

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Funktionsweise	<p>Derzeit ist eine 4V Lithium-Ionen Batterie aus einer negativen Elektrode (meist Graphit, C6), einer positiven Elektrode (meist Schichtoxid, LiMOx), einem flüssigen Elektrolyten (meist LiPF6 als Leitsalz in einem Gemisch aus binären Carbonaten, zzgl. Additiven) und einem Separator (hochporöses Polymer, oft keramikbeschichtet) aufgebaut.</p> <p>Beim Entladen wird die negative Elektrode (LixC6) oxidiert, zugleich findet eine Reduktion der positiven Elektrode (Li1-yMOx) statt. Beim Ladevorgang kehren sich die Elektrodenreaktionen um.</p>
Speichercharakteristika	<p>Einerseits muss man Energie- und Leistungsdichte der 4V Lithium-Ionen Batterien für das Zelllevel, andererseits aber auch für das gesamte System (mehrere Zellen, inkl. Kühlung, Elektrik, Elektronik etc.) betrachten. In folgender Tabelle sind die Charakteristika für jeweils 1 Zelle bzw. ein System, das aus 100 Zellen besteht, zusammengefasst:</p> <p style="text-align: center;"> Zelllevel Systemlevel (~ 100 Zellen)  Energiedichte [Wh kg-1] 80 - 240 50 - 170  Leistungsdichte [Wh kg-1] 400 - 1.200 400 - 2.200 </p> <p>Die Spannweite an Energie- und Leistungsdichtewerten ist dadurch zu erklären, dass Batterien für Plug-in Hybridanwendungen (PHEV), Hybridanwendungen (HEV) und vollelektrische Anwendungen (BEV) speziell designt werden. Lithium-Ionen Batterien weisen eine geringe Selbstentladung (&lt; 1% pro Monat) und eine hohe Coulombeffizienz von nahezu 100% auf. Die kalendarische Lebensdauer liegt derzeit bei 10 Jahren mit einer Vollzyklenzahl von ca. 3.000 für beispielsweise PHEV Anwendungen. Die Ladedauer der Systeme beträgt 1-3 Stunden, wobei die Möglichkeit zum Schnellladen (30 Minuten) besteht. Die empfohlene Betriebstemperatur der Systeme ist 20-35°C (durch Zellchemie bedingt).</p>
Subsysteme	<p>Eine Vielzahl an 4V Lithium-Ionen Batteriesystemen sind bekannt. Der TRL variiert je nach System.</p> <p>Kathoden: LiMn2O4, LiCoO2, LiMnxCoyNi1-x-yO2 (NMC), LiNixCoyAl1-x-yO2</p>

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
	<p>(NCA), Blends untereinander, Gedopte Materialien mit z.B. Mg, etc.  Anoden: Graphit (Natur, modifiziert), Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (LTO), Silizium-Graphit Komposite, etc.  Elektrolyt: Meist LiPF<sub>6</sub>, aber auch andere Leitsalze (z.B. LiBF<sub>4</sub>, Ionische Flüssigkeiten), Carbonate (z.B. Ethylencarbonat, Dimethylcarbonat, fluorierte Carbonate), Additive (z.B. Vinylencarbonat, Fluorethylcarbonat)  Basierend auf derzeit erhältliche Kenndaten von Zellen am Markt (eigene Expertise)</p>
Referenzen/Links	<p>[1] M. M. Thackeray, C. Wolverton, E. D. Isaacs. Energy Environ. Sci. 5, 2012, p.7854-7863  [2] D. Larcher, J.-M. Tarascon. Nat. Chem. 7, 2015, p. 19-29.  [3] C. Daniel, J.O. Besenhard. Handbook of battery materials 2nd edition. Germany: WILEY -VCH Verlag &amp; Co KGaA. 2012  [4] The electrification of the Vehicle and the Urban Transport System, <a href="http://www.eucar.be/category/publications">http://www.eucar.be/category/publications</a>, 16.11.2015  [5] C. Daniel, J.O. Besenhard, Handbook of battery materials, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, 2012  [6] T. Reddy, D.Linden, Linden's Handbook of Batteries, Mcgraw-Hill Education Ltd, 2010</p>
Technologiereifegrad	<p>TRL von 8-9 bezieht sich auf das zuvor beschriebene System. Derzeit finden Forschungsaktivitäten bzgl. neuer Kathodenmaterialien (z.B. gedopte Materialien, Variation in der Stöchiometrie à erhöhter Li-Anteil oder Senkung von Co-Gehalt), neuer Anodenmaterialien (z.B. Silizium-Graphit Komposite) aber auch bzgl. Elektrolyt (z.b. fluorierte Carbonate zur Erhöhung der elektrochemischen Stabilität, Prävention der Oxidation) statt.  Hier ist der TRL geringer.</p>
TRL (Technology Readiness Level)	8 - 9
Netzebene (NS=7, MS=5, HS=3, HÖS=1)	4 - 7
Schnelligkeit/Regel-Ansprechverfahren (schnell/mittel/langsam)	Laden: 1h - 3h; Schnellladung möglich (in 30 Minuten); Super fast charge in 15 min

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Energiedichte (Wh/kg)	<p>Zelllevel (theoretisch)  Abhängig von der EV, PHEV und HEV Anwendung zwischen 80 - 240 W/kg</p> <p>Gesamtes Batteriepack (basierend auf 100 Zellen, theoretisch):  Abhängig von der EV, PHEV und HEV Anwendung zwischen 50 - 170 W/kg</p>
Leistungsdichte (W/kg)	<p>Zellelevel (theoretisch)  Abhängig von der EV, PHEV und HEV Anwendung zwischen 400 - 1.200</p> <p>Gesamtes Batteriepack (basierend auf 100 Zellen, theoretisch):  Abhängig von der EV, PHEV und HEV Anwendung zwischen 400 - 2.200</p>
Selbstentladung (%/Tag, %/Monat, ...)	<p>Abhängig von der Zellspannung und Temperatur bei Lagerung  bei RT &amp; SoC &lt; 50% ~1%/Monat</p>
Wirkungsgrad (technologisch, Batterie) (%)	Coulombeffizienz: ≤ 100%
Kalendarische Lebensdauer (a)	> 10 Jahre
Zyklusfestigkeit (Zyklen über Lebensdauer)	<p>Hängt vom SOC Fenster, Temperatur, Lade-/Entladerate, ... ab 3.000  Vollzyklen oder 10 Jahre</p>
Kosten (Investitionskosten, Betriebskosten) (€/kWh) bzw. (€/kW)	<p>Abhängig von der Stückzahl/Massenproduktion bzw. auch vom Batterientyp  EV: ~ 300- 350 €/kWh PHEV: ~ 700 € /kWh</p>
Soziale Akzeptanz der Technologie (hoch/mittel/niedrig)	wegen Preis & Reichweite immer noch mittel. Erwartungen - hoch
Ökol. Performance (CO <sub>2</sub> -Äquivalent, seltene Erden, ökol. Fußabdruck)	<p>Sofern der Strom hauptsächlich aus Wasserkraft kommt deutliche  Senkungen von CO<sub>2</sub>, GHGs und PM möglich</p>
Recyclingfähigkeit	<p>J (Metalle - Stromsammler/Gehäuse; Aktivmaterialien, Elektronik/Elektrik:  EAG-Recycling)</p>
Absatz, erwartet	<p>EV: &gt; 3.000/a  PHEV: &gt; 35.000/a (bis 2020 70.000/a erwartet)  HEV: &gt; 50.000/a  Mild hybrids: &gt; 100.000/a</p>
Inländische Wertschöpfung (Hersteller in Ö, Demoprojekte, Forschung)	<p>Keine Zellhersteller; Gehäuse/Materialien inländisch herstellbar;  Assembling-Modules &amp; Packs ;kleine Prototypen (Komponente und Zellen)  in Forschungsprojekte (AIT, AVL, VIF, TUGraz, VMI; Samsung SDI; KTM, etc.)</p>
Stromoutput (Eignung des Stromspeicher zur Netzzückzuspeisung) (J/N)	J

Kenngroße	Ausgewählter Speicher
Leistung (kW) ev. Dauer-/Spitzenleistung	Spitzenleistung, 50%SoC, 25°C: 0.4 - 0.6; kW
Erzeugungsnähe (produktionsnahe) (J/N)	auf dem Markt
Zielwert ausgewählter Kennzahlen für die Technologie z.B. bis 2025/2030	System: 200 Wh kg <sup>-1</sup> bis 2020 Theoretisch bis zu 300 Wh kg <sup>-1</sup> möglich
Referenzen (Literaturquellen zu eingetragenen tech. Kennzahlen)	Basierend auf derzeit erhältliche Kenndaten von Zellen am Markt [1] M. M. Thackeray, C. Wolverton, E. D. Isaacs. Energy Environ. Sci. 5, 2012, p.7854-7863 [2] D. Larcher, J.-M. Tarascon. Nat. Chem. 7, 2015, p. 19-29. [3] C. Daniel, J.O. Besenhard. Handbook of battery materials 2nd edition. Germany: WILEY -VCH Verlag & Co KGaA. 2012 [4] The electrification of the Vehicle and the Urban Transport System, <a href="http://www.eucar.be/category/publications">http://www.eucar.be/category/publications</a> , 16.11.2015 [5] C. Daniel, J.O. Besenhard, Handbook of battery materials, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012 [6] T. Reddy, D.Linden, Linden's Handbook of Batteries, McGraw-Hill Education Ltd, 2010
Temperaturfestigkeit (Betriebs- und Umgebungstemperatur/Limitierung) (°C, von-bis)	Keine Einschränkungen: +10 to +40°C
Materialien (Zellchemie)	Standard Betriebstemperaturen mit Ladeeinschränkungen: -25 to +60°C
Rohstoffe/Verfügbarkeit (nach Hauptelemente)	Negative Elektrode: Graphit (modifizierte natürlicher und künstlicher Graphit); LTO Positive Elektrode NMC; NCA; LMO; LFP, etc.
Peripherie: BMS/Leistungselektronik (F&E Bedarf) (J/N)	Verfügbar, Co teuer - Anteil senken Lithium u.a. in Österreich (Koralpe) Kritische Rohstoffe - Recycling wichtig
Infrastruktur (F&E Bedarf)	Verbesserte Kommunikation (BMS) notwendig (intern/extern= Batterie selbst & Batterie-Ladesäule; optimierte Integration k.A.
Problembereiche	Stückzahlmarkt erforderlich um Kosten zu reduzieren; Forschungsbedarf: neue Komponentenarchitektur-erhöhte Energie,-und Leistungsdichte; Zelldesignoptimierung; Lücke in Know-how in Europa für Produktion von großdimensionalen Komponenten; System/Modul/Zelle (T-Bereich, Energiedichte, Cost-Down, Modularer Aufbau, Kerngehäusetechnologien) Elektronik-BMS (Verbesserung Algorithmen, Simplifizierte Überwachung)

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
	Niedervoltspeicher Fertigung-Design/HighVolume/Automatisierung Recycling / 2nd Life ; Battery diagnostics