

Kaffee



Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI	Rohstoffe	Genußstoffe Kaffee	●	■	60 min

Autor: Harald Scheve

1. Allgemeine Einleitung
 - 1.1. Etwas Chemiedidaktik
 - 1.2. Schülervoraussetzungen und Lehrplan
 - 1.3. Lernpsychologische Konsequenzen
 - 1.4. Hinweise zum fächerübergreifenden Arbeiten
 - 1.5. Fachdidaktische Hinweise für einen interessanten Chemieunterricht

- 2.1 Einleitung „Kaffee, Caffee, Café“
- 2.2 Definition und Geschichte des Kaffees
 - 2.2.1 Entdeckung des Kaffees
 - 2.2.2 Kaffeekonsum – ein Luxusgegenstand – erste Kaffeehäuser in Europa
 - 2.2.3 Araber halten lange das Kaffeemonopol
 - 2.2.4 Kaffee wird weltweit angebaut... und getrunken
 - 2.2.5 Friedrich der Große und die Kaffeeriecher
- 2.3 Coffein wird aus Kaffee isoliert
- 2.4 Rohkaffee-Röstkaffee
- 2.5 Koffein nicht nur in Kaffee!
- 2.6 Bis zu 1000 Inhaltsstoffe in Kaffee!
- 2.7 Die breite Wirkung von Koffein
 - 2.7.1 Wie und wo wirkt Koffein
 - 2.7.2 Die medizinische Wirkung
- 2.8 Kaffee oder Tee ?
- 2.9 Koffein als Power für Muskeln - Koffein verhindert möglicherweise Multipler Sklerose (MS)
- 2.10 Coffein ein biochemischer Kampfstoff!

Versuchsreihe Kaffee

- 3.1. Nachweis von Mineralstoffen im Kaffee
- 3.2. Nachweis von Aminosäuren im Rohkaffee
- 3.3. Sublimation von Coffein aus Kaffeelösung
- 3.4. Sublimation von Koffein aus Kaffeepulver
- 3.5. Kurz notiert – Wichtiges zur Chromatographie
- 3.6. Dünnschichtchromatographie von Cola oder Kaffee
- 3.7. Saccharose-Nachweis im Kaffee

1. Ob Backpulver, Essig in der Küche oder Kalkmörtel beim Bau oder Dioxin in Hühnereiern. Chemie ist allgegenwärtig. Sogar unsere Ernährung wird von Chemie bestimmt – auch wenn wir dies oft nicht wahr haben wollen. Im 13. Jahrhundert gab es in Europa mehrere Pestepidemien, die zig Millionen Leben kostete. Heute sind solche ehemals tödlichen Krankheiten – dank der Medikamente – nur noch Geschichte. Noch im **19. Jahrhundert** gab es in Europa **Hungersnöte; Hunderttausende starben an Hunger**. Ganze Landstriche entvölkerten sich fast, da es nicht für alle genügend Lebensmittel gab. Erst durch die **Erkenntnisse von z.B.**

Justus von Liebig war es kurze Zeit später möglich, dass viel mehr Menschen ernährt werden konnten. Unsere Getreideernten sind nur so ergiebig, weil es Kunstdünger gibt.

In den letzten **100 Jahren konnte z.B. die Anzahl der Sterblichkeit bei Infektionen durch Antibiotika um fast 100% gesenkt** werden. **Enorme Fortschritte im Bereich der Hygiene, der Pharmazie, Chemie und Medizin führten dazu, dass die Lebenserwartung von 38 auf 82 bei Frauen bzw. 78 bei Männern stieg.** Dies sind nur einige wenige Beispiele, die verdeutlichen, dass **ohne Chemie** unser **heutiges Leben** nicht denkbar wäre.

Allerdings brachte die chemische Industrie im letzten Jahrhundert auch viele Probleme mit sich. Dies lag aber nicht an der Chemie, sondern wie Menschen mit der Chemie umgingen. In den **siebziger Jahren war der Rhein nicht ohne Grund ein toter Fluss**; Mütter wurde es abgeraten zu stillen, da die in der Muttermilch enthaltenen Schwermetalle ein zu großes Risiko waren.

Gerade vor ein paar Monaten gab es einen **Dioxinskandal großen Ausmaßes**. Skrupellose Händler hatten verseuchtes Fett weiterverkauft; so war dieses Dioxin verseuchte Fett in Hühner und dann in die Eier gelangt. Viele Menschen reagieren auf solche Skandale mit dem Umstellen ihrer Lebensgewohnheiten. In den letzten Jahren gibt es immer mehr Bio-Landwirte, Biowinzer etc. Viele Menschen ist es wichtig geworden, dass sie wissen, wie ihre Produkte produziert wurden. Sicherlich sind die Kosten für freilaufende Hühner entschieden höher als für Batterieliegehühner. Allerdings schmeckt man auch den Unterschied. Ganz abgesehen von den ethischen Grundsätzen, denn es hat sich nicht langsam aber sicher auch herumgesprochen, dass Hühner und Tiere auch Lebewesen sind.

Gerade auch der **schwere Atomunfall in Japan hat uns die Verletzlichkeit und die Ambivalenz von Technik und Fortschritt vor Augen geführt.** Die **blinde Technikfreundlichkeit** und das Bewusstsein, dass wir alles mit Chemie, Technik und Medizin lösen können, ist ad acta gelegt. Der Mensch als Herrscher und Dominator der Schöpfung wird nicht nur von Ethikkommissionen in Frage gestellt... und das ist gut so. Dennoch macht es immer wieder Sinn, Sachargumente auszutauschen und dann letztendlich abzuwägen.

Gerade deshalb steht die chemische Industrie vor neuen Herausforderungen:

Wie bekommen wir die globale Erwärmung in den Griff? Wie können wir Rohstoffe einsparen? Wie können wir Kernkraft schnell und effektiv durch andere Energieformen ersetzen? **Die Probleme und Herausforderungen sind vielseitig und teilweise schwerwiegend.** Dennoch kann eine Antwort auf die **Vielzahl von Herausforderungen nicht lauten „zurück in die Steinzeit“.** Probleme und Fehler der Vergangenheit, die uns im 21. Jahrhundert langsam aber sicher einholen, können nur mit **modernen technischen Mitteln** gelöst werden. Fehlen manchmal moderne technische Mittel – z.B. im Bergbau (Chile oder China), so kommt es wiederholt zu tragischen Todesfällen, die man aber vermeiden könnte. Hier gilt leider immer noch das Primat der Wirtschaftlichkeit vor der Menschlichkeit!

