**Tüpfel komplett (12.3.2016)**

**Schulchemiezentrum**

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

**Bahnhofstr. 18, 06895 Zahna**

**Tel: 034924 / 20648, Fax: 034924 / 20011**

**www. schulchemiezentrum. de, wolfgang\_proske@ web.de**

**Tüpfelanalytik, eine Möglichkeit zum gefahrlosen und zeitsparenden Experimentieren im Chemieunterricht**

**Platz 1: Bestimmung des Umschlagsbereiches von pH-Indikatoren**

**Platz 2: Tüpfelreaktionen auf Küchenkrepp**

**Platz 3: Nachweis von Kationen (reine Stoffe)**

3.1. Klassische Kationennachweise

3.2. Kationennachweise mit organischen Spezialreagenzien

**Platz 4: Nachweis von Anionen (reine Stoffe)**

4.1. Klassische Anionen-Nachweise

4.2. Anionen-Nachweise mit organischen Spezialreagenzien

**Platz 5: Nachweis organischer Stoffe und funktioneller Gruppen (reine Stoffe)**

**Platz 6: Ionennachweise in Haushaltsprodukten**

6.1. Aluminiumnachweis in essigsaurer Tonerde

6.2. Untersuchung eines Alaunstiftes

6.3. Untersuchung von Gips

6.4. Calcium-Nachweis in Brausetabletten

6.5. Nachweis von Carbonat-Ionen

6.6. Nachweis von Chlorid-Ionen

6.7. Iodat-Nachweis im Iodsalz

6.8. Nachweis von Kaliumionen

6.9. Untersuchung von Bittersalz

6.10. Magnesiumnachweis in Brausetabletten

6.11. Nitrit-Nachweis im Pökelsalz

6.12. Nitrat in Kalisalpeter und Blumendünger

6.13 Nitrat-Nachweis im Radieschen

6.14. Phosphatnachweis in Wurst

6.15. Zink in Zinksalbe

**Platz 7: organische Stoffe in Haushaltsprodukten**

7. 1. Ascorbinsäure in Brausetabletten

7. 2. Nachweis von Ethanol

7. 3. Untersuchung von Nagellackentferner

7. 4. Untersuchung von Pinselreiniger

7. 5. Stärkenachweis

**Platz 8: Redoxreaktionen**

8. 1. Reaktion von Wasserstoffperoxid mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung

8. 2. Reaktion von Sulfid-Ionen mit Iod-Lösung

8. 3. Oxidation von Mangan (II)-Ionen in alkalischer Lösung

8. 4. Redox-Verhalten von Nitrat – und Nitrit-Ionen

8. 5. Reduktion von Nitrat zu Nitrit

8. 6. Oxidation von Bromid – und Iodid-Ionen mit Natriumhypochlorit

8. 7. Oxidation von Iodid-Ionen mit Wasserstoffperoxid

8. 8. Reaktion von Eisen(II)sulfat mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung

8. 9. Reduktion von Permanganat durch Sulfit bei unterschiedlichen pH-Werten

8.10. Oxidation von Sulfit durch Iod

**Platz 9: Experimente zur Komplexchemie**

9. 1. Nachweis von Zinkionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II)

9. 2. Nachweis von Calcium-Ionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II) und Ammoniumchlorid

9. 3. Bildung von Kupfertetraminkomplexen

9. 4. Komplexgleichgewicht Eisenthiocyanat

9. 5. Beständigkeit von Eisen (III)thioyanat gegenüber Fluoridionen

9. 6. Chloro – und Aquokomplexe des Kupfers

9. 7. Beständigkeit von Silberkomplexen

**Platz 10: Experimente zu Säure-Base-Reaktionen**

10. 1. Abpuffern von Säuren

10. 2. Amphoterie des Aluminiums

10. 3. Hydrolyse von Salzen

10. 4. Unedle und edle Metalle

10. 5. Unterschiedliche Stärke von Salzsäure und Essigsäure

10. 6. Pufferwirkung

**Platz 11 Biologie – Specials 1 Traditionelle Nachweisreaktionen**

11. 1. Nachweis von Stärke

11. 2. Nachweis von Cellulose

11. 3. Nachweis von Glucose

11. 4. Nachweis von Ethanol

11. 5. Nachweis von Eiweiß (Biuret - Probe)

11. 6. Nachweis von Ascorbinsäure

11. 7. Experimente zum Thema Enzyme / Nachweis von Katalase in Kartoffeln

11. 7. Nachweis von Lignin (Holzstoff)

**Untersuchung von Cola**

Fehling-Probe auf der Tüpfelplatte

Nachweis der sauren Reaktion mit Methylrot und Bromthymolblau

Nachweis der Phosphat-Ionen mit der Molybdän-Blau-Reaktion

**Platz 1: Bestimmung des Umschlagsbereiches von pH-Indikatoren**

**erforderliche Hilfsmittel:**

Tüpfelplatten oder Tüpfelraster

Pufferlösungen pH 1 – 12, Indikatorlösungen z.B. Bromthymolblau, Methylrot, Thymolblau, Phenolrot, Bromcresolgrün, Bromphenolblau, Bromcresolpurpur u. a.

**Durchführung:**

• je 1 Tropfen Pufferlösung pH 1 – 12 in eine Vertiefung der Tüpfelplatte geben

• je 1 Tropfen Indikatorlösung dazugeben

• auftretende Färbungen mit den pH – Werten notieren

• mit untenstehender Tabelle vergleichen

**Auswertung:**

Farbumschläge mit Tabelle vergleichen

**Umschlagspunkte und Umschlagsfarben von ausgewählten pH – Indikatoren**

**Indikator pH – Umschlagsbereich Farbumschlag von nach**

Cresolrot 0,2 – 1,8 rot – gelb

7,0 – 8,8 orange – purpur

Thymolblau 1,2 – 2,8 rot – gelb

8,0 – 9,6 gelb – blau

Metanilgelb 1,2 – 2,3 rotviolett – gelb

Dimethylgelb 2,9 – 4,0 rot - gelborange

Bromphenolblau 3,0 – 4,6 gelb – blauviolett

Methylorange 3,1 – 4,4 rot – gelb

Bromcresolgrün 3,8 – 5,4 gelb – blau

Alizarin S 4,3 – 6.3 gelb – violett

Methylrot 4,4 – 6.2 rot – gelborange

Bromcresolpurpur 5,2 – 6,8 gelb – purpur

4-Nitrophenol 5,4 – 7,5 farblos - gelb

Alizarin 5,8 – 7,2 gelb – rot

Nitrazingelb 6,0 – 7,0 gelb - blau

Bromthymolblau 6,0 – 7,6 gelb – blau

Phenolrot 6,4 – 8,2 gelb – rotviolett

Neutralrot 6,8 – 8,0 bläulichrot - orangegelb

Naphtholphthalein 7,1 – 8,3 bräunlich – blaugrün

o-Cresolphthalein 7,8 – 9,8 farblos - rotviolett

Phenolphthalein 8,2 – 9,8 farblos – rotviolett

Thymolphthalein 9,3 – 10,5 farblos – blau

Alizaringelb GG 10,0 – 12,1 hellgelb – bräunlichgelb

Indigocarmin 11,5 – 13,0 blau – gelb

**Platz 2: Tüpfelreaktionen auf Küchenkrepp**

**erforderliche Hilfsmittel:**

Küchenkrepp

Ammoniumthiocyanat-Lösung ,Ammoniaklösung 10 %, Eisen(III)chlorid 50 g/l, Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung (Gelbkali), Natriumfluorid-Lösung, Kupfersulfat-Lösung, Kupfer- Eisenlösung (gleiche Volumenteile Kupfersulfat und Eisen (III)chlorid mischen)Wasserstoffperoxid-Lösung 6 %, Schwefelsäure 1 mol/l, Zinkiodid-Stärke-Lösung, Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l,

***Frisch herzustellen:***

**Kaliumhexacyanoferrat (III):** 0,5 g Rotkali in 10 ml Wasser lösen

**Eisen(II)sulfat:** 0,5 g Ammoniumeisen(II)sulfat oder Eisen(II)sulfat in 10 ml Wasser lösen

**schwefelsaure Kaliumpermanganatlösung für Tüpfelanalyse:**

1 ml Kaliumpermanganat und 9 ml Schwefelsäure 1 mol/l mischen

**Durchführung:**

***auf Küchenkrepp tropfen:***

**Nr. Lösung 1 Lösung 2 Lösung 3 Wie Farbe**

1 1 Tr. FeSO4 1 Tr. Rotkali neb blau

2 1 Tr. FeSO4 1 Tr. NH4SCN neb k. V.

3 1 Tr. FeSO4 1 Tr. NH4OH neb blaugrün

4 1 Tr. FeSO4 3 Tr.H2O2 1 Tr. NH4SCN in blutrot

5 1 Tr. FeCl3 1 Tr. Gelbkali neb blau

6 1 Tr. FeCl3 1 Tr. NH4SCN neb blutrot

7 1 Tr. FeCl3 2 Tr. NH4OH neb braun

8 1 Tr. FeCl3 3 Tr. NaF 1 Tr. NH4SCN in k. V.

9 1 Tr. CuSO4 1 Tr. Gelbkali neb rotbraun

10 1 Tr. CuSO4 3 Tr. NH4OH in blau

11 1 Tr. Cu / Fe 1 Tr. Gelbkali neb blau

12 1 Tr. Cu / Fe 1 Tr. NH4SCN neb blutrot

13 1 Tr. Cu / Fe 1 Tr. NH4OH neb blau/braungrün

14 1 Tr. Cu / Fe 3 Tr. NaF 1 Tr. Gelbkali in rotbraun

15 3 Tr. s. K. 2 Tr. H2O2 in Entfärbung

16 3 Tr s. K. 1 Tr. FeSO4 in

17 3 Tr. s. K. 1 Tr. FeSO4 1 Tr. NH4SCN in blutrot

18 3 Tr. s. K. 1 Tr. FeSO4 1 Tr. Gelbkali in blau

19 1 Tr. H2SO4 1 Tr. H2O2 1 Tr. ZnI2Stärke in blau

20 1 Tr. H2SO4 1 Tr. FeCl3 1 Tr. ZnI2Stärke in blau

***Abkürzungen :***

Tr = Tropfen, s. K. = schwefelsaure Kaliumpermanganat-Lösung für die Tüpfelanalyse

neb = nebeneinander, in = ineinander, k. V. = keine Veränderung

**Platz 3: Nachweis von Kationen**

## 3.1. Klassische Kationennachweise

#### Kation Reagenz Ergebnis Unterlage

Aluminium NaOH Al(OH)3 ↓weiß → Na[Al(OH)4] schwarz

NH4OH Al(OH)3 ↓weiß schwarz

Barium H2SO4 BaSO4 ↓weiß schwarz

Calcium (NH4COO)2 (COO)2Ca ↓weiß schwarz

Eisen (III) NH4SCN Fe(SCN)3 blutrot weiß

Kupfer NH4OH Cu (NH3)4SO4 blau weiß

Magnesium (NH4)2HPO4 MgNH4PO4 ↓weiß schwarz

Zink Na2S ZnS ↓weiß schwarz

Es empfiehlt sich diese Untersuchungen mit reinen Salzlösungen (Konzentration 0,1 mol/l) zu erproben

***Aluminium:***

1 Tropfen Probe tropfenweise Natronlauge, nach 1 Tropfen Natronlauge zunächst weißer Niederschlag, der sich wieder löst

1 Tropfen Probe 2 Tropfen Ammoniak weißer Niederschlag

***Barium:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Schwefelsäuer, weißer Niederschlag

***Calcium:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Ammoniumoxalat, weißer Niederschlag

***Eisen(III):***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat, blutrote Färbung

***Kupfer:***

1 Tropfen Probe tropfenweise Ammoniak, nach 1 Tropfen NH4OH zunächst blauer Niederschlag, der sich wieder löst

***Magnesium:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Diammoniumhydrogenphosphat, weißer Niederschlag

***Zink:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Natriumsulfid, weißer Niederschlag

## 3.2. Kationen-Nachweise mit organischen Spezialreagenzien

#### Kation Reagenz Ergebnis Unterlage

Aluminium Alizarin S /HAc violetter Farblack weiß

Calcium Calconcarbonsäure / NaOH blau → rotviolett weiß

Eisen (II) Asco/ NH4Ac, Dipyridyl rosa Farbkomplex weiß

Eisen (II) Asco/ NH4Ac, Phenanthrolin orangeroter Farbkomplex weiß

Kalium Kalignost K[B(C6H5)4] ↓weiß schwarz

Kupfer NH4Citrat / Cuprizon blauer Farbkomplex weiß

Magnesium NaOH / Titangelb roter Farblack weiß

Silber HNO3 / Feigl’s Reagenz rotvioletter Farbkomplex weiß

Zink Xylenolorange / Urotropin Farbumschlag gelb → rot weiß

***Aluminium:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Alizarin S, 1 Tropfen Essigsäure, rotviolette Färbung

Blindprobe gelb

***Calcium:***

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

Blindprobe tintenblau

***Eisen(III):***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Ammoniumacetatpuffer,1 Löffel Ascorbinsäure, 1 Tropfen Dipyridyl, (rosenrote Färbung)

oder

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Ammoniumacetatpuffer,1 Löffel Ascorbinsäure, 1 Tropfen

Phenanthrolin orangerote Färbung

***Kalium:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Kalignost, weißer Niederschlag

***Kupfer:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Ammoniumcitrat, 1 Tropfen Cuprizon, blaue Färbung

***Magnesium:***

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

***Silber:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salpetersäure, 1 Tropfen Feigl’d Reagenz, rotviolette Färbung

***(nicht abgefüllt)***

***Zink:***

1 Tropfen Probe 1 Tropfen Acetatpuffer, 1 Löffel Xylenolorange, rotviolette Färbung

Blindprobe gelb

**Platz 4: Nachweis von Anionen**

## 4.1. Klassische Anionen-Nachweise

#### Anion Reagenz Ergebnis Unterlage

Bromid HNO3 / AgNO3  AgBr ↓gelblich schwarz

Carbonat HCl CO2 ↑ schwarz

Chlorat HNO3 / AgNO3  keine Reaktion

+ Zn AgCl ↓weiß schwarz

Chlorat H2SO4 / KI I2 braun weiß

Chlorid HNO3 / AgNO3  AgCl ↓weiß schwarz

Nitrit H3PO4 / ZnI2 – Stärke blau weiß

Phosphat Magnesiamixtur MgNH4PO4 ↓weiß schwarz

Sulfat HCl / BaCL2 BaSO4 ↓weiß schwarz

Sulfit I2 – Lösung Entfärbung weiß

***Bromid:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salpetersäure, 1 Tropfen Silbernitrat-Lösung, gelblicher Niederschlag

***Carbonat:***

1 Spatelspitze Festsubstanz, 2 Tropfen Salzsäure 10 %, Aufschäumen

***Chlorat:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Kaliumiodid-Lösung, Braunfärbung

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salpetersäure, 1 Tropfen Silbernitrat-Lösung, keine Reaktion

