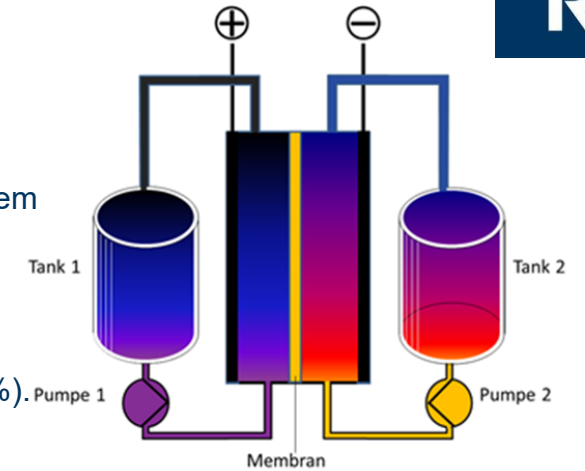


Aufgaben für die Gruppenarbeiten

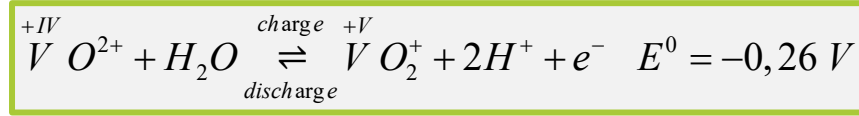
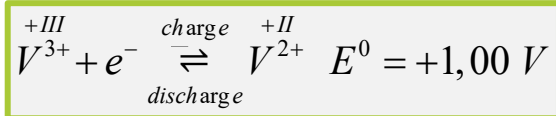
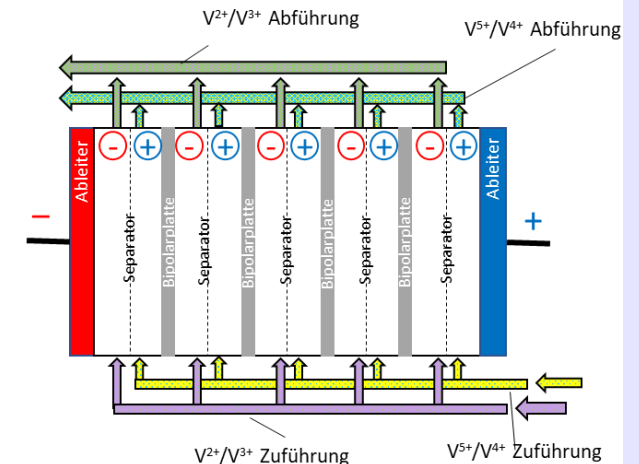
Flipped Classroom #7 - „Break-Out Session“ mit Lösungen

- Aufgabe 1:** Gegeben ist eine Vanadium-Redox-Flow Batterie. Die Vanadiumkonzentration (Molarität) beträgt 1,6 mol/L
- Berechnen Sie die volumetrische Energiedichte [Wh/L] des Elektrolyten. (Annahme: Spannung konstant 1,26 V; Faraday Konstante 96485 As/mol). Vergleichen Sie ihr Ergebnis mit dem „Literaturwert“ von ca. 20-30 Wh/L; Erklärung?
 - Der Stack hat 40 Zellen, soll mit 50 A bei einem SOC von 50% mit einer 5-fachen Überströmung betrieben werden an diesem (!) Zustandspunkt, d.h. im „Durchströmungszyklus“ werden nur 1/5 Elektrolyt umgesetzt. Berechnen Sie den notwendigen Volumenstrom [L/min] für eine der beiden Pumpen an diesem Zustandspunkt. (Tipp: Berechnen Sie zuerst nur EINE Zelle und nehmen sie VOLLSTÄNDIGEN Umsatz an und berechnen Sie den Volumenstrom; danach dann mit Überströmung und mehr Zellen; der SOC ist wichtig!)
 - wie hoch wäre der Volumenstrom beim Laden von 95% auf 100% SOC ohne Überströmung? (berechnet für den Punkt 95%). Durch Rückvermischung steigt der Ladezustand auf 97,5%, was hieße das für den Ladestrom und was leiten Sie daraus ab?



Endergebnisse Aufgabe 1:

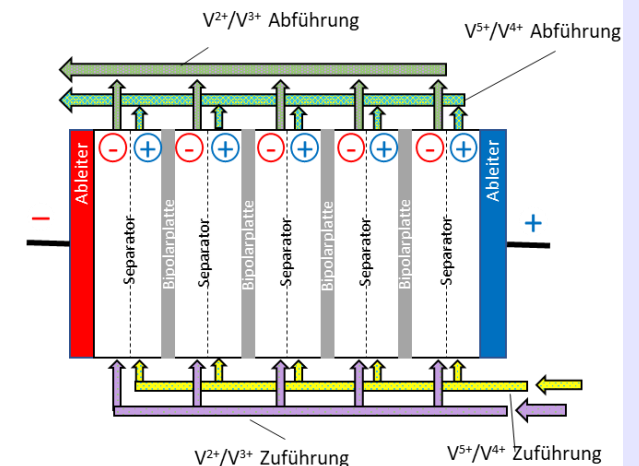
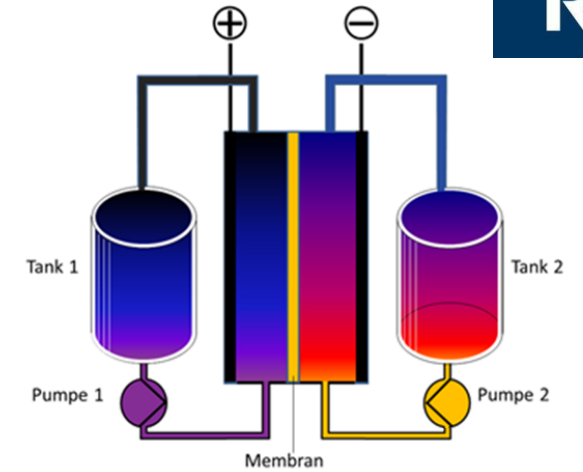
- volumetrische Energiedichte: 27 Wh/L (zusätzlich noch etwas weniger durch Behälter etc.)
- bei 40 Zellen (parallel angeströmt) ergibt sich 7,77 L/min bei diesem Zustandspunkt.
- Volumenstrom = 0,39 L/min pro Zelle.
Bei 40 Zellen (parallel angeströmt) ergibt sich 15,6 L/min!
Bei 97,5% Volumenstrom: 31,2 L/min
D.h. hier müsste dann die Stromstärke beim Laden deutlich sinken – vergleiche U-Phase bei anderen Batterien.



