Als nächstes filtrierte ich diese Lösung



Abbildung 13 Filtrieren der Zuckerlösung

Als Vergleichsubstanzen stellte ich 1%ige Lösungen von Glucose, Fructose, Saccharose, Lactose und Maltose her.

Nun wurde der Chromatographietank vorbereitet. Zuerst wurde das Laufmittel eingefüllt, damit sich die Atmosphäre in der Laufkammer damit sättigen kann.

Süß und dunkel - Die Schokolade

Laufmittel: Mischung aus 63 ml Iso-Propanol, 37 ml Butanol, 2,5 ml Essigsäure und 12,5 ml Borsäurelösung (0,5 %ig).

Während dieses Vorganges bereitete ich die DC-Platten vor. Dabei tropfte ich - mit Hilfe einer Kapillare - in regelmäßigen Abständen die Zuckerlösungen und die Proben auf die Platten.

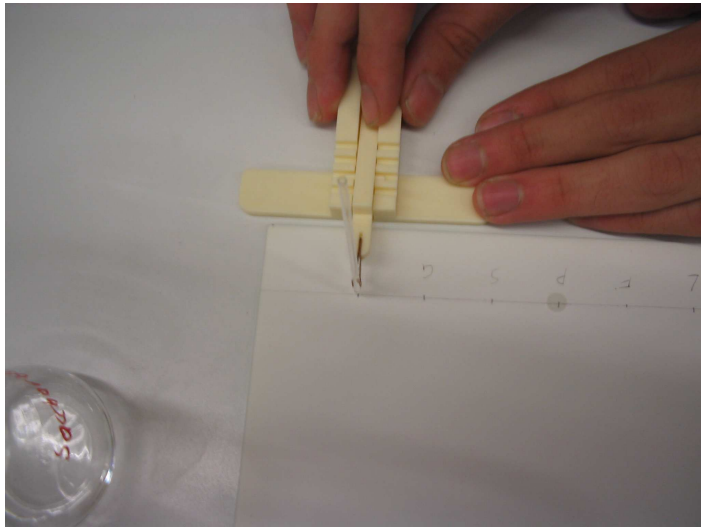


Abbildung 14 Aufbringen der Proben auf die DC-Platten

Nachdem der Chromatographietank gesättigt war stellte ich die Platten in den Tank und ließ sie dort für ca. eine Stunde.



Abbildung 15 DC-Platte im Chromatographietank

Süß und dunkel - Die Schokolade

Danach wurden sie herausgenommen und zur Detektion mit einer Reagenz besprüht.

Reagenz: Ich löste 2 ml Anilin in 100 ml Methanol und versetzte diese Lösung mit 2 g Diphenylamin und mit 10 ml 85 %iger Phosphorsäure.

Zuletzt wurden die Platten im Trockenschrank bei 103°C einige Minuten getrocknet.

