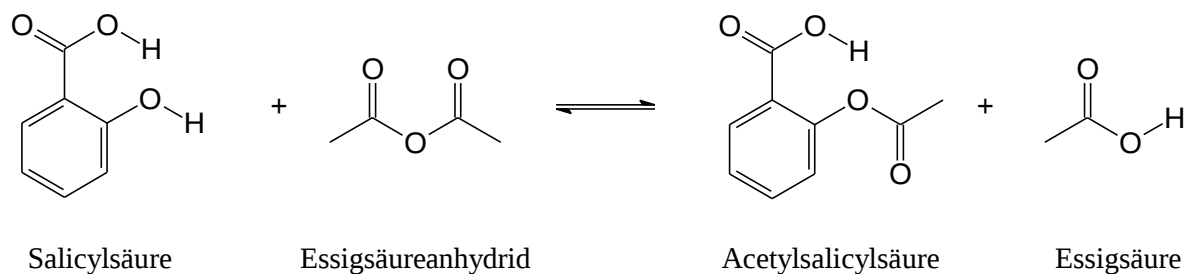
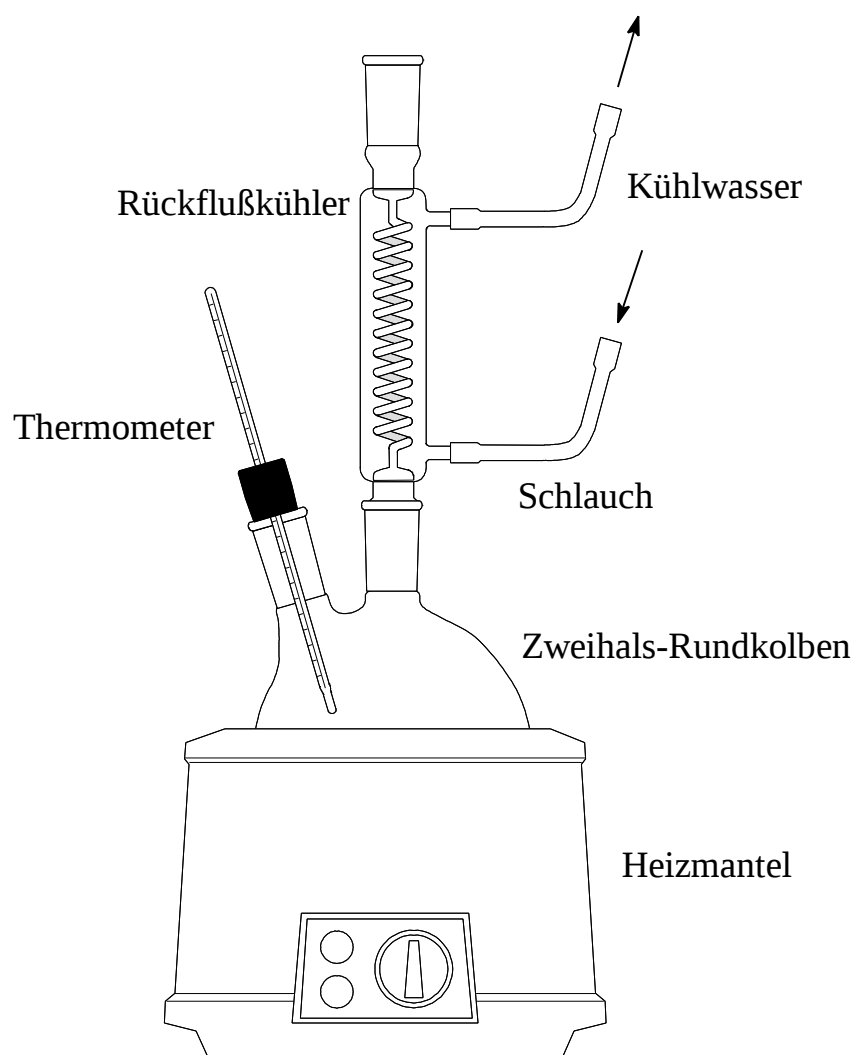


