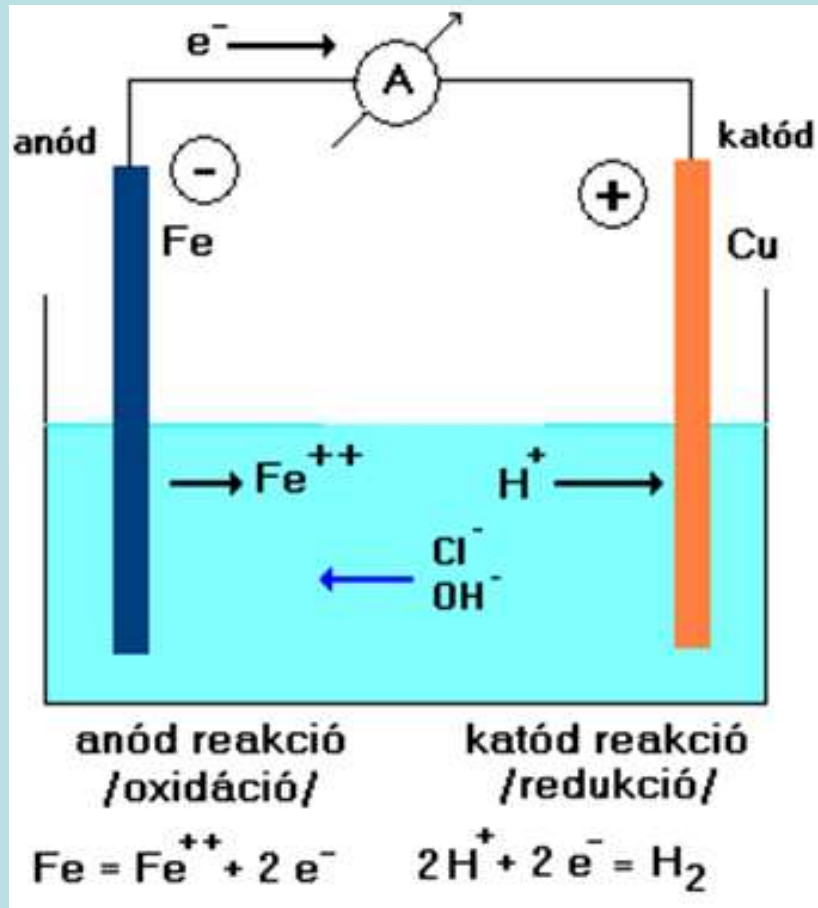


Ipari szennyvíztisztítás

Toxikus fémtartalmú oldatok kezelése

Galvánelem

Elektrokémiai korrózió

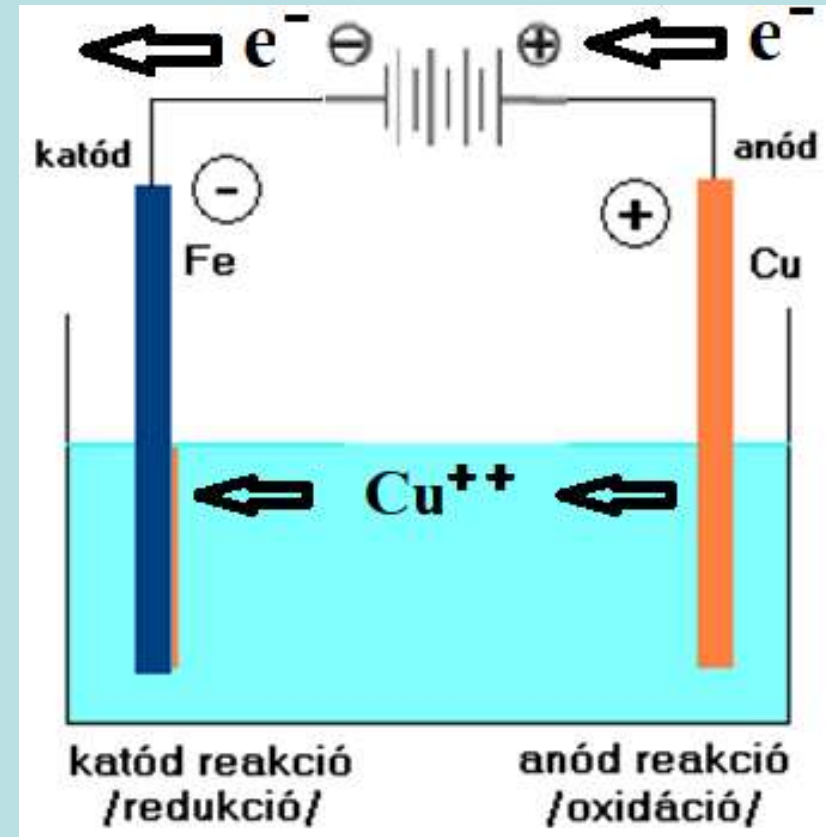


Korróziós galvánelem

Kemalap6_20-ból

Galvanizálás

fordított áram-irány – külső áramforrás



**Fémbevonat készítés
elektrokémiai módszerrel**

Használt galvánfürdő oldható fémsókkal szennyezett oldat

Jellemző fémionok: Fe^{++} , Cu^{++} , Cr^{+++} , Zn^{++} , Cd^{++} , Ni^{++} , Sn^{++} , Ag^+

Más nehézfém források:

Rozsdamentes acél kopása – reakció savval oxigén jelenlétében

Felület-előkészítő savas pácolás

Füstgáztisztítás (<- élőlények nehézfém felhalmozása)

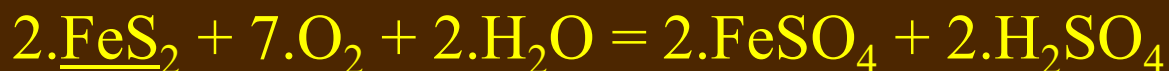