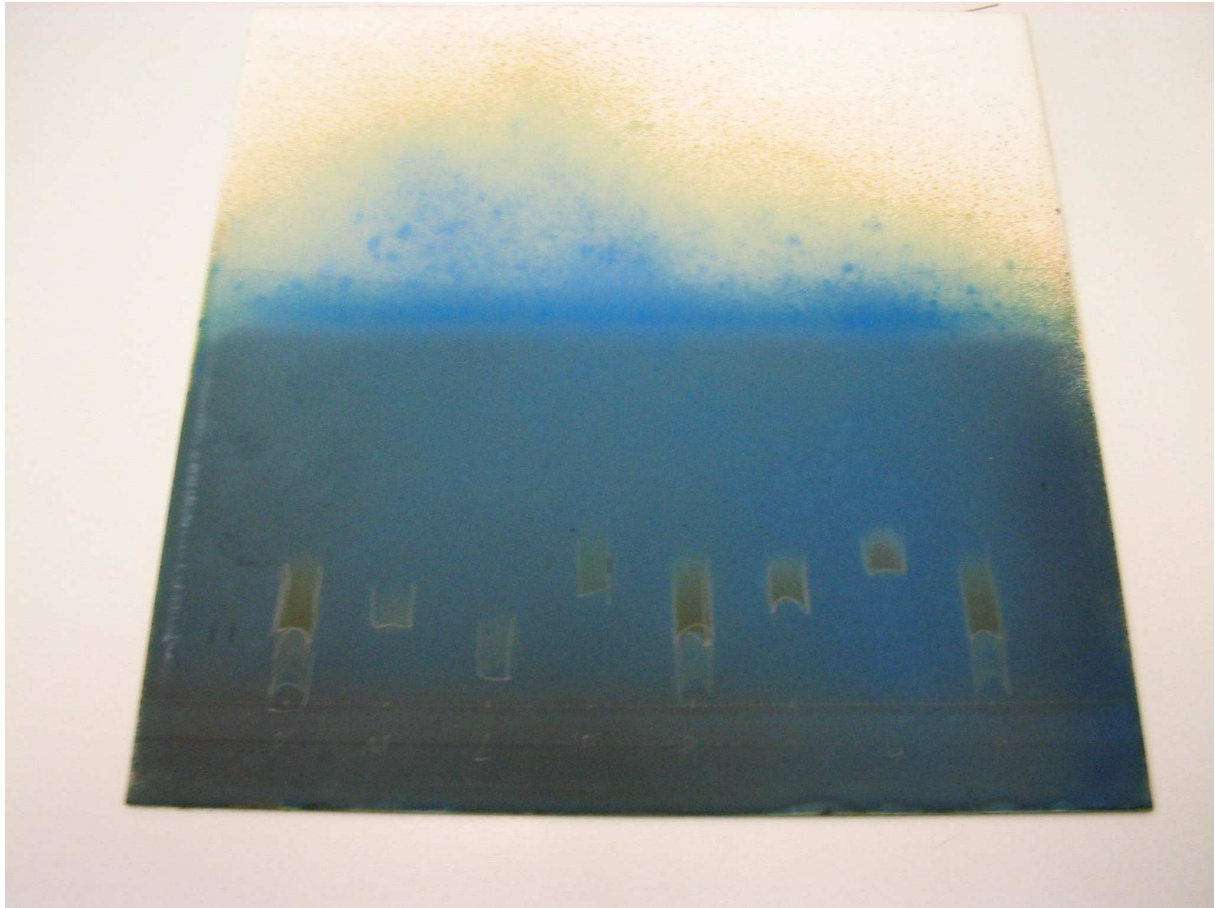


Abbildung 16 DC-Platte nach dem Trocknen (Substanzflecken mit Bleistift markiert)

9.1.3. Ergebnisse und Auswertung

Nun mussten die fertigen Platten noch ausgewertet werden.

