

Elektrobusse: Energiekosten im Betriebshof einsparen durch intelligentes Depotmanagement

1. Einleitung

Verkehrsunternehmen sehen sich schon lange mit dem Zwang zu Kosteneinsparungen konfrontiert. Eine Herausforderung, die durch die aktuell stark angestiegenen Energiekosten nur noch größer wird. Experten sagen bis zum Jahr 2030 eine deutliche Preissteigerung für Strom voraus. Auch die günstigsten Prognosen gehen davon aus, dass der Strom aufgrund der weltpolitischen Lage dauerhaft teurer bleiben wird als in den Jahren vor 2020. Für Verkehrsunternehmen, die ihre Flotten bereits auf Elektromobilität umgestellt haben, stellt sich die Frage, wie sie ihre Stromrechnung reduzieren können. Optimierte Abläufe im Betriebshof können dazu wesentlich beitragen.

Hier werden in der Regel die Busse geladen und hier müssen auch die Herausforderungen gelöst werden, die sich aus den langen Ladezeiten der Fahrzeuge, aus der begrenzten und von vielen Faktoren abhängenden Reichweite und den Strompreisen ergeben: Wie kann jeder E-Bus effizient und kostengünstig geladen werden? Dabei dürfen natürlich auch die betrieblichen Anforderungen nicht aus den Augen verloren werden: Für welchen Umlauf soll der E-Bus eingesetzt werden und reicht dann die Batteriekapazität des Fahrzeuges auch bei den vorhergesagten Hitzerekorden?

2. Grundlage: ein erfolgreiches E-Bus-Management im Depot

Um diese Herausforderungen zu bewältigen und in der Planung berücksichtigen zu können, benötigt ein modernes Depotmanagementsystem wie MOBILE-DMS der INIT Tochter INIT Mobility Software Solutions (INIT MSS) zwei weitere Säulen: ein Lademanagement, das die für die nächsten Umläufe erforderlichen Ladezustände in Kommunikation mit den Fahrzeugen und der Ladeinfrastruktur möglichst effizient, batterieschonend und gerade auch kostengünstig sicherstellt und eine Reichweitenprognose, die die zu erwartende Reichweite eines Fahrzeuges für den



Abbildung 1: Alle Fahrzeuge müssen rechtzeitig mit der für den nächsten Umlauf geplanten Lademenge vorkonditioniert bereitstehen. Dafür sorgt das Lademanagement MOBILECharge. (Abb.: INIT | Ulrike Kabel)

betreffenden Umlauf auf Basis des Ladezustandes, der Außentemperatur und vieler weiterer Faktoren berechnet. Das Depotmanagementsystem wiederum muss diese Informationen automatisiert zu einer optimierten Umlauf- und Stellplatzzuteilung verarbeiten.

3. Einsparungen durch optimiertes Lademanagement

Das Lademanagementsystem MOBILECharge des INIT Tochterunternehmens CarMedialab sorgt dafür, dass alle E-Busse rechtzeitig vorkonditioniert zur Verfügung stehen – und zwar mit der für den nächsten Umlauf geplanten Lademenge (Abb. 1). Die Informationen zur erforderlichen Lademenge erhält MOBILECharge ebenso von MOBILE-DMS wie das zur Verfügung stehende Zeitfenster. Für die Kommunikation zwischen Lademanagementsystem und Depotmanagementsystem steht die neu entwickelte Schnittstelle VDV 463 zur Verfügung, die bereits in verschiedenen Projekten von CarMedialab und INIT MSS zum Einsatz gebracht wird.

Bei unkontrolliertem Laden, d. h. ohne Lademanagementsystem, fahren die Fahrzeuge auf den Hof und werden sofort geladen. Der Ladevorgang wird dann so gestaltet, dass er möglichst schnell abgeschlossen ist, und daher mit maximaler Ladeleistung gestartet. Da der zu entrichtende Strompreis aber in erster Linie von der maximalen Ladeleistung abhängt, geht es vorrangig darum, diese zu reduzieren. Um jene maximale Ladeleistung zu reduzieren, berechnet MOBILECharge für alle anstehenden Ladevorgänge einen Ladeplan, der auf eine Optimierung der Stromkosten ausgelegt ist.

In der Praxis bedeutet das, dass die Fahrzeuge im Depot ankommen und an das Ladekabel angeschlossen werden, der Ladevorgang aber gesteuert durch MOBILECharge zu einem späteren Zeitpunkt und mit einer geringeren Leistung beginnt. Diesen Vorgang bezeichnet man als Peakshaving. Der Gesamtenergiebedarf wird dabei über den Ladezeitraum optimal verteilt, um Lastspitzen zu kappen, variable Stromtarife auszunutzen und so Energiekosten zu sparen (Abb. 2).

