

## Grenzflächen zwischen elektrisch leitenden Phasen

### Elektrochemische Grenzflächen:

Grenzflächen zwischen Elektronenleiter und Ionenleiter  
(oder zwischen zwei Ionenleitern)

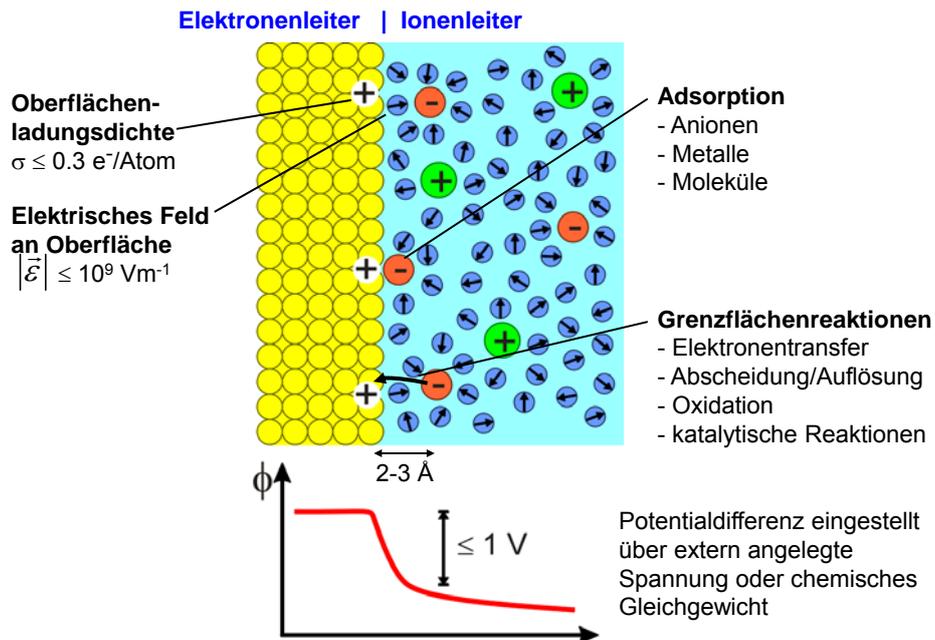
#### Elektronenleiter (Elektrode)

- Metalle
- Halbleiter
- Polymere
- ...

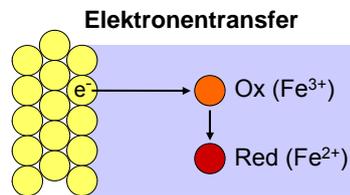
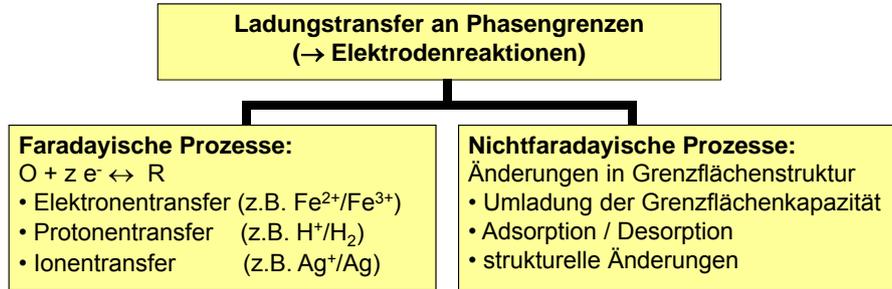
#### Ionenleiter (Elektrolyt)

- (wässrige) Lösungen
- Salzschnmelzen
- Oxide
- Polymere
- ...

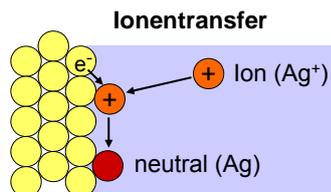
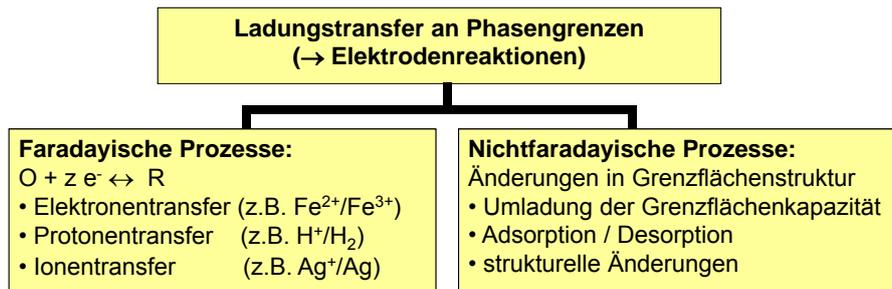
## Grenzflächen zwischen elektrisch leitenden Phasen