Színesfém-bányászat bányavíz, meddőhányó csurgalékvíz

Nehézfém tartalmú, savas meddőhányó csurgalékvíz és bányavíz



Látható: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ barna csapadék
nem toxikus

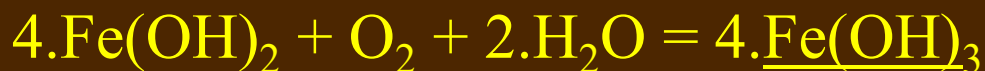
Pirit oxidációja



Vasszulfát hidrolízise:



$\text{Fe}^{++} > \text{oxidáció} > \text{Fe}^{+++}$:



**A szennyvíztisztítás egyik meghatározó lépése
a levegőztetés -> $\text{Fe}(\text{OH})_3$ csapadék képződés**

Nem láthatók: toxikus nehézfém ionok

Sn^{++} , Pb^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} stb.

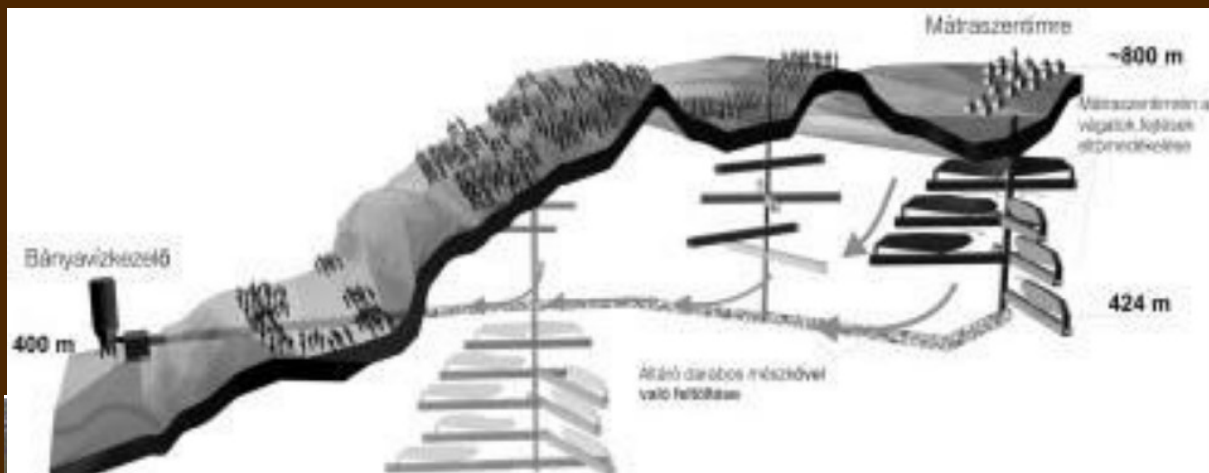
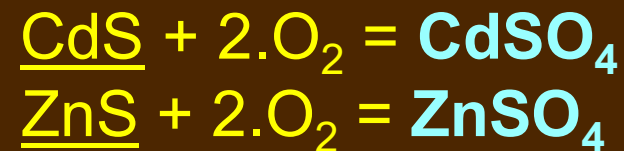
Az oldhatóvá válás folyamata hasonló:



GyöngyöSOROSZI felhagyott ólom-, cinkérc bányá

Szennyezőanyagok: **Cd, Zn, Pb, (As) szulfidércek**ből

Levegő és víz hatása
a bányajáratokban és
a meddőhányókban



Vizes sóoldatok sav-bázis tulajdonságai

Savas hidrolízis

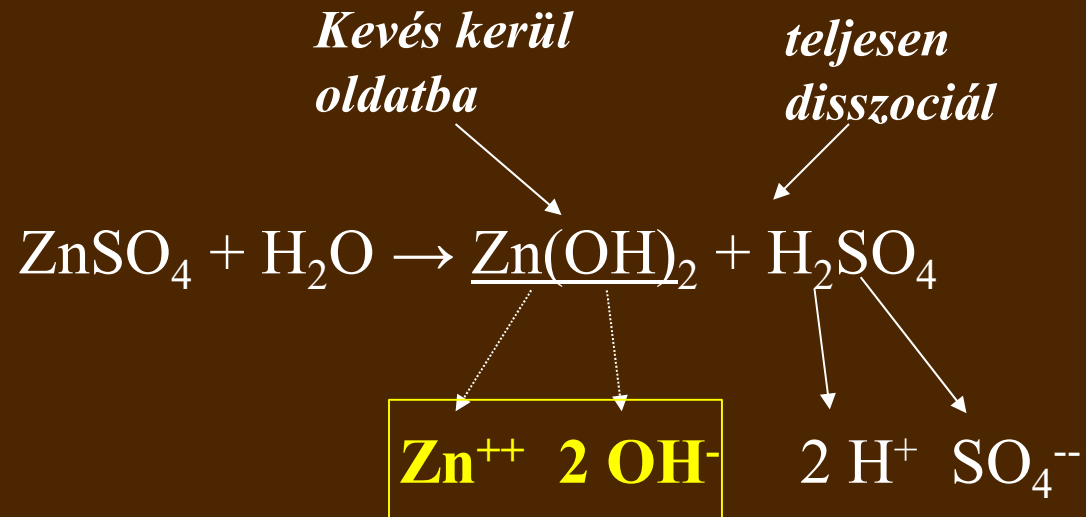
Kemalap4_20-ból

Hasonló, mint az erős sav – gyenge bázis által alkotott sók esetében

Savas oldatokat képező sók



Hidrolízis



pH < 7 savas

Oldható nehézfém-só kicsapása hidroxid formában



$\text{Fe}^{++} > \text{oxidáció} > \text{Fe}^{+++}$ levegőztetés



Az általában nagy mennyiségű vas-hidroxid csapadék felületén megkötődik a kis mennyiségű nehézfém-hidroxid csapadék is.

Ismétlés Kemalap5_20-ból:

Szilárd anyagok oldódása folyadéokban

- A rosszul oldódó anyagok oldhatóságát - az oldódási egyensúlyból származtatható **oldhatósági szorzattal (L)** jellemezzük

$$K = \frac{[Ag^+] \cdot [Cl^-]}{[AgCl]}$$



$$[AgCl] = konst.$$

$$K \cdot konst = L = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

$$1,77 \cdot 10^{-10} = 1,33 \cdot 10^{-5} * 1,33 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{mol/dm}^3 \quad \text{mol/dm}^3$$



$$[Ag^+] = 1,77 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$



- **A vegyületek oldhatósága függ a szilárd anyag molekulái, ionjai közötti kötés erősségétől**
- **A vegyületek oldhatósága függ az oldatba kerülő molekulák illetve ionok és az oldószer molekulái illetve ionjai közötti kötés erősségétől**

