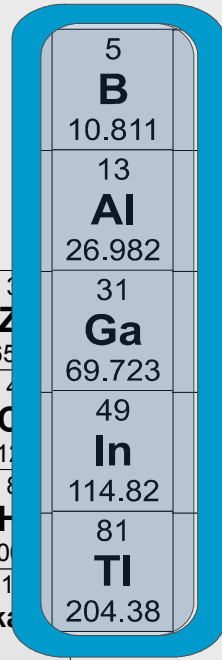


Die Borgruppe

1 H 1.0079																	2 He 4.0026	
3 Li 6.941	4 Be 9.0122	?????																10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305																	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc* 98.906	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.411	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29	
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po* 208.98	85 At* 209.99	86 Rn* 222.02		
87 Fr* 223.02	88 Ra* 226.03	104 Rf* 261.11	105 Db* 262.11	106 Sg* 263.12	107 Bh* 262.12	108 Hs* 265	109 Mt* 268	110 Eka-Pt 271	111 Eka-Au 272	112 Eka-Hg 277	113 Eka-Tl 284	114 Eka-Pb 289	115 Eka-Bi 288	116 Eka-Po 289	117 Eka-At 289	118 Eka-Rn 289		



57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm* 146.92	62 Sm 150.36	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
89 Ac* 227.03	90 Th* 232.04	91 Pa* 231.04	92 U* 238.03	93 Np* 237.05	94 Pu* 244.06	95 Am* 243.06	96 Cm* 247.07	97 Bk* 247.07	98 Cf* 251.08	99 Es* 252.08	100 Fm* 257.10	101 Md* 258.10	102 No* 259.10	103 Lr* 260.11

Bor



Foto: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com>

Aluminium



Foto: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com>

Gallium



Foto: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com>

Indium



Foto: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com>

Thallium



Foto: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com>

Verteilung der Elemente auf der Erde

Element	Massenanteil [%]	
Sauerstoff	49.4	
Silicium	25.8	
Aluminium	7.5	weitverbreiteste
Eisen	4.7	Metall
Calcium	3.4	
Natrium	2.6	
Kalium	2.4	
Magnesium	1.9	
Wasserstoff	0.9	
Titan	0.6	
Gesamt	<u>99.2</u>	

Aluminium - Vorkommen

Hohe Affinität zu Sauerstoff, daher zumeist in Form oxidischer Verbindungen:

Oxide: Tonerde, Korund (Al_2O_3)

Hydroxid: Bauxit ($\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{AlO}(\text{OH})$)

Silikate: Feldspäte ($\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$), Glimmer ($\text{KAl}_2(\text{OH}, \text{F})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$)

seltener Fluorid (in Kombination mit Alkalimetallfluoriden): Kryolith (Eisstein, Na_3AlF_6)

viele Edelsteine: Korund verunreinigt mit anderen Metallen

Rubin (0.2 - 0.3 % Cr_2O_3 , auch V_2O_3)

Saphir (Spuren $\text{Fe}(\text{II}, \text{III})$ oxid, 0.1 - 0.2 % Ti_2O)

Gallium, Indium, Thallium - Vorkommen

Gallium nur in geringen Mengen, stets vergesellschaftet mit

- Zink in Zinkblende (bis 0.01 %)
- Germanium in Germanit $\text{Cu}_3(\text{Ge}, \text{Fe})\text{S}_4$ (0.1 - 1 %)
- Aluminium in Bauxit (0.003 - 0.01 %)

Indium sehr selten, vergesellschaftet mit Zink (ZnS)

Thallium in geringen Mengen als

- Lorandit TlAsS_2 ($\text{Tl}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$)
- Vrbait $\text{TlAs}_2\text{SbS}_5$ ($\text{Tl}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$)
- vergesellschaftet mit Blei (PbS), Rubidium, Zink (ZnS) und Eisen (FeS_2)

Entdeckung und Namensgebung

Aluminium

1825 Oerstedt: verunreinigtes Aluminium aus AlCl_3

1827 Wöhler: in reiner Form aus AlCl_3

1854 Bunsen und St. Claire-Deville: schmelzelektrolytisch aus $\text{NaCl}/\text{AlCl}_3$

Alaun (Doppelsalz: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$)

lat. alumen = Alaun

Alaune (Doppelsalze): $\text{M(I)M(III)}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

M(I) z.B. K, Na, NH_4 , Tl, M(III) z.B. Al, Ti, Mn, In, Fe, Cr, V.

Entdeckung und Namensgebung

Gallium

1871 Lecoq de Boisbaudran: spektralanalytisch im Funkenspektrum von Zinkblende (zwei neue violette Linien), elementar durch Elektrolyse des Hydroxids in alkalischer Lösung

Name zu Ehren Frankreichs: *lat. Gallia*

Lecoq de Boisbaudran lat. gallus = der Hahn

Indium

1863 Reich, Richter: spektralanalytisch in Freiburger Zinkblende, elementar durch Reduktion des Oxids mit Holzkohle

Name: leuchtend indigoblaue Linie im Flammenspektrum

von Indigo, ostindische Herkunft *griech. indikon = das Indische*

Entdeckung und Namensgebung

Thallium

1861 Crookes: spektralanalytisch im Bleikammerschlamm einer Schwefelsäurefabrik.

1862 Lamy: elementar durch Schmelzelektrolyse des Chlorids

Name: leuchtend grüne Linie im Flammenspektrum

griech. thallus = grüner Zweig

leichte Identifizierung von Thallium und seinen Verbindungen in der Gerichtsmedizin und Toxikologie

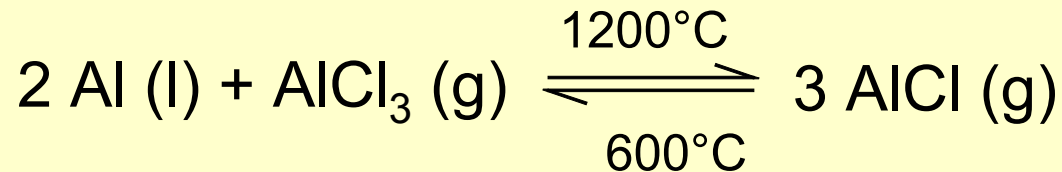
Aluminium - Darstellung

Elektrochemisch aus Al_2O_3

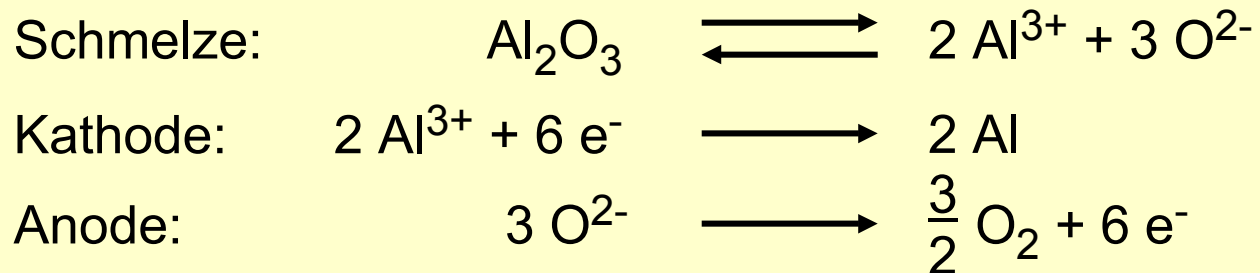
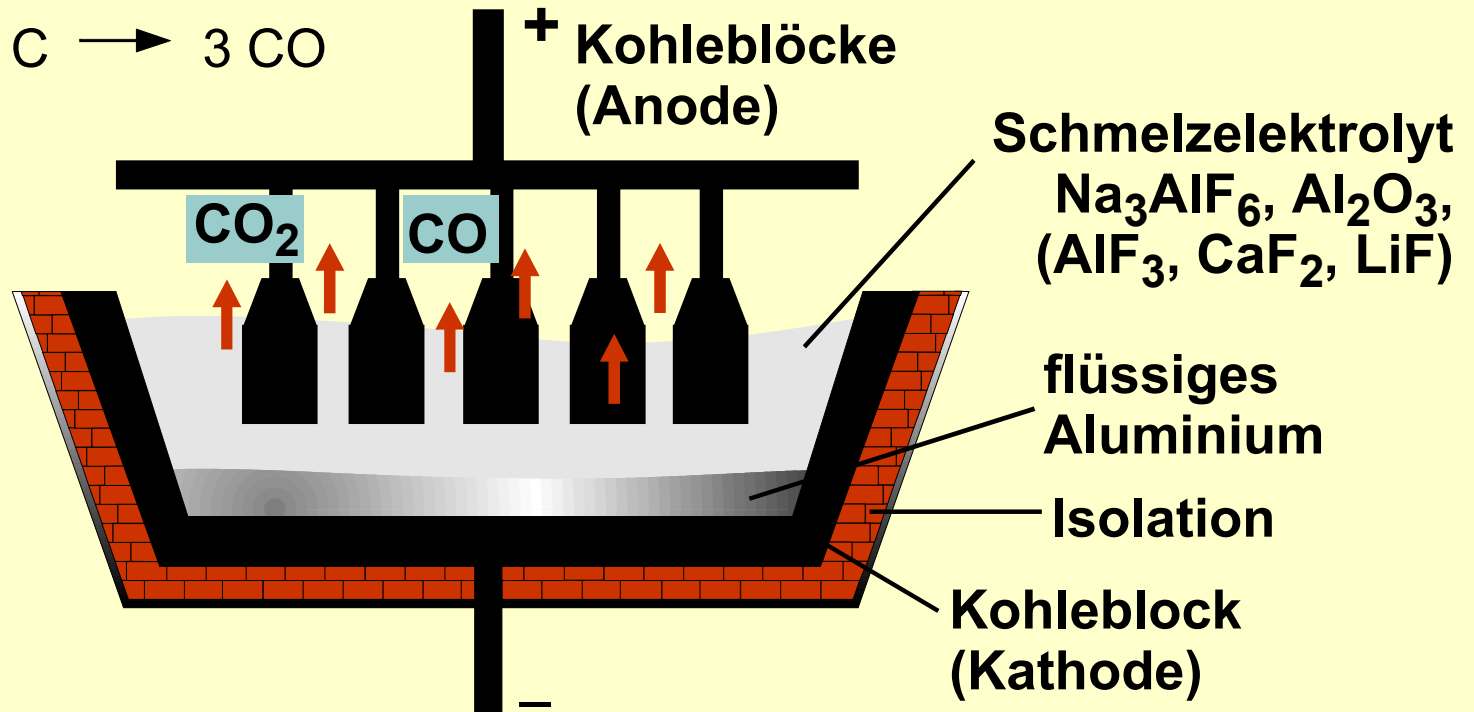
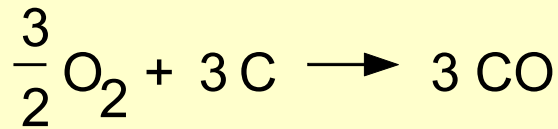
Elektrolyt aus Al_2O_3 , Kryolith (Na_3AlF_6), $\text{AlF}_3/\text{CaF}_2/\text{LiF}$

- AlCl_3 -Schmelze leitet den Strom nicht,
- aus wässrigen Salzlösungen scheidet sich an der Kathode nur H_2 ab

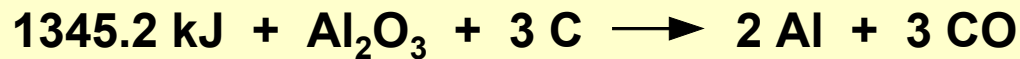
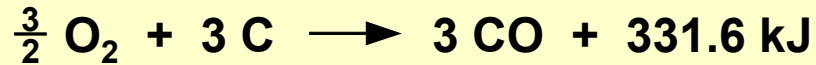
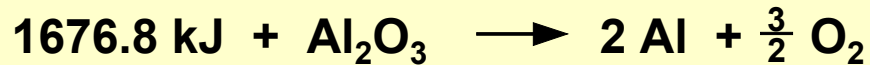
Hochrein durch Reinigung mit AlCl_3



Aluminium-Gewinnung durch Schmelzflusselektrolyse



Aluminium-Gewinnung durch Schmelzflusselektrolyse



Die Herstellung von 1 t Al benötigt

- 4 t Bauxit
- 0.4 - 0.8 t Anodenkohle,
- 4 kg Kryolith
- 15 - 20 kg AlF_3 ,
- 13000 - 16000 kWh Strom (Ausbeute 85 - 95 %),

Beim Einsatz von Altaluminium werden nur 800 kWh (6 %) benötigt.