Diese **Ambivalenz von Technik, Naturwissenschaft und Chemie** sollte den Schülern verdeutlicht werden. Sie sollten die **zahlreichen Vorteile und Errungenschaften** wahrnehmen, auf der anderen Seite aber auch die **negativen Aspekte von Fortschritt**.

Gerade auch der Chemielehrer steht hier unter einer **besonderen Herausforderung**. Er sollte die Chemie - entgegen der Chemielehrgeneration zuvor - nicht als Allheilmittel und Menschheitssegens darstellen, sondern eben auch die negativen Aspekte von Fortschritt erwähnen, so dass unsere Schüler ein **differenziertes Bild vom wunderschönen Fach Chemie** bekommen.

Unbestritten ist heutzutage, **dass praxisorientierte Inhalte** für das Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht nur förderlich, sondern auch unverzichtbar sind. Aus **organisatorischen Gründen** können wir als Chemielehrer selten das leisten, was die Chemiedidaktiker (an den Unis und Studienseminaren) uns vorgaukeln. Zu **große Lerngruppen, Einzelstunden** etc. sind nur einige Hindernisse, die der Schulalltag für Chemielehrer hat. Trotzdem müssen wir das Beste daraus machen. Es ist durchaus möglich, eine Doppelstunde in Chemie vom Stundenplanmacher realisieren zu lassen. Ab und zu kann man auch mal eine Doppelstunde unterrichten, so dass dann endlich auch Schülerexperimente oder aufwändige Demonstrationsversuche realisiert werden können. Warum nicht in den letzten Wochen vor den Sommerferien - nach den Zeugniskonferenzen - zwei oder drei Chemieprojektstage mit 9. oder 10. Klassen? Gerade der Autor dieser Zeilen hat in den letzten Wochen die Zeit vor den Sommerferien mit Projekten gefüllt. **Bei einem Projekt wurde ausführlich die Seifenherstellung in der Antike, im Mittelalter und heute durchgenommen, eine Ausstellung vorbereitet, aber auch 30kg Seife mit den Schülern selbst hergestellt. Diese wurde dann bei einem Schulfest verkauft. Unsere Ausstellung war ein voller Erfolg!**

1.1 Didaktischer Ansatz:

Entscheidend ist die didaktische Analyse. Wo sind meine Schüler, und wo kann ich sie am besten abholen - ohne dass die Mehrheit stehen gelassen wird. Gerade im Fach Chemie manchmal schwierig umzusetzen. Nicht ohne Grund rangiert das Fach Chemie unter Schülern auf den hinteren Rängen.

Ein chemischer Sachverhalt muss nicht immer zwangsläufig in Formeln gefasst sein, um ihn zu verstehen. Die Abstraktionsstufen können je nach Alter, Klassenstufe und Niveau angepasst werden. Bevor man chemische Formeln benutzt, kann man z.B. auch Wortgleichungen einführen. Sicherlich plädieren wir nicht für eine Reduktion chemischer Formeln! Es sei nur darauf hingewiesen, dass man auch in der Chemie alles so didaktisch reduzieren kann, dass es auch für untere Lerngruppen zu verstehen ist.

Dieses Thema bietet so **einen starken Alltagsbezug** und gleichzeitig erkennen die Schüler, dass fachmethodische Kenntnisse notwendig sind, um herauszufinden, welche Stoffe beispielsweise im Kaffee sind.

Unsere didaktischen Anregungen haben folgende Vorteile: Von Fachleuten für Fachleute!

Conatex erfindet das Rad nicht neu. Wir versuchen immer wieder Themenkomplexe unter neuen Gesichtspunkte neu zu strukturieren und neu aufzuarbeiten. Dabei hilft sicherlich die fachdidaktische Unterstützung von Chemielehrern, die diese Newsletter meist auch im Unterricht oder während einiger Projekte umgesetzt haben.

- # Versuche, die passen – einfach und dennoch durchdacht.
- # Unsere Versuche sind meist Teile eines Themenkomplexes
- # Schnelle und einfache Vorbereitung
- # Problemlose Durchführung
- # Die Versuche können auch einzeln in ein anderes Unterrichtskonzept integriert werden
- # Eine **Sachanalyse mit teilweise interessanten naturwissenschaftlichen**, aber auch geschichtlichen Bezügen geben die wichtigsten fachlichen Hintergrundinformationen. Diese können bausteinartig in den Unterricht eingefügt werden – falls Bedarf. Im Sinne eines Fach übergreifenden Unterrichts!
- # Außerdem bieten wir viele weitere **Anregungen** um das jeweilige Thema.

1.2 An welcher Stelle können diese Versuche in den Unterricht integriert werden? Die Schüler müssten schon einige Voraussetzungen gerade in der Organischen Chemie haben. Man könnte die Reihe „Kaffee“ frühestens im 10. Schuljahr realisieren. Alkaloide, Alkohole etc. müssen bekannt sein. Nachweisreaktionen könnte man aber auch neu einführen!

Lernen ist Chemie?

Lernen bewirkt biologische und **chemische Veränderungen im Gehirn**. Es handelt sich dabei um Verknüpfungen zwischen den Hirnzellen, den Neuronen. Je mehr solcher Verknüpfungen gebildet werden, desto größer auch der Wissensstand bzw. desto schneller findet man abgespeicherte Informationen. Zwar ist die Anzahl der

Neuronen, wie man vermutet, konstant, aber die Verknüpfungen zwischen ihnen können durch Lernen aufgebaut oder durch Nichtgebrauch abgebaut werden. **Gerade klare Strukturen, Wiederholungen und Arbeiten am Modell haben großen Einfluss auf unser Lernen.....!** Schüleraktivität steigert z.B. das Behalten.... Und diese Erkenntnis der Lernpsychologie ist nicht nur auf die Chemiedidaktik begrenzt!

