

Chemie im Haushalt

1. Zur Einführung

1.1 Experimente mit Cola-Getränken: Zuckerkulör & Rostschutzmittel

Phosphorsäure reagiert mit Eisen an der Oberfläche zu Eisenphosphaten, die die Bildung von Eisenoxiden verhindern. Vorhandener Rost (eine komplizierte Mischung aus Eisenoxiden und Eisenhydroxiden) wird von Phosphorsäure, die in den käuflichen Entrostern enthalten ist, zu den Phosphaten umgesetzt.

Die Analyse von Cola-Getränken zeigt, dass neben den Hauptbestandteilen Wasser und Zucker auch Phosphorsäure, eine anorganische Säure, auf der Zutatenliste dieses Erfrischungsgetränktes steht. Durch den hohen Phosphorsäure-Gehalt kann Cola daher nicht nur zum Trinken, sondern auch als Rostschutzmittel eingesetzt werden (**Versuch 2.1.1**).

Schon sehr früh stellten Menschen "Karamel" her, indem sie eine Pfanne mit Zucker übers offene Feuer hielten. Gebrannter Zucker wird als Farbstoff „Zuckerkulör“ in meist kleinen Mengen verwendet, um Nahrungsmittel zu färben. Ein Teil des Geschmacks von (Coca-)Cola rührt von dieser Karamelart her. Der in Coca-Cola light verwendete Farbstoff kommt ausschließlich wegen seiner farbgebenden Wirkung zum Einsatz.

Der Farbstoff lässt sich mit Hilfe von Aktivkohle aus der Cola entfernen. Aktivkohle besitzt eine große innere Oberfläche (je cm³ (0,25 g) zwischen 75 - 500 m²;), an die organischer Stoffe adsorbiert (= angelagert) werden können. Außer dem Farbstoff werden durch die Filtration auch noch viele Aromastoffe von der Aktivkohle zurückgehalten (**Versuch 2.1.2**).

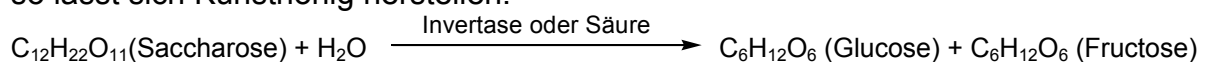
Die weiteren Inhaltsstoffe der Cola setzen sich wie folgt zusammen:

Wasser, Zucker (11%), Kohlensäure, Farbstoff E 150, Säuerungsmittel E 338, Phosphorsäure, Koffein (65-250 mg/L), natürliche Aromastoffe aus Ingwer, Orangenblüten, Johannisbrot, Limettenschalen und Extrakte der Cola-Nuss. Das in der Cola-Nuss enthaltene Kokain wird heute durch chemische Behandlung entfernt. Die genauen Inhaltstoffe variieren von Sorte zu Sorte. Bei Coca-Cola soll es sogar so sein, dass nur drei Menschen auf der Welt die exakte Zusammensetzung kennen.

1.2 Zucker: Von Stuntmen und Gummibärchen

Zucker sind unsere alltäglichen Begleiter. Der Chemiker versteht darunter eine ganze Stoffklasse und zählt zu den Zuckern neben dem Haushaltszucker (Saccharose), Traubenzucker, Stärke, Zellulose etc. .

Invertzucker, eine Mischung aus Glucose und Fructose, ist der Hauptbestandteil von Honig. Dieses Gemisch entsteht in der Natur durch die Spaltung der Saccharose mit dem Enzym Invertase. Die Zerlegung in Glucose und Fructose kann man aber auch durch die Behandlung der Saccharose mit einer Säure (Milchsäure) bewerkstelligen: so lässt sich Kunsthonig herstellen.



Die Spaltung lässt sich mit Hilfe der Fehling-Reaktion, die mit Glucose und Fructose, nicht aber der Saccharose funktioniert, nachvollziehen (**Versuch 2.2.1**).

In Action-Filmen geht häufig viel Glas zu Bruch. Die Schauspieler oder Stuntmen wollen sich in solchen Szenen selbstverständlich vor Verletzungen schützen und

benutzen daher statt echtem Glas „Zuckerglas“ als Ersatz. Da die Härte von Zuckerglas viel geringer ist, sind auch deren Splitter um ein Vielfaches ungefährlicher als die der echten Gläser. Die Herstellung von Zuckerglas bedarf lediglich des Zuckers als Ausgangsstoff (**Versuch 2.2.2**), während „normales“ Glas aus Silikat, Soda, Borsäure und anderen Bestandteilen produziert wird.