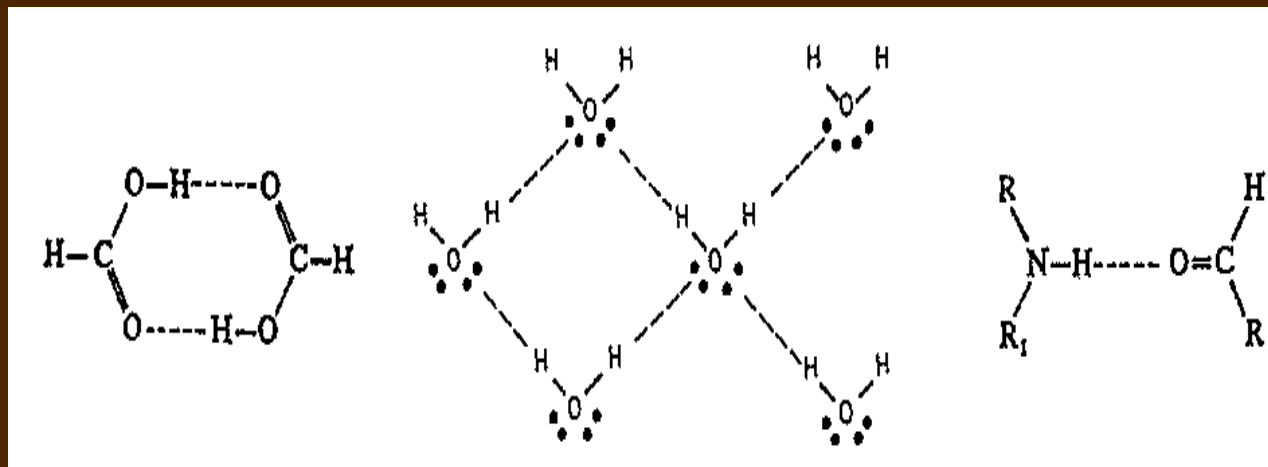
A **fémoxidok** maguk sohasem oldódnak vízben, csak ha hidroxidokká alakulnak.

A **hidroxidok** közül csak

az alkálifémek hidroxidjai és a báriumhidroxid oldódnak jól, kevéssé oldódik még a stroncium (Sr) és a kalcium (Ca), forró vízben pedig a magnézium (Mg) hidroxidja.

A vegyületek oldhatósága függ az oldatba kerülő molekulák illetve ionok és az oldószer molekulái illetve ionjai közötti kötés erősségétől

- A víz jellemzően az ionkötésű vegyületeket, a poláros molekulákat és a hidrogénkötésre képes molekulákat ionokat tartalmazó anyagokat oldja.
- A vízmolekulák közötti erős poláros és hidrogénhíd-kötés miatt az apoláros molekulákat kiszorítják maguk közül.



A kémiai gyakorlatban gyakran előforduló sók vízben való oldhatósága:

- a nitrátok mind oldhatók (NO_3^-)
- a klorátok mind oldhatók (ClO_3^-)
- a perklorátok mind oldhatók (ClO_4^-),
kivéve a kálium-perklorátot (KClO_4)
- fluoridok oldhatók, kivéve a Ca^{2+} , Sr^{2+} és Ba^{2+} és Al^{3+}
fluoridjait (F^-),
- a kloridok (Cl^-) és bromidok (Br^-), jodidok (I^-) általában
oldhatók

A kémiai gyakorlatban gyakran előforduló sók vízben való oldhatósága:

- a karbonátok és a foszfátok általában oldhatatlanok, kivéve az alkálifémek és az ammónium karbonátjait és foszfátjait (CO_3^{2-} , PO_4^{3-}). Több fém (pl. Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} és Pb^{2+}) hidrogénkarbonátja vízoldható (HCO_3^-),
- a szulfidok közül csak az alkáli- és alkáliföldfémek szulfidjai oldódnak (S^{2-}).
- a szulfátok közül nem oldható a Ba^{2+} , Sr^{2+} és Pb^{2+} szulfátjai (SO_4^{2-}), és rosszul oldódik az Ag^+ és Hg^{2+} szulfát
- a szulfit és tioszulfát ionoknak csak az alkálifémekkel alkotott sói oldhatók (SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$).

