



Chemie – die stimmt! Praktikum 2022, TU Darmstadt, im Merck-TU Darmstadt-Juniorlabor

Bitte die folgenden Hinweise vor dem Praktikum gründlich lesen!

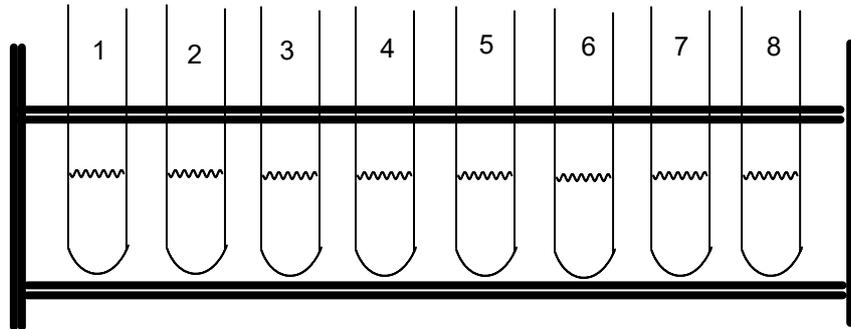
- Bitte bearbeiten Sie die gestellten Aufgaben in Vierergruppen. Die dafür notwendigen Chemikalien, Materialien und Geräte stehen an den jeweiligen Laborplätzen zur Verfügung.
- Die Bearbeitungszeit für die praktischen Aufgaben beträgt 3 Stunden. Die Ergebnisse sind auf den Lösungsbögen einzutragen.
- Die Resultate und Überlegungen sollen darüber hinaus in Form eines Plakates zusammengefasst werden; dabei sollen insbesondere die gestellten Fragen beantwortet werden.
- Die Inhalte werden anschließend vor einer Jury im Rahmen eines ca. zehnminütigen Kurzvortrages präsentiert.
- Für die Ermittlung der Platzierungen werden neben den Ergebnissen auch die praktische Arbeit, das Poster sowie der abschließende Vortrag bewertet.
- Bei der Durchführung der Aufgaben sind die entsprechenden Sicherheitsvorschriften zu beachten sowie ggf. nötige Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.
- **Unbekannte Lösungen sind so zu handhaben, als ob sie maximales Gefährdungspotential besitzen.**
- Bei allen auftretenden Unklarheiten und Fragen bitte sofort die entsprechenden Betreuer ansprechen!



Aufgabe 1) Identifizierung von Lösungen

Gegeben sind acht nicht gekennzeichnete farblose Lösungen, die Vorratsgefäße sind lediglich mit den Nummern 1 – 8 beschriftet. Es ist bekannt, dass es sich dabei um verdünnte Lösungen folgender Stoffe handelt:

NaCl, BaCl₂, Na₂CO₃, Na₂SO₄, Phenolphthalein, HCl, H₂SO₄, NaOH,



- Identifizieren Sie die Lösungen mittels gegenseitiger Reaktionen.
- Ihnen stehen zur Lösung dieser Aufgabe keine weiteren Chemikalien zur Verfügung.
- Zusätzlich zu den Vorratsgefäßen der Lösungen mit Tropfpipetten stehen Ihnen 8 leere Reagenzgläser, destilliertes Wasser sowie ein großes Becherglas (zum Sammeln der Rückstände und zum Reinigen der Reagenzgläser) zur Verfügung.
- Formulieren Sie die zugehörigen Reaktionsgleichungen und erläutern Sie kurz die theoretischen Grundlagen der zugrunde liegenden Reaktionen.



Lösungsbogen Aufgabe 1)

Lösung 1:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:

Lösung 2:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:

Lösung 3:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:

Lösung 4:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:



Lösung 5:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:

Lösung 6:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:

Lösung 7:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:

Lösung 8:

Reaktionsgleichung und theoretische Grundlagen:



Aufgabe 2) Bestimmung der molaren Masse eines Schmerzmittels mittels Säure/Base-Titration

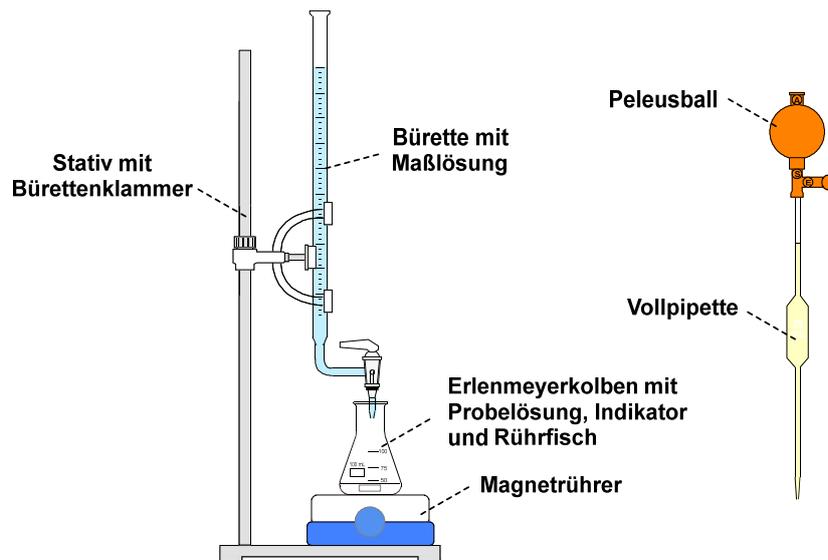
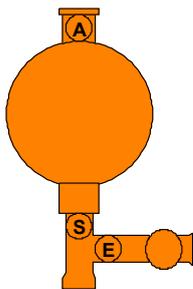
In einem 200 ml-Messkolben mit Ethanol-Wasser-Gemisch (1:1) sind zwei Schmerztabletten mit je 400 mg (= 800 mg) Wirkstoff gelöst. Die Lösung ist etwas trüb, da die Tabletten neben dem Wirkstoff auch unlösliche Hilfsstoffe enthalten, die aber das weitere Vorgehen nicht stören. Chemisch gesehen ist der Wirkstoff eine Carbonsäure, eine einprotonige schwache Säure. Der Gehalt einer Lösung des Schmerzmittels lässt sich mittels Säure/Base-Titration bestimmen. Über die Masse der eingewogenen Substanz lässt sich auch die molare Masse berechnen.