Aufgrund der niedrigen Schmelztemperatur von Zucker, der guten Verformbarkeit seiner zähflüssigen Schmelze und seiner unbedenklichen Verwendung als Lebensmittel wird er für kunstvolle Objekte in der Konditorei verwendet. So werden Verzierungen wie farbige Blumen oder geblasene Kugeln aus Zuckerglas hergestellt.

Der „Jahrhundertsommer 2003“ beschert den Winzern hierzulande wahrscheinlich einen guten Weinjahrgang, da die Trauben einen Most mit hohem „Oechsle-Grad“ liefern werden. Darunter versteht man den Zuckergehalt, der mit Hilfe einer



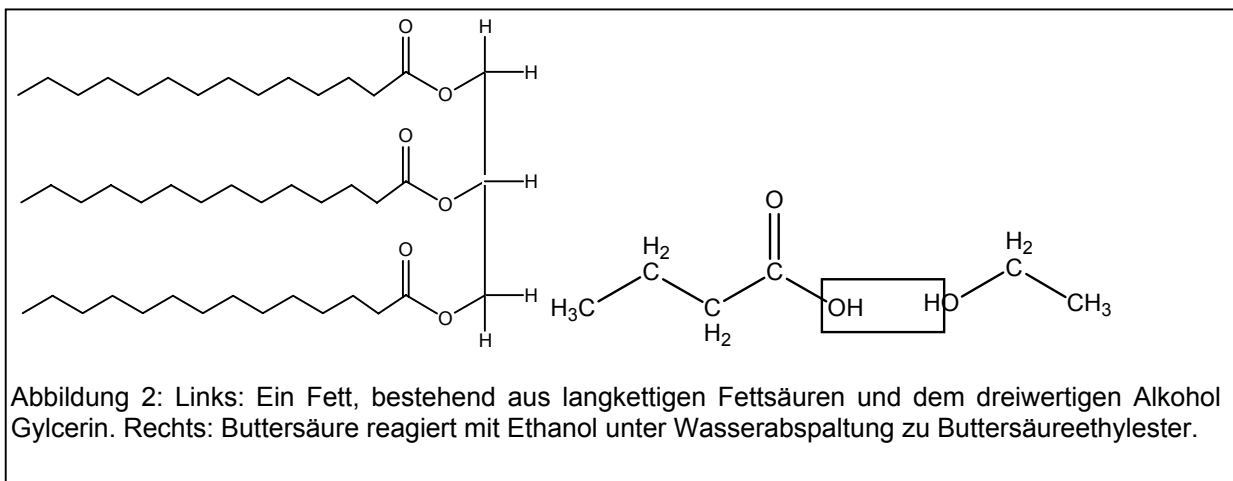
Abbildung 1: Der Zuckergehalt von Säften kann mit der „Oechsle-Waage“ gemessen werden.

Senkwaage, der „Oechsle-Waage“ gemessen wird. Durch den gelösten Zucker erhält die Waage mehr Auftrieb als in reinem Wasser. Ein Grad Oechsle entspricht ungefähr 2,5 g Zucker pro Liter Most. Im Praktikum wenden wir die Oechsle-Waage zur Messung des Zuckergehaltes von Säften an (**Versuch 2.2.3, Abbildung 1**).

Zucker sind wichtige Energielieferanten für tierische Organismen. Wie jeder weiß, enthalten Süßigkeiten große Mengen Zucker und sind potentielle Dickmacher. Wie groß der Energiegehalt von Süßigkeiten ist, kann beispielhaft mit der Verbrennung eines Gummibärchens gezeigt werden (**Versuch 2.2.4**).

1.3 Butter, Buttersäure und Parfüm

Fette sind Stoffe, die aus Fettsäuren (langkettige Carbonsäuren) und Glycerin (ein dreiwertiger (= drei OH-Gruppen) Alkohol) aufgebaut sind. Verbindungen aus Carbonsäuren mit Alkoholen nennt man Ester.