Synthese von Acetylsalicylsäure

1. Reaktionsgleichung



2. Synthese-Apparatur



3. Arbeitsvorschrift

- 1) In ein Becherglas 100 ml werden 46 g Salicylsäure eingewogen. Den Inhalt des Becherglases gibt man in den Zweihals-Rundkolben 250 ml der Synthese-Apparatur, den man vorgängig ausgebaut und auf einen Korkring gestellt hat.
- 2) In ein zweites Becherglas 100 ml werden 41 g Essigsäureanhydrid eingewogen. Dies geschieht mit Hilfe einer Stabpipette 10 ml. Bitte vorsichtig einwiegen! Ausnahmsweise muß man hier „freihändig hinuntertropfen lassen“. Der Inhalt des Becherglases wird dann ebenfalls in den Rundkolben gegeben.
- 3) Durch Umschwenken des Kolbens wird das Gemisch besser durchmischt.
- 4) Aus einer Pasteurpipette gibt man nun langsam und unter leichtem Schwenken des Kolbens 5 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure zu (Vorsicht! Handschuhe tragen!). Unter Umständen setzt die Reaktion sofort ein (Aufschäumen). Daher muß der Kolben **sofort** wieder in die Apparatur eingesetzt werden.
- 5) Das Kühlwasser des Rückflußkühlers wird aufgedreht.
- 6) Man heizt, bis die Temperatur 100 °C beträgt. Auf dieser Temperatur wird das Gemisch während 1½ bis 2 Stunden belassen.
Das Gemisch darf nie aus den Augen gelassen werden! Jemand der Gruppe muß also immer bei der Apparatur stehen und sie beobachten. Insbesondere darf die Temperatur nicht über 105 °C und nicht unter 95 °C gehen. Die Heizung ist daher periodisch nachzuregulieren. Bis eine Änderung der Heizeinstellung wirksam wird, kann es ohne weiteres ein paar Minuten gehen. Daher: Frühzeitig reagieren!
- 7) Nach Ablauf der Reaktionszeit wird die Heizung außer Betrieb gesetzt. Der Kolben wird aus der Aparatur ausgebaut, sobald im Rückflußkühler nichts mehr kondensiert. Vorsicht, er ist heiß!
- 8) Über die Öffnung, in der das Thermometer steckte, wird das Reaktionsgemisch in ein Becherglas 250 ml gegossen, das 100 ml Eiswasser enthält. Dabei fällt die gewünschte Acetylsalicylsäure als Rohprodukt aus.
- 9) Der Inhalt des Becherglases wird nun durch eine Nutsche abfiltriert. Enthält auch die Mutterlauge noch einen weißlichen Niederschlag, so wird er noch einmal durch die Nutsche gesaugt. Man zieht ca. 2 Minuten lang Luft durch die Nutsche, bis keine Flüssigkeit mehr in die Saugflasche tropft.
- 10) Der Rückstand wird vorsichtig auf ein trockenes, großes Filterpapier ausgekratzt und zu einer möglichst dünnen Schicht ausgebreitet. Mit einem zweiten Filterpapier preßt man die Schicht zusammen, um sie vorzutrocknen.
- 11) Schließlich transferiert man die weißen, noch etwas feuchten Kristalle in eine Kristallisierschale und verteilt sie dort möglichst locker und gleichmäßig über die ganze Bodenfläche.
- 12) Die Kristallisierschale wird mit den Namen der Gruppenmitglieder beschriftet und in den Trockenschrank gestellt. Dort verbleibt sie über Nacht bei 80 °C.

Untersuchung von Aspirin-Tabletten

1. Durchschnittliche Masse

- 1) Von fünf Aspirin-Tabletten wird hintereinander die Masse auf zwei Nachkommastellen bestimmt:

<i>Tablette Nr.</i>	<i>Masse in g</i>
1	
2	
3	
4	
5	

- 2) Berechnen Sie die folgenden Werte:

- a) Mittelwert: g
- b) Standardabweichung des Einzelwerts: g
- c) Standardabweichung des Mittelwerts: g
- d) Mittelwert mit 95%-Fehlerschranke: g

- 3) Interpretation des Ergebnisses: Ist die Masse der Tabletten einigermaßen konstant?