1.3 Lernpsychologische Konsequenzen für die Chemiedidaktik:

- # Von der Lernpsychologie wissen wir, dass Wissen, das vernetzt werden kann, gesichertes Wissen ist. Je mehr die Schüler Assoziationen und Verknüpfungspunkte zu vorhandenem Wissen setzen können, desto effektiver lernen sie.
- # **Anschauungsmaterial** in den Unterricht einbauen: **Bilder, Videosequenzen, Modelle, Diagramme, Schülerversuche**
- # Fächer übergreifende Projekte!
- # Internetrecherchen mit **klar vorgegebenen Fragen oder Aufgaben** (unbedingtes Zeitlimit)
- # **Impulsreferate von Schülern für Schüler** zu einzelnen z.B. geschichtlichen Themen
- # Schülerversuche oder Lehrerversuche sind das Salz in der Chemiesuppe!

1.4. Hinweise zum Fächer übergreifenden Arbeiten

Die Möglichkeiten das Thema „Kaffee“ im Unterricht zu behandeln sind wie immer vielfältig. Dieses Thema bietet einen breiten geschichtlichen, biologischen, medizinischen sozialkritischen und chemischen Bezug.

Biologie:

- # Welches sind die Hauptbestandteile von Kaffee?
- # Nachgewiesene Wirkung auf den menschlichen Körper
- # Was passiert beim Rösten

Geschichte und Deutsch, Sozialkunde:

- # Wie funktionieren Monopole – am Beispiel des Kaffees
- # Wer hat früher am Kaffee verdient
- # Wie kann man heute durch gezielten Kauf von Kaffee die Produktion beeinflussen
- # Kaffeehäuser in Wien (Kulturgeschichtlicher Bezug)

1.5. Fächer übergreifendes Projekt und weitere fachdidaktische Tipps :

Ähnlich wie bei vielen unserer Themen, die wir vorschlagen, kann auch dieses Thema wieder hervorragend fächerübergreifend z.B. im Projekt behandelt werden. Allerdings kann diese Reihe auch nur im Chemiegrundkurs (Klassenstufe 10-12) oder im Leistungskurs behandelt werden. Warum nicht als vertiefendes Beispiel für ein Alkaloid.

Gerade in einem **Unterrichtsprojekt Kaffee** können Sie - je nach Klassenstufe - **Referate und Schülerarbeiten** im Vorfeld verteilen. Gerade kurze Schülerreferate – wenn sie gut gemacht sind - bereichern ungemein den Unterricht. Sie sollten vorher natürlich genau durchsprechen, welche Aspekte sie in einem Referat verlangen! Wie sollte die Form aussehen? Ein Referat per **Power point kann wirklich sehr langweilig** sein, wenn der Referent nur vorliest und nicht frei vorträgt....Sagen Sie bitte nicht an dieser Stelle, dass man Schülerreferate nur ab der Oberstufe verlangen kann.Mitnichten, denn auch schon Schüler der 6.Klassen (nach meiner Erfahrung) können wunderbare Referate (auch schon mit Unterstützung von verschiedenen Medien) halten.

Sicherlich muss man fachlich etwas reduzieren, aber möglich ist dieses alles....

Seit 10 Jahren geben bei mir auch keine Schüler mehr Referate ab, denn man kann heutzutage kaum noch kontrollieren aus welchen Quellen die Informationen stammen. Auch ist es möglich, Referate komplett aus dem Internet runter zu laden.... Aus diesem Grunde vergebe ich immer noch Referate, aber diese müssen mündlich vorgetragen werden!

Hinweise:

Selbstverständlich hat der Autor nicht den Anspruch in **allerletzter Wissenschaftlichkeit** umfassend das Thema Kaffee darzustellen. Ich denke, dies wäre Aufgabe eines Staatsexamen oder einer Diplomarbeit und auch da wird bekanntlich manchmal ungenau (!) gearbeitet.Interessant ist allerdings aber auch wie stellenweise äußerst nachlässig und fehlerhaft – in bestimmten Internetquellen – zitiert oder angeführt wird! Es gibt auch immer wieder durch aus gewollte Überschneidungen mit anderen Newsletter, z.B. einzelne Versuche, die schon mal aufgeführt wurden. Dennoch spielt hier die **Ganzheitlichkeit der Thematik** eine entscheidende Rolle. Diesmal habe ich **Quellen** und auch **interessante thematische Ergänzungen** als **Fußnote** angefügt. Sicherlich besitze ich **seit 20 Jahren eigene Erfahrungen im Chemieunterricht und deshalb steckt ein gutes Stück eigenes Wissen und die Erfahrung in dieser Arbeit.**

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

1. Einleitung

Kaffee ist mehr als nur ein einfaches Getränk. Für manchen ist er in der frühen Morgenstunde durch seine anregende Wirkung ein Lebensretter, für andere mit seinem unverwechselbaren Aroma ein reines Genussmittel.

Ob beim Frühstück, in der „Kaffeepause“ während der Arbeit oder beim Geburtstagskaffee, Kaffee spielt in unserer Kultur seit Jahrhunderten eine große Rolle. Kaffee ist bei uns so alltäglich, in der Pappbecher-Variante aus nagelneuen Kaffeeautomaten am Arbeitsplatz genauso wie in feinem Porzellan, dass man sich kaum die Frage nach der Geschichte und Herkunft des exotischen Getränks und seiner wechselhaften Bedeutung im Wandel der Zeiten stellt. Allerdings verdient der Kaffee eine tiefer gehende Betrachtung, denn gerade auch der Handel mit Kaffee, die Anbaubedingungen, die Monopolbildung etc. sind durch aus sehr interessant – auch über die Schule hinaus! Seit einigen Jahren stellen sich viele Verbraucher in Europa die Frage, wie man Lebensbedingungen von z.B. Kaffeeanbauern in Afrika, Südamerika etc. verbessern kann. Wir können **z.B. durch unser Kaufverhalten** auch dafür sorgen, dass die Anbauer und Arbeiter auf den Plantagen auch entsprechend verdienen und nicht nur die Großkonzerne unendliche Profite machen.

