**Schwab MNU 2019**

**Schulchemiezentrum**

**Dipl. Ing (FH) Wolfgang Proske**

**Bahnhofstr. 18, 06895 Zahna-Elster**

**Tel: 034924 / 20648,**

**Fax: 034924 / 20011**

**www. schulchemiezentrum. de,**

**wolfgang\_proske@ web.de**

***MNU Bundeskongress 2019 Hannover***

**Workshop**

**Qualitative und quantitative Analytik von Alltagsprodukten**

**Einleitung**

**Qualitativer Nachweis**

**Quantitative Bestimmung**

**Tüpfelanalyse**

**Titration in Halbmikromaßstab**

**Übersicht qualitative Nachweisreaktionen**

**Übersicht quantitative Bestimmungen**

**Einleitung**

**Bedeutung der Analytischen Chemie im Chemieunterricht**

**• Veranschaulichung chemischer Sachverhalte und**

 **deren praktische Anwendung**

**• Erziehung zum naturwissenschaftlich - kritischen und**

 **kreativen Denken**

**• Erziehung zur Exaktheit und Verantwortungsbewusstsein**

**• Achtung vor der Schöpfung**

**• Mut zur Lücke (nicht alle Probleme sind selbst lösbar)**

**Ziel dieses Workshops:**

**• erste eigene experimentelle Erfahrungen sammeln**

**• Erweiterung des experimentellen Repertoires**

**Kriterien für Schulexperimente:**

**• einwandfreie Funktion**

**• geringer, überschaubarer zeitlicher und materieller Aufwand**

**• keine Gefahrenpotentiale**

**Qualitativer Nachweis**

**Qualitativer Nachweis heißt:**

**ist der Stoff enthalten? ja/nein Aussage**

**Methode: Tüpfelanalyse**

**möglichst immer eine positive und negative Kontrolle mitführen**

**• Analysenergebnis abzusichern**

**• Funktionsprüfung des Reagenz**

**• Nachweis verläuft störungsfrei**

**Quantitative Bestimmung**

**Quantitative Bestimmung heißt:**

**in welcher Konzentration ist der Stoff enthalten?**

**Methode: Maßanalyse, hier im Halbmikromaßstab**

**Tüpfelanalyse**

***Vorteile:***

**• möglich sind Farbreaktionen, Bildung und Auflösung**

 **von Niederschlägen**

**• geringster Chemikalienverbrauch**

**• Minimierung des Gefährdungspotentials**

**• Erziehung zum sparsamen Umgang mit Chemikalien**

**• geringer Zeitbedarf**

**• Laborausstattung und Abzug in der Regel nicht erforderlich**

**• ideal für Schülerübungen, pflegeleicht**

**• Erziehung zum exakten Arbeiten**

**• geringe Anschaffungskosten**

***Nachteile:***

**• Gasentwicklungen teilweise schwer erkennbar**

**• Reaktionen nur bei Raumtemperatur auf der Tüpfelplatte**

 **Möglich Alternative: Erwärmen im Glühröhrchen**

**• Beständigkeitsprobleme bei Plaste und organischen**

 **Lösungsmitteln**

**• Einarbeitung notwendig**

**• zweckmäßig nur für schnell ablaufende Reaktionen**

# *Erforderliche Hilfsmittel*

**Tüpfelplatten:**

**• klassische Glastüpfelplatte nach Feigl**

**• Porzellantüpfelplatte**

**• Tüpfelraster**

**• Zellkulturplatten mit 12 oder 24 Vertiefungen aus Polystyrol**

**Flaschen für flüssige und feste Reagenzien:**

**• für die meisten flüssigen Reagenzien Tropfflaschen für**

 **Augentropfen aus Kunststoff, für lichtempfindliche Reagenzien**

 **Flaschen aus braunem Glas mit Tropfpipette**

**• für feste Stoffe Eppendorf-Gefäße oder 10 ml Pulverflaschen**

 **aus Kunststoff**

**Tropfpipetten:**

**• aus Kunststoff zum Aufbringen von Probelösungen**

 **auf die Tüpfelplatte**

**• Tropfpipetten aus Glas weniger empfehlenswert**

**Stäbe aus Glas oder Kunststoff zum Mischen:**

**• kleine Stäbe aus Glas (5 mm Durchmesser, 5 cm lang) oder**

 **Kunststoff zum Mischen bzw. Auflösen von Feststoffen auf der**

 **Tüpfelplatte**

**Titration in Halbmikromaßstab**

***Titration = Waage***

***A + B = C***

***Indikator („Zünglein an der Waage“) verändert seine Farbe:***

**• wenn die Waage im Gleichgewicht steht**

 **(Umschlagspunkt)**

**• wenn Stoff A verbraucht ist**

**• Stoff A Konzentration ist unbekannt**

**• Stoff B Konzentration bekannt**

**• Stoff B wird aus einem Messgefäß solange zugegeben,**

 **bis sich die Farbe des Indikators ändert,**

 **das Zünglein an der Waage im Gleichgewicht steht**

**• aus der Menge B kann man auf die Menge A schließen**

**Halbmikro-Titration**

***klassische Glasbürette wird durch 1 ml Spritze ersetzt***

***Vorteile:***

**• Einsparung von Zeit und Material, dadurch geringere Kosten**

**• keine undichten Büretten-Hähne als Ursache falschen**

 **Messwerten**

**• keine festgefressenen Büretten-Hähne als Ursachen von**

 **Schnittverletzungen**

**• geringeres Gefahrenpotenzial**

**• sichere Ergebnisse auch nach kurzer Einarbeitung**

**• gute Übereinstimmung mit Ergebnissen aus der Makrotitration**

***Nachteile:***

**• geringere Haltbarkeit, da sich Skalen bei längerer Benutzung**

 **abgreifen, Spritze nur für Einmalanwendung konzipiert**

**• Ablesung schwieriger, vor allem bei stark gefärbten**

 **Maßlösungen wie Iod**

**• luftblasenfreies Aufziehen und Arbeitstechnik muss geübt**

 **werden**

**Luftblasenfreies Aufziehen von Tuberkulin-Spritzen:**

**• Spritze mit Kanüle oder abgeschnittener Pipetten-Spitze**

 **Versehen**

**• Kolben der Spritze auf „ Null“ stellen**

**• Spritze in die Flüssigkeit tauchen, Kolben langsam hochziehen**

**• Spritze umdrehen, Kolben noch ein wenig herausziehen**

**• Spritze mit den Fingern beklopfen, so dass die Luftblasen**

 **sich in der Spitze sammeln**

**• etwas Zellstoff an die Mündung halten, um zu vermeiden**

 **dass Maßlösung verspritzt**

**• Kolben ganz vorsichtig hineindrücken, bis der erste**

 **Flüssigkeitstropfen heraustritt**

**• gegebenenfalls bis zur Marke 1 Lösung nachsaugen**

**Übersicht qualitative Nachweisreaktionen**

**• Untersuchung eines Alaunstiftes**

**• Untersuchung von Brausetabletten (Calcium, Magnesium,**

 **Ascorbinsäure)**

**• Proteinnachweise (modifizierte Biuret-Probe, Indikatorfehler)**

**• Untersuchung von Cola (Phosphorsäure, Zucker)**

**• Untersuchung von Speisesalzen**

**Übersicht quantitative Bestimmungen**

**• Modellexperiment zur Maßanalyse**

**• Natriumhydrogencarbonat in Bullrich-Salz Tabletten**