Nach Zugabe einer Zinkperle Bildung eines weißen Niederschlages

***Chlorid:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salpetersäure, 1 Tropfen Silbernitrat-Lösung, weißer Niederschlag

***Nitrit:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Phosphorsäure, 1 Tropfen Zinkiodid-Stärke-Lösung, blaue Färbung

***Phosphat:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Magnesiamixtur, weißer Niederschlag

***Sulfat:***

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

***Sulfit:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Iod-Lösung, Entfärbung

## 4.2. Anionen-Nachweise mit organischen Spezialreagenzien

#### Anion Reagenz Ergebnis Unterlage

Nitrat Essigsäure, Nitrit – Reagenz keine Reaktion

+ Zink oder Magnesium rotviolette Färbung weiß

Nitrit Essigsäure, Nitrit – Reagenz rotviolette Färbung weiß

Phosphat Phosphatreagenz I und II blaue Färbung weiß

***Nitrat:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Essigsäure, 1 Löffel Nitrit-Reagenz, keine Reaktion

Nach Zugabe eines Löffel Zink- oder Magnesiumpulver, Rotfärbung

***Nitrit:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Essigsäure, 1 Löffel Nitrit-Reagenz, Rotfärbung

***Phosphat:*** 1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Phosphat I, 1 Tropfen Phosphat II, Blaufärbung,

**Platz 5: Nachweis organischer Stoffe und funktioneller Gruppen (reine Stoffe)**

**5.1. Nachweis von Alkoholen mit Ammoniumcer(IV)nitrat-Lösung:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Ethanol, Ammoniumcer(IV)nitrat-Lösung

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Ethanol, 1 Tropfen Ammoniumcer(IV)nitrat

**5.2. Nachweis von Ascorbinsäure:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Mikrospatel, Glas-Stab

Ascorbinsäure, Ammoniumthiocyanat-Lösung, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,1 mol/l,

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Eisen(III)chlorid, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat, 1 Mikrospatel Ascorbinsäure

**5.3. Nachweis von Phenolen mit Eisen(III)chlorid-Lösung:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Glas-Stab, Mikrospatel

Resorcin, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,1 mol/l,

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Eisen(III)chlorid, 1 Mikrospatel Resorcin,

**5.4. Nachweis von mehrwertigen Alkoholen mit Kupfersulfat:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Glycerin, Kupfersulfat-Lösung (Fehling I), Natronlauge 1 mol/l,

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Glycerin, 1 Tropfen Kupfersulfat, 1 Tropfen Natronlauge

**5.5. Oxidation von primären und sekundären Hydroxylgruppen mit schwefelsaurer Kaliumpermanganat-Lösung:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

tert. Butanol, ***(nicht abgefüllt)***, 1-Propanol, 2-Propanol, Schwefelsäure 1 mol/l,

Kaliumpermanganat- Lösung 0,02 mol/l

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Kaliumpermanganat, 2 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen 1-Propanol

1 Tropfen Kaliumpermanganat, 2 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen 2-Propanol

1 Tropfen Kaliumpermanganat, 2 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen tert. Butanol

**5.6. Nachweis von Cellulose:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Watte, Zinkchlorid-Iod-Lösung

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Zinkchlorid-Iod-Lösung, 1 erbsengroßer Wasserbausch

**5.7. Aldehyd-Nachweis mit Schiff’s Reagenz: *(nicht abgefüllt)***

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Formaldehydlösung 1 %, Schiff’s Reagenz

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Formaldehyd, 1 Tropfen Schiff’s Reagenz

**5.8. Nachweis von Mehrfachbindungen mit Baeyer’s Reagenz:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Olivenöl in Aceton ***(nicht abgefüllt)***, Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l,

Natriumcarbonat-Lösung (10g Na2CO3 x 10 H2O mit H2O zu 100 ml auffüllen)

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Kaliumpermanganat, 1 Tropfen Natriumcarbonat, 1 Tropfen Olivenöl

**5.9. Nachweis von Aceton mit Natriumnitroprussid (Aceton-Reagenz):**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Mikrospatel

Aceton-Reagenz nach AB 2 (DL) –DDR, Aceton

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Aceton, 1 Mikrospatel Aceton-Reagenz

**5.10. Nachweis von Aceton mit der Jodoform-Probe:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Aceton, Natronlauge 1 mol/l, Iod-Lösung 0,05 mol/l

***Durchführung:*** weiße Unterlage bzw. schwarze Unterlage

1 Tropfen Aceton, 1 Tropfen Iod, 1 Tropfen Natronlauge

**5.11. Nachweis von Oxalsäure:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Oxalsäure-Lösung 0,1 mol/l, Calciumchlorid-Lösung 0,1 mol/l

***Durchführung:*** schwarze Unterlage

1 Tropfen Oxalsäure, 1 Tropfen Calciumchlorid

**5. 12. Nachweis von Stärke:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Mikrospatel,

Stärke (löslich) oder Stärke-Lösung 1n % in ges. NaCl, Iod-Kaliumiodid-Lösung nach Lugol

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Iod- Kaliumiodid, 1 Mikrospatel Stärke,

**5.13. Nachweis von Milchsäure:**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Milchsäure, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,1 mol/l,

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Eisen(III)chlorid, 1 Mikrospatel Resorcin, 1 Tropfen Milchsäure

**Platz 6: Ionennachweise in Haushaltsprodukten**

**6.1 Aluminiumnachweis in essigsaurer Tonerde**

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

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Natronlauge, weißer Niederschlag, nach weiterer Zugabe von Natronlauge löst sich der Niederschlag, **schwarze Unterlage**

**6.2. Untersuchung eines Alaunstiftes**

***Probevorbereitung:***

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

***Kaliumnachweis:***

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

***Aluminiumnachweis:***

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

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Natronlauge, weißer Niederschlag, nach weiterer Zugabe von Natronlauge löst sich der Niederschlag, **schwarze Unterlage**

***Sulfatnachweis:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salzsäure, 1 Tropfen Bariumchlorid, weißer Niederschlag, **schwarze Unterlage**

**6.3 Untersuchung von Gips**

***Probevorbereitung:***

1 Spatel Gips mit 5 ml dest. Wasser mischen, durchschütteln und filtrieren

***Calcium-Nachweis:***

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

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

**weiße Unterlage**

***Sulfat-Nachweis:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salzsäure, 1 Tropfen Bariumchlorid, weißer Niederschlag, **schwarze Unterlage**

**6.4. Calcium-Nachweis in Brausetabletten**

***Probevorbereitung:***

1 Brausetablette in einen 100 ml Erlenmeyer-Kolben geben, der 10 ml dest. Wasser enthält

Gasentwicklung abwarten, nach Auflösung filtrieren

***Calcium-Nachweis:***

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

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

**weiße Unterlage**

**6.5. Nachweis von Carbonat-Ionen**

***Probematerial:***

Backpulver, Waschpulver, Natron, Soda, Pottasche, Hirschhornsalz

***Carbonat-Nachweis:***

1 Spatel-Spitze Probe auf Tüpfelraster,1 Tropfen Essigsäure oder 10 %ige Salzsäure, Gasentwicklung (Aufschäumen), **schwarze Unterlage**

**6.6 Nachweis von Chlorid-Ionen**

***Probematerial:***

Kochsalz, Diät-Salz, Brühpulver, Schinken, Wurst

***Probevorbereitung:***

1 Spatel Probe mit 5 ml destilliertem Wasser mischen, durchschütteln und filtrieren. Bei stark gefärbten Produkten kann eine Zugabe von gepulverter Aktivkohle vor der Filtration erforderlich sein. Schinken, Wurst klein schneiden, mit wenig Wasser mischen, kurz aufkochen, abkühlen lassen

***Chlorid-Nachweis:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salpetersäure, 1 Tropfen Silbernitrat-Lösung, weißer Niederschlag,

**schwarze Unterlage**

**6.7 Iodat-Nachweis im Iod-Salz**

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

**weiße Unterlage**

**6. 8 Nachweis von Kalium-Ionen**

***Probematerial:***

Kalisalpeter, Diät-Salz, Blumendünger

***Probevorbereitung:***

1 Spatel Probe mit 5 ml destilliertem Wasser lösen

***Kaliumnachweis:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Kalignost, weißer Niederschlag,

**schwarze Unterlage**

**6. 9. Untersuchung von Bittersalz**

***Probevorbereitung:***

1 Spatel Probe in 5 ml destilliertem Wasser lösen

***Magnesium-Nachweis:***

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

**weiße Unterlage**

***Sulfat-Nachweis:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Salzsäure, 1 Tropfen Bariumchlorid, weißer Niederschlag, **schwarze Unterlage**

**6. 10. Magnesium-Nachweis in Brausetabletten**

***Probevorbereitung:***

1 Brausetablette in einen 100 ml Erlenmeyer-Kolben geben, der 5 ml destilliertem Wasser und 5 ml Salpetersäure enthält, Gasentwicklung abwarten, nach Auflösung filtrieren, zu dieser Lösung tropfenweise Natronlauge unter Umschütteln bis zur basischen Reaktion (Kontrolle Indikatorpapier)

***Magnesium-Nachweis:***

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

**weiße Unterlage**

**6. 11. Nitrit-Nachweis im Pökelsalz**

1 Spatel-Spitze Pökelsalz auf das Tüpfelraster geben, mit 2 Tropfen Essigsäure lösen, 1 Löffel Nitrit-Reagenz zugeben, rotviolette Färbung,

**weiße Unterlage**

**6. 12 Nitrat in Kalisalpeter und Blumendünger**

***Probevorbereitung:***

1 Spatel Probe in 5 ml destilliertem Wasser lösen

***Kalium-Nachweis:***

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

***Nitrat-Nachweis:***

1 Tropfen Probe, 2 Tropfen Essigsäure, 1 Löffel Magnesiumpulver, nach 3 min 1 Löffel Nitrit-Reagenz zugeben, rotviolette Färbung,

**weiße Unterlage**

**6. 13 Nitrat-Nachweis im Radieschen**

***Probevorbereitung:***

Radieschen in Scheiben schneiden

***Nitrat-Nachweis:***

Radieschen-Scheiben auf Tüpfelraster legen, auf die Scheiben 2 Tropfen 1 mol/l Salzsäure, 1 Löffel Magnesiumpulver, nach 3 min 1 Löffel Nitrit-Reagenz geben, rotviolette Färbung, **weiße Unterlage**

**6. 14. Phosphat-Nachweis in Wurst**

***Probematerial:***

Schinken, Wurst

***Probevorbereitung:***

Schinken, Wurst klein schneiden, mit wenig Wasser mischen, kurz aufkochen, abkühlen lassen

***Phosphatnachweis:***

1 Tropfen Probe, je 1 Tropfen Phosphatreagenz I und II, blaue Färbung,

**weiße Unterlage**

Zur Untersuchung eignet sich auch gut die Aufguss-Flüssigkeit von Bockwurstkonserven

**Platz 7: organische Stoffe in Haushaltsprodukten**

**7. 1.Ascorbinsäure in Brausetabletten**

***Probevorbereitung:***

1 Brausetablette in einen 100 ml Erlenmeyer-Kolben geben, der 10 ml destilliertem Wasser enthält, Gasentwicklung abwarten, nach Auflösung filtrieren

***Ascorbinsäure-Nachweis:***

1 Tropfen Eisen(III)chlorid, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat, blutrote Färbung, 1 Tropfen Probe, sofortige Entfärbung,

**weiße Unterlage**

**7. 2. Nachweis von Ethanol**

***Probematerial:***

Wodka, Rasierwasser, Gesichtswasser, Fensterputzmittel,

***Alkohol-Nachweis:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Ammoniumcer(IV)nitrat-Lösung, rote Färbung nicht beständig, **weiße Unterlage**

**7. 3. Untersuchung von Nagellackentferner**

***Aceton-Nachweis mit der Legalprobe:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Wasser, 1 Löffel Aceton-Reagenz, violette Farbe,

**weiße Unterlage**

***Aceton-Nachweis mit der Jodoform-Probe:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Iod-Lösung 1 Tropfen Natronlauge, Entfärbung, gelblicher Niederschlag,

**weiße oder schwarze Unterlage**

***Essigsäureethylester-Nachweis mit der Rojahn-Probe***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Phenolphthalein, 1 Tropfen Natronlauge, langsame Entfärbung, **weiße Unterlage**

**7. 4. Untersuchung von Pinselreiniger**

***Aceton-Nachweis mit der Legal-Probe:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Wasser, 1 Löffel Aceton-Reagenz, violette Farbe,

**weiße Unterlage**

***Aceton-Nachweis mit der Jodoform-Probe:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Iod-Lösung 1 Tropfen Natronlauge, Entfärbung, gelblicher Niederschlag,

**weiße oder schwarze Unterlage**

***Essigsäureethylester-Nachweis mit der Rojahn-Probe***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Phenolphthalein, 1 Tropfen Natronlauge, langsame Entfärbung, **weiße Unterlage**

***Alkoholnachweis:***

1 Tropfen Probe, 1 Tropfen Ammoniumcer(IV)nitrat-Lösung, rote Färbung nicht beständig, **weiße Unterlage**

**7. 5. Stärke-Nachweis**

***Probematerial:***

Pudding-Pulver, Mehl, Kartoffelstärke, Soßenbinder, Kartoffelpüree-Pulver

***Stärkenachweis:***

1 Spatel-Spitze Probe, 2 Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung, blauschwarze Färbung,

***weiße Unterlage***

**Platz 8: Redoxreaktionen**

**8. 1. Reaktion von Wasserstoffperoxid mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l, Schwefelsäure 1 mol/l, Wasserstoffperoxid 3 %

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Kaliumpermanganat, 1 Tropfen Wasserstoffperoxid

**8. 2. Reaktion von Sulfid-Ionen mit Iod-Lösung**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Natriumsulfid-Lösung oder Ammoniumsulfid-Lösung, Iod-Lösung 0,05 mol/l

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Iod, 1 Tropfen Natrium- oder Ammoniumsulfid

**8. 3. Oxidation von Mangan (II)-Ionen in alkalischer Lösung**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Mangan(II)sulfat-Lösung 0,1 mol/l, Natronlauge 1 mol/l, Wasserstoffperoxid 3 %

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Mangansulfat, 1 Tropfen Natronlauge, 1 Tropfen Wasserstoffperoxid

**8. 4. Redox-Verhalten von Nitrat – und Nitrit-Ionen**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Natriumnitrat-Lösung 0,1 mol/l, Natriumnitrit-Lösung 0,1 mol/l, Schwefelsäure 1 mol/l, Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l, Kaliumiodid-Stärke-Papier

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Natriumnitrat, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Kaliumpermanganat

1 Tropfen Natriumnitrit, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Kaliumpermanganat

1 Tropfen Natriumnitrat, 1 Tropfen Schwefelsäure, Kaliumiodid-Stärke-Papier eintauchen

1 Tropfen Natriumnitrit, 1 Tropfen Schwefelsäure, Kaliumiodid-Stärke-Papier eintauchen

**8. 5. Reduktion von Nitrat zu Nitrit**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Natriumnitrat-Lösung 0,1 mol/l, Zinkpulver, Schwefelsäure 1 mol/l, Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l, Kaliumiodid-Stärke-Papier

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Natriumnitrat, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Mikrospatel Zink,

nach 2 min 1 Tropfen Kaliumpermanganat

1 Tropfen Natriumnitrat, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Mikrospatel Zink,

nach 2 min Kaliumiodid-Stärke-Papier eintauchen

**8. 6. Oxidation von Bromid – und Iodid-Ionen mit Natriumhypochlorit**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Natriumhypochlorit-Lösung (Klorix), Kaliumbromid-Lösung 0,1 mol/l, Kaliumiodid-Lösung 0,1 mol/l, Schwefelsäure 1mol/l

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Kaliumbromid, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Natriumhypochlorit

1 Tropfen Kaliumiodid, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Natriumhypochlorit

**8. 7. Oxidation von Iodid-Ionen mit Wasserstoffperoxid**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Wasserstoffperoxid-Lösung 3 %, Kaliumiodid-Lösung 0,1 mol/l, Schwefelsäure 1mol/l

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Kaliumiodid, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Wasserstoffperoxid

**8. 8. Reaktion von Eisen(II)sulfat mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Eisen(II)sulfat-Lösung frisch bereiten: 500 mg Eisen(II)sulfat in 10 ml Wasser lösen,

Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l, Schwefelsäure 1 mol/l, Ammoniumthiocyanat-Lsg.