Mit MOBILECharge lässt sich eine Reduktion der maximalen Ladeleistung um 30% erreichen. Bezogen auf die Gesamtkosten ergibt sich damit eine Ersparnis bei den Stromkosten um typischerweise 15%. Weniger bekannt in der Anwendung, aber dennoch interessant sind variable Stromtarife. Dabei werden über den Tag veränderliche Preise im Voraus festgelegt, zum Beispiel 24 Stunden rollierend. Deren Berücksichtigung im Ladeplan eröffnet weiteres Einsparpotential, ist aber ebenfalls nur mit einem intelligenten Lademanagement möglich. So können weitere Einsparungen von 3–5% erzielt werden. Insgesamt addieren sich die Kostensenkungspotentiale durch die Lastverschiebung mithilfe von MOBILECharge und durch variable Strompreise somit auf bis zu 20%.

Ein weiterer wichtiger Aspekt in Zeiten drohender Energiekrisen: Bei Versorgungsgengpässen stellt das Ladema-

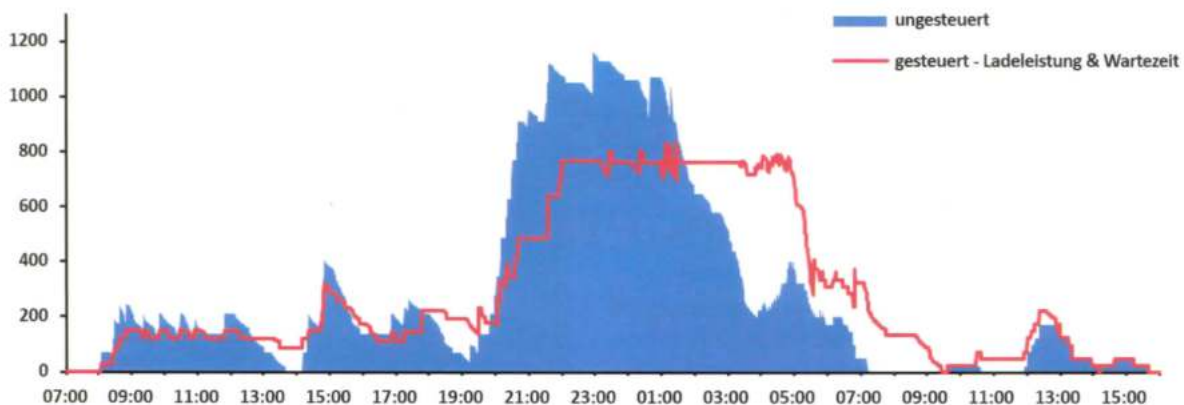


Abbildung 2: Ungesteuertes (blau) vs. gesteuertes (rot) Laden – hier wird deutlich, wie sich Lastspitzen durch Ladeverschiebung minimieren lassen. (Abb.: CarMedialab)

nagement überdies sicher, dass diejenigen Fahrzeuge bevorzugt geladen werden, die beim nächsten Einsatz einen höheren Energiebedarf haben.

4. Weniger Reserven einplanen dank verlässlicher Reichweitenprognose

Die genaue Kenntnis der Reichweiten ist für den Betrieb der E-Busse enorm wichtig: Entscheidend ist dabei die Frage, ob der Bus das Umlaufende erreichen wird. Eine zuverlässige Reichweitenprognose hat den Vorteil, dass weniger Reserven in der Planung mit einkalkuliert werden müssen und die E-Bus-Flotte daher effizienter eingesetzt werden kann. Berücksichtigt werden müssen dabei natürlich weiterhin die Reichweite beeinflussende Faktoren wie die Außentemperatur, Nebenverbraucher wie Klimatisierung oder Beleuchtung oder die Topologie des geplanten Umlaufs und damit der Verbrauchsverlauf im Laufe des Betriebstages.

INITs System für Reichweitenprognose MOBILErange leistet genau das. Für die jeweils gleichen Rahmenbedingungen (z. B. Fahrzeug X, Wintertag, volle Besetzung, flache Strecke) berechnet es Prognosen, die mit wachsendem Datenbestand immer präziser werden. Auch der Einsatz selbstlernender Algorithmen und künstlicher Intelligenz ist möglich. So trägt eine zuverlässige Prognose im Zusammenspiel mit dem Lademanagement dazu bei, die