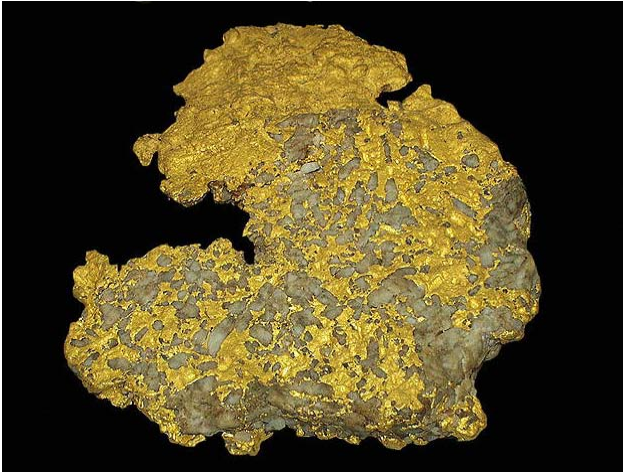


# Natürliche Vorkommen der Elemente

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

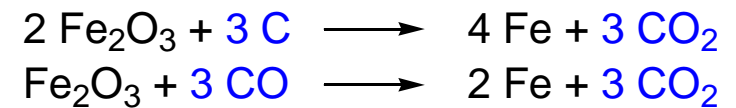
|                    | Gediegene Metalle | Oxide u. a. Sauerstoffverbindungen                         | Sulfide                           | Halogenide  |
|--------------------|-------------------|--|-----------------------------------|---|
| Beispiele          | Au                | $\text{Fe}_3\text{O}_4$ (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

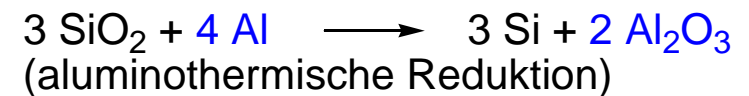
Kohlenstoff bzw. CO

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



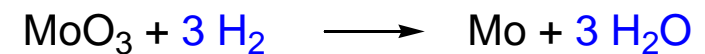
Metalle (Al, Na, Mg, Ca)

carbidbildende d-Metalle  
f-Metalle, Si



Wasserstoff

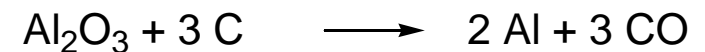
p-Metalle, d-Metalle



## Elektrolyse

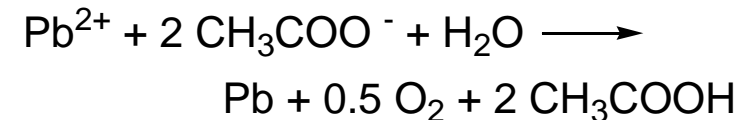
Schmelzflusselektrolyse

s-Metalle, Aluminium



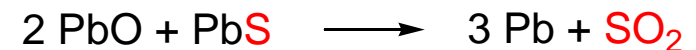
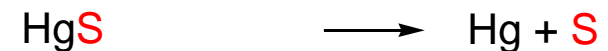
Elektrolyse wässriger  
Lösungen

