

# **Vorlesung Mastermodul Festkörperphysik Grundlagen elektrochemischer Energietechnologie**

## **1 Einführung**

### **1.1 Anwendungen und Anforderungen**

#### **1.1.1 Energiebedarf**

#### **1.1.2 Anforderungen Stromnetz**

#### **1.1.3 Anforderungen Elektroauto**

### **1.2 Übersicht Energiespeichersysteme**

#### **1.2.1 Grundlagen Stromquellen**

#### **1.2.2 Energie- und Leistungsdichte**

#### **1.2.3 Elektrochemische Grundbegriffe**

## **2 Theoretische Grenzen elektrochemischer Energiespeichersysteme**

### **2.1 Elektrodenreaktionen**

### **2.2 Elektrodenpotentiale**

#### **2.2.1 Elektrochemisches Gleichgewicht**

#### **2.2.2 Elektrodenreaktionen unter Gleichgewichtsbedingungen**

#### **2.2.3 Zellenspannungen**

### **2.3 Theoretische Energiedichte**

### **2.4 Abweichungen in realen Systemen**

## **3 Elektrolyte und Leitfähigkeit**

### **3.1 Elektrolyte**

### **3.2 Wanderung von Ionen im elektrischen Feld**

### **3.3 Molare Leitfähigkeit**

### **3.4 Leitfähigkeitsmechanismen**

### **3.5 Leitfähigkeit reiner Ionenleiter**

#### **3.5.1 Ionenleitende Festkörper**

#### **3.5.2 Salzschnelzen und ionische Flüssigkeiten**

## **4 Doppelschichtkondensatoren**

### **4.1 Prinzip**

### **4.2 Realisierung**

## **5 Elektrodenprozesse**

### **5.1 Übersicht**

### **5.2 Ladungstransfer**

#### **5.2.1 Phänomenologische Theorie**

#### **5.2.2 Butler-Volmer Gleichung**

### **5.3 Reaktionen mit mehreren Schritten**

#### **5.3.1 p-mal gleicher Schritt**

#### **5.3.2 Unterschiedliche Schritte**

#### **5.3.3 Kopplung mit chemischen Reaktionen**

### **5.4 Stofftransport**

#### **5.4.1 Diffusion**

#### **5.4.2 Diffusion plus Migration**

### **5.5 Keimbildung und Wachstum**

### **5.6 Passivschichten**

### **5.7 Mischelektroden und Korrosion**

#### **5.7.1 Gleichmäßige Korrosion**

#### **5.7.2 Lokalelemente**

## **6 Batterien**

### **6.1 Reaktionstypen**

- 6.1.1 Bildungsreaktionen**
- 6.1.2 Austauschreaktionen**
- 6.1.3 Einlagerungsreaktionen**
- 6.2 Entladekurven**
- 6.3 Pb-Akkumulator**
- 6.4 Li-Ionen-Akkumulator**
  - 6.4.1 Minus Pol**
  - 6.4.2 Plus Pol**
  - 6.4.3 Surface-Electrolyte-Interphase (SEI)**
  - 6.4.4 Technischer Aufbau**
  - 6.4.5 Weiterentwicklungen**
- 6.5 Neue Hochleistungsbatterien**
  - 6.5.1 Li-Luft Akkumulator**
  - 6.5.2 Li-Schwefel Akkumulator**
  - 6.5.3 Li-freie Akkumulatoren**
  - 6.5.4 Halogenid-Akkumulatoren**
- 7 Redox-flow Systeme**
  - 7.1 Grundidee**
  - 7.2 Realisierung**
- 8 Brennstoffzellen**
  - 8.1 Grundlagen**
    - 8.1.1 Wichtige Reaktionen**
  - 8.2 Brennstoffzellentypen**
    - 8.2.1 Übersicht**
    - 8.2.2 Kraftstoffe für Brennstoffzellen**

**8.3 Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM)-Brennstoffzelle**

**8.4 Direkt-Methanol-Brennstoffzelle**

**8.5 Festoxid-Brennstoffzellen**

**9 Elektrolyse**

**9.1 Grundlagen**

**9.2 Typen von Elektrolyseuren**

**9.2.1 alkalische Elektrolyse**

**9.2.2 PEM-Elektrolyse**

**9.2.3 Hochtemperatur-Elektrolyse**

**9.3 CO<sub>2</sub> Reduktion**