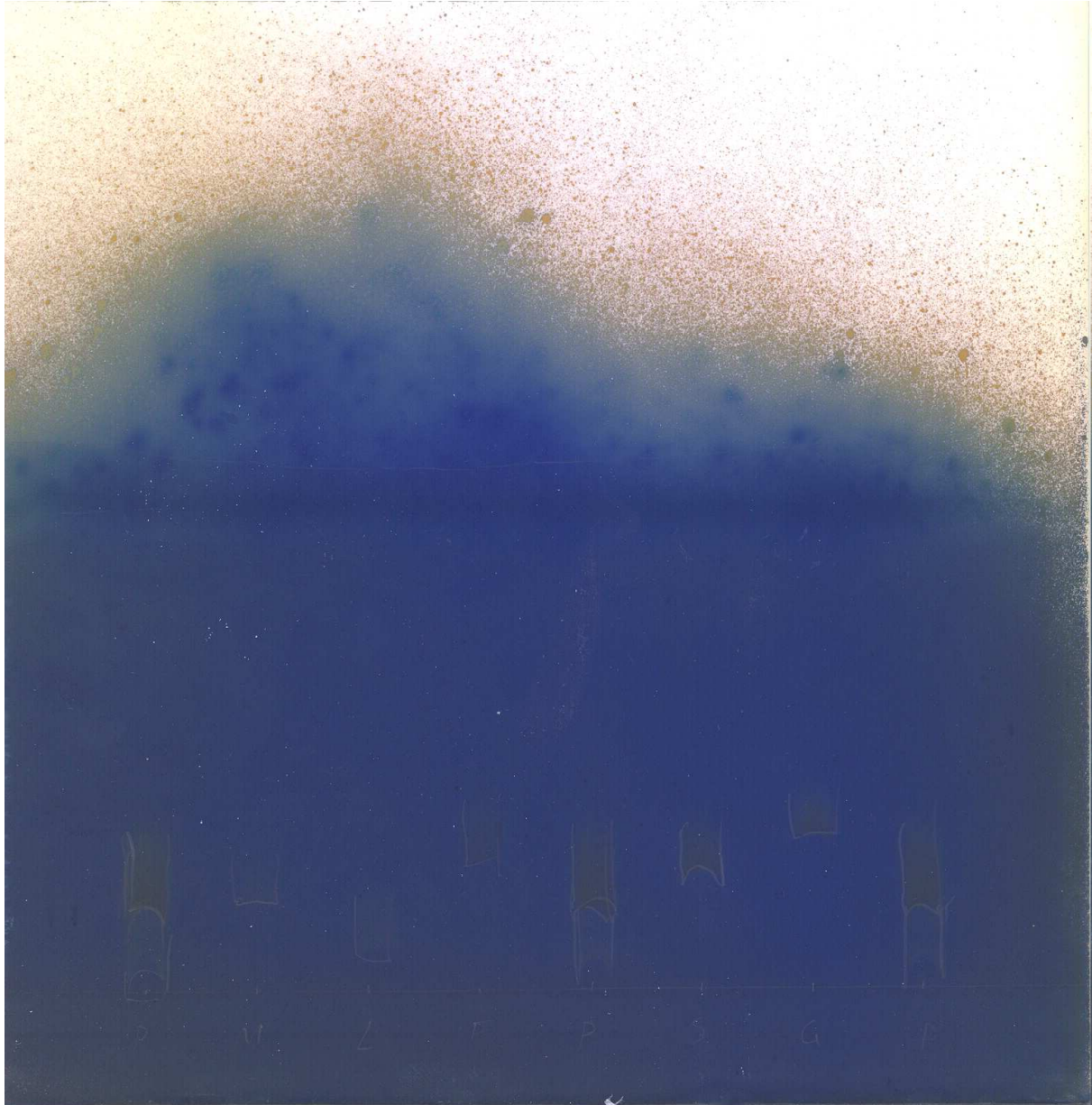


Abbildung 17 Fertige DC-Platte Nummer-1

Süß und dunkel - Die Schokolade

Da die Ergebnisse schwer sichtbar sind, habe ich zum besseren Erkennen die Substanzflecken markiert.

