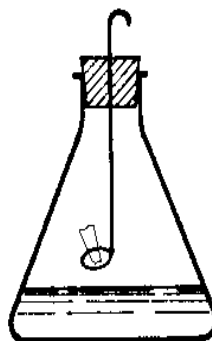




**Prinzip**

Die chlorhaltige Substanz wird verbrannt, wobei Chlorwasserstoff entsteht. Da Chlorwasserstoff sich leicht in Wasser löst, kann man die entstehenden Chloridionen durch Titration mit Silberionen bestimmen.

**Aufbau  
und  
Vorbe-  
reitung**



**Benötigte Geräte**

- Erlenmeyerkolben, 250 mL
- Phosphorlöffel mit Stopfen
- Filterpapier
- Titrierstativ
- Bürette, 25 mL
- Pipette
- „Wiegestopfen“ als Wägehilfe

- Schutzbrille
- Becherglas, 250 mL
- Gelatinekapsel
- Magnetrührer
- Magnetfisch
- Waage (200g/0,001g)

**Verwendete Chemikalien**

- destilliertes Wasser
- Sauerstoffflasche
- Kaliumchromatlösung, w = 5%
- Silbernitratlösung, c = 0,1 mol/L
- Analysensubstanz
- UHU

**Durch-  
führung**

Die Gelatinekapsel wird in einem "Wiegestopfen" auf die Waage gestellt. Auf der Waage werden 50 - 100 mg der Analysensubstanz eingewogen und der Wert notiert. Die Kapsel wird zusammen mit Filterpapier (als Lunte) in die Gelatinekapsel geklebt. Als Klebstoff verwendet man UHU, da es fast kein Chlor enthält. Nun wird der Erlenmeyerkolben ca. 3cm hoch mit destilliertem Wasser gefüllt und Sauerstoff eingeleitet. Die Lunte aus Filterpapier wird angezündet und der Phosphorlöffel wird in den Erlenmeyerkolben eingeführt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass der Stopfen die Apparatur dicht abschließt. Da bei der Verbrennung das Gas Chlorwasserstoff entsteht und sich der Druck in der Apparatur erhöht, muss der Stopfen während der Reaktion festgedrückt werden, um ein ungewolltes Öffnen des Kolbens zu verhindern. Ist die Substanz vollständig verbrannt, wird das entstandene Chlorwasserstoffgas durch Schütteln des Erlenmeyerkolbens in Wasser gelöst. Die nun vorliegende Salzsäure wird durch Titration mit Silbernitratlösung (c = 0.1 mol/L) bestimmt. Als Indikator wird Kaliumchromat (gelb) verwendet, welches am Äquivalenzpunkt braunes Silberchromat bildet.

Einwaage (Substanz) m		g	Verbrauch (AgNO <sub>3</sub> ): V		L
-----------------------	--	---	-----------------------------------	--	---

**Aus-  
wertung**

Reaktionsgleichung für die Titration:  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$  weißer Nd.

Indikator:  $2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$  rotbrauner Nd.

1.) Masse gebundenes Chlor:

$$m(\text{Cl}) = c \cdot V \cdot M(\text{Cl}) = 0,1 \text{ mol/L} \cdot V \cdot 35,5 \text{ g/mol} = \frac{3,55 \text{ g}}{\text{L}} \cdot V$$

2.) Massenanteil an Chlor  $w(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{m(\text{Substanz})} \cdot 100 \%$

3) Anzahl x der Chloratome: Für diese Rechnung muss die molare Masse M der Substanz bekannt sein (z.B. Arbeitsblatt L07/L08):

$$x(\text{Chloratome}) = \frac{w(\text{Cl}) \cdot M(\text{Substanz})}{100\% \cdot M(\text{Cl})}$$



4) Fehlerbetrachtung (falls dem Lehrer die richtige Lösung bekannt ist):

$$c_{\%} = \frac{\text{Sollwert} - \text{Istwert}}{\text{Sollwert}} \cdot 100 \%$$

#### Beispiel für eine Auswertung

eingewogene Masse Analysesubstanz: 0,06 g  
 Verbrauch an  $\text{AgNO}_3$  ( $c = 0.1 \text{ mol/L}$ ): 15,6 mL = 0,0156 L  
 Molare Masse der Substanz: 153,8 g/mol  
 Molare Masse von Chlor : 35,5 g/mol

Durch Anwendung der Gleichungen (siehe oben) erhält man:

$$m(\text{Cl}) = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,0156 \text{ L} \cdot 35,5 \text{ g/mol} = 0,0554 \text{ g}$$

$$w(\text{Cl}) = (0,0554 \text{ g} / 0,06 \text{ g}) \cdot 100 \% = 92,3 \%$$

$X(\text{Cl}) = (92,3 \% \cdot 153,8 \text{ g/mol}) / (100 \% \cdot 35,5 \text{ g/mol}) \approx 3,998 = 4$ .  
 Die Verbindung enthält 4 Chlor Atome (Tetrachlormethan)

#### Bromanalyse nach Schöniger

Die Analyse von Brom verläuft nach dem gleichen Schema wie die von Chlor. Da bei der Reaktion aber auch neutrales Brom entsteht, gibt man etwa 3-5 Tropfen 3% Wasserstoffperoxidlösung hinzu, um das Brom umzuwandeln. Die braune Farbe des Broms muss verschwinden. Um nun das überschüssige  $\text{H}_2\text{O}_2$  zu entfernen, kocht man kurz auf.

Bei der Auswertung muss nun selbstverständlich die molare Masse von Chlor (35,5 g/mol), durch die von Brom (126,9g/mol) ersetzt werden. Ansonsten ändert sich nichts an dem Analyseverfahren.

#### Schöniger- Analyse von Verbindungen, die sowohl Brom als auch Chlor enthalten

Die Analyse verläuft sehr ähnlich. Statt des Wassers legt man 40 mL NaOH ( $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ) und  $\text{H}_2\text{O}_2$  ( $V = 0,1 \text{ mL}$ ;  $w = 3 \%$ ) vor. Nach der Verbrennung schüttelt man, gibt Salpetersäure ( $V = 5 \text{ mL}$ ;  $c = 2 \text{ mol/L}$ ) zu und schüttelt erneut.

Die Titration erfolgt nun nicht gegen einen Indikator, sondern potenziometrisch mit einem Silberblech gegen eine Halbzelle mit bekanntem Potenzial (Kalomelelektrode etc.); siehe z.B.: Arbeitsblatt E04.

Tipps:

Beachten:



Entsorgung

Ausguss (nach evtl. Neutralisation)

Literatur

H..J. Schmidt et.al. Einfache Kohlenstoffverbindungen, Aulis Verlag, Deubner, Köln, 1977