

Vorlesung Wintersemester 2015/2016:

Brennstoffzellentechnik I

Dozenten:

Prof. Dr. Andreas K. Friedrich

Email: andreas.friedrich@dlr.de

Dr. Norbert Wagner

Email: norbert.wagner@dlr.de

Inhalt:

1. Energie und Umwelt
 - a. Einführung in die Energietechnik
 - b. Entwicklung nachhaltiger Energietechnologien
 - c. Erscheinungsformen der Energie und Energieumwandlungsketten
 - d. Elektrochemische Energieerzeugung
 - i. Begriffe
 - ii. Systematik
 - iii. Beispiele: Primärbatterien, Sekundärzellen und Brennstoffzellen
2. Elektrochemische Grundlagen und Begriffe
 - a. Geschichte der Elektrochemie
 - b. Definition einer Batterie
 - c. Prinzip der Primär- und Sekundärzellen
 - d. Akkumulatoren
 - e. Brennstoffzellen
3. Thermodynamische Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung
 - a. Thermodynamik chemischer Reaktionen
 - i. Faraday-Gesetz
 - ii. Thermodynamische Kenngrößen
 - iii. Galvanisches Element
 - iv. Zellspannung
 - b. Thermodynamik chemischer Reaktionen
 - c. Hauptsätze der Thermodynamik
 - d. Elektrochemisches Potenzial und Zellspannung

- i. Konzentrationsabhängigkeit (Nernst'sche Gleichung)
 - ii. Druckabhängigkeit
 - iii. Temperaturabhängigkeit
 - e. Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle
 - f. Regenerative Brennstoffzelle
- 4. Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen
 - a. Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften
 - i. Einteilungsprinzipien von Brennstoffzellensystemen
 - ii. Elektrolyte:
 1. Ionische Leitfähigkeit (spezifischer Widerstand)
 2. Arrhenius-Gleichung (Temperaturabhängigkeit)
 3. Protonenleitende Membran (Nafion[®]): Quellverhalten, Wassertransport und Gasdiffusionslage, Leitfähigkeit, Struktur
 4. Oxidkeramische Festelektrolyte (SOFC)
 5. Schmelzcarbonate (MCFC)
 6. Phosphorsäure (PAFC)
 - iii. Gasdiffusionselektrode
 - iv. Stromsammler
 - v. Gasverteiler
 - vi. Stapelaufbau (Stack)
 1. Bipolare Platte
 2. Kühlungsstrategien
 3. Endplatten
- 5. Technischer Wirkungsgrad von Brennstoffzellen
 - a. Experimentelle Bestimmung der $U(i)$ -Kennlinie, Überspannungen und technischer Wirkungsgrad
- 6. Elektrochemische Kinetik
 - a. Durchtrittsreaktion an der Phasengrenze Elektrode/Elektrolyt: Butler-Volmer-Gleichung
 - b. Transporthemmungen und Grenzströme
 - c. Stromdichteverteilung
 - d. Einteilung der $U(i)$ -Kennlinie
 - e. Grenzfälle der Butler-Volmer-Gleichung
 - i. Für kleine Überspannungen

- ii. Für große Überspannungen
- f. Experimentelle Bestimmung einzelner Überspannungsanteile
- 7. Messmethoden zur Charakterisierung von Brennstoffzellen
 - i. Elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS)
 - ii. Zyklische Voltammetrie (CV)
 - iii. Ortsaufgelöste Messungen
 - iv. Pulsmessverfahren
 - v. Rotierende Scheiben –Elektroden
 - vi. CO-Stripping zur Bestimmung der aktiven Oberfläche
- 8. Degradation von Brennstoffzellen - Überblick