

BAU UND VERMESSUNG VON BATTERIEN

Einführungsveranstaltung

Begleitpräsentation: Freitag, 19.04.2024 · Martin Otto · TU Berlin
Sommersemester 2024

Fachgebiet Elektrische Energiespeichertechnik



ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

ABSCHNITT 1

ORGANISATION

Veranstaltungsübersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- 7 Praktikumstermine à 4 h
- Zeitblöcke:
 - fester Zeitslot pro Laborgruppe
 - Termine i.d.R. alle zwei Wochen
 - Festlegung der Zeitslots erfolgt in Absprache zwischen Betreuer:innen und Student:innen
- ISIS-Kurs "BVB SS24": alle Materialien zur Veranstaltung
- Organisation: Martin Otto
- Kontakt: m.otto.1@tu-berlin.de

Prüfung

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- 6 LP nach ECTS
- Portfolioprüfung
 - 6x Vorbereitungsaufgaben à 5 PP
 - 7x Laborprotokoll à 10 PP
 - Abgabe pro Laborgruppe

- Anmeldung
 - ISIS: Gruppenwahl bis Freitag, den 26.04.24
 - MOSES: Prüfungsanmeldung bis Mittwoch, den 31.05.24
 - maximale Teilnehmerzahl: 24 Personen in 6 Gruppen
- Abgabefristen
 - Vorbereitungsaufgaben:
jeweils bis Montag um 12 Uhr **vor** dem Laborversuch
 - Laborprotokolle:
i.d.R. zwei Wochen **nach** dem Laborversuch
 - LaTeX-Vorlagen im ISIS-Kurs verfügbar
 - **Abgaben müssen eidesstattliche Erklärung enthalten!**

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

ABSCHNITT 2

MODULINHALTE

Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

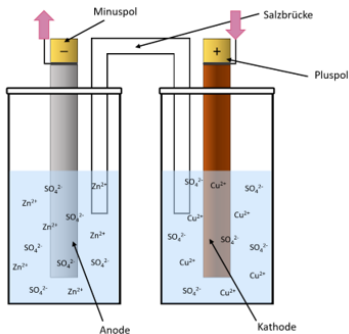
Versuch 1: Elektrochemische Grundlagen

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Elektrolyse und Bau galvanischer Elemente
- Ermitteln von Standard-Elektrodenpotentialen
- Untersuchung eines Konzentrationselements



Nernst-Gleichung:

$$E = E^0 + \frac{RT}{zF} \cdot \log \frac{a_{\text{Ox}}}{a_{\text{Red}}}$$

Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

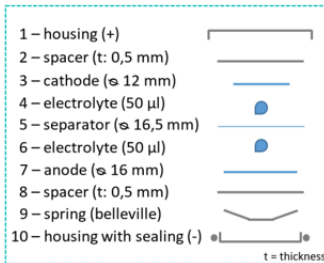
Versuch 2: Bau von Lithium-Ionen-Batterien

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Zellöffnung unter Schutzatmosphäre
- Vermessung der Zellmaterialien mittels Laser-Mikroskop (LSM)
- Knopfzellbau
- Formierung, Charakterisierung und Alterung



Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

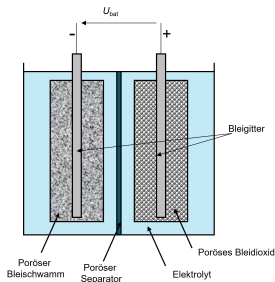
Versuch 3: Elektrochemie der Bleizelle

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Bau einer Blei-Labor-Zelle
 - Zuschneiden und Polieren der Materialien
 - Zellbau und Formierung
 - Charakterisierung



Versuch 3: Elektrochemie der Bleizelle

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Bau einer kommerziellen Blei-Säure-Batterie
 - Auswahl der Elektroden
 - Einbringen in Separatortasche und Gehäuse sowie Verschluss
 - Auffüllen des Elektrolyten
 - Start der Formierung (läuft bis zu zwei Tage)
 - Charakterisierung (im nächsten Versuch)

Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

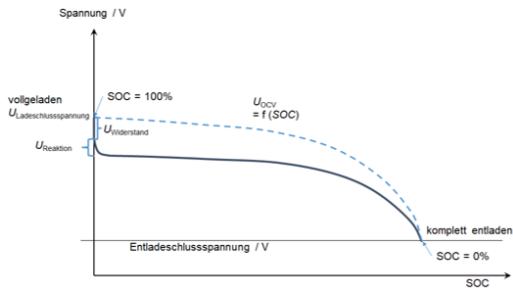
Versuch 4: Kennlinien von Energiespeichern

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Bestimmung der Kennlinien unterschiedlicher Energiespeicher
 - Lithium-Ionen-Zelle
 - Supercap
 - Blei-Säure-Batterie (aus Versuch 3)