Flipped Classroom #7 - „Break-Out Session“ mit Lösungen

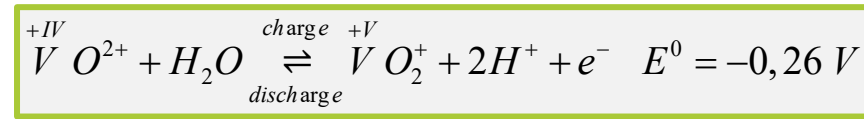
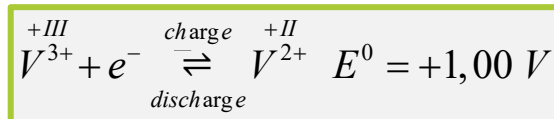
Aufgabe 2: Gegeben ist eine Vanadium-Redox-Flow Batterie mit einem Stack, der 40 Zellen (jede Zelle Außenmaß: 230 mm x 310 mm) hat; die Vanadiumkonzentration (Molarität) beträgt 1,6 mol/L.

- a) Wenn der Stack mit 50 A betrieben wird, wie hoch ist die Stromdichte [mA/cm²], wenn man annimmt, dass die aktive Fläche einer Zelle ca. 60% der Gesamtfläche derselben ist.
- b) Wie groß ist die Leistungsdichte [mW/cm²] bezogen auf die aktive Fläche (Annahme je Zelle 1,26 V), wie groß ist die gesamte aktive Fläche [cm²] und damit die Gesamtleistung [kW]
- c) Laden: Der 40-zellige Stack wird mit konstant 5 L/min durchströmt, dabei soll eine 5-fachen Überströmung erreicht werden, d.h. pro „Durchströmungszyklus“ werden nur 1/5 Elektrolyt umgesetzt. Der SOC sei 0. Berechnen Sie den notwendigen Ladestrom [A]; die Faraday Konstante lautet 96485 As/mol (Tipp: Berechnen Sie nur EINE Zelle, da der Strom in allen Zellen und im Stack identisch ist!)
- d) wie hoch wäre der Ladestrom am Zustandspunkt bei 75% SOC (und ansonsten denselben Bedingungen wie in c)?










Endergebnisse Aufgabe 2:

- a) Stromdichte = 117 mA/cm²
- b) Leistungsdichte: 147 mW/cm²; Gesamtfläche: 17.120 cm²; Gesamtleistung: 2,5 kW
- c) Ladestrom: $I_{(SOC=0\%)} = 64,3A$
- d) $I_{(SOC=75\%)} = 16,1 A$



Noch Fragen ?

†CC-Lizenzen	Bezeichnung	Version	Link zum Lizenz-/Vertragstext
	CC0 Bedingungslose Lizenz	Vers. 1.0	https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode
	CC-BY Attribution (Namensnennung)	Vers. 4.0 Vers. 3.0 Vers. 2.0 Vers. 1.0	http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by/1.0/legalcode
	CC-BY-SA Attribution Share Alike (Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen)	Vers. 4.0 Vers. 3.0 Vers. 2.0 Vers. 1.0	http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0/legalcode
	CC-BY-ND Attribution No Derivatives (Namensnennung-Keine Bearbeitung)	Vers. 4.0 Vers. 3.0 Vers. 2.0 Vers. 1.0	http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nd/1.0/legalcode
	CC-BY-NC Attribution Non Commercial (Namensnennung-Nicht kommerziell)	Vers. 4.0 Vers. 3.0 Vers. 2.0 Vers. 1.0	http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc/1.0/legalcode
	CC-BY-NC-SA Attribution Non Commercial Share Alike (Namensnennung-Nicht kommerziell-Weitergabe unter gleichen Bedingungen)	Vers. 4.0 Vers. 3.0 Vers. 2.0 Vers. 1.0	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/1.0/legalcode
	CC-BY-NC-ND Attribution Non Commercial No Derivatives (Namensnennung-Nicht kommerziell-Keine Bearbeitung)	Vers. 4.0 Vers. 3.0 Vers. 2.0 Vers. 1.0	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/legalcode http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/1.0/legalcode

Prof. Dr. Christian Doetsch

Lehrstuhl »Cross Energy Systems«

c/o Fraunhofer UMSICHT
+49 208 8598-1195

christian.doetsch@rub.de




Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministry of Culture and Science
of the State of
North Rhine-Westphalia



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
All logos and explicitly marked elements used are excluded from this license. www.creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0