

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Funktionsweise	<p>Die Redox Flow Batterie ist ein elektrochemischer Speicher der mit Hilfe einer Flüssigkeit (sog. Elektrolyt) elektrische Energie speichern kann. Die Energiewandlung findet in den elektrochemischen Zellen statt. Eine einzelne Zelle ist durch eine Membran in zwei Halbzellen mit je einer Elektrode geteilt. Diese Halbzellen werden von den Elektrolyten parallel durchflossen. Mehrere Zellen werden zu sog. Stacks zusammengefasst, um eine höhere Arbeitsspannung zu erreichen.</p> <p>Beim Laden wird über die Elektroden in die Halbzellen elektrische Energie zugeführt und dabei in einem Redox Prozess die chemische Energie der Flüssigkeiten verändert. Beim Entladen wird die chemische Energie der Flüssigkeiten durch Umkehr des Redox Prozesses und Entnahme elektrischer Energie an den Elektroden wieder in den Ausgangszustand gebracht.</p>
Speichercharakteristika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für alle Flow Batterien <ul style="list-style-type: none"> <li>o Leistung und Energie sind unabhängig voneinander skalierbar (Modulare Flexibilität)</li> <li>o Hohe Sicherheit – kein Thermal-Runaway</li> </ul> </li> <li>• Für die All-Vanadium Redox Flow Batterie <ul style="list-style-type: none"> <li>o Nahezu unbegrenzte Lebensdauer der Energieträger (z.B. Vanadium Redox Flow Batterie)</li> <li>o Selbstentladung ist vernachlässigbar</li> </ul> </li> </ul>
Subsysteme	<p>Ein Stack ist eine Anzahl von seriell geschalteten Zellen, welche von Elektrolyten aus beiden Tanks durchflossen werden. Über diese Zellblöcke wird die Batterie dann be- und entladen. Je mehr Stacks in der Batterie vorhanden sind, desto höher ist die Leistung. Die gesonderte Speicherung von Elektrolyten in zwei Tanks eröffnet große Vorteile zur Energiespeicherung: Je größer die Tanks, desto mehr Energie steht zur Verfügung. Im Betrieb werden die flüssigen Energieträger (positiver und negativer Elektrolyt) ständig im Kreislauf zwischen elektrochemischen Zellen/Stacks und Tanks gepumpt.</p>

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Referenzen/Links	<p>Gerd Tomazic and Maria Skyllas-Kazacos, Redox Flow Batteries, Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing. Elsevier. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-62616-5.00017-6">http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-62616-5.00017-6</a>. ISI-Schriftenreihe »Innovationspotenziale« Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung, Technologienbericht, Fraunhofer Verlag, ISSN: 1612-7455 ISBN: 978-3-8396-0102-0.</p>
Technologiereifegrad	<p>Die Technologie der Redox Flow Batterien kann anhand des Technologiereifegrades in drei Kategorien unterteilt werden. Es gibt bereits einige Unternehmen, die mehr als 100 Batterie-Systeme weltweit installiert haben. Diese Unternehmen sowie andere Unternehmen, die Pilotprojekte bauen und ihre ersten Produkte auf den Markt bringen, verfügen über einen Technologiereifegrad von 6-9. Zur Gruppe mit Technologiereifegrad 4-5 gehören Forschungsinstitute, Organisationen und Spin-Offs, die neue chemische Stoffe und neue Reaktionswege für Redox Flow Batterien untersuchen. Hauptkonzept und -komponenten, die normalerweise unter Technologiereifegrad 1-3 fallen würden, sind bei fast allen neuen Entwicklungen von Flow Batterien vorhanden, weshalb dieser Reifegrad selten vorkommt.</p>
TRL (Technology Readiness Level)	8 - 9
Netzebene (NS=7, MS=5, HS=3, HÖS=1)	5 - 7
Schnelligkeit/Regel-Ansprechverfahren (schnell/mittel/langsam)	schnell
Energiedichte (Wh/kg)	30
Leistungsdichte (W/kg)	k.A.
Selbstentladung (%/Tag, %/Monat, ...)	keine
Wirkungsgrad (technologisch, Batterie) (%)	70 - 80%
Kalendarische Lebensdauer (a)	mehrere Jahre - noch in Entwicklung (stark abhängig von Betriebsweise und Anzahl der Start/Stop-Zyklen)
Zyklusfestigkeit (Zyklen über Lebensdauer)	20.000
Kosten (Investitionskosten, Betriebskosten) (€/kWh) bzw. (€/kW)	800 €/kW
Soziale Akzeptanz der Technologie (hoch/mittel/niedrig)	mittel