Versuch 4: Kennlinien von Energiespeichern

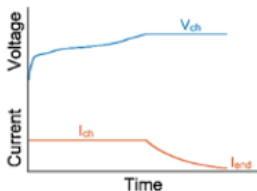
ORGANISATION

MODULINHALTE

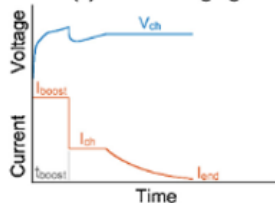
ZEITPLAN

- Untersuchung unterschiedlicher Ladeverfahren
- Parameterbestimmung
 - Innenwiderstand
 - Kapazität
 - Stromabhängigkeit der Kapazität bei Blei-Säure-Batterie

(a) Constant Current Constant Voltage



(e) Boost Charging



Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

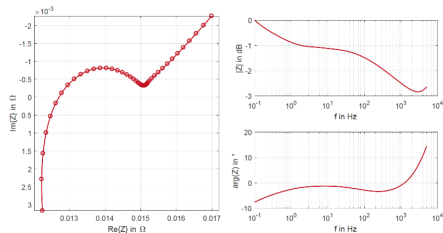
Versuch 5: EIS I

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Ziel: Analyse des dynamischen Verhaltens eines (elektrochemischen) Energiespeichers
- Untersuchung der drei Energiespeicher aus Versuch 4
 - Aufnahme der Impedanzspektren
 - Darstellung und Interpretation der Ergebnisse



Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

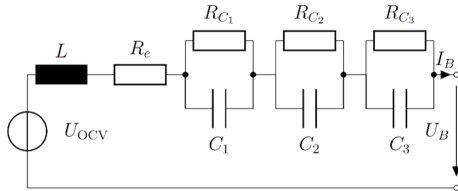
Versuch 6: EIS II

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Fortsetzung von Versuch 5
 - Erstellen von Ersatzschaltbild-Modellen
 - Implementierung und Validierung der Modelle in Simulink
- Zusatz: thermische Untersuchungen und Modellbildung



Ohmscher Widerstand



RC-Glied



Ladezustand u. OCV LiFePO4



Induktivität



Kapazität



Ladezustand u. OCV NMC



RL-Glied



Ladezustand u. OCV BiFe

Übersicht

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

#	Thema	Betreuer	E-Mail-Adresse
1	Elektrochemische Grundlagen	Martin Otto	m.otto.1@tu-berlin.de
2	Bau von Lithium-Ionen-Batterien	Wolfgang Brehm	wolfgang.brehm@tu-berlin.de
3	Elektrochemie der Bleizelle	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
4	Kennlinien von Energiespeichern	Anton Schlösser	a.schloesser@tu-berlin.de
5	Elektrochemische Impedanzspektroskopie I	Jaehyun Lee	jaehyun.lee@tu-berlin.de
6	Elektrochemische Impedanzspektroskopie II	Dominik Droese	dominik.droese@tu-berlin.de
7	Balancing und Batteriesysteme	Jiaqi Yao	jiaqi.yao@tu-berlin.de

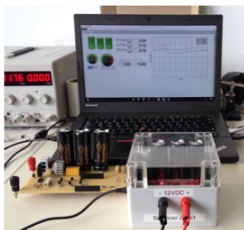
Versuch 7: Balancing und Batteriesysteme

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

- Parameter und Zustandsbestimmung
- Implementierung, Validierung und Vergleich von Balancing-Algorithmen
 - Top-Balancing
 - kontinuierliches Balancing



ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

ABSCHNITT 3

ZEITPLAN

Terminplan

~~Machen wir jetzt!~~

⇒ Gruppenbildung abgeschlossen!

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

Terminplan

ORGANISATION

MODULINHALTE

ZEITPLAN

Woche	Versuch	1. Laborwoche		2. Laborwoche	
		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
06.05. - 17.05.	PR01	Do, 16.05. 8-12	Fr, 17.05. 8-12	Di, 14.05. 10-14	Mi, 15.05. 12-16
13.05. - 24.05.	PR02	Do, 23.05. 8-12	Fr, 24.05. 8-12	Di, 21.05. 10-14	Mi, 22.05. 12-16
27.05. - 07.06.	PR03	Do, 30.05. 8-12	Fr, 31.05. 8-12	Di, 04.06. 10-14	Mi, 05.06. 12-16
10.06. - 21.06.	PR04	Do, 13.06. 8-12	Fr, 14.06. 8-12	Di, 18.06. 10-14	Mi, 19.06. 12-16
24.06. - 05.07.	PR05	Do, 27.06. 8-12	Fr, 28.06. 8-12	Di, 02.07. 10-14	Mi, 03.07. 12-16
08.07. - 19.07.	PR06	Do, 11.07. 8-12	Fr, 12.07. 8-12	Di, 16.07. 10-14	Mi, 17.07. 12-16
15.07. - 26.07.	PR07	Do, 18.07. 8-12	Fr, 19.07. 8-12	Di, 23.07. 10-14	Mi, 24.07. 12-16