Mit Laugen, z.B. Natronlauge kann man sie „verseifen“ – ein sehr altes Verfahren, das schon die Seifensieder beim Verkochen tierischer Fette benutzten (**Versuch 2.3.1**). Butter enthält als Besonderheit eine kurzkettige Säure, die Buttersäure. Sie zeichnet sich durch einen üblen, ranzigen Geruch aus. Erstaunlicherweise kann aus dieser Säure durch die Veresterung mit einem Alkohol (Ethanol) einen äußerst wohlriechenden Stoff herstellen (**Versuch 2.3.2**). Viele Ester werden aufgrund ihres guten Geruchs als Duftstoffe eingesetzt.

1.4 Chromatographie- eine revolutionäre Technik

Das Wort „Chromatographie“ heißt etwa „mit Farbe schreiben“ (chroma = Farbe, graphein = schreiben). In der Chemie fasst man unter diesem Begriff eine Reihe von Techniken zur analytischen und präparativen Trennung von Stoffen zusammen.

Bei der Dünnschicht-Chromatographie benutzt man eine feste Phase auf einem Trägermaterial (Alufolie, Plastikfolie oder Glasplatte), an der die zu untersuchenden Stoffe getrennt werden. Die feste Phase kann zum Beispiel Cellulose, Aluminiumoxid oder Kieselgel sein. Sie ist sehr fein auf dem Trägermaterial verteilt. Auf die DC-Folie trägt man mit Hilfe einer Kapillare die Proben punktförmig entlang einer Startlinie auf und lässt sie eintrocknen.

Dann stellt man sie in einen Chromatographie-Tank, der gerade soviel von der mobilen (flüssigen) Phase enthält, dass die Startlinie knapp oberhalb des Flüssigkeitsspiegels ist. Durch Kapillarkräfte beginnt die mobile Phase über die feste Phase zu wandern und zieht dabei die Proben mit sich. Die Trennung kommt dadurch zustande, dass sich die Substanzen verschieden gut in der mobilen Phase lösen bzw. verschieden gut an die feste Phase angelagert werden (Adsorption). Es stellt sich also entlang der Laufstrecke immer wieder ein neues Gleichgewicht Lösung/Adsorption ein, bis die Adsorptionskräfte für eine bestimmte Komponente der Probensubstanz so groß werden, dass die Substanz nicht mehr in der mobilen Phase weiterwandern kann. Dadurch bildet sich ein Fleck dieser Komponente auf einer bestimmten Höhe.

Auf diese Art kann man Farbstoffgemische auftrennen und zeigen, dass eine scheinbar einfarbige Lösung aus vielen Komponenten besteht (**Versuche 2.4.1 und 2.4.2, Abbildung 3**). Besonders eindrucksvoll gelingt das bei der Auftrennung der Farbstoffe von Paprikapulver. Paprika enthält mindestens 10 verschiedene Carotinoide, die die Frucht rot färben. Unter diesen sind einige gelb, einige intensiv rot und einige orange (**Versuch 2.4.3**).

Die Entwicklung der Chromatographie war für die Naturstoff- und Biochemie von ungeheurer Bedeutung, da man Stoffgemische nunmehr sehr leicht trennen konnte. Erwin Chargaff beispielsweise hat mit Hilfe chromatographischer Techniken einen wesentlichen Beitrag zur Strukturaufklärung der DNA (Erbsubstanz) geleistet.

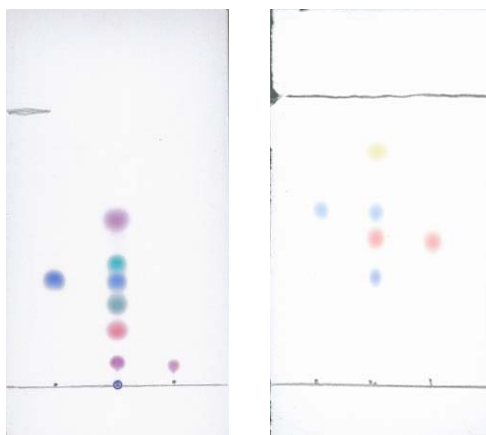


Abbildung 3: Links:
Auftrennung eines
Anthrachinon-
Farbstoffgemisches
(siehe Versuch 2.4.2).
Rechts: Auftrennung
fettlöslicher Farbstoffe.

2. Die Experimente- von Nadine Kleiner



2.1 Experimente mit Cola-Getränken

2.1.1 Cola als Rostschutzmittel

Geräte:

Reagenzglas, rostiger Nagel, Pinzette

Chemikalien:

Cola (die Marke spielt keine Rolle)

Durchführung:

Ein rostiger Nagel wird in ein mit Cola gefülltes Reagenzglas gestellt.