2.1. Definition:

1Kaffee [] (türk. *kahve* aus arab. قهوة *qahwa*) ist ein schwarzes, coffeinhaltiges Heißgetränk, das aus gerösteten (deshalb spricht man auch von *Röstkaffee*) und gemahlene Kaffeebohnen hergestellt wird. Röst- und Mahlgrad variieren je nach Zubereitungsart. Kaffee enthält das Vitamin Niacin.

Die Bezeichnung Bohnenkaffee beschreibt den Unterschied zwischen sogenanntem Ersatzkaffee² und dem eigentlichen Kaffee. Die Kaffeebohnen werden aus Steinfrüchten verschiedener Pflanzenarten aus der Familie der *Rubiaceae* gewonnen. Die beiden wichtigsten Arten der Kaffeepflanze sind ***Coffea arabica* und *Coffea canephora*** mit vielen Sorten/Varietäten. Je nach Art der Kaffeepflanze, Sorte der Kaffeebohne und Anbauort gibt es unterschiedliche Qualitätsstufen. Kaffee wird heute in über 50 Ländern weltweit angebaut.

2.2.1 Die Entdeckung des Kaffees

Schon im Griechenland der Antike bezieht sich **Homer**, während er die Odyssee schrieb, auf die **wohltuende Wirksamkeit einer afrikanischen Pflanze**, die im Kampf gegen die Traurigkeit oder Depressionen, eingesetzt wurde. Dieser Hinweis ist jedoch sehr wage und nicht eindeutig! ³Die erste **schriftliche Erwähnung** als

Heilmittel fand der Kaffee vermutlich unter der Bezeichnung "**Bunchum**" in den Schriften des Heilkundigen und Philosophen Ibn Sina, bekannt als Avicenna, im **11. Jahrhundert**. Er kannte die **stimulierende Wirkung** der Pflanze.

Es ranken sich natürlich **mehrere Legenden** um die Entdeckung des Kaffees. Eine der schönsten und die am häufigsten gefundene ist die Folgende: Nach einer 1671 von **Antonius Faustus Naironus** in seinem Buch *De saluberrima potione cahve* zu Papier gebrachten Legende wurde der Kaffee dadurch entdeckt, dass eine **Hirte in der äthiopischen Region Kaffa** eine **Viehherde** beobachtet, die sich sonderbar benahm. Die Ziegen hatten von einem **Strauch mit weißen Blüten und roten Früchten** gefressen und sprangen bis in die Nacht aufgeregt umher. Andere Tiere, die nicht von dem Strauch gegessen hatten, wurden ganz normal müde. Der Hirte berichtete dieses ungewöhnliche Ereignis den Mönchen eines naheliegenden Klosters. Bei ihren Nachforschungen entdeckten die Mönche an der Grasungsstelle eine grüne Pflanze mit Kirsch ähnlichen Früchten. Sie bereiteten daraus einen Aufguss und konnten fortan bis tief in die Nacht hinein wach bleiben, beten und miteinander reden.

Es wird allgemein angenommen, dass die Region Kaffa⁴ im Südwesten Äthiopiens das Ursprungsgebiet des Kaffees ist. Dort wurde er bereits im 9. Jahrhundert erwähnt. Von **Äthiopien** gelangte der **Kaffee vermutlich im 14. Jahrhundert durch Sklavenhändler nach Arabien**. In der **zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts** verbreitet sich der Kaffee über die aus religiösen Gründen von vielen Reisenden besuchten Städte Mekka und Medina in ganz Arabien und tritt somit seinen Siegeszug an. **Muslimen war der Genuss von alkoholischen Getränken streng verboten - viele wichen deswegen auf Kaffee aus.**

2.2.2 Kaffeekonsum – ein Luxusgegenstand

Mit der **Eroberung von Teilen Arabiens durch die Türken**, wurde Kaffee damals sehr populär und verbreitete sich sehr schnell im gesamten Osmanischen Reich. Es entstanden sehr bald **öffentliche Kaffeehäuser**.

Wo Kaffee getrunken wurde, entwickelte sich oft auch ein Ort des öffentlichen Lebens, der Kultur und des gesellschaftlichen Austausches. Anfangs des 16. Jahrhunderts trafen der Kaffee in den großen Hafenstädten wie Venedig, London, Amsterdam und Hamburg ein und Kaffee wurde hier zu einem begehrten Getränk der weltgewandten Reichen.

1645 wurde das **erste Kaffeehaus** am Markusplatz in Venedig eröffnet, 1650 folgte Oxford, 1652 London, 1659 Marseille, 1663 Amsterdam und Den Haag und schließlich 1672 Paris. Die Deutschen bekamen 1673 in Bremen ihr erstes Kaffeehaus, Hamburg zog erst vier Jahre später nach.

Zuerst war der Kaffee auch hier nur ein **Getränk für eine kleine, gut betuchte**

Gesellschaftsschicht. Das einfache Volk konnte sich das neue Getränk nicht leisten und blieb bei seinem traditionellen Genussmittel Bier.

2.2.3 Araber halten lange das Kaffeemonopol

Im 16. Jahrhundert wurde sämtlicher Kaffee fast vollständig von Arabern im Südjemen angebaut. Sie verteidigten dieses Monopol und hüteten das Wissen um den Kaffeeanbau streng. Aber wie bei fast allen Monopolen – wir denken jetzt aber nicht an die Benzinmultis – ist es immer eine Frage der Zeit, wann diese fallen.

2.2.4 Kaffee wird weltweit angebaut... und getrunken

Schon bald waren Niederländer, Engländer, Portugiesen auf irgendeinem Wege an die begehrten Pflanzen gelangt. All diese europäischen Länder verfügten über die entsprechenden Kolonien mit dem für Kaffeeanbau günstigem Klima. Schon bald wurde so Kaffee fast überall auf der Welt angebaut. Allerdings sah man damals dem Kaffee nicht an, unter welchen Bedingungen er gewonnen wurde. Viele Tausend schwarze Sklaven verloren ihr Leben oder ihre Gesundheit auf dem **Baumwoll- oder Kaffeepflanzungen** der Weißen Kolonialherren!

