










<b>Prinzip</b>	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.
----------------	---

	Benötigte Geräte	Verwendete Chemikalien
<b>Vorbe- rei- tung</b>	<input type="checkbox"/> Erlenmeyerkolben, 200mL <input type="checkbox"/> Messzylinder, 5mL <input type="checkbox"/> Messzylinder, 100 mL <input type="checkbox"/> Bürette <input type="checkbox"/> Gasanzünder <input type="checkbox"/> Bürettenklammer, Plastik <input type="checkbox"/> Magnetrührer <input type="checkbox"/> Rührfisch <input type="checkbox"/> Bunsenbrenner	<input type="checkbox"/> Dreifuss <input type="checkbox"/> Glasfasernetz <input type="checkbox"/> Glasstab  <input type="checkbox"/> KOH-Lösung (c= 2 mol/L)  <input type="checkbox"/> Universalindikatorpapier <input type="checkbox"/> Calconcarbonsäure <input type="checkbox"/> EDTA-Lösung (Titriplex) <input type="checkbox"/> Wasserstoffperoxidlösung (30%)   <input type="checkbox"/> Salzsäure (verdünnt)  <input type="checkbox"/> IndikatorPuffertabletten zur Härtebestimmung <input type="checkbox"/> Ammoniaklösung (konz.)    <input type="checkbox"/> Natriumsulfat
	<b>Vorbereitung des Versuchs</b>	
Herstellung der Komplexbildner-Lösung: z.B.: käufliche Triplex B-Lösung. Man kann auch 89.3 mL käufliche Titriplex 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.		

<b>Durch- füh- rung</b>	<p><u>Calciumbestimmung:</u> 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.</p> <p><u>Magnesiumbestimmung:</u> 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.</p>
---------------------------------	---

<b>Auswertung</b>	<p>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</p> <p><b><u>Berechnung des Magnesiumgehaltes</u></b> 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</p> <p><b><u>Berechnung des Calciumgehaltes</u></b> 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 Ca<sup>2+</sup> in 1L Wasser</p> <p>Achtung: Das für Magnesium verbrauchte Volumen muss vorher abgezogen werden.</p>
-------------------	--



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

Beachten:



Entsorgung

Anorganische Lösungen

Literatur

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