.....

.....

.....

.....

- 4) Vergleichen Sie den erhaltenen Mittelwert mit der Angabe des Gehalts an Acetylsalicylsäure der Tablette auf der Packung. Was kann gefolgert werden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Löslichkeits-Verhalten

- 1) In einer Reibschale werden zwei Tabletten Aspirin mit dem Pistill zerstoßen, bis ein feines Pulver vorliegt.
- 2) Je eine Spatelspitze dieses Pulvers wird in vier Reagenzgläser gegeben, die vorgängig mit *Wasser*, *Ethanol*, *1,4-Dioxan* und *Petroleum* beschriftet worden sind.
- 3) Zu jedem Reagenzglas werden mit der bereit liegenden, beschrifteten Vollpipette 5 ml des jeweiligen Lösemittels zugegeben. Man setzt den Stopfen auf und schüttelt kräftig um (Stopfen mit dem Daumen festhalten!).
- 4) Das Löseverhalten wird in der Tabelle unter Punkt 6 festgehalten (Löslichkeit kalt).
- 5) Löst sich das Pulver im kalten Lösemittel nicht, so wird das entsprechende Glas in das aufstehende Wasserbad mit einer Temperatur von 80 °C gestellt. Nach fünf Minuten Wartezeit wird noch einmal kräftig umgeschüttelt (Vorsicht! Der Stopfen kann im warmen Glas leicht abgesprengt werden!).
- 6) Das Löseverhalten wird in der folgenden Tabelle festgehalten (Löslichkeit warm). War bereits beim kalten Lösemittel eine Löslichkeit vorhanden, so kann das entsprechende Feld beim warmen Lösemittel ebenfalls angekreuzt werden.

<i>Lösemittel</i>	<i>Dipol-Charakter</i>	<i>Löslichkeit kalt</i>	<i>Löslichkeit warm</i>
Wasser			
Ethanol			
1,4-Dioxan			
Petroleum			

- 7) Interpretieren Sie diese Tabelle: Welchen Charakter müssen die Inhaltsstoffe einer Aspirin-Tablette nach diesem Löslichkeitsverhalten aufweisen?
Denken Sie dabei an den Merkspruch „Gleiches löst sich in Gleichem“.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

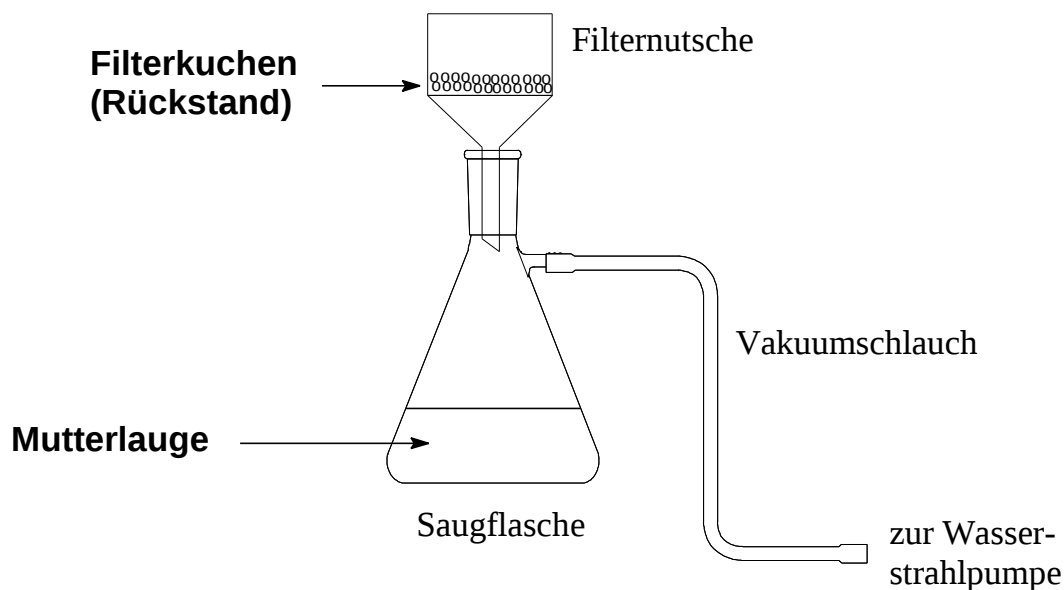
.....