2.2.5 Friedrich der Große und die Kaffeeriecher

In Deutschland wird seit etwa 1680 Kaffee getrunken. Anfänglich ist das braune Heißgetränk ein reiner Modetrunk: Man, das heißt, die bessere Gesellschaft, trinkt ihn, um 'en vogue' zu sein. Doch seit dem 18. Jahrhundert wird der Kaffee zum hochgeschätzten Alltagsgetränk aller sozialen Schichten. Die Bürgersfrau trinkt ihn ebenso wie ihr Dienstmädchen, der Adelige ebenso wie der Bauer.

1766 erließ Friedrich der Große für Preußen ein staatliches Kaffeemonopol. Statt teuren Kaffee zu importieren, sollte das Volk lieber Biersuppe zu sich nehmen und so die einheimische Brauwirtschaft fördern. Auf Kaffee wurde eine horrende Luxussteuer erhoben. All dies brachte die Preußen nicht weg vom Kaffee, hinzu kam noch ein lebhafter Kaffeeschmuggel. Vielleicht waren Friedrich dem Großen auch die aufrührerischen Reden in den neuen Kaffeehäusern suspekt, wir wissen es nicht genau... 1781 dann erließ er ein neues Gesetz und neben dem Handel und dem Verkauf sollte das private Rosten verboten werden. Nur noch staatliche preußische Kaffeeröster durften fortan Kaffee rösten. Zur Kontrolle des Röstverbots wurden in ganz Preußen 4007 pensionierte französische Soldaten eingestellt, die so genannten Kaffeeriecher. Obwohl der Schaden durch Schmuggel anstieg, blieben die Kaffeeriecher bis zum Tode von Friedrich dem Großen. Danach wurde das Gesetz abgeschafft.

Es war Goethe, der zur Entdeckung des Koffeins führte. Dieser veranlasste den deutschen Chemiker Friedlieb Ferdinand Runge, mit Kaffee zu experimentieren (er

schickte ihm Kaffeebohnen) , um den darin enthaltenen Antriebs steigernden und wachhaltenden Stoff zu extrahieren. Tatsächlich gelang es Runge im Jahr 1820 aus Kaffeebohnen ein weißes Pulver zu isolieren, welches reines Koffein war. 12 Jahre später konnte dann erstmalig durch die Chemiker Liebig und Pfaff die chemische Zusammensetzung von Koffein ermittelt werden. Die Analyse der chemischen Struktur gelang erst im Jahre 1875 dem Chemiker Medicus. Die chemische Bezeichnung für Koffein ist 1,3,7- Trimethylxanthin. Koffein wurde erstmals 1985 von **E.Fischer** synthetisiert. Es kommt gebunden an Chlorogensäure in Kaffeebohnen vor (1 - 1,5 %), in schwarzem Tee (bis zu 5 %) und in Cola (bis zu 1,5 %).

2.4 Röstkaffee - Röstung

Kaffee als **tägliches Genussmittel** wird erst durch eine **thermische Behandlung** zu dem was wir schätzen. Im Laufe der Röstung gibt es eine **erkennbare Struktur- und Farbveränderung** und **das typische Aroma** bildet sich aus. **Mancherlei Inhaltsstoffe verändern sich oder werden teilweise durch das Rösten eliminiert** (Beispiel: **Saccharose** (im Rohkaffee 6-7%) oder **Aminosäuren**, die im Röstkaffee im Gegensatz zum Rohkaffee kaum noch nachzuweisen sind)

Wir unterscheiden vier Hauptphasen des Röstprozesses:

- Trocknung:** > 50°C; Eiweiß gerinnt, Wasser verdampft
- Entwicklung:** >100°C; beginnende Bräunung
>150°C; Volumenvermehrung durch gasförmige
Produkte (H₂O, CO₂, CO)
- Zersetzung** >180 - 200°C; "Krachen", Auftreten des Kaffeearomas
- Vollröstung** > 250°C; optimale Karamelbildung, Sinken des Wassergehalts auf 1,5 - 3,5%

2.5 Koffein nicht nur in Kaffee!

Der Laie weiß vielleicht noch, dass auch in Tee Koffein enthalten ist, aber haben Sie gewusst, dass teilweise auch in Schokoriegeln, Diätmitteln, in Limonaden aber auch

in einigen Medikamenten Koffein enthalten sein kann!

Hier ist Koffein enthalten:

- Kaffee
- Schwarzer Tee (früher „Thein“)
- Mate-Tee
- Kolanuss
- Kakao
- Schmerzmittel
- Erkältungsmittel
- Diät unterstützende Mittel
- Limonaden
- Süßigkeiten
- Schokoriegel
- Bonbons
- Energiegetränke

2.6 Was steckt in der Bohne? Bis zu 1000 Inhaltsstoffe in Kaffee!

Zum Kaffeegenuss tragen ca. 800 – 1000 Substanzen bei. Die Menge der Inhaltsstoffe ist von Sorte zu Sorte verschieden und variiert nach Anbauland, Zubereitung und Alter des Kaffees. Während die Bohnen der Sorte Arabica zum Beispiel nur zwischen 0,9 und 1,4 Prozent Koffein enthalten, bringt es die Sorte Robusta auf mindestens den doppelten Wert. **Säuren, Öle, Aromastoffe, Wasser und Mineralstoffe aber auch die Temperatur und die Art und Dauer des Röstens tragen zum Geschmack bei.**

Stoffe	Prozentualer Gehalt
Kohlenhydrate	30-40%
Fettstoffe	10-13%
Wasser	10-13%
Eiweißstoffe	11,00%
Aromastoffe	0,10%
Alkaloide	0,8-2,5%
Mineralstoffe	4,00%
Säuren (Zitronen-, Essig-, Chlorogen-, Chinasäure)	4-5%

2.7 Die breite Wirkung von Koffein

Coffein hat zwar ein **relativ breites Wirkungsspektrum**, doch ist es in geringen Dosen (in der Regel nehmen wir Coffein so zu uns) in erster Linie ein **Stimulans**. Darunter versteht man im Allgemeinen eine **Substanz mit anregender Wirkung auf die Psyche, die Antrieb sowie Konzentration steigert und Müdigkeitserscheinungen beseitigt**. Bei niedriger Dosierung tritt fast ausschließlich die zentral anregende Wirkung des Coffeins hervor, es werden also vor allem **psychische Grundfunktionen wie Antrieb und Stimmung** beeinflusst.

