



# Gewinnung und Reinigung der Übergangsmetalle

---

Von Sebastian Kreft



# Übersicht

---

## Gewinnung und Raffination von:

- 1. Scandium
- 2. Titan
- 3. Vanadium
- 4. Chrom
- 5. Mangan
- 6. Eisen
- 7. Cobalt
- 8. Nickel
- 9. Kupfer
- 10. Zink



# 1. Scandium Sc

---

- In der Natur sehr fein verteilt => selten
- größeres Vorkommen nur in „Thortveitit“ (Y, Sc)<sub>2</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]
- Gewinnung:
  - Schmelzelektrolyse von ScCl<sub>3</sub> + KCl + LiCl an einer Zinkkathode
  - Reduktion von ScF<sub>3</sub> + Ca in Gegenwart von Zn + LiF bei 1100 °C (in Tantaltiegel + He-Atm.)



# 1. Scandium Sc

---

- ⇒ In beiden Fällen entsteht eine Zn/Sc-Legierung
- ⇒ Unterhalb des Siedepunkts von Sc lässt sich Zn abdestillieren
- ⇒ Weitere Reinigung durch Destillation im Hochvakuum bei 1700 °C

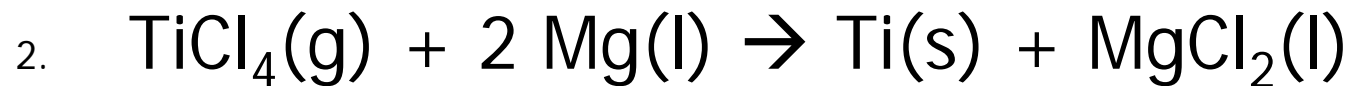
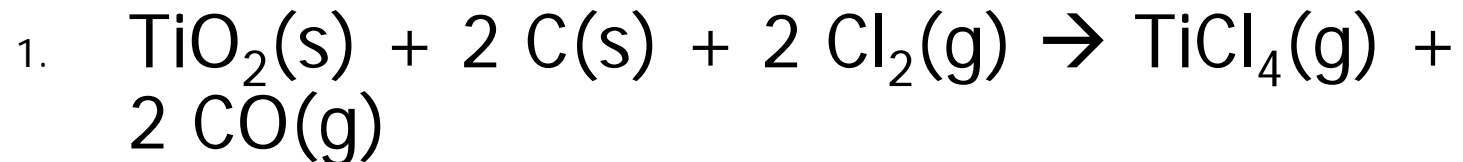


## 2. Titan Ti

### Gewinnung

---

- Kroll-Prozess:



Reines  $\text{TiCl}_4$  wird bei 700 °C unter Argon-Atmosphäre in flüssiges Mg oder Na geleitet

⇒ Es entsteht ein Ti-Schwamm mit 55-65 % Ti

⇒ Weitere Reinigung



## 2. Titan Ti

### Raffination

---

- van-Arkel-de-Boer-Verfahren:
  - Unreines Ti + etwas Jod in Vakuumgefäß
  - beim Erhitzen auf 200 °C entsteht gasförmiges  $TiI_4$
  - an einem 1300 °C heißem Glühdraht zersetzt  $TiI_4$  sich wieder unter Abscheidung von hochreinem Titan,  $I_2$  kehrt wieder in den Prozess zurück



## 2. Titan Ti

### Raffination

---

- Sehr teures Verfahren  
=> Nutzung nur zur Herstellung  
begrenzter Mengen hochreinen Metalls
- Verfahren wird Transportreaktion genannt:  
$$\text{Ti(s)} + 2 \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow \text{TiI}_4(\text{g}) \text{ bei } 200 \text{ }^\circ\text{C}$$
$$\text{TiI}_4(\text{g}) \rightarrow \text{Ti(s)} + 2 \text{I}_2(\text{g}) \text{ bei } 1300 \text{ }^\circ\text{C}$$



# 3. Vanadium V

## Gewinnung

---

- Gewinnung von  $V_2O_5$ :
  - Rösten der V-Erze mit Alkalisalzen
  - ⇒ Alkalinvanadate werden mit Wasser ausgelaugt
  - ⇒ Fällern von  $V_2O_5 \cdot x H_2O$  mit  $H_2SO_4$
- Aluminotherisches Verfahren zur Darstellung von metall. Vanadium:
$$3 V_2O_5 + 10 Al \rightarrow 6 V + 5 Al_2O_3$$
- Reduktion von  $VCl_3$  (aus  $V_2O_5$ ) mittels Mg (s. Titan)





# 3. Vanadium V

## Raffination

---

- Van-Arkel-de-Boer-Verfahren (s. Titan)
- Elektrolytische Raffination (s. Kupfer)

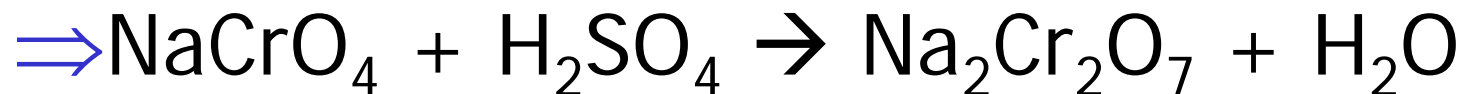
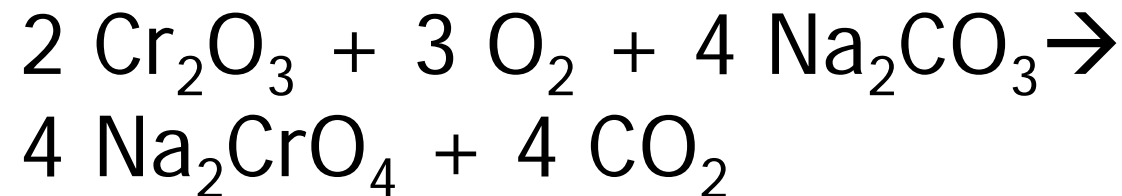


