

# 1 Metalle mit Ingo

## 1.1 Eigenschaften metallischer Elemente

Physikalische Eigenschaften

- Leitfähigkeit
  - elektrischen
  - thermische
- Metallischer Glanz
- Duktilität (Formbarkeit)
- Nicht Lichtdurchlässig

Chemische Eigenschaften

- niedrige Elektronegativität
- bildet bevorzugt Kationen
- Meist basische Hydroxide!?
  - niedrige Oxidationsstufe: JA  
Beispiel:  $\text{Cr}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cr}^{2+} + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$
  - hohe Oxidationsstufe: NEIN  
Beispiel:  $\text{Cr}(\text{OH})_6$  (gibt's nicht) wird zu  $\text{CrO}_2(\text{OH})_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CrO}_4$   
 $\text{H}_2\text{CrO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CrO}_4^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+$

## 1.2 Elektrisches Verhalten

### 1.2.1 Betrachtung des spezifischen Widerstands

- Metalle:  $10^{-4}$  bis  $10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$
- Halbleiter:  $10^1$  bis  $10^4 \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$
- Isolator:  $> 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$

### 1.2.2 Betrachtung der thermischen Verhaltens der Leitfähigkeit

Siehe Folie

### 1.3 Definition des metallischen Zustands

Phänomenologisch: schwierig, da makroskopische Eigenschaften wie Glanz, Duktilität verändert werden können.

Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit: schwierig, da andere Stoffklassen ähnliche Eigenschaften aufweisen.

### 1.4 Die chemische Bindung in Metallen

#### 1.4.1 Ketelaar-Diagramm

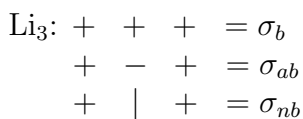
Man stelle sich ein Dreieck vor mit den Eckenbeschriftungen ionische Bindung NaCl, kovalente Bindung Cl<sub>2</sub> und metallisch Na

#### 1.4.2 Das Elektronengasmodell

- Die Metallatome geben eine gewisse Zahl an Valenzelektronen ab, es verbleiben positiv geladene Atomrümpfe
- Die Elektronen sind zwischen den Atomrümpfen frei beweglich, ähnlich eines Gases – > Elektronengas (versagt bei der Beschreibung der Wärmekapazität von Metallen)

#### 1.4.3 Das Bändermodell

- Elektronen können nur bestimmte Energien aufweisen  
– > Orbitale (hier Atomorbitale)
- Beim Übergang von Ein- zu Mehratomsystemen  
– > Übergang von Atom- zu Molekülorbitalen



- Beim Übergang von Mehr- zu Vielatomsystemen  
– > Übergang von Molekülorbital zu (Orbital-) Bändern  
– > Valenzband: mit Valenzelektronen besetzt, höchster besetzter Zustand: HOMO  
– > Leitungsband: frei, niedrigster unbesetzter Zustand: LUMO

Fermikante = Ort zwischen Besetzt und Unbesetzt

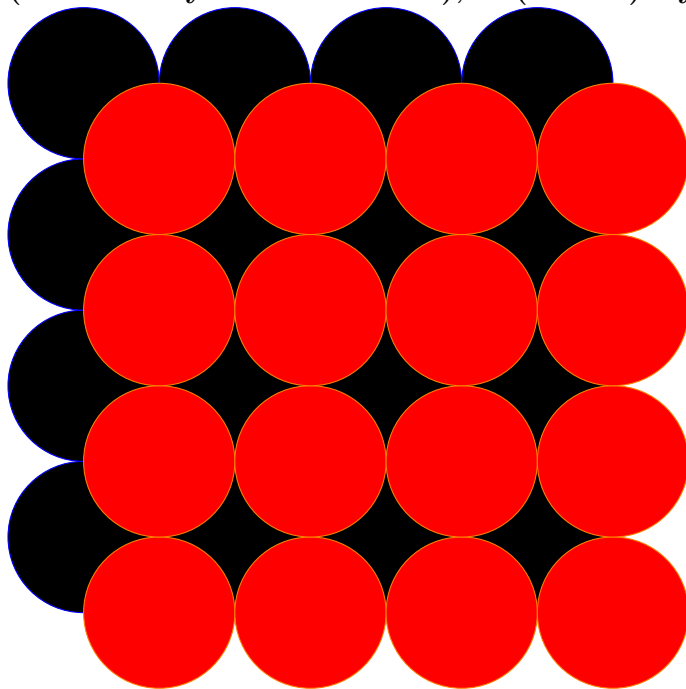
## 1.5 Strukturen der Metalle

Übersicht:

- kubisch-innenzentriert
- hexagonal dichteste Packung
- kubisch dichteste Packung
- eigener Strukturtyp
- unbekannt

