

Arbeitskreis Computer im Chemieunterricht	<b>Bestimmung der Calcium - und Magnesium - Ionen (Gesamthärte von Wasser) durch Komplexbildung</b>	<b>C 06</b> Maßanalyse
--	---	---------------------------

**Prinzip:** Viele Metalle, so die Erdalkali - Ionen bilden mit Ethylen - Diammin - Tetra - Essigsäure stabile Komplexe. Der Äquivalenzpunkt wird durch einen Indikator, der selbst einen (schwächeren) Komplex bildet, angezeigt.

---

**Materialliste:**

<u>Geräte:</u>		<u>Chemikalien:</u>
1 Erlenmeyerkolben, 200 mL	1 Dreifuß	KOH-Lösung (c= 2 mol/L) ☒
1 Meßpipette, 5 mL	1 Glasfasernetz	Universalindikatorpapier
1 Meßzylinder, 100 mL	1 Glasstab	Calconcarbonsäure
1 Bürette		EDTA-Lösung,
1 Gasanzünder		Wasserstoffperoxid -
1 Bürettenklammer, Plastik		lösung (30%) X
1 Magnetrührer		Salzsäure verd.
1 Rührfisch		Indikatorpuffertabletten zur
1 Bunsenbrenner,		Härtebestimmung
		Ammoniak-Lösung (konz) X
		Natriumsulfat

---

**Vorbereitung des Versuches:**

Herstellung der Komplexbildner-Lösung: z.B.: käufliche Triplex B-Lösung. Man kann auch 89,3 mL käufliche Triplex A - Lösung in einem 500 mL Meßkolben bis zur Marke mit dest. Wasser auffüllen.  
Herstellung des Indikators: ca. 0,01g Calconcarbonsäure werden mit etwa 10g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> im Mörser zerrieben.

---

**Durchführung des Versuches:**

Calciumbestimmung:

100 mL der zu untersuchenden Wasserprobe werden in den 200 mL Erlenmeyerkolben eingemessen und vorsichtig mit 2-4 Tropfen KOH - Lösung auf einen pH-Wert von ungefähr 12-14 gebracht. Dieser Wert ist mit dem Indikatorpapier zu überprüfen. Es werden etwa 3-5 Minuten zur vollständigen Abscheidung von Mg gerührt und nach Zugabe einer Spatelspitze des Indikators aus Calconcarbonsäure und Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mit der EDTA-Lösung bis zum Farbumschlag von wein-rot nach rein-blau titriert.

Magnesiumbestimmung:

Die aus der Calciumbestimmung titrierte Wasserprobe wird zur Zerstörung des Indikators nach Zugabe von 1 mL Wasserstoffperoxid - Lösung solange erhitzt, bis sie farblos geworden ist. Daraufhin wird soviel verdünnte Salzsäure zugegeben, bis sich alle Magnesiumhydroxid - Flocken aufgelöst haben. Nach Zugabe von 2 mL konzentrierter Ammoniak - Lösung und der Indikatorpuffertablette wird mit der EDTA - Lösung (Triplex B) bis zum Farbumschlag von rot über grau nach grün titriert.

---

**Auswertung des Versuches:**

Hinweis Ein Grad deutscher Härte (°dH) entsprechen 10 mg Calciumoxid (CaO) in 1 L Wasser.  
Molmassen: Ca 40,08 g/mol, CaO 56,08 g/mol - 10 mg CaO entsprechen  $10 / 56,08 = 0,178$  mol/L Ca

Berechnung des Magnesiumgehaltes

Die Gesamthärte in Grad °dH entspricht dem Verbrauch am Komplexbildner EDTA (Triplex B-Lösung) in mL.  
1 mL der EDTA-Lösung entspricht bei Anwendung von 100 mL Probewasser 1 Grad °dH.  
Die Ergebnisse müssen mit 0,178 und  $24,312 = 4,37$  multipliziert werden, um eine Angabe in mg/L Magnesium zu erhalten.

1 mL Triplex B-Lösung entspricht also 4,37 mg/ Mg<sup>2+</sup> in 1L Wasser

Berechnung des Calciumgehaltes

Die Triplex - Lösung B ist bei der Anwendung von 100 mL so eingestellt, daß 1 mL dieser Lösung genau 1 Grad °dH entspricht. Die Ergebnisse müssen mit 0,178 und  $40,082 = 7,13$  multipliziert werden, um eine Angabe in mg/L Calcium zu erhalten.

1 mL Triplex B-Lösung entspricht also 7,13 mg  $\text{Ca}^{2+}$  in 1L Wasser

Achtung: Das für Magnesium verbrauchte Volumen muß vorher abgezogen werden.

Angabe der Gesamthärte (genauer Erdalkali-Härte)

Die Titriplex-Lösung ist so bemessen, daß der Verbrauch in mL (bei Anwendung einer 100 mL Probe) direkt der Härte in °dH entspricht.

**Achtung:**

Ist die Carbonathärte größer als die Gesamthärte (aus den Erdalkalien), so ist die Carbonathärte als Gesamthärte anzugeben.

Einteilung der Wässer nach Härtegraden

°dH	Beurteilung
0 - 4	sehr weich
4 - 8	weich
8 - 12	mittelhart
12 - 18	ziemlich hart
18 - 30	hart
> 30	sehr hart

Literatur: F. Kappenberg, Chemische Wasseranalysen in der Schule, Seite 49 ff, Münster 1980