A fémhidroxidok oldhatósága függ a pH-tól

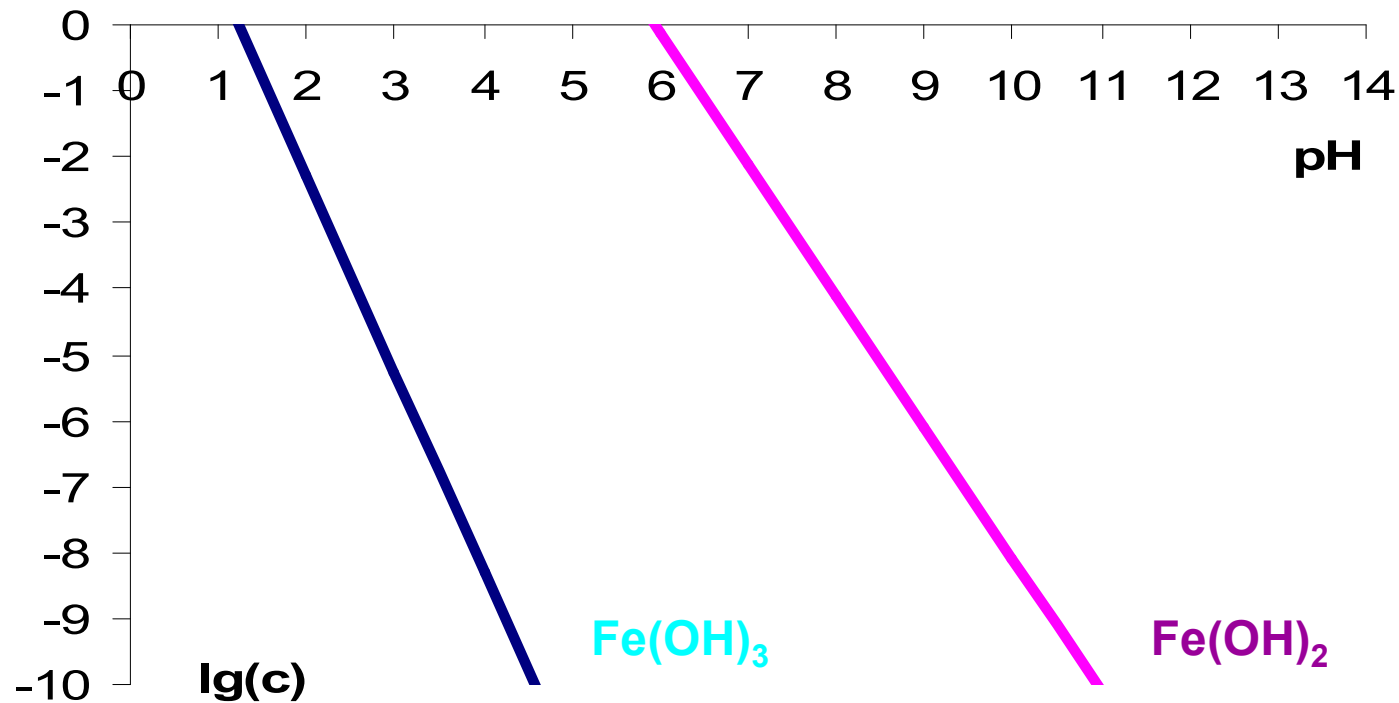
$$[\text{OH}^-] = 10^{-14}/[\text{H}^+] \quad \lg[\text{OH}^-] = -14 - \lg[\text{H}^+]$$

$$L = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = 1,7 \cdot 10^{-39} \quad [\text{Fe}^{3+}] = 1,7 \cdot 10^{-39} / [\text{OH}^-]^3$$

$$\lg[\text{Fe}^{3+}] = -38,77 - 3 \cdot \lg[\text{OH}^-] = 3,23 - 3 \cdot (-\lg[\text{H}^+])$$