Tonerde-Gewinnung aus Bauxit

Bauxit



roter Bauxit

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ verunreinigt mit
20 - 25 % $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$
1 - 5 % $\text{SiO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$

**alkalischer
Aufschluss**

weißer Bauxit

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ verunreinigt mit
5 % $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$
 ≤ 25 % $\text{SiO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$

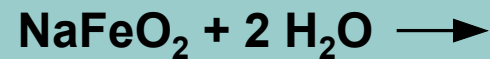
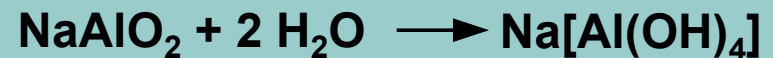
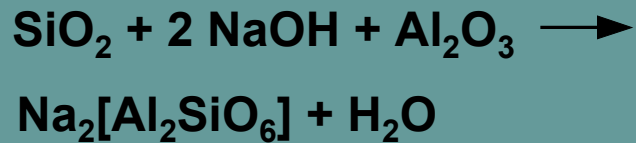
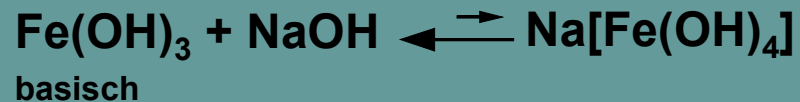
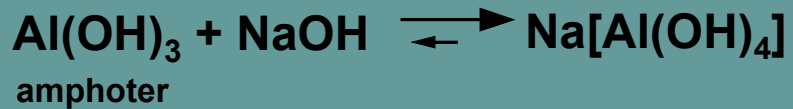
**saurer
Aufschluss**

Roter Bauxit

alkalischer
Aufschluss

nass

trocken

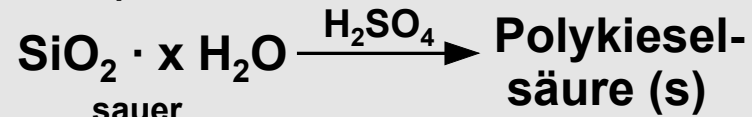


Weißer Bauxit

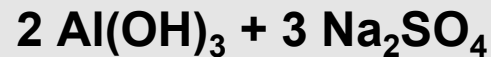
**saurer
Aufschluss**



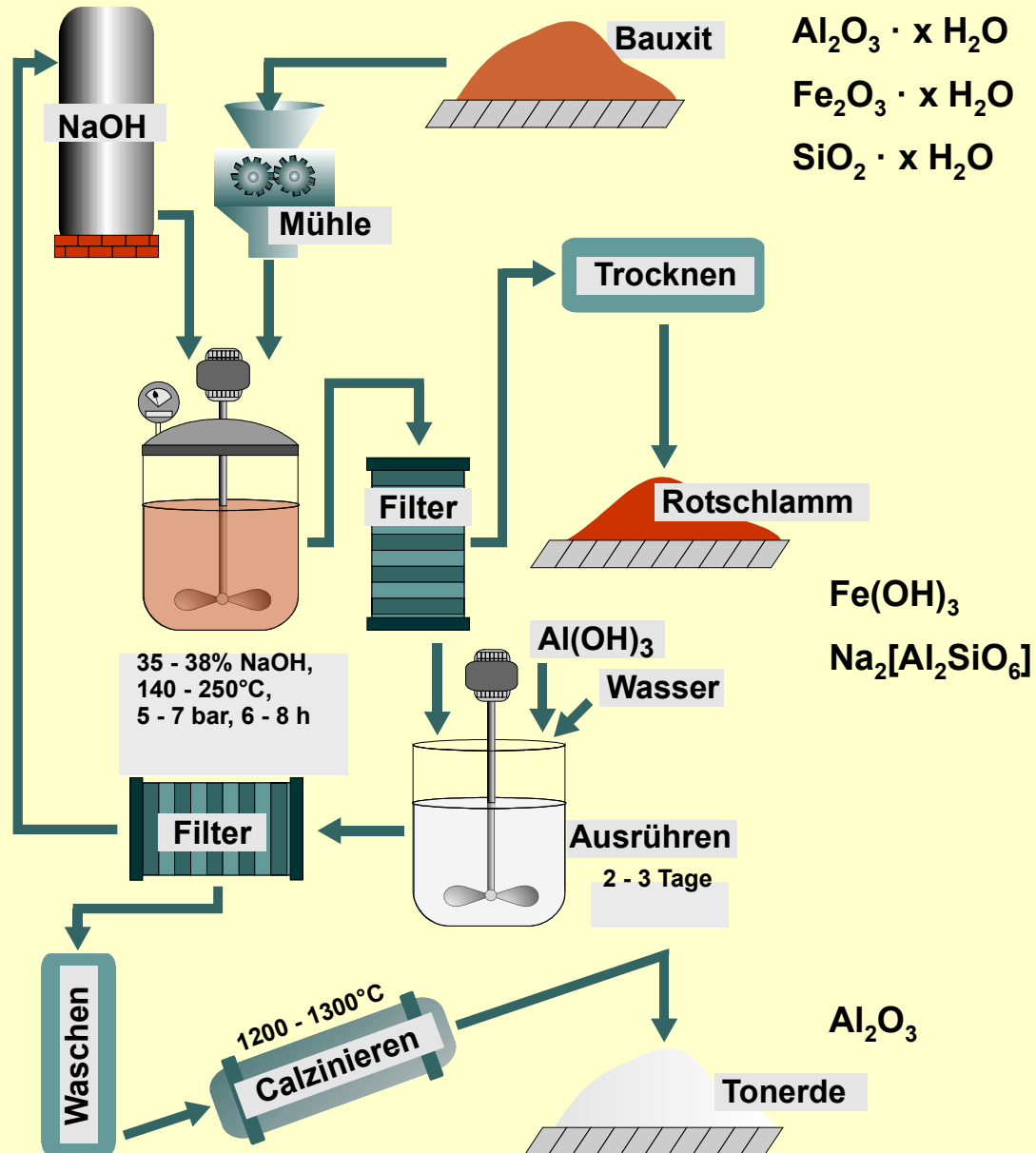
amphoter



sauer



Bayer-Verfahren



Gallium, Indium, Thallium - Darstellung

Gallium: Elektrochemisch aus $\text{Ga}(\text{OH})_3$ -Lösungen

Nebenprodukt der Bauxit-Aufarbeitung

Ultrarein durch Zonenschmelzen

Indium: Elektrochemisch aus Indiumsalz-Lösungen

Aus Röstgasen von Pb-, Zn-, Fe-, Cu-Sulfiden

Thallium: Elektrochemisch aus Thalliumsalz-Lösungen

*Aus Röstgasen von Pb-, Zn-, Fe-Sulfiden,
Auskochen der Gase mit verd. H_2SO_4*

Die Borgruppe

Halbmetall, schlechter Leiter, vier allotrope kristalline Modifikationen: rot durchscheinend (α -rhomboedrisch), dunkelgrau (β -rhomboedrisch), schwarz (α -tetragonal), rot (β -tetragonal), härter als Korund (Al_2O_3), vergleichbar den Borcarbiden, schwarz-glasige amorphe Form

silberweißes, hartes, sprödes Halbmetall (trotz guter Leitfähigkeit), Volumenkontraktion beim Schmelzen (analog Si, Ge, Sb, Bi, H_2O)

	Bor	Aluminium	Gallium	Indium	Thallium
M [g/mol]	10.81	26.98	69.72	114.82	204.38
Smp. [°C]	~2250	660.37	29.78	156.61	303.5
Sdp. [°C]	3660	2330	2403	2070	1453
ρ [g/cm ³]	2.46 (α -B)	2.70	5.91	7.31	11.85

silberweißes Leichtmetall (viermal leichter als Pb, achtmal leichter als Pt), wichtigstes Nicht-Eisenmetall, thermisch und elektrisch gut leitend (2/3 Cu-Leitfähigkeit), hämmerbar, gießbar, schmiedbar, ziehbar, dehnbar.

silberweißes, weiches Metall (Pb-ähnlich)

bläulich-weißes, weiches Metall (Pb-ähnlich)

Verwendung Aluminium

Elementar:

Pulver: rostschützende Öle und Lacke, Buchdruck, Sprengstoffe, Feuerwerkerei.

Grieß: Gewinnung von Metallen (Thermitverfahren).

Draht: elektrische Leitungen.

Überzüge: Rostschutz für Eisen (“aluminieren”),
Teleskop-Spiegel.

Kompakt: Röhren, Stangen, Platten, Geschirr, Kessel,
Fassadenverkleidungen, Konstruktionsmaterial.

Legierungen mit Mg, Si, Cu, Zn, Mn.

Verwendung Aluminium

Verbindungen:

$\text{Al}(\text{OH})_3$: (Flammschutzmittel, Füll-Stoff für Teppiche und Kunst- und Schaumstoffe, Beizmittel, Zahnpasta, Papier, Keramik, Schleifmittel, Kosmetika, Deodorants, Trägermaterial für Enzym, Aktivtonerden),

Al_2O_3 : (Eloxalbeschichtung - Elektrisch Oxidiertes Aluminium, Schleif- und Poliermittel, Keramik, Fasern, synth. Edelsteine),

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: (Papier- u. Zellstoff, Wasserreinigung, Gerbmittel, Beize),

AlCl_3 : (Friedel-Crafts-Katalysator, Pharmazie, Kosmetik, Wasseraufbereitung, Imprägnierungs-mittel),

NaAlO_2 und andere **Spinelle**: (Keramik, Pigmente, Halbedelsteine, Wasseraufbe- reitung, Betondichtungs- u. Schnellhärtungsmittel, Lacke, Seifen, Email, Papier, Milchglas),

AlF_3 und Na_3AlF_6 : (Glas- u. Emaille-Industrie).

Verwendung Gallium

Elementar.

Thermometerflüssigkeit (- 15 - 2000°C, oftmals in Verbindung mit Aluminium), Sperrflüssigkeit, Wärmeaustauscher in Kernreaktoren, Lampenfüllungen.