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Ökol. Performance (CO <sub>2</sub> -Äquivalent, seltene Erden, ökol. Fußabdruck)	Vanadium-Redox-Flow: Risiken durch Säure, die jedoch begrenzt sind durch selbstsichernde Systeme. Vanadium kann toxisch wirken - für Vanadium/Schwefelsäure Auffangbecken vorsehen. Evtl. Risiken durch unvorhergesehene Reaktionsprodukte, CFP niedrig, wenn erneuerbare Energieträger eingesetzt werden; Vanadium, Natriumbromid, Zink, Brom
Recyclingfähigkeit	Ja; Vanadium giftig
Absatz, erwartet	Die Technologie weist einen Marktanteil von ca. 10% auf. Es gibt derzeit nur einen Hersteller von Kleinsystemen für den Haushalt. Hier ist aufgrund der generell noch zu hohen Kosten für Energiespeicher der Markt für Langzeitspeicher eher beschränkt. Allerdings ist bei größeren Anlagen (Quartierspeicher, Industrieanlagen, Campus etc.) der Einsatz von VRFB durchaus sinnvoll.
Inländische Wertschöpfung (Hersteller in Ö, Demoprojekte, Forschung)	Es gibt einen Hersteller seit 2008 in Wiener Neudorf.
Stromoutput (Eignung des Stromspeicher zur Netzurückzuspeisung) (J/N)	J
Leistung (kW) ev. Dauer-/Spitzenleistung	kW-MW
Erzeugungsnähe (produktionsnahe) (J/N)	J
Zielwert ausgewählter Kennzahlen für die Technologie z.B. bis 2025/2030	k.A.
Referenzen (Literaturquellen zu eingetragenen tech. Kennzahlen)	Gerd Tomazic and Maria Skyllas-Kazacos, Redox Flow Batteries, Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing. Elsevier. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-62616-5.00017-6">http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-62616-5.00017-6</a> . ISI-Schriftenreihe »Innovationspotenziale« Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung, Technologienbericht, Fraunhofer Verlag, ISSN: 1612-7455 ISBN: 978-3-8396-0102-0.
Temperaturfestigkeit (Betriebs- und Umgebungstemperatur/Limitierung) (°C, von-bis)	k.A.
Materialien (Zellchemie)	Vanadium ist ein Rohstoff der zugekauft werden muss und daher ein wesentlicher Kostenfaktor. Vanadium selbst ist auf der Erde ein häufiges Element, kommt allerdings nur in gebundener Form in Mineralien vor.

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
	<p>Allerdings ist zu bemerken, dass der Elektrolyt nicht verbraucht wird und auch nach der Nutzungsdauer einer Speicheranlage wiederverwertet werden kann. Eine Entsorgung ist daher nicht notwendig. Vanadium selbst ist im Gegensatz zu Blei nicht giftig, der Elektrolyt ist allerdings eine 30% Salzsäurelösung und daher entsprechend zu behandeln.</p>
Rohstoffe/Verfügbarkeit (nach Hauptelemente)	k.A.
Peripherie: BMS/Leistungselektronik (F&E Bedarf) (J/N)	k.A.
Infrastruktur (F&E Bedarf)	k.A.
Problembereiche	k.A.