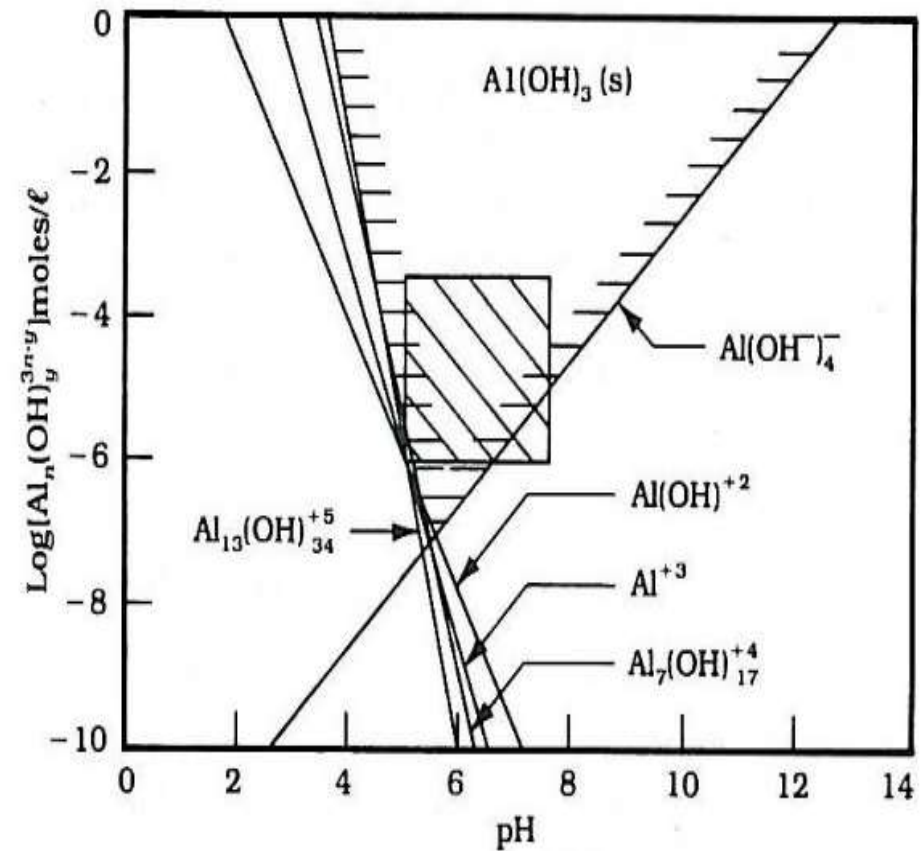
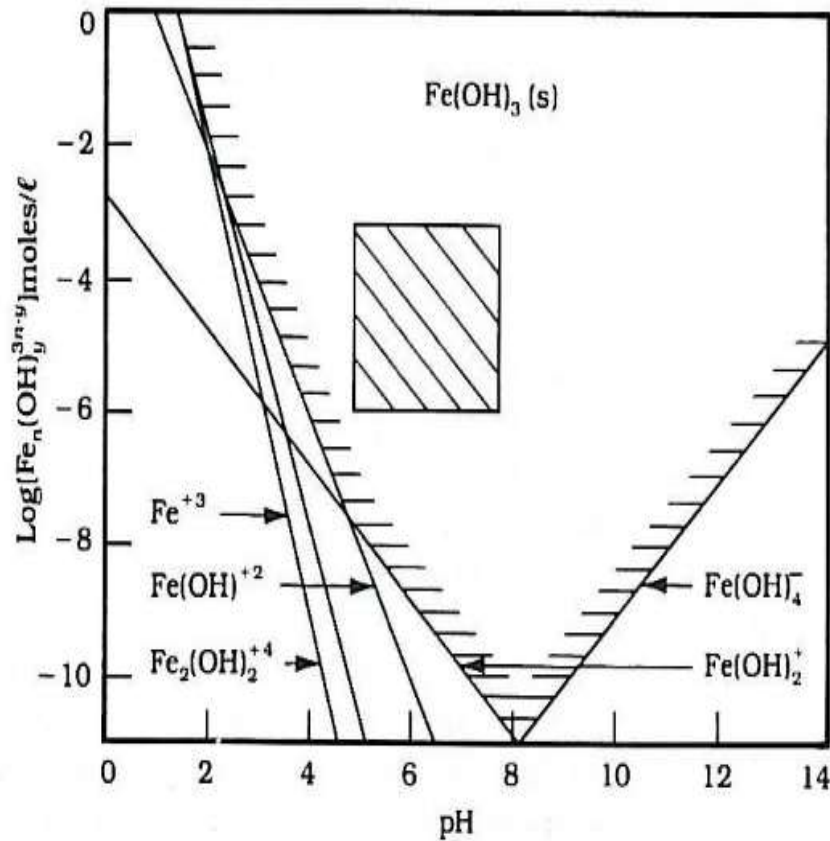
$$L = [\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 4,9 \cdot 10^{-17} \quad [\text{Fe}^{2+}] = 4,9 \cdot 10^{-17} / [\text{OH}^-]^2$$

$$\lg[\text{Fe}^{2+}] = -16,31 - 2 \cdot \lg[\text{OH}^-] = 25,69 - 2 \cdot (-\lg[\text{H}^+])$$



Fémhidroxidok oldhatósága

Komplexbépződés befolyása



Vas-hidroxid és alumínium-hidroxid oldhatósága a pH függvényében (Reynolds és Richards 1996)

Foszfor a talajban

- Összes P 0,02-0,1% (nagy részt erősen kötött)
- 50% szerves – 50% szervetlen
- Szervetlen foszfátok

– Eredeti ásvány: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ fluorapatit
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ hidroxipapatit

– Átalakulási termékek:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaHPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ Ca foszfátok

