



BVES FACTSHEET LI-IONEN

STAND JANUAR 2016

1. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

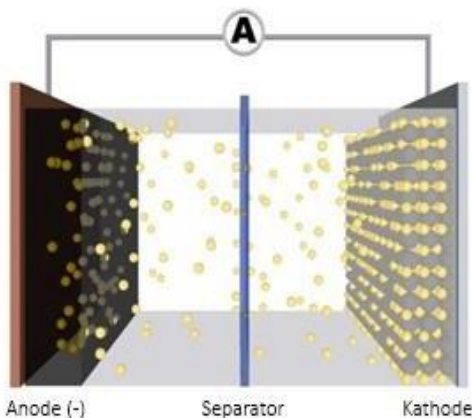
1.1 FORM DER ENERGIEAUFNAHME UND -ABGABE:

Strom zu Strom

1.2 KURZBESCHREIBUNG DES SPEICHERPROZESSES

Stromspeicher dienen zur Speicherung von bereits erzeugtem Strom, um diesen zu einem späteren Zeitpunkt zu nutzen.

Die Kathode besteht überwiegend aus Metalloxiden auf einem Aluminiumträger. Häufige Materialkombinationen Materialien sind u.a. LCO (Kobaltoxid), LMO (Manganoxid), NMC (NickelMangan-Kobaltoxid) bzw. Kombinationen derselben oder aber auch LFP (Eisenphosphat). Die Anode besteht überwiegend aus Kohlenstoff (alternativ z.B. Titanat, Silizium) auf einem Kupferträger (alternativ: Aluminium). Häufige Kohlenstoffmaterialien sind z.B. Graphite, Hard- und Soft-Carbon. Anode und Kathode sind durch einen Separator getrennt und über einen ionenleitenden Elektrolyt verbunden.



Die Zusammensetzungen der Anode und Kathode sowie deren Kombination hat wesentlichen Einfluss auf die Eigenschaften der Lithium-Ionen-Zelle wie Spannung (V), Kapazität (Ah), max. Strom (A), Temperaturabhängigkeiten, Alterung, Sicherheit und Preis.

Abb. 1: Schematischer Aufbau einer Lithium-Ionen-Zelle¹

Beim Laden gibt die Kathode (Pluspol) eingelagerte Lithium-Ionen in den Elektrolyten und Elektronen an den Stromkreis ab. Die Li-Ionen (Li⁺) bewegen sich zur Anode (Minuspole²), werden dort eingelagert und nehmen dort wieder ein Elektron auf. Beim Entladen ist der Verlauf umgekehrt. Dieser Einlagerungsvorgang (Interkalation) ist der wesentliche Unterschied zu anderen Batteriechemien (Konversion, z.B. bei Blei-Säure, NiCd), der den hohen Wirkungsgrad und spezielle Charakteristika (z.B. hohe Teilzyklenfestigkeit) erzeugt.

1.3 SPEICHERSYSTEM

Die Einbindung einer Batterie in das Anlagendesign bzw. and Stromquelle und Verbraucher kann über geeignete Umrichter oder Laderegler entweder auf der Gleichspannungsebene (z.B. Photovoltaik) und/oder über Wechselrichter auf der Wechselspannungsebene (z.B. Stromnetz) erfolgen.

Die Alternative ist der Anschluss des Stromspeichers im Wechselstromkreis, also nach der Umwandlung des Solarstroms durch den Wechselrichter. In diesem Fall wird der Solarstrom an die Verbraucher geleitet und ein eventueller Überschuss in den Speicher und/oder das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die entsprechende Leitung der Ströme erfolgt über eine Steuerungseinheit. Stromspeicher können an eine

¹ Karlsruher Institut für Technologie

² Erläuterung Anode und Kathode siehe Glossar

Vielzahl von Generatoren angeschlossen werden: Wind, Diesel, BHKW, PV, Wasser oder auch zur Sicherung der Netzstabilität in das öffentliche Netz eingebunden werden.

1.4 FOKUS AUF LEISTUNGS- ODER ENERGIEBEREITSTELLUNG:

Energie- sowie Leistungsbereitstellung

1.5 GEEIGNETE ANWENDUNGSGEBIETE:

Pufferspeicher in Verbindung mit Erneuerbaren Energien, Lastmanagement (Peak Shaving), Netzdienstleistungen (speziell Primärregelenergie), Notstromversorgung

1.6 STAND DER ENTWICKLUNG / KOMERZIELL VERFÜGBAR

Li-Ion Speicher sind kommerziell verfügbar und in der verwendeten Technik ausgereift. Es wird an Systemoptimierung und Effizienzsteigerungen (speziell Steuerungsintelligenz) und optimierten Fertigungsverfahren gearbeitet. Die Technologie wird neben stationären Anwendungen u.a. in der Elektromobilität, mobilen Anwendungen (z.B. Elektrowerkzeuge, Notebooks) sowie der Luft- und Raumfahrt genutzt. Der TRL (Technology Readiness Level) ist bei 6-9.

2. RELEVANTE TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

| | | |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| Spezifische Energiespeicherdichte | kWh/m³ | kWh/t |
| | 200 Wh/l bis 400 Wh/l | 140–180 Wh/kg |
| Spezifische Leistungsdichte | kW/m³ | kW/t |
| | <20 kW/m ³ | < 5500 W/kg |
| typische / realisierbare Speichergröße | kWh_{out} | kW_{out} |
| | Gut skalierbar 2kWh – n MWh | Gut skalierbar 1kW – n MW |
| Systemwirkungsgrad in % | 80-95 | |
| Speicherwirkungsgrad in % | 90-98 | |
| Speicherdauer | Stunden – Tage | |
| Reaktionszeit | < 1 Sekunde | |
| Lebensdauer (maximal) | Zyklen | a |
| | > 10.000 | > 30 Jahre |
| Verluste pro Zeit | < 2%/Monat | |

2.1 ERLÄUTERUNGEN:

Diese Batterietechnologie zeichnet sich durch eine hohe Energiedichte und eine gute Performance aus. Gleichzeitig tritt kein Memory-Effekt auf. Dies bedeutet, dass die Batteriekapazität auch nach mehreren Teilentladungen nicht sinkt, sondern i.d.R. sogar überproportional mehr Zyklen möglich sind mit einem stärkeren Anstieg der durchsetzbaren Energie als bei den meisten anderen Batterietechnologien. Diese

Charakteristik ist für Netzdienstleistungen und die Kombination mit erneuerbaren Energien besonders wertvoll. Die Zellen unterliegen zusätzlich einer kalendarischen Degradation (Kapazitäts- u. Leistungsverlust durch Alterung), die bei Produktlaufzeiten einkalkuliert werden kann. Maßgeblich für die Eigenschaften und die Lebensdauer einer Li-Ionen Batterie sind u.a. die Zellchemie, die Verarbeitung der Batteriezellen und das Nutzungsprofil. Die Entladetiefe von Lithium-Ionen-Akkumulatoren kann Werte von bis zu 100 Prozent erreichen, die meisten angebotenen Speicher liegen hier jedoch zwischen 70 und 95 Prozent. Die maximale Zyklenzahl hängt von den Umgebungsbedingungen ab und ist am höchsten bei einer für die jeweilige Batterie spezifizierten Umgebungstemperatur (typischerweise 15-25°C). Daher werden größere Systeme oft in klimatisierten Räumen/Stationen verbaut.

3. ÖKONOMISCHE SPEZIFIKATIONEN

Betriebs- und Instandhaltungskosten (bezogen auf Invest/kW und kWh): Geringer Wartungsaufwand, Ersatz der Leistungselektronik nach 7-12 Jahren

Kosten für bereitgestellte Energie in konkreter Anwendung:

- Beispiel 1:** Kleinspeicher für Wohnhäuser 2 bis 20 kWh, Investition ca. 1.500 bis 2.000 EUR/ kWh; daraus ergeben sich Kosten pro ausgespeicherte kWh von ca. 25-40 Eurocents bei 280 Zyklen/Jahr und 15 Jahren Nutzung
- Beispiel 2:** Arealpeicher 112 kW/ 280 kWh zur Pufferspeicherung in Verbindung mit PV-Installation und zur Notstromversorgung (Einsparung Dieselgenerator). Investition 1.000 bis 1500 EUR/ kWh; daraus ergeben sich Kosten pro ausgespeicherte kWh von ca. 20-25 Eurocents bei Lebensdauer = 6.000 Zyklen.
- Beispiel 3:** Großspeicher 5 MW / 5 MWh für die Bereitstellung von Primär-Regelleistung, Investitionskosten ca. 850-950 € / kWh, Nutzungsdauer 20 Jahre. Leistungspreis (positiv und negativ) etwa 3.000 € / MW / Woche (je nach Ausschreibung). Der Leistungspreis ergibt sich aus dem aktuellen Marktpreis am Regelenergiemarkt für die Bereitstellung von Regelleistung (siehe Glossar: Leistungspreis und <https://www.nextkraftwerke.de/wissen/regelenergie>), der durchschnittliche Leistungspreis für PRL in 2015 betrug 3.673€ pro MW/Woche.



Abb. 2: Heimspeicher zur Erhöhung des solaren Eigenverbrauchs und zur Integration in den Strommarkt: sonnenBatterie eco 8.2 mit 8kWh Kapazität und 1,5kW Leistung;
Bildquelle: sonnen GmbH



Abb. 3: Stromspeicher-Container als Pufferspeicher und zur Notstromversorgung für kommunales Areal im Saarland der RRC power solutions GmbH;
Bildquelle: RRC power solutions GmbH



Abb. 4: WEMAG-Speicher, 5 MW / 5 MWh, nimmt am Primärregelenergiemarkt teil, erster kommerzieller Batteriespeicher in Europa, Standort Schwerin;
Bildquelle: Younicos AG

3.1 WEITERE INFORMATIONEN UNTER:

- RRC power solutions GmbH, www.rrc-ps.com
- sonnen GmbH, www.sonnenbatterie.de
- Gustav Klein GmbH & Co KG, www.gustav-klein.com
- Younicos AG, www.yunicos.de