Beobachtung:

Es bilden sich sofort kleine Blasen die von der rostigen Oberfläche aufsteigen. Der Nagel muss ungefähr eine Stunde im Cola-Bad stehen bleiben bis der Rost abgelöst ist. Die braune Farbe der Lösung vertieft sich dabei und geht leicht ins Rote über.

2.1.2 Entfärbung von Cola

Geräte: Becherglas (100 mL), Löffel, Trichter, Filterpapier, Reagenzglas

Chemikalien: Cola, Aktivkohle (reiner Kohlenstoff)

Durchführung:

In ein Becherglas gibt man 50 mL Cola und soviel Aktivkohle bis eine dicke, schwarze Lösung entsteht. Je nach Adsorptionskraft der Aktivkohle wartet man ca. 10 - 20 Minuten und rührt gelegentlich um. Anschließend wird die an Rohöl erinnernde Suspension über ein Filterpapier filtriert und das farblose Filtrat in einem Becherglas (100 mL) aufgefangen.

Beobachtung:

Aus der braunen Cola ist eine farblose Flüssigkeit geworden, die kaum noch riecht. Wenn mit sauberer Aktivkohle sowie saubereren Gerätschaften gearbeitet wurde, kann man von ihr probieren. Viele der Geschmacksstoffe sind entfernt worden, so dass nur noch ein fahler Zuckergeschmack wahrgenommen werden kann.

2.2 Experimente mit Zucker

2.2.1 Herstellen von Kunsthonig

Geräte:

Becherglas (200 mL), Rührstab aus Glas, Dreifuß, Bunsenbrenner, Pasteurpipette, 3 Reagenzgläser

Chemikalien:

Rohrzucker, Wasser, Milchsäure

Durchführung:

Teil I: 50 g Zucker werden mit 100 mL Wasser und einigen Tropfen Milchsäure versetzt und etwa auf ein Drittel des Volumens eingedampft. Währenddessen wird immer wieder mit dem Glasstab umgerührt. Dann lässt man die Masse abkühlen.

Teil II: Fülle etwas Honig in ein Reagenzglas. Als Vergleichsprobe löse einen Spatel Zucker in destilliertem Wasser in einem Reagenzglas. Nun wird aus Fehling I-Lösung und Fehling II-Lösung Fehling Reagenz hergestellt, indem man beides in ein drittes Reagenzglas gibt.

Gib dann jeweils eine kleine Menge der Fehling-Reagenz zum Honig und zu der Vergleichsprobe.

2.2.2 Herstellung von Zuckerglas

Geräte:

Becherglas (250 mL), Dreifuß, Bunsenbrenner, Glasstab

Chemikalien:

100 mL destilliertes Wasser, 3 g Haushaltszucker

Durchführung:

Stelle eine ca. 30%ige wässrige Lösung von Haushaltszucker in destilliertem Wasser her. Dampfe diese Lösung über der Brennerflamme ein, bis sie stark sirupös wird. Immer wieder umrühren. Überhitzung vermeiden, da sonst Karamellisierung eintritt. Lasse die Schmelze abkühlen.

Hinweis:

Wenn die eingedampfte Zuckerschmelze nach dem Abkühlen weiß wird, hat man nicht stark genug erhitzt. Sie ist kristallisiert und nicht glasartig geworden. Man muss dann noch mehr "an die Grenzen" bis zur Karamellisierung gehen.

2.2.3 Bestimmung des Zuckergehaltes mit der Oechsle- Waage

Geräte:

Oechsle-Waage, Messzylinder (100 mL)

Chemikalien:

Cola, Apfelsaft, Traubensaft, entfärbte Cola, destilliertes Wasser

Durchführung:

Nimm einen Messzylinder und gib vorsichtig die Oechsle-Waage hinein. Nun fülle mit destilliertem Wasser auf und ließ den Wert auf der Skala ab. Wiederhole den Vorgang mit Cola, Apfelsaft, Traubensaft und dem entfärbter Cola.

Der ermittelte Wert wird mit folgender Gleichung umgerechnet, um den Zuckergehalt zu bestimmen.

$$\text{Zuckergehalt [\%]} = \frac{\text{° Oechsle}}{4}$$

Ergebnis:

a) dest. Wasser °Oechsle; Zuckergehalt [\%]= _____ =

b) Cola: °Oechsle; Zuckergehalt [\%]= _____ =

c) Entfärbtes Cola °Oechsle; Zuckergehalt [\%]= _____ =

d) Apfelsaft: °Oechsle; Zuckergehalt [\%]= _____ =

e) Traubensaft: °Oechsle; Zuckergehalt [\%]= _____ =

Welches Getränk hat den höchsten Zuckergehalt?