# 4. Chrom

## Gewinnung

---

- Bei der Abtrennung des Eisenanteils aus dem Chromeisenstein  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  entsteht  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ :





## 4. Chrom

### Gewinnung

---

→ Reduktion mit Koks zum Chrom(III)-oxid:



→ Durch aluminothermische Reaktion entsteht metallisches Chrom von ca. 99%er Reinheit:





# 5. Mangan Mn

## Gewinnung und Reinigung

---

- Aluminothermisches Verfahren:



- Silicothermische Reaktion:



- Reinigung durch Elektrolyse einer  $\text{MnSO}_4$ -Lösung

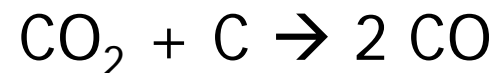
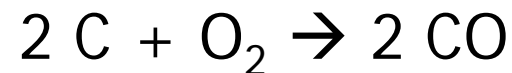


# 6. Eisen Fe

## Gewinnung

---

- Oxid wird durch C bzw. CO zum Element oxidiert:



Das Erz wird mit Koks bei hohen Temperaturen durch Lufteinblasen ins Element überführt.

=> Siehe auch Vortrag „Vom Eisenerz zum Stahl“



# 7. Cobalt Co

## Gewinnung und Reinigung

---

- Reduktion mit Kohlenstoff (s. Eisen)
- Aluminothermische Reduktion (s. Vanadium)
- Reinigung durch Elektrolyse (s. Kupfer)



# 8. Nickel Ni

## Gewinnung

---

- Ni kommt oft in Erzen als NiS vermischt mit  $\text{Cu}_2\text{S}$ , FeS und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  vor
- ⇒ Nach Abtrennung des Fe bleibt „Kupfer-Nickel-Feinstein“ zurück (80 % Cu+Ni, 20 % S)
- ⇒ 2 Möglichkeiten der Weiterverarbeitung



# 8. Nickel Ni

## Gewinnung

---

1. Röstung (zum Nickel-/Kupferoxidgemisch) und Reduktion mit C zu einer Ni-Cu-Legierung (70 % Ni, 30 % Cu, Monelmetall)
2. Verschmelzen mit  $\text{Na}_2\text{S}$   
⇒ Bildung von zwei getrennten Schichten  
„Kopf“: Kupfersulfidschmelze  
„Boden“: Nickelsulfidschmelze



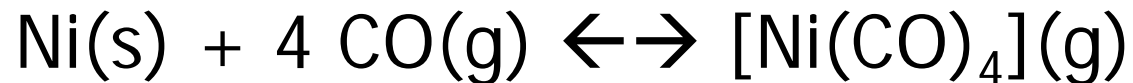
# 8. Nickel Ni

## Gewinnung und Reinigung

⇒ Boden wird geröstet und mit C zu metallischem Nickel reduziert

### ■ Reinigung:

- Mond-Verfahren (Transportreaktion):



(vgl. van-Arkel-de-Boer-Verfahren)

- Elektrolyse (s. Kupfer)



# 9. Kupfer Cu

## Gewinnung

---

- Angereicherter Kupferkies ( $\text{CuFeS}_2$ ) wird vorgeröstet => Eisenanteil wandelt sich ins Oxid um
  - „Verblasen“ mit Zuschlägen (Sand, Kalk)
  - ⇒ Eisenoxid wird zu Eisensilikat-Schlacke und fließt ab
  - Rückstand: Kupferstein (Hauptteil:  $\text{Cu}_2\text{S}$ )
  - geschmolzener „Kupferstein“ wird mit Luft durchblasen



# 9. Kupfer Cu

## Reinigung

---

- Das entstandene Rohkupfer wird weiterbehandelt durch
  - ⇒ Raffinationsschmelzen (zu Garkupfer)
  - ⇒ **Elektrolytische Raffination** (zu reinem Kupfer von 99,95 % Reinheit)



# 9. Kupfer Cu

## Reinigung

---

### ■ **Elektrolytische Raffination:**

- An einer Garkupferanode in  $\text{CuSO}_4$ -Lösung gehen bei der Elektrolyse Cu und unedlere Metalle in Lösung, Edelmetalle fallen als Anodenschlamm ab(=> Edelmetallgewinnung)
- Das reine Kupfer scheidet sich an der Kathode ab, während die gelösten unedleren Metalle dies nicht tun





# 10. Zink Zn

## Gewinnung

---

- Bildung von ZnO durch:
  - Rösten von Zinkblende (ZnS)  
$$2 \text{ZnS} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ZnO} + 2 \text{SO}_2$$
  - Brennen von Zinkspat (ZnCO<sub>3</sub>):  
$$\text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnO} + \text{CO}_2$$

# 10. Zink Zn

## Gewinnung und Reinigung

---

- Reduktion mit Kohlenstoff (s. Eisen)
- Sehr reines Zink durch Elektrolyse von  $\text{ZnSO}_4$ -Lösung  
=> keine weitere Reinigung mehr nötig
- Weiteres Reinigungsverfahren:  
Destillation aufgrund des niedrigen Siedepunkts von Zink



# Quellen

---

- C. E. Mortimer, U. Müller: Chemie. Das Basiswissen der Chemie
- A. F. Hollemann, E. Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie
- <http://www2.uni-siegen.de/~anchem/lehre/ac1/vortraegews0405/lieckere.htm>



ENDE

---

Vielen Dank  
für ihre Aufmerksamkeit!