Verbindungen:

Halbleitertechnologie z. B. GaAs (A^{III} - B^V -Halbleiter, isoelektronisch zu Ge), wandelt Elektrizität in kohärentes Licht um (Laserdioden, Leuchtdioden, Transistoren, Dotierung anderer Halbleiter), $MgGa_2O_4$ (hellgrün strahlender Leuchtstoff, Aktivierung durch UV-Licht), V_3Ga (Supraleiter unter 16.8K).

Verwendung Indium

Elementar:

Bremsstäbe in Kernreaktoren, Metallschutzschichten durch Eindiffusion von Indium bei 180°C (Indiumplattierung).

Verbindungen:

Halbleitertechnologie InP, InAs, InSb ($A^{III} - B^V$ -Halbleiter, Hoch- und Niedertemperaturtransistoren, Thermistoren, Photoleiter)

Legierungen:

mit Cd, Zn, Cu, Pb, Bi (niedrigschmelzend, 50 - 100°C, Sicherheits-schaltungen, Thermostaten, Sprinkleranlagen, Lötmittel)

Verwendung Thallium

Elementar und Legierungen:

Erzeugung von monochromatischem, grünem Licht, flüssiges Amalgam für Kältethermometer (bis zu -60°C) und Schalter bei arktischen Temperaturen.

Verbindungen:

TlCl und TlBr für optische Fenster (IR-Spektroskopie), Tl_2S anstelle von Se in Photozellen, Tl_2SO_4 ("Zelig", Ratten- und Mäusegift, Schädlingsbekämpfungsmittel - Rhodentizide).

Die Borgruppe

	Bor	Aluminium	Gallium	Indium	Thallium
M [g/mol]	10.81	26.98	69.72	114.82	204.38
Smp. [°C]	~2250	660.37	29.78	156.61	303.5
Sdp. [°C]	3660	2330	2403	2070	1453
ρ [g/cm ³]	2.46 (α -B)	2.70	5.91	7.31	11.85

Metallcharakter



Beständigkeit E⁺



Beständigkeit E³⁺



Elektronegativitäten (Allred-Rochow)

H 2.2																	He
Li 0.97	Be 1.47											B 2.01	C 2.5	N 3.07	O 3.5	F 4.10	Ne
Na 1.01	Mg 1.23											Al 1.47	Si 1.74	P 2.06	S 2.44	Cl 2.83	Ar
K 0.91	Ca 1.04	Sc 1.20	Ti 1.32	V 1.45	Cr 1.56	Mn 1.60	Fe 1.64	Co 1.70	Ni 1.75	Cu 1.75	Zn 1.66	Ga 1.82	Ge 2.02	As 2.2	Se 2.48	Br 2.74	Kr
Rb 0.89	Sr 0.99	Y 1.11	Zr 1.22	Nb 1.23	Mo 1.30	Tc 1.36	Ru 1.42	Rh 1.45	Pd 1.30	Ag 1.42	Cd 1.46	In 1.49	Sn 1.72	Sb 1.82	Te 2.01	I 2.21	Xe
Cs 0.86	Ba 0.97	La 1.08	Hf 1.23	Ta 1.33	W 1.40	Re 1.46	Os 1.52	Ir 1.55	Pt 1.42	Au 1.42	Hg 1.44	Tl 1.44	Pb 1.55	Bi 1.67	Po 1.76	At 1.96	Rn
Fr 0.86	Ra 0.97																

d-Orbitale



Aluminium und Nichtmetalle

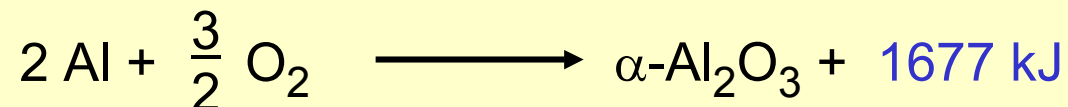
Reaktion mit den meisten Nichtmetallen bei leichter Erwärmung, z. T. stark exotherm!

An der Luft ist Aluminium beständig → Passivierung durch Oxidschicht

Künstlich: Eloxal-Verfahren (elektrisch oxidiertes aluminium)

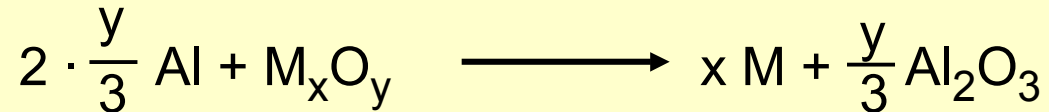
Gegenstand als Anode, Oxal- oder Schwefelsäure als Elektrolyt, 0.02 mm dicke Schutzschicht

Fein verteiltes Aluminium (große Oberfläche!):

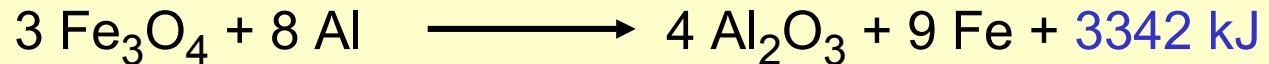
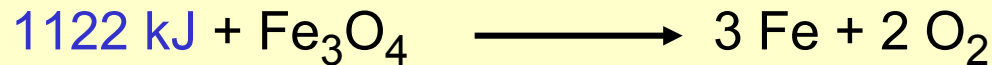


Aluminium und Sauerstoff

Aluminothermisches Verfahren: Reduktion von Cr_2O_3 , Mn_3O_4 , SiO_2 , TiO_2
(mit Kohlenstoff erfolgt Carbid-Bildung!)



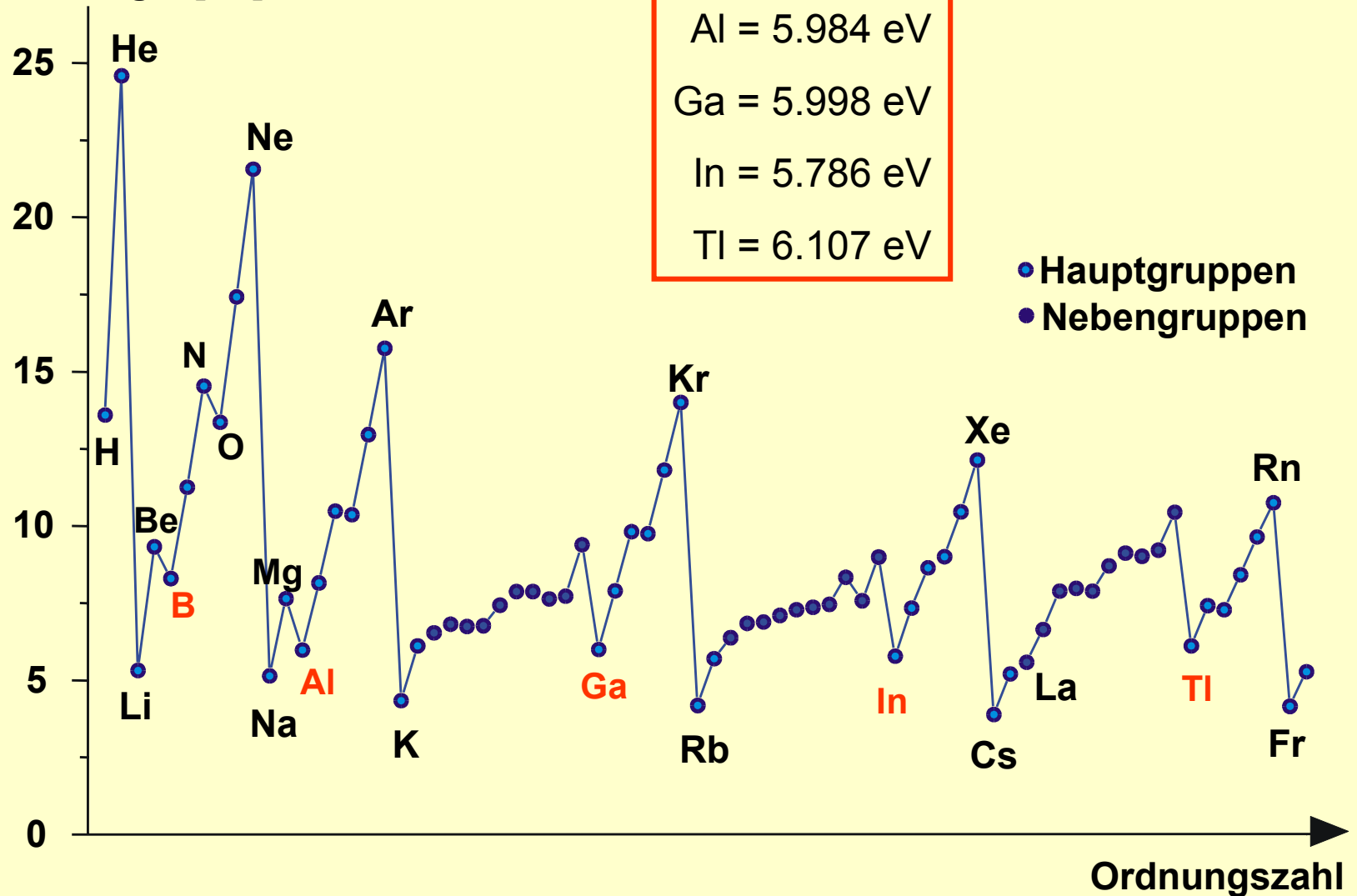
Thermit:



Temperaturen bis 2400°C !

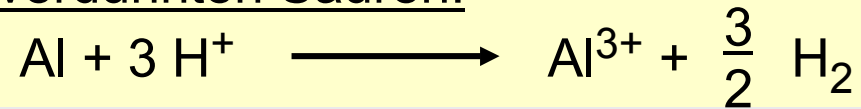
Die erste Ionisierungsenergie IE_1

1. Ionisierungsenergie [eV]



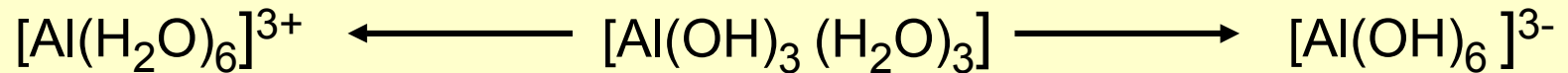
Reaktion mit Säuren und Basen

Standardpotential: $E^0 = -1.68 \text{ V}$, Wasserstoffentwicklung mit nichtoxidierenden verdünnten Säuren:



oxidierende Säuren: Passivierung

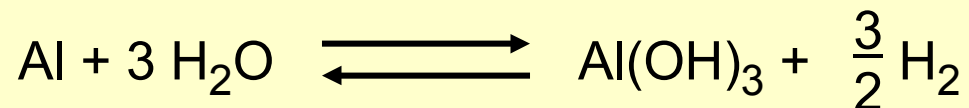
$\text{Al}(\text{OH})_3$ reagiert amphoter:



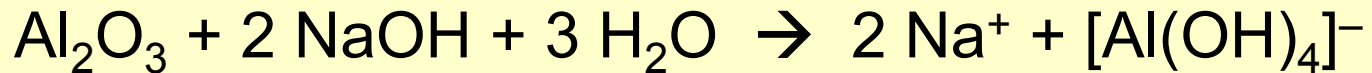
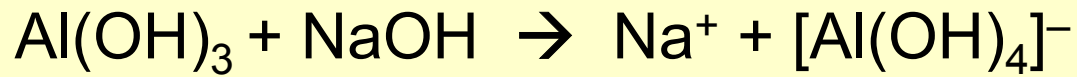
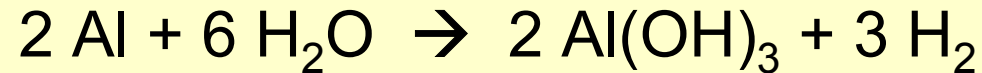
stark sauer

stark alkalisch

amalgamiertes Al:



Aluminium und Basen

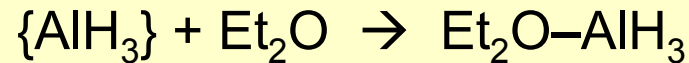
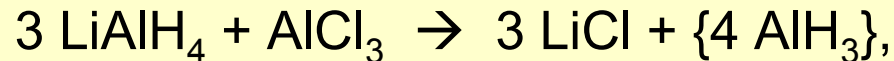


In Wasser oder schwachen Säuren: kaum Angriff, Überschreitung des Löslichkeitsproduktes \longrightarrow Bildung von Al(OH)_3

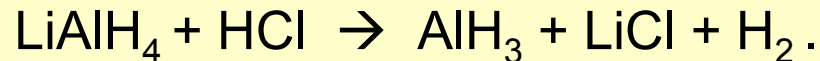
Wasserstoffverbindungen

Einzigste Verbindung Aluminiumtrihydrid (Alan). Analog bilden auch die Homologen Trihydride (allerdings weniger stabil!)

