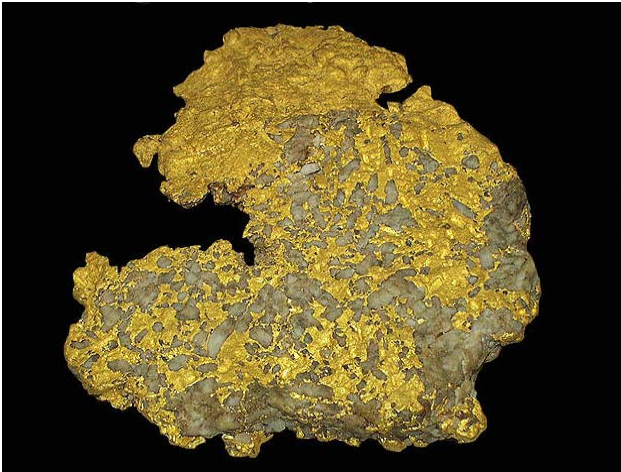


# Natürliche Vorkommen der Elemente

Elemente (Gold)



Sulfide (Pyrit  $\text{FeS}_2$ )



Halogenide (Steinsalz  $\text{NaCl}$ )



Oxide (Rubin  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )



# Natürliche Vorkommen der Elemente

Carbonate (Calcit  $\text{CaCO}_3$ )



Sulfate (Gips  $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ )



Phosphate (Pyromorphit)



Silikate (Lapislazuli)



## Natürliche Vorkommen der Elemente

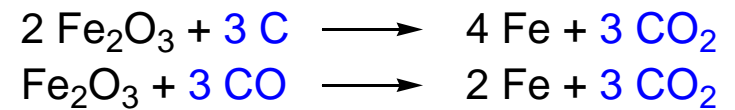
	Gediegene Metalle	Oxide u. a. Sauerstoffverbindungen	Sulfide	Halogenide
Beispiele	Au	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ (Magnetit)	$\text{FeS}_2$ (Pyrit)	$\text{NaCl}$ (Steinsalz)
	Pt-Metalle	$\text{Al}_2\text{O}_3$ (Korund)	$\text{CuFeS}_2$ (Kupferkies)	$\text{KCl}$ (Sylvin)
	Ag	$\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ (Chromeisenstein)	$\text{ZnS}$ (Zinkblende)	$\text{CaF}_2$ (Flussspat)
	Cu	$\text{PbCrO}_4$ (Gelbbleierz)	$\text{PbS}$ (Bleiglanz)	$\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (Carnallit)
	Hg	$\text{CaCO}_3$ (Kalkstein)	$\text{As}_4\text{S}_4$ (Realgar)	$\text{AgCl}$ (Hornsilber)
	Bi	$\text{CuCO}_3\cdot\text{Cu}(\text{OH})_2$ (Malachit)	$\text{VS}_2$ (Patronit)	
Elektronegativität	1.9...2.4	0.9...1.9	1.6...2.0	0.8...1.9

## Reduktionsverfahren

### Chemische Reduktionsmittel

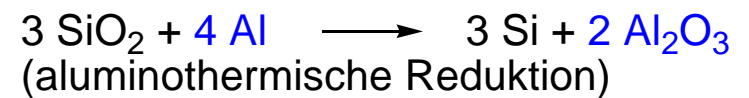
Kohlenstoff bzw. CO

p-Metalle, Si, d-Metalle  
(nicht bei Carbidbildung)



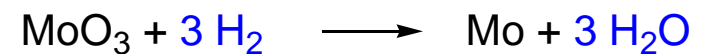
Metalle (Al, Na, Mg, Ca)

carbidgebildende d-Metalle  
f-Metalle, Si



Wasserstoff

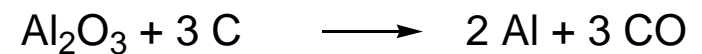
p-Metalle, d-Metalle



### Elektrolyse

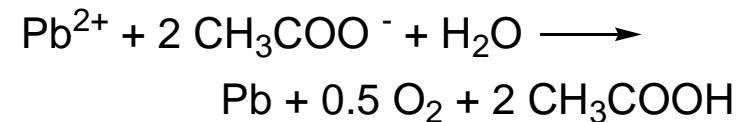
Schmelzflusselektrolyse

s-Metalle, Aluminium



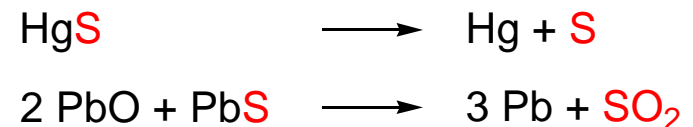
Elektrolyse wässriger  
Lösungen

Cu, Ag, Cd, Zn, Pb



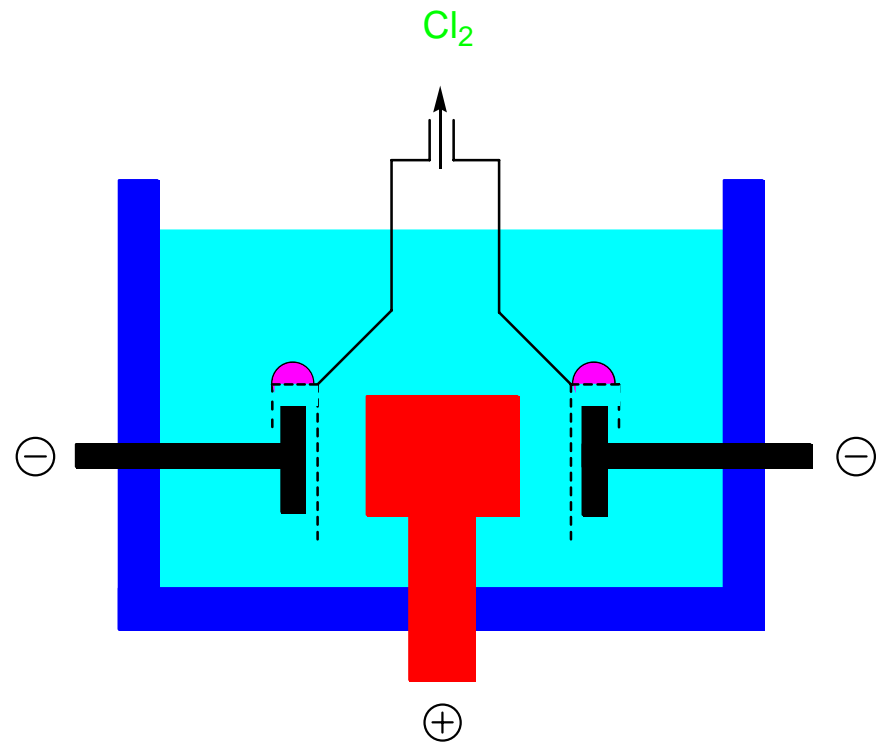
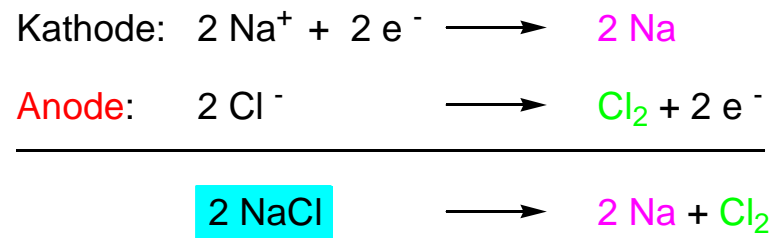
Anionen als Reduktions-  
mittel