2.7.1 Wie und wo wirkt Coffein?

Das Coffein in geringeren Konzentrationen wirkt hauptsächlich auf die **sensorischen Teile der Hirnrinde**. Es kommt zu einer Erhöhung des Gehirntonus, d.h. der Spannung der Hirngefäße. **Aufmerksamkeit und Konzentrationsvermögen werden dadurch erhöht**; die Steigerung von Speicherkapazität und Fixierung erleichtert den Lernprozess. Mit der Beseitigung von Ermüdungserscheinungen verringert sich das Schlafbedürfnis.

2.7.2 Medizinische Wirkungen von Koffein:

Mehr Blut fließt wegen seiner Gefäß erweiternden Wirkung zum Gehirn. Die Gefäß erweiternde Wirkung führt ebenfalls zu schnellerem Herzschlag.

Anregung des Zentralnervensystems Es blockiert dort die Adenosin – Rezeptoren und sorgt dafür, dass man nicht müde wird.

Bronchialerweiterung

Hoher Koffeinkonsum führt häufig zu Spannungskopfschmerzen, die sich Migräne ähnlich auf den Körper auswirken. Paradox: Plötzliches Absenken des Koffeins führt allerdings ebenfalls zu Kopfschmerzen.

Weiterhin fördert Koffein die Ausschüttung von Stresshormonen. Die bei wenigen Tassen „anregende“ Wirkung schlägt bei hohem Konsum um, da die ständige Adrenalinausschüttung einen chronischen Stress erzeugt.

Koffein entleert Ihren Vitamin-B-Speicher bzw. verringert die Aufnahme. Davon ist insbesondere Thiamin (Vitamin B1) betroffen.

Geringfügige Erhöhung des Blutdrucks

Koffein wirkt harntreibend.

Möglicherweise ein Schutz gegen Leberzirrhose

Beschleunigte Bildung von Glykogen (dem Muskelbrennstoff)(siehe unten!)

Allerdings kann Koffein nicht nur die Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns steigern, sondern auch das körperliche Leistungsvermögen beim Sport. Aus diesem Grund stand Coffein bis 2004 auf der Dopingliste!

2.8 Kaffee oder Tee?

Das **Coffein** wird schon früh im **Magen** resorbiert (vom Körper aufgenommen), während das Koffein des **schwarzen Tees** erst im **Darm** freigesetzt wird. Dies liegt an der **verschiedenartigen chemischen Bindung** an die unterschiedlichen **Begleitstoffe** in der Kaffeebohne und beim Tee.

Deshalb ist die **Anregungskurve** bei **schwarzem Tee flacher und länger anhaltend** als die steilere Kurve bei Kaffee. Im Gegensatz zu Koffein im Kaffee bewirkt es im Tee eine **länger andauernde Steigerung der Konzentrationsfähigkeit**. Eine sucht ähnliche Reaktion des Körpers findet nicht statt und die Nebenwirkungen sind mit denen des Kaffees nicht vergleichbar sondern verschwindend gering. **Gehirn Doping mit Tee** ist deshalb keine schlechte Methode, seine geistigen Kräfte legal zu dopen.

2.9 Koffein als Power für Muskeln- Koffein verhindert möglicherweise Multipler Sklerose (MS)

Forscher vom Royal Melbourne Institute of Technology in Bundoora haben 2006 ein Experiment mit Radsportlern vollzogen, welches Erstaunliches an den Tag brachte. Wer nach ermüdendem Training in hohen Mengen (5-6 Tassen starker Kaffee) Coffein zu sich nimmt, der regeneriert schneller.

Glykogen ist ein Vielfachzucker, den der Körper aus Kohlenhydraten bildet und dann in Muskel- und Leberzellen abspeichert. Steigt der Bedarf des Körpers an Glucose, dann greift der Körper auf den natürlichen Energiespeicher, also das Glykogen zurück. Die Glykogen wird dann wieder in Glucose umgewandelt.

Kaffee hat offensichtlich eine erstaunliche Wirkung auf diesen Glykogen-Glucose Haushalt. Sieben Radprofis wurden nun zum Test gebeten. Sie mussten mehrere

Stunden unter medizinischer Aufsicht Rad fahren. Nach dem Training bekamen sie eine Mahlzeit mit extrem wenig Kohlenhydraten (der Körper kann am Besten über Kohlenhydrate Glucose bilden). Der Energiespeicher der Sportler war als jetzt geleert.

Am nächsten Tag wurden die Sportler wiederum aufgefordert erneut bis zur Erschöpfung zu trainieren. Nach dem Training haben jetzt alle Probanden ein Getränk mit Kohlenhydraten erhalten. Einige von den Profis bekamen aber zusätzlich ein Getränk mit einer extra Portion Coffein. Eine Stunde nach dem Training fanden Hawley und seine Kollegen keine nennenswerten Unterschiede im Glykogenspiegel der Sportler.

Nach vier Stunden jedoch zeigte sich ein völlig anderes Bild. Die Sportler, die zusätzlich Coffein bekommen hatten, zeigten einen **viel höheren Glykogenspiegel**, als die Sportler, die nur ein Kohlenhydratgetränk bekommen hatten. Die Neubildung von Glykogen im Körper war um 66% schneller verlaufen; auch der Zuckerspiegel sowie der Insulinspiegel waren bei diesen Sportlern höher. Hawley und seine Kollegen interpretierten das Ergebnis mit der Vermutung, dass durch den Coffein Signalamzyme angeregt worden sein, die dann ihrerseits wiederum die Neubildung von Glykogen beschleunigt hätten. Allerdings klagt einige Probanden über Unruhe und Schlafstörungen, so dass die Forscher Versuche mit niedrigen Coffeindosen wiederholen wollen.

In einem anderen Experiment¹² kamen Hinweise auf, dass Koffein in hoher Dosierung möglicherweise das Entstehen von Multipler Sklerose (MS) verhindert. Forscher um Jeffrey Mills von der Cornell University in Ithaca hatten Mäusen täglich ein Getränk verabreicht, dessen Koffein-Konzentration mit 600 Milligramm pro Liter in etwa der von starkem Kaffee entsprach. Die Mäuse erhielten so rund vier Milligramm Koffein pro Tag - und erkrankten dadurch nicht an der **Mäuse-Form von MS!** Ob diese Ergebnisse vielleicht auch auf den Menschen zu übertragen sind, werden die weiteren Jahre und umfangreiche weitere Studien zeigen.