2.2.4 Energie im Zucker: Gummibärchen im flammenden Inferno

Geräte:

Großes Reagenzglas, Stativ mit Klemme, Schüssel mit Löschsand, Bunsenbrenner, Schutzbrille und Schutzhandschuhe

Chemikalien:

15 g Kaliumchlorat, Gummibärchen

Sicherheitshinweise:

Achtung: Die Reaktion muss in einem Abzug erfolgen! In der Nähe des Versuchs dürfen sich keine brennbaren Stoffe befinden, und die Unterlage muss feuerfest sein. Kaliumchlorat ist ein sehr starkes Oxidationsmittel; die meisten organischen Stoffe werden unter Feuererscheinung oder explosionsartig zersetzt. **Vorsicht:** Häufig ist die Reaktion so heftig, dass ein Teil des Kaliumchlorats mit dem entstehenden Kohlendioxid und Wasser hinausgeschleudert wird. Daher sollte das Reagenzglas leicht schräg eingespannt und nicht auf die Beobachter gerichtet werden!

Durchführung:

15 g Kaliumchlorat werden mit einem Bunsenbrenner in einem großen Reagenzglas vorsichtig(!) geschmolzen. Anschließend lässt man ein Gummibärchen in die Kaliumchloratschmelze fallen.

Beobachtung:

Die Reaktion beginnt sofort. Das Gummibärchen verbrennt unter intensivem Aufglühen, tanzt auf der Salzschmelze und erzeugt ein merkliches Geräusch (Brummen, Rauschen!)

2.3 Fette und Ester

2.3.1 Verseifung von Butter

Geräte:

Bunsenbrenner, Reagenzgläser

Chemikalien:

5 g Butter, einige Plätzchen KOH (ätzend), dest. Wasser

Durchführung:

Man gibt die Butter und zwei KOH Plätzchen in das Reagenzglas. Anschließend wird das Gemisch über dem Bunsenbrenner einige Minuten erhitzt. Nach dem Abkühlen wird ein Teil des Reaktionsgemisches abgetrennt und für einen folgenden Versuch aufgehoben. Zum zweiten Teil des Reaktionsgemisches wird etwas Wasser gegeben. Schüttele leicht.

Was ist nach der Wasserzugabe zu beobachten?

Auswertung:

Die Schaumbildung wird durch die entstandenen Seifen bewirkt. Fette bestehen aus Glycerid und Fettsäure. Man kann die Fette mit NaOH/KOH in ihre Bestandteile trennen.

Entsorgung:

Entsorgung mit viel Wasser im Abguss

2.3.2 Herstellung von Buttersäureethylester

Geräte:

2 Reagensgläser, 2 Pipetten

Chemikalien:

Reaktionsgemisch aus dem Versuch „Verseifung von Butter“, Glaswolle, konz. Schwefelsäure (ätzend!), Ethanol

Durchführung:

Zu dem Reaktionsgemisch gibt man im Überschuss Ethanol. Anschließend wird mit konz. Schwefelsäure angesäuert. Mit einer Pipette werden einige Tropfen aus dem Reaktionsgemisch vorsichtig auf Glaswolle, die sich in einem Reagenzglas befindet, aufgebracht.

Nimm das Reagenzglas und fächle vorsichtig. Was riechst Du?

2.4 Chromatographie

2.4.1 Fettlösliche Farbstoffe

Geräte: Trennkammer, DC-Folie (Polygram), Glaskapillare, Pipette (10 mL)

Chemikalien:

Farbstoffgemisch (Buttergelb, Sudanblau II, Sudanrot G, Indophenol), Laufmittel:

Toluol (10 mL)

Sicherheitshinweise:

Toluol: leichtentzündlich, gesundheitsschädlich

Durchführung:

Auf der DC-Platte wird 1,5 cm vom unteren Rand eine Startlinie gezogen. Mit Hilfe einer Glaskapillare trägt man das Farbstoffgemisch auf der Startpunkt 2 auf, die Vergleichsstoffe Sudanblau II und Sudanrot G auf Startpunkt 1 und 3. Ein kleiner Punkt genügt. Nach Auftragen der Farbstoffe lässt man diese an der Luft trocknen und füllt in der Zwischenzeit 10 mL Toluol in die Trennkammer. Die Trennkammer wird verschlossen und etwas geschüttelt. Anschließend wird die DC-Folie in die Trennkammer gestellt und die Trennkammer verschlossen. Nach etwa 7 -10 Minuten ist die Trennung erreicht. Die Folie wird aus der Trennkammer entnommen, die Laufmittelfront markiert, und dann lässt man das Laufmittel im Abzug abdampfen.