sulfidische Erze



# Schmelzfluss-Elektrolyse von Natriumchlorid

## Downs-Zelle

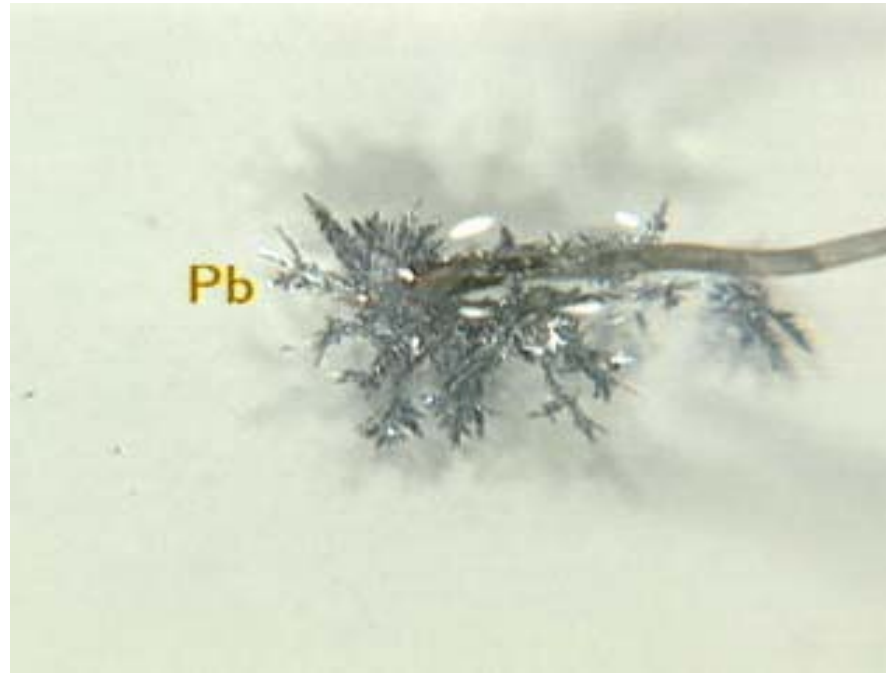


## Reduktion von CuO



<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=120&ismovie=-1>

## Elektrolyse von Bleiacetat

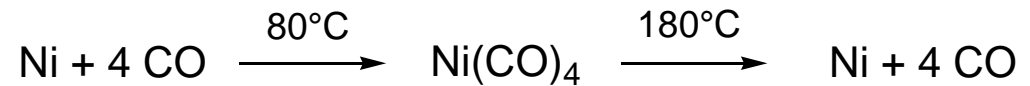


<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=131&ismovie=-1>

## Reinigungsverfahren

### Transportreaktionen

#### Mond-Verfahren



#### Aufwachs-Verfahren für Ti, V, Zr, Hf (van Arkel und de Boer)

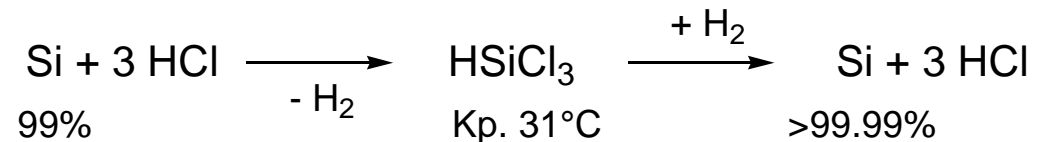


### Elektrolytische Raffination

#### Reinigung von Rohkupfer sowie anderer edler Metalle



### Destillation flüchtiger Derivate



### Zonenschmelzen

Herstellung von Reinstsilicium  
Verunreinigungen  $< 10^{-9}$  Atom-%

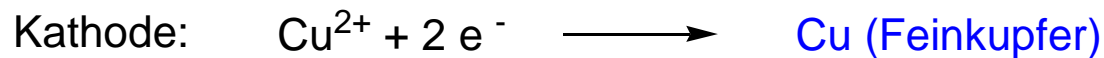
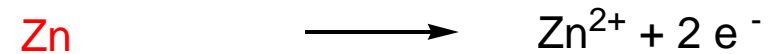
# Elektrolytische Kupfer- Raffination