.....

Reinigung und Reinheitsprüfung

1. Umkristallisation des Rohprodukts

- 1) Das Rohprodukt der Acetylsalicylsäure-Synthese wird von der Kristallisierschale in einen Erlenmeyer 250 ml transferiert. Dort wird es mit Hilfe eines Meßzylinder mit 50 ml des aufstehenden Gemisches aus Wasser und 1,4-Dioxan (Volumenverhältnis 1:1) versetzt.
- 2) Der Erlenmeyer wird auf die Heizplatte gestellt und mit einem Magnetrührstab bestückt. Der Rührer und die Heizung werden in Betrieb genommen.
- 3) Man erhitzt so lange, bis das Gemisch zu Sieden beginnt. 1,4-Dioxan siedet bei 101.3 °C.
- 4) Nun setzt man so lange aus einer Stabpipette 10 ml weiteres Lösemittel-Gemisch zu, bis eine heiß gesättigte Lösung entsteht. Zu diesem Zweck gibt man jeweils 1 ml zu und wartet, bis das Gemisch wieder siedet. Sobald keine Trübung mehr feststellbar ist, ist der gewünschte Zustand erreicht.
- 5) Die heiße Lösung wird nun für etwa fünf Minuten in ein Eisbad gestellt, wo man sie ständig etwas hin und her bewegt.
- 6) Schließlich werden die Kristalle über eine Nutsche von der Mutterlauge abfiltriert. Man entfernt den Rührstab aus dem Filterkuchen und reinigt ihn. Zum Vortrocknen läßt man noch etwa zwei Minuten lang Luft durch die Nutsche saugen. Die Mutterlauge wird in den Behälter für organische Abfälle gegossen.



- 7) Vom nur noch leicht feuchten Rückstand werden 0.5 g in ein Becherglas 50 ml eingewogen, das mit *1. Kristallisation* angeschrieben wird.
- 8) Der Rest des Rückstands wird aus der Filternutsche in den Erlenmeyer 250 ml gekratzt, der unterdessen gereinigt und getrocknet wurde.
- 9) Die Schritte 1 bis 8 werden nun noch zweimal sinngemäß wiederholt. Dabei muß die anfängliche Menge an Lösemittel jedesmal etwas geringer gewählt werden, da jetzt auch weniger Festkörper in Lösung zu bringen ist. Am Schluß hat man also zwei weitere beschriftete Bechergläser 50 ml mit je 0.5 g Probe sowie einen Erlenmeyer 250 ml, in dem sich die Hauptmenge des umkristallisierten Rohprodukts befindet.
- 10) Der Erlenmeyer wird mit den Namen der Gruppenmitglieder beschriftet und in den 80 °C warmen Trockenschrank gestellt, wo er über Nacht bleibt.

2. Reinheitstests

- 1) In jedes der drei Bechergläser 50 ml werden mit Hilfe eines Meßzylinders 50 ml vom aufstehenden Gemisch aus Ethanol und Wasser (Volumenverhältnis 1:1) 30 ml gegeben. Mit jeweils einem sauberen Glasstab rührt man um, bis klare Lösungen entstanden sind.
- 2) Es stehen zwei Lösungen bereit, welche die gleiche Menge reine Salicylsäure bzw. reine Acetylsalicylsäure im selben Lösemittel-Gemisch enthalten wie die drei selbst hergestellten Lösungen. Davon füllt man sich je etwa 30 ml in zwei weitere beschriftete Bechergläser 50 ml ab.
- 3) Von allen fünf Lösungen wird nun mit dem pH-Meter der pH-Wert gemessen. Das Ergebnis wird in der Tabelle unter Schritt 6 notiert:
- 4) Fünf Reagenzgläser werden wie die fünf Bechergläser beschriftet. Dann füllt man sie je etwa 3 bis 5 Zentimeter hoch mit den entsprechenden Lösungen aus den Bechergläsern. Wichtig ist, daß alle fünf Flüssigkeitsspiegel **genau gleich hoch** sind.
- 5) In jedes Reagenzglas tropft man nun mit Hilfe einer Pasteurpipette 5 Tropfen der aufstehenden Lösung von Eisen(III)-chlorid in Wasser. Man schüttelt die Gläser behutsam um, bis sie eine homogene Lösung enthalten.
- 6) Nun vergleicht man die Farbintensität der Lösungen (sehr stark, stark, schwach usw. bis farblos). Das Ergebnis wird in der folgenden Tabelle festgehalten.