Cu, Ag, Cd, Zn, Pb



Anionen als Reduktions-  
mittel

sulfidische Erze



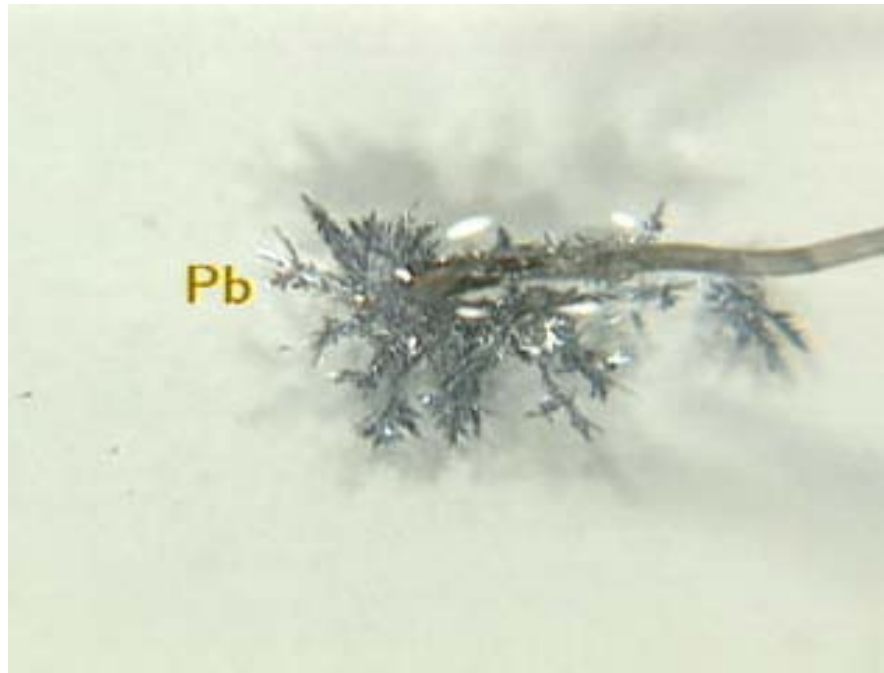


## Reduktion von CuO



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

## Elektrolyse von Bleiacetat

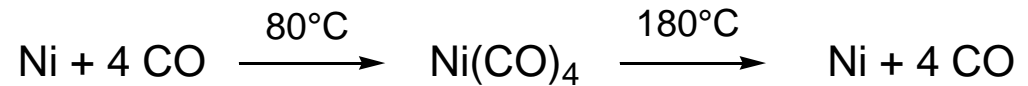


<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=131&ismovie=-1>

## Reinigungsverfahren

### Transportreaktionen

#### Mond-Verfahren



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

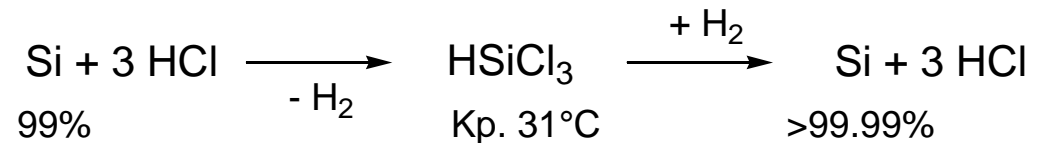


### Elektrolytische Raffination

#### Reinigung von Rohkupfer sowie anderer edler Metalle



### Destillation flüchtiger Derivate



### Zonenschmelzen

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

## Silicium-Einkristall



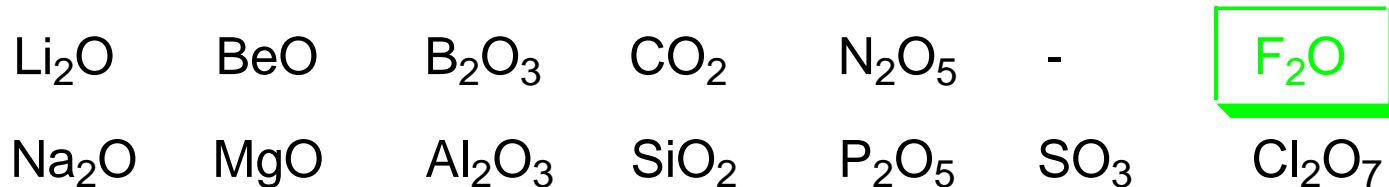


# Umsetzung der Elemente mit Sauerstoff und Wasser

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.

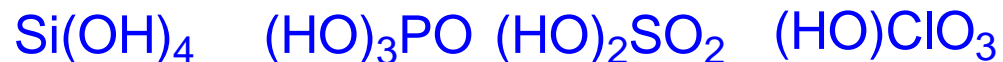
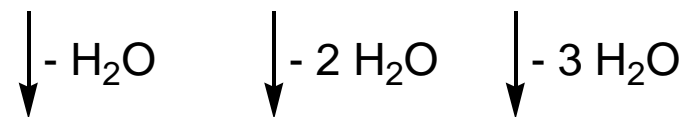


Alle Oxide reagieren mit Wasser zu Hydroxiden (links im PSE) oder Sauerstoffsäuren (rechts im PSE).

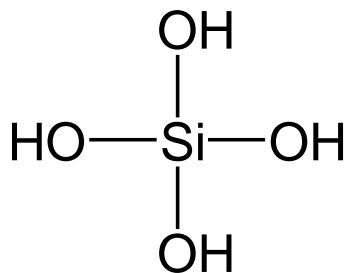
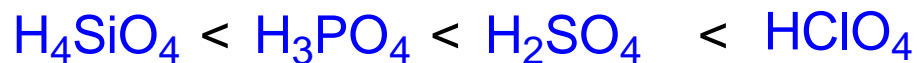




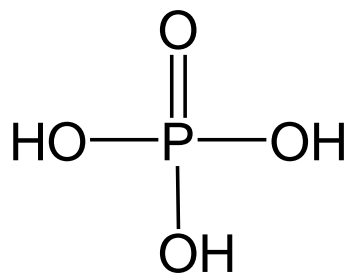
Die Zentralatome **E** in Sauerstoffsäuren der 3. Periode besitzen häufig die Koordinationszahl 4. Es handelt sich dabei um wasserärmere Formen der obigen Hydroxyverbindungen mit der allgemeinen Formel  $(\text{HO})_{4-n}\text{EO}_n$ .