$\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ variszcit

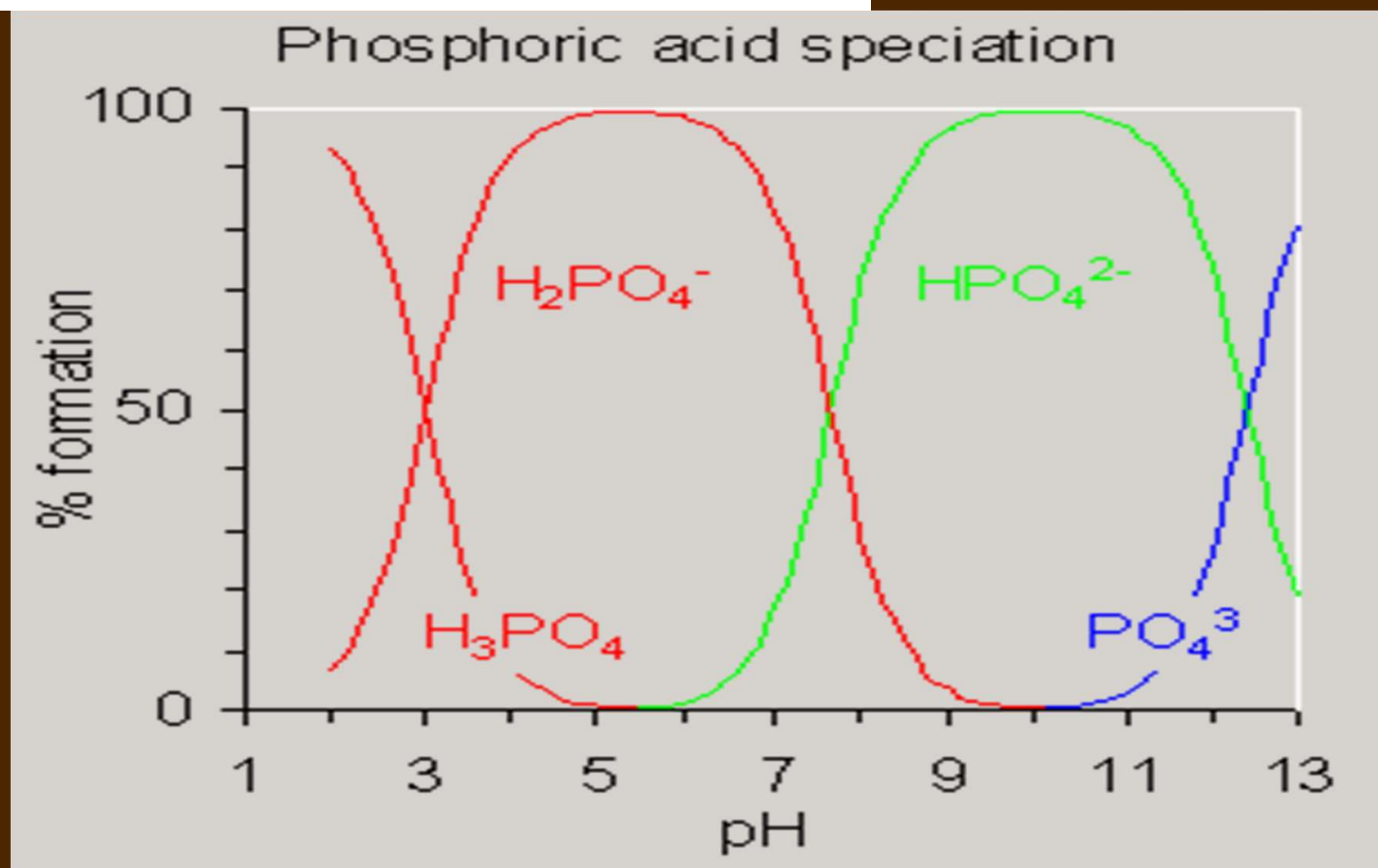
FePO_4 strengtit

Az oldható foszfátok koncentrációjától függ a növényi
produkciónak az élővizekben is – algásodás (**eutrofizáció**)

SZENNVÍZTISZTÍTÁS - FeCl_3 adagolás $\rightarrow \text{FePO}_4$

egyensúly	pK_a értéke
$H_3PO_4 \rightleftharpoons H_2PO_4^- + H^+$	$pK_{a1} = 2,15$
$H_2PO_4^- \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H^+$	$pK_{a2} = 7,20$
$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons PO_4^{3-} + H^+$	$pK_{a3} = 12,37$

Oldhatósági szorzat



Növényi tápelemek

fajonként, fajtánként, részenként különböző a koncentrációban:

N, K	2,0 - 6,0 %
Ca, P, S	0,3 - 1,5 %
Mg, Na	0,2 - 0,6 %
Fe, Mn	20 - 200 ppm
Zn	20 - 100 ppm
Cu	5 - 10 ppm
B (egyszikű)	< 10 ppm
B (kétszikű)	20 – 100 ppm
Mo	< 1 ppm

Földkéregben:

N: 0,03%	K: 2,6%	
Ca: 3,6%	P: 0,12%	S: 0,052%
Mg: 2,1%	Na: 2,8%	
Fe: 5,0%	Mn: 0,21%	
Zn: 0,01%		
Cu: 0,01%		
B: 0,002%		
Mo: 0,001%		