Identifizieren Sie den Wirkstoff, indem Sie die molare Masse bestimmen und mit den Werten aus der folgenden Tabelle vergleichen:

Wirkstoff	Molare Masse in g/mol
Paracetamol	151,16
Acetylsalicylsäure	180,16
Ibuprofen	206,28
Naproxen	230,26
Diclofenac	296,15

Geräte: 200 ml-Messkolben, 100 ml-Erlenmeyerkolben, 50 ml-Vollpipette, Peleusball, Magnetrührer mit Rührmagnet (Rührfisch), Bürette mit Halter und Trichter, 1 kleines Becherglas

Chemikalien: Probelösung (Schmerzmittellösung in Ethanol-Wasser-Gemisch 1:1), Phenolphthalein-Lösung, Maßlösung (Natronlauge $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$)

**Aufbau:****Peleusball:**

Ventil A (von Auslass) oben: Luft aus dem Ball auspressen (um mit dem Ball später ansaugen zu können)

Ventil S (von Saugen) unten: Flüssigkeit in Pipette ansaugen

Ventil E (von Entleeren) seitlich: Pipetteninhalt kontrolliert abgeben

Durchführung:

1. In einen 100 ml-Erlenmeyerkolben mit weitem Hals werden mit einer Vollpipette genau 50 ml Probelösung eingefüllt. Es werden einige Tropfen Phenolphthalein zugegeben. Der Erlenmeyerkolben wird auf den Rührer gestellt und ein Rührstäbchen zugegeben. Man stellt den Rührer auf mittlere Geschwindigkeit ein.
2. Die Bürette wird mit Natronlauge 0,1 mol/l (Maßlösung) gefüllt. Dafür füllt man die Bürette über den Nullstrich mit Natronlauge und lässt die überschüssige Flüssigkeit in ein leeres Becherglas ab. Anschließend wird die Probelösung unter die Bürette gestellt. Aus der Bürette lässt man nun so lange Natronlauge tropfen, bis die Lösung eine bleibende (schwache) Rosafärbung aufweist (Tipp: Legen Sie ein weißes Blatt Papier unter das Becherglas!). Notieren Sie den NaOH-Verbrauch in der Tabelle.
3. Die Titration wird noch zwei weitere Male durchgeführt
4. Die Lösungen können in den Ausguss entsorgt werden.



Lösungsbogen Aufgabe 2

Titration Nr.	Verbrauch [ml]
1.	
2.	
3.	
Mittelwert:	

Auswertung:

Aus dem Mittelwert des Natronlauge-Verbrauchs kann nun die molare Masse des Wirkstoffs berechnet werden. Beachten Sie dabei Folgendes:

Wie viele Mol OH⁻-Ionen wurden zu einer Probe durchschnittlich zugegeben?

Wie viele Mol Schmerzmittel-Moleküle enthält also eine Probe durchschnittlich?

Welche Masse des Schmerzmittels enthält eine Probe (50 ml)?



Berechnen Sie die molare Masse des enthaltenen Schmerzmittels.

Vergleichen Sie den erhaltenen Wert mit den Werten aus der Tabelle und geben Sie an, um welches Schmerzmittel es sich handelt.

Erläutern Sie kurz das Prinzip einer Titration. Geben Sie auch die der durchgeführten Titration zugrundeliegende Reaktionsgleichung an (Kürzen Sie den Wirkstoff als R-COOH ab).



Lösung

Aufgabe 1)

Aus dem Kreuzungsschema geht hervor, dass die Reaktionen dieser Lösungen eine eindeutige Zuordnung erlauben:

	HCl	H ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	BaCl ₂	NaOH	Phen.
HCl	-	-	-	-	g	-	-	-
H ₂ SO ₄	-	-	-	-	g	w	-	-
NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	w	-	-
Na ₂ CO ₃	g	g	-	-	-	w	-	r
BaCl ₂	-	w	-	w	w	-	-(t)	-
NaOH	-	-	-	-	-	-(t)	-	r
Phen.	-	-	-	-	r	-	r	-

HCl: 1 x Gasentwicklung

H₂SO₄: 1 x Gasentwicklung, 1 x weiße Fällung

NaCl: keine Effekte

Na₂SO₄: 1 x weiße Fällung

Na₂CO₃: 2 x Gasentwicklung, 1 x weiße Fällung, 1 x Rosafärbung

BaCl₂: 3 x weiße Fällung (und ggf. eine Trübung)

NaOH: 1 x Rosafärbung (und ggf. eine Trübung)

Phenolphthalein: 2 x Rosafärbung

Aufgabe 2)

Bei dem Schmerzmittel handelt es sich um Ibuprofen.