<i>Probe-Lösung</i>	<i>pH-Wert</i>	<i>Farbintensität nach FeCl₃-Zugabe</i>
Salicylsäure		
1. Kristallisation		
2. Kristallisation		
3. Kristallisation		
Acetylsalicylsäure		

- 7) Interpretieren Sie die Tabelle unter Schritt 6: Was bedeutet der Verlauf der pH-Werte bzw. der Verlauf der Farbintensitäten für die Reinheit der drei umkristallisierten Proben?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PS: Ein häufig verwendetes Reinheits-Kriterium im chemischen Labor ist der Schmelzpunkt. Für Acetylsalicylsäure beträgt er 135 °C. Aus Zeitgründen messen wir ihn hier nicht.

Chromatographische Untersuchungen

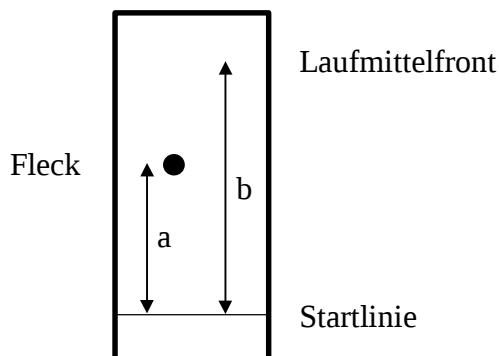
Vorbereitungen

- 1) Gemäß Demonstration wird eine Pasteurpipette zu einer dünnen Kapillare ausgezogen, aus der so viele ca. 5 cm lange Kapillar-Röhrchen herausgebrochen werden, wie es nur möglich ist.
- 2) Vom umkristallisierten Synthese-Produkt, von reiner Acetylsalicylsäure sowie von reiner Salicylsäure wird in je einem separaten, angeschriebenen Reagenzglas eine Spatelspitze in 1 ml Ethanol gelöst. Jedem Glas wird ein Kapillar-Röhrchen zugeordnet (nicht verwechseln!).

