

## Bestimmung der Gesamthärte in Wasser mittels komplexometrischer Titration

### 1. Aufgabe

- Bestimmen Sie den Titer der 0.01 mol/L EDTA-Lösung.
- Bestimmen Sie die Gesamthärte der Proben in mmol/L.
- Verlangt wird eine 3-fach Bestimmung mit der Angabe der Standardabweichung und des Variationskoeffizienten.
- Alle Rohdaten, Berechnungen und Resultate sind auf dem „Resultateblatt“ aufzuführen. Es wird kein zusätzliches Protokoll verlangt.

### 2. Prinzip

Als Gesamthärte wird der Gehalt eines Wassers an Erdalkali-Ionen, insbesondere an Calcium und Magnesium, ausgedrückt in mmol/L bezeichnet. Die Probe wird mit Boratpuffer auf pH10 eingestellt und mit EDTA gegen Eriochromschwarz T als Indikator von weinrot / violett auf reinblau titriert.

### 3. Probe

- GA 1.3x

### 4. Reagenzien

- Entionisiertes Wasser ausgekocht, im folgenden Wasser genannt (frisch herzustellen).
- Titriplex A (EDTA), Titrisol-Ampulle, Merck Nr 1.0894. Die Ampulle wird gemäss Anweisung auf 1000 mL aufgefüllt. Diese Masslösung wird für die Titration mit Wasser 1:10 auf 0.01 mol/L verdünnt (liegt auf).
- Salzsäure 2 % (liegt auf)
- Boratpuffer: 40 g Natriumhydroxidplättchen werden in ca. 800 mL Wasser gelöst, 65 g Borsäure werden dazugegeben. Nach vollständigem Lösen wird mit Wasser auf 1000 mL aufgefüllt (liegt auf).
- Indikator: 1 g Eriochromschwarz T mit 100 g Natriumchlorid in einem Mörser fein zerreiben (liegt auf)
- Calciumcarbonat p.A. Merck Nr 1.02066.0250, min. 2 h bei 160 °C getrocknet (liegt auf)
- Magnesiumkomplexonat p.A. Merck Nr 1.08423.0250 (liegt auf)

### 5. Geräte

Alle Glaswaren müssen sorgfältig gereinigt und mit Wasser gespült werden.

- Analysenwaage
- heizbares Magnetrührwerk
- Thermometer
- Messkolben, 100 mL
- Vollpipetten, 20 und 50 mL
- Erlenmeyerkolben und/oder Becherglas
- Bürette
- Stabpipette, 10 mL

## 6. Ausführung

### 6.1 Titer-Bestimmung

100 mg Calciumcarbonat werden auf der Analysenwaage genau eingewogen und in einem 100 mL Messkolben in 8 mL Salzsäure 2 % gelöst und mit Wasser auf die Marke gestellt.

Jeweils 20.0 mL dieser Lösung werden in einem geeigneten Gefäss mit je ca. 0.1 g Magnesiumkomplexonat und Indikatormischung sowie 10 mL Boratpuffer versetzt. Das Volumen wird mit Wasser auf ca. 50 mL ergänzt. Die Lösung wird bei 45 ~ 55 °C mit der EDTA-Masslösung bis zum Farbumschlag von weinrot / violett nach reinblau titriert. Im Bereich des Umschlagspunktes muss sehr langsam titriert werden.

### 6.2 Proben-Bestimmung

50.0 mL Probe werden in ein geeignetes Gefäss pipettiert. Die Probe wird mit je ca. 0.1 g Magnesiumkomplexonat und Indikatormischung sowie 10 mL Boratpuffer versetzt. Die Lösung wird bei 45 ~ 55 °C mit der EDTA-Masslösung bis zum Farbumschlag von weinrot / violett nach reinblau titriert. Im Bereich des Umschlagspunktes muss sehr langsam titriert werden.

### 6.4 Auswertung

1 mL Masslösung 0.01 mol/L entspricht 0.01 mmol/L Erdalkali-Ionen.

## 7. Resultate

Die Einzel- und Mittelwerte der Proben werden mit 4 signifikanten Ziffern in mmol/L angegeben.

## 8. Entsorgung

Die anfallenden Lösungen werden in die angeschriebenen, bereit stehenden Kanister gegeben.