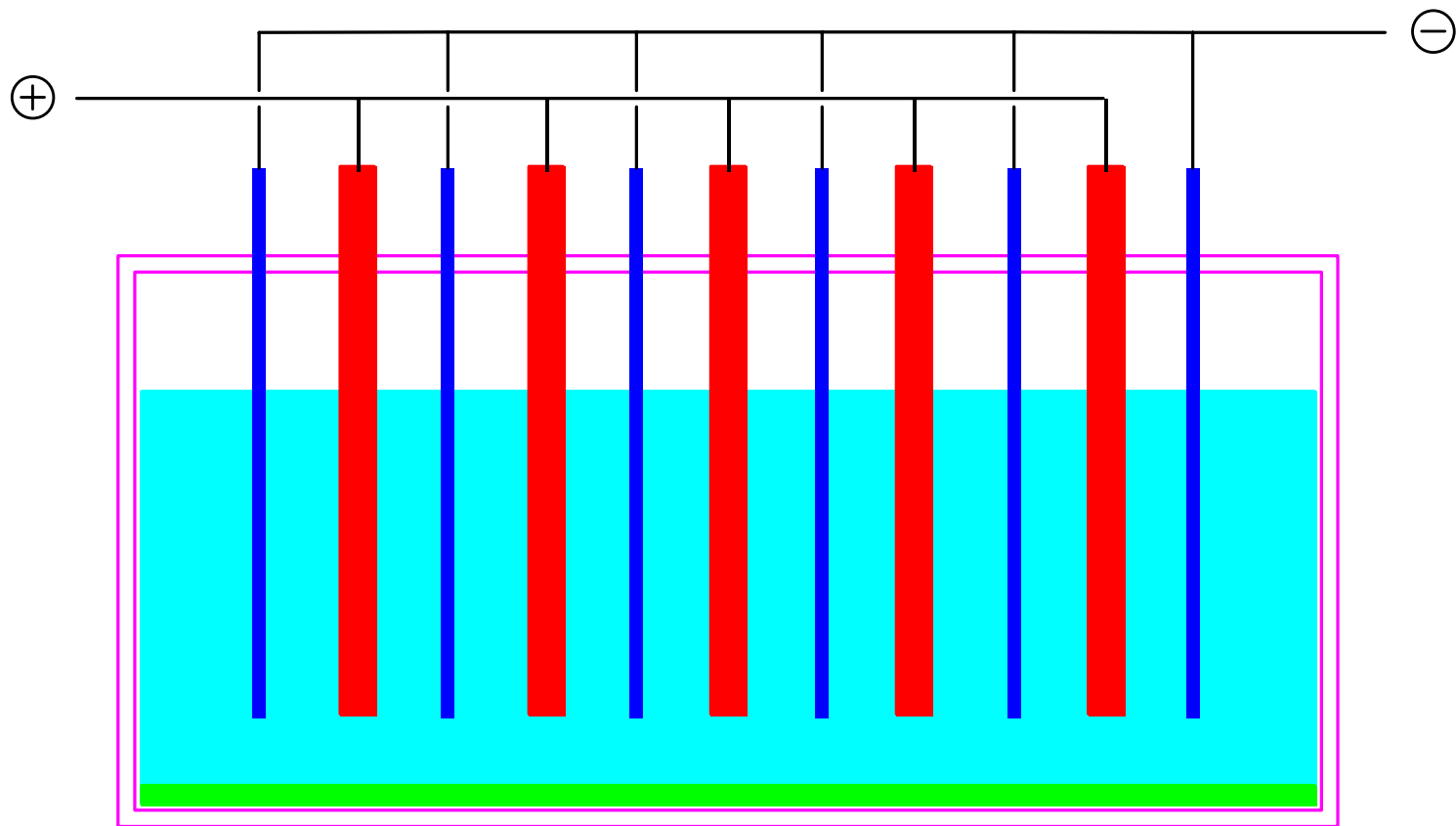
Rohkupfer  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = + 0.35\text{V}$ ;

Verunreinigungen z.B. Zn ( $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = - 0.76\text{V}$ )

Au ( $E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = + 1.49\text{V}$ )

Ag ( $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = + 0.81\text{V}$ )





Kupfersulfat-Lösung

Anodenschlamm

## Silicium-Einkristall

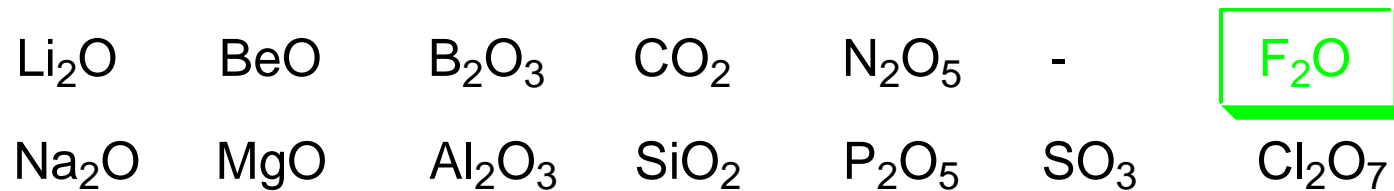


# Umsetzung der Elemente mit Sauerstoff und Wasser

Fast alle Elemente reagieren mit Sauerstoff zu Oxiden  $E_xO_y$

Die stöchiometrische Zusammensetzung wird durch Hauptgruppennummer von  $E$  bestimmt, da Sauerstoff immer als  $O^{2-}$  vorliegt.

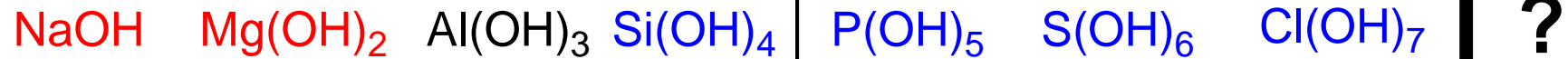
Ausnahme: Gegenüber Fluor hat Sauerstoff die Ox.-zahl +2.



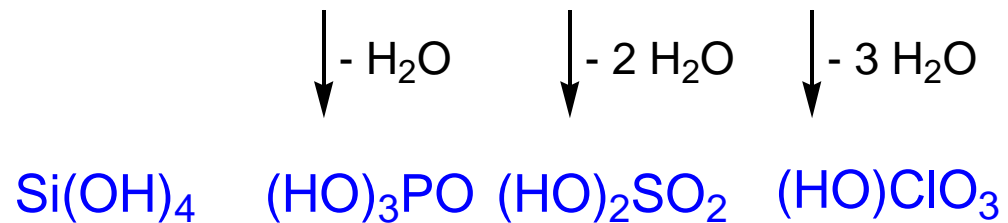
Alle Oxide reagieren mit Wasser zu Hydroxiden (links im PSE) oder Sauerstoffsäuren (rechts im PSE).