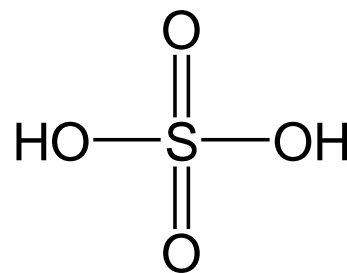
Säurestärke:



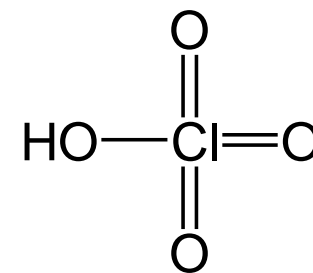
Kieselsäure



Phosphorsäure

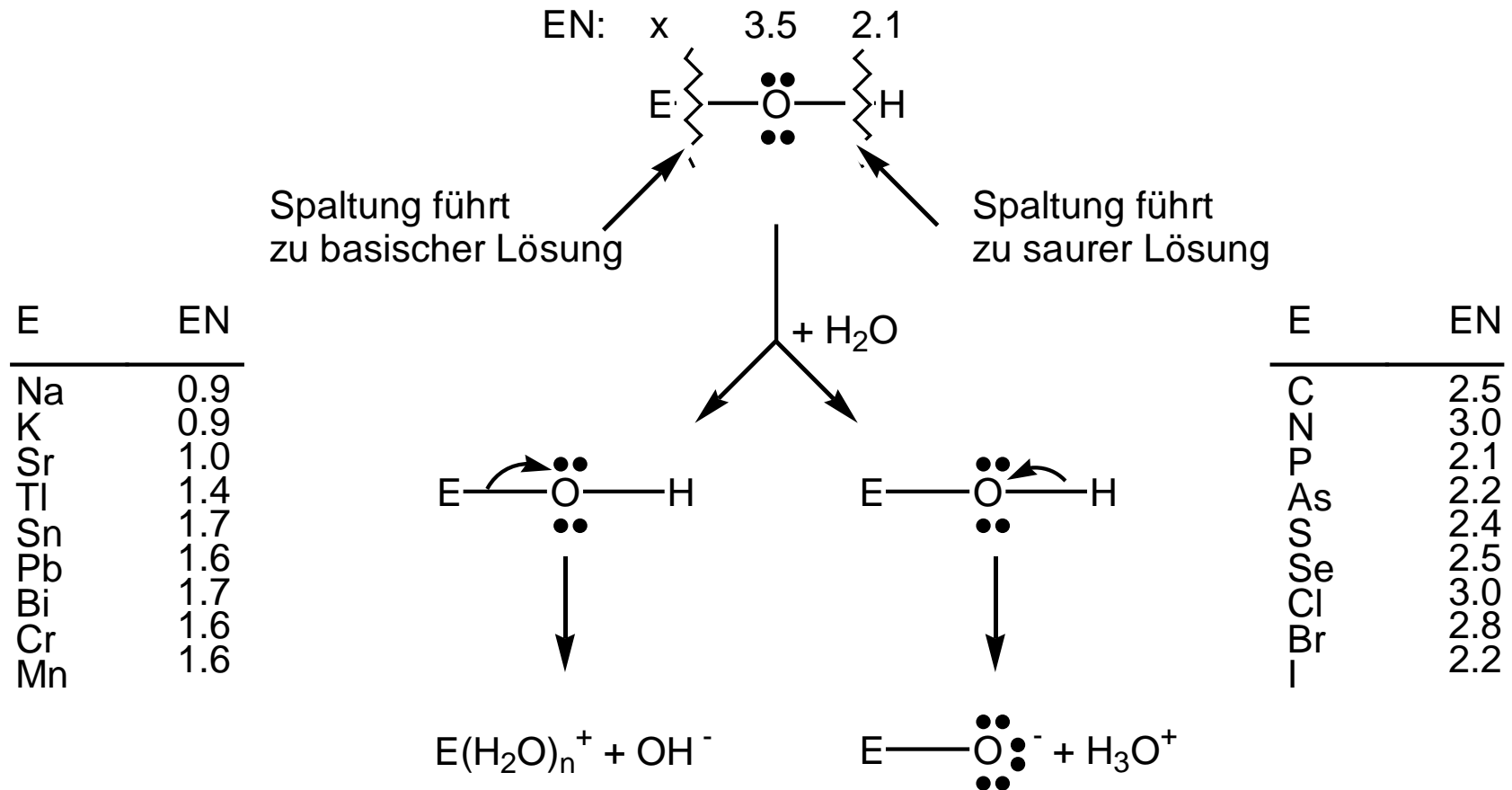


Schwefelsäure

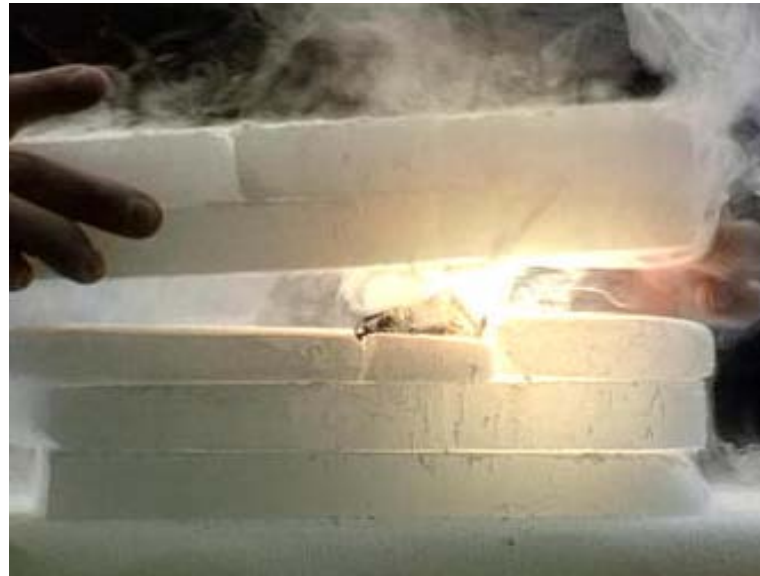


Perchlorsäure

# Saure und basische Oxide

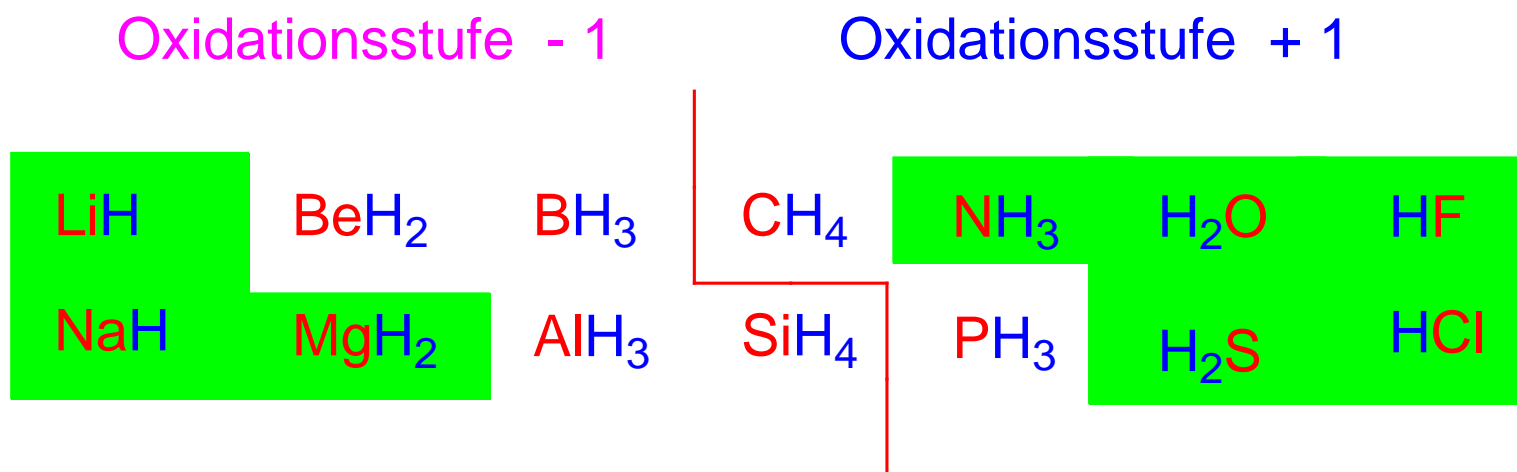


## Umsetzung von Magnesium mit Trockeneis



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

# Element-Wasserstoff-Verbindungen

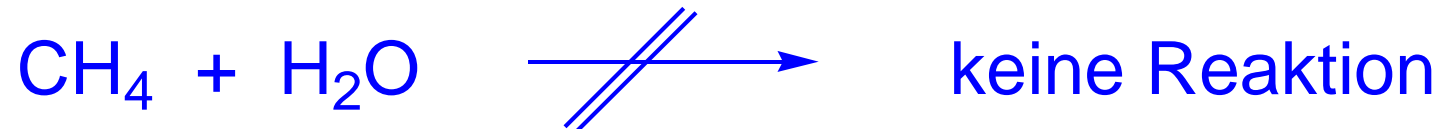
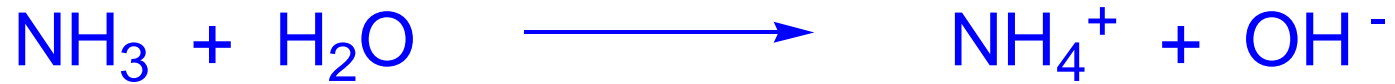


Herstellung: aus den Elementen

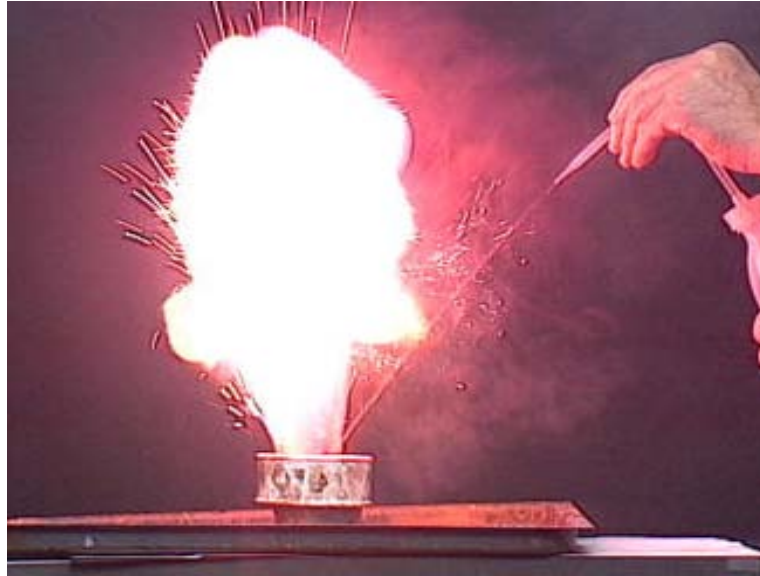