Ordne die Punkte auf der DC-Platte den Farbstoffen zu!

Entsorgung: Toluol: Behälter für halogenfreie Lösungsmittel

2.4.2 Trennung eines Gemisches aus Textilfarbstoffen

Geräte:

Trennkammer, Glaskapillare, DC-Folie (Polygram SIL), Pipetten (10 mL, 5 mL)

Chemikalien:

Farbstoffgemisch (Blau 1, Blau 3, Violett 1, Violett 2, Grün, Rot, Grünblau) Laufmittel

Toluol (8 mL), Cyclohexan (4 mL)

Sicherheitshinweise:

Cyclohexan, Toluol: leichtentzündlich, gesundheitsschädlich

Durchführung:

Auf der DC-Folie wird etwa 1,5 cm vom unteren Rand eine Startlinie gezogen. In der Mitte wird das Gemisch mit einer Kapillare aufgebracht (Startpunkt 2). Als Vergleichssubstanzen werden Violett 2 und Blau 1 auf Startpunkt 1 und 3 aufgetragen. Man lässt eintrocknen. Inzwischen wird das Laufmittel in die Trennkammer gefüllt. Dann stellt man die Folie hinein. Nach einer Steighöhe von etwa 7 cm entnimmt man das Chromatogramm und lässt es im Abzug trocknen.

Ordne die Punkte auf der DC-Platte den Farbstoffen zu!

Entsorgung: Toluol/Cyclohexan: Behälter für halogenfreie Lösungsmittel

2.4.3 Farbstoffe im Paprikapulver

Geräte:

2 Reagenzgläser, Pipette (5 mL, 10 mL), Spatel, Trichter, Filterpapier, Trennkammer, Kieselgel-DC Folie, Pinsel

Chemikalien:

3 mL Aceton

1 mL 2-Propanol (Isopropanol)

10 mL Petroleumbenzin (100 - 140°C)

Paprikapulver

Sicherheitshinweise:

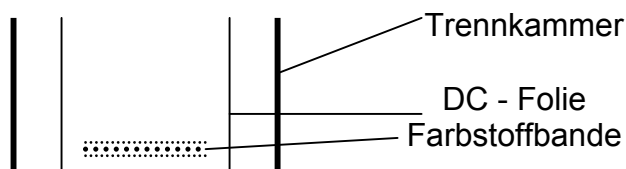
Aceton: reizend, leichtentzündlich

2-Propanol: leichtentzündlich, gesundheitsschädlich

Petroleumbenzin: leichtentzündlich, gesundheitsschädlich, wassergefährdend

Durchführung:

Gib mit einem Spatel etwa 1 cm hoch Paprikapulver in ein Reagenzglas. Miss 3 mL Aceton ab und gib es zu dem Paprikapulver. Das Gemisch 5 Minuten stehen lassen und zwischendurch kräftig durchschütteln. Anschließend wird die Suspension in ein sauberes Reagenzglas filtriert. Die klare, rote Flüssigkeit wird für die folgende Chromatographie verwendet. Nun werden 9 mL Petrolbenzin und 1 mL 2-Propanol in die Trennkammer gegeben. Verschließe die Trennkammer und schüttle sie kräftig durch, um eine Dampfsättigung zu erreichen. Trage mit einem Bleistift die Startlinie (etwa 1,5 cm vom unteren Rand der Folie entfernt) auf. Anschließend wird mit einem Pinsel die Farbstofflösung bandenförmig aufgetragen. Warte einige Minuten bis die DC-Folie mit der Farbstofflösung getrocknet ist und stelle sie dann in die Trennkammer.



Nach etwa 14 Minuten ist die Trennung beendet. Nimm die Folie heraus und lasse das Chromatogramm trocknen

Entsorgung: (Propanol und Petrolbenzin) im Behälter für halogenfreie Lösungsmittel. Entsorgung des Filters im Müll, vorher Abdampfen des Acetons.