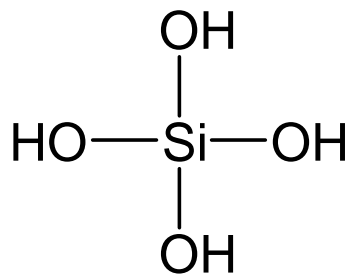
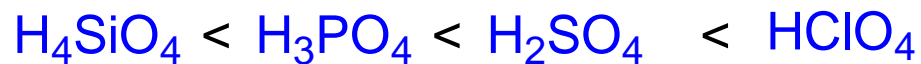
?



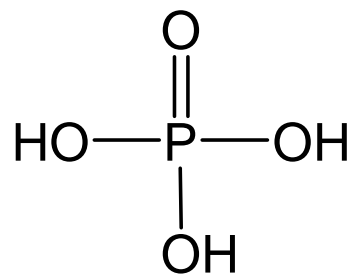
Die Zentralatome **E** in Sauerstoffsäuren der 3. Periode besitzen häufig die Koordinationszahl 4. Es handelt sich dabei um wasserärmere Formen der obigen Hydroxyverbindungen mit der allgemeinen Formel  $(\text{HO})_{4-n}\text{EO}_n$ .



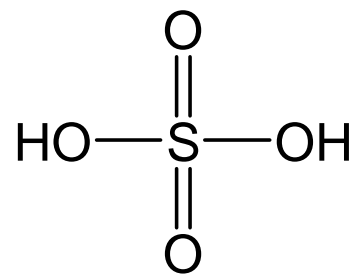
Säurestärke:



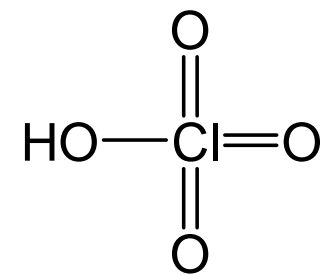
Kieselsäure



Phosphorsäure

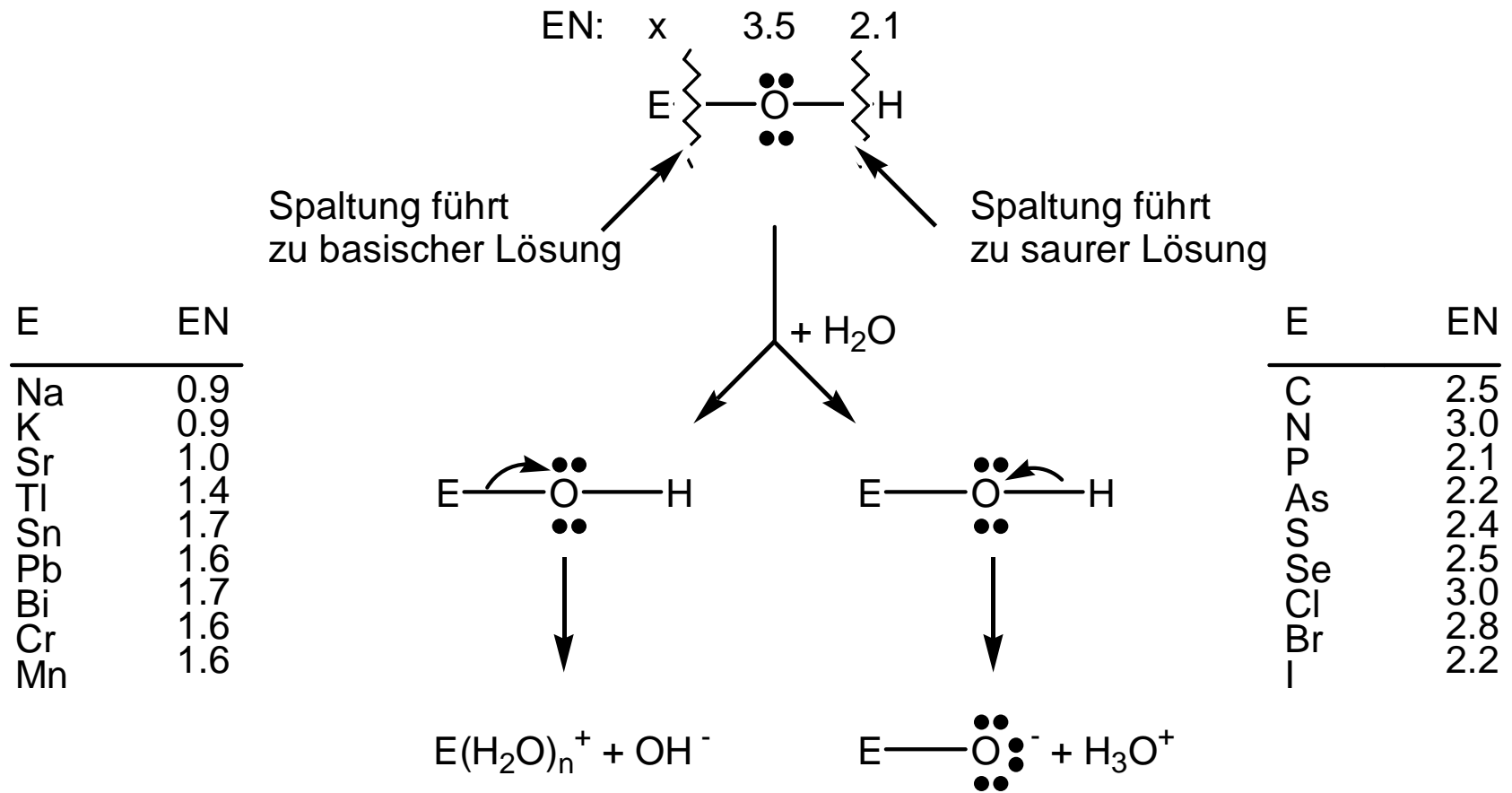


Schwefelsäure

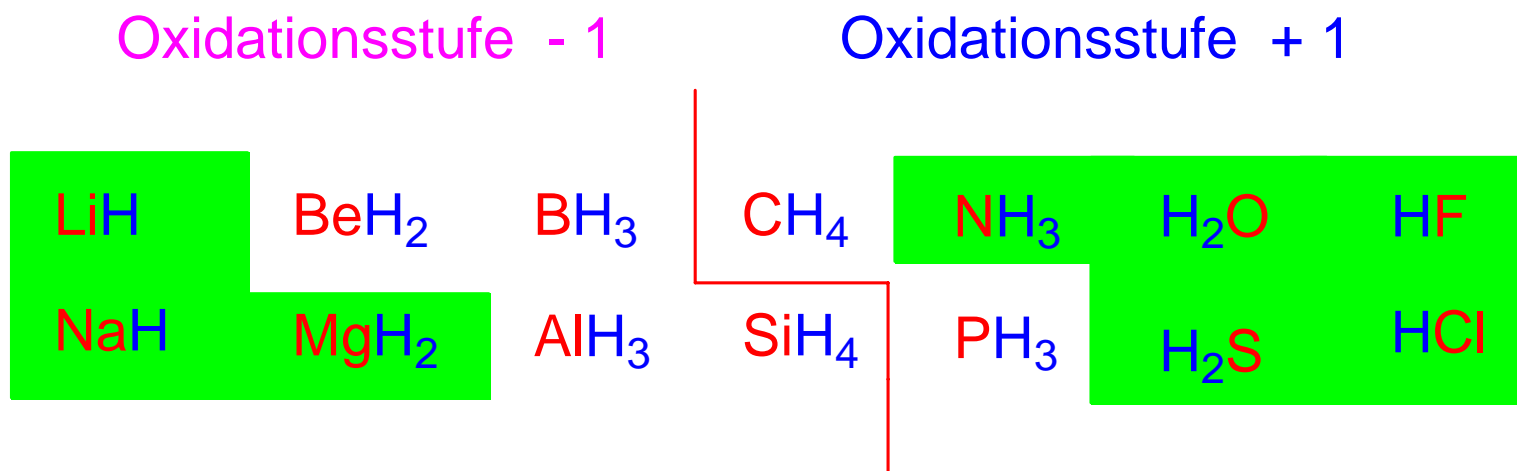


Perchlorsäure

# Saure und basische Oxide



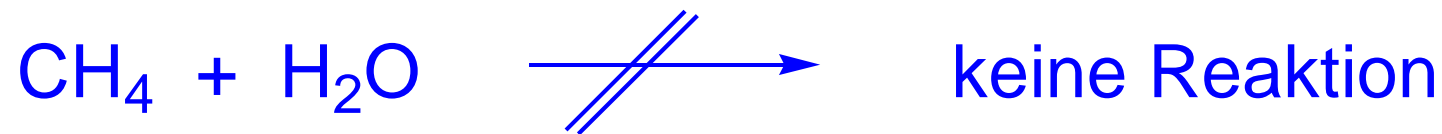
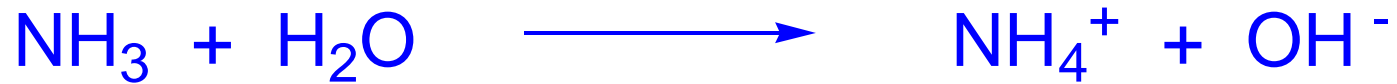
# Element-Wasserstoff-Verbindungen



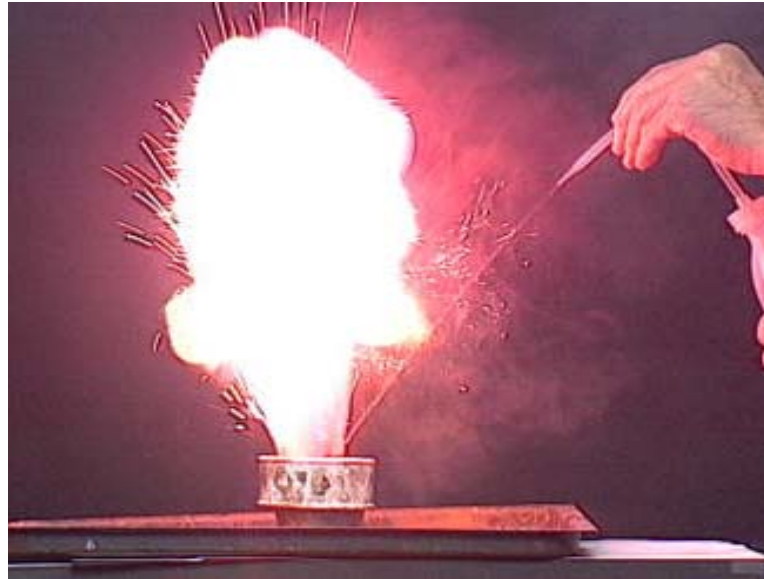
Herstellung: aus den Elementen



Umsetzung mit Wasser:



## Reaktion von Lithiumalanat mit Wasser



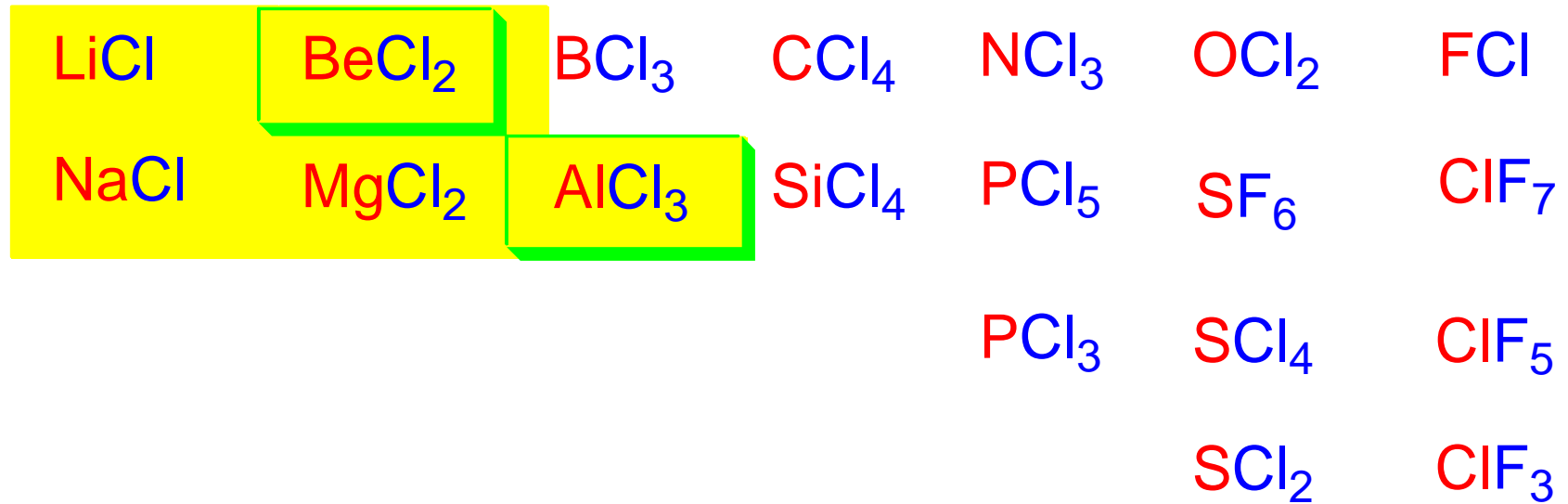
<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=27&ismovie=-1>