② Dünnschichtchromatographie mit einer Aluminiumoxid-Platte

- 1) Mit den bereit liegenden Stabpipetten mißt man 8 ml Cyclohexan, 10 ml Dichlormethan und 2 ml Essigsäure in ein Becherglas 100 ml ab. Mit einem Glasstab rührt man das Flüssigkeits-Gemisch kräftig um, damit es völlig homogen wird.
- 2) Der Inhalt des Becherglases wird nun ca. 2 mm hoch in eine Chromatographier-Wanne gefüllt. Er dient als Laufmittel (mobile Phase).
- 3) Auch das Fließpapier an der Wannenwand muß vollständig mit Laufmittel benetzt werden. Dann setzt man den Deckel der Wanne auf, damit das Laufmittel nicht verdampfen kann.
Das Laufmittel muß den Boden der Chromatographier-Wanne vollständig bedecken. Der Flüssigkeitsspiegel darf aber *keinesfalls* höher als 3 mm liegen. Andernfall muß wieder etwas Laufmittel aus der Wanne abgegossen werden.
- 4) Mit Hilfe eines Maßstabs bringt man auf eine bereits zugeschnittene Aluminiumoxid-Dünnschichtplatte (Hochformat) mit Bleistift ca. 5 mm vom unteren Rand her einen waagrechten Strich an (Startlinie). Dies muß sehr behutsam und ohne Druck geschehen, da die Dünnschicht durch diese Behandlung *auf gar keinen Fall* beschädigt werden darf.
- 5) Mit den Kapillar-Röhrchen trägt man nun von den drei Lösungen, die bei den Vorbereitungen hergestellt wurden, in gleichmäßigem Abstand nebeneinander winzige Tupfer auf die Startlinie auf. Wenn diese getrocknet sind, tupft man von der jeweils gleichen Lösung noch einmal auf dieselbe Stelle. Dies wird noch ein drittes Mal wiederholt.
Auch hier muß wieder äußerst vorsichtig vorgegangen werden. Das Tupfen darf die Schicht *unter keinen Umständen* beschädigen.
- 6) Die Dünnschichtplatte wird mit der Startlinie nach unten behutsam in die Chromatographier-Wanne gestellt. Die aufgetragenen Flecken dürfen *keinesfalls* in das Laufmittel tauchen! Der Deckel wird dann sofort wieder aufgesetzt.
- 7) Nach etwa 30 Minuten ist das Laufmittel rund 1 cm vom oberen Platten-Rand entfernt. Dann nimmt man die Platte vorsichtig heraus und markiert *sofort* mit einem Bleistift die Steighöhe des Laufmittels (Laufmittelfront).
- 8) Man wartet, bis das Laufmittel auf der Platte vollständig verdunstet ist. Allenfalls kann dazu mit einem Haartrockner nachgeholfen werden.
- 9) Die trockene Dünnschichtplatte wird nun in die UV-Kammer gelegt und mit UV-Licht der Wellenlänge 254 nm bestrahlt. Sowohl Salicylsäure als auch Acetylsalicylsäure erscheinen als deutliche Flecken. Diese Flecken werden mit Bleistift eingekreist.
- 10) Schließlich wird die Dünnschichtplatte mit der aufstehenden Eisen(III)-chlorid-Lösung (3 Massen-%) besprüht. Salicylsäure erscheint rotviolett, Acetylsalicylsäure reagiert auf dieses Sprühreagens nicht.

- 11) Berechnen Sie den R_f -Wert von Salicylsäure und Acetylsalicylsäure im vorliegenden Trenn-System.



$$R_f = \frac{a}{b}$$

- 12) Interpretieren Sie das Dünnschicht-Chromatogramm:

a) Ist Ihre Probe ein Reinstoff?

b) Enthält Ihre Probe Acetylsalicylsäure?

c) Enthält Ihre Probe noch Salicylsäure?

d) Sind noch weitere Komponenten in Ihrer Probe?

e) Ist die Synthese erfolgreich verlaufen?

f) Ist die Reinigung des Produkts geglückt?

- 13) Überschüssiges Laufmittel sowie der Inhalt der Chromatographie-Wanne wird in den Behälter für halogenhaltige organische Abfälle entsorgt.

Dünnschichtchromatographie mit einer Kieselgel-Platte

- 1) Das Experiment wird noch einmal durchgeführt. Diesmal wird aber anstelle einer Aluminiumoxid-Dünnschichtplatte eine Platte verwendet, die mit Kieselgel beschichtet ist.
- 2) Als Laufmittel wird ein Gemisch aus 30 ml Ethanol, 10 ml Dichlormethan und 0.3 ml konzentrierter wässriger Ammoniak-Lösung verwendet. Es wird *im Abzug* mit Hilfe der bereit liegenden Stabpipetten in einem Becherglas 100 ml hergestellt. Das Flüssigkeits-Gemisch wird kräftig umgerührt.
- 3) Die Chromatographier-Wanne wird zuerst vollständig gereinigt und getrocknet. Ebenso wird ein neues Fließpapier an die Wand gelegt.
- 4) Dann wird völlig analog verfahren wie bei den Schritten 2) bis 10) in der Vorschrift für die Dünnschichtchromatographie mit der Aluminiumoxid-Platte. Die Laufzeit des Chromatogramms beträgt aber nur noch etwa 15 Minuten.
- 5) Berechnen Sie den R_f -Wert von Salicylsäure und Acetylsalicylsäure im vorliegenden Trenn-System.