Bitte die folgenden Hinweise vor dem Praktikum gründlich lesen!

- Bitte bearbeiten Sie die gestellten Aufgaben in Vierergruppen. Die dafür notwendigen Chemikalien, Materialien und Geräte stehen an den jeweiligen Laborplätzen zur Verfügung.
- Die Bearbeitungszeit für die praktischen Aufgaben beträgt 3 Stunden. Die Ergebnisse sind auf den Lösungsbögen einzutragen.
- Die Resultate und Überlegungen sollen darüber hinaus in Form eines Plakates zusammengefasst werden; dabei sollen insbesondere die gestellten Fragen beantwortet werden.
- Die Inhalte werden anschließend vor einer Jury im Rahmen eines ca. zehnminütigen Kurzvortrages präsentiert.
- Für die Ermittlung der Platzierungen werden neben den Ergebnissen auch die praktische Arbeit, das Poster sowie der abschließende Vortrag bewertet.
- Bei der Durchführung der Aufgaben sind die entsprechenden Sicherheitsvorschriften zu beachten sowie ggf. nötige Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.
- Bei allen auftretenden Unklarheiten und Fragen bitte sofort die entsprechenden Betreuer ansprechen!

Stoff	GHS-Symbol	H- und P-Sätze
2-Methylpropan-2-ol (<i>tert</i> -Butanol)		H225, H332, H319, H335 P210, P305+P351+P338, P403+P233
1,4-Dimethoxybenzol	-	-
konz. Schwefelsäure		H290, H314 P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310
Essigsäure (Eisessig)		H226, H290, H314 P210, P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310
Ethanol		H225, H314 P210, P240, P305+P351 +P338, P403+P233
Aceton		H225, H319, H336 P210, P240, P305+P351+P338, P403+P233
Petrolether		H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411 P210, P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338, P308+P310

				
Schutzbrille	Schutzhandschuhe	Belüftung	Abzug	Brandschutz

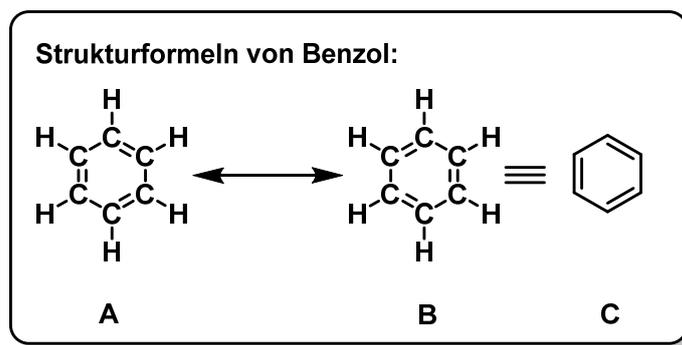
Synthese von 1,4-Di-*t*-butyl-2,5-dimethoxybenzol

Prinzip:

Es wird eine Friedel-Crafts-Alkylierung (elektrophile Substitution am Aromaten) mit 1,4-Dimethoxybenzol und 2-Methylpropan-2-ol (*tert*-Butanol) durchgeführt. Konzentrierte Schwefelsäure in äquimolarer Menge dient zur Herstellung des Elektrophils. Das Produkt wird durch Umkristallisieren gereinigt und die Reinheit durch Dünnschichtchromatographie (DC) überprüft.

Infotext Aromaten

Die folgende Verbindung (A) heißt Benzol und gehört zur Stoffklasse der Aromaten. Aromaten sind Kohlenwasserstoffe, die besonders stabil sind, was auf die speziellen Bindungsverhältnisse in diesen Verbindungen zurückzuführen ist.

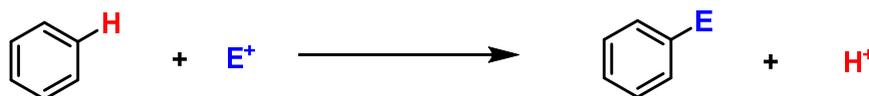


Benzol hat das für Aromaten typische ringförmige konjugierte Doppelbindungssystem, d.h. im Ring wechseln sich C-C-Einfach- und Doppelbindungen ab. Normalerweise kann man C-C-Einfach- und Doppelbindungen an der Bindungslänge unterscheiden: Doppelbindungen sind kürzer. Im Benzol ist das jedoch anders – alle C-C-Bindungen sind gleich lang. Das liegt daran, dass die Doppelbindungselektronen delokalisiert sind, was bedeutet, dass sie nicht mehr einer einzelnen Bindung zuzuordnen sind, sondern sich frei über den Ring bewegen können. Struktur A und B sind also gleichwertig. Zugunsten der Übersichtlichkeit schreibt man Benzol üblicherweise, ohne die C-Atome auszuschreiben und lässt die H-Atome inklusive Bindungen komplett weg (Struktur C).