2.10 Koffein ein biochemischer Kampfstoff

1,3,7-Trimethyl-xanthin – so nennt man Coffein (Purin-Alkaloid) chemisch - ist nicht nur in der Kaffeebohne, sondern in der ganzen Pflanze verteilt zu finden. Koffein entsteht beim Stoffwechsel vieler Pflanzen und wirkt in höheren Dosen als Nervengift. Daher hat es in der Pflanze eine Funktion als **Schutz vor Fressfeinden und Parasiten**¹³. In höheren Dosen sind viele Alkaloide giftig, sie liefern aber auch Genuss- und Rauschmittel für den Menschen, außer Koffein zum Beispiel auch Nikotin und Morphium. Coffein ist ein echter biologisches Kampfmittel! Es wirkt auch gegen Mikroorganismen. Die Konzentration an Coffein steigt im Laufe der

Blattentwicklung stark an - ein Hinweis darauf, dass das Gift die Beweidung durch Fressfeinde verhindern soll. Wie giftig die Substanz ist, zeigen Versuche mit Raupen¹⁴ und Käfern, die entweder sterben oder sterilisiert werden. Die alternden Pflanzenblätter wiederum sind nahezu frei von Coffein. Grund ist, dass das Coffein abgebaut und der dabei freigesetzte Stickstoff von der Pflanze weiter verwertet wird - ein Beispiel für **biologisches Recycling**.

3.0 Versuchsreihe Kaffee – Coffein

Gerade beim Thema Kaffee könnte man noch einiges mehr an Versuchen durchführen! Sehr empfehlenswert wäre z.B. das Rösten von Rohbohnen und der Nachweis der entstehenden Hauptröstgase. Weiterhin könnten Einbrand (Gewichtsminderung) und Volumenzunahme bestimmt werden. Allerdings übersteigt der Aufwand das normale Maß an Zeit. Dieses wäre dann z.B. wiederum in einem Projekt möglich.

3.1. Nachweis von Mineralstoffen im Kaffee

Chemikalien:

Kaffeebohne

Geräte:

Bunsenbrenner

Magnesiumrinne

Kobaltglas.

Durchführung:

Eine **geröstete Kaffeebohne** wird auf einer Magnesiumrinne in die Flamme gehalten. Zunächst muss die Bohne natürlich noch verkohlen, was unter aufleuchten einer gelben Verbrennungsflamme geschieht. Ist dies geschehen, sieht man nur die **violette Kaliumflamme**. Auch durch ein Kobaltglas ist diese Flamme deutlich zu sehen.

Auswertung:

Durch diesen Versuch haben wir Mineralstoffe (in diesem Fall Kalium nachgewiesen)

3.2 Nachweis von Aminosäuren im Kaffee

Chemikalien:

Ninhydrin-Lösung in Wasser

Rohkaffeebohnen und Röstkaffeebohnen

Geräte:

- # Reagenzglas
- # Reagenzglashalter
- # Wasserbad

Durchführung:

Als Reagenz wird eine Spatelspitze Ninhydrin in 10 mL Wasser gelöst. Die Reagenz wird in ein Gemisch aus Wasser und Rohkaffeebohnen (grob zerkleinert) gegeben. Beim Erwärmen im Wasserbad tritt eine **violette Färbung** auf.

3.3 Sublimation von Coffein aus Kaffeelösung

Chemikalien:

- # 50ml starken Kaffee

Geräte:

- # Porzellanschale
- # Uhrglas
- # Watte zum Kühlen
- # Becherglas
- # Heizplatte
- # oder Brenner mit Stativ

Durchführung:

Der vorher aufgebriht Kaffee wird so lange erhitzt bis sämtliches Wasser entwichen ist. Dann wird ein Uhrglas mit Wölbung nach unten auf das Becherglas gelegt und solange weiter erhitzt, bis sich an der Unterseite des Uhrglases nadelförmige, farblose Kristalle bilden. U. u. Kann man die Kristallbildung durch Verwendung nasser, gekühlter Watte steigern.

Auswertung:

Koffein wird in diesem Versuch durch Sublimation sichtbar gemacht. Unter Sublimation versteht man das (seltene) Verhalten eines Feststoffes, beim Erwärmen direkt in den Gaszustand überzugehen, ohne vorher zu schmelzen und flüssig zu werden. Das gasförmige Koffein schlägt sich an einer kühlen Stelle wieder als Feststoff nieder - ähnlich der Kondensation von Wasserdampf an kalten Fensterscheiben.

Mit diesem Prozess kann Koffein aus Kaffee- oder Teepulver herausgeholt (isoliert) werden, da es als einziger Bestandteil des Kaffee- oder Teepulvers sublimieren kann.

Man könnte diesen Versuch mit Koffein freiem Kaffee oder Koffein freier Cola

wiederholen!

3.4 Sublimation von Koffein aus Kaffeepulver

Chemikalien:

Kaffeepulver

Geräte:

Hitzebeständiges, durchsichtiges, hohes Glasgefäß

Heizplatte

Filterpapier

Petrischale mit Eis

Durchführung:

Ein halber Kaffeelöffel wird in einem trockenen kleinem Becherglas (mit engem Hals) auf einer Heizplatte vorsichtig erwärmt, bis Wasserdampf entweicht.

Wenn kaum Dampf mehr sichtbar ist, stärker erhitzen, dabei das Glas mit einem feuchten Stück Filterpapier abdecken und darauf die Petrischale mit dem Eis (zum Abkühlen) stellen.

Auswertung:

siehe vorgehender Versuch

3.5 Kurz notiert! Die Chromatographie

Die Chromatographie ist eine sehr leistungsfähige und verbreitete Trennmethode. Sie wurde erstmals vom russischen Botaniker Tswett 1903 zur Trennung von Blattfarbstoffen angewendet (chroma, gr. = Farbe).