# Ammoniakspringbrunnen

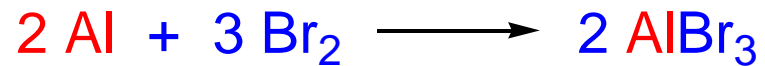
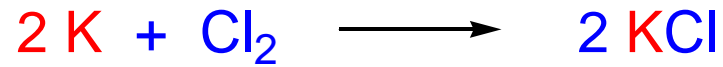


<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=51&ismovie=-1>

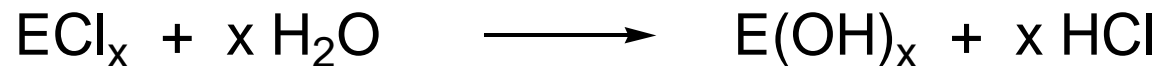
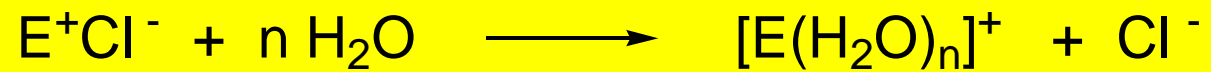
# Element-Halogen-Verbindungen



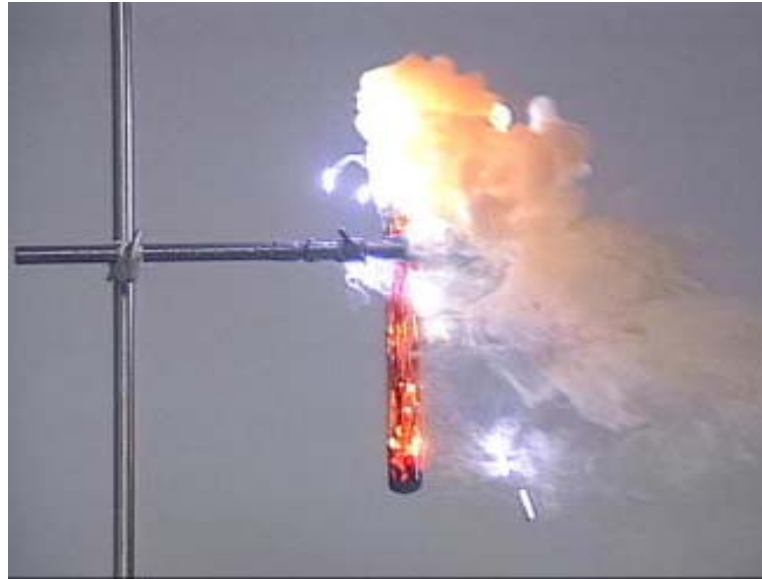
Herstellung: aus den Elementen



Umsetzung mit Wasser:



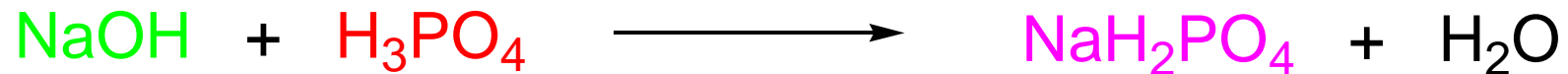
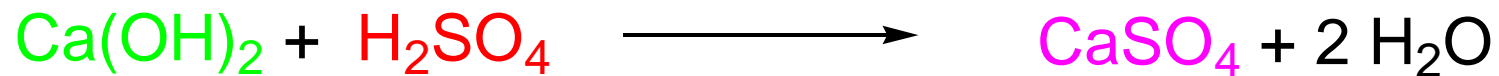
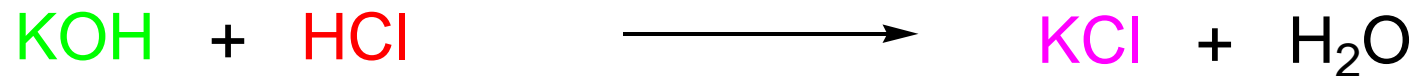
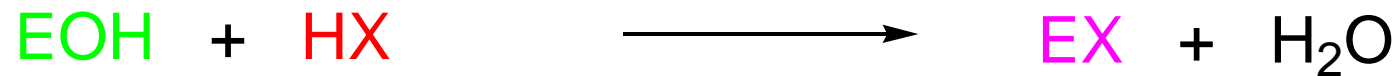
## Reaktion von Aluminium mit Brom



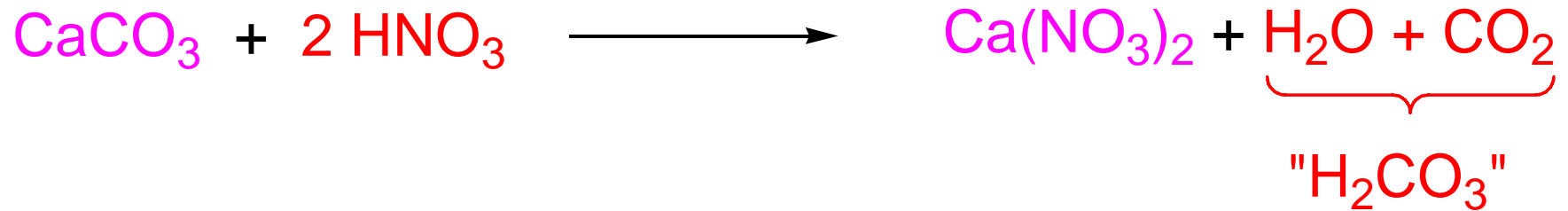
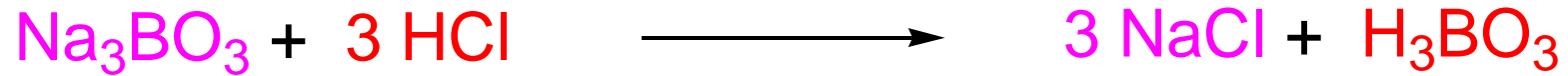
<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=26&ismovie=-1>