Die besondere Stabilität von Aromaten zeigt sich unter anderem darin, dass die Doppelbindungen in einem aromatischen System nicht so leicht von elektrophilen (elektronenarmen) Reagenzien angegriffen werden wie isolierte Doppelbindungen. Eine typische Reaktion dagegen ist die elektrophile aromatische Substitution.

Eine Substitution ist allgemein der Austausch einer Gruppe durch eine andere. Bei der elektrophilen Substitution wird ein H^+ am aromatischen Ring durch ein Elektrophil ausgetauscht. Das Elektrophil ist ein elektronenarmes Teilchen – entweder ist es positiv geladen oder besitzt eine positive Partialladung. Das allgemeine Reaktionsschema sieht so aus:

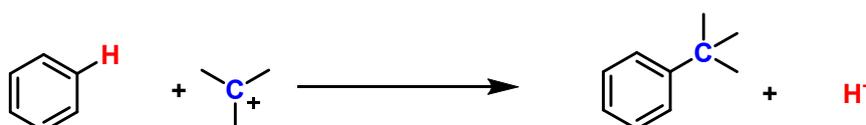
Elektrophile aromatische Substitution:



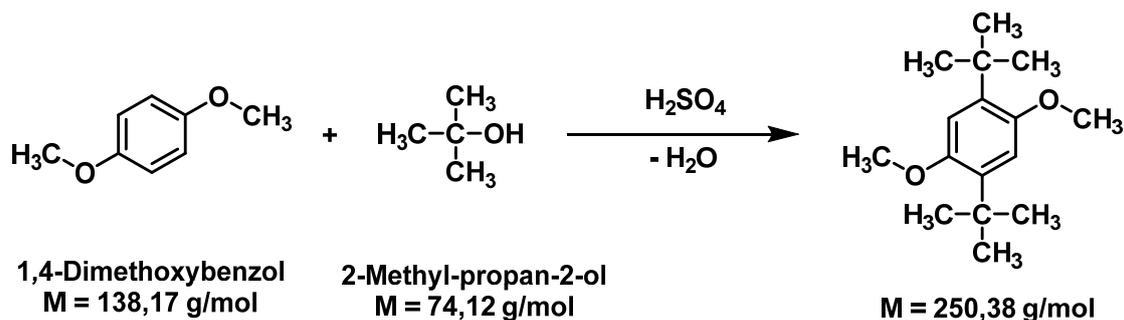
E^+ = Elektrophil

Wenn das Elektrophil ein Carbokation ist, nennt man die Reaktion Friedel-Crafts-Alkylierung.

Friedel-Crafts-Alkylierung:



Reaktionsgleichung:

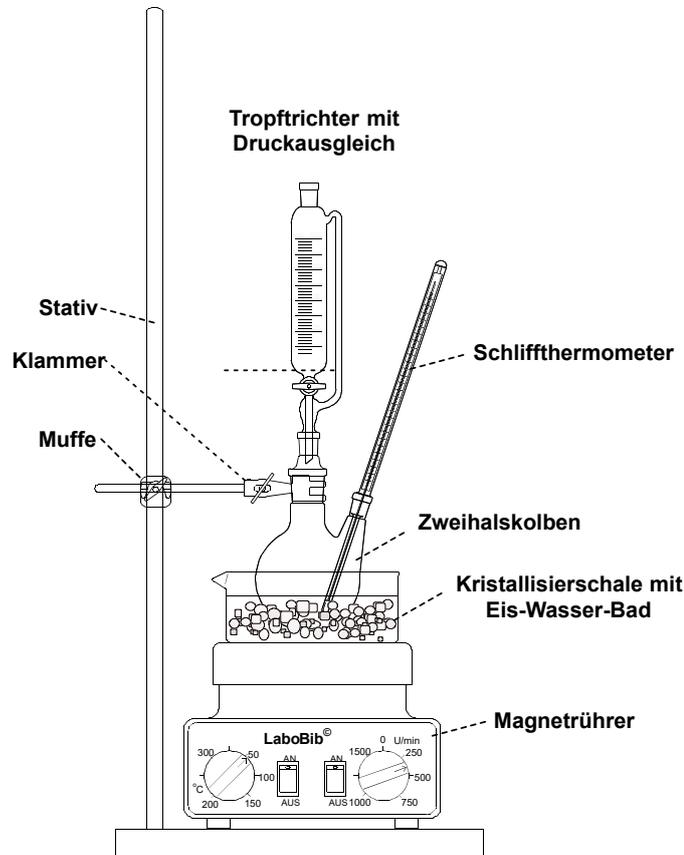


Geräte	
Zweihalsrundkolben 100 ml	Rückflusskühler mit 2 Schlaucholiven, 2 Schläuchen und 3 Schlauchschellen
Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)	Plastikpasteurpipetten
Tropftrichter + Reduzierstück	3 Kapillaren zu Auftragen der DC-Proben
Magnetrührer	Dünnschichtplatte UV 254
Messzylinder 50 ml, 10 ml	2 Schnappdeckelgläser klein für DC
Eis-Wasser-Bad (Kristallisierschale)	Becherglas (400 ml, weite Form)
Schliffthermometer	DC-Kammer, Filterpapier für DC
Stativmaterial	Fön
Waage; zentral bereit gestellt	UV-Lampe
Vakuumfiltrationsapparatur mit Büchner-Trichter	Filterpapier für DC
Rundkolben 100 ml	Uhrglas