.....

- 6) Interpretieren Sie das Dünnschicht-Chromatogramm:

a) Ist Ihre Probe ein Reinstoff?

.....

b) Enthält Ihre Probe Acetylsalicylsäure?

.....

c) Enthält Ihre Probe noch Salicylsäure?

.....

d) Sind noch andere Komponenten in Ihrer Probe?

.....

e) Ist die Synthese erfolgreich verlaufen?

.....

f) Ist die Reinigung des Produkts geglückt?

.....

- 7) Überschüssiges Laufmittel sowie der Inhalt der Chromatographier-Wanne wird in den Behälter für halogenhaltige organische Abfälle entsorgt.

Weitere Untersuchungen mit ASS

Bestimmung der molaren Masse mittels Säure/Base-Titration

- 1) Eine Aspirin-Tablette wird in ein Becherglas 400 ml gegeben. Dort wird die Tablette mit einem Glasstab *vorsichtig (!)* zerstoßen.
- 2) Vom aufstehenden Gemisch aus Ethanol und Wasser (Volumen-Verhältnis 1:1) gibt man etwa 100 ml in das Becherglas. Man rührt mit dem Glasstab um und löst die Tablette vollständig auf. Sollte die Lösemittel-Menge dazu nicht ausreichen, gibt man noch weiteres Flüssigkeits-Gemisch zu. Am Schluß muß eine völlig homogene Lösung vorliegen. Auch das Pulver am Glasstab muß aufgelöst werden.
- 3) Das Becherglas wird auf den Rührer gestellt und ein Rührstäbchen zugegeben. Man stellt den Rührer auf mittlere Geschwindigkeit ein.
- 4) Das pH-Meter muß zuerst geeicht werden. Dann taucht man die Glaselektrode vorsichtig in die Probe ein. *Das Diaphragma der Elektrode muß unterhalb der Flüssigkeits-Oberfläche liegen, das Rührstäbchen darf aber nicht an die Glaselektrode anschlagen!*
- 5) Die Bürette enthält bereits Natronlauge 0.1 mol/l (Titrisol). Der Flüssigkeits-Stand muß abgelesen und in der Tabelle unter Schritt 8) festgehalten werden („Stand vorher“).
- 6) Das pH-Meter wird auf pH-Messung eingestellt. Aus der Bürette läßt man nun so lange Natronlauge tropfen, bis mit **einem** Tropfen der pH-Wert 6.5 erreicht oder erstmals überschritten wird. *Keinesfalls zu schnell tropfen lassen! Das pH-Meter braucht seine Zeit, um den jeweils neuen pH-Wert registrieren zu können!*
- 7) Der neue Flüssigkeits-Stand der Bürette wird in der Tabelle unter Schritt 8) notiert („Stand nachher“). Daraus läßt sich der Verbrauch an Natronlauge 0.1 mol/l errechnen.
- 8) Die Titration wird noch zweimal mit jeweils einer neuen Probe durchgeführt. Alle Glaswaren sowie die Glaselektrode müssen für jede neue Probe gespült und getrocknet werden. Die Bürette ist bei Bedarf vor Beginn einer weiteren Titration mit Natronlauge 0.1 mol/l nachzufüllen.
Die Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle festgehalten:

Titration Nr.	Stand vorher [ml]	Stand nachher [ml]	Verbrauch [ml]
①			
Mittelwert			

9) Aus dem Mittelwert des Natronlauge-Verbrauchs in der Tabelle bei Schritt 8) kann nun die molare Masse der Acetylsalicylsäure berechnet werden. Beachten Sie dabei folgendes:

- 1 ml Natronlauge 0.1 mol/l enthält 0.0001 mol OH^- -Ionen.
- Acetylsalicylsäure ist eine einprotonige potentielle Säure. Das heißt, daß pro Molekül Acetylsalicylsäure genau *ein* OH^- -Ion notwendig ist.
- Jede Aspirin-Tablette enthält genau 0.500 g Acetylsalicylsäure.