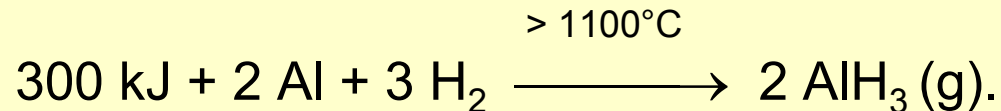
Darstellung:



Mit der Zeit erfolgt Polymerisation.



Aus den Elementen



Aluminiumtrihydrid - Eigenschaften

farbloses (solvatfrei) nichtflüchtiges Pulver, oberhalb von 120°C erfolgt der Zerfall in die Elemente

Struktur:

monomeres Aluminiumwasserstoff wird durch anionische Wasserstoffbrückenbindungen zum polymeren $(\text{AlH}_3)_x$ verknüpft.

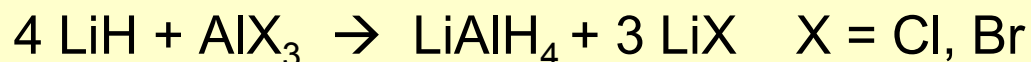
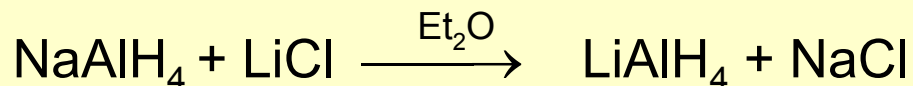
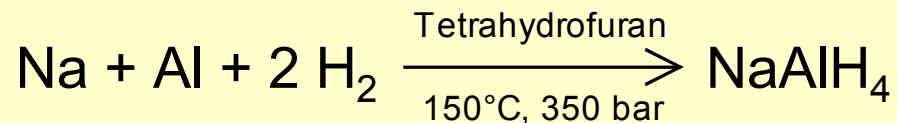
oktaedrische Koordination der Aluminium-Zentren mit Wasserstoffatomen

eckenverknüpfte Oktaeder → Raumstruktur

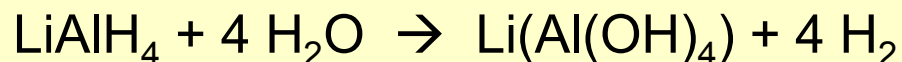
(Gallan ist dimer: Struktur analog Diboran!)

äußerst luft- und feuchtigkeitsempfindlich. Starkes Reduktionsmittel!

Aluminiumhydride, Hydridoaluminate, Alanate

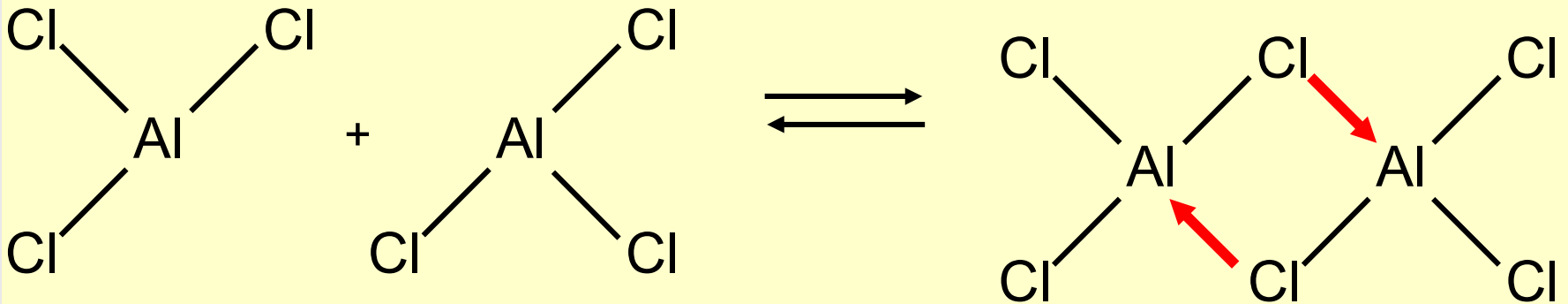
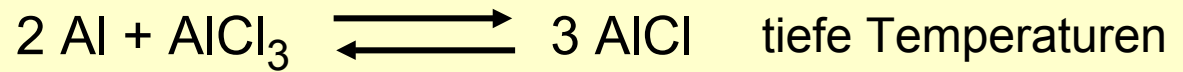


In trockener Atmosphäre luftstabil. LiAlH_4 zerfällt $> 150^\circ\text{C}$. Löslich in vielen organischen Lösungsmitteln. Extrem hydrolyseempfindlich:



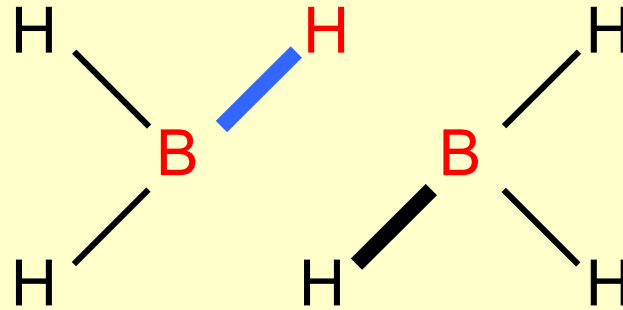
Bewährte Reduktions- und Hydrierungsmittel!

AlX_3 - Elektronenmangelverbindungen



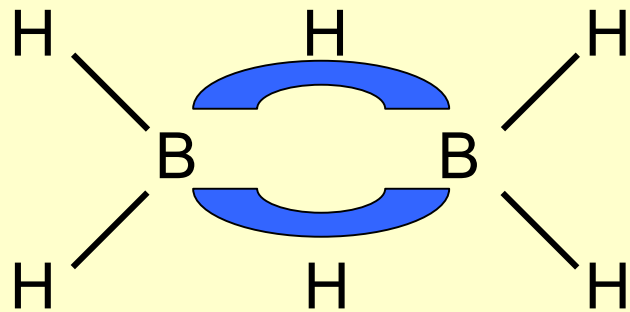
keine Valenzstabilisierung durch p_π - p_π -Bindungen, sondern Dimerisierung!

Zweielektronen - Dreizentren - Bindung

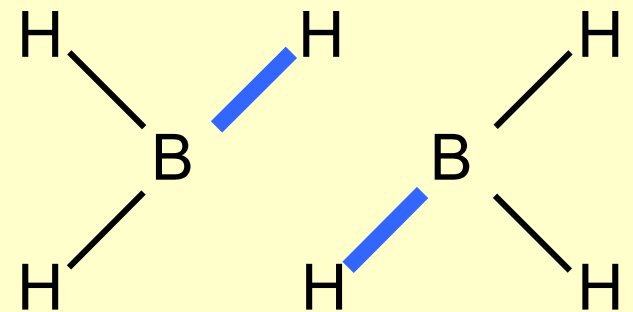
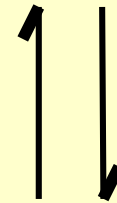
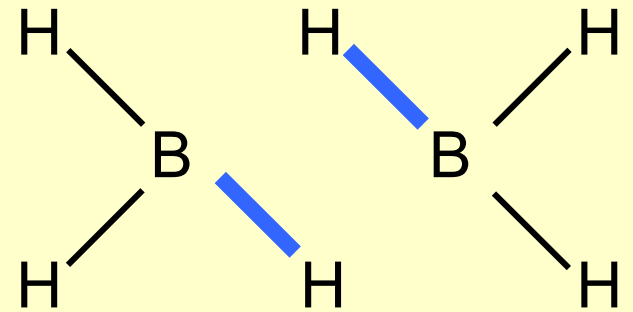


Zweielektronen - Dreizentren - Bindung

Zweielektronen - Dreizentren - Bindung



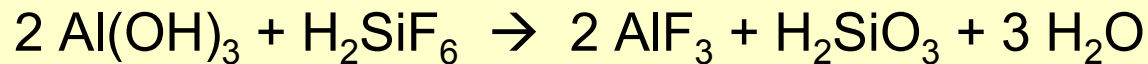
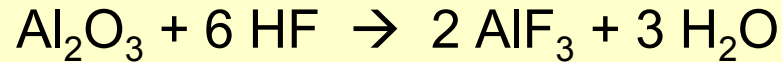
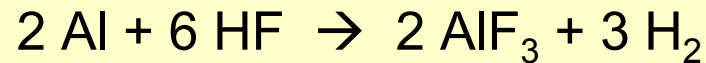
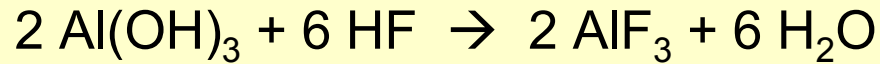
Valenzstrichformel



Mesomerieformel

Aluminiumtrifluorid

Umsetzung des Metalls oder seiner Sauerstoffverbindungen mit Fluorwasserstoff:

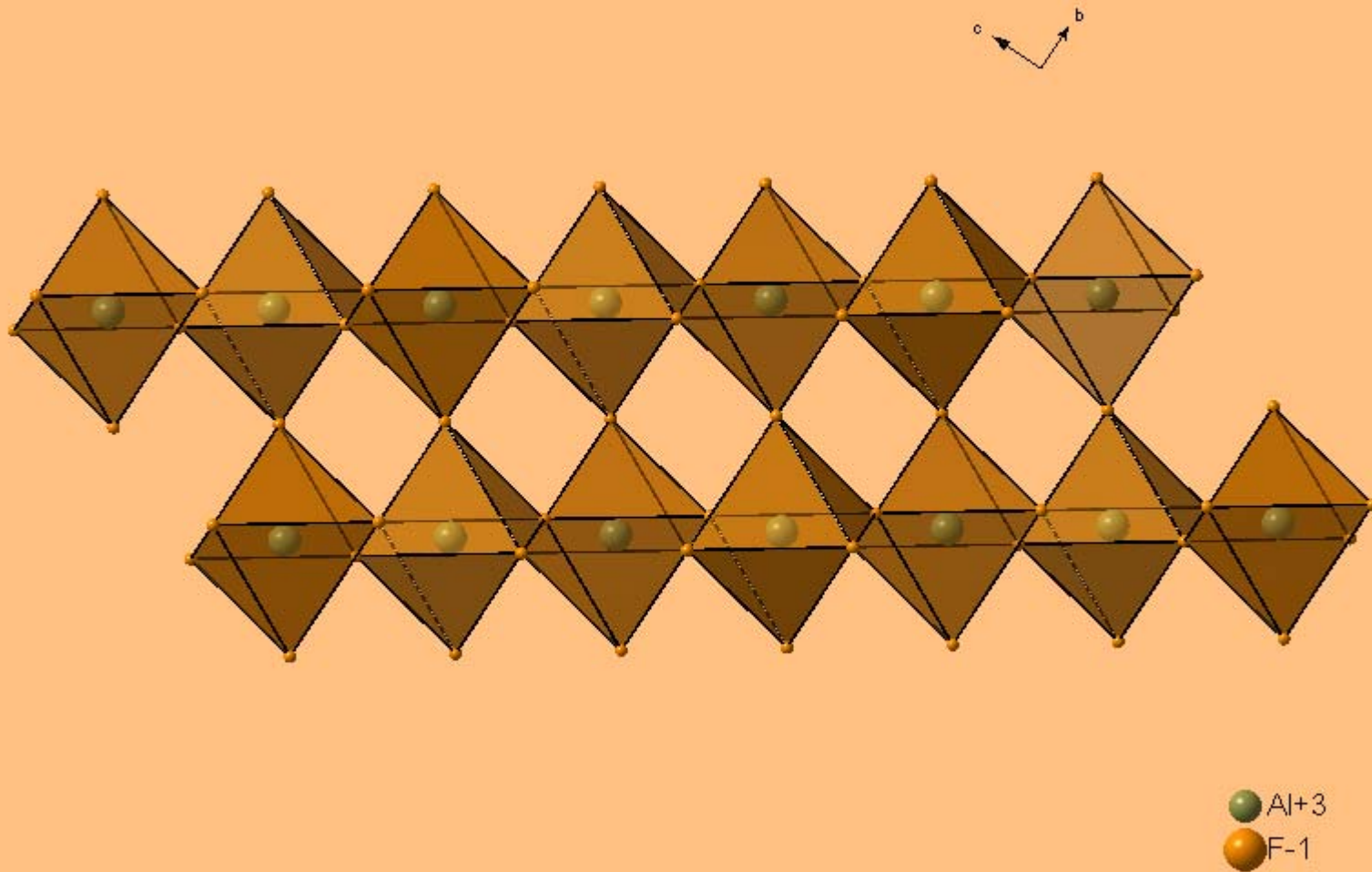


weißes Pulver, Smp.: 1290°C, unlöslich in Wasser, Säuren und Laugen.

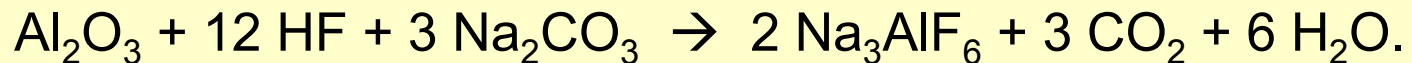
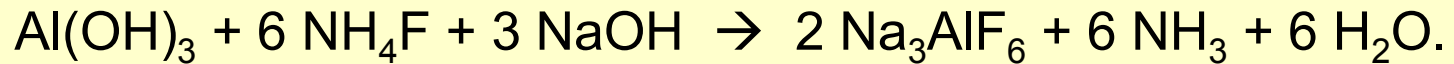
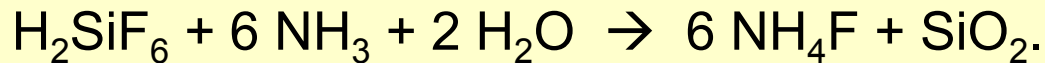
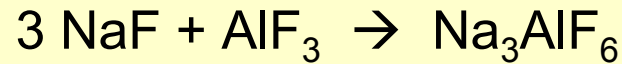
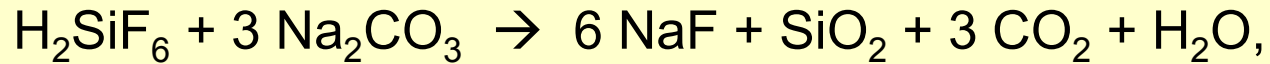
Bildung von Komplexsalzen mit anderen Metallfluoriden:



Struktur von Aluminiumtrifluorid



Kryolith, Eisstein



Aluminiumgewinnung, Glas- und Email-Industrie

Halogenverbindungen

Trihalogenide von allen mit sämtlichen Halogenen bekannt!

Aluminium bildet bevorzugt Trihalogenide!

Thalliumtriiodid muss als $(Tl^+ I_3^-)$ formuliert werden (hohe Reduktionswirkung von I^- verhindert Darstellung des Triiodids).

Monohalogenide hauptsächlich von Thallium

von Ga, In, Tl auch Dihalogenide M_2X_4 :

nicht Dimere sondern gemischtvalente Verbindungen $M^+ MX_4^-$

von den höheren Homologen sind auch Sesquihalogenide M_2X_3 bekannt.

Oxidationsstufen

Al

Ga

In

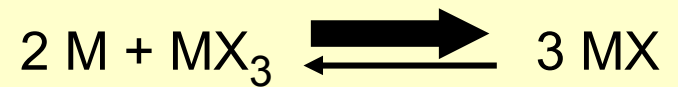
Tl

Al⁺

Tl⁺

Al³⁺

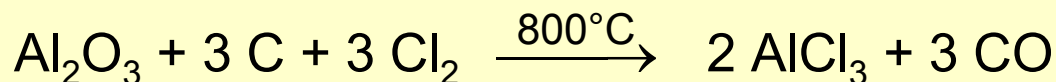
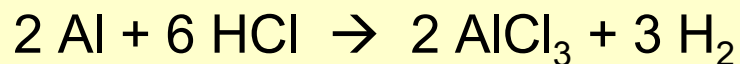
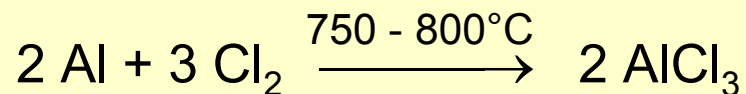
Tl³⁺



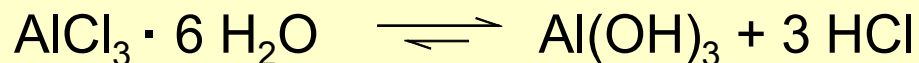
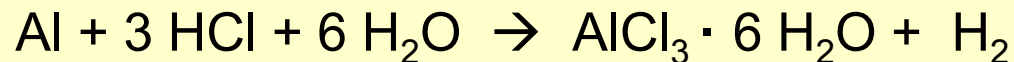
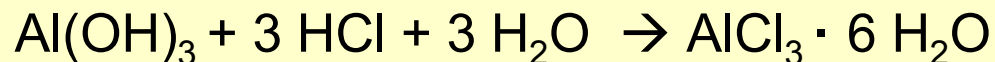
Komproportionierungsneigung

Aluminiumchlorid

Wasserfrei



Wasserhaltig



wässrige Lösungen reagieren sauer!

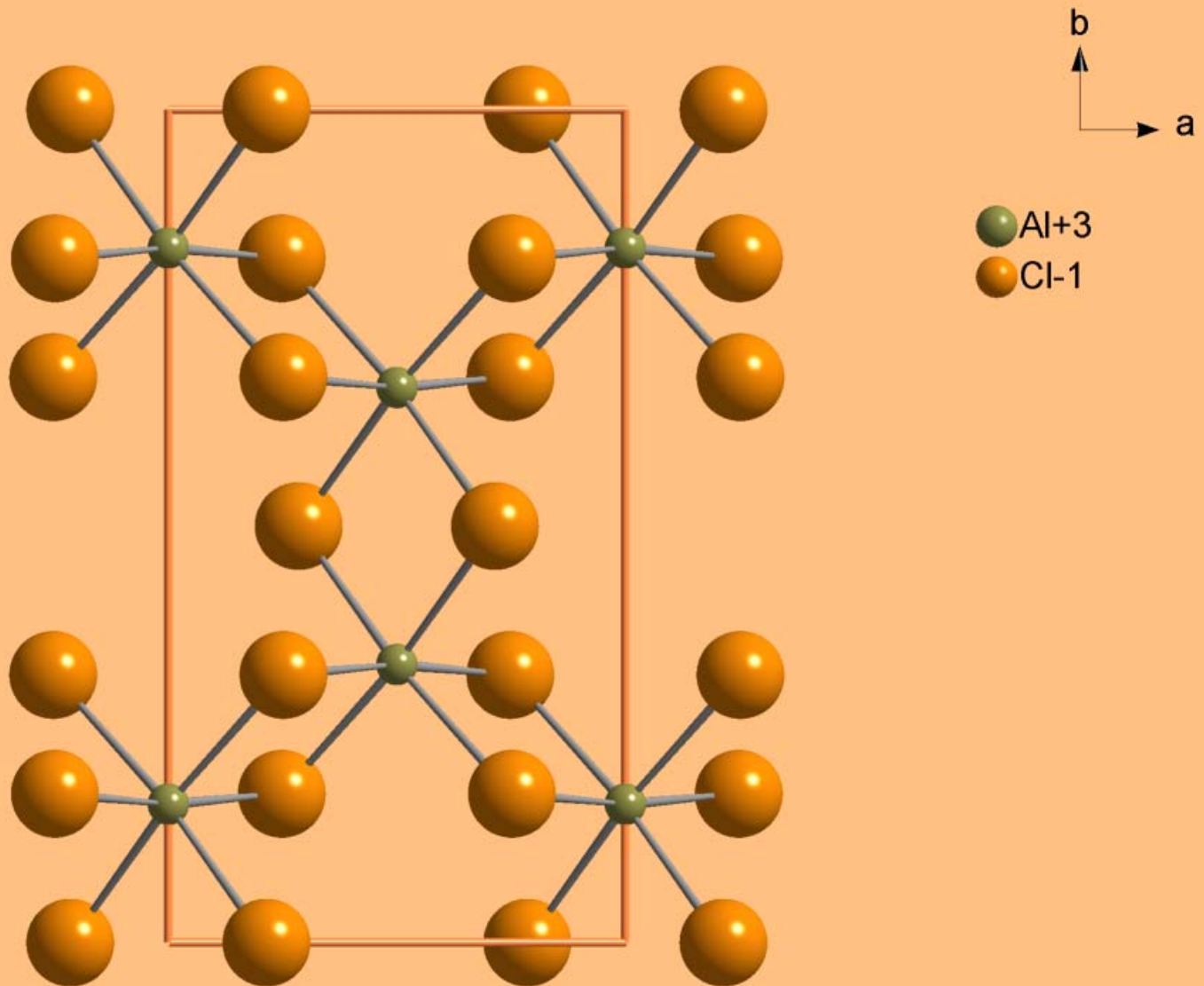
Aluminiumchlorid

Wasserfrei

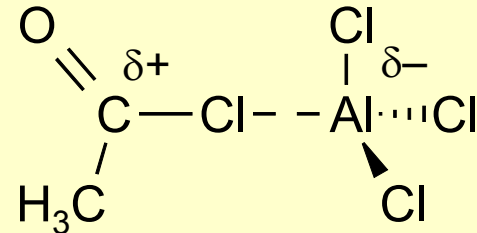
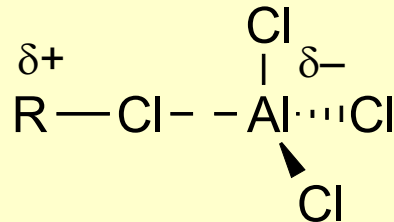
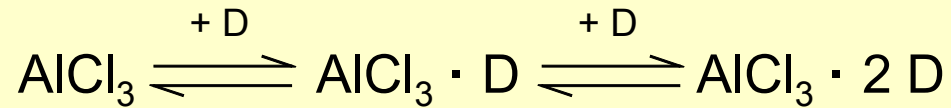
farblos, kristallin, flüchtig, sublimiert leicht, sehr hygroskopisch
raucht an der Luft, reagiert heftig mit Wasser