Chemikalien	
2-Methylpropan-2-ol (<i>tert</i> -Butanol, 3,90 g im Rundkolben), $M = 74,12 \text{ g/mol}$	konz. Schwefelsäure
1,4-Dimethoxybenzol (3,00 g im Schnappdeckelglas), $M = 138,16 \text{ g/mol}$	Aceton
Eisessig (konz. Essigsäure)	Petrolether als Laufmittel; zentraler Standort
Ethanol	

Arbeitsvorschrift:

- In einem 100 ml-Zweihalskolben befinden sich 3,90 g 2-Methylpropan-2-ol.
- Fügen Sie die 3,00 g 1,4-Dimethoxybenzol und 10 ml Eisessig (konz. Essigsäure) sowie ein Rührstäbchen hinzu.
- Verschließen Sie den schmalen Hals des Zweihalskolbens mit dem Schliffthermometer.
- Setzen Sie einen 50 ml-Tropftrichter mit Druckausgleich auf den Zweihalskolben und befüllen Sie ihn mit 15 ml gekühlter konzentrierter Schwefelsäure.
- Hängen Sie den Kolben dann in ein Eis-Wasser-Bad (Kristallisierschale) und kühlen Sie den Inhalt unter Rühren auf ca. 5 °C (Kontrolle mit dem Thermometer).
- So sieht der fertige Aufbau aus:



- Wenn im Zweihalskolben 5 °C erreicht sind, beginnen Sie mit der Zugabe der kalten Schwefelsäure aus dem Tropftrichter. Dazu wird in kleinen Portionen jeweils so viel von der Säure zugegeben, dass die Temperatur nicht über 20 °C ansteigt. Die Mischung wird möglichst heftig gerührt. Die gesamte Schwefelsäure-Zugabe sollte etwa 10 Minuten dauern.
- Im Verlauf der Zugabe beginnt festes Produkt auszufallen. Sollte ein Rühren mit dem Magnetrührer nicht mehr möglich sein, wird nach jeder Zugabe von Säure der Kolben vorsichtig geschwenkt. Ggf. kann auch mit einem Glasstab gerührt werden.
- Ist die Zugabe der Schwefelsäure beendet, wird das Eisbad entfernt und der Inhalt des Kolbens bei Raumtemperatur noch 15 Minuten gerührt.