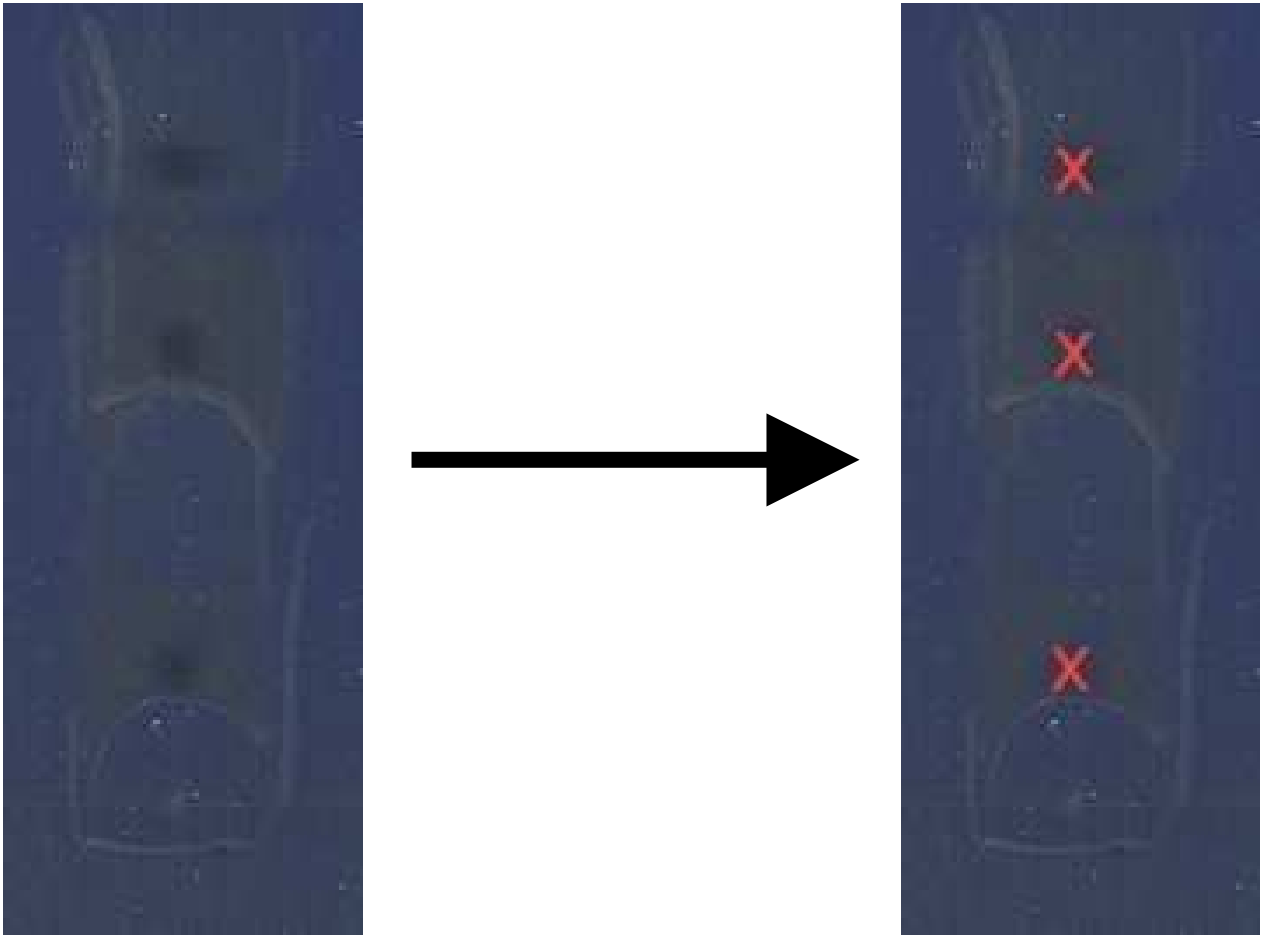


Abbildung 18 Markieren der DC-Platten

Süß und dunkel - Die Schokolade

Nun Konnten die 4 Platten ausgewertet werden.