Daraus ergibt sich das nachstehende Vorgehen:

- Wieviele mol OH^- -Ionen wurden zu einer Probe durchschnittlich zugegeben?

.....

.....

.....

- Wieviele mol Acetylsalicylsäure-Moleküle enthält also eine Probe durchschnittlich?

.....

.....

.....

- Wenn diese Molzahl 0.500 g Acetylsalicylsäure entspricht, wie groß muß dann die molare Masse der Acetylsalicylsäure sein?

.....

.....

.....

10) Vergleichen Sie den erhaltenen Wert mit dem Literatur-Wert 180.16 g/mol.

.....

.....

.....

② Hydrolyse der Acetylsalicylsäure

- 1) Eine Aspirin-Tablette wird in der Reibschale mit einem Pistill zu einem feinen Pulver verrieben.
- 2) Von diesem Pulver gibt man je eine Spatelspitze in zwei Reagenzgläser. Der Rest wird für Schritt 8) aufbewahrt. In beide Gläser gibt man aus einer Pasteurpipette tropfenweise solange Ethanol zu und schüttelt um, bis sich das Pulver gerade vollständig gelöst hat. Dann gibt man noch etwa 1 cm hoch Wasser zu und homogenisiert.
- 3) Das eine der Reagenzgläser versetzt man aus einer Pasteurpipette mit 5 Tropfen Eisen(III)-chlorid-Lösung (0.1 Massen-%). Man homogenisiert durch Umschütteln.
- 4) Den Inhalt des zweiten Reagenzglases erhitzt man zuerst vorsichtig über dem Bunsenbrenner zum Sieden. Man läßt etwa drei Minuten lang behutsam sieden, ergänzt aber verdampftes Wasser ständig mit frischem Wasser. Fällt weißes Pulver aus, muß auch etwas Ethanol nachgegeben werden. *Vorsicht! Ethanol ist feuergefährlich!*
- 5) Man läßt die Lösung abkühlen (evtl. Glas beim Lavabo unter den Kaltwasser-Strahl halten) und behandelt sie wie unter Schritt 3).
- 6) Die Farben der Lösungen werden in der nachstehenden Tabelle festgehalten:

Lösung	Farbe
<i>Eisen(III)-chlorid</i>	
<i>Probe vor dem Erhitzen</i>	
<i>Probe nach dem Erhitzen</i>	

- 7) Interpretieren Sie das Ergebnis in der Tabelle unter Schritt 6).
.....
.....
.....
- 8) Der Rest des Aspirin-Pulvers aus Schritt 1) wird in ein Becherglas 50 ml geschabt und aus einer Stabpipette mit 5 ml Natronlauge (15 Massen-%) versetzt.
- 9) Unter ständigem Umrühren mit einem Glasstab kocht man das Gemisch während drei Minuten auf der Keramikplatte des Dreibeinstativs über dem Bunsenbrenner. Dabei darf aber nicht bis zur Trockene eingedampft werden. Allenfalls muß Natronlauge nachgegeben werden. *Vorsicht! Natronlauge neigt beim Erhitzen sehr stark zu Spritzern!*

- 10) Man läßt das Gemisch auf dem Labortisch etwas abkühlen und setzt dann so lange Schwefelsäure 1 mol/l zu, bis das Gemisch deutlich sauer ist. Dies kann mit einem Streifen pH-Papier überprüft werden. Was kann beobachtet werden?

.....

.....

.....

- 11) Die Suspension wird filtriert. Der Rückstand wird in ein Reagenzglas gekratzt und in möglichst wenig wäßriger Ethanol-Lösung (50 Volumen-%) aufgelöst. Dann setzt man 5 Tropfen Eisen(III)-chlorid-Lösung (0.1 Massen-%) zu. Was kann beobachtet werden?

.....

.....

.....

- 12) Das Filtrat wird ebenfalls in ein Reagenzglas transferiert und dann über dem Bunsenbrenner erwärmt. Man führt vorsichtig eine Geruchs-Probe an der Reagenzglas-Öffnung durch. Wonach riecht es?

.....

.....

.....