**• Gehaltsbestimmung von Salmiakgeist**

**• Gehaltsbestimmung von Wasserstoffperoxid**

**• Ascorbinsäure in Brausetabletten**

**• Gehaltsbestimmung von Bittersalz**

**Übersicht qualitative Nachweisreaktionen**

**• Untersuchung eines Alaunstiftes**

 **Nachweis von Kalium-Ionen mit Kalignost**

**Nachweis von Aluminium-Ionen durch Amphoterie**

**Nachweis von Aluminium-Ionen mit Alizarin S**

**Nachweis von Sulfat-Ionen mit Bariumchlorid**

**• Untersuchung von Brausetabletten**

 **(Calcium, Magnesium, Ascorbinsäure)**

**Nachweis von Calcium-Ionen mit Calconcarbonsäure**

**Nachweis von Magnesium-Ionen mit Titangelb**

**Nachweis von Ascorbinsäure durch reduzierende Wirkung**

**• Proteinnachweise in Lebensmitteln**

**modifizierte Biuret-Probe**

**Indikatorfehler**

***Prinzip Eiweißfehler von pH-Indikatoren***

**Bromphenolblau**

pH-Wert < 3,0: gelbe nicht dissoziierte Säure

pH-Wert > 4,6: blaues dissoziiertes Anion

pH 3,1 – 4,5: grüne Mischfarbe

Reagenz enthält Bromphenolblau und Puffer von pH 3,0

pH- Wert 3,0 Albumine protonisiert (NH3+)

H-Indikator → H+ + Ind -

pH < 3,0 gelb. pH > 4,6 blau

R – NH3 + + Ind-  → blaugrünes Salz

**• Untersuchung von Cola**

**Nachweis Der sauren Reaktion mit Indikatoren**

**Nachweis von Phosphat-Ionen als Molybdänblau**

**Nachweis von Zucker mit modifizierter Fehling-Probe**

**Unterscheidung Cola classic und Cola light**

**• Untersuchung von Speisesalzen**

**Nachweis von Natrium-Ionen**

**Nachweis von Kalium-Ionen**

**Nachweis von Chlorid-Ionen**

**Nachweis von Iodat-Ionen**

**Nachweis von Nitrit-Ionen**

**Salz Natrium Kalium Chlorid Jodat Nitrit**

 ***(KI-Stärke) (Griess)***

**Steinsalz** + - **+** - -

**Diät-Salz - + + - -**

**Pökelsalz + - + (+) +**

**Iod-Salz + - + + -**

**Übersicht quantitative Bestimmungen**

**• Modellexperiment zur Maßanalyse**

**Titration von Lauge mit Säure gegen Universalindikator**

**• Natriumhydrogencarbonat in Bullrich-Salz Tabletten**

**Titration mit Salzsäure gegen Methylorange und Mischindikator nach Cooper**

**• Gehaltsbestimmung von Salmiakgeist**

**Titration mit Salzsäure gegen verschiedene Indikatoren**

**(Taschiro, Sher, Methylrot)**

**• Gehaltsbestimmung von Wasserstoffperoxid**

**Titration mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung**

**• Ascorbinsäure in Brausetabletten**

**Titration mit Kaliumiodat**

**• Gehaltsbestimmung von Bittersalz**

**Titration mit EDTA gegen Indikator-Puffer-Tabletten**

**Untersuchung eines Alaunstiftes**

**erforderliche Hilfsmittel:**

Tüpfelraster, Becherglas 25 ml, Tropfpipetten

Alaunstift, Kalignost-Lösung

Alizarin S-Lösung, Essigsäure 10 %, Ammoniak-Lösung 10 %, Salzsäure 10 %, Bariumchlorid-Lösung 0,05 mol/l

***positive Kontrolle:*** Kaliumaluminiumsulfat-Lösung

***negative Kontrolle:*** Wasser

**Durchführung:**

***Probevorbereitung:***

in ein 25 ml Becherglas 2 mm hoch destilliertes Wasser einfüllen und Alaunstift einige Minuten einstellen

