

Redox-Flow-Batterie

Systemkomponenten und Materialwissenschaften für effiziente und nachhaltige Redox-Flow-Batterien

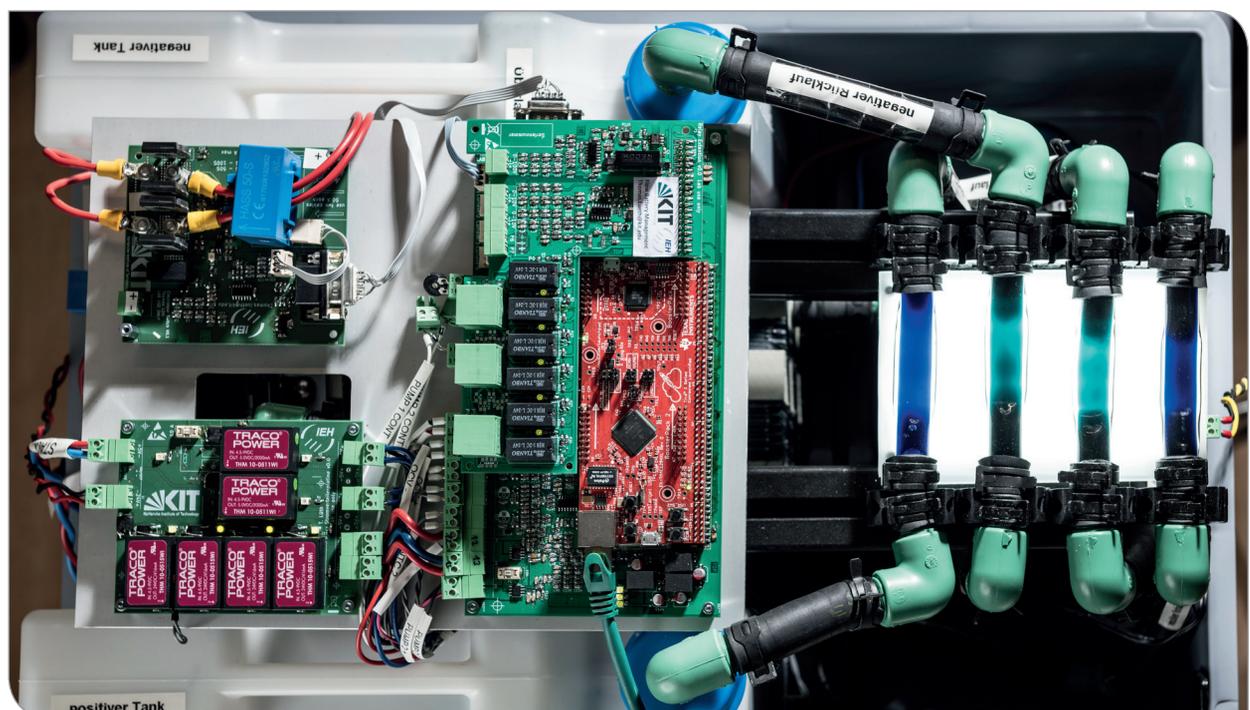
Energiespeicher sind nicht nur im Rahmen der Energiewende ein wichtiger Bestandteil des Energienetzes, sondern sind Grundvoraussetzung für eine zuverlässige und günstige Stromversorgung. Heute erfährt die Erzeugung von elektrischer Energie zunehmend einen Paradigmenwechsel von zentralen Großkraftwerken hin zu dezentraler modularer Erzeugung aus regenerativen und konventionellen Quellen. Damit einher geht eine schlechtere Planbarkeit der Erzeugung, was einen Ausbau der Übertragungsnetze und der Energiespeicher zur Folge hat.

Diesem Trend folgt auch die Speichertechnologie. Große Pumpspeicherkraftwerke sind wegen des enormen Platz- und Kapitalbedarfs weder mehrheitsfähig noch wirtschaftlich abbildbar. In dieser Situation sind dezentrale Speicherlösungen eine gute Alternative. Mehrere Konzepte von der klassischen Bleibatterie, über die aktuell gut eingeführte Li-Ionen-Technologie bis hin zu der innovativen Redox-

Flow-Batterie-Technologie bieten sich für diese dezentrale Speicherung an.

Das Institut für Angewandte Materialien (IAM) und das Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) forschen an Möglichkeiten, die Redox-Flow-Batterie-Technologie günstig und zuverlässig zur Verfügung zu stellen. Die Redox-Flow-Batterie bietet eine Reihe von Vorteilen, welche sie für mittlere bis große Speicherprojekte prädestiniert. So kann bei der Flow-Batterie-Technologie die Leistung (kW) und die Energie (kWh) unabhängig voneinander skaliert werden. Ein einfaches Beispiel ist hier die Verschiebung von Sonnenenergie in die Nacht.

