
Prognose zur Nutzungsdauer Batterie Westart NCM 125/150 Ah

Datum: 30.11.2019, Nachtrag 30.09.2020

Autoren: Andreas Sutter

1. Einleitung
 2. Evaluation, Typologie
 3. Nutzungsansprüche Vigier
 4. Prognose 125 Ah (10 – 12 Jahre)
 5. Prognose 150 Ah (10 – 16 Jahre) und Vorteile/Nachteil für Vigier
-

1. Einleitung

Nach rund 18 Monaten Betrieb erwartet Vigier präzisere Prognosen bezüglich Lebenszeit/Einsatzdauer der im eDumper eingesetzten NCM - Batteriezellen von Westart. Diese Erwartung deckt sich mit dem Auftrag des BFE, eine Lebensdauerabschätzung im Rahmen des Projektes E-Dumper vorzunehmen.

Die ursprünglichen, rein theoretisch gerechneten Daten im Rahmen der Qualitätstests bei der Schaltag AG sind für diesen Vergleich noch zu wenig aussagekräftig. Als Datenbasis liegen vor:

- Die von der Herstellerfirma Westart an einzelnen vom chemischen Aufbau identischen Zellen NCM30-3.7 V gemessenen Werte
- Die von der Berner Fachhochschule, Automobiltechnik, am 17.09.2018 gemessenen und am 15.11.2018 von Thomas Baumgartner dokumentierte Energieanalyse der vier Batterien des E-Dumpers
- Die im Oktober 2019 im Auftrag der ARGE E-Dumper von Lukas Blaser und Konrad Zaugg ausgelesenen bzw. gemessenen Vergleichswerte
- Die im Oktober 2020 im Auftrag des BFE von Lukas Blaser und Konrad Zaugg gemessenen Werte im Vergleich zu den Werten 2017/18.

Wegen des Totalausfalls des Ladegeräts REFUdrive 100 konnten die Batterien in der zweiten Jahreshälfte 2020 nicht mehr ausmaskiert und durchgezykelt werden. Die im Oktober gemessenen Werte im Hinblick auf die Bestellung und die in diesem Zusammenhang anstehenden Vertragsbestimmungen (Lebensdauer, Garantie, Wartungsvertrag, Kosten bei Zellen-Ersatz nach Ablauf der Garantie usw.) lassen eine gut erhärtete und zuverlässige Prognose zu über die Lebensdauer der Westart NCM 125 (bzw. die 150Ah – Zellen, wie sie für den E-Dumper Nr. und weitere 2 verbaut werden.

Die Importfirma Lithium Storage GmbH bzw. die Herstellerfirma Westart gewährten 24 Monate Garantie. In dieser Zeit wurden für Batterie Nr. 2 6 etwas schwächere Zellen ersetzt. Die Wartung der Batterien für die Einsatzjahre 3 bis 10 des E-Dumpers Nr. 1 werden nicht durch Serviceverträge abgedeckt. Für eDumper Nr. 2 wünscht Vigier, dass eine Offerte mit einem Vollservice – Vertrag inkl. Batterien offeriert wird. Eine alternative Lösung über eine Versicherung wurde geprüft und verworfen.

2. Evaluation, Typologie

In der Offertphase für eDumper Nr. 1 wurde von Lithium Storage ein Bericht zur vorgesehenen Batterie erstellt. Dieser basierte auf den Erfahrungen mit LFP-Zellen von CALB und Sinopoly. Die Auswahl der Zellen erfolgte in einer ersten Konzeptphase alsdann von Lithium Storage nach den Kriterien

1. Belastbarkeit
2. Lebensdauer
3. Dimensionen / Leistung
4. Verfügbarkeit
5. Preis / Kosten

Die Belastbarkeit war das Schlüsselkriterium. Die Evaluation zwischen LFP und NCM – Zellen erfolgte durch die Berner Fachhochschule, BFH, in Biel-Bienne. Sie ergab gewisse Vorteile zu Gunsten der Westart NCM – Zellen gegenüber den unter identischen Bedingungen getesteten LiFePO₄ – Zellen ähnlicher Baugrösse. Von Westart selbst wird bezüglich Lebensdauer ihrer NCM – Zellen mit mind. **5'757 Volladezyklen** gerechnet; dies erfolgt aufgrund der bisherigen Erfahrungen.



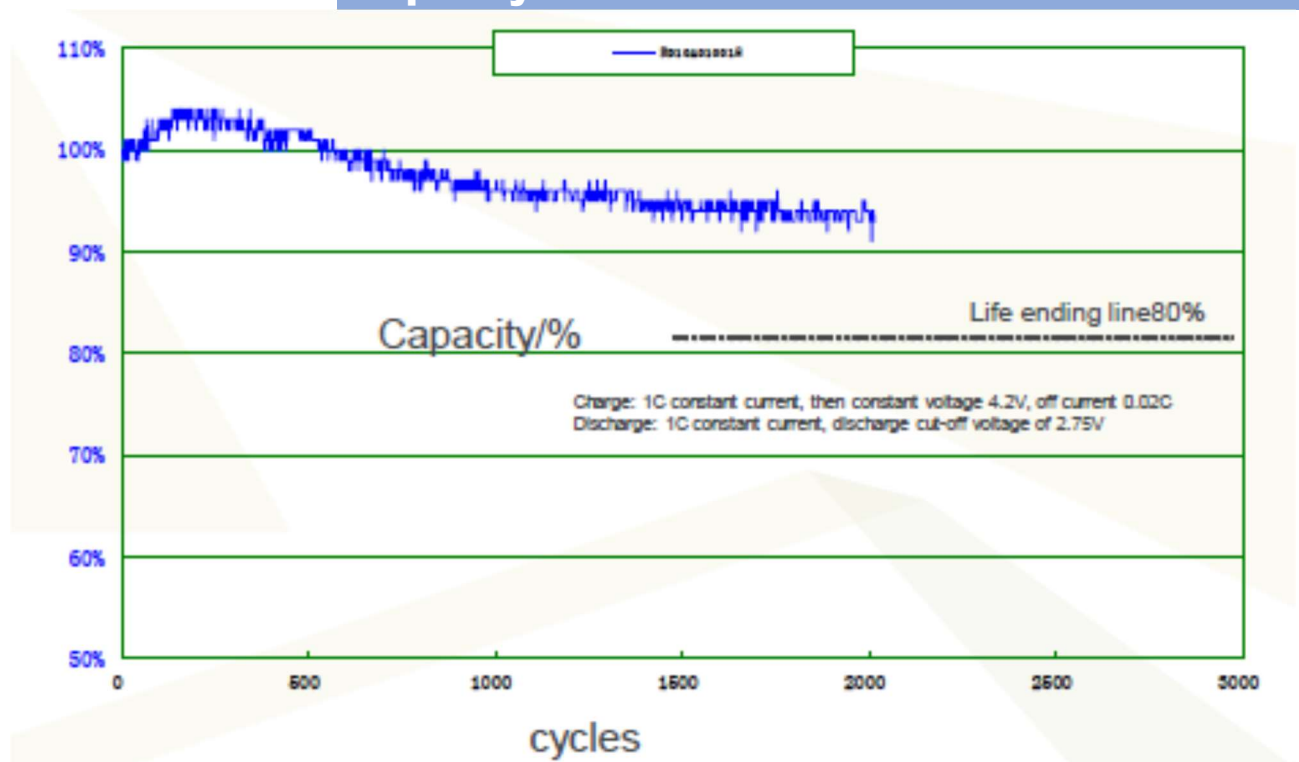
Westart NCM 125AH – 3.7V

LAB test data: 2015 cycles

Capacity 93%

Estimated Lifetime **5757 cycles**

Capacity 80%



Die Anzahl Vollladezyklen entspricht der Anzahl Zyklen von 10% auf 90% der Kapazität der Batterien (eDumper Nr. 1 mit 710 kWh, davon 80% = 568 kWh; Nr. 2 = 681 kWh).

Die Batterien werden hauptsächlich durch Rekuperation während der Talfahrten geladen. Die Batterien werden alle Nächte bzw. minimal alle 2 Tage ab Netz wieder auf bis zu SOC 100% geladen. Mit den 5x25 Ah Pouches d.h. 125 Ah Zellen ist die Rekuperation bei 600 KW abgeriegelt; die überschüssige Energie muss durch das Bremssystem (hydraulische Lamellenbremsen) vernichtet werden.

3. Nutzungsansprüche Vigier

Vigier fährt die Maschinen Komatsu HD 605-7 voll elektrifiziert 1'200 Stunden im Jahr. Geladen werden pro Fahrt gemäss Standard 63 Tonnen. Die geloggtten Daten ergeben Zuladungen zwischen 65 - 80 Tonnen Gestein in die neu beschaffte Gummimulde. Der Brutto Energieumsatz (Energieverbrauch für den Radantrieb elektrisch plus Betrieb der Nebenaggregate unter Berücksichtigung der Witterung, Pistenzustand, Kettenbetrieb, Fahrprofilen, wie Bergauf- oder Bergabförderung) beträgt pro Fahrt im Schnitt 55.6 KWh (gute Witterung Frühjahr bis Herbst) und 73 KWh (bei schlechter Witterung und im Betrieb mit Ketten); bei entsprechender Gewichtung ergibt das einen Durchschnittsverbrauch pro Fahrt von 62.5 KWh. Letzterer ist die massgebende Grösse für die effektive Belastung der Batterien / Zellen.

4. Prognose 125 Ah (5 x 25Ah)

Die Fahrten pro Tag und Arbeitstag wurden über den Zeitraum 01.05.2018 bis 30.04.2019 bei dem HD605-7 Dieselsonversion ermittelt. Vigier fuhr im Steinbruch La Tscharner 14,7 Fahrten pro Tag während 223 Tagen im Jahr $14,7 \times 223 \times 55,6 = 182262 \text{ KWh} = 425,68$ Vollladezyklen = in 10 Jahren 4256 Zyklen.

Vigier fuhr im Steinbruch La Tscharner mit dem E-Dumper Nr. 1 14,7 Fahrten pro Tag während 223 Tagen im Jahr: $14,7 \times 223 \times 62,5 = 204'881 \text{ KWh} = 360$ Vollladezyklen = in 10 Jahren 3607 Zyklen. Damit wird die Grenze der Lebensdauer, definiert mit einem SOC von mind. 80% der ursprünglichen Kapazität, zu drei Vierteln erreicht.

Bei korrekter Fahrweise (nicht überschreiten von $C=1$) erreichen die 4 Batterien diese Einsatzdauer mit einer Reserve von 2'150 Zyklen, was weiteren 5.97 Einsatzjahren bei gleichbleibender Belastung entspricht. Die Zellen haben nach 10 Jahren noch einen Restwert von in der Grössenordnung 20% des aktuellen Beschaffungswertes und könnten z.B. für Grid - Storage eingesetzt werden.

Ein Wechsel von einer oder mehreren Zellen innerhalb des Lebenszyklus von 10 Jahren kann aufgrund eines Wechsels innerhalb der Garantie-Zeit nur geschätzt werden. Eine Westart-Zelle, so wie derzeit noch in kleiner Stückzahl vorrätig, kostet rund CHF 300. Bei 1'536 verbauten Zellen sollte innerhalb der 10 - 13 Betriebsjahre trotz Qualitätstests nach der Herstellung, vor und nach dem Einbau mit einigen wenigen Ausfällen gerechnet werden. Kostenmässig fällt der Ein- und Ausbau sowie der Transport höher ins Gewicht.

5. Prognose 150 Ah (5 x 30 Ah) und Vorteile/Nachteil für Vigier

Vigier fährt im Steinbruch La Tscharner 14,7 Fahrten pro Tag während 223 Tagen im Jahr: $14,7 \times 223 \times 62,5 = 204'881 \text{ KWh} = 300,85$ Vollladezyklen

- in 10 Jahren 3009 Zyklen
- in 12 Jahren 3610 Zyklen
- in 19 Jahren 5716 Zyklen (von 5757).

Damit wird die Grenze der Lebensdauer der 150 Ah NCM - Zellen, definiert mit einem SOC von mind. 80% der ursprünglichen Kapazität, nach 19 Jahren erreicht.

Die korrekte Fahrweise (nicht überschreiten von $C=1$) erreichen die 4 Batterien diese Einsatzdauer noch etwas besser, da mehr Energie rekuperiert werden kann, jedoch die Belastung der Batteriechemie trotzdem um 20 Prozent gegenüber eDumper Nr. 1 abnimmt. Die Zellen haben nach 19 Jahren noch einen Restwert und könnten für Grid – Storage eingesetzt werden. In der Praxis wird aber in 19 Jahren die übernächste Generation von Batteriechemie erhältlich sein und ein korrektes Recycling und eine Wiederverwertung der Substanzen (Kupfer, Aluminium, Lithium, Kobalt) im Vergleich mit den Zellen der nächsten Generation lohnender sein.

Vorteile beim Einsatz von 150 Ah – Zellen NCM von Westart:

- + Gleiche Baugröße wie 125 Ah (2019 gleicher Preis wie 2017 die 125 Ah),
 - + mehr Gesamtkapazität (plus 25%),
 - + niedrigerer C-Faktor (kleiner $C=1.5$, auch bei 800 KW Rekuperation),
 - + mehr rekuperierte Energie, dank
 - + geringerem Einsatz der Lamellenbremsen.
 - + Temperaturverhalten gleich, trotz höherer Leistung
- vergleichbare Lebensdauer der Batterien gegenüber den übrigen Maschinenteilen beim elektrischen Betrieb und dem Einsatz von Gummimulden mit mehr Ladekapazität und geringeren g-Werten (Schläge beim Beladen grosser Gesteinsbrocken) auf die Batterien, Halterung und Chassis.

Nachteil: - Preis / Kosten sind gleich hoch, obschon das Gesamtprojekt kostengünstiger werden müsste