### 1.5.1 Die kubisch-innenzentrierte Kugelpackung

(bcc = body-centered cubis), W(olfram)-Typ



CoordinationNumber = 8 + 6

Koordinationspolyeder = Rhombododecaeder

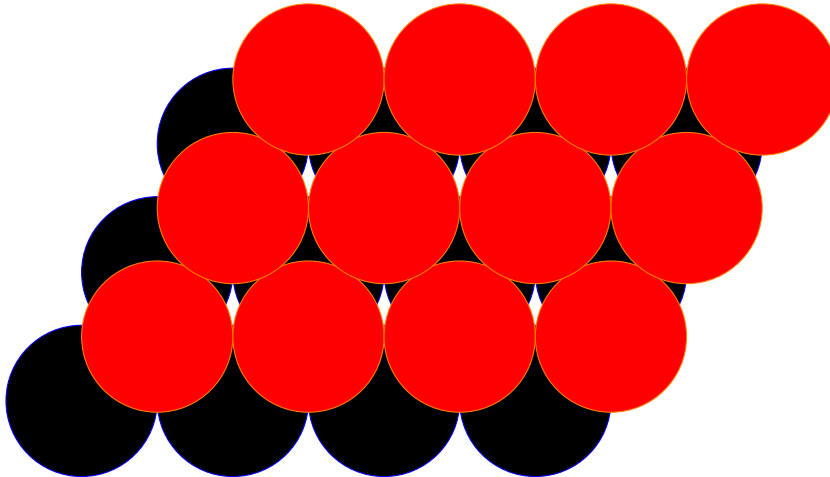
Raumerfüllung = 68%

Siehe Folie für näheres.

### 1.5.2 Die dichtesten Packungen

#### Hexagonal-dichteste Kugelpackung

(hcp = hexagonal close packed), M(a)g(nesium)-Typ



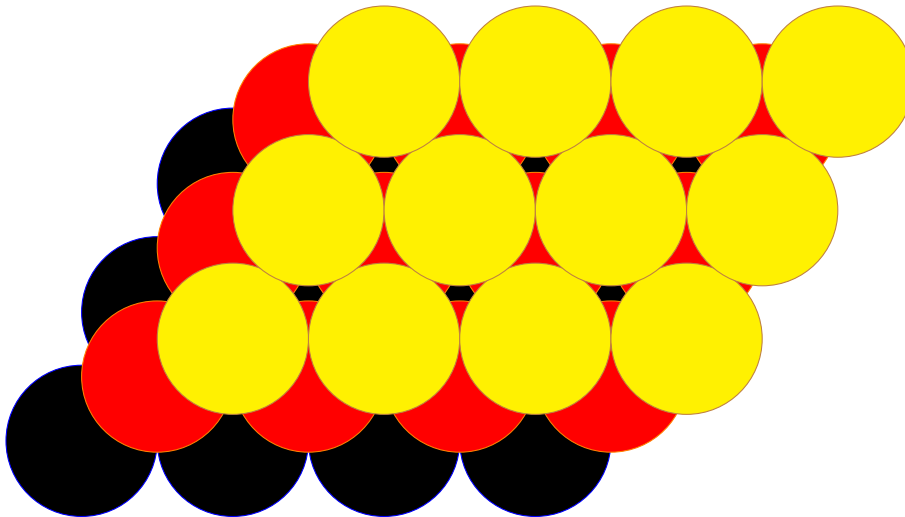
CN=12

Koordinationspolyeder = Antikuboktaeder

Raumerfüllung = 74%

#### Kubisch-dichteste Kugelpackung

(ccp=cubic close packed), Cu(pfer)-Typ



CN = 12

Koordinationspolyeder = Kuboktaeder

## Varianten der dichtesten Kugelpackungen

hc-Typ

hhc-Typ

Kommen vor und nach einer Schicht dieselbe Schicht, so ist diese hexagonal umgeben. (Kurz: h)

Sind die Schichten vor und nach der betrachteten Schicht nicht gleich, so ist die betrachtete Schicht kubisch umgeben. (Kurz: c)

Siehe Folie.

## Variation der Kristallstruktur der Metalle. (Abhängig von Druck und Temperatur)

Fe:  $\alpha$  (bcc)  $\longrightarrow$   $\gamma$  (ccp)  $\longrightarrow$   $\delta$  (bcc)

Erster Schritt bei ca. 900°, zweiter schritt bei ca. 1400°

Na: bcc  $\longrightarrow$  ccp  $\longrightarrow$   $\longrightarrow$   $\longrightarrow$  transparente Modifikation, kein Metall mehr

Dabei läuft der erste Schritt bei 656 Pa ab und der letzte bei  $> 100$  GPa

### 1.5.3 Aufgefüllte dichteste Packungen

- Oktaederlücken

hcp-Abfolge: A c B (A,B = Schichten, c = Lücken)

$N(\text{Oktaederlücken}) = N(\text{Packungsteilchen})$

ccp Abfolge: A c B a C b A (A,B,C = Schichten, a,b,c = Lücken)

- Tetraederlücken

hcp:Abfolge: A  $\beta$   $\alpha$  B  $\alpha$   $\beta$  A  $\beta$  (A,B = Schichten,  $\alpha, \beta$  = Lücken)

$N(\text{Tetraederlücken}) = 2N(\text{Packungsteilchen})$

Tetraederlücken

ccp:Abfolge: A  $\beta$  c  $\alpha$  B  $\gamma$  a  $\beta$  C  $\alpha$  b  $\gamma$  A (A,B,C = Schichten,  $\alpha, \beta, \gamma$  = Tetraederlücken, a, b, c = Oktaederlücken)