- polymer im Festkörper, Schichtstruktur
- bei Erwärmung bis 180°C Bildung von Doppeltetraedern
- (Al_2Cl_6 -Moleküle, KZ = 4, Struktur des Diborans)
- oberhalb von 180°C trigonal-planare Monomere
- ab 800°C ausschließlich Monomere

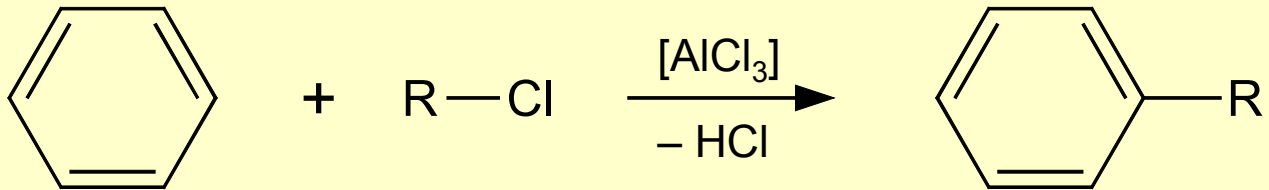
Struktur von Aluminiumchlorid



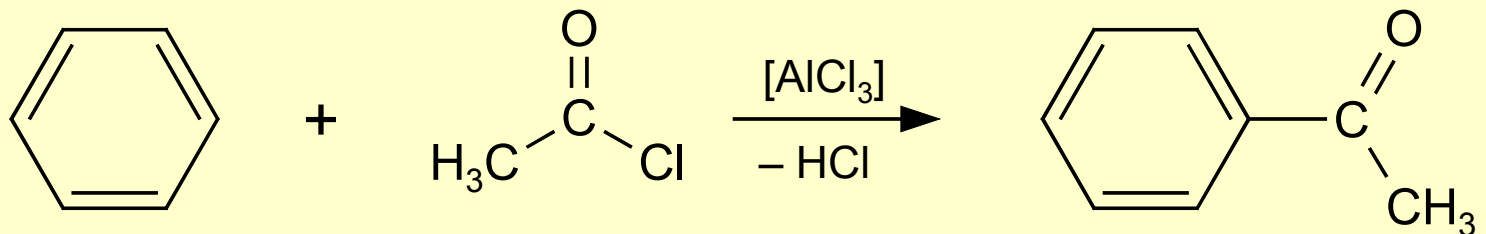
Aluminiumchlorid - Lewis-Säure



Alkylierung



Acylierung



Sauerstoffverbindungen

Aluminium:

Oxid Al_2O_3 , Hydroxid $\text{Al}(\text{OH})_3$, Oxidhydroxid $\text{AlO}(\text{OH})$

alle reagieren amphoter → Aluminate, Aluminium(III)-Salze

Gallium, Indium, Thallium:

Trioxide M_2O_3 , Trihydroxide, Oxidhydroxide, Oxidhalogenid ($\text{O}=\text{Ga}-\text{F}$)

Gallium analog den Aluminium-Verbindungen

amphoter: Bildung von Gallaten und Gallium(III)-Salzen

Indate und Indium(III)-Salze

Thallium nur noch $\text{Tl}_2\text{O}_3 \cdot \text{aq}$ (basische Reaktion)



Thallium auch Tl_2O , TlOH : starke Base (ähnelt KOH)

Aluminiumoxid

Oxid Al_2O_3

drei Modifikationen → $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Korund), $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

Korund ist einer der Stoffe mit der größten Härte (5. Stelle):

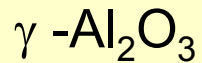


Diamant Bornitrid Borcarbid Siliciumcarbid Korund

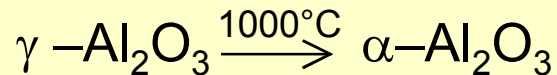
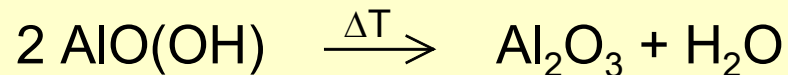
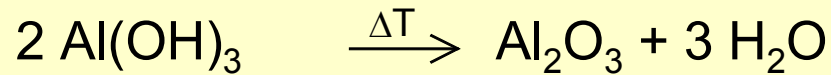
Ursache: Hohe Gitterenergie

Mit Eisen und Silicium verunreinigter Korund → Schmirgel

Aluminiumoxid

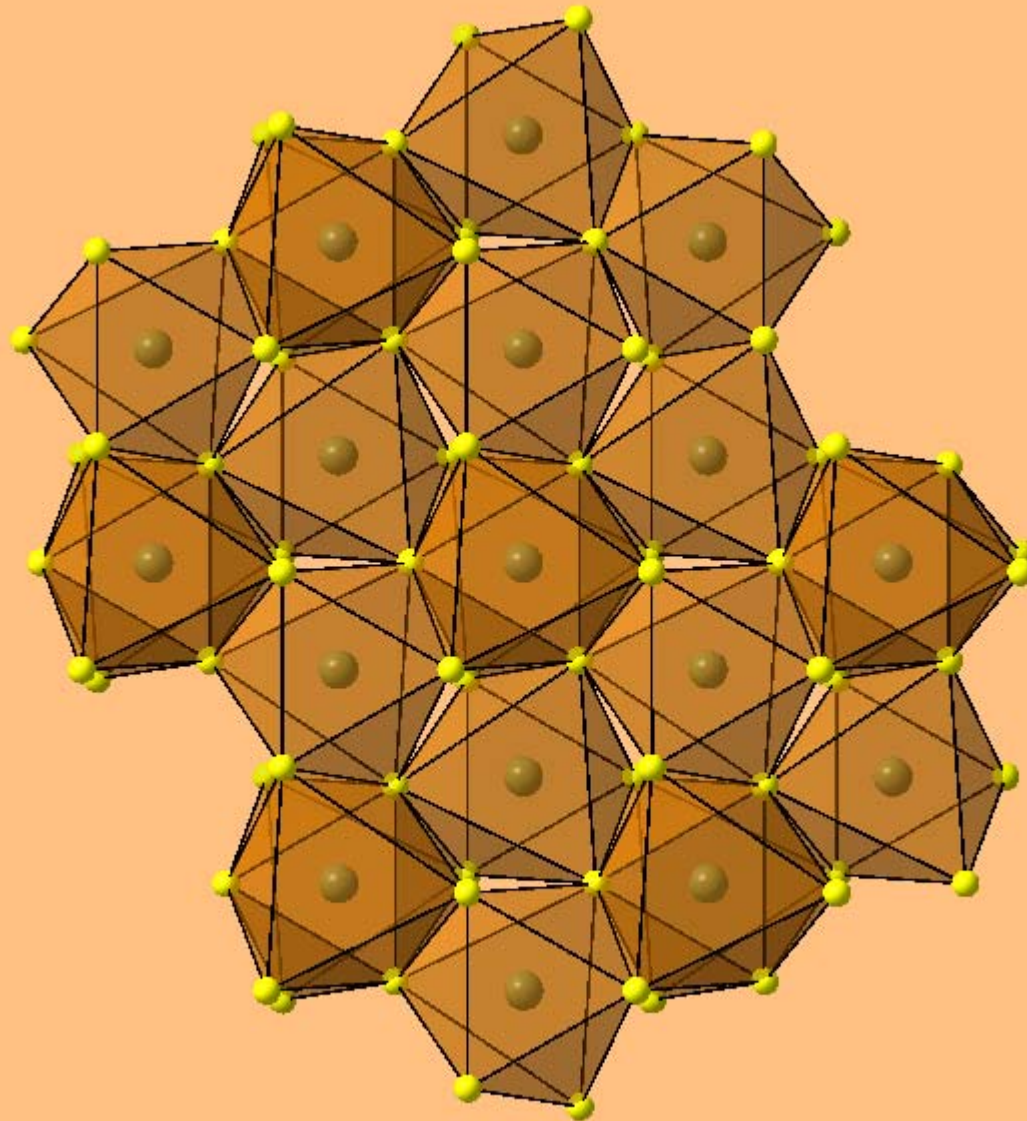


kommt nicht natürlich vor! Darstellung durch Dehydratisierung:

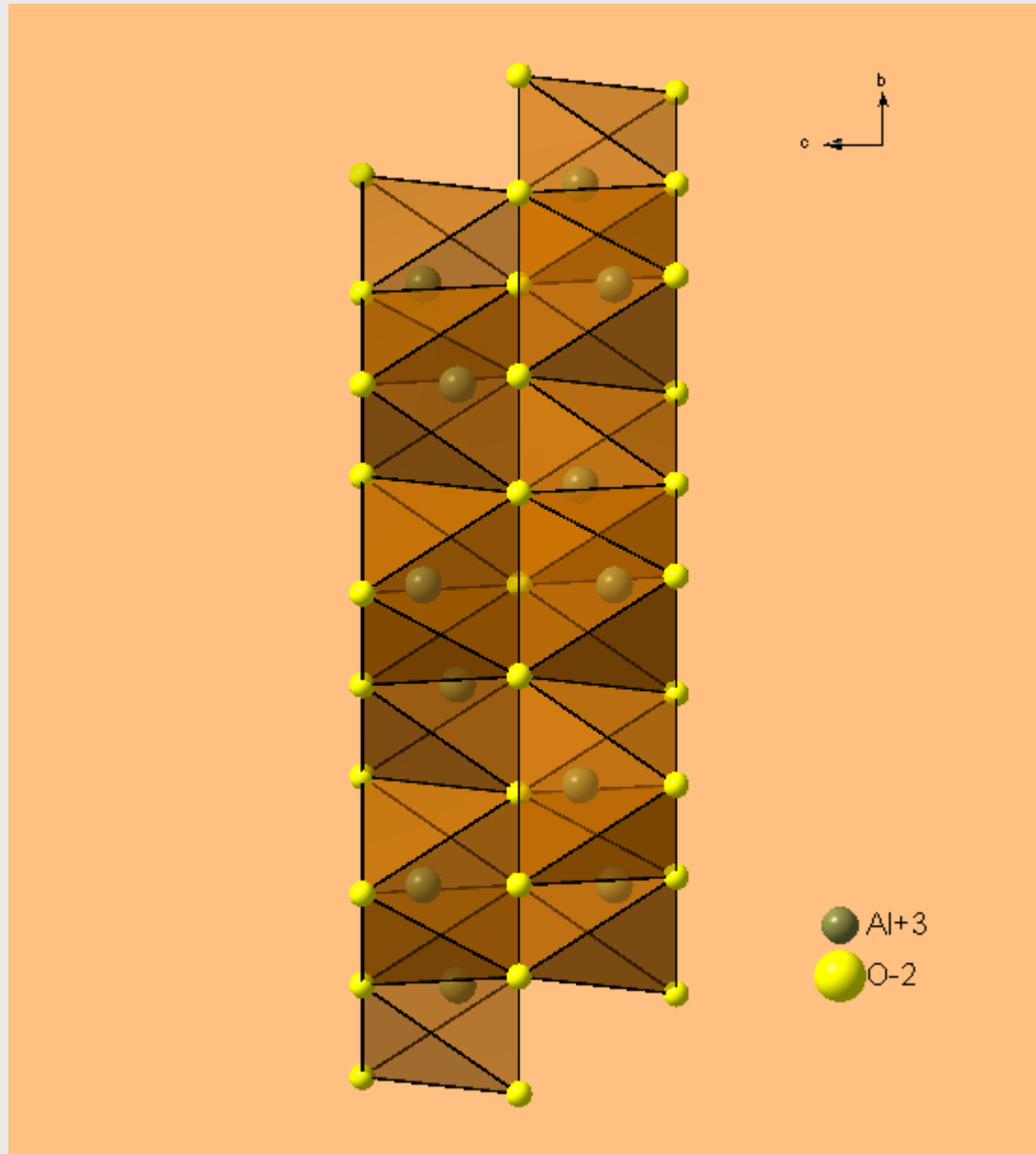


weißes Pulver, große Oberfläche, Tonerde, Aktivtonerde
im Gegensatz zur α -Modifikation, löslich in Säuren und Basen

Die Struktur von Korund (Al_2O_3)



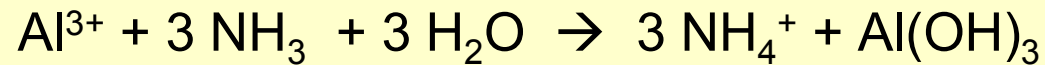
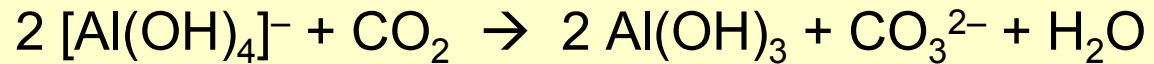
Die Struktur von Korund (Al_2O_3)



Aluminiumhydroxid

Minerale: Hydrargillit, im Bauxit (verunreinigt mit Sauerstoffverbindungen von Silicium, Eisen, Titan)

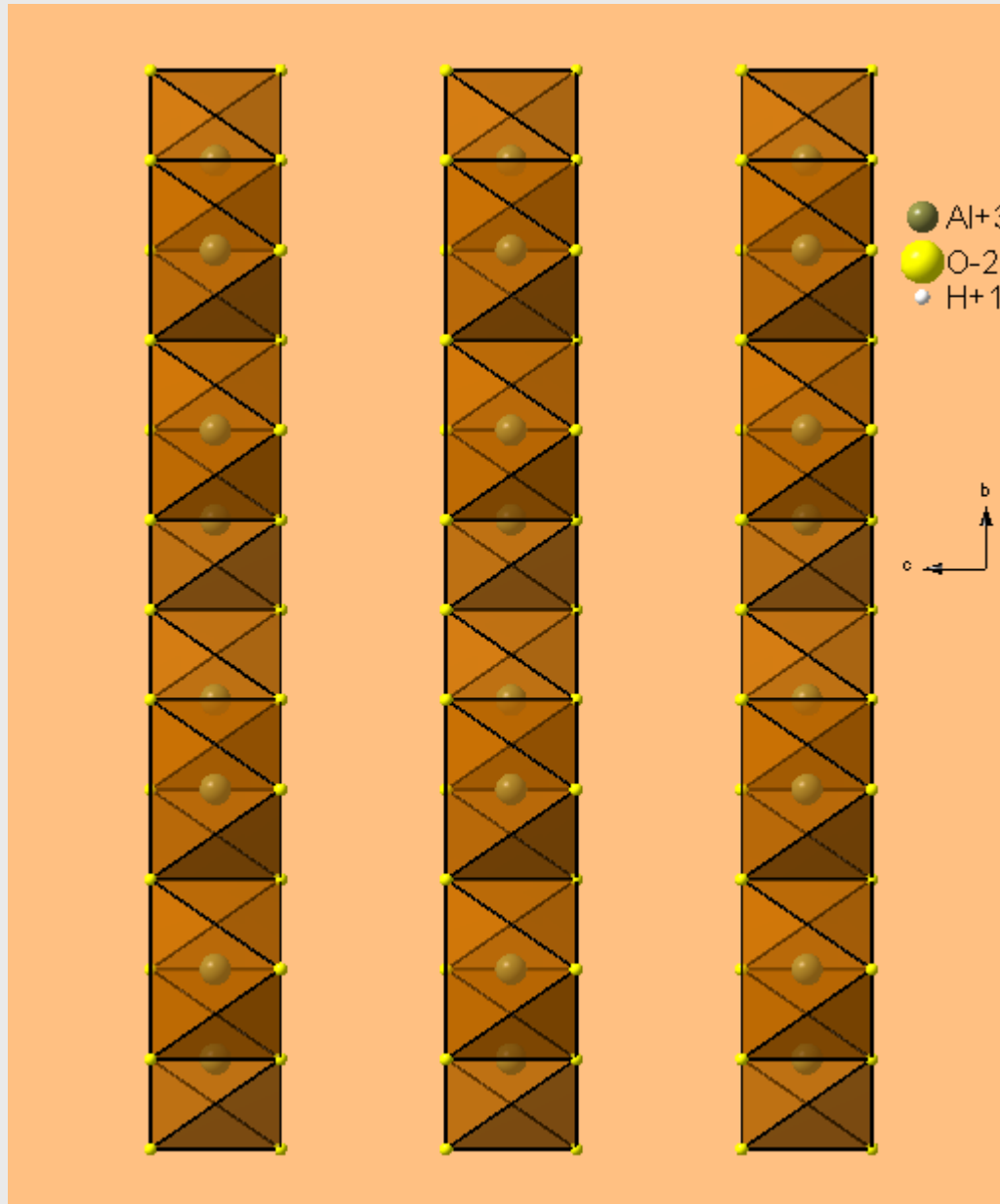
Darstellung:



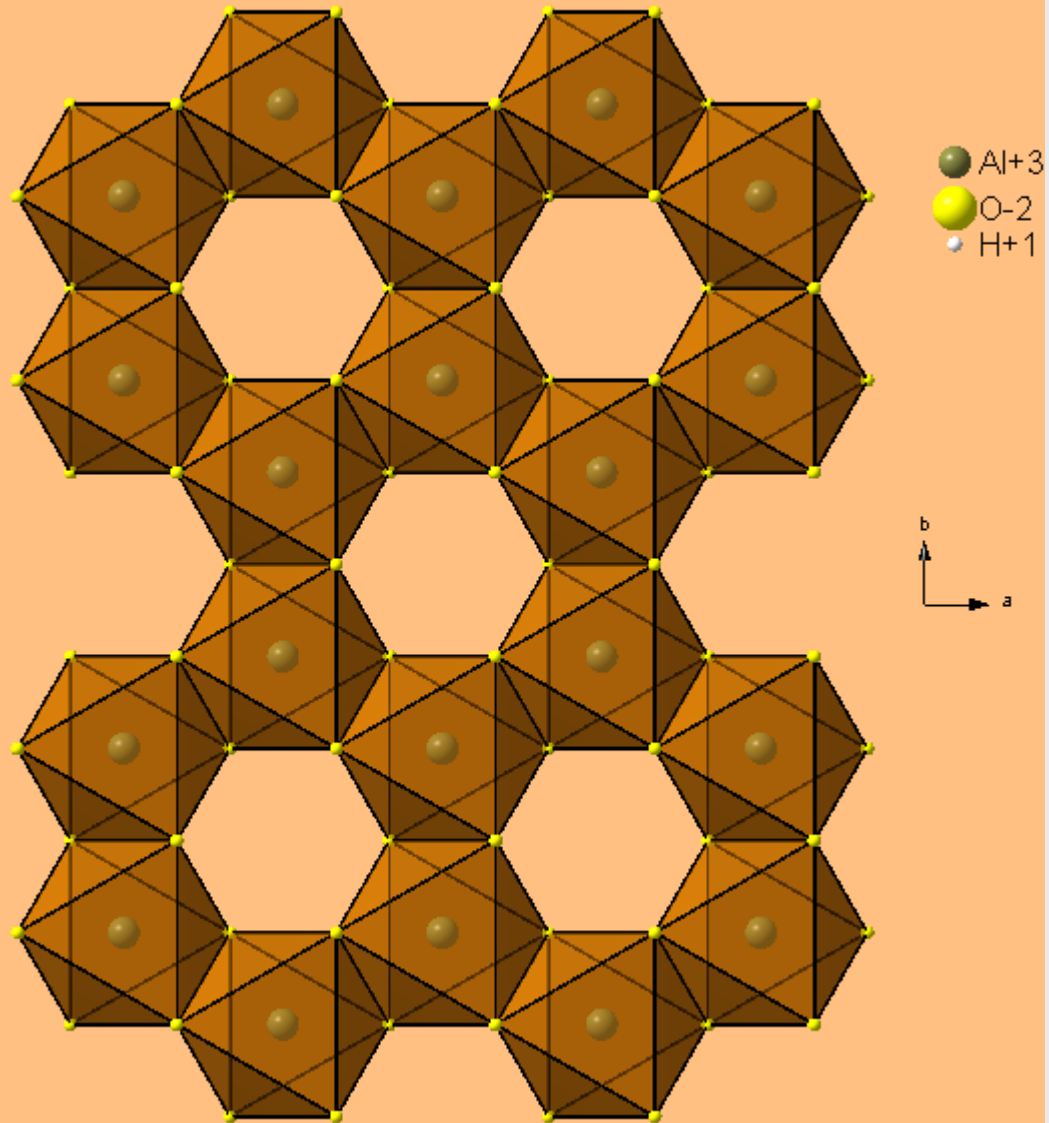
langsame Fällung: γ -Form, schnelle Fällung α -Form (metastabil)

Schichtstruktur, kantenverknüpfte Oktaeder

Struktur von Aluminiumhydroxid



Struktur von Aluminiumhydroxid



Verwendung von Aluminiumhydroxid

Ausgangsmaterial für andere Aluminium-Verbindungen

zur Herstellung von Aktivtonerde

Beizmittel in der Textilindustrie

Bestandteil in Kosmetika, Zahncremes, Deodorants, Papier, Keramik, Schleifmittel

Trägermaterial für Enzyme

Antacidicum bei übersäuertem Magen

Aluminate

Salze, in denen das **Anion** aus Aluminium(III) und sauerstoffhaltigen Liganden besteht