***Nachweis von Kalium-Ionen:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Kalignost, weißer Niederschlag, **schwarze Unterlage**

***Nachweis von Aluminium-Ionen:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Ammoniak, weißer Niederschlag, **schwarze Unterlage**

***oder***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Alizarin S, rotviolette Färbung

**weiße Unterlage**

***Nachweis von Sulfat-Ionen:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salzsäure, 1 Tropfen Bariumchlorid, weißer Niederschlag,

**schwarze Unterlage**

**Ergebnisse:**

***negative Kontrolle:*** keine Veränderung beim Nachweis von Kalium, Sulfat und Aluminium mit Ammoniak-Lösung

gelbe Färbung beim Aluminium-Nachweis mit Alizarin S

**Untersuchung von Brausetabletten**

**(Calcium, Magnesium, Ascorbinsäure)**

**erforderliche Hilfsmittel:**

Tüpfelraster, 3 Erlenmeyer-Kolben 100 ml, Messzylinder 10 ml, Tropfpipetten, Brausetabletten mit Calcium, Magnesium, Ascorbinsäure, Natronlauge 1 mol/l Calconcarbonsäure-Verreibung, Titangelb-Lösung, Iod-Kaliumiodid-Lösung, Stärke-Lösung, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,05 mol/l, Silbernitrat-Lösung 0,05 mol/l

***positive Kontrolle:***

0,1 mol/l Lösungen vonAscorbinsäure, Calciumchlorid und Magnesiumchlorid

***negative Kontrolle:*** Wasser

**Durchführung:**

***Probevorbereitung:***

in drei Erlenmeyer-Kolben 10 ml destilliertes Wasser geben und beschriften

jeweils 1 Brausetablette in den entsprechenden 100 ml Erlenmeyer-Kolben geben Gasentwicklung abwarten

***Nachweis von Calcium-Ionen:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Natronlauge, 1 Löffel Calconcarbonsäure, violette Färbung,

**weiße Unterlage**

***Nachweis von Magnesium-Ionen:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Natronlauge, 1 Tropfen Titangelb, roter Niederschlag,

**weiße Unterlage**

***Ascorbinsäure-Nachweis mit Eisen(III)-thiocyanat:***

1 Tropfen Eisen(III)-chlorid, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat, blutrote Färbung,

1 Tropfen Probe, sofortige Entfärbung,

**weiße Unterlage**

***Ascorbinsäure-Nachweis mit Iod:***

1 Tropfen Iod-Kaliumiodid, 1 Tropfen Stärke-Lösung,

blau-schwarze Färbung,

1 Tropfen Probe, sofortige Entfärbung,

**weiße Unterlage**

***Ascorbinsäure-Nachweis mit Silbernitrat:***

1 TropfenProbe, 1 Tropfen Silbernitrat-Lösung,

schwarze Färbung, dauert manchmal einige Minuten

**weiße Unterlage**

**Ergebnisse:**

***negative Kontrolle:*** keine Veränderung beim Nachweis von Magnesium, Calcium und Ascorbinsäure

**Proteinnachweise**

**(modifizierte Biuret-Probe, Indikatorfehler)**

**erforderliche Hilfsmittel:**

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Reagenzgläser, Maßkolben 100 ml, Pipette 10 ml, Milch, Joghurt, Quark, Gelatine, Bromphenolblau-Lösung 0,1 %, Puffer pH 3, Biuret RL, Kaliumiodid RL,