Umsetzung mit Wasser:



## Reaktion von Lithiumalanat mit Wasser



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

# Ammoniakspringbrunnen

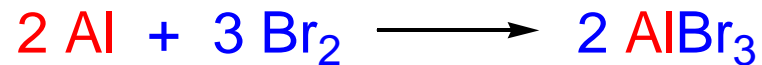
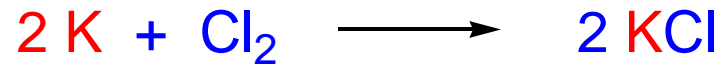


<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=51&ismovie=-1>

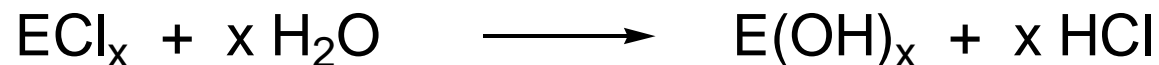
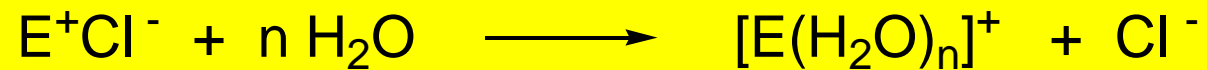
# Element-Halogen-Verbindungen

|      |                   |                   |                   |                  |                  |                  |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| LiCl | BeCl <sub>2</sub> | BCl <sub>3</sub>  | CCl <sub>4</sub>  | NCl <sub>3</sub> | OCl <sub>2</sub> | FCl              |
| NaCl | MgCl <sub>2</sub> | AlCl <sub>3</sub> | SiCl <sub>4</sub> | PCl <sub>5</sub> | SF <sub>6</sub>  | ClF <sub>7</sub> |
|      |                   |                   |                   | PCl <sub>3</sub> | SCl <sub>4</sub> | ClF <sub>5</sub> |
|      |                   |                   |                   |                  | SCl <sub>2</sub> | ClF <sub>3</sub> |

Herstellung: aus den Elementen



Umsetzung mit Wasser:





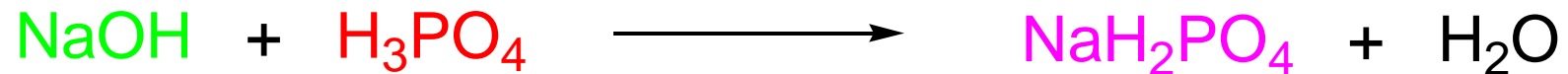
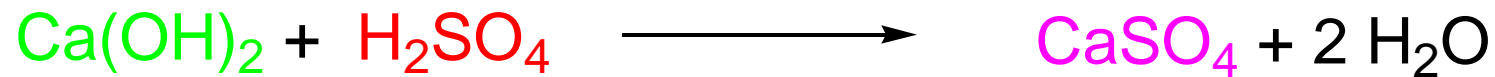
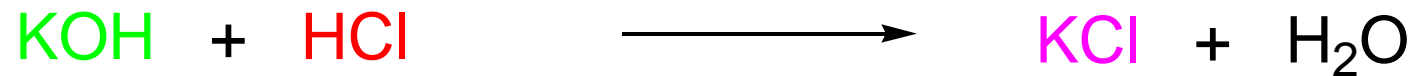
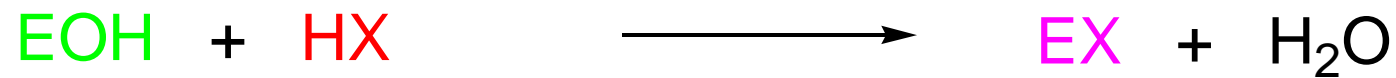
## Reaktion von Aluminium mit Brom



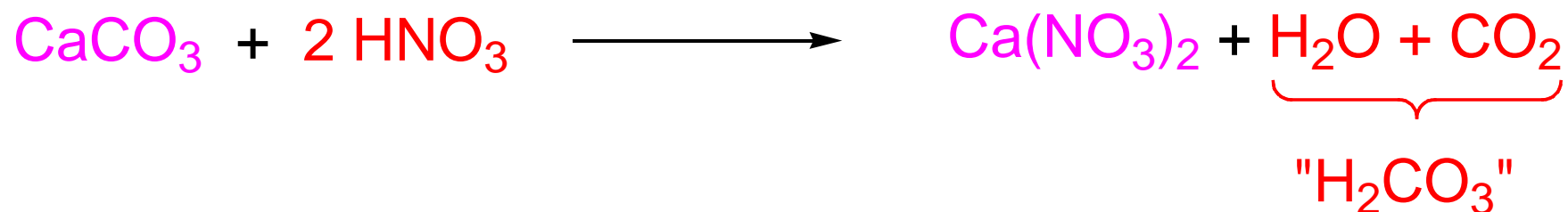
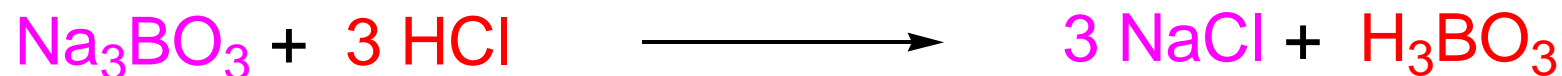
<https://www.cci.ethz.ch/mainmov.html?picnum=-1&language=0&expnum=26&ismovie=-1>

## Salze

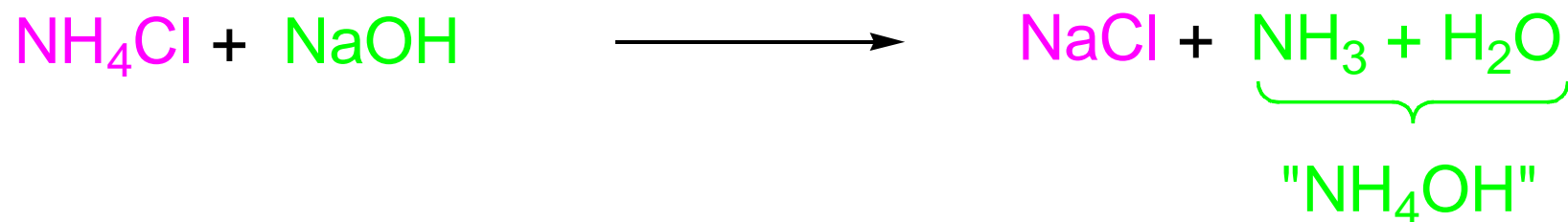
Salze entstehen bei der Neutralisation einer Säure mit einer Base.