## Grenzflächen zwischen elektrisch leitenden Phasen

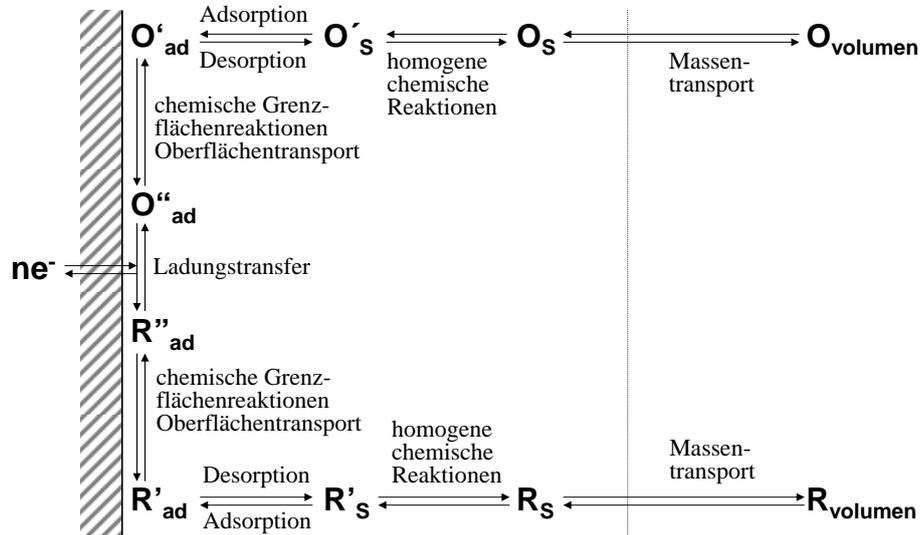


## Grenzflächen zwischen elektrisch leitenden Phasen

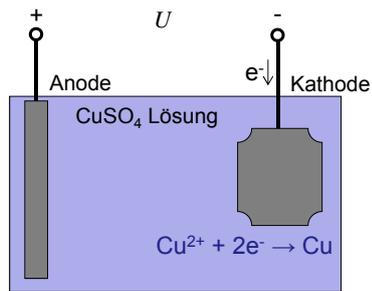


## Prozesse in Grenzflächenreaktionen

(Mögliche) elementare Schritte:



## Beispiel: Kupferabscheidung



Prinzip

Anwendungen z.B.:

- Herstellung von Kupfer (elektrolytische Raffination)
- Leiterbahntechnologie
- Metallisierung von Chips

Qualität der abgeschiedenen Strukturen stark abhängig von:

- Spannung  $U$
- Lösungszusammensetzung
- Temperatur
- Strömung

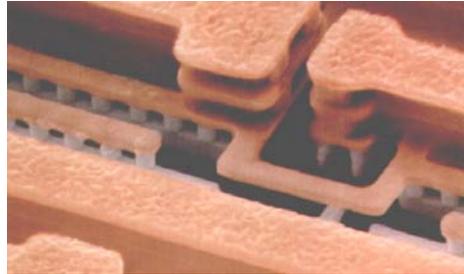
...

**Einfluss der Parameter?**

## Beispiel: Kupferabscheidung



Elektrolytisches Bad  
für Chip Produktion



Sub- $\mu\text{m}$  Cu  
Leiterbahnen  
IBM Microelectronics

Qualität der abgeschiedenen  
Strukturen stark abhängig von:

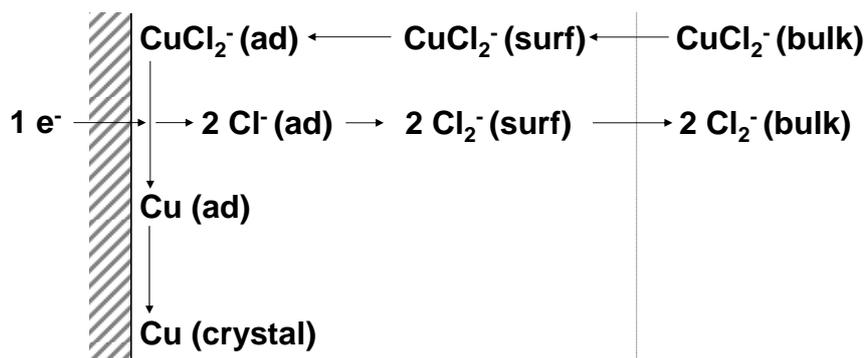
- Spannung  $U$
- Lösungszusammensetzung
- Temperatur
- Strömung

...

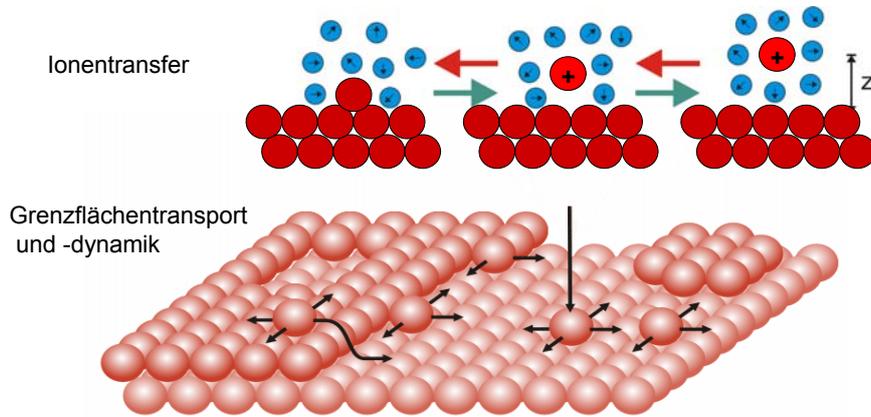
**Einfluss der Parameter?**

## Beispiel: Kupferabscheidung

Elementare Prozesse bei Abscheidung aus Kupferchloridlösung:

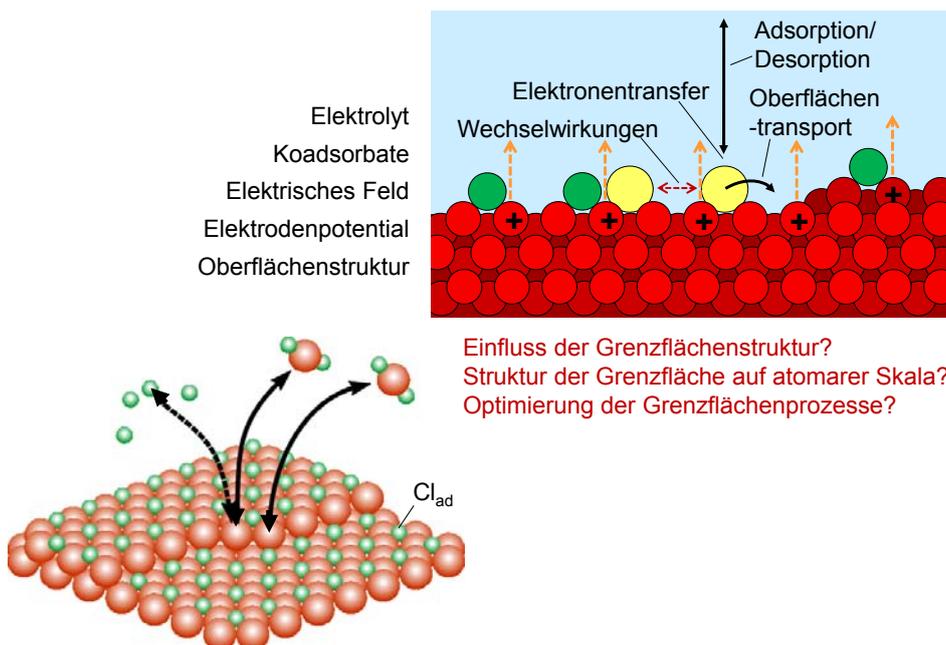


## Beispiel: Kupferabscheidung

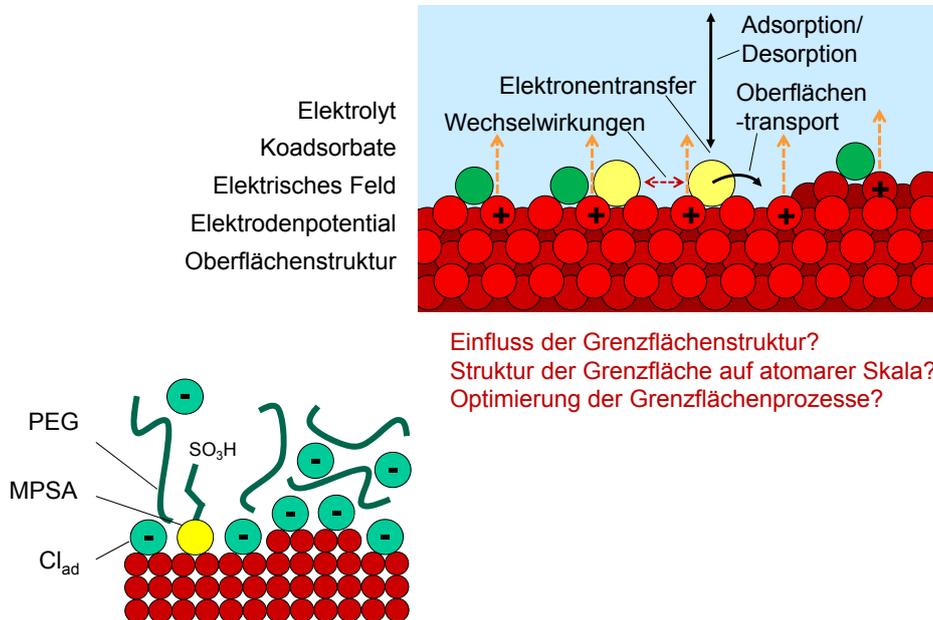


Wie geschieht Ionentransfer?  
 Wo geschieht Ionentransfer?  
 Verlauf nachfolgender Kristallbildungsprozesse  
 (Keimbildung, Wachstum)?

## Beispiel: Kupferabscheidung



## Beispiel: Kupferabscheidung



Einfluss der Grenzflächenstruktur?  
Struktur der Grenzfläche auf atomarer Skala?  
Optimierung der Grenzflächenprozesse?

## Methoden der Grenzflächenwissenschaften

### Untersuchung von Grenzflächen zwischen kondensierten Phasen:

#### Elektrische Messmethoden

- Stromdichte  $j(U, t, \omega, \dots)$
- Spannung  $U(j, t, \omega, \dots)$

#### Ex situ Methoden

- Kontrollierter Transfer ins Ultrahochvakuum
- Untersuchung mit Methoden der Oberflächenphysik, Elektronenmikroskopie, ...

#### In situ Methoden

- Direkte Untersuchung der Festkörper-Flüssigkeit Grenzfläche
- Basierend auf:
  - Photonen
  - Nahfeldeffekten
  - makroskopischen Eigenschaften

#### Theoretische Methoden

- Quantenchemische Modelle
- Moleküldynamik-Simulationen
- Ab initio Rechnungen (Dichtefunktionaltheorie)

## Methoden der Grenzflächenwissenschaften

---

### In situ Methoden:

#### Messung von Massen- und Energietransfer

- Mikrogravimetrie (QCM)
- radiochemische Methoden
- Oberflächenplasmonenspektroskopie (SPR)
- Mikrokolorimetrie

#### Synchrotronbasierte Methoden, Neutronenbeugung

- Oberflächenröntgenbeugung (GIXD, Röntgenreflektivität, CTR Messungen)
- Neutronenbeugung
- Oberflächensensitive Kleinwinkelbeugung (GISAXS)
- Röntgenabsorptionsspektroskopie (EXAFS, XANES)

#### Rastersondenmikroskopie

- Rastertunnelmikroskopie (STM)
- Rasterkraftmikroskopie (AFM)
- Elektrochemische Rastermikroskopie (SECM)

#### Optische Spektroskopie

- Infrarotspektroskopie
- Oberflächenverstärkte Ramanspektroskopie
- Nichtlineare Spektroskopie (SHG, SFG)