

3.7.3 Batterien und Brennstoffzellen

Batterien und Brennstoffzellen

Modulübersicht
EDV-Bezeichnung: ELTB720E
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Karsten Pinkwart
Modulumfang (ECTS): 6 CP
Einordnung (Semester): 7. Semester
Inhaltliche Voraussetzungen: 1. Naturwissenschaftliche Grundlagen • Physik ◦ Elektrizitätslehre: Strom, Spannung, Widerstand, Leistung, Energie. ◦ Wärmelehre: Wärmeübertragung, Temperatur, thermische Verluste. • Chemie ◦ Atom- und Elektronenmodelle, Bindungsarten. ◦ Elektrochemie: Redoxreaktionen, Elektrodenpotenziale, Nernst-Gleichung. ◦ Grundlagen zu Gasreaktionen und Stofftransport. • Mathematik ◦ Grundrechenarten, Einheitenumrechnung. ◦ Algebra, einfache Differentialgleichungen, Logarithmen/Exponentialfunktionen. 2. Ingenieurwissenschaftliche Basis • Thermodynamik ◦ 1. und 2. Hauptsatz, Enthalpie, Entropie, freie Enthalpie. ◦ Wirkungsgradberechnungen und Verlustbetrachtungen. • Strömungsmechanik ◦ Grundlagen zu Fluidströmung und Druckverlust (relevant für Gasversorgung in Brennstoffzellen). • Elektrotechnik ◦ Grundbegriffe zu Stromkreisen, elektrischen Komponenten und Leistungselektronik. • Werkstoffkunde ◦ Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von Metallen, Polymeren, Keramiken und Kohlenstoffmaterialien. 3. Technologisches und systemisches Vorwissen • Überblick über Energieumwandlungstechnologien (Batterien, Brennstoffzellen, Verbrennungsmotoren, Turbinen). • Grundkenntnisse zu erneuerbaren Energien und Energiespeicherung. • Bewusstsein für energie- und klimapolitische Zusammenhänge (Energiewende, Dekarbonisierung).
Voraussetzungen nach SPO: Nach SPO sind keine formellen Voraussetzungen erforderlich.
Lernergebnisse und Kompetenzen: Batterien Die Studierenden ...

- verstehen die historische Entwicklung und die Bedeutung von Lithium-Ionen-Batterien in modernen Energiesystemen.
- können elektrochemische Grundlagen wie Atommodelle, Redoxreaktionen und den Aufbau galvanischer Zellen erklären.
- kennen den Aufbau und die Funktion der Hauptkomponenten (Anode, Kathode, Separator, Elektrolyt).
- verstehen Alterungsmechanismen, Sicherheitsaspekte und relevante Bauformen.
- können Anwendungsfelder beurteilen und sicherheitsrelevante Anforderungen einschätzen.

Brennstoffzellen

Die Studierenden ...

- verstehen die historische Entwicklung und die Relevanz von Brennstoffzellen im Kontext moderner Energiesysteme.
- können das Funktionsprinzip und die thermodynamischen Grundlagen von Brennstoffzellen erläutern.
- sind in der Lage, den Aufbau eines Brennstoffzellen-Stacks sowie die Funktion der Balance-of-Plant-Komponenten zu beschreiben.
- kennen die verschiedenen Typen von Brennstoffzellen und deren Vor- und Nachteile.
- können Einsatzgebiete und technologische Herausforderungen einschätzen.

Übergeordnetes Ziel:

Die Studierenden erwerben ein fundiertes Verständnis elektrochemischer Energiespeicher- und -wandlungssysteme, um deren Funktionsprinzipien, Komponenten, Einsatzmöglichkeiten, Grenzen und Entwicklungspotenziale technisch fundiert analysieren, bewerten und für konkrete ingenieurwissenschaftliche Anwendungen auswählen zu können.

Prüfungsleistungen: Klausur/90 Minuten. Die schriftlichen Berichte der Studierenden zu den Laborversuchen werden bewertet (Studienleistung).