Im Gegensatz zu anderen Batterien wird in der Vanadium-Redox-Flow-Batterie (VRFB) ausschließlich Vanadium in vier Oxidationsstufen für die Redoxpaare eingesetzt. In der negativen Halbzelle wird Vanadium in der Oxidationsstufe

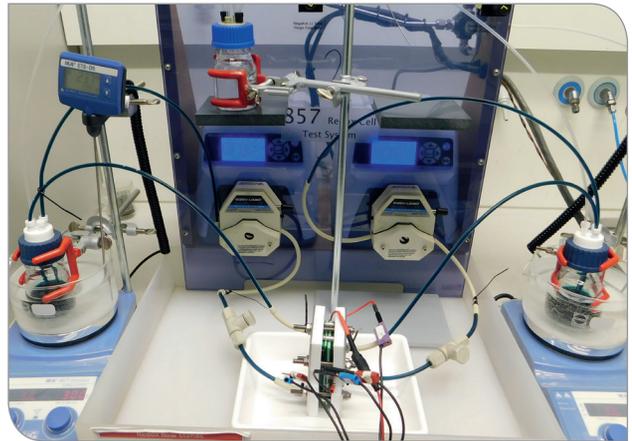


Das am KIT entwickelte Batterie-Management (Prototyp) zur dezentralen Überwachung und Regelung von Redox-Flow-Batterien macht einen einfachen „stand-alone“-Betrieb ohne zusätzliche Intelligenz möglich.

+II/+III, in der positiven Halbzelle Vanadium +IV/+V verwendet. Dies schließt eine Kreuzkontamination der Redoxpaare aus und erhöht die Lebensdauer der Batterie. Nachteilig sind dabei u. a. die hohe Korrosivität des Elektrolyten und damit verbunden hohe Anforderungen an die eingesetzten Materialien sowie die Selbstentladung der Batterie durch die permeable Membran.

Um eine zielgerichtete Materialentwicklung für alle Komponenten (u. a. Elektroden, Elektrolyt, Membran) vorantreiben zu können, müssen deren Degradationsprozesse im Betrieb verstanden werden. Das IAM legt daher momentan seinen Fokus auf die Untersuchungen zu den Degradationsprozessen der Membran. Diese werden sowohl elektrochemisch unter realitätsnahen Betriebsbedingungen in der Zelle, als auch parallel mittels chemischer, thermischer und mechanischer Verfahren beschleunigt gealtert. Durch den Vergleich der in und außerhalb der Zelle gealterten Membranen soll ein besseres Verständnis der zugrundeliegenden Degradationsprozesse gewonnen werden. Durch das Entwickeln von Verfahren zur beschleunigten Alterung können zudem neue Materialien deutlich noch schneller bezüglich ihrer Beständigkeit getestet und qualifiziert werden.

Am IEH wird eine dezentrale, modulare Steuerung entwickelt und gemeinsam mit Industriepartnern getestet. Der zuvor erwähnte Vorteil der unabhängigen Skalierbarkeit von Leistung und Energie kann heute noch nicht ausgespielt werden, da dies für jede zu installierende Batterie Anpassarbeiten nach sich ziehen würde. Um diese Limitation aufzuheben ist die vom IEH entwickelte Steuerung so konzipiert, dass sie wenn nötig völlig autark und dezentral ein Batterie-Cluster managen kann. Durch eine übergeordnete Steuerung kann das System jederzeit beeinflusst oder Daten ausgelesen werden. Mit dieser Steuerung können Batterie-Module vorgefertigt werden, die am Aufstellungsort nur noch an die Medienversorgung angeschlossen werden müssen. Das Verdraten von Sensoren entfällt. Durch die dezentrale Regelung der Batterie kann jedes Batterie-Cluster maximal effizient betrieben werden und die anfallenden Mess- und Überwachungsdaten werden kostengünstig gespeichert und vorgehalten.



Zum Materialtest entwickelter Teststand des KIT im Labormaßstab mit 10 cm² aktiver Zellfläche und 100 ml Tanks

Technische Ausstattung

- Zwei VRFB-Testsysteme
- Komplette Toolchain zur Entwicklung von Steuerungskomponenten
- Labor zur Überprüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)
- Elektroniklabor und Testequipment
- Chemielabor mit VRFB-Testständen
- Analytik: u. a. Raman-Spektroskopie, FTIR-gekoppelte Thermoanalyse, Röntgenphotoelektronenspektroskopie, Kernresonanz, Rasterelektronenmikroskopie, Zugteststand

Ziele

- Entwicklung dezentrales Batterie-Management
- Steigerung der Energieeffizienz durch dezentrale Regelung
- Verständnis der Degradationsprozesse in der Batterie, insbesondere der Membran
- Entwicklung von Verfahren zur beschleunigten Alterung

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Institut für Angewandte Materialien –
 Energiespeichersysteme (IAM-ESS)
 Elke Herrmann
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen
 Telefon: +49 721 608-28509
 E-Mail: elke.herrmann@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Institut für Elektroenergiesysteme und
 Hochspannungstechnik (IEH)
 Thomas Lüth
 Engesserstraße 11
 76131 Karlsruhe
 Telefon: +49 721 608-43056
 E-Mail: thomas.lueth@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) · Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka · Kaiserstraße 12 · 76131 Karlsruhe · www.kit.edu