

Projekt: Batterieelektrische Schwerlastfahrzeuge im “intelligenten”
Containerterminalbetrieb - BESIC -

Zielsetzung d. Forschungsverbundes: Im BESIC-Vorhaben wird versucht nachzuweisen, dass die Elektromobilität mit einem Batteriewechselkonzept bei geschlossenen Transport- und Logistiksystemen betriebswirtschaftlich lohnenswert ist. Nach Möglichkeit soll aufgezeigt werden, dass sich in einem Anwendungskontext wie dem Containerterminal Altenwerder in Hamburg ein Wettbewerbsvorteil durch die Einführung von Elektrofahrzeugen ergeben kann. Herkömmliche diesel-elektrische Transportfahrzeuge werden im Rahmen von BESIC mit solchen verglichen, die durch konventionelle Blei-Batteriesysteme oder durch innovative Lithium-Batteriesysteme angetrieben werden. Führen intelligente Batteriewechsel- und Lade-strategien zu deutlichen Betriebskosteneinsparungen, kann das richtungsweisend für den Schwerlastverkehr sein. Das Logistikgeschehen birgt bei gesteuertem Laden gewisse zeitliche Lastverschiebungspotenziale, die seitens des Terminalbetreibers im Austausch mit Stromlieferanten und weiteren Energiewirtschaftsakteuren vermarktet werden können. Unter anderem lassen sich Vergünstigungen im Strombezug erzielen, die einem Batteriewechselkonzept mit Berücksichtigung einer Restwertminderung bei den Fahrzeugbatterien zum Durchbruch verhelfen können.



Abbildung 1: Schwerlastfahrzeug (AGV) für den Containertransport im Hamburger Hafen mit batterie-elektrischem Antrieb (Quelle: TEREX, HHLA/CTA)

Ziel d. Teilprojektes 2.2.1: In diesem Teil des Arbeitspakets sollen unter Laborbedingungen Leistungstest sowie Untersuchungen des Degradationsverhaltens bei Batteriesystemen auf Basis von Lithium-Ionen und/oder Lithium-Polymer-Technologie (Unterscheidung Typ 1 und Typ 2) durchgeführt werden. Das Ziel ist eine Verbesserung der Möglichkeiten zur technisch-ökonomischen Beurteilung des Einsatzes der Batteriespeichersysteme für Elektromobilität und der Bewirtschaftung dieser unter einem Batteriewechselkonzept.

- Mit den Leistungsprüfungen soll das Batteriewechselkonzept auf den Prüfstand gestellt werden und vor allem die Möglichkeiten für Schnellladevorgänge und eine technisch ökonomisch leicht gewichtigere Ladeinfrastruktur besserersehen werden.
- Ausgehend von den Degradationsuntersuchungen sollen nach Möglichkeit Modelle zur Abschätzung der Restwertminderung aufgestellt werden, die beim Einsatz der Batteriesysteme für die Elektromobilität im Containerterminal eintritt. Damit wird ein Grundstein gelegt, um zu einer genaueren Bewertung der Betriebskosten zu kommen und den Batterieeinsatz entsprechend in Ausrichtung auf die Strommärkte optimieren zu können.

Diese beiden Forschungsfragen werden neben dem Institut für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme von verschiedenen Projektpartnern bearbeitet (siehe Abschnitt Projektpartner)

Projektstand: Schwerpunkt der Systemtests war die Untersuchung des Systemverhaltens bei verschiedenen Ladeleistungen. Die bisher im AGV verwendeten Bleibatterien erlauben lediglich Ladezeiten im Bereich von 7-8 Stunden. Im Gegensatz dazu bieten moderne Lithium-Systeme die Möglichkeit mit deutlich höheren Leistungen zu laden, so dass die drei Varianten “langsameres Laden”, “normales Laden” und “Schnellladung” zu untersuchen waren. Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Tests beider Batterien näher erläutert werden die Abbildungen 2 und 3 zeigen beispielhaft den Verlauf einer “normalen” Ladung und einer Schnellladung der Typ 1 Batterie.

Als Vorgabe für die “normale” Ladung galt es, eine Ladedauer von ca. 3 Stunden zu erreichen, weshalb eine Ladeleistung von 80 kW gewählt wurde. Der maximale Ladestrom lag dabei im Bereich von etwa 120 A, was eine moderate Erhöhung der mittleren Batterietemperatur von rund 3°C zur Folge hatte. Ebenfalls lässt sich in Abbildung 2 erkennen, dass das Batteriesystem vom Typ 1 über eine aktive Stromregelung verfügt. So wird im unteren Ladezustandsbereich der Ladestrom zunächst begrenzt, um der Alterung entgegen zu wirken.