Abbildung 19 Dc-Platte1 Auswertung

Süß und dunkel - Die Schokolade

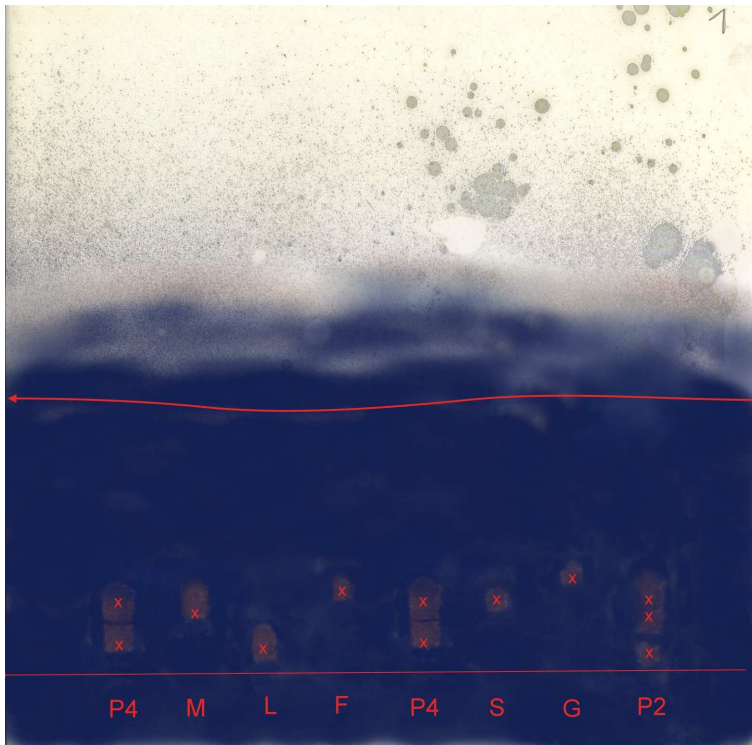


Abbildung 20 DC-Platte 2 Auswertung

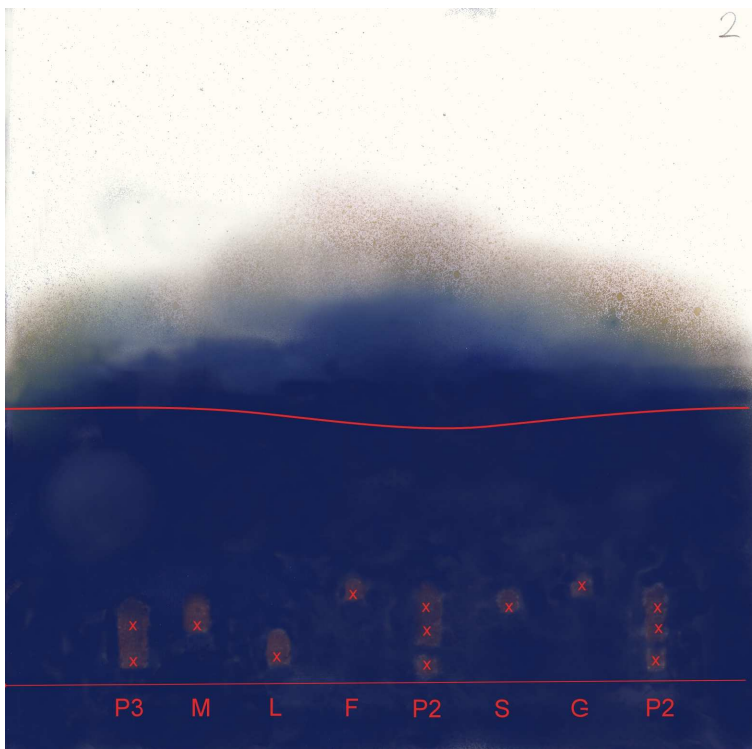


Abbildung 21 DC-Platte 3 Auswertung

Süß und dunkel - Die Schokolade

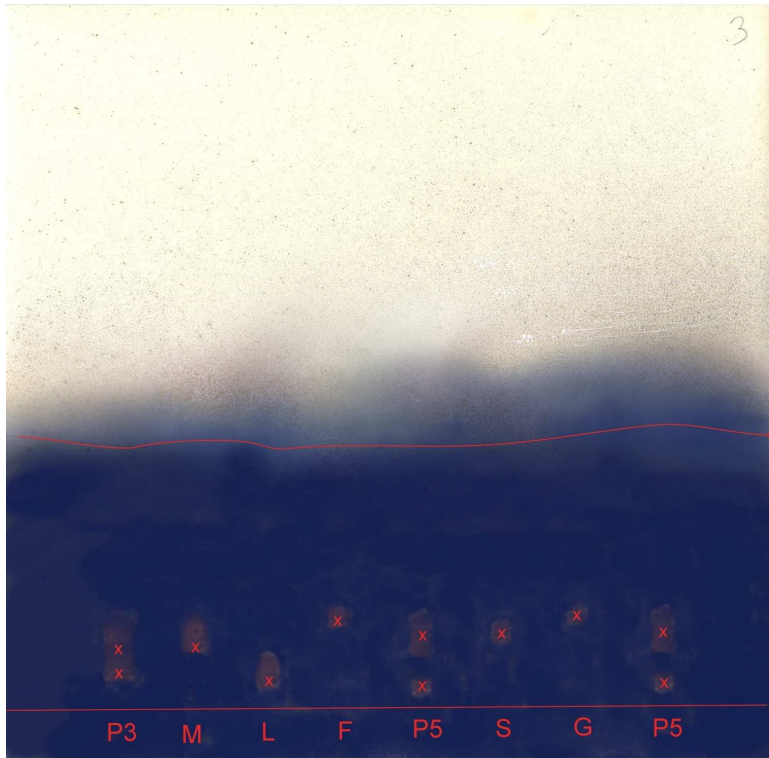


Abbildung 22 DC-Platte 4 Auswertung

Legende:

P1(bis 5)	Probe1(bis 5)
M	Maltose
L	Lactose
F	Fructose
S	Saccharose
G	Glucose

9.1.3.1. DC-Platte 1

Substanz	P1	M	L	F	P1	S	G	P1
R_f -Werte	0.0521	0.1667	0.0625	0.2708	0.0625	0.2396	0.3125	0.0729
	0.1771				0.1771			0.1771
	0.2292				0.2292			0.2292

Tabelle 7 Ergebnis DC-Platte1

Süß und dunkel - Die Schokolade

9.1.3.2. DC-Platte 2

Substanz	P4	M	L	F	P4	S	G	P2
R_f -Werte	0.0843	0.1902	0.0704	0.3002	0.0843	0.2517	0.3521	0.0698
	0.2535				0.2609			0.1902
								0.2676