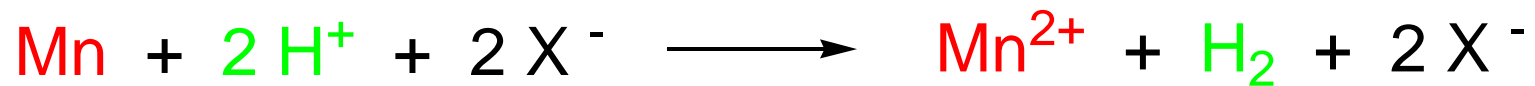
Starke **Säuren** verdrängen schwache **Säuren** aus dem **Salz**.



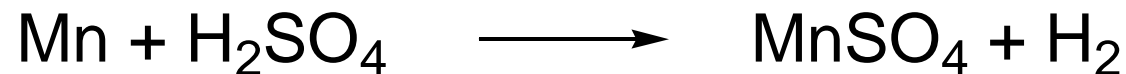
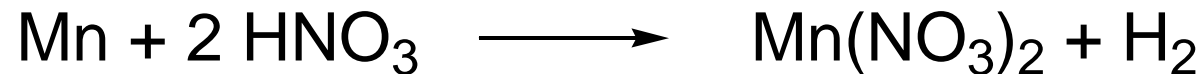
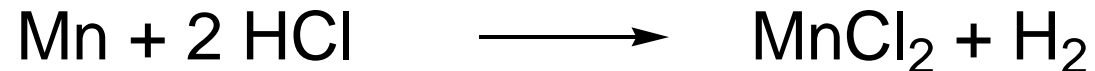
Starke **Basen** verdrängen schwache **Basen** aus dem **Salz**.



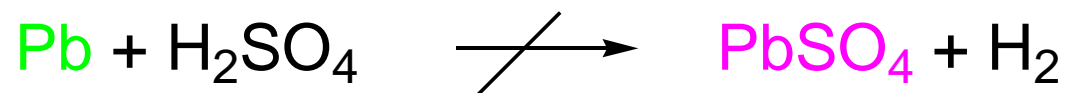
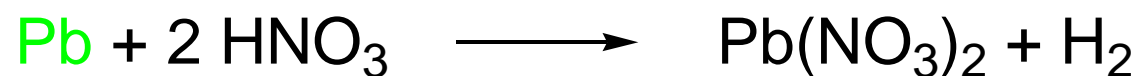
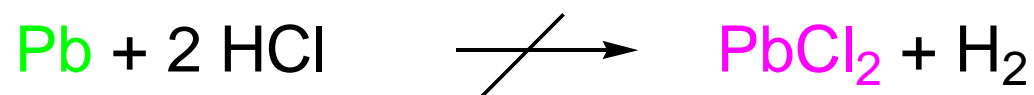
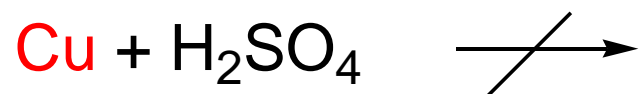
Bildung von Salzen durch Auflösung von Metallen in verdünnten Mineralsäuren (c = 1 mol/l)