## Bestimmung der Gesamthärte in Trinkwasser mittels komplexometrischer Titration (Expertenblatt)

### Bewertungskriterien

Nicht erfüllte Punkte hervorheben oder spezielle Beobachtungen unter Bemerkung festhalten. Die Bewertung und Notengebung muss in jedem Falle nachvollziehbar (Notizen) sein.

Kriterium	Note	Bemerkungen
<b>Faktorbestimmung</b>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-fach-Bestimmung</li> <li>• Einwaage auf Analysenwaage</li> <li>• Transfer mit Vollpipetten</li> <li>• Temperaturkontrolle (45 ~ 55 °C)</li> <li>• Thermometer mit abgekochtem Wasser abspülen</li> </ul>
	4	Ein Punkt von 6 nicht erfüllt
	3	Zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	2	Mehr als zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	2 / 1	Arbeitsweise unbrauchbar / Nicht durchgeführt
<b>Probenbestimmung</b>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probentransfer mit Vollpipette</li> <li>• 3-fach Bestimmung</li> <li>• Temperaturkontrolle (45 ~ 55 °C)</li> <li>• Thermometer mit abgekochtem Wasser abspülen</li> </ul>
	4	Ein Punkt von 6 nicht erfüllt
	3	Zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	2	Mehr als zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	2 / 1	Arbeitsweise unbrauchbar / Nicht durchgeführt
<b>Titration</b>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernünftige Titrationsgeschwindigkeit (beim Umschlag langsam tropfenweise)</li> <li>• Spritzer abgespült</li> <li>• Farbumschlag gut erkannt (stabil Reinblau)</li> <li>• Auslaufzeit (30 s) beachtet</li> <li>• Verbrauch richtig abgelesen</li> </ul>
	5	Ein Punkt von 6 nicht erfüllt
	4	Zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	3	Mehr als zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	2 / 1	Arbeitsweise unbrauchbar / Nicht durchgeführt
<b>Sicherheit, Sauberkeit und Ordnung</b>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trifft persönliche Schutzmassnahmen</li> <li>• Arbeitet sauber und ordentlich</li> <li>• Keine Verunreinigung und Kontamination</li> <li>• Fachgerechte Entsorgung</li> </ul>
	5	Ein Punkt von 6 nicht erfüllt
	4	Zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	3	Mehr als zwei Punkte von 6 nicht erfüllt <b>oder Nichteinhaltung von Sicherheitsvorschriften</b>
	2 / 1	Arbeitsweise unbrauchbar / Nicht durchgeführt
<b>Überlegungen, Methodik und Arbeitsdisposition</b>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitet flink und rücksichtsvoll</li> <li>• Rohdaten werden laufend erfasst</li> <li>• Nur 1 mal Wasser abgekocht ( mind. 400 mL)</li> <li>• Indikator- und Komplexonat-Zugaben zusammen auf Oberschalenwaage vorbereitet</li> </ul>
	5	Ein Punkt von 6 nicht erfüllt
	4	Zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	3	Mehr als zwei Punkte von 6 nicht erfüllt
	2 / 1	Arbeitsweise unbrauchbar / Nicht durchgeführt
<b>Materialnachbezug</b>	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Der Notenabzug erfolgt erst durch das für die Aufgabe zuständige Expertenteam

<b>Gesamteindruck / Notizen</b>	

### Notengewichtung

Arbeitstechnik : 40 %  
 Resultat : 50 %  
 Protokoll : 10 %

### Weitere Informationen

– Zeitaufwand ca. 3 h

### Materialliste

Chemikalien, Reagenzien, Geräte und Materialien für 18 Kandidatinnen und Kandidaten.

Beschreibung	Menge	Bemerkung
Titriplex A 0.01 mol/L	5 L	
Boratpuffer	2 L	
Indikator verrieben	20 g	
Magnesiumkomplexonat	20 g	
Salzsäure 2 %	400 mL	
Calciumcarbonat	4 g	
Magnetrührwerk heizbar	18	
Büretten	18	
Messkolben 100 mL	18	
Vollpipetten 50 mL	18	
Vollpipetten 20 mL	18	
Stabpipetten 10 mL	18	
Erlenmeyer und Bechergläser		
Thermometer		