Kationen: Metalle in den Oxidationsstufen +1, +2, +3

Natürlich in Form von **Spinellen: $M^{II}Al_2O_4$**

$MgAl_2O_4$ ($MgO \cdot Al_2O_3$) gewöhnlicher Spinell

$MnAl_2O_4$ ($MnO \cdot Al_2O_3$) Mangan-Spinell

$FeAl_2O_4$ ($FeO \cdot Al_2O_3$) Eisen-Spinell

$ZnAl_2O_4$ ($ZnO \cdot Al_2O_3$) Zinkspinell

Pigmente, Halbedelsteine, gefärbt und klar

wasserfrei und wasserhaltig darstellbar

Aluminate

Wasserhaltig

$\text{Al}(\text{OH})_3$ oder $\text{AlO}(\text{OH})$ und Metalloxid:

$\text{M}^{\text{I}}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{M}^{\text{II}}_2[\text{Al}_2(\text{OH})_{10}]$, $\text{M}^{\text{III}}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]_2$

Wasserfrei

Al_2O_3 und Metalloxid:

$\text{M}^{\text{I}}[\text{AlO}_2]$, $\text{M}^{\text{II}}[\text{AlO}_2]_2$, $\text{M}^{\text{II}}_3[\text{AlO}_3]_2$, $\text{M}^{\text{I}}_5[\text{AlO}_4]$

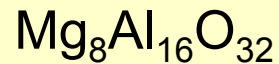
formal Salze von $\text{AlO}(\text{OH})$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ bzw. $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Aluminium kann ohne strukturelle Änderung durch andere dreiwertige Kationen substituiert werden:

MgFe_2O_4 (Magnesioferrit), FeFe_2O_4 (Magnetit), Chromitspinelle wie Magnesiochromit MgCr_2O_4 oder Chromit FeCr_2O_4

Die Spinell-Struktur (MgAl_2O_4)

Die Elementarzelle enthält die achtfache Stöchiometrie der Summenformel:



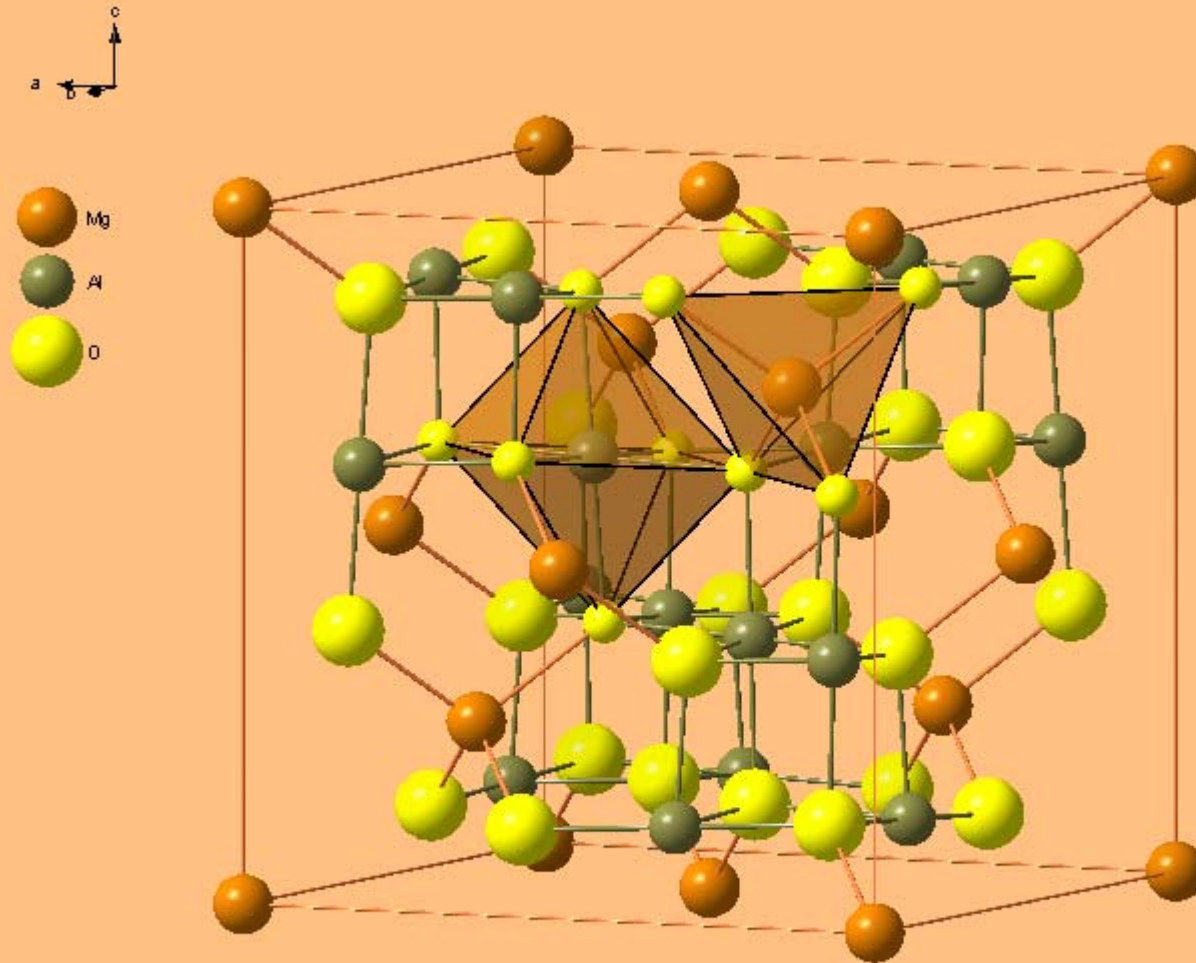
Sauerstoffdianionen bilden kubisch-dichteste Packung
zweiwertige Kationen besetzen 1/8 der Tetraederlücken
dreiwertige Kationen besetzen die Hälfte aller Oktaederlücken

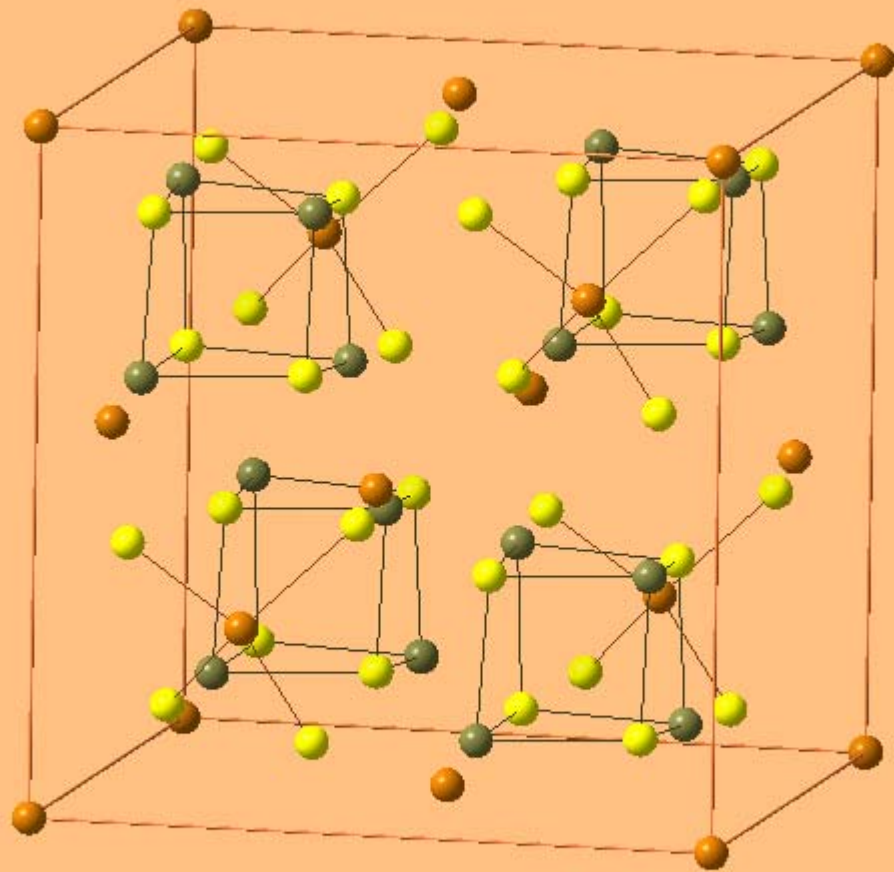
M(II) tetraedrisch von Sauerstoff koordiniert

M(III) oktaedrisch von Sauerstoff koordiniert

O^{2-} verzerrt tetraedrisch umgeben von einem M(II) und drei M(III)

Die Spinell-Struktur (MgAl_2O_4)

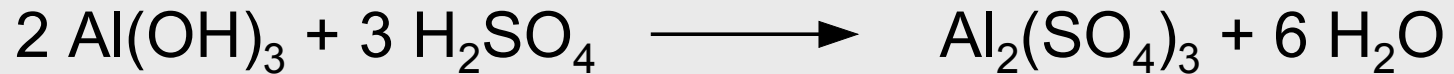




Aluminiumsalze

Reaktion von Aluminiumsauerstoffverbindungen mit Säuren oder Anhydriden liefert Aluminiumsalze.

Diese enthalten „nackte“ oder hydratisierte Al^{3+} -Kationen



Wasserhaltig mit 18 Kristallwasser, sechs in unmittelbarer Koordinationssphäre des Al^{3+}

Wasserfrei durch Dehydratisierung bei 300°C

wässrige Lösungen reagieren sauer, Salz schmeckt sauer

Aluminiumsulfat

Papierindustrie: Harzsäuren von Holz werden als unlösliche Aluminiumseifen gebunden und leimen so das Papier

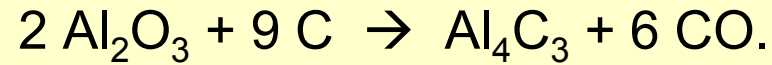
Abwasserreinigung: Bindung von Phosphaten als AlPO_4

Färberei: Beizmittel für Alizarin oder Purpurin-Farbstoffe

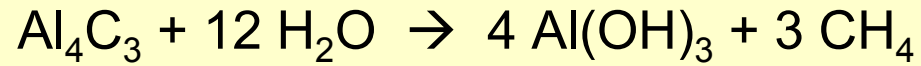
Mit Kaliumsulfat bildet sich Doppelsalz Kaliumalaun

Aluminiumcarbid

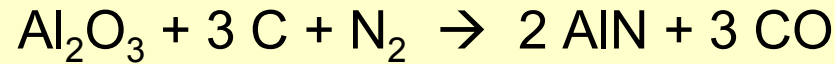
Darstellung:



saure Hydrolyse:



Verbindungen mit Gruppe 15



hochfeuerfeste Keramiken

Festkörper	Farbe	E_g [eV]	wird leitfähig durch
Titanoxid (TiO_2)	farblos	3.1	UV-Licht
Cadmiumsulfid (CdS)	gelb	2.60	sichtbares Licht
Quecksilbersulfid (HgS)	rot	2.1	sichtbares Licht
Cadmiumtellurid (CdTe)	schwarz	1.6	thermische Anregung
Galliumarsenid (GaAs)	schwarz	1.43	thermische Anregung
Silicium	dunkelgrau-glänzend	1.09	thermische Anregung
Germanium	grauweiß-glänzend	0.60	thermische Anregung

Art des Halbleiters	Beispiele
III/V-Halbleiter	BN, AlN, AlP, GaN, GaP, GaAs, InSb
II/VI-Halbleiter	ZnO, ZnS, CdS, CdSe, HgS, HgSe, HgTe
I/VII-Halbleiter	CuCl, CuI, AgI, AuBr