Tabelle 8 Ergebnis DC-Platte2

9.1.3.3. DC-Platte 3

Substanz	P3	M	L	F	P2	S	G	P2
R_f -Werte	0.0714	0.2001	0.0714	0.2901	0.0671	0.2601	0.3641	0.0671
	0.2143				0.2000			0.2000
					0.2601			0.2601

Tabelle 9 Ergebnis DC-Platte3

9.1.3.4. DC-Platte 4

Substanz	P3	M	L	F	P5	S	G	P5
R_f -Werte	0.1	0.2142	0.0867	0.3021	0.0857	0.2571	0.3428	0.0857
	0.2142				0.2571			0.2571

Tabelle 10 Ergebnis DC-Platte4

9.1.3.5. Gesamtergebnis

Anmerkung:

Die R_f -Werte sind substanzspezifisch. Es kann jedoch durch kleinere Ungenauigkeiten zu Unterschieden kommen.

Daher wird im Gesamtergebnis ein Mittelwert der ermittelten Werte herangenommen.

Sub.	P1	P2	P3	P4	P5	L	F	S	M	G
R_f - Werte	0.0625	0.0680	0.0857	0.0843	0.0857	0.0727	0.2908	0.2521	0.1928	0.3428
	0.1771	0.1967	0.2143	0.2572	0.2571					
	0.2292	0.2626								

Tabelle 11 Gesamtergebnis der DC

Daraus folgt, dass die Proben 1 und 2 Saccharose, Maltose und Lactose, die Proben 3, 4 und 5 Lactose und Saccharose enthalten.

10. Tipps, Tricks und Wissenswertes für Schokoladenesser

- Milkschokolade sollte bei kühl und trocken bei ca. 18°C gelagert werden
- Bitterschokolade bleibt – wenn man sie kühl und trocken lagert – bis zu 1 Jahr lang frisch.
- Belgier essen die Schokolade am liebsten frisch – d.h. am Tag der Produktion oder am darauffolgenden.
- Laut einer Umfrage würden die Mehrheit der Amerikaner lieber auf Geschlechtsverkehr als auf Schokolade verzichten.
- Es ist nicht bewiesen und sehr unwahrscheinlich, dass Schokolade Akne hervorruft.
- Wenn man Schokolade lange stehen lässt, bekommt diese eine weißliche Schicht. Das ist die Kakaobutter die auskristallisiert und dadurch aus der Schokolade herausgetrieben wird. Man kann die Schokolade trotzdem noch essen.
- Schokolade hebt die Stimmung und macht glücklich.
- Weiße Schokolade ist gar keine, da sie keinen Kakao beinhaltet.
- Man kann Schokolade richtig genießen, wenn man sie im Mund schmelzen lässt – der Schmelzpunkt der Schokolade liegt bei ca. 36°C –, wobei sie ihre ganzen Aromastoffe entfaltet.
- Durch das Essen von Schokolade steigt der Serotoninspiegel im Körper, genauso wie wenn man verliebt ist. Daher ist Liebe „Biochemisch gesehen nichts anderes als riesige Mengen Schokolade zu vertilgen“⁴

⁴ Aus dem Film "Im Auftrag des Teufels".

11. Anhang

11.1. short summary

This is a paper about chocolate. It considers facts about the cocoa tree, the history of chocolate, how it is produced and the effects it causes when it is eaten.

Chocolate was first produced in South-America and the Hispanics brought it to Europe 500 years ago. Firstly, chocolate was not solid, it was in fluent consistency. In 1848 chocolate was produced in solid form.

There are many different substances in chocolate and most of them cause a slightly intoxicating effect, like caffeine. That is the reason why chocolate makes people feeling happy, content and relaxed.

11.2. Glossar

PEA	Phenylethylamin
Kotyledone	Keimblatt einer Pflanze
fermentieren	mit →Fermenten versetzt
Fermente	[lateinisch fermentum »Gärung«, »Gärstoff«], veraltete Bezeichnung für Enzyme
Peristaltik	[griechisch] <i>die</i> , bei Hohlorganen (Magen, Darm, Harnleiter) wellenförmig fortschreitende Zusammenziehung der glatten Muskulatur zum Vorwärtstreiben des Inhalts.
Kapillare	Röhren mit sehr kleinem Innendurchmesser.
Deionat	ionenfreies Wasser

11.3. Quellenangabe

Bücher:

- **dtv-Atlas Chemie** . Band 2 Organische Chemie und Kunststoffe. / Breuer Hans. München: Deutscher Taschenbuch Verlag (2002)
- **Wo kommt die Schokolade her?:** Mit Kindern die „dritte“ Welt entdecken. / Netz Hans-Jürgen. Unter Mitarbeit von Eckart Bücken. Offenbach/M: Burckhardhaus-Laetare-Verlag (2000)
- **Sonne, Sex und Schokolade:** Chemie im Alltag II. / Emsley John.-1.Aufl.- Weinheim: Wiley-VCH(1999)
- **Lebensmittelchemie** /Baltes Werner.-5.Aufl.-Berlin;Heidelberg;New York; Barcelona; Hongkong; London; Mailand; Paris; Singapur; Tokio: Springer(2000)
- **Die letzten Geheimnisse der Kochkunst** / Peter Barham. - deutsche Ausgabe- Berlin Heidelberg 2004: Springer-Verlag.
- **Charlie and the Chocolate Factory** /Roald Dahl – 2004: Penguin Group.

Zeitschriften/ Tageszeitungen:

- **DIE SCHOKOLADEN-SEITEN DES LEBENS.** Aus: Kurier vom Dienstag, 1. November 2005, Seite 24.

Internetseiten:

- **Schokolade & Kakao** - Private Site von Arne Homborg. Online unter URL: <http://www.theobroma-cacao.de> .(Zugriff von 08.09.2005-14.02.2006)
- **Wikipedia**, die freie Enzyklopädie. Online unter URL: <http://de.wikipedia.org> .
- **Die Zeit** - Wissen : Die zarteste Versuchung - gut für die Seele, schlecht für die Figur. Online unter URL: <http://zeus.zeit.de/text/wohlfuehlen/schokojunkie> . (Zugriff von 08.09.2005-14.02.2006)
- **Schokolade.de** . Online unter URL: <http://www.schokolade.de> . (Zugriff von 03.11.2005-01.02.2006)
- **Bühler, Schokolade & Kakao Lösungen.** Online unter URL: <http://www.buhlergroup.com>. (Zugriff von 08.09.2005-03.01.2006)
- **Transport-Information-Service GDV.** Online unter URL : <http://www.tis-gdv.de> (Zugriff von 08.09.2005-12.12.2005)
- **UIW-Unterricht im Web.** Online unter URL: <http://www.muenster.org/uiw/home> . (Zugriff von 28.12.2005-14.02.2006)
- **FAZ-Online.** Online unter URL: <http://www.faz.net/s/Rub58BA8E456DE64F1890E34F4803239F4D/Doc~EE3481311AB914F9484735DB21D2561AB~ATpl~Ecommon~Scontent.html> (Zugriff am 14.02.2006)

Andere Quellen:

- **PC-Bibliothek 3.0 Rev. 1**

11.4. Abbildungsverzeichnis

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

Abbildung 1 Maya Wandmalerei; http://www.theobromacacao.de/geschich/altamerika/maya.htm	6
Abbildung 2 Landung Kolumbus(Die rot markierte Stelle ist die, an der Kolumbus wahrscheinlich auf das Mayaboot traf); http://www.theobromacacao.de/geschich/altamerika/entdeckung.htm	8
Abbildung 3 Kakaobaum; http://de.wikipedia.org/wiki/Kakao.htm	12
Abbildung 4 Kakaoproduktion Weltweit - http://www.theobromacacao.de/pflanze/pflanbau.htm	14
Abbildung 5 Strukturformel-Phenylethylamin; www.Wikipedia.at	15
Abbildung 6 Strukturformel-Koffein; www.Wikipedia.at	15
Abbildung 7 Strukturformel-Theobromin; www.Wikipedia.at	16
Abbildung 8 Samen&Fruchtfleisch vor der Fermentation; http://www.theobromacacao.de/herstell/herkakao.htm	19
Abbildung 9 Bohnen nach der Fermentation; http://www.theobromacacao.de/herstell/detail/schokolade/HohlkoerperGegossen.htm	25
Abbildung 10 Herstellung Pralinen; http://www.theobromacacao.de/herstell/detail/schokolade/HohlkoerperGeschleudert.htm	27
Abbildung 11 Herstellung Schleuderverfahren; http://de.wikipedia.org/wiki/DÃfA14nnschichtchromatographie	31
Abbildung 12 Schema der Auswertung einer DC-Platte; selbst erstellt	32
Abbildung 13 Filtrieren der Zuckerlösung; selbst erstellt	33
Abbildung 14 Aufbringen der Proben auf die DC-Platten; selbst erstellt	33
Abbildung 15 DC-Platte im Chromatographietank; selbst erstellt	33
Abbildung 16 DC-Platte nach dem Trocknen (Substanzflecken mit Bleistift markiert) ; selbst erstellt	34