Lehrveranstaltung: Batterien

EDV-Bezeichnung: ELTB721E

Dozierende(r): Prof. Dr. Karsten Pinkwart

Umfang (SWS): 2 SWS

Turnus: Sommersemester und Wintersemester, Blockveranstaltung (letzte Woche – vorlesungsfreie Zeit, erste Woche – Vorlesungszeit)

Art, Modus: Vorlesung, Wahlpflichtfach (§41 (5) SPO)

Lehrsprache: Deutsch

Studieninhalte:

- Historische Entwicklung der Lithium-Ionen-Technologie
- Atommodelle, Kohlenstoffstrukturen und Materialeigenschaften
- Grundlagen der Elektrochemie: Redoxreaktionen, Elektrodenpotentiale, Nernst-Gleichung
- Galvanische Zelle: Aufbau, Spannungsarten (Leerlauf-, Arbeits-, Polarisationsspannung)

• Bauformen von Lithium-Ionen-Zellen (zylindrisch, prismatisch, Pouch) • Komponenten im Detail: Lithium-Anode, Lithium-Kathode, Separator, Elektrolyt • Alterungsprozesse (Kapazitätsverlust, Innenwiderstand, SEI-Schicht) • Sicherheitsaspekte (Überladung, Kurzschluss, thermisches Durchgehen)
Empfohlene Literatur: • Einstieg in die Physikalische Chemie für Naturwissenschaftler, https://doi.org/10.1007/978-3-662-62034-2 • Experimentelle Einführung in die Elektrochemie, https://doi.org/10.1007/978-3-662-59763-7 • Elektrochemische Speicher, https://doi.org/10.1007/978-3-658-10900-4 • Linden's Handbook of Batteries, ISBN-13: 978-1260115925 • Battery Reference Book, https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-4625-3.X5000-8

Lehrveranstaltung: Brennstoffzellen – Grundlagen, Technologien und Anwendungen
EDV-Bezeichnung: ELTB722E
Dozierende(r): Prof. Dr. Karsten Pinkwart
Umfang (SWS): 2 SWS
Turnus: Sommersemester und Wintersemester, Blockveranstaltung (letzte Woche – vorlesungsfreie Zeit, erste Woche – Vorlesungszeit)
Art, Modus: Vorlesung, Wahlpflichtfach (§41 (5) SPO)
Lehrsprache: Deutsch
Studieninhalte: • Historische Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie • Funktionsprinzip einer Brennstoffzelle • Thermodynamik: freie Enthalpie, Wirkungsgrad, Verlustmechanismen • Aufbau eines Brennstoffzellen-Stacks • Balance-of-Plant (Gasaufbereitung, Kühlung, Luftversorgung, Leistungselektronik) • Brennstoffzellentypen (PEMFC, SOFC, MCFC, PAFC, DMFC, AFC) • Anwendungen in Mobilität, stationärer
Empfohlene Literatur: • Elektromobilität Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, https://doi.org/10.1007/978-3-658-20447-1 • Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik, https://doi.org/10.1007/978-3-662-65812-3 • Brennstoffzellentechnik, https://doi.org/10.1007/978-3-658-14935-2 • Wasserstofftechnik, https://doi.org/10.3139/9783446465992 • Wasserstoff und Brennstoffzelle, https://doi.org/10.1007/978-3-662-53360-4

Lehrveranstaltung: Labor Batterien und Brennstoffzellen
EDV-Bezeichnung: ELTB723E
Dozierende(r): Prof. Dr. Karsten Pinkwart, Dr. Aleksandrova
Umfang (SWS): 1 SWS

Turnus: Sommersemester und Wintersemester, Blockveranstaltung (letzte Woche – vorlesungsfreie Zeit, erste Woche – Vorlesungszeit)
Art, Modus: Labor, Wahlpflichtfach (§41 (5) SPO)
Lehrsprache: Deutsch
Inhalte: Es werden ausgewählte Laborversuche zu den beiden Themenblöcken elektrochemische Energiespeicherung (Batterien) und –wandlung (Brennstoffzellen) angeboten: • elektrochemische Energiespeicherung (Batterien) ○ Bau einer Lithium-Ionen Zelle und deren messtechnische Charakterisierung ○ Speicherkapazitäten und Energieinhalte verschiedener sekundärer Zellen ○ Bestimmung des Innenwiderstands ○ Temperaturverhalten einer sekundären Zelle • elektrochemische Energiewandlung (Brennstoffzellen) ○ Demonstration und messtechnische Erfassung der Funktionsweisen von PEM-Brennstoffzellen (PEM = Proton Exchange Membrane = Protonen-Austausch-Membran) ○ Aufnahme von Kennlinien
Empfohlene Literatur: • Laboranleitung und s. oben