Für die Dünnschichtchromatographie (DC) verwendet man Plättchen aus Kunststoff, Aluminium oder Glas, die mit einer dünnen Schicht eines sehr feinkörnigen Stoffes (z.B. Cellulose- oder Aluminiumoxidpulver) beschichtet sind.

Diese Schicht bezeichnet man als **stationäre Phase**. Das zu trennende Gemisch wird nun in der Nähe des unteren Randes des Plättchens punktförmig aufgetragen. Anschliessend wird das Plättchen in ein Gefäß gestellt, das eine geringe Menge Flüssigkeit enthält. Diese Flüssigkeit bezeichnet man als Fließmittel oder **mobile Phase**. Das Fließmittel steigt nun durch die Kapillarkraft in der Schicht hoch. Sobald die Flüssigkeit den Gemischfleck erreicht hat, sind die Teilchen des Gemisches der Anziehungskraft der stationären Phase einerseits **und** der Anziehungskraft der mobilen Phase andererseits ausgesetzt. Je nach Kräfteverhältnis bleibt ein Teilchen eher am Startpunkt oder es wandert eher mit der mobilen Phase nach oben. Die Kräfte und somit das Wanderverhalten eines Teilchens hängen sowohl von der Art des Schichtmaterials und des Fließmittels, als auch von der Art des Teilchens ab. In

den meisten Fällen lassen sich Schichtmaterialien und Fließmittelgemische so kombinieren, dass die verschiedenen Teilchensorten eines Gemisches verschieden weit wandern, sodass sie sich voneinander trennen lassen. **Aussehen einer Dünnschichtplatte nach dem Trennvorgang:** Für jeden Stoff kann ein sogenannter **Retentionsfaktor (R_f-Wert) bestimmt werden:**

Der **R_f-Wert** berechnet sich als **Quotient von a / b**. R_f-Werte sind von sehr vielen Parametern wie **DC-Platte, Laufmittel, Luftfeuchtigkeit etc. abhängig**, und sind deshalb schlecht reproduzierbar. Bei farbigen Substanzen können die Substanzflecken direkt beobachtet werden. Bei farblosen Substanzen werden die Platten mit einem Reagenz, das die Flecken sichtbar werden lässt, besprüht oder im Ultraviolettlicht betrachtet.

3.6 Dünnschichtchromatographie von Kaffee und/oder Cola

Chemikalien:

- # Coffein – Lösung 2 %ig, Kaffee (kofeinfrei)
- # Cola

Geräte:

- # DC – Platte
- # Bechergläser
- # Kapillare
- # Scheidetrichter
- # UV – Lampe
- # DC - Kammer
- # Fön
- # Filterpapier
- # Stativmaterial

Durchführung:

Zuerst einmal bereitet man einen starken Kaffee vor (natürlich nicht koffeinfrei!), dann filtert man noch einmal. Jetzt wird die Cola und danach der Kaffee mit Dichlormethan ausgeschüttelt. Man gibt dazu einige ml Cola (im zweiten Ansatz Kaffee) und die gleiche Menge Dichlormethan in einen Erlenmeyerkolben und schüttelt gut durch. Um eine gute Kammersättigung zu erhalten, befüllt man die DC-Kammer mit dem Fließmittel etwas vor dem starten der DC. Jetzt bereitet man die DC-Platte vor und gibt auf die 3 markierten Punkte jeweils einige Tropfen der Lösung. Nun bereitet man die DC-Karte vor und gibt auf die 3 markierten Punkte jeweils einige Tropfen der Lösungen. 1: 2%ige Koffein-Lsg.

Auswertung:

Man nimmt nun die DC-Karte aus dem Tank und fönt vorsichtig. Unter der UV-Lampe sieht man deutlich einen violetten Fleck von der reinen Coffeinlösung der Cola. Beide Flecke befinden sich auf gleicher Höhe. Der Punkt der Cola und der reinen Coffein – Lösung sind eindeutig. Beide Punkte sind gleich weit gewandert, während bei der Cola - Coffeinfrei nichts zu sehen ist.

Koffein wird in diesem Versuch durch Sublimation sichtbar gemacht. Unter Sublimation versteht man das (seltene) Verhalten eines Feststoffes, beim Erwärmen direkt in den Gaszustand überzugehen, ohne vorher zu schmelzen und flüssig zu werden. Das gasförmige Koffein schlägt sich an einer kühlen Stelle wieder als Feststoff nieder - ähnlich der Kondensation von Wasserdampf an kalten Fensterscheiben. Mit diesem Prozess kann Koffein aus Kaffee- oder Teepulver herausgeholt (isoliert) werden, da es als einziger Bestandteil des Kaffee- oder Teepulvers sublimieren kann. Man könnte diesen Versuch mit koffeinfreiem Kaffee oder koffeinfreier Cola wiederholen!

3.7 Saccharose-Nachweis im Kaffee

Die im Kaffee enthaltene Saccharose wird über das während der Vergärung entstehende Kohlenstoffdioxid nachgewiesen.

Geräte:

- # 2 x 250 ml-Erlenmeyerkolben
- # zwei durchbohrte Gummistopfen
- # Gärröhrchen

Chemikalien:

- # Bäckerhefe
- # KH_2PO_4
- # ges. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung
- # Kaffeebohnen

Durchführung:

In die Erlenmeyerkolben werden je 40g Rohkaffee (gemahlen) gegeben und mit Wasser auf geschlämmt. Nachdem die Gärröhrchen mit dem Barytwasser bestückt sind, werden jeweils 10g Hefe, gelöst in etwas Wasser und mit einer Spatelspitze KH_2PO_4 aktiviert, hinzugegeben. Sofort danach werden die Gummistopfen mit den Gärröhrchen aufgesetzt. Zur Beschleunigung der Reaktion werden die Erlenmeyer in die Bechergläser gestellt und mit etwas warmen Wasser erwärmt.

Auswertung:

Schon nach kurzer Zeit fängt es an zu blubbern, ein Gas entsteht, welches wird dann sofort auch charakteristisch qualitativ nachgewiesen haben. Wiederholt man den

Versuch mit Röstkaffee, dann entsteht kaum – auf jeden Fall wesentlich weniger - CO₂-Gas. Dies liegt daran, dass in Röstkaffee die Saccharose in wesentlich kleineren Mengen vorliegt.