Süß und dunkel - Die Schokolade

<i>Abbildung 17 Fertige DC-Platte Nummer-1; selbst erstellt</i>	<i>_____</i>	<i>35</i>
<i>Abbildung 18 Markieren der DC-Platten; selbst erstellt</i>	<i>_____</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 19 Dc-Platte1 Auswertung; selbst erstellt</i>	<i>_____</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 20 DC-Platte 2 Auswertung; selbst erstellt</i>	<i>_____</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 21 DC-Platte 3 Auswertung; selbst erstellt</i>	<i>_____</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 22 DC-Platte 4 Auswertung; selbst erstellt</i>	<i>_____</i>	<i>39</i>

11.5. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Tauschtabelle; <http://www.theobromacacao.de/geschich/altamerika/azteken.htm> (Zugriff: Sonntag, 02. Oktober 2005, 19:42:42)..... 7

Tabelle 2 Inhaltsstoffe der Kakaobohne 15

Tabelle 3 Herstellung massiver Schokoladeartikel; <http://www.theobromacacao.de/herstell/detail/schokolade/MassiveProdukte.htm>..... 24

Tabelle 4 Herstellung gefüllter Formen; <http://www.theobromacacao.de/herstell/detail/schokolade/HohlkoerperGegossen.htm>..... 26

Tabelle 5 Herstellung Überraschungseier; <http://www.theobromacacao.de/herstell/detail/schokolade/HohlkoerperGegossen.htm>..... 26

Tabelle 6 Schokoladenproben; Selbst erstellt..... 31

Tabelle 7 Ergebnis DC-Platte1; selbst erstellt 39

Tabelle 8 Ergebnis DC-Platte2; selbst erstellt 40

Tabelle 9 Ergebnis DC-Platte3; selbst erstellt 40

Tabelle 10 Ergebnis DC-Platte4; selbst erstellt 40

Tabelle 11 Gesamtergebnis der DC ; selbst erstellt 40

11.6. Erklärung

Ich bestätige hiermit diese Arbeit eigenständig und nur mit Hilfe der von mir angegebenen Quellen verfasst zu haben.

Dennis Svatunek

11.7. Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Dennis Christian Svatunek

- geboren am 06.05.1988 in Wien
- lebt in Wien

Schulische Laufbahn:

- besuchte von 1994 bis 1998 die Volksschule Rzehakgasse
- von 1998 bis 2006 besuchte er das Realgymnasium Geringergasse.

Zusatzausbildungen:

- Absolvierung des A-Programms der Chemie-Olympiade über Analytische-Anorganische-Chemie
- Besuch eines Kommunikationsseminars
- Besuch eines Konfliktmanagementseminars
- Besuch eines Präsentationsseminars

Süß und dunkel - Die Schokolade

11.8. Protokoll

- Juni 2005: Beschluss zum Schreiben einer Fachbereichsarbeit.
- Ende Juni 2005: Entschluss für das Thema: Schokolade.
- Sommerferien 2005: Sammeln von Materialien.
- 19.09.2005: Abgabe des Themenvorschlages und Beginn der Arbeit.
- 6.10.2005: Beginn der praktischen Versuche im Chemie-Saal (im weiteren fast jeden weiteren Donnerstag Fortsetzung der Experimente)
- 10.11.2005: Kurze Besprechung mit Herr Prof. Liebhart zum weiteren Vorgehen der Versuche.
- 1.12.2005: Fertigstellung der Experimente
- 3.02.2006: Besprechung über Stand der Arbeit mit Herr Prof. Liebhart
- 13.02.2006: Besprechung mit Herr Prof. Liebhart
- 14.02.2006: Besprechung mit Herr Prof. Liebhart
- 15.02.2006: Abschlussbesprechung
- 16.02.2006: Fertigstellung und Druck der Arbeit
- 17.02.2006: Abgabe der Arbeit