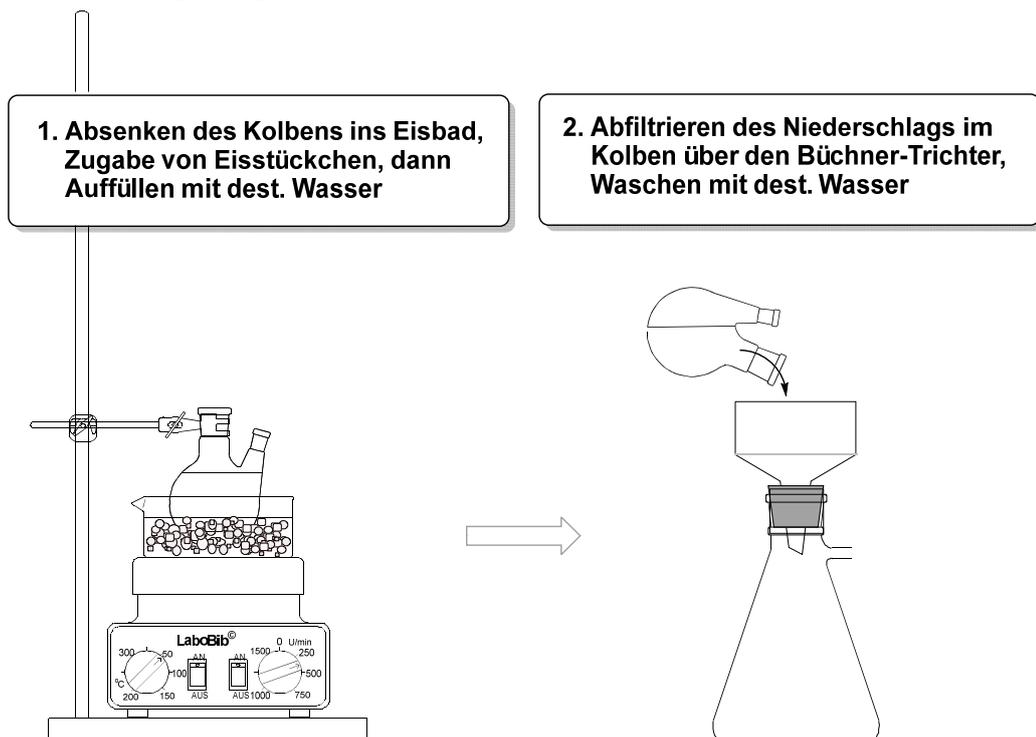
Aufarbeitung

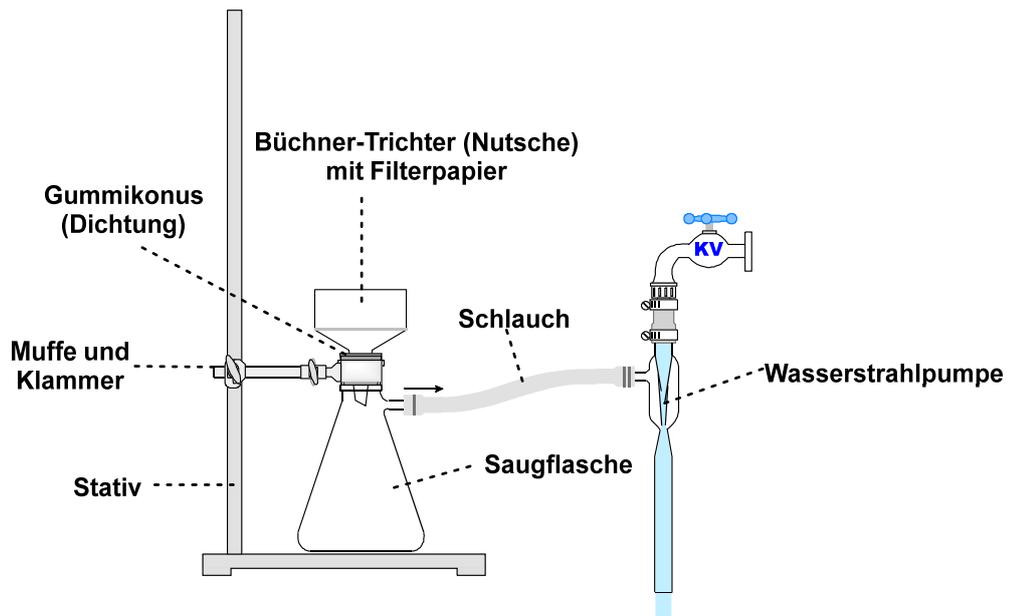
Infotext Aufarbeitung

Bei der **Aufarbeitung** werden überschüssige Reagenzien zum Abreagieren gebracht („gequench“) und das Produkt grob von Reagenzienresten, Nebenprodukten und Lösungsmitteln getrennt. Das Produkt nach der Aufarbeitung schon eine ausreichende Reinheit, in der Regel jedoch schließt sich ein Reinigungsverfahren (Umkristallisation, Destillation, Chromatographie etc.) an.

Durchführung:

- Zur Aufarbeitung wird der Kolben wieder ins Eis-Wasser-Bad gehängt.
- Man gibt vorerst einige kleine Eisstückchen zum Reaktionsgemisch, rührt um und füllt dann mit Wasser auf, bis der Kolben fast voll ist.
- Das ausgefallene Produkt wird durch den Büchner-Trichter abgesaugt, zweimal mit kaltem Wasser gewaschen (= mit kleinen Mengen Wasser übergossen) und einige Minuten trocken gesaugt.





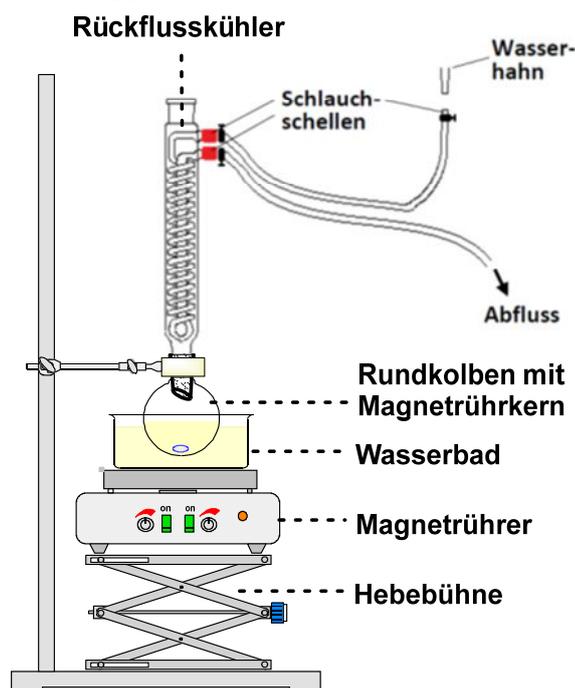
Umkristallisieren

Infotext Umkristallisieren

Umkristallisieren ist ein Reinigungsverfahren für feste Stoffe, bei dem der verunreinigte Stoff in der Hitze in so wenig Lösungsmittel wie möglich gelöst wird. Beim anschließenden langsamen Abkühlen kristallisiert der Stoff in reinerer Form wieder aus, während die Verunreinigungen in Lösung bleiben.