***positive Kontrolle:*** Albumin-Lösung

***negative Kontrolle:*** Wasser

**Durchführung:**

***Herstellung Reagenzlösung für Indikatorfehler:***

**•** in einen 100 ml Maßkolben 10 ml Puffer pH 3 geben

**•** tropfenweise Bromphenolblau-Lösung bis zur kräftigen

 Gelbfärbung zugeben

**•** mit Wasser zu 100 ml auffüllen

***Herstellung Reagenzlösung(modifizierte Biuret-Probe):***

**•** 5 ml Biuret RL mit 20 ml Kaliumiodid- RL mischen

***Protein-Nachweis Prinzip Eiweißfehler von pH-Indikatoren***

1 Tropfen Reagenzlösung

1 Tropfen Probe bzw. streichholzkopfgroße Menge Quark oder Joghurt, evtl. mit Glas-Stab verreiben

Farbumschlag von gelb nach blau

**weiße Unterlage**

***Protein-Nachweis modifizierte Biuret- Methode nach Weichselbaum***

1 Tropfen Reagenzlösung

1 Tropfen Probe bzw. streichholzkopfgroße Menge Quark oder Joghurt, evtl. mit Glas-Stab verreiben

 Farbumschlag von hellblau nach violett

**weiße Unterlage**

**Ergebnisse:**

***negative Kontrolle:*** keine Veränderung der Färbung der Reagenzlösungen

**Untersuchung von Cola**

**(Phosphorsäure, Zucker)**

**erforderliche Hilfsmittel:**

Tüpfelraster, Zellkultur-Platten 12 Vertiefungen oder Tüpfelplatten aus Kunststoff,

Cola, Cola light,

Methylrot-Lösung 0,1 %, Bromthymolblau-Lösung 0,1 %,

Phosphat-Reagenz I, Phosphat-Reagenz II, Kupfersulfat-Zitronensäure-Verreibung, Natriumhydroxid, grießförmig

***positive Kontrolle:*** Glucose-Fructose-Lösung, Phosphorsäure 0,3 %,

***negative Kontrolle:*** Wasser

**Durchführung**

***Herstellung verdünnter Methylrot-bzw. Bromthymolblau-Lösung:***

In ein Becherglas 25 ml Trinkwasser geben und solange Methylrot- bzw. Bromthymolblau-Lösung zugeben, bis eine dunkel-zitronengelbe Farbe bei Methylrot bzw. dunkel-grüne Farbe beim Bromthymolblau resultiert, evtl. einen Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung zugeben. Werden unverdünnte Indikator-Lösungen auf das Tüpfelraster getropft, kann es möglicherweise zu einem nicht eindeutigen Ergebnis kommen!

**Ergebnisse:**

***negative Kontrolle:*** keine Veränderung beim Nachweis von Zucker, Säure bzw. Phosphat-Ionen

**Hinweis:**

Der Nachweis von Phosphat-Ionen ist sehr empfindlich. Es muss nach wenigen Augenblicken eine tief blaue Färbung entstehen. Eine leichte Blaufärbung ist belanglos!

***Nachweis von Phosphat-Ionen:***

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

1-2 Tropfen Phosphat I und 1 Tropfen Phosphat II geben

Farbumschlag nach tief blau sofort,

**weiße Unterlage**

***Nachweis der sauren Reaktion mit Methylrot-Lösung:***

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

1-2 Tropfen verdünnte Methylrot-Lösung geben

Farbumschlag von nach rot

 **weiße Unterlage**

***Nachweis der sauren Reaktion mit Bromthymolblau – Lösung:***

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

1-2 Tropfen verdünnte Bromthymolblau-Lösung geben

Farbumschlag von blau nach gelb

**weiße Unterlage**

***Nachweis von Zucker***

***Tüpfelplatte, kein Tüpfelraster!!!, weiß oder Zellkulturplatte***

auf Zellkulturplatte (auf weiße Unterlage stellen) tropfen:

3 - 5 Tropfen Glucose-Fructose-Lösung (positive Kontrolle)

3 – 5 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

3 – 5 Tropfen verdünnte Cola

3 – 5 Tropfen verdünnte Cola light

**•** 1 Spatel-Spitze Kupfersulfat-Zitronensäure-Verreibung

**•** mischen

● 1 Spatel-Spitze gepulvertes Natriumhydroxid oder Abflussreiniger

● mischen

**Untersuchung von Speisesalzen**

**erforderliche Hilfsmittel:**

Tüpfelraster, Becherglas 25 ml, Tropfpipetten, Spatel

10 ml Braunglas-Flaschen mit Nasenzerstäuber, Brenner,

Kalignost-Lösung, Salpetersäure 0,1 mol/l, Silbernitrat-Lösung 0,05 mol/l, Essigsäure 25 %, Nitrit-Reagenz, Kaliumiodid-Stärke-Papier, Kaliumiodid-Lösung 50 g/l, Schwefelsäure 1 mol/l, Zinkiodid-Stärke-Lösung,

***positive Kontrolle:*** Kaliumchlorid-Lösung, Natriumchlorid-Lösung,

Natriumnitrit-Lösung, Kaliumiodat-Lösung je 0,1 mol/l

***negative Kontrolle:*** Wasser

**Durchführung:**

***Probevorbereitung:***

1 Spatel Probe mit 10 ml destilliertem Wasser lösen

***Nachweis von Kalium-Ionen:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Kalignost,

weißer Niederschlag,

**schwarze Unterlage**

***Nachweis von Natrium-Ionen:***

Probelösung in Zerstäuber-Flasche einfüllen

in eine Brennerflamme sprühen

Flammen färbt sich gelb

***Nachweis von*** ***Chlorid-Ionen:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salpetersäure, 1 Tropfen Silbernitrat

weißer Niederschlag,

 **schwarze Unterlage**

***Nachweis von Iodat-Ionen im Iod-Salz:***

eine Spatel-Spitze Iod-Salz auf das Tüpfelraster geben, 1 Tropfen Kaliumiodid, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Zinkiodid-Stärke-Lösung oder Kaliumiodid-Stärke-Papier

blaue Färbung,

**weiße Unterlage**

***Nachweis von Nitrit-Ionen im Pökelsalz:***

1 Spatel-Spitze Pökelsalz auf das Tüpfelraster geben, mit 2 Tropfen Essigsäure lösen,

1 Löffel Nitrit-Reagenz zugeben,

 rotviolette Färbung,

**weiße Unterlage**

***oder***

1 Spatel-Spitze Pökelsalz auf das Tüpfelraster geben, mit 2 Tropfen Schwefelsäure lösen, Kaliumiodid-Stärke-Papier oder 2 Tropfen Zinkiodid-Stärke-Lösung zugeben,

blauviolette Färbung,

**weiße Unterlage**

**Hinweis:**

Der Nachweis von Nitrit-Ionen mit Nitrit-Reagenz ist spezifisch!

Nitrit-Ionen wirken auch als Oxidationsmittel und oxidieren Iodid zum Iod. Mittels Nitrit-Reagenz ist die Differenzierung möglich!

**Ergebnisse:**

***negative Kontrolle:*** keine Farbveränderungen und Bildung von Niederschlägen

**Pipettier-Hilfe selbst gebaut**

 **erforderliche Hilfsmittel:**

Voll - und / oder Mess-Pipetten,

Gummischlauch (Innendurchmesser 4 - 6 mm), Einmalkanülen, Kombizange, Einmalspritzen entsprechend dem Pipetten-Volumen

**Bauanleitung:**

**•** Kanüle (Nadel) mit Kombizange fassen, Kanülen-Konus

 um 90 ° biegen und von der Nadel abdrehen

**•** Gummischlauch in 3 cm lange Stücke schneiden

**•** Kanülen-Ende in ein Schlauch-Ende schieben

**•** das andere Schlauchende auf die Ansaugöffnung der Pipette stecken

***Wichtig ist, dass der Schlauch ganz straff sitzt!!!***

**•** Einmalspritze (Nennvolumen = Pipetten-Volumen)

 auf den Kanülen-Konus aufsetzen

**•** Funktionsprüfung (Dichtigkeit!!!) mit Wasser

**Modellexperiment Maßanalyse**

**erforderliche Hilfsmittel:**

25 ml Erlenmeyer-Kolben, 2 Tuberkulin-Spritzen mit Insulin-Kanülen (Nr. 20), 0,1 mol/l Natronlauge, 0,1 mol/l Salzsäure

Universalindikator nach Mc. Crumb, modifiziert:

**pH - Wert Farbe**

<4 rot

 5 orange

 6 gelb

 7 grün

 8 blaugrün

 9 hellblau

 10 kornblumenblau

 11 tintenblau

 12 blauviolett

**Durchführung:**

**•** in einen 25 ml Erlenmeyer-Kolben 10 ml Wasser vorlegen

**•** 3 Tropfen Universalindikator zugeben

**•** mit Tuberkulin-Spritze 0,50 ml 0,1 mol/l Natronlauge dosieren,

 Farbumschlag blau

**•** bis zum Farbumschlag nach grün mit 0,1 mol/l Salzsäure titrieren

***sauer = rot, neutral = grün, alkalisch = blauviolett***

**Hinweis:**

Für dieses Experiment ist es wichtig, das aus den Spritzen mit Insulin-Kanülen titriert wird. Die Tropfengröße bei gelben Eppendorf-Spitzen ist zu groß, so dass die Einstellung eines exakten Neutralpunktes (grüne Färbung) schwierig ist!

**Gehaltsbestimmung von Bullrichsalz-Tabletten**

**erforderliche Hilfsmittel:**

25 ml Erlenmeyer-Kolben, Tuberkulin-Spritzen, Maßkolben 100 ml,

Bullrichsalz-Tabletten 850 mg NaHCO3, 0,1 mol/l Salzsäure,

Mischindikator nach Cooper oder (notfalls) Methylorange-Lösung

**Durchführung:**

***Probelösung:***

Eine Tablette Bullrichsalz in einer Reibschale pulverisieren, in Wasser lösen und im Maßkolben zu 100 ml auffüllen.

***Titration:***

**•** in einen 25 ml Erlenmeyer-Kolben 10 ml Wasser vorlegen

**•** 0,50 ml Probelösung zugeben

**•** mit 3 Tropfen Indikator versetzen

**•** bis zum Farbumschlag mit 0,1 mol/l Salzsäure titrieren

**•** Alternative: Methylorange Farbumschlag von gelb nach orange

**Indikator Farbumschlag von nach**

Methylorange rot → orange → gelb

Mischindikator nach Cooper rot → blau

**Berechnung:**

1 ml 0,1 mol/l Salzsäure entspricht 8,4 mg Natriumhydrogencarbonat

**Gehaltsbestimmung von Salmiakgeist**

**erforderliche Hilfsmittel:**

25 ml Erlenmeyer-Kolben, Tuberkulin-Spritzen

Salmiakgeist (einfach 9,6 – 9,9 %), 0,1 mol/l Salzsäure, Mischindikator nach Sher und Tashiro, Methylrot-Lösung

**Durchführung:**

***Probelösung:***

1,00 ml Salmiakgeist mit Wasser in Maßkolben zu 100 ml auffüllen

***Titration:***

**•** in einen 25 ml Erlenmeyer-Kolben 10 mL Wasser vorlegen

**•** mit 3 Tropfen Indikator versetzen

**•** 1,00 ml Probelösung zugeben

**•** bis zum Farbumschlag mit 0,1 mol/l Salzsäure titrieren

**Indikator Farbumschlag von nach**

Tashiro-Indikator violett → grau → grün

Sher-Indikator orangerot → tintenblau

Methylrot rot → gelb

**Berechnung:**

1 ml 0,1 mol/l Salzsäure entspricht 1,70 mg Ammoniak

oder 3,50 mg Ammoniumhydroxid

**Gehaltsbestimmung von**

**Wasserstoffperoxid-Lösung 3 %,**

**erforderliche Hilfsmittel:**

25 ml Erlenmeyer-Kolben, Tuberkulin-Spritzen, 50 ml Pulverflaschen farblos oder 25 ml Erlenmeyer-Kolben mit Glasstopfen, Maßkolben 100 ml, Pipette 10 ml,

 Wasserstoffperoxid-Lösung 3 %,

Schwefelsäure 25 %, 0.02 mol/l Kaliumpermanganat-Lösung

**Durchführung:**

***Probelösung:***

10 ml Wasserstoffperoxid-Lösung 3 % mit Wasser zu 100 ml im Maßkolben auffüllen

.

***Titration:***

**•** in einen 25 ml Erlenmeyer-Kolben 10 ml Wasser und 10 Tropfen

 Schwefelsäure vorlegen

**•** 0,50 ml Probelösung zugeben

**•** mit Kaliumpermanganat-Lösung bis zur bleibenden Rosafärbung

 titrieren

**Berechnung:**

1 ml 0,02 mol/l Kaliumpermanganat entspricht 1,7 mg Wasserstoffperoxid

**Bestimmung des** **Ascorbinsäure-Gehaltes in Brausetabletten**

**erforderliche Hilfsmittel:**

25 ml Erlenmeyer-Kolben, Tuberkulin-Spritzen, Maßkolben 250 ml, Pipette 2 ml, Becherglas 100 ml

Ascorbinsäure - Brausetabletten (180 mg Vitamin C),

0,0167 mol/l Kaliumiodat-Lösung, Kaliumiodid-Lösung 50 g/l, Zinkiodid-Stärke-Lösung oder Stärke-Lösung, Schwefelsäure 25 %

**Durchführung:**

***Probelösung:***

Eine Brausetablette in Wasser lösen und nach Abklingen der Gasentwicklung im Maßkolben zu 250 ml auffüllen.

***Titration:***

**•** in einen 25 ml Erlenmeyer-Kolben 10 ml Wasser vorlegen

**•** 2,00 ml Probelösung zugeben

**•** 3 Tropfen Zinkiodid-Stärke-Lösung und 10 Tropfen Schwefelsäure

 versetzen

**•** 10 Tropfen Kaliumiodid-Lösung zugeben

**•** bis zum Farbumschlag nach blau mit 0,0167 mol/l Kaliumiodat-

 Lösung titrieren

**Berechnung:**

1 ml 0,0167 mol/l Kaliumiodat entspricht 8,806 mg Ascorbinsäure

**Gehaltsbestimmung von Bittersalz**

**erforderliche Hilfsmittel:**

25 ml Erlenmeyer-Kolben, Tuberkulin-Spritzen, Maßkolben 100 ml, Pipette 1 ml

Bittersalz (Magnesiumsulfat -7 Hydrat), Ammoniaklösung 10 %, Indikator-Puffer-Tabletten, 0,1 mol/l EDTA – Lösung

**Durchführung:**

***Probelösung:***

1g Bittersalz in Wasser lösen und im Maßkolben zu 100 ml auffüllen.

***Titration:***

**•** in einen 25 ml Erlenmeyer-Kolben 10 ml Wasser vorlegen

**•** 1,00 ml Probelösung zugeben

**•** mit 10 Tropfen Ammoniak-Lösung und einer Indikator-Puffer-

 Tablette versetzen

**•** gut mischen

**•** gegebenenfalls tropfenweise weiter Ammoniak-Lösung zugeben,

 bis Lösung rot gefärbt ist

**•** bis zum Farbumschlag von rot nach grün mit 0,1 mol/l EDTA-

 Lösung titrieren

**Hinweis:**

langsam titrieren, da Umschlag manchmal etwas verzögert aufritt

**Berechnung:**

1 ml 0,1 mol/l EDTA entspricht

24,65 mg Magnesiumsulfat – 7 Hydrat