## Salze

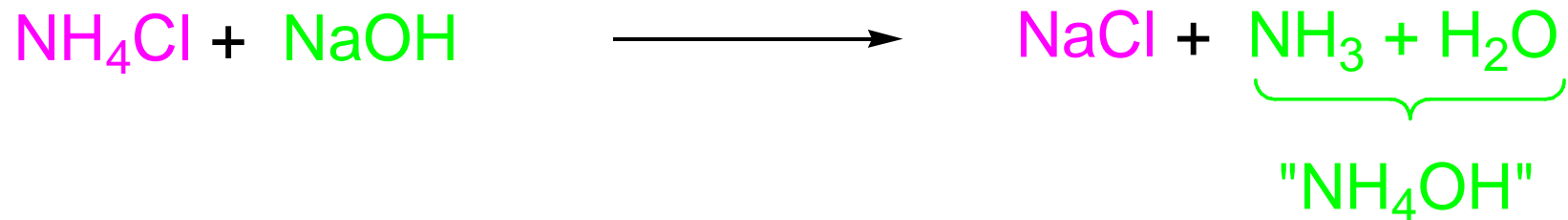
Salze entstehen bei der Neutralisation einer Säure mit einer Base.



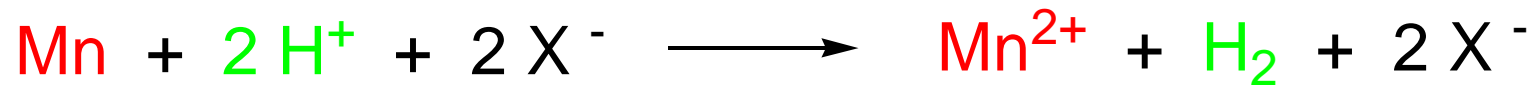
Starke Säuren verdrängen schwache Säuren aus dem Salz.



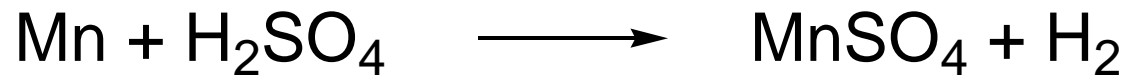
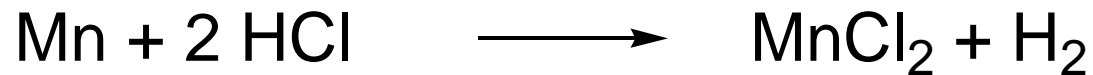
Starke Basen verdrängen schwache Basen aus dem Salz.



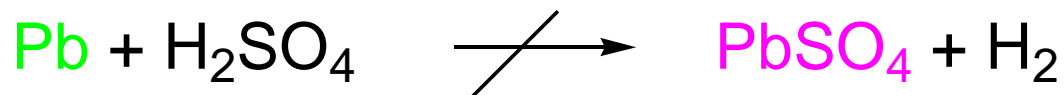
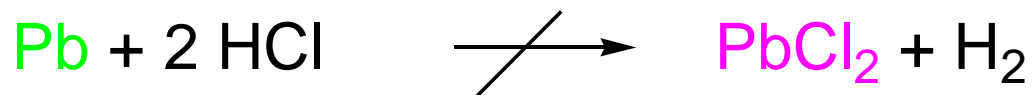
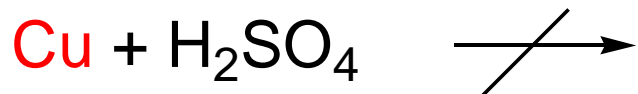
Bildung von Salzen durch Auflösung von Metallen in verdünnten Mineralsäuren (c = 1 mol/l)



$$E^\circ (\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}) = -1.18 \text{ V} \qquad E^\circ (2 \text{H}^+/\text{H}_2) = 0 \text{ V}$$



aber:  $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = + 0.34 \text{ V}$



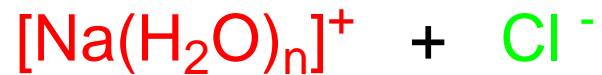
$E^\circ (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = - 0.13 \text{ V}$

$$K_{s0}(\text{PbCl}_2) = 10^{-5}$$

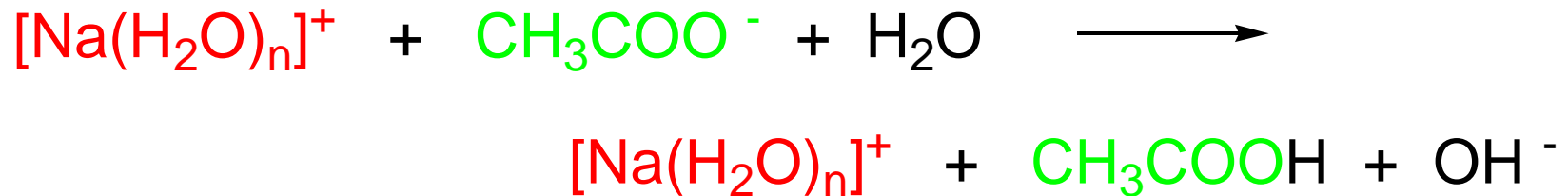
$$K_{s0}(\text{PbSO}_4) = 10^{-8}$$

## Der pH-Wert wässriger Salzlösungen

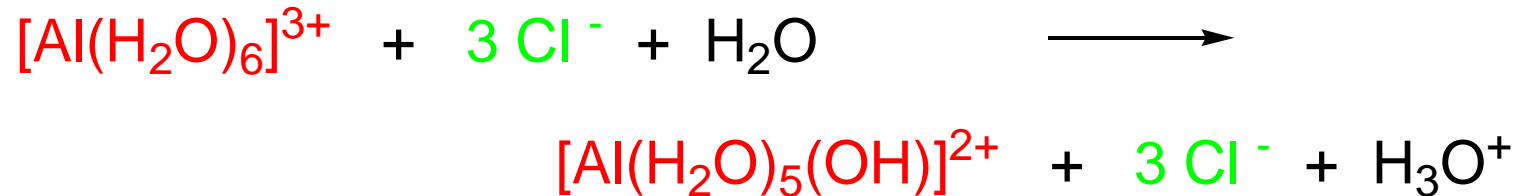
Auflösung eines Salzes in Wasser:



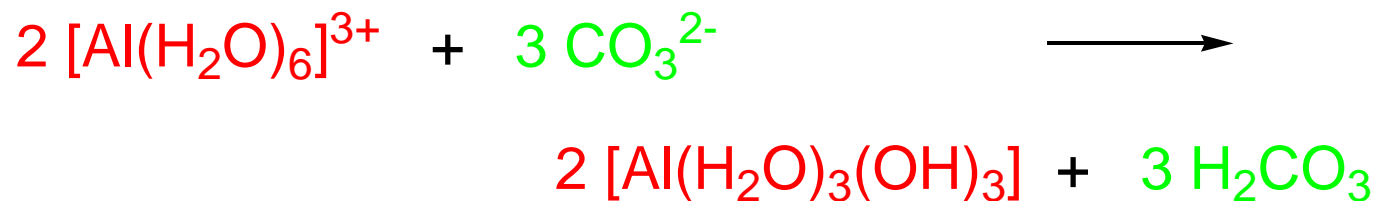
Das Salz einer **starken Base (NaOH)** und einer **starken Säure (HCl)** reagiert in wässriger Lösung neutral.



Das Salz einer **starken Base** (NaOH) und einer **schwachen Säure** (CH<sub>3</sub>COOH) reagiert in wässriger Lösung basisch.



Das Salz einer **schwachen Base** ( Al(OH)<sub>3</sub> ) und einer **starken Säure** (HCl) reagiert in wässriger Lösung sauer.



Das Salz einer **schwachen Base** ( Al(OH)<sub>3</sub> ) und einer **schwachen Säure** (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) hydrolysiert.

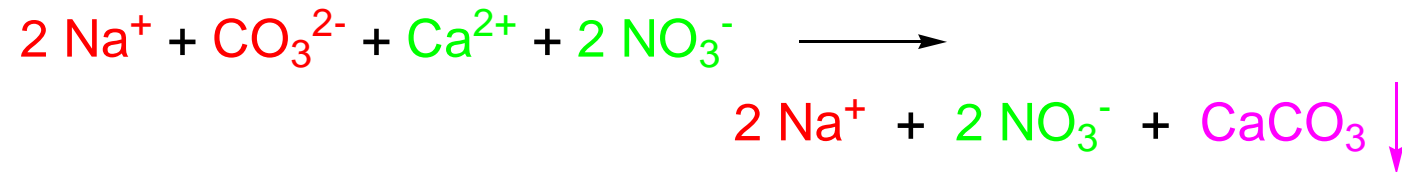
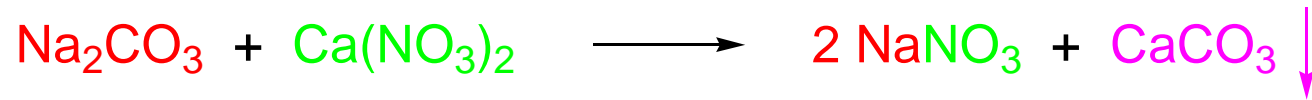
## Löslichkeit von Salzen:

Fast alle Alkalimetallsalze sind in Wasser leicht löslich.  
(Ausnahme: Natriumhydrogencarbonat  $\text{NaHCO}_3$ )

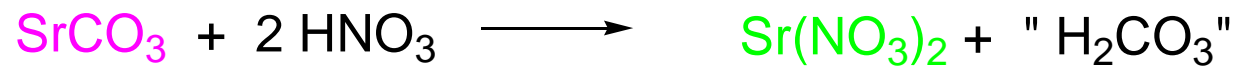
Fast alle Nitrate sind in Wasser leicht löslich.  
(Ausnahme: Bismutylnitrat  $(\text{BiO})\text{NO}_3$ )

Die meisten Erdalkalimetallcarbonate und -sulfate sind in Wasser schwer löslich.

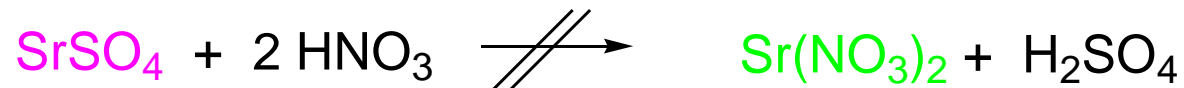
"Reziproke Salzpaare":



Auflösung schwerlöslicher Carbonate:

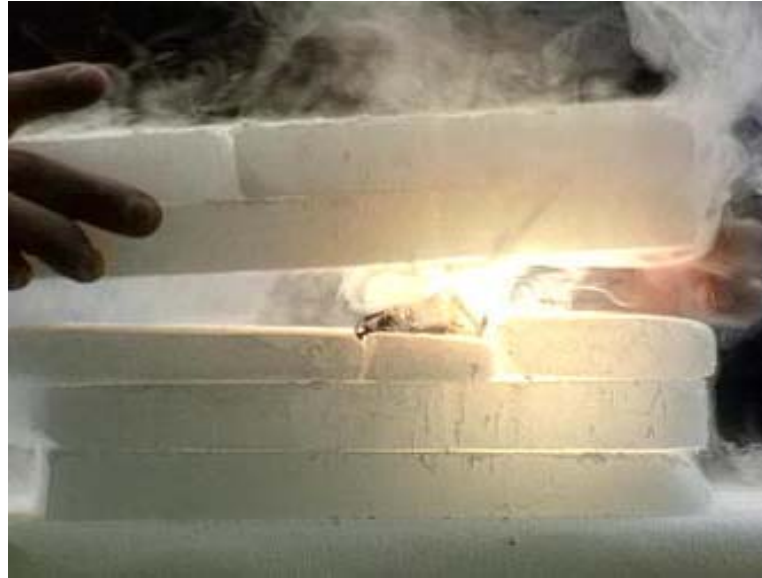


aber:



denn  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ist eine stärkere Säure als  $\text{HNO}_3$ .

## Umsetzung von Magnesium mit Trockeneis



<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=11&ismovie=-1>