O: 47% Si: 28% Al: 9%

H: 0,14% C: 0,032% Cl: 0,02%

Ti: 0,44% F: 0,07% Sr: 0,045%

Ba: 0,04% Cr: 0,02% Zr: 0,016%

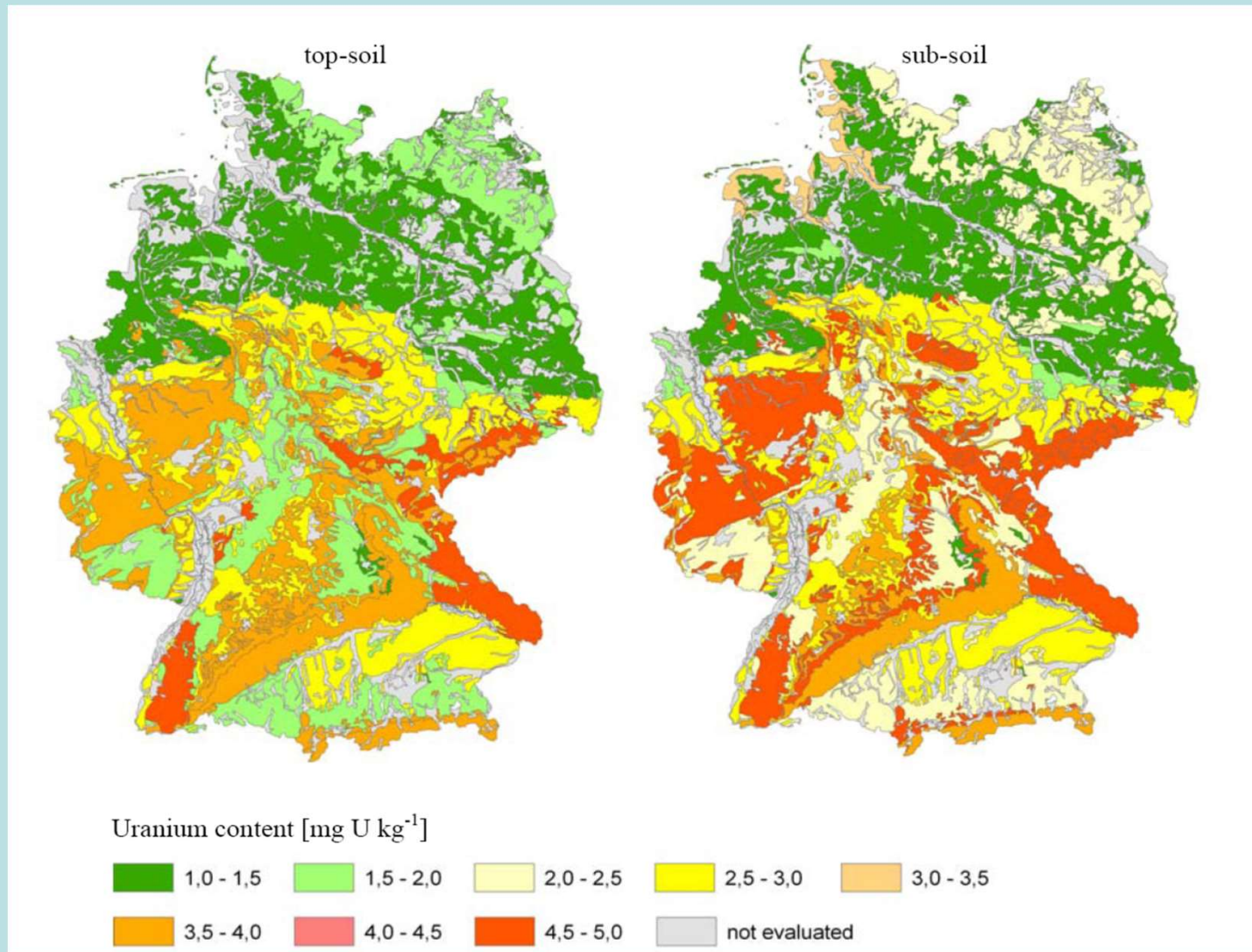
Toxikus elemek:

Pb: 0,002%(20 ppm) Cd Hg As

Radioaktív elemek:

U ⁴⁰K (0,012%) mest.: ⁹⁰Sr ⁶⁰Co ¹³¹J

Urangehalt der deutschen Böden:



Urangehalt (mg U kg^{-1}) der deutschen Ober- (links) und Unterböden (rechts), dargestellt nach DeKok und Schnug (2008)

Urán koncentráció 0-30 cm (ppm)