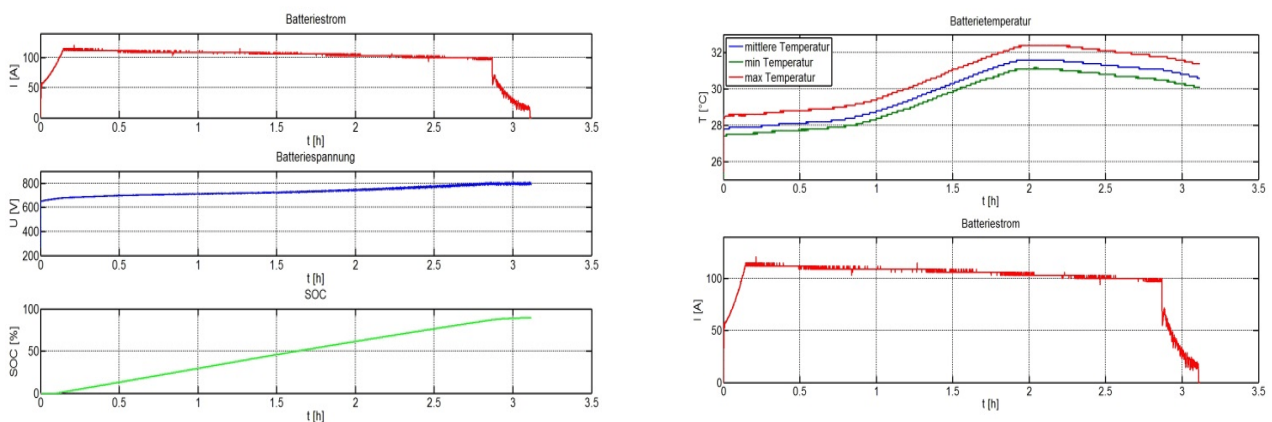


Abbildung 2: Verlauf der Kenngrößen der Typ 1 Batterie bei einer Ladung mit 80 kW (normale Ladung)

Projekt:

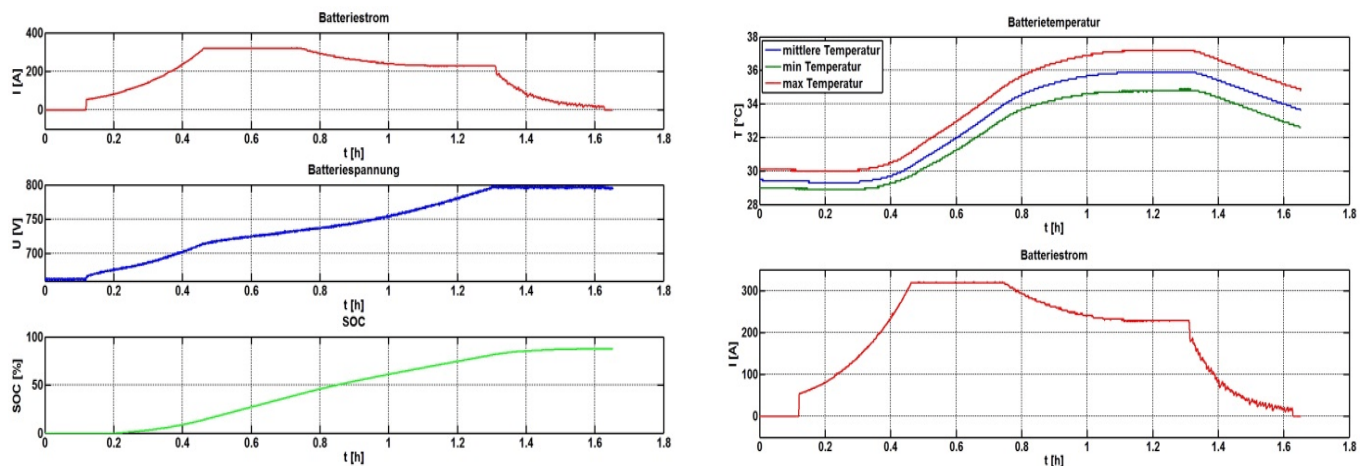
Batterieelektrische Schwerlastfahrzeuge im "intelligenten"
Containerterminalbetrieb - BESIC -

Abbildung 3: Verlauf der Kenngrößen der Typ 1 Batterie bei einer Ladung mit 250 kW (Schnellladung)