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Kaliumpermanganat, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Eisen(II)sulfat, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat

**8. 9. Reduktion von Permanganat durch Sulfit bei unterschiedlichen pH-Werten**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Natriumsulfit-Lösung frisch bereiten: 500 mg Natriumsulfit wasserfrei in 10 ml Wasser lösen,

Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l, Natronlauge 1 mol/l, Schwefelsäure 1 mol/l,

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Natriumsulfit, 1 Tropfen Natronlauge, 1 Tropfen Kaliumpermanganat

1 Tropfen Natriumsulfit, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Kaliumpermanganat

**8. 10. Oxidation von Sulfit durch Iod**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Natriumsulfit-Lösung frisch bereiten: 500 mg Natriumsulfit wasserfrei in 10 ml Wasser lösen,

Iod-Lösung 0,05 mol/l, Bariumchlorid-Lösung 0,05 mol/l

***Durchführung:*** schwarze bzw. weiße Unterlage

1 Tropfen Iod, 1 Tropfen Natriumsulfit, 1 Tropfen Bariumchlorid

**Platz 9: Experimente zur Komplexchemie**

**9. 1. Nachweis von Zink-Ionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II)**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte,

Kaliumhexacyanoferrat (II)-Lösung, Zinksulfat-Lösung 0,1 mol/l

***Durchführung:*** schwarze Unterlage

1 Tropfen Zinksulfat, 1 Tropfen Kaliumhexacyanoferrat (II)

**9. 2. Nachweis von Calcium-Ionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II) und Ammoniumchlorid**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Calciumchlorid-Lösung 0,1 mol/l,. Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung, Ammoniumchlorid-Lösung

***Durchführung:*** schwarze Unterlage

1 Tropfen Calciumchlorid, 1 Tropfen Kaliumhexacyanoferrat (II), 1 Tropfen Ammoniumchlorid

**9. 3. Bildung von Kupfertetraminkomplexen**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Glas-Stab

Kupfersulfat-Lösung (Fehling I), Ammoniaklösung 10 %, Schwefelsäure 1 mol /l

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Kupfersulfat, 1 Tropfen Ammoniak,

1 Tropfen Kupfersulfat, 3 Tropfen Ammoniak

1 Tropfen Kupfersulfat, 3 Tropfen Ammoniak, 3 Tropfen Schwefelsäure

**9. 4. Komplexgleichgewicht Eisenthiocyanat**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Glas-Stab,

Ammoniumthiocyanat-Lösung, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,1 mol/l

***Durchführung:*** weiße Unterlage,

1 Tropfen Eisenchlorid, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat,

3 mal 1 Tropfen Wasser auf die Tüpfelplatte, mit Glasstab in die Eisenthiocyanat-Lösung tippen und danach in den Wassertropfen, so dass ein gelber Tropfen resultiert, in den einen Tropfen Ammoniumthiocyanat, in den anderen Tropfen Eisen(III)chlorid, der dritte Tropfen ist Vergleich

**9. 5. Beständigkeit von Eisen (III)thioyanat gegenüber Fluorid-Ionen**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Ammoniumthiocyanat-Lösung, Eisen(III)chlorid-Lösung 0,1 mol/l, Natriumfluorid-Lösung

***Durchführung:***  weiße Unterlage,

1 Tropfen Eisenchlorid, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat, 1 Tropfen Natriumfluorid

1 Tropfen Eisenchlorid, 1 Tropfen Natriumfluorid, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat,

**9. 6. Chloro – und Aquokomplexe des Kupfers *(nicht vorbereitet!)***

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte, Glas-Stab, Tropfpipetten

Salzsäure 37 %, entwässertes Kupfer(II)chlorid: Einen Spatel Kupfer(II)chlorid-2Hydrat und in einem Reagenzglas erhitzen bis zum Farbumschlag nach dunkelbraun, abkühlen lassen, einen langen Glas-Stab mit Zellstoff oder Küchenkrepp umwickeln und vorsichtig das kondensierte Wasser von der oberen Reagenzglaswandung abtupfen.

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Mikrospatel-Spitze Kupferchlorid, 1 Tropfen Wasser. mit Glas-Stab mischen

1 Mikrospatel-Spitze Kupferchlorid, 1 Tropfen Salzsäure. mit Glas-Stab mischen

Zur wässrigen Lösung 2 Tropfen Salzsäure, zur salzsauren Lösung 2 Tropfen Wasser

**9. 7. Beständigkeit von Silberkomplexen**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Silbernitrat-Lösung 1 %, Kaliumchlorid-Lösung 0,1 mol/l, Kaliumbromid-Lösung 0,1 mol/l, Kaliumiodid - Lösung 0,1 mol/l, Ammoniak-Lösung 10 %,

Natriumthiosulfat-Lösung 0,1 mol/l, Salpetersäure 1 mol/l

***Durchführung:*** schwarze Unterlage

1 Tropfen Kaliumchlorid, 1 Tropfen Silbernitrat, 1 Tropfen Ammoniak,

1 Tropfen Salpetersäure

1 Tropfen Kaliumbromid, 1 Tropfen Silbernitrat, 1 Tropfen Ammoniak,

1 Tropfen Salpetersäure

1 Tropfen Kaliumiodid, 1 Tropfen Silbernitrat, 1 Tropfen Ammoniak,

1 Tropfen Salpetersäure

1 Tropfen Kaliumchlorid, 1 Tropfen Silbernitrat, 1 Tropfen Natriumthiosulfat

1 Tropfen Kaliumbromid, 1 Tropfen Silbernitrat, 1 Tropfen Natriumthiosulfat

1 Tropfen Kaliumiodid, 1 Tropfen Silbernitrat, 1 Tropfen Natriumthiosulfat

**Platz 10: Experimente zu Säure-Base-Reaktionen**

**10. 1. Abpuffern von Säuren**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Salzsäure 10 %, Natriumacetat-Lösung gesättigt, Zinkperlen

***Durchführung***: schwarze Unterlage

1 Tropfen Salzsäure, 1 Tropfen Wasser, 1 Zinkperle

1 Tropfen Salzsäure, 1 Tropfen Natriumacetat, 1 Zinkperle

**10. 2. Amphoterie des Aluminiums**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Aluminiumchlorid-Lösung 0,1 mol/l, Ammoniaklösung 10 %, Natronlauge 1 mol/l Salzsäure 1 mol/l, Ammoniumchlorid-Lösung 2 mol/l

***Durchführung:*** schwarze Unterlage

1 Tropfen Aluminiumchlorid, 1 Tropfen Ammoniak, 2 Tropfen Natronlauge

1 Tropfen Aluminiumchlorid, 1 Tropfen Ammoniak, 2 Tropfen Salzsäure

1 Tropfen Aluminiumchlorid, 2 Tropfen Natronlauge, 2 Tropfen Ammoniumchlorid

**10. 3. Hydrolyse von Salzen**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Aluminiumchlorid-Lösung 0,1 mol/l, Natriumchlorid-Lösung 0,1 mol/l,

Natriumcarbonat-Lösung 0,1 mol/l, Universalindikator nach Mc. Crumb

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Aluminiumchlorid, 1 Tropfen Universalindikator

1 Tropfen Natriumchlorid, 1 Tropfen Universalindikator

1 Tropfen Natriumcarbonat, 1 Tropfen Universalindikator

**10. 4. Unedle und edle Metalle**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Salzsäure 10 %, Magnesium, Zink, Eisen, Kupfer als Pulver

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Salzsäure 1 Mikrospatel Magnesium

1 Tropfen Salzsäure 1 Mikrospatel Zink

1 Tropfen Salzsäure 1 Mikrospatel Eisen

1 Tropfen Salzsäure 1 Mikrospatel Kupfer

**10. 5. Unterschiedliche Stärke von Salzsäure und Essigsäure**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Salzsäure 1 mol/l, Salzsäure 0,1 mol/l, Essigsäure 1mol/l, Essigsäure 0,1 mol/l,

Zinkpulver, Thymolblau-Lösung 0,04 %

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Salzsäure 1 mol/l, 1 Mikrospatel Zinkpulver

1 Tropfen Essigsäure 1 mol/l, 1 Mikrospatel Zinkpulver

1 Tropfen Salzsäure 0,1 mol/l, 1 Tropfen Thymolblau

1 Tropfen Essigsäure 0,1 mol/lo, 1 Tropfen Thymolblau

**10. 6. Puffer-Wirkung**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Phosphatpuffer, Acetatpuffer, Natronlauge 0,1 mol/l, Salzsäure 0,1 mol/l,

Indikatoren: Methylrot, Thymolblau, Bromcresolgrün, Bromphenolblau

***Durchführung:*** weiße Unterlage

1 Tropfen Wasser, 1 Tropfen Indikator, 1 Tropfen Natronlauge

1 Tropfen Wasser, 1 Tropfen Indikator, 1 Tropfen Salzsäure

1 Tropfen Acetatpuffer, 1 Tropfen Indikator, 1 Tropfen Natronlauge

1 Tropfen Acetatpuffer, 1 Tropfen Indikator, 1 Tropfen Salzsäure

1 Tropfen Phosphatpuffer, 1 Tropfen Indikator, 1 Tropfen Natronlauge

1 Tropfen Phosphatpuffer, 1 Tropfen Indikator, 1 Tropfen Salzsäure

**Platz 11 Biologie – Specials 1 Traditionelle Nachweisreaktionen**

**11. 1. Nachweis von Stärke**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Stärke, div. Lebensmittel (Puddingpulver, Soßenbinder etc.), Iod-Kaliumiodid-Lösung

***Durchführung***: weiße Unterlage

1 Spatel Stärke, 1Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung

**11. 2. Nachweis von Cellulose**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Watte, Zellstoff, Zinkchlorid-Iod-Lösung

***Durchführung***: weiße Unterlage

1 Bausch Watte, 1Tropfen Zinkchlorid-Iod-Lösung

**11. 3. Nachweis von Glucose**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Glucose, Glucose-Teststreifen

***Durchführung***: weiße Unterlage

1 Tropfen Glucose-Lösung auf Glucose-Teststreifen tropfen, oder eintauchen

***Hinweis:***

Dose nach Entnahme der Teststreifen sofort verschließen, keine Feuchtigkeit an die Teststreifen in der Dose kommen lassen, Teststreifen werden durch Feuchtigkeit unbrauchbar!

**11. 4. Nachweis von Ethanol**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Ethanol 10 Vol%, Ammoniumcer(IV)nitrat-Lösung (10 % in 1 mol/l Salpetersäure)

***Durchführung***: weiße Unterlage

1 Tropfen Ethanol, 1Tropfen Ammoniumcer(IV)nitrat

**11. 5. Nachweis von Eiweiß (Biuret - Probe)**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Eiklar, Kupfersulfat-Lösung (Fehling I), Natronlauge 1 mol/l

***Durchführung***: weiße Unterlage

1 Tropfen Eiklar, 1Tropfen Natronlauge, 1 Tropfen Kupfersulfat-Lösung

**11. 6. Nachweis von Ascorbinsäure**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Ascorbinsäure-Lösung 10 %, Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l, Schwefelsäure 25 %,

Iod-Kaliumiodid-Lösung, Zinkiodid-Stärke-Lösung, Eisen(III)chlorid-Lösung 4 %, Ammoniumthiocyanat-Lösung 5 %

***Durchführung***: weiße Unterlage

1 Tropfen Kaliumpermanganat-Lösung, 1 Tropfen Schwefelsäure, 1 Tropfen Ascorbinsäure

1 Tropfen Iod-Lösung, 1 Tropfen Zinkiodid-Stärke-Lösung, 1 Tropfen Ascorbinsäure

1 Tropfen Eisen(III)chlorid, 1 Tropfen Ammoniumthiocyanat, 1 Tropfen Ascorbinsäure

**11. 7. Experimente zum Thema Enzyme / Nachweis von Katalase in Kartoffeln**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Kartoffel roh und gekocht, Kupfersulfat-Lösung (Fehling I),

Natriumedetat (Chelaplex III, Idranal III, Titriplex III), Wasserstoffperoxid-Lösung 3 %

***Durchführung***: schwarze Unterlage

Versuch 1: 1 Scheibe rohe Kartoffel

Versuch 2: 1 Scheibe gekochte Kartoffel

Versuch 3: 1 Scheibe rohe Kartoffel, 1 Tropfen Kupfersulfat-Lösung

Versuch 4: 1 Scheibe rohe Kartoffel, 1 Tropfen Kupfersulfat-Lösung, 1 Spatel Natriumedetat

Auf alle Ansätze einige Tropfen Wasserstoffperoxid geben

**11. 7. Nachweis von Lignin (Holzstoff)**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster oder Tüpfelplatte

Holz, Zeitungspapier (keine Illustrierte)

p-Nitranilin-Lösung 0,2 % in 25 % Schwefelsäure,

Anilin-Lösung (0,5 ml Anilin in 10 ml 25 % Schwefelsäure lösen, mit Wasser zu 25 ml auffüllen)

Phloroglucin-Lösung, Calciumnitrat-Iod-Lösung (0,1 g Iod mit 0,5 g Kaliumiodid mischen, mit wenigen Tropfen Wasser lösen, 30 g Calciumnitrat und 25 ml Wasser zugeben)

Diphenylamin-Lösung (1 g Diphenylamin in 50 ml Ethanol lösen, 5 ml 37 %ige Salzsäure zugeben

Rezepturen aus Vierteljahreszeitschrift für praktische Pharmazie Jahrgang 1922)

***Durchführung***: schwarze Unterlage

auf Zeitungspapier oder Holz tropfen:

1 Tropfen p-Nitranilin-Lösung

1 Tropfen Anilin-Lösung

1 Tropfen Phloroglucin-Lösung

1 Tropfen Calciumnitrat-Iod-Lösung

1 Tropfen Diphenylamin-Lösung

**Untersuchung von Cola**

***erforderliche Hilfsmittel:***

Tüpfelraster zum Nachweis von Phosphorsäure, Zellkulturplatten oder Tüpfelplatten aus Kunststoff für die modifizierte Fehling-Probe, Tropfpipetten, Messzylinder

Cola, Cola light, stark verdünnte Phosphorsäure, Glucose – Fructose-Lösung, Methylrot-Lösung 0,1 %, Bromthymolblau-Lösung 0,1 %, Phosphat-Reagenz I, Phosphat-Reagenz II, Kupfersulfat-Zitronensäure-Verreibung, Natriumhydroxid, gepulvert evtl. Abflussreiniger

***Durchführung:***

**Vorbereiung:**

***(1) Herstellung einer verdünnten Cola – Lösung zum Nachweis von Phosphorsäure***

1 ml Cola bzw. Cola light wird mit 9 ml destilliertem Wasser verdünnt

***(2) Herstellung verdünnter Methylrot-Lösung:***

In ein Becherglas 25 ml Trinkwasser geben und solange Methylrot-Lösung zugeben, bis eine dunkel-zitronengelbe Farbe resultiert, gegebenenfalls einen Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung zugeben.

keine unverdünnte Indikator- Lösung auf Tüpfelraster tropfen, sonst Ergebnis nicht eindeutig

***(3) Herstellung verdünnter Bromthymolblau-Lösung:***

In ein Becherglas 25 ml Trinkwasser geben und solange Bromthymolblau-Lösung zugeben, bis eine dunkel-grüne Farbe resultiert, gegebenenfalls einen Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung zugeben.

keine unverdünnte Indikator- Lösung auf Tüpfelraster tropfen, sonst Ergebnis nicht eindeutig

**Analytik:**

***Nachweis von Phosphat-Ionen***

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

zu allen Proben 1-2 Tropfen Phosphat T und 1 Tropfen Phosphat II geben

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

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

zu allen Proben 1-2 Tropfen verdünnte Methylrot-Lösung geben

***Nachweis der sauren Reaktion mit Bromthymolblau - Lösung***

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

zu allen Proben 1-2 Tropfen verdünnte Bromthymolblau-Lösung geben

***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

**Hinweise zum Arbeitsschutz:**

● **Die alternative Fehling-Probe niemals auf dem Tüpfelraster!**

● **nur in Tüpfelplatte aus Kunststoff oder in einer Zellkulturplatte (12 Vertiefungen)**

● **Schutzbrille tragen!**

●**Natriumhydroxid entweder frisch in der Reibschale verreiben, oder in einen sehr dicht**

**schließendem Gefäß aufbewahren, da äußerst hygroskopisch**

● **Tüpfelplatte sofort reinigen, nicht stehen lassen**

● **evtl. unter Zusatz von verdünnter Säure Kupfer(I)oxid-Reste lösen**

**Beobachtung**

***Nachweis von Phosphat-Ionen***

sofortiger Farbumschlag nach blau bei Cola und Phosphorsäure,

Blindprobe leicht hellblau

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

Farbumschlag von gelb nach rot bei Cola und stark verdünnter Phosphorsäure

Blindprobe gelbe Farbe bleibt bestehen

***Nachweis der sauren Reaktion mit Bromthymolblau - Lösung***

Farbumschlag von grün nach gelb bei Cola und stark verdünnter Phosphorsäure

Blindprobe grüne Farbe bleibt bestehen

***Nachweis von Zucker***

Farbumschlag von blau nach rotbraun bei Glucose-Fructose-Lösung und Cola

Blindprobe und Cola light: blaue Farbe bleibt bestehen

**Workshop**

**Tüpfelanalytik, eine interessante Möglichkeit zum gefahrlosen und zeitsparenden Experimentieren im Chemieunterricht**

**Theoretische Grundlagen zu den Experimenten**

**Platz 1: Bestimmung des Umschlagsbereiches von pH-Indikatoren**

**Platz 2: Tüpfelreaktionen auf Küchenkrepp**

**Platz 3: Nachweis von Kationen (reine Stoffe)**

3.1. Klassische Kationennachweise

3.2. Kationennachweise mit organischen Spezialreagenzien

**Platz 4: Nachweis von Anionen (reine Stoffe)**

4.1. Klassische Anionen-Nachweise

4.2. Anionen-Nachweise mit organischen Spezialreagenzien

**Platz 5: Nachweis organischer Stoffe und funktioneller Gruppen (reine Stoffe)**

**Platz 6: Ionennachweise in Haushaltsprodukten**

6.1. Aluminium-Nachweis in essigsaurer Tonerde

6.2. Untersuchung eines Alaunstiftes

6.3. Untersuchung von Gips

6.4. Calcium-Nachweis in Brausetabletten

6.5. Nachweis von Carbonat-Ionen

6.6. Nachweis von Chlorid-Ionen

6.7. Iodat-Nachweis im Iod-Salz

6.8. Nachweis von Kalium-Ionen

6.9. Untersuchung von Bittersalz

6.10. Magnesium-Nachweis in Brausetabletten

6.11. Nitrit-Nachweis im Pökelsalz

6.12. Nitrat in Kalisalpeter und Blumendünger

6.13 Nitrat-Nachweis in Radieschen

6.14. Phosphat-Nachweis in Wurst

6.15. Zink in Zinksalbe

**Platz 7: organische Stoffe in Haushaltsprodukten**

7. 1. Ascorbinsäure in Brausetabletten

7. 2. Nachweis von Ethanol

7. 3. Untersuchung von Nagellackentferner

7. 4. Untersuchung von Pinselreiniger

7. 5. Stärkenachweis

**Platz 8: Redoxreaktionen**

8. 1. Reaktion von Wasserstoffperoxid mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung

8. 2. Reaktion von Sulfid-Ionen mit Iod-Lösung

8. 3. Oxidation von Mangan (II)ionen in alkalischer Lösung

8. 4. Redoxverhalten von Nitrat – und Nitrit-Ionen

8. 5. Reduktion von Nitrat zu Nitrit

8. 6. Oxidation von Bromid – und Iodid-Ionen mit Natriumhypochlorit

8. 7. Oxidation von Iodid-Ionen mit Wasserstoffperoxid

8. 8. Reaktion von Eisen(II)sulfat mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung

8. 9. Reduktion von Permanganat durch Sulfit bei unterschiedlichen pH-Werten

8.10.Oxidation von Sulfit durch Iod

**Platz 9: Experimente zur Komplexchemie**

9. 1. Nachweis von Zinkionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II)

9. 2. Nachweis von Calcium-Ionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II) und Ammoniumchlorid

9. 3. Bildung von Kupfertetraminkomplexen

9. 4. Komplexgleichgewicht Eisenthiocyanat

9. 5. Beständigkeit von Eisen (III)thioyanat gegenüber Fluorid-Ionen

9. 6. Chloro – und Aquokomplexe des Kupfers

9. 7. Beständigkeit von Silberkomplexen

**Platz 10: Experimente zu Säure-Base-Reaktionen**

10. 1. Abpuffern von Säuren

10. 2. Amphoterie des Aluminiums

10. 3. Hydrolyse von Salzen

10. 4. Unedle und edle Metalle

10. 5. Unterschiedliche Stärke von Salzsäure und Essigsäure

10. 6. Pufferwirkung

**Theoretische Grundlagen zu den Experimenten**

Das Ziel dieser Übersicht ist es, ganz kurz auf den Chemismus der vorgestellten Reaktionen ein zugehen. Diese ist bewusst ganz knapp gehalten worden. Sie soll lediglich eine Grundlage für die Entscheidung sein, ob das Experiment in Ihrem eigenen Unterricht eingesetzt werden kann

**Platz 1: Bestimmung des Umschlagsbereiches von pH-Indikatoren**

Dieses Experiment kann einerseits zur Einarbeitung in die Methodik der Tüpfelanalytik dienen, andrerseits auch in der Sekundarstufe II wo pH-Indikatoren thematisiert werden. Exaktes Arbeiten kann hier trainiert werden. So ist ein Vergleich mit Literaturwerten möglich.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Bestimmung der Reaktion bzw. auch des pH-Wertes von Stoffen aus dem täglichen Leben. Es können auf die gleiche Weise auch Universalindikatoren getestet werden. Wichtig ist hier, das die Tropfen der Indikator-Lösung möglichst klein ist.

**Platz 2: Tüpfelreaktionen auf Küchenkrepp**

Dieses Experiment wurde auf der Homepage: www. Chemiefachberater. de beschrieben. Dort wurde Filterpapier beschrieben. Wir haben die Experimente modifiziert, anstelle von Filterpapier haben wir Küchenkrepp (bedeutend billiger als Rundfilter) eingesetzt.

**Folgende Redox –, Komplex -, bzw. Fällungsreaktionen werden durchgeführt:**

***Exp. Reaktion Reaktionstyp***

1 Reaktion von Eisen(II) mit Hexacyanoferrat (III) Komplexchemie

2 Reaktion von Eisen(II) mit Thiocyanat Komplexchemie

3 Reaktion von Eisen(II) mit Ammoniak Fällungsreaktion

4 Oxidation von Eisen(II) mit Wasserstoffperoxid

Nachweis von Eisen(III) mit Thiocyanat Redox – u. Komplexchemie

5 Reaktion von Eisen(III) mit Hexacyanoferrat (II) Komplexchemie

6 Reaktion von Eisen(III) mit Thiocyanat Komplexchemie

7 Reaktion von Eisen(III) mit Ammoniak Fällungsreaktion

8 Reaktion von Eisen(III) mit Fluorid und Thiocyanat Komplexchemie

9 Reaktion von Kupfer(II) mit Hexacyanoferrat (II) Komplexchemie

10 Reaktion von Kupfer(II) mit Ammoniak Fällung / Komplexchemie

11 Reaktion von Kupfer und Eisen mit Hexacyanoferrat (II) Komplexchemie

12 Reaktion von Kupfer und Eisen(III) mit Thiocyanat Komplexchemie

13 Reaktion von Kupfer und Eisen(III) mit Ammoniak Fällungsreaktion

14 Reaktion von Kupfer und Eisen mit Fluorid und

Hexacyanoferrat (II) Komplexchemie

15 Reaktion von Permanganat mit Wasserstoffperoxid

in schwefelsaurer Lösung Redoxchemie

16 Reaktion von Eisen(II) mit Permanganat in

schwefelsaurer Lösung Redoxchemie

17 Reaktion von Eisen(II) mit Permanganat in

schwefelsaurer Lösung, Nachweis mit Thiocyanat Redox -/Komplexchemie

18 wie 17, Nachweis mit Hexacyanoferrat (II) Redox - /Komplexchemie

19 Oxidation von Iodid mit Wasserstoffperoxid

In schwefelsaurer Lösung, Iod-Nachweis mit Stärke Redoxchemie

20 Oxidation von Iodid mit Eisen(III) in schwefelsaurer

Lösung, Iod-Nachweis mit Stärke Redoxchemie

**Platz 3: Nachweis von Kationen (Reine Stoffe)**

***3.1. Klassische Kationen-Nachweise***

**Nachweis von Aluminium-Ionen**

Aluminium NaOH Al(OH)3 ↓weiß → Na[Al(OH)4]

NH4OH Al(OH)3 ↓weiß

Gibt man zu einer Aluminium-Salz-Lösung Natronlauge, fällt zunächst weißes gallertartiges Aluminiumhydroxid aus. Bei weiterer Zugabe von Natronlauge löst sich der Niederschlag wieder unter Aluminat-Bildung bei pH > 12. Verwendet man als Fällungsmittel Ammoniak-Lösung wird nur ein pH-Wert von 10 erreicht. Bei diesem pH-Wert bleibt der Niederschlag bestehen.

**Nachweis von Barium-Ionen**

Barium H2SO4 BaSO4 ↓weiß

Barium-Ionen reagieren mit Sulfat-Ionen, es entsteht ein weißer Niederschlag von Bariumsulfat.

**Nachweis von Calcium-Ionen**

Calcium (NH4COO)2 (COO)2Ca ↓weiß

Calcium-Ionen reagieren mit Oxalat-Ionen, es entsteht ein weißer Niederschlag von Calciumoxalat.

**Nachweis von Eisen (III)-Ionen**

Eisen (III) NH4SCN Fe(SCN)3 blutrot

Eisen(III)Ionen reagieren mit Thiocyanat-Ionen, es entsteht blutrotes, lösliches aber undissoziiertes Eisen(III)Thiocyanat. Zweiwertiges Eisen muss mit Wasserstoffperoxid und Salzsäure oxidiert werden. Auch Kaliumhexacyanoferrat (II) gelbes Blutlaugensalz ist geeignet. Es entsteht ein blauer Niederschlag von Berliner Blau.

**Nachweis von Kupfer(II)-Ionen**

Kupfer NH4OH Cu (NH3)4SO4 blau

Kupfer(II) reagiert mit Ammoniak-Lösung. Zunächst wird Kupfer(II)Hydroxid ausgefällt. Die Niederschlag löst sich in weiterer Ammoniak-Lösung unter Bildung von Tetraamin-Sulfat, Die Lösung wird klar und die Farbe wird intensiver.

**Nachweis von Magnesium-Ionen**

Magnesium (NH4)2HPO4 MgNH4PO4 ↓weiß schwarz

Magnesium-Ionen reagieren mit Diammoniumhydrogenphosphat, es entsteht ein weißer Niederschlag von Magnesiumammoniumphosphat.

**Nachweis von Zink-Ionen**

Zink Na2S ZnS ↓weiß schwarz

Zink-Ionen reagieren mit Sulfid-Ionen in neutraler bis basischer Lösung unter Bildung eines weißen Niederschlages von Zinksulfid. Als Fällungsmittel eignet sich eine Natrium-oder Ammoniumsulfid-Lösung. Die erstere Lösung sollte bevorzugt werden, da hier keine Geruchsbelästigung auftritt.

***3.2. Kationen-Nachweise mit organischen Spezialreagenzien***

Organische Reagenzien zur Spurenanalytik sind auch untrennbar mit der Entwicklung der Tüpfelanalytik verbunden. Sie spielten früher eine ganz wesentliche Rolle zur Bestimmung von Konzentrationen im Mikromaßstab. In der professionellen Analytik spielen sie heute eine geringere Rolle, da heute instrumentelle Verfahren etabliert sind. Es gibt aber noch heute spezielle Einsatzgebiete, beispielsweise in der Umweltanalytik vor Ort. So lassen sich geringe Konzentrationen von Ionen gut mit geringem Aufwand fotometrisch bestimmen.

In der folgenden Aufstellung sollen einige Vertreter vorgestellt werden. Diese Reaktionen werden teilweise auch bei visuellen kolorimetrischen Test-Kits zur Wasser – und Bodenuntersuchung eingesetzt.