Durchführung:

- Das Rohprodukt (= Produkt vor der Reinigung) wird aus Ethanol umkristallisiert. Dazu wird das Rohprodukt in ca. 20-25 ml Ethanol in der Hitze in Lösung gebracht. Das geschieht in folgender Apparatur mit Rückflusskühler:



- Das Rohprodukt (= Produkt vor der Reinigung) wird in einen sauberen 100 ml-Rundkolben überführt und ein Rührstäbchen hinzugefügt.
- Man gibt zunächst eine kleinere Menge Ethanol, ca. 15 ml, hinzu und setzt den Rückflusskühler auf. Anschließend beginnt man unter Rühren zu erhitzen. Schließlich folgt das tropfenweise Hinzufügen von weiterem Ethanol über den Kühler (durch das Loch oben), bis das zum Lösen des Produktes benötigte Lösungsmittelvolumen erreicht wurde.
- Man lässt die heiße Lösung langsam abkühlen, stellt sie noch 5 Minuten ins Eis-Wasser-Bad und saugt durch den Büchner-Trichter (siehe oben) ab.
- Das Produkt auf dem Filterpapier wird einmal mit wenig Ethanol gewaschen (= mit etwas Ethanol übergossen und abgesaugt).
- Anschließend wird abgesaugt, bis das Produkt möglichst trocken ist.
- Schließlich wird das Produkt auf ein tariertes Uhrglas gebracht (Gewicht aufschreiben!) und der Laboraufsicht zum Trocknen übergeben (Trockenzeit: 30 Minuten bei 70 °C). Sie erhalten das Produkt nach dem Trocknen zurück.
- Anmerkung: Die DC-Kontrolle können Sie jetzt oder schon vor dem Trocknen durchführen.
- **Entsorgung:** Alle Flüssigkeiten werden in den Lösungsmittelabfall entsorgt. Alle Feststoffe, Filterpapiere etc. kommen in den Feststoffabfall.

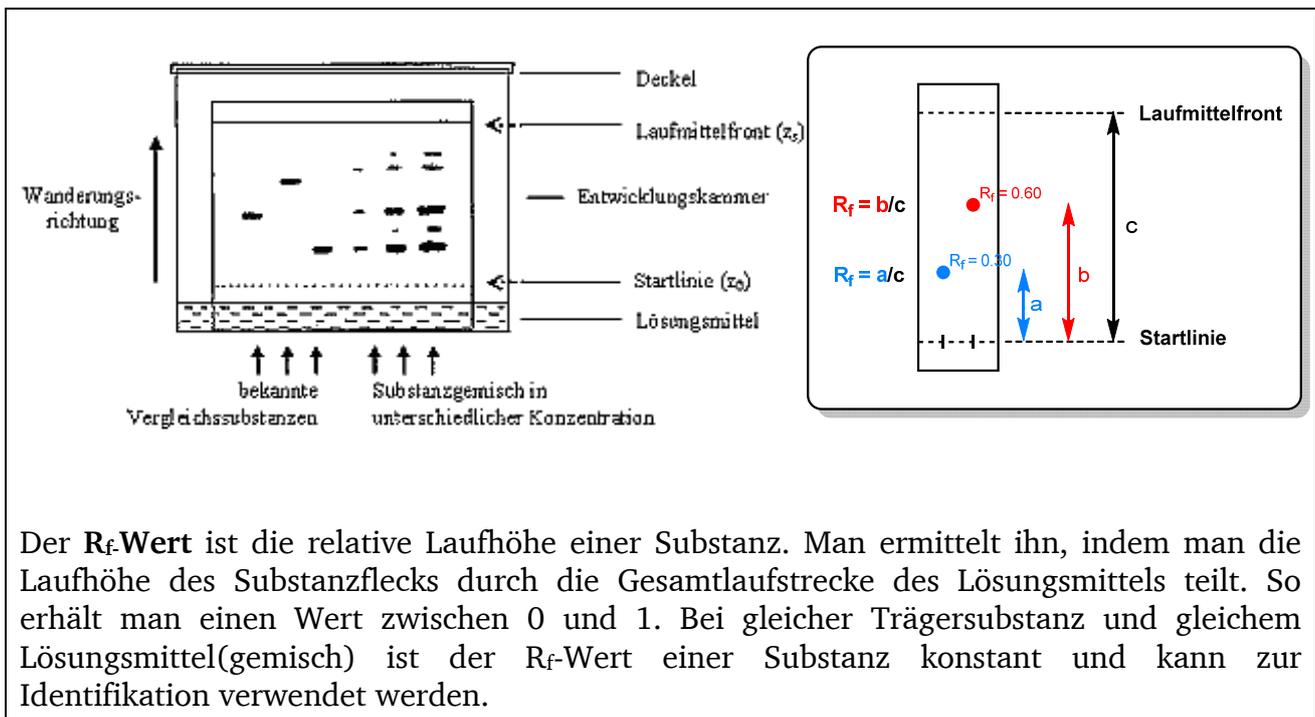
Charakterisierung

- Bestimmen Sie jetzt die Ausbeute.
- Führen Sie eine Dünnschichtchromatographie durch.

