

3.1 V 3 - Löslichkeitsprodukt von Calciumhydroxid, Magnesiumhydroxid und Bariumhydroxid durch pH-Wert-Messung

Ziel dieses Versuches ist es anhand von pH-Wert-Messungen das Löslichkeitsprodukt verschiedener Salze in gesättigten Lösungen zu bestimmen.

Gefahrenstoffe		
Magnesiumhydroxid	H: -	P: -
Calciumhydroxid	H: 315- 318- 335	P: 260- 302+352- 304+340- 305+338+351- 313
Bariumhydroxid	H: 302- 314-332	P: 280- 301+330+331- 305+338+351- 309- 310
dem. Wasser	H: -	P: -

Materialien: Bechergläser, Magnetrührer, Rührfisch, pH-Meter

Chemikalien: gesättigte Magnesiumhydroxid-Lösung, gesättigte Calciumhydroxid-Lösung, gesättigte Bariumhydroxid-Lösung, demineralisiertes Wasser

Durchführung: Es werden gesättigte wässrige Magnesiumhydroxid-, Bariumhydroxid- und Calciumhydroxid-Lösung angesetzt. Anschließend wird mit dem geeichten pH-Meter der pH-Wert jeder Lösung gemessen.

Beobachtung: Die nachfolgenden pH-Werte wurden gemessen:

	pH-Wert
Bariumhydroxid	13,36
Calciumhydroxid	12,45
Magnesiumhydroxid	10,14



Abb. 1 – pH-Wert-Messung der gesättigten Metallhydroxid-Lösungen

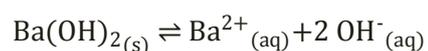
Deutung: Über den gemessenen pH-Wert kann das jeweilige Löslichkeitsprodukt der Salze berechnet werden.

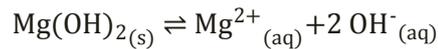
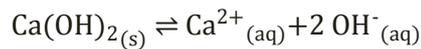
Folgende Löslichkeitsprodukte K_L wurden berechnet:

	Experimenteller K_L $\left[\frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3}\right]$	Literaturwert für K_L $\left[\frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3}\right]$
Bariumhydroxid	$6,011 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$
Calciumhydroxid	$1,119 \cdot 10^{-5}$	$5,5 \cdot 10^{-6}$
Magnesiumhydroxid	$2,630 \cdot 10^{-12}$	$2,6 \cdot 10^{-12}$

Die Berechnung der Löslichkeitsprodukte erfolgt in mehreren Schritten:

Zunächst wird die Reaktionsgleichungen für den Lösungsvorgang des Salzes im Gleichgewicht aufgestellt:





Nachfolgend erfolgt die Beispielrechnung zur Bestimmung des Löslichkeitsproduktes für Magnesiumhydroxid. Die Löslichkeitsprodukte von Calciumhydroxid und Bariumhydroxid werden analog ermittelt.

Anhand der Reaktionsgleichung kann unter Berücksichtigung der stöchiometrischen Koeffizienten die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt K_L formuliert werden:

$$K_L(\text{Mg(OH)}_2) = c(\text{OH}^-)^2 \cdot c(\text{Mg}^{2+})$$

Da die Berechnung des Löslichkeitsproduktes über die den pH-Wert erfolgt, kann die Gleichung für das Löslichkeitsproduktes auf eine unbekannte Variable reduziert und modifiziert werden unter Berücksichtigung der Randbedingung $c(\text{OH}^-) = 2 \cdot c(\text{Mg}^{2+})$, da die Konzentration der Magnesium-Ionen doppelt so groß ist wie die der Hydroxid-Ionen.

$$K_L(\text{Mg(OH)}_2) = c(\text{OH}^-)^2 \cdot \frac{1}{2} c(\text{OH}^-)$$

Unter der Berücksichtigung der Definition $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, kann durch den gemessenen pH-Wert die Konzentration der Hydroxid-Ionen berechnet werden:

$$c(\text{OH}^-) = 10^{\text{pOH}} = 10^{-(14-\text{pH})}$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-(14 - 10,14)} = 10^{-3,86} = 1,38 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Abschließend setzt man die ermittelte Konzentration der Hydroxid-Ionen in die modifizierte Gleichung für das Löslichkeitsprodukt ein:

$$K_L(\text{Mg(OH)}_2) = c(\text{OH}^-)^2 \cdot \frac{1}{2} c(\text{OH}^-) =$$

$$K_L(\text{Mg(OH)}_2) = (1,38 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}})^2 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right) = 2,63 \cdot 10^{-12} \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3}$$

Entsorgung:

Lösungen verdünnen und im Abfluss entsorgen.

Literatur:

Der Versuch „Löslichkeitsprodukt von Calciumhydroxid, Magnesiumhydroxid und Bariumhydroxid“ bietet sich als Einstieg in die Berechnung des Löslichkeitsproduktes an. Er knüpft zum einen an die Kenntnisse der pH-Wert-Messungen an, zum anderen ist die mathematische Berechnung des Löslichkeitsproduktes über den pH-Wert noch relativ einfach und nachvollziehbar für die SuS. Als Unterstützung und zur Vertiefung kann das Arbeitsblatt