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



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



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

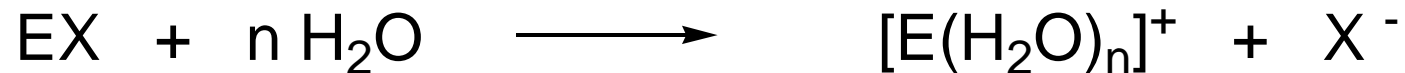
$$K_{s0}(\text{PbCl}_2) = 10^{-5}$$

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

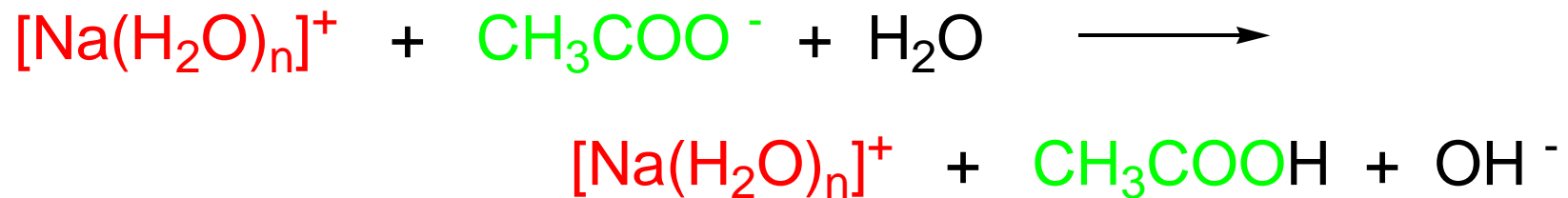


## Der pH-Wert wässriger Salzlösungen

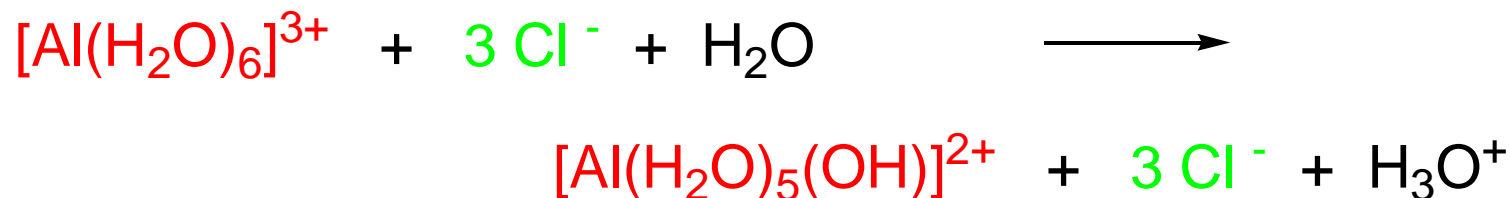
Auflösung eines Salzes in Wasser:



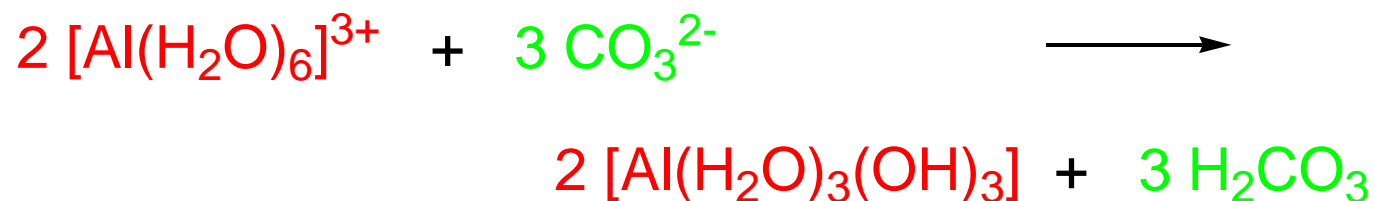
Das Salz einer **starken Base (NaOH)** und einer **starken Säure (HCl)** reagiert in wässriger Lösung neutral.



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.

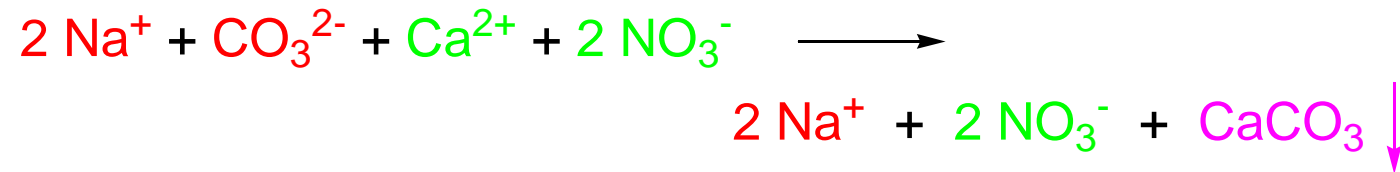
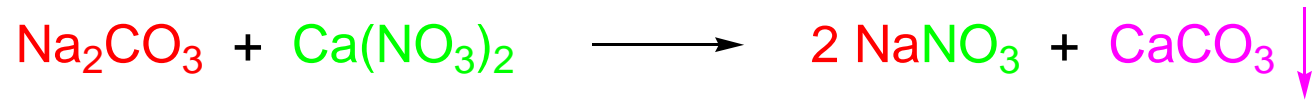
## Löslichkeit von Salzen:

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

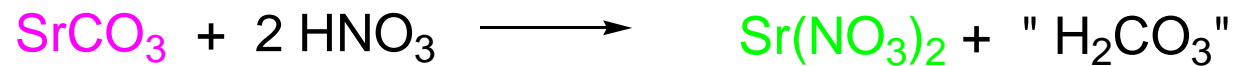
Fast alle Nitrate sind in Wasser leicht löslich.  
(Ausnahme: Bismutylnitrat  $(\text{BiO})\text{NO}_3$ )

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

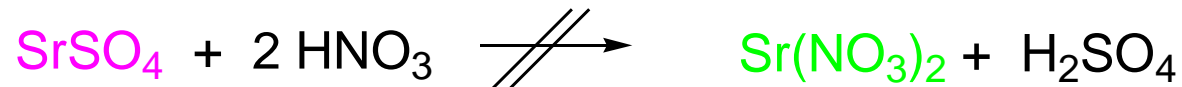
"Reziproke Salzpaare":



Auflösung schwerlöslicher Carbonate:



aber:



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