Dünnschichtchromatographie (DC)

Infotext Dünnschichtchromatographie

Die Dünnschichtchromatographie ist eine Stofftrennungsmethode, die häufig zu analytischen Zwecken eingesetzt wird. In einem Lösungsmittel gelöste Substanzproben werden punktförmig auf eine mit einer Trägersubstanz (Kieselgel oder Aluminiumoxid, stationäre Phase) beschichteten Platte (Aluminium oder Glas) aufgetragen. Man stellt die DC-Platte in eine Entwicklungskammer mit einem geeigneten Lösungsmittel (mobile Phase). Das Lösungsmittel wandert die DC-Platte hinauf und nimmt die aufgetragenen Substanzen mit. Polare Substanzen haften stärker an der stationären Phase als unpolare, sodass eine Auftrennung von Stoffgemischen nach der Polarität erfolgt. Die Qualität der Auftrennung kann durch die Wahl des Lösungsmittels bzw. Lösungsmittelgemisches bzw. der stationären Phase beeinflusst werden. Die Visualisierung (das Sichtbarmachen) der Substanzflecken (Spots) kann bei UV-aktiven Substanzen durch UV-Licht erfolgen. Für nicht UV-aktive Substanzen kann auf eine Vielzahl von Färbereagenzien zurückgegriffen werden.



Durchführung:

- Geben Sie eine kleine Menge des Produkts (Mikrospatelspitze) in das leere Schnappdeckelglas 2. Das Schnappdeckelglas 1 enthält eine kleine Menge des 1,4-Dimethoxybenzols.
- Lösen Sie beide Proben in 3 - 5 Tropfen Aceton und tragen Sie die Lösungen mit Glaskapillaren auf die Dünnschichtplatte auf.
- Warten Sie, bis das Aceton verdampft ist.
- Hinweise:
 - Die Startlinie sollte mindestens 5 mm oberhalb des Füllstandes des Laufmittels liegen.
 - Die Dampfphase der Entwicklungskammer sollte mit Laufmitteldampf gesättigt sein, die Kammer sollte also bereits einige Minuten vor der Entwicklung der DC-Platte mit Laufmittel befüllt sein. Zu diesem Zweck kann man zusätzlich ein Filterpapier in die Kammer stellen,
 - Die Proben sollten sowohl in ausreichend Abstand zueinander als auch zum Rand der Dünnschichtplatte aufgetragen werden.
 - Statt des Auftrags eines großen Fleckes Probelösung sollte auf dieselbe Stelle mehrmals ein winziger Punkt der Probelösung aufgetragen werden.
 - Die Unterkante des Probenflecks darf nicht in den Laufmittel-Vorrat hineinragen!
 - Die Laufmittelfront darf die Oberkante der DC-Platte nicht erreichen.
- Entwickeln Sie die DC-Platten mit Petrolether als Laufmittel. Befüllen Sie dazu die DC-Kammer mit Petrolether (Füllhöhe ca. 0,5 cm)
- Wenn die Laufmittelfront ca. 0,5 cm unter dem Ende der DC-Platte angekommen ist, entnimmt man die Platte mit einer Pinzette und markiert mit einem Bleistiftstrich, bis wohin die Laufmittelfront gewandert ist

- Halten Sie die DC-Platte unter die UV-Lampe und umkreisen Sie die Substanz-Spots mit dem Bleistift.
- Bestimmen Sie die R_f -Werte vom 1,4-Dimethoxybenzol und vom Produkt.

Protokoll:

- *Geben Sie das fertige Produkt der Laboraufsicht ab*
- *Berechnen Sie die theoretische Ausbeute (Antwortblatt)*
- *Berechnen Sie Ihre Ausbeute in g und % der Theorie (Antwortblatt)*
- *Geben Sie die DC-Platte mit **Ihrer Gruppennummer** der Laboraufsicht*
- *Geben Sie die R_f -Werte (= relative Laufstrecke) von Ausgangsstoff und Produkt an (Antwortblatt).*

Antwortblatt Klasse 10

- Aussehen des Präparates:

- Theoretische Ausbeuteberechnung:

- Eigene Ausbeute in g und in % der Theorie:

- Zeichnen Sie das Dünnschichtchromatogramm (DC) ab (und geben das Original zusätzlich bei der Laboraufsicht ab):

- Geben Sie folgende Werte an:
 - R_f -Wert des Ausgangsstoffes:
 - R_f -Wert des Produktes:

Lösungen

Aufgabe 11, 23 bp \cong 12 rp; f = 0,52174

<ul style="list-style-type: none">• Aussehen des Präparates: farblose Kristalle.....2 bp anderes Aussehen.....0-1 bp
<ul style="list-style-type: none">• Theoretische Ausbeute: 1 bp 1 mol Dimethoxybenzen (138 g) ergibt 1 mol Produkt (250 g), daher ergeben 1,50 g Ausgangsstoff 2,71 g Produkt
<ul style="list-style-type: none">• Eigene Ausbeute in g und in % der Theorie an: kein Produkt: 0 bp• $\geq 2,30$ g: 10 bp, zwischen 0 und 2,3 g: $bp = 10 - \frac{10}{2,3}(2,3 - m)$ +Berechnung % 1 bp
<ul style="list-style-type: none">• Für Startlinie, Frontlinie, Markierung von 2 Flecken: 4 bp Pro fehlender Einzeichnung -1 bp• R_f-Wert des Ausgangsstoffes: 0,09 1 bp R_f-Wert des Produktes: 0,34-0,36 1 bp•