***Kation Reagenz Ergebnis***

Aluminium Alizarin S /HAc violetter Farblack

Calcium Calconcarbonsäure / NaOH blau → rotviolett

Eisen (II) Asco/ NH4Ac, Dipyridyl rosa Farbkomplex

Eisen (II) Asco/ NH4Ac, Phenanthrolin orangeroter Farbkomplex

Kalium Kalignost K[B(C6H5)4] ↓weiß

Kupfer NH4Citrat / Cuprizon blauer Farbkomplex

Magnesium NaOH / Titangelb roter Farblack

Silber HNO3 / Feigl’s Reagenz rotvioletter Farbkomplex

Zink Xylenolorange / Urotropin Farbumschlag gelb → rot

**Platz 4: Nachweis von Anionen (Reine Stoffe)**

***4.1. Klassische Anionen-Nachweise***

**Nachweis von Bromid - Ionen**

Bromid HNO3 / AgNO3  AgBr ↓gelblich

Bromid-Ionen ergeben mit Silber-Ionen in salpetersaurer Lösung einen gelblichen Niederschlag von Silberbromid

**Nachweis von Carbonat-Ionen**

Carbonat HCl CO2 ↑

Carbonat-Ionen reagieren mit starken Säuren unter Gasentwicklung (Aufbrausen). Es entsteht Kohlendioxid, ein geruchloses Gas.

**Nachweis von Chlorid-Ionen**

Chlorid HNO3 / AgNO3  AgCl ↓weiß

Chlorid-Ionen ergeben mit Silber-Ionen in salpetersaurer Lösung einen weißen, käsigen Niederschlag von Silberchlorid.

**Nachweis von Nitrit-Ionen**

Nitrit H3PO4 / ZnI2 – Stärke blau

Nitrit-Ionen oxidieren in phosphorsaurer Lösung Iodid-Ionen zu elementarem Iod. Diese lässt sich mit Stärke nachweisen. Anstelle der haltbaren Zinkiodid-Stärke-Lösung ist auch Kalium-Iodid-Stärke-Papier einsetzbar.

**Nachweis von Phosphat-Ionen**

Phosphat Magnesiamixtur MgNH4PO4 ↓weiß

Magnesiamixtur ist eine wässrige Lösung. Welche Ammoniak, Magnesiumchlorid und Ammoniumchlorid enthält. Diese Lösung reagiert mit Phosphat-Ionen, es entsteht ein weißer Niederschlag von Ammoniummagnesiumphosphat. Die gleiche Reaktion findet auch beim Nachweis von Magnesium-Ionen mit Diammoniumhydrogenphosphat statt.

**Nachweis von Sulfat-Ionen**

Sulfat HCl / BaCl2 BaSO4 ↓weiß

Sulfat-Ionen ergeben mit Barium-Ionen in salzsaurer Lösung einen weißen Niederschlag von Bariumsulfat.

**Nachweis von Sulfit-Ionen**

Sulfit I2 – Lösung Entfärbung

Durch Iod wird Sulfit zum Sulfat oxidiert. Dies ist an der Entfärbung von Iod-Lösung erkennbar

***4.2. Anionen-Nachweise mit organischen Spezialreagenzien***

Diese Reaktionen wurden ausgewählt, da sie auch bei Wasseruntersuchungskoffern eingesetzt werden. Nitrat lässt sich durch Zink oder Magnesium in saurer Lösung zum Nitrit reduzieren, welchen mit dem haltbaren SN –Reagenz einen roten Azofarbstoff bildet. Dieses Feststoff Reagenz ist im Vergleich zu Lösungen wie Grieß- bzw. Saltzmann-Reagenz jahrelang beständig. Phosphat-Ionen in geringen Konzentrationen ergeben mit Phosphat – Reagenz I und II eine tiefblaue, nach wenigen Augenblicken sich bildende Färbung.

Nitrat SN – Reagenz keine Reaktion

+ Zn oder Mg rotviolette Färbung

Nitrit SN – Reagenz rotviolette Färbung

Phosphat Phosphatreagenz I und II blaue Färbung

**Platz 5: Nachweis organischer Stoffe und funktioneller Gruppen (Reine Stoffe)**

**5.1. Nachweis von Alkoholen mit Ammoniumcer(IV)Nitrat-Lösung:**

1 Tropfen Probelösung wird mit einem Tropfen Ammoniumcer(IV)Nitrat-Lösung gemischt. Es tritt ein Farbumschlag von orange nach tiefrot ein. Die Färbung ist nicht sehr lange beständig, da diese Lösung ein starkes Oxidationsmittel ist und die Alkohole zu Aldehyden oxidiert, dabei tritt Entfärbung ein, da das gelbe Cer (IV)-Ion zum farblosen Cer(III)-Ion reduziert wird.

**5.2. Nachweis von Ascorbinsäure:**

Ascorbinsäure reduziert Eisen(III)-Ionen zu Eisen(II)-Ionen. Dies ist an einer Entfärbung der augenblicklichen Entfärbung einer Eisen(III)Thiocyanat-Lösung erkennbar.

**5.3. Nachweis von Phenolen mit Eisen(III)Chlorid:**

Phenole ergeben Farbreaktionen mit Eisen(IIII)Chlorid. Die Färbung fällt in Abhängigkeit des Struktur unteerschiedlich aus. Als Alternative zum toxikologischen Phenol wird Resorcin (1.3 Dihydroxybenzol) eingesetzt. Auch andere Phenole wären einsetzbar.

**5.4. Nachweise von mehrwertigen Alkoholen mit Kupfersulfat:**

Mehrwertige Alkohole bilden mit Kupfer(II)-Ionen intensiv blaue Farbkomplexe, bei denen nach Zusatz von Natronlauge keine Fällung mehr auftritt. 1 Tropfen Probelösung wird mit einem Tropfen Fehling I versetzt und gemischt, danach werden 2 –3 Tropfen 1 mol/l Natronlauge zugegeben. Die Lösung bleibt klar und es tritt Farbvertiefung bzw. Farbumschlag nach violett ein.

**5.5. Oxidation von primären und sekundären Hydroxylgruppen mit schwefelsaurer Kaliumpermanganat-Lösung:**

**Bei diesem Experiment werden primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole mit schwefelsaurer Kaliumpermanganat-Lösung versetzt. Primäre und sekundäre Alkohole werden nach wenigen Augenblicken entfärbt, es findet Entfärbung statt. Entfärbungszeiten abhängig von der Länge der Kohlenstoff -Kette**

1 Tropfen Probelösung wird mit einem Tropfen schwefelsaurer Kaliumpermanganat-Lösung gemischt. Methanol, Ethanol und 1 – Propanol werden in einigen Minuten entfärbt bzw. tritt ein Farbumschlag nach hellbraun ein. Sofortige Entfärbung tritt bei 2 – Propanol, 1 – Butanol und 2 – Butanol ein. Tertiäre Alkohole (z. B. tert. Butanol) entfärben diese Lösung nicht!

**5.6. Nachweis von Cellulose mit Zinkchlorid-Iod-Lösung (Chlorzink-Iod-Lösung):**

Cellulose ergibt mit Zinkchlorid-Iod- Lösung eine blauschwarze Einschlussverbindung. Die Farbtönung ist von der Struktur der Cellulose abhängig.

**5.7. Aldehyd-Nachweis mit Schiff’s Reagenz:**

Aldehyde reagieren mit Sulfit. Dadurch wird das durch Sulfit reduzierte Fuchsin wieder freigesetzt. 1 Tropfen Probe wird mit einem Tropfen Schiff’s Reagenz gemischt. Eine sofort auftretende rotviolette Färbung zeigt Aldehyde an. Schiffs-Reagenz ist aufgrund des enthaltenen Fuchsins toxikologisch bedenklich, zumal die Konzentration des enthaltenen Fuchsins nicht angegeben ist. Dieses Reagenz war früher kein Gefahrstoff!

**5.8. Nachweis von Mehrfachbindungen mit Baeyer’s Reagenz:**

Baeyers Reagenz ist eine Lösung die Kaliumpermanganat und Natriumcarbonat enthält.

Stoffe mit Doppelbindungen werden zum Diol umgesetzt, ein Farbumschlag nach braun zeigt einen positiven Nachweis. Als Untersuchungsmaterial eignet sich recht gut eine Lösung von Speiseöl oder Olivenöl in Aceton (Konzentration vorher erproben. Das Öl-Aceton-Gemisch ist ei einer gut verschlossenen Flasche längere Zeit haltbar. 1 Tropfen Probe wird mit einem Tropfen Baeyer’s Reagenz gemischt. Es findet ein Farbumschlag nach hellbraun statt.

**5.9. Nachweis von Aceton mit Natriumnitroprussid (Aceton Reagenz):**

1 Tropfen Probe wird mit einer Mikrospatel-Spitze Aceton-Reagenz gemischt. Bei Anwesenheit von Aceton tritt nach wenigen Minuten ein Farbumschlag nach violett auf. Die Farbreaktion beruht auf der Bildung von violetten Isonitrosoaceton. Dieses Reagenz hat gegenüber der Standardmethode nach Legal nicht nur den Vorteil der langen Haltbarkeit, es ist auch wegen dem geringen Anteil an Natriumnitroprussid nicht als giftig eingestuft.

**5.10. Nachweis von Aceton mit der Jodoform-Probe:**

Propanon (Aceton) reagiert mit Natronlauge und Iod-Lösung unter Bildung von Jodoform (Triiodmethan) Es ist ein gelber wasserunlöslicher Feststoff mit den typischen „Apothekengeruch“

CH3-CO – CH3 + 3 I 2 + 4 NaOH → CHI 3 ↓ + CH3COONa + 3 NaI + 3 H2O

**5.11. Nachweis von Oxalsäure:**

Calcium-Ionen bilden mit Oxalat-Ionen einen weiße4n Niederschlaf von Calciumoxalat.

**5.12. Nachweis von Stärke:**

Stärke bildet mit Iod eine blauschwarze Einschlussverbindung, die in der Kälte beständig ist.

Bei der Untersuchung von Haushaltsprodukten sind bei Verwendung modifizierter Stärke auch violette Farbtöne möglich.

**5.13. Nachweis von Milchsäure:**

Milchsäure bildet mit Eisen(III)-Ionen gelbgrünes Eisen-Lactat. Der Farbumschlag ist besser erkennbar, wenn man den Eisen-Resorcin-Komplex als Reagenz einsetzt.

**Platz 6: Ionennachweise in Haushaltsprodukten**

**6.1. Aluminium-Nachweis in essigsaurer Tonerde**

Essigsaure Tonerde, heute Aluminiumaceto-Tartrat- Lösung ist ein altes Hausmittel zur Behandlung von Schwellungen. Der Nachweis von Aluminium-Ionen kann mit Ammoniak oder Alizarin S erfolgen.

**6.2. Untersuchung eines Alaunstiftes**

Kalialaun ist Kaliumaluminiumsulfat. Ein handelsüblicher Alaunstift wird in wenig Wasser gestellt. In der Lösung lassen sich gut Kalium-, Aluminium -, und Sulfat-Ionen machweisen.

**6.3. Untersuchung von Gips**

Gips ist Calciumsulfat, eine wenig wasserlösliche Substanz. In der entstehenden Lösung lassen sich Calcium-Ionen mit Ammoniumoxalat-Lösung aber auch mit Calconcarbonsäure nachweisen, Sulfat-Ionen mit Bariumchlorid.

**6.4. Calcium-Nachweis in Brausetabletten**

Der Nachweis von Calcium-Ionen erfolgt hier am einfachsten in der aufgelösten Tablette mit Calconcarbonsäure. Zum Auflösen der Tablette muss natürlich destilliertes Wasser verwendet werden, keinesfalls Leitungswasser! Soll der Nachweis mit Ammoniumoxalat erfolgen, muss die aufgelöste Tablette (trübe Probelösung) unter Zusatz von Salpetersäure bis zur völligen Klarheit gekocht und anschließend mit Natronlauge neutralisiert werden (Kontrolle mit Universal-Indikator-Papier).

**6.5. Nachweis von Carbonat-Ionen**

Zum Nachweis von Carbonat-Ionen eignen sich viele Haushaltsprodukte beispielsweise Waschpulver, Natron, Soda uns Pottasche.

**6.6. Nachweis von Chlorid-Ionen**

Zum Nachweis von Chlorid-Ionen eignen sich viele Haushaltsprodukte wie Kochsalz, Diätsalz, Suppenwürze (Lösung mit Aktivkohle schütteln und filtrieren)

**6.7. Iodat-Nachweis im Iod-Salz**

Im Iod-Salz liegt das Iod als Iodat vor. Die angesäuerte Lösung wird mit Zinkiodid-Stärke-Lösung versetzt oder auf Kaliumiodid-Stärke-Papier gegeben. Iodat reagiert mit Iodid in saurer Lösung, dabei wird Iod freigesetzt, welches mit Stärke eine blauviolette Einschlussverbindung bildet.

**6.8. Nachweis von Kalium-Ionen**

Der Nachweis erfolgt mit Kalignost. Geeignete Materialien wären Diät-Salz (Kaliumchlorid), Blumendünger, Pottasche.

**6.9. Untersuchung von Bittersalz**

Magnesiumsulfat ist Bittersalz und wird in Baumärkten als Düngemittel angeboten. Der Nachweis von Magnesium-Ionen kann mit Diammoniumhydrogenphosphat aber auch mit Titangelb erfolgen, der Nachweis von Sulfat-Ionen mit Bariumchlorid.

**6.10. Magnesium-Nachweis in Brausetabletten**

Die Brausetablette muss in destilliertem Wasser aufgelöst werden, da Trinkwasser Magnesium enthält. Der Nachweis erfolgt mit Titangelb. Soll der Nachweis mit Diammoniumhydrogen - phosphat erfolgen, ist eine Probevorbereitung erforderlich, siehe Calcium in Brausetabletten.

**6.11. Nitrit-Nachweis im Pökelsalz**

Pökelsalz enthält unter 1 % Natriumnitrit. Der Nachweis von Nitrit-Ionen kann nach Ansäuern mit Essigsäure mit SN- Reagenz erfolgen, nach Ansäuern mit Phosphor- oder Schwefelsäure mit Zinkiodid-Stärke-Lösung bzw. Kaliumiodid-Stärke-Papier.

**6.12. Nitrat in Kalisalpeter und Blumendünger**

Kalisalpeter ist Kaliumnitrat. Der Nachweis ist sehr empfindlich, deshalb wird eine Probelösung aus einer Mikrospatel-Spitze Substanz und 10 ml Wasser.

**6.13. Nitrat - Nachweis im Radieschen**

Wichtig ist, das Radieschen zu schälen, um Fälschungen durch die roten Farbstoffe in der Schale auszuschließen. In der Regel lassen sich Nitrate nachweisen, bei Bio-Ware kann u. U. ein negatives Ergebnis auftreten. Es ist auch möglich, Press-Saft zu untersuchen, indem das geschälte(!) Radieschen mit einer Knoblauchpresse ausgepresst wird.

**6.14. Phosphat-Nachweis in Wurst**

Als Probematerial eignet sich sehr gut die Aufguss-Flüssigkeit von Bockwurst-Konserven-

Der Phosphat –Nachweis erfolgt mit Phosphat-Reagenz I und II.

**6.15. Zink in Zinksalbe**

Zinksalbe wird mit Essigsäure 30 % oder Essigessenz einige Minuten gekocht, danach lässt man abkühlen. Man trennt die wasserunlösliche Salbengrundlage durch dekantieren ab.

**Platz 7: organische Stoffe in Haushaltsprodukten**

**7. 1. Ascorbinsäure in Brausetabletten**

Die Brausetablette kann in Trinkwasser gelöst werden, der Nachweis erfolgt mit Eisen(III)Chlorid und Ammoniumthiocyanat.

**7. 2. Nachweis von Ethanol**

Der Nachweis erfolgt mit Ammoniumcer(IV)Nitrat. Geeignete Materialien wären Spirituosen, Kölnisch Wasser Brennspiritus.

**7. 3. Untersuchung von Nagellackentferner**

Nagellackentferner kann Aceton aber auch Ethylacetat enthalten (siehe Kennzeichnung)

Mittels Tüpfe4lanalytik kann man die Deklaration überprüfen.

**7. 4. Untersuchung von Pinselreiniger**

Pinselreiniger enthält verschiedene Lösungsmittel (Aceton, 2-Propanol, Ethylacetat), welche mittels Tüpfelanalytik nachgewiesen werden können.

**7. 5. Stärkenachweis**

Als Untersuchungsobjekte bieten sich Mehl, Nudeln und Fertiggerichte an. Enthalten diese modifizierte Stärke, kommt es zu abweichenden Ergebnissen im Vergleich zu reiner Stärke.

**Platz 8: Redoxreaktionen**

**8. 1. Reaktion von Wasserstoffperoxid mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung**

Wasserstoffperoxid-Lösung wird Schwefelsäure und Kaliumpermanganat-Lösung (0,02 mol • l-1) versetzt. Es tritt Entfärbung auf.

2 MnO4 - + 6 H+ + 5 H2O2 → 2 Mn 2+ + 5 O2 ↑ + 8 H2O

**8. 2. Reaktion von Sulfid-Ionen mit Iod-Lösung**

Sulfid-Ionen reduzieren Iod-Lösung zum Iodid, dies ist an einer Verschwinden der braunen Farbe erkennbar. Sulfid wird zum elementaren Schwefel oxidiert.

H2S + I2 → 2 HI + S

**8. 3. Oxidation von Mangan (II)-Ionen in alkalischer Lösung**

Mangan(II)-Ionen bilden mit Natronlauge in Gegenwart von Wasserstoffperoxid einen braunschwarzen Niederschlag.

MnSO4 H2O2 + 2 NaOH → MnO(OH)2↓ + Na2SO4 + H2O

**8. 4. Redox-Verhalten von Nitrat – und Nitrit-Ionen**

Nitrat-Ionen verhalten sich gegenüber Kaliumpermanganat-Lösung und Kaliumiodid-Lösung indifferent. Nitrit-Ionen reduzieren in saurer Lösung Permanganat zum farblosen Mangan(II)-Ion, Iodid wird zum Iod oxidiert.

2 KMnO4 + 5 NaNO2 + 3 H2SO4 → 2 MnSO4 + K2SO4 + 5 NaNO3+ H2O

2 NaNO2 + 2 KI + 2 H2SO4 → i2 + K2SO4 + Na2SO4 + 2 NO + 2 H2O

**8. 5. Reduktion von Nitrat zu Nitrit**

Nitrat-Ionen lassen sich aus naszierendem Wasserstoff, welcher in der angesäuerten Reaktionslösung durch Zugabe von Magnesium oder Zink entsteht, zu Nitrit reduzieren.

NO3 - + 2 H → NO2 - + H2O

**8. 6. Oxidation von Bromid – und Iodid-Ionen mit Natriumhypochlorit**

Natriumhypochlorit-Lösung (Chlorbleichlauge) oxidiert in schwefelsaurer Lösung Bromid – und Iodid-Ionen zu elementarem Brom bzw. Iod.

ClO - + 2 H + + 2 Br - → Cl - + Br2 + H2O

ClO - + 2 H + + 2 I - → Cl - + I2 + H2O

**8. 7. Oxidation von Iodid-Ionen mit Wasserstoffperoxid**

In schwefelsaurer Lösung oxidiert Wasserstoffperoxid Iodid-Ionen zu elementarem Iod.

H2O2 + 2 H+ + 2 Br - → 2 H2O + Br 2 ↑

**8. 8. Reaktion von Eisen(II)Sulfat mit Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung**

Kaliumpermanganat oxidiert in schwefelsaurer Lösung Eisen(II)-Ionen zu Eisen(III)-Ionen. Dies ist an der Entfärbung der violetten Kaliumpermanganat-Lösung erkennbar. Die Eisen(III)-Ionen lassen sich mit Ammoniumthiocyanat-Lösung als blutrotes Eisen(III)Thiocyanat nachweisen.

MnO4  - + 5 Fe 2+ + 8 H3O + → Mn 2+ + 5 Fe 3+ + 12 H2O

**8. 9. Reduktion von Permanganat durch Sulfit bei unterschiedlichen pH-Werten**

In alkalischer Lösung lässt sich Kaliumpermanganat bis zur vierwertigen Stufe reduzieren.

2 MnO4 - + 3 SO3 2- + 3 H2O → MnO(OH)2↓ + 3 SO4 2- + 2 OH –

Mangan(IV)oxid-Hydrat fällt als braunschwarzer Niederschlag aus.

In schwefelsaurer Lösung wird Permanganat bis zu Mangan(II)-Ionen reduziert, erkennbar an einer Entfärbung der violetten Lösung.

2 MnO4  - + 5 HSO3- + H +  → 2 Mn 2+ + 5 SO4 2- + 3 H2O

**8.10.Oxidation von Sulfit durch Iod**

Sulfit-Ionen werden durch Iod-Lösung zum Sulfat oxidiert, das Iod zum Iodid reduziert. Die Probelösung wird mit Iod-Lösung versetzt, es findet augenblicklich eine Entfärbung statt.

SO3 2 - + I2 + H2O → SO4 2- + 2 I- + 2 H+

Das gebildete Sulfat wird mit Bariumchlorid-Lösung nachgewiesen.

Ba 2+ + SO4 2- → BaSO4 ↓

**Platz 9: Experimente zur Komplexchemie**

**9. 1. Nachweis von Zinkionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II)**

Zinkionen reagieren mit Kaliumhexacyanoferrat (II)(gelbes Blutlaugensalz) unter Bildung eines schmutzig weißen Niederschlages von Kaliumzinkhexacyanoferrat (II).

Der Niederschlag ist in Salzsäure nicht löslich.

3 Zn2+ + 2 K + + 2 [Fe(CN)6)]4- → K2Zn3[Fe(CN)6] ↓

**9. 2. Nachweis von Calcium-Ionen mit Kaliumhexacyanoferrat (II) und Ammoniumchlorid**

Calcium-Ionen reagieren mit Kaliumhexacyanoferrat (II) in Gegenwart von Ammoniumionen unter Bildung eines weißen Niederschlages von Ammoniumcalciumhexacyanoferrat.

Ca2+ + 2 NH4 + + [Fe(CN)6)]4- → (NH4)2Ca[Fe(CN)6] ↓

Die Prüfung wird so durchgeführt, dass zur Probelösung zuerst die Kaliumhexacyanoferrat-Lösung zugegeben wird, dabei muss die Lösung klar bleiben (Unterschied zu Zink).

Erst nach Zugabe von Ammoniumchlorid-Lösung fällt der Niederschlag aus.

**9. 3. Bildung von Kupfertetramin-Komplexen**

Kupferionen bilden mit konzentrierter Ammoniaklösung zunächst einen blauen Niederschlag von Kupferhydroxid, im Überschuss entsteht dunkelblaues, lösliches Kupfertetraminsulfat.

Durch Zugabe von Schwefelsäure lässt sich der Komplex wieder zerstören.

Cu2+ + 2 OH- → Cu(OH)2 ↓

[Cu(H2O)4]SO4 + 4 NH3 → [Cu(NH3)4)]SO4

hellblau dunkelblau

2 [Cu(NH3)4)]SO4  + H2SO4 → 2 CuSO4 + (NH4)2SO4

dunkelblau hellblau

**9. 4. Komplexgleichgewicht Eisenthiocyanat**

Dreiwertiges Eisen reagiert mit Thiocyanat zu blutrotem, undissoziiertem Eisen (III)Thiocyanat. Durch Verdünnen mit Wasser wird eine Dissoziation erreicht, die Lösung ist hellgelb. Durch Zugabe von Eisen(III)Chlorid-Lösung bzw. Ammoniumthiocyanat-Lösung, wird das Gleichgewicht verändert, es entsteht in beiden Fällen blutrotes undissoziiertes Eisenthiocyanat.

[Fe(H2O)6)] 3- + 6 SCN - ↔ [Fe(SCN)6] 3- + 6 H2O

gelb blutrot

**9. 5. Beständigkeit von Eisen (III)Thioyanat gegenüber Fluorid-Ionen**

Fluorid ist ein stärkerer Komplexbildner als Thiocyanat. Es findet eine Verdrängungsreaktion statt. Dies ist am Farbumschlag von blutrot nach farblos erkennbar, es entsteht Hexafluoroferrat.

[Fe(SCN)6] 3- + 6 F - ↔ [FeF6] 3- + 6 SCN -

blutrot farblos

**9. 6. Chloro – und Aquo-Komplexe des Kupfers**

Der Chloro-Komplex des Kupfers ist gelb bis braun gefärbt, der Aquo-Komplex des Kupfers ist blau. Wasserfreies Kupferchlorid wird mit Salzsäure bzw. Wasser versetzt. Anschließend wird die salzsaure Lösung mit Wasser, die wässrige Lösung mit Salzsäure versetzt.

[Cu(H2O)2]Cl2 +2 HCl ↔ H2[CuCl4] + 2 H2O

blau gelb (grün)

**9. 7. Beständigkeit von Silberkomplexen**

Silberchlorid wird mit Ammoniaklösung versetzt. Es entsteht lösliches Silberdiaminchlorid. Durch Ansäuern mit Salpetersäure lässt sich der Komplex wieder zerstören. Silberchlorid löst sich auch in Natriumthiosulfat-Lösung . Es entsteht lösliches Trinatriumdithiosulfatoargentat. Diese Reaktion findet bei der Schwarz - Weißfotografie Anwendung. Natriumthiosulfat („Fixiersalz“) löst das überschüssige Silberbromid aus dem unbelichteten Stellen des Filmes.

Ag+ + Cl- → AgCl↓

AgCl + 2 NH3 → [Ag(NH3)2]Cl

unlöslich löslich

[Ag(NH3)2)]Cl + HNO3 → NH4NO3 + AgCl↓

AgCl + 2 Na2S2O3 → Na3[Ag(S2O3)2] + NaCl

unlöslich löslich

**Platz 10: Experimente zu Säure-Base-Reaktionen**

**10. 1. Abpuffern von Säuren**

Verdünnte Salzsäure wird einmal mit Wasser und einmal mit gesättigter Natriumacetatlösung gemischt. Zu beiden Lösungen gibt man Magnesium oder Zink und beobachtet die Intensität der Gasentwicklung. Die Konzentration an Hydronium-Ionen der Säure reicht aus, um das Metall unter Wasserstoffentwicklung zu lösen. Durch das Natriumacetat werden die Hydronium-Ionen zum großen Teil verbraucht, es entsteht die schwach dissoziierte Essigsäure. Das Absinken der Konzentration der Hydronium-Ionen bewirkt die bedeutend schwächere Gasentwicklung.

**10. 2. Amphoterie des Aluminiums**

Gibt man zu einer Aluminiumsalzlösung tropfenweise Natronlauge, so wird zunächst Aluminiumhydroxid als weißer, gallertartiger Niederschlag ausgefällt.

Al 3+ + 2 OH - → Al(OH)3 ↓

Dieser Niederschlag löst sich bei weiterer Zugabe von Natronlauge auf, es entsteht lösliches Tetrahydroxoaluminat.

Al(OH)3 + OH - → [Al(OH)4] –

Gibt man zu der entstandenen Aluminat-Lösung Ammoniumchlorid-Lösung (schwache Säure), so wird wieder Aluminiumhydroxid ausgefällt.

[Al(OH)4] –  + H + → Al(OH)3 ↓ + H2O

Gibt man zu einer Aluminiumsalzlösung statt Natronlauge Ammoniaklösung (schwächere Base) findet nur eine Ausfällung von Aluminiumhydroxid statt, eine Wiederauflösung des Niederschlages (Aluminat-Bildung) findet nicht statt.

Aluminiumionen lassen sich in schwach alkalischer Lösung als Hydroxid fällen, in stark alkalischer Lösung wird das Hydroxid als Aluminat gelöst. Aluminiumhydroxid löst sich auch in Salzsäure, es entsteht Aluminiumchlorid. In schwach alkalischer Lösung (pH 9) löst sich das Hydroxid nicht. Dies erreicht man in ammoniakalischer Lösung.

Al 3+ + 3 OH- → Al(OH)3↓ bis pH 9,5

unlöslich

[Al(H2O)6)]Cl3 + 4 NaOH → Na[Al(OH)4] + 3 NaCl + 6 H2O  löslich, pH > 10

**10. 3. Hydrolyse von Salzen**

Aluminiumchlorid-Lösung, Natriumchlorid-Lösung und Natriumcarbonat-Lösung werden mit Universalindikator versetzt und der pH – Wert wird ermittelt.

Beim Auflösen von Aluminiumchlorid in Wasser hydratisieren die Aluminiumionen mit sechs Wassermolekülen, es entsteht der Hexaaquoaluminium-Komplex [Al (H2O)6 ] 3+. Aufgrund der positiven Ladung des Zentralatoms wird ein Proton an ein Wassermolekül abgegeben.

[Al (H2O)6 ] 3+. + H2O → H3O + + [Al(OH) (H2O)5] 2+ + H3O+ Beim Natriumchlorid reagieren weder die Chlorid bzw. die Natriumionen mit Wasser unter Protonenaufnahme bzw. Abgabe. Natriumcarbonat liegt im Wasser als Natrium bzw. Carbonat-Ion vor. Das Carbonat-Ion ist ein Protonenakzeptor, d. h. eine schwache Anionen-Base. Diese reagiert mit Wasser unter Protonenaufnahme. CO3 2- + 2 H2O → H2CO3 + 2 OH – .

Daraus resultiert die basische Reaktion.

Anders gesagt:

***Reaktion des Salzes Stärke der Säure Stärke der Base***

neutral stark stark

sauer stark schwach

basisch schwach stark

**10. 4. Unedle und edle Metalle**

Auf Magnesium, Zink, Eisen und Kupfer werden einige Tropfen 1 mol/l Schwefelsäure gegeben und man beobachtet die Intensität der Gasentwicklung.

Metalle, die ein negativeres Potenzial gegenüber H2 /H + haben, werden von Säuren gelöst.

Zn + 2 HCl → ZnCl2 + 2 H, 2 H + e - → H2 ↑

***Normalpotenziale (Spannungsreihe)***

Mg / Mg2+ - 2,40 V

Zn / Zn 2+ - 0,76 V

Fe / Fe 2+ - 0,44 V

Cu / Cu 2+ + 0,35 V

**10. 5. Unterschiedliche Stärke von Salzsäure und Essigsäure**

Zu 1 mol /l Salzsäure und Essigsäure wird Zink gegeben, man beobachtet die Stärke der Gasentwicklung.

Zu 0,1 mol/l Salzsäure und Essigsäure werden einige Tropfen Thymolblau-Lösung gegeben.

Thymolblau schlägt von pH 1,2 – 2,8 von rot nach gelb um.

Bei Salzsäure Rotfärbung, bei Essigsäure Gelbfärbung

**10. 6. Pufferwirkung**

Das Acetatpuffergemisch enthält äquivalente Mengen schwach dissoziierte Essigsäure und vollständig dissoziiertes Natriumacetat. Der Phosphatpuffer enthält Hydrogenphosphat – und Dihydrogenphosphat-Ionen.

Beim Acetatpuffer reagieren Hydronium-Ionen zu schwach dissoziierter Essigsäure, Hydroxid-Ionen mit Essigsäure zu Acetat und Wasser.

Beim Phosphatpuffer reagieren Protonen mit Hydrogenphosphat, es entsteht Dihydrogenphosphat. Hydroxid-Ionen reagieren mit Dihydrogenphosphat, es entsteht Hydrogen - Phosphat. Bei der Versuchsanleitung werden verschiedene pH-Indikatoren mit Wasser und Puffer versetzt. Dazu gibt man 0,1 mol/ Salzsäure bzw. Natronlauge und beobachtet die Veränderungen.

**Herstellungsvorschriften für die erforderlichen Reagenzien**

***Die in dieser Übersicht beschriebenen Reagenzien sind haltbar, frisch herzustellende Reagenzien finden sich in der Experimentieranleitung.***

**Acetatpuffer für Puffer-Experimente und zum Zink-Nachweis:**

27,2 g Natriumacetat-3hydrat in 50 ml Wasser lösen, 12 ml Eisessig zugeben und mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

##### **Aceton-Reagenz nach AB2 DL – DDR (Dinatriumpentacyanonitrosylferrat RM)**

0,25 g Natriumnitroprussid wird in einer Reibschale mit 50 g Ammoniumsulfat und 50 g wasserfreien Natriumcarbonat sorgfältig miteinander verrieben.

**Alizarin S – Lösung:**

1 g Alizarin S (alizarinsulfonsaures Natrium) wird in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

**Aluminiumchlorid-Lösung 0,1 mol/l:**

2,41 g Aluminiumchlorid - 6hydrat Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Ammoniak-Lösung 10 %:**

40 ml 25 %ige Ammoniaklösung mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Ammoniumacetat-Puffer zum Eisen-Nachweis:**

In einem 100 ml Maßkolben werden 40 g Ammoniumacetat trocken eingewogen, mit sehr wenig Wasser in eine Konsistenz von schmelzendem Schnee gebracht, mit 50 ml Eisessig versetzt und nach Auflösung mit Wasser zur Eichmarke aufgefüllt.

**Ammoniumcer(IV)Nitrat-Lösung:**

14 ml 65 %ige Salpetersäure werden mit 50 ml Wasser gemischt. In dieser Mischung werden 10 g Ammoniumcer(IV)Nitrat gelöst und danach wird mit Wasser zu 100 ml aufgefüllt. .Die Lösung muss in einer Flasche aus braunem Glas aufbewahrt werden. Solange die Lösung gelb gefärbt ist, ist sie verwendbar, eine farblose Lösung ist unbrauchbar!

**Ammoniumchlorid-Lösung 2 mol/l:**

10,7 g Ammoniumchlorid in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Ammoniumcitrat-Lösung (Cu I):**

75 g Citronensäure in 100 ml Wasser lösen, unter Kühlung mit 95 ml 25 %iger Ammoniaklösung versetzen und mit Wasser zu 250 ml auffüllen.

**Ammoniumoxalat-Lösung, essigsauer:**

4 g Ammoniumoxalat werden in einer Mischung von 80 ml Wasser und 5 ml Eisessig weitgehend gelöst und zu 100 ml aufgefüllt. Danach wird die Lösung filtriert.

**Ammoniumthiocyanat-Lösung:**

5 g Ammoniumthiocyanat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Ammoniumthiocyanat-Lösung 0,1 mol/l:**

0,76 g Ammoniumthiocyanat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

##### **Bariumchlorid-Lösung 0,05 mol/l:**

1,22 g Bariumchlorid - 2hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Baeyer’s Reagenz:**

Lösung I: 0,02 mol/l Kaliumpermanganat-Lösung (3,16 g/l)

Lösung II: Natriumcarbonat-Lösung (100 g/l Natriumcarbonat -10hydrat in Wasser)

Vor Gebrauch gleiche Volumenteile Lösung I und II mischen.

**Bromkresolgrün-Lösung:**

100 mg Bromkresolgrün in Ethanol (Brennspiritus) lösen und zu 100 ml auffüllen

**Bromphenolblau-Lösung:**

100 mg Bromphenolblau in Ethanol (Brennspiritus) lösen und zu 100 ml auffüllen

**Bromthymolblau-Lösung:**

100 mg Bromthymolblau in Ethanol (Brennspiritus) lösen und zu 100 ml auffüllen

**Calciumchlorid-Lösung 0,1 mol/l:**

2,19 g Calciumchlorid - 6hydrat Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Calconcarbonsäure-Verreibung:**

1 g Calconcarbonsäure mit 100 g Natriumchlorid in einer Reibschale miteinander verreiben.

**Cuprizon-Lösung (Cu II):**

0,5 g Cuprizon (Oxalsäurebis(cyclohexylidenhydrazid) in 100 ml 50 vol%igen Ethanol unter Erwärmen lösen.

**Diammoniumhydrogenphosphat-Lösung 2,5 mol/l:**

33 g Diammoniumhyrogenphosphat werden in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

**α, α – Dipyridyl-Lösung:**

100 mg α, α - Dipyridyl werden in 10 ml Wasser gelöst.

**Eisen (III)chlorid-Lösung 50 gl/l:**

5 g Eisen (III) Chlorid 6hydrat und 1 ml konzentrierte Salzsäure werden in Wasser gelöst und zu 100 ml im Maßkolben aufgefüllt.

**Eisen (III)Chlorid-Lösung 0,1 mol/l:**

2,72 g Eisen (III) Chlorid -6hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Essigsäure 25 %:**

25 ml Eisessig werden mit Wasser zu 100 ml aufgefüllt.

**Essigsäure 1 mol/l:**

6.0 ml Eisessig mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Essigsäure 0,1 mol/l:**

0,6 ml Eisessig mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Fehling I:**

7 g Kupfersulfat – 5hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Feigl’s Reagenz:**

20 mg Dimethylaminobenzylidenrhodanin werden in 100 ml Aceton gelöst.

**Iod-Kaliumiodid-Lösung nach Lugol:**

1 g Iod wird mit 2g Kaliumiodid trocken gemischt und durch tropfenweisen Zusatz von Wasser in Lösung gebracht. Ist alles gelöst, wird mit Wasser zu 300 ml aufgefüllt.

**Iod-Lösung 0,05 mol/l:**

12,7 g Iod werden mit 25 g Kaliumiodid trocken gemischt und durch tropfenweisen Zusatz von Wasser in Lösung gebracht. Die Auflösung erfolgt endotherm. Ist alles gelöst, wird der Ansatz quantitativ in einen 1000 ml Maßkolben überführt und mit Wasser bis zur Ringmarke aufgefüllt.

**Kalignost – Lösung:**

1 g Kalignost (Natriumtetraphenylboranat) wird in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

Diese Substanz ist nicht ganz billig und die Lösung nicht unbegrenzt haltbar. Es empfiehlt

sich daher, nur das tatsächlich benötigte Volumen der Lösung anzusetzen.

**Kaliumbromid-Lösung 0,1 mol/l:**

1,19 g Kaliumbromid in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Kaliumchlorat-Lösung 0,1 mol/l:**

1,22 g Kaliumchlorat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Kaliumchlorid-Lösung 0,1 mol/l:**

745 mg Kaliumchlorid in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Kaliumhexacyanoferrat (II) - Lösung:**

5 g Kaliumhexacyanoferrat (II) in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Kaliumiodid-Lösung 0,1 mol/l:**

1,66 g Kaliumiodid in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Kaliumpermanganat-Lösung 0,02 mol/l:**

330 mg Kaliumpermanganat werden in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Kupfersulfat-Lösung (Fehling I):**

7 g Kupfersulfat – 5hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Kupfersulfat-Lösung 0,1 mol/l:**

2,5 g Kupfersulfat – 5hydrat werden in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

**Magnesiamixtur:**

10 g Ammoniumchlorid, 10 g Magnesiumchlorid – 6hydrat und 5 ml 25 %ige Ammoniaklösung werden mit Wasser zu 100 ml aufgefüllt.

**Mangansulfat-Lösung 0,1 mol/l:**

1.69 g Mangan(II)Sulfat-Monohydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Methylorange-Lösung:**

100 mg Methylorange in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Methylrot-Lösung:**

100 mg Methylrot in Ethanol (Brennspiritus) lösen und zu 100 ml auffüllen

**Natriumacetat-Lösung gesättigt:**

65 g Natriumacetat-3hydrat werden mit 100 ml Wasser kräftig durchgeschüttelt.

Bei Bedarf wird benötigte Menge durch Filtration vom Bodensatz abgetrennt.

**Natriumcarbonat-Lösung 0,1 mol/l:**

2,86 g Natriumcarbonat-10hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Natriumchlorid-Lösung 0,1 mol/l:**

584 mg Natriumchlorid in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Natriumfluorid-Lösung gesättigt:**

5 g Natriumfluorid wird mit 100 ml Wasser kräftig durchgeschüttelt.

Bei Bedarf wird benötigte Menge durch Filtration vom Bodensatz abgetrennt.

**Dinatriumhydrogenphosphat-Lösung 0,1 mol/l:**

1,78 g Dinatriumhydrogenphosphat-2hydrat oder 3,58 g Dinatriumhydrogenphosphat-10hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Natriumnitrat-Lösung 0,1mol/l:**

849 mg Natriumnitrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Natriumnitrit-Lösung 0,1mol/l:**

690 mg Natriumnitrit in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Natriumsulfid-Lösung (DAB 6):**

5 g kristallisiertes Natriumsulfid in einer Mischung aus 10 ml Wasser und 30 ml Glycerin

(85 %) lösen. Das Natriumsulfid muss farblos wie Eis sein, sonst mit wenig destilliertem Wasser mehrmals alle gelben Verunreinigungen abspülen. Die Lösung ist haltbar und ist durch Glycerin stabilisiert. Die Lösung wird in eine gut verschlossene Flasche gefüllt und nach einigen Tagen über ein angefeuchtetes Wattefilter filtriert und in 10 ml Tropfflaschen abgefüllt. **Wattefilter:** in das Trichterrohr Watte stopfen, dient zur Entfernung von Schwermetall-Verunreinigungen.

**Natriumthiosulfat-Lösung 0,1 mol/l:**

2,48 g Natriumthiosulfat-5hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Natronlauge 1 mol/l:**

4 g Natriumhydroxid oder 10 ml 33 %ige Natronlauge (D = 1,36 g/l, 11 mol/l) oder 6 ml

45 %ige Natronlauge (D = 1,47 g/l, 17 mol/l) mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Natronlauge 0,1 mol/l:**

10 ml Natronlauge 1 mol/l mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Nitrit-Reagenz:**

0,3 g Naphthylethylendiammoniumdichlorid, 1,5 g Sulfanilsäure und 100 g Natriumchlorid sorgfältig miteinander in einer Reibschale verreiben. Reagenz in einer dicht verschlossenen Braunglasflasche aufbewahren. Das Reagenz ist sehr empfindlich gegenüber Feuchtigkeit, deshalb nur mit einem absolut trockenen Spatel entnehmen. ***Feuchtigkeit macht das Reagenz unbrauchbar!!!***  Reagenz wird nach längerer Lagerung dunkler, bleibt aber verwendbar.

**Oxalsäure-Lösung 0.5 mol/l:**

6,3 g Oxalsäure 2hydrat werden in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Oxalsäure-Lösung 0.05 mol/l:**

0,63 g Oxalsäure 2hydrat werden in Wasser gelöst und zu 1000 ml aufgefüllt.

**1.10 Phenanthrolin-Lösung:**

100 mg 1.10 Phenanthrolin werden in 10 ml Wasser gelöst.

**Phenolphthalein-Lösung:**

100 mg Phenolphthalein in Ethanol (Brennspiritus) lösen und zu 100 ml auffüllen.

**pH-Indikatoren (Einzelindikatoren)**

***Stammlösungen 1mg/ml = 1 g/l***

Alizarin 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Alizarin S 100 mg in 100 ml destilliertem Wasser lösen

Alizaringelb GG 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Bromkresolgrün 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Bromcresolpurpur 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Bromphenolblau 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Bromthymolblau 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

o-Cresolphthalein 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Cresolrot 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Dimethylgelb 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Indigocarmin 100 mg in 100 ml destilliertem Wasser lösen

Metanilgelb 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Methylorange 100 mg in 100 ml destilliertem Wasser lösen

Methylrot 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Naphtholphthalein 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Neutralrot 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Nitrazingelb 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

4-Nitrophenol 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Phenolrot 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Phenolphthalein 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Salicylgelb (Alizaringelb GG) 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Thymolblau 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

Thymolphthalein 100 mg in 100 ml Ethanol lösen

***Für die Experimente auf der Tüpfelplatte werden 2,5 ml Stammlösung mit Ethanol (Brennspiritus) zu 10 ml aufgefüllt.***

**Phosphatpuffer für Puffer-Experimente:**

22,8 g Dikaliumhydrogenphosphat und 13,6 g Kaliumdihydrogenphosphat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Phosphatreagenz I:**

2,5 g Ammoniummolybdat in 100 ml destilliertem Wasser lösen, 16,5 ml konzentrierter Schwefelsäure zugeben und mit destilliertem Wasser zu 250 ml auffüllen

**Phosphatreagenz II:**

2,5 gZinn (II)Chlorid - 2hydrat in 100 ml Glycerin lösen

**Phosphorsäure 25 %:**

20 ml 85 %ige Phosphorsäure (D = 1,7 g/ml, 14,65 mol/l) mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Pufferlösungen**

**pH 1 - 13 (1 pH -Einheit)**

***Die angegebenen Substanzen sind in Wasser zu lösen und auf 1000 ml aufzufüllen.***

**pH - Wert Substanzen auf 1000 ml auffüllen**

**pH 1,00:**  3,73 g Kaliumchlorid und 134 ml 1 mol/l Salzsäure

**pH 2,00:**  6,43 g Citronensäure - Monohydrat, 3,58 g Natriumchlorid

und 8,2 ml 1 mol/l Salzsäure

**pH 3,00:** 8,47 g Citronensäure - Monohydrat, 3,49 g Natriumchlorid

und 20,6 ml 1 mol/l Natronlauge

**pH 4,00:** 11,76 g Citronensäure - Monohydrat, 2,57 g Natriumchlorid

und 68,0 ml 1 mol/l Natronlauge

**pH 5,00:** 20,26 g Citronensäure -Monohydrat und 194,6 ml 1 mol/l Natronlauge

**pH 6,00:** 12,53 g Citronensäure - Monohydrat und 159,6 ml 1 mol/l Natronlauge

**pH 7,00:** 3,52 g Kaliumdihydrogenphosphat und 7,26 g Dinatriumhydrogenphosphat -

2hydrat

**pH 8,00:** 4,77 g Natriumtetraborat - 10hydrat und 20,5 ml 1 mol/l Salzsäure

**pH 9,00:** 4,77 g Natriumtetraborat - 10hydrat und 4, 6 ml 1 mol/l Salzsäure

**pH 10,00:** 4,77 g Natriumtetraborat - 10hydrat und 18,3 ml 1 mol/l Natronlauge

**pH 11,00:** 3,84 g Glycin, 2,99 g Natriumchlorid und 48,9 ml 1 mol/l Natronlauge

**pH 12,00:** 3,42 g Glycin, 2,67 g Natriumchlorid und 54,5 ml 1 mol/l Natronlauge

**pH 13,00:** 0,375 g Glycin, 0,222 g Natriumchlorid und 95,0 ml 1 mol/l Natronlauge

**Salpetersäure 1 mol/l:**

7, 0 ml 65 %ige Salpetersäure (D = 1,4 g/ml, 15 mol/l) mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Salzsäure 10 %:**

24 ml 37 %ige Salzsäure (D = 1,19 g/ml, 12 mol/l) mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Salzsäure 1 mol/l:**

8, 3 ml 37 %ige Salzsäure (D = 1,19 g/ml, 12 mol/l) mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Salzsäure 0,1 mol/l:**

10 ml Salzsäure 1 mol/l mit Wasser zu 100 ml auffüllen.

**Schiff’s Reagenz:**

0,5 g Fuchsin werden in 15 ml 1 mol/l Salzsäure gelöst und mit einer Lösung von 0,5 – 1 g Kalium – oder Natriumdisulfit gemischt. Den Ansatz 24 Stunden dunkel stehen lassen und danach mit 0,5 g gepulverter Aktivkohle durchschütteln und filtrieren, bis er völlig farblos ist.

Das Reagenz sollte, wenn möglich fertig gekauft werden, da Fuchsin als cancerogene Substanz eingestuft ist!!

**Schwefelsaure Kaliumpermanganat-Lösung:**

Lösung I: 0,02 mol/l Kaliumpermanganat-Lösung

Lösung II: 3 mol(l Schwefelsäure

Bei Bedarf werden 1 Volumenteil Lösung mit 3 Volumenteilen Lösung II gemischt.

**Schwefelsäure 3 mol/l:**

16,5 ml 96 %ige Schwefelsäure werden mit Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

**Schwefelsäure 1 mol/l:**

5,6 ml 96 %ige Schwefelsäure werden Wasser auf 100 ml auffüllen.

**1 %ige Silbernitrat-Lösung:**

1 g Silbernitrat in destilliertem Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen. Braunglasflasche !!!

**Thymolblau-Lösung:**

100 mg Thymolblau in Ethanol (Brennspiritus) lösen und zu 100 ml auffüllen

**Titangelb-Lösung:**

100 mg Titangelb werden in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

**Universalindikator nach Mc. Crumb modifiziert:**

20 mg Methylrot, 20 mg Phenolphthalein, 40 mg Thymolblau und 40 mg Bromthymolblau werden in einer Reibschale mit 2 ml 0,1 mol/l Natronlauge verrieben. Mit Leitungswasser wird der Inhalt der Reibschale quantitativ in einen 100 ml Maßkolben, welcher 20 ml Ethanol (Brennspiritus) enthält, überführt. Nach gutem Mischen wird mit Leitungswasser bis zum Eichstrich aufgefüllt. Die Lösung muss dunkelgrün gefärbt sein.

**6 %ige Wasserstoffperoxid-Lösung:**

10 ml 30 %iges Wasserstoffperoxid werden mit Wasser zu 50 ml aufgefüllt.

**3 %ige Wasserstoffperoxid-Lösung:**

10 ml 30 %iges Wasserstoffperoxid werden mit Wasser zu 100 ml aufgefüllt.

**Xylenolorange-Verreibung:**

1 g Xylenolorange mit 100 g Natriumchlorid in einer Reibschale sorgfältig miteinander verreiben.

**Zinkchlorid-Iod-Lösung (Chlor-Zink-Iod) zum Cellulose-Nachweis nach Behrens:**

20 g Zinkchlorid und 6,5 g Kaliumiodid werden in 10,5 ml Wasser gelöst. Nach Zusatz von 0,5 g Iod wird 15 min lang geschüttelt und falls erforderlich filtriert.

**Zinkiodid-Stärke-Lösung:**

Diese Lösung ist handelsüblich, eine Selbstherstellung kann nach folgender Rezeptur erfolgen

Rezeptur des DAB 6, (Originaltext)

„4 g lösliche Stärke und 20 g Zinkchlorid werden in 100 ccm siedenden Wasser gelöst.

Der erkalteten Flüssigkeit wird die farblose, durch Erwärmen frisch bereitete Lösung

von 1 g Zinkfeile und 2 g Jod in 10 ccm Wasser hinzugefügt, hierauf die Flüssigkeit

zu 1 Liter verdünnt und filtriert. Jodzinkstärkelösung ist farblos, nur wenig opaleszierend. Eine Mischung aus 1 ccm Jodzinkstärkelösung und 20 ccm Wasser darf sich nach Zusatz von verdünnter (1 + 5) Schwefelsäure nicht blau färben, muß aber durch 1 Tropfen Jodlösung (1/10 Normal) stark blau gefärbt werden.“

**Hinweise:**

Kartoffelstärke in Wasser einrühren, wie Puddingpulver. Diese Suspension ist unter Umrühren mit einem Glas-Stab in die kochende Zinkchlorid-Lösung einzutragen und aufzukochen. 1,5 - 2 g Zinkstaub und 2 g Iod werden in einem 50 ml Becherglas mit 10 ml Wasser solange erwärmt, bis die braune Iod-Farbe verschwunden ist. Es muss noch ein wenig Zink in der Lösung sein. Erst am nächsten Tag vereinigt man beide Lösungen und füllt im Maßkolben auf 1000 ml auf. Eine leichte Blaufärbung ist durch tropfenweise Zugabe von 0,1 mol/l Natriumthiosulfat-Lösung unter Umschütteln zu beseitigen.

**Zinksulfat-Lösung 0,1 mol/l:**

2,78 g Zinksulfat – 7hydrat in Wasser lösen und zu 100 ml auffüllen.

**Cola auf der Tüpfelplatte**

**Theoretische Grundlagen**

Die Untersuchung von Cola ist ein beliebtes Thema in einem alltagsbezogenen Chemieunterricht. Dabei geht es vor allem um den Nachweis von Phosphorsäure als Bestandteil und die Unterscheidung von Cola classic und Cola light durch den Nachweis von Zucker. Cola ist eine dunkelbraun gefärbte Flüssigkeit, die in der Schule klassische Messung des pH-Wertes mit Universalindikator versagt hier völlig. Versuche die Cola mit Aktivkohle zu entfärben führen nicht immer zum gewünschten Erfolg, abhängig von der Cola-Sorte und der verwendeten Aktivkohle. Der Phosphatnachweis mit salpetersaurer Ammoniummolybdat-Lösung ist nicht unbedingt als Schülerexperiment zu empfehlen, vor allem bei Präsentationen außerhalb des Fachraumes. Zum Nachweis der sauren Reaktion wird eine verdünnte Cola-Lösung eingesetzt. Als Indikatoren eignen sich besonders Methylrot und Bromthymolblau. Zur Funktionsprüfung der Reagenzien wird eine sehr stark verdünnte Phosphorsäure-Lösung eingesetzt, deren Konzentration dem Cola-Getränk entspricht. Zum Nachweis von Phosphat-Ionen wird die Molybdänblau-Reaktion eingesetzt, die auch zur Bestimmung der Phosphat-Konzentration im Wasser verwendet wird. Der Nachweis von Zucker erfolgt mit einer modifizierten Fehling-Probe, wo ein Erhitzen mit einem Brenner nicht erforderlich ist.

**Geräte und Chemikalien**

Tüpfelraster zum Nachweis von Phosphorsäure, Zellkulturplatten oder Tüpfelplatten aus Kunststoff für die modifizierte Fehling-Probe, Tropfpipetten, Messzylinder

Cola, Cola light,

stark verdünnte Phosphorsäure, Glucose – Fructose-Lösung, Methylrot-Lösung 0,1 %, Bromthymolblau-Lösung 0,1 %, Phosphat-Reagenz I, Phosphat-Reagenz II, Kupfersulfat-Zitronensäure-Verreibung, Natriumhydroxid, gepulvert evtl. Abflussreiniger (erproben!!)

**Durchführung**

***Herstellung einer verdünnten Cola – Lösung zum Nachweis von Phosphorsäure***

1 ml Cola bzw. Cola light wird mit 9 ml destilliertem Wasser verdünnt

***Herstellung verdünnter Methylrot-Lösung:***

In ein Becherglas 25 ml Trinkwasser geben und solange Methylrot-Lösung zugeben, bis eine dunkel-zitronengelbe Farbe resultiert, gegebenenfalls einen Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung zugeben.

Wenn unverdünnte alkoholische Lösung auf das Tüpfelraster getropft wird, kann es zu einem nicht eindeutigen Ergebnis kommen!

***Herstellung verdünnter Bromthymolblau-Lösung:***

In ein Becherglas 25 ml Trinkwasser geben und solange Bromthymolblau-Lösung zugeben, bis eine dunkel-grüne Farbe resultiert, gegebenenfalls einen Tropfen gesättigte Natriumhydrogencarbonat-Lösung zugeben.

Wenn unverdünnte alkoholische Lösung auf das Tüpfelraster getropft wird, kann es zu einem nicht eindeutigen Ergebnis kommen!

***Nachweis von Phosphat-Ionen***

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

zu allen Proben 1-2 Tropfen Phosphat T und 1 Tropfen Phosphat II geben

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

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

zu allen Proben 1-2 Tropfen verdünnte Methylrot-Lösung geben

***Nachweis der sauren Reaktion mit Bromthymolblau - Lösung***

auf Tüpfelraster (weiße Unterlage) tropfen:

1 Tropfen stark verdünnte Phosphorsäure (positive Kontrolle)

1 Tropfen destilliertes Wasser (negative Kontrolle)

1 Tropfen verdünnte Cola

1 Tropfen verdünnte Cola light

zu allen Proben 1-2 Tropfen verdünnte Bromthymolblau-Lösung geben

***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

**Hinweise zum Arbeitsschutz:**

● **alternative Fehling-Probe niemals auf dem Tüpfelraster, nur auf Tüpfelplatte aus**

**Kunststoff oder in einer Zellkulturplatte (12 Vertiefungen)**

● **Schutzbrille tragen!**

●**Natriumhydroxid entweder frisch in der Reibschale verreiben, oder in einen sehr dicht**

**schließendem Gefäß aufbewahren, da äußerst hygroskopisch**

● **Tüpfelplatte sofort reinigen, nicht stehen lassen**

● **evtl. unter Zusatz von verdünnter Säure Kupfer(I)oxid-Reste lösen**

**Beobachtung**

***Nachweis von Phosphat-Ionen***

sofortiger Farbumschlag nach blau bei Cola und Phosphorsäure,

Blindprobe leicht hellblau

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

Farbumschlag von gelb nach rot bei Cola und stark verdünnter Phosphorsäure

Blindprobe gelbe Farbe bleibt bestehen

***Nachweis der sauren Reaktion mit Bromthymolblau - Lösung***

Farbumschlag von grün nach gelb bei Cola und stark verdünnter Phosphorsäure

Blindprobe grüne Farbe bleibt bestehen

***Nachweis von Zucker***

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

Farbumschlag von blau nach rotbraun bei Glucose-Fructose-Lösung

Blindprobe und Cola light: blaue Farbe bleibt bestehen

**Herstellungsvorschriften für die Reagenzien (Cola-Projekt)**

**Bromthymolblau - Lösung:**

0,1 g Bromthymolblau werden in 20 ml Ethanol (Brennspiritus) gelöst und zu 100 ml mit Wasser aufgefüllt.

**Glucose-Fructose - Lösung:**

5 g Glucose und 5 g Fructose werden in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

**Kupfersulfat – Zitronensäure-Verreibung (Fehling – alternativ) :**

10 g Kupfersulfat 5 Hydrat wird mit 30 g Zitronensäure sorgfältig miteinander in einer Reibschale verrieben. Zitronensäure kann durch die gleiche Masse Weinsäure ersetzt werden.

**Methylrot - Lösung:**

0,1 g Methylrot werden in 20 ml Ethanol (Brennspiritus) gelöst und zu 100 ml mit Wasser aufgefüllt. Es ist auch möglich 100 mg Methylrot-Natriumsalz in Wasser zu lösen und mit Wasser zu 100 ml aufzufüllen.

**Phosphat - Reagenz I:**

2,5 g Ammoniummolybdat werden in 100 ml destilliertem Wasser gelöst mit 100 ml 25 %iger Schwefelsäure oder 16,5 ml konzentrierter Schwefelsäure versetzt und mit destilliertem Wasser zu 250 ml aufgefüllt.

**Phosphat-Reagenz II:**

2,5 g Zinn(II)chlorid-2 Hydrat werden in 100 ml Glycerin gelöst.

**Phosphorsäure, stark verdünnt:**

3 Tropfen 85 %ige Säure werden in Wasser gelöst und zu 100 ml aufgefüllt.

**Bezugsquellen:**

**10 ml Augentropfen-Flaschen**

Fa. Zscheile & Klinger Terpenring 6, 22419 Hamburg

Tel.: 040 / 85 63 69, Fax: 040 / 85 85 79, www. zscheile-klinger.de

10 ml Flasche: Artikelnummer: 47601, Tropfeinsätze: Artikelnummer: 47631

Originalitätsverschluss: Artikelnummer: 47632

Wichtig: Flasche wird nicht komplett montiert geliefert, es muss immer Flasche, Schraubkappe und Tropfeinsatz bestellt werden

Carolina Science GmbH Herr Benjamin Thomas, Kelchstraße 31, 12169 Berlin

Tel.: 030 / 838 50 683, Fax: 030 / 838 50 684 www. carolina-science.de

Hier werden die Flaschen komplett montiert geliefert

**Tüpfelplatten aus Kunststoff**

Comboplate

Conatex Lernsysteme Kirkel, www. conatex,com