Abbildung 3 stellt den Verlauf der Schnellladung des Batteriesystems Typ 1 dar, wobei zu erkennen ist, dass die Schnellladung in 90 Minuten andauerte. Hierfür wurde vom Ladegerät die maximale Ladeleistung von 250 kW zur Verfügung gestellt, wobei das Batteriesystem zunächst im unteren Ladezustandsbereich den Ladestrom begrenzte. Ab einem Ladezustand von 15 % erfolgte die Ladung mit 1 C bzw. 318 A, bis die maximale Zelltemperatur 35°C erreichte. Die aktive Stromregelung des Batteriesystems ist so ausgelegt, dass der maximale Ladestrom in Abhängigkeit von Ladezustand und Batterietemperatur begrenzt wird. Diese Regelung soll eine größtmögliche Lebensdauer des Systems gewährleisten. Für den Test der Schnellladefähigkeit wurde eine Starttemperatur von 27°C gewählt, um einen vorherigen Einsatz der Batterie zu simulieren. Bei einer Starttemperatur von beispielsweise 20°C wäre eine komplette Schnellladung wohl auch in ca. 75 Minuten zu realisieren, da in diesem Fall länger mit dem maximalen Ladestrom von 318 A geladen werden könnte.

Die Degradationsuntersuchungen der verschiedenen Lithium-Technologien erfolgen auf Modulebene. Hierzu wurde ein mögliches Testprofil erstellt, welches auf Fahrdaten der Bleibatterie AGV zurückzuführen ist. Zutreffender kann das Fahrprofil eher als "Standprofil" bezeichnet werden, da die Auswertung erster Fahrdaten ergab, dass die Strombelastungen auf die Batterien im Feld eher als gering einzuschätzen sind. Die Fahrdaten weisen bisher lediglich geringe Dauerströme und nur kurzzeitig hohe Stromamplituden auf. Die Höhe der Stromamplituden ist dabei abhängig von der Zuladung der AGV und resultiert aus den Anfahrströmen der Fahrzeuge. Bei der Auswertung der Daten ergaben sich maximale Anfahrströme in Höhe von 357 A, welche im Bereich des Nennstromes der Batteriesysteme liegen. Das für die Labortests vorgesehene Testprofil hatte daher den in Abbildung 4 dargestellten Verlauf.

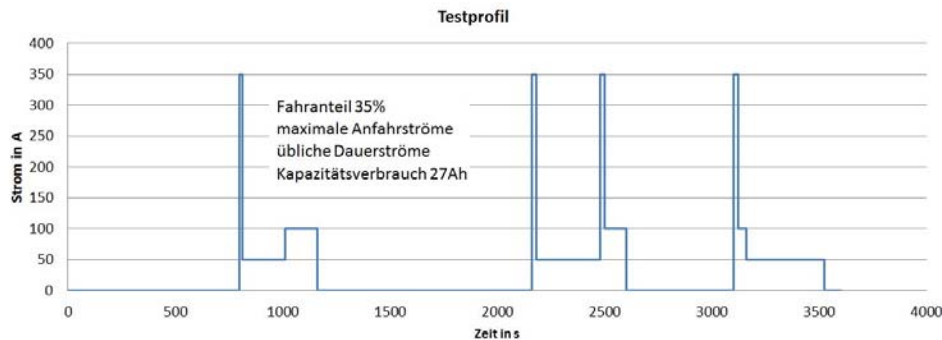


Abbildung 4: Testprofil für Modultests zur Degradationsuntersuchung

Im Allgemeinen wird derzeit davon ausgegangen, dass die Batterien im Feld sehr wahrscheinlich eher einer kalendarischen Alterung unterliegen werden. Dies liegt zum Einen an der geringen “Fahrbelastung”, zum Anderen gibt es nur ein Lithium-Fahrzeug. Das heißt, es wird nur eine Batterie im Betrieb sein, während die andere Batterie in der Ladestation verweilt. Betrachtet man die hohen Energieinhalte der beiden Batteriesysteme, so ist es durchaus denkbar, dass mit den Lithium Systemen durchaus Fahrzeiten von bis zu 24 h möglich erscheinen, wodurch die jeweils nicht benutzte Batterie eine ebenso lange Standzeit ereilt. Dabei wird die Alterung massiv vom Ladezustand und den äußeren Bedingungen abhängen, welche derzeit nur vermutet werden können und später aus den realen Daten des Feldtests ermittelt werden sollen. Diese Faktoren sprechen für eine überwiegend kalendarische Alterung der Batteriesysteme.

Förderung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Projektpartner:

- Universität Oldenburg:
- Institut für Informationstechnik
- Professur für Informationsmanagement
- Hamburger Hafen und Logistik AG HHLA/CTA
- TEREX MHPS
- Vattenfall

Bearbeiter: Marcel Thiele, M. Eng. (Tel: 05321/3816-8161)
marcel.thiele@efzn.de

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Info@iee.tu-clausthal.de