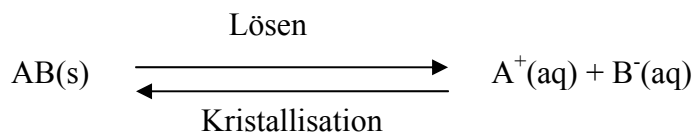


# Das Löslichkeitsprodukt

Viele Ionen lassen sich qualitativ (Welche?) und quantitativ (Wie viele?) durch Bildung eines schwer löslichen Niederschlags nachweisen.

Einen Niederschlag erkennt man daran, dass in einer Lösung ein Feststoff (amorph oder kristallin) ausfällt.

In einer Salzlösung, die einen Bodenkörper aufweist, liegt ein dynamisches Gleichgewicht vor:  
 $AB(s)$



$AB$  ist dabei ein beliebiges schwer lösliches Salz! Wie wir es schon vom chemischen Gleichgewicht kennen, kann man sowohl eine Lösegeschwindigkeit als auch eine Abscheide Geschwindigkeit definieren. Sind diese gleich groß, so hat sich ein Gleichgewicht gebildet.

$$L = c(A^+) * c(B^-)$$

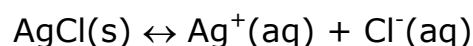
Die Konstante  $L$  oder auch  $K_L$  wird als Löslichkeitsprodukt bezeichnet und ist das Produkt der Ionen Konzentration in einer gesättigten Lösung. (Eine gesättigte Lösung ist eine, die zur gegebenen Temperatur die Höchstmenge an gelöstem Salz enthält.)

Durch Angabe der Löslichkeitsprodukte, die alle bei derselben Temperatur ermittelt wurden, lässt sich viel über die Lösbarkeit des Salzes aussagen.

**Beispiel1:** In 100 ml Wasser lösen sich  $1,81 \cdot 10^{-4}$  g Silberchlorid. Bestimme das Löslichkeitsprodukt  $K_L(AgCl)$ !

$$M(AgCl) = 143,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-4} \Rightarrow n(AgCl) = \frac{m(AgCl)}{M(AgCl)} = \frac{1,81 \cdot 10^{-4} \text{ g}}{143,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

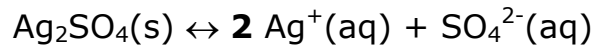
Wenn sich in 100 ml  $1,26 \cdot 10^{-6}$  mol lösen, dann müssen es in 1 l also 1000 ml  $1,26 \cdot 10^{-5}$  mol sein!



Also entstehen auch  $1,26 \cdot 10^{-5}$  mol  $Ag^+(aq)$  und  $1,26 \cdot 10^{-5}$  mol  $Cl^-(aq)$ . $\Rightarrow$

$$K_L(\text{AgCl}) = (1,26 \cdot 10^{-5} \text{ mol})^2 = 1,59 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$$

**Beispiel2:** Wie viel Gramm Silbersulfat lösen sich in 1 Liter Wasser?  $K_L = 7,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^3 \cdot \text{l}^{-3}$



Somit gilt:

$$c(\text{Ag}^+) = 2 \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$$

$$\text{bzw. } c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{Ag}^+)$$

$$K_L(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$$

$$K_L = [2c(\text{SO}_4^{2-})]^2 \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$$

$$K_L = c^2(\text{Ag}^+) \cdot \frac{1}{2} c(\text{Ag}^+) = \frac{1}{2} c^3(\text{Ag}^+)$$

$$4c^3(\text{SO}_4^{2-}) = 7,7 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{1}{2} c^3(\text{Ag}^+) = 7,7 \cdot 10^{-5} \quad \frac{1}{2} = 0,5$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = \sqrt[3]{\frac{7,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^3 \cdot \text{l}^{-3}}{4}}$$

$$c(\text{Ag}) = \sqrt[3]{\frac{7,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^3 \cdot \text{l}^{-3}}{0,5}} = \underline{0,054 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}}$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = \underline{0,027 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}}$$

Laut Reaktionsgleichung gilt:

$$c(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,5 c(\text{Ag}^+) = 0,027 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$n(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Ag}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Ag}_2\text{SO}_4)} \Rightarrow 0,027 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot 311,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,42 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

Es lassen sich **8,42 g** pro Liter Wasser lösen!

### Übungen:

1. Wie viel Gramm Magnesiumcarbonat lösen sich in 200 ml Wasser?
2. Über einem Bodenkörper aus Silberiodid sind pro Liter Wasser  $2,88 \cdot 10^{-6} \text{ g}$  Silberiodid gelöst. Berechne das Löslichkeitsprodukt!
3. In 250 ml Wasser lösen sich 0,269g Calciumsulfat. Berechne  $K_L$ !
4. Löst sich in reinem Wasser eine größere Menge Calciumsulfat oder Silbersulfat?
5. Begründe, ob sich ein Niederschlag bilden kann, wenn je 1000ml Natriumsulfatlösung der Konzentration  $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,001 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  u. Calciumchloridlösung der Konzentration  $c(\text{CaCl}_2) = 0,001 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  zusammen geschüttet werden!
6. Wie viel Gramm sind überflüssig in die Lösung geschüttet worden, wenn zur Herstellung der gesättigten Silberbromidlösung 0,549 g des Salzes in 500 ml Wasser gegeben wurden?

*Löslichkeitsprodukte einiger schwer löslicher Salze bei 25°C:*

AgBr	$6,3 \cdot 10^{-13} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	FeCO <sub>3</sub>	$2,1 \cdot 10^{-11} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
AgCN	$2,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	Fe(OH) <sub>2</sub>	$4,8 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$6,2 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$	Fe(OH) <sub>3</sub>	$4,0 \cdot 10^{-38} \text{ mol}^{4 \cdot  ^{-4}}$
Ag <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$1,1 \cdot 10^{-11} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$	FeS	$4,0 \cdot 10^{-19} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	MgCO <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	$4,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$	Mg(OH) <sub>2</sub>	$5,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$
AgI	$1,5 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	MnS	$1,0 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
Ag <sub>2</sub> S	$1,0 \cdot 10^{-51} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$	PbCl <sub>2</sub>	$1,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$7,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$	PbCO <sub>3</sub>	$1,5 \cdot 10^{-13} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
Al(OH) <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-33} \text{ mol}^{4 \cdot  ^{-4}}$	PbI <sub>2</sub>	$1,8 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$
BaCO <sub>3</sub>	$8,0 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	Pb(OH) <sub>2</sub>	$2,8 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$
BaSO <sub>4</sub>	$1,1 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	PbS	$1,0 \cdot 10^{-29} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
CaCO <sub>3</sub>	$4,8 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	PbSO <sub>4</sub>	$2,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
CaSO <sub>4</sub>	$6,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	SnS	$1,0 \cdot 10^{-28} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
Ca(OH) <sub>2</sub>	$3,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$	SrCO <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
CdS	$1,0 \cdot 10^{-29} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	SrSO <sub>4</sub>	$2,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
CuCO <sub>3</sub>	$1,4 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	ZnS	$7,0 \cdot 10^{-26} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$
CuS	$4,0 \cdot 10^{-28} \text{ mol}^{2 \cdot  ^{-2}}$	Zn(OH) <sub>2</sub>	$1,3 \cdot 10^{-17} \text{ mol}^{3 \cdot  ^{-3}}$

**Lösungen:**

- 0,05 g MgCO<sub>3</sub>
- $K_L(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^{2 \cdot |^{-2}}$
- $n(\text{CaSO}_4) = 1,975 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
- $m(\text{CaSO}_4) = 1,07 \text{ g}$ ;  $m(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 8,36 \text{ g}$  → es löst sich eine größere Menge von Silbersulfat!
- $V = 2 \text{ l}$  !  $K_L(\text{CaSO}_4)$  wird noch nicht erreicht – es bildet sich kein Niederschlag!
- $n(\text{AgBr}) = 3,97 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$  →  $7,46 \cdot 10^{-5} \text{ g}$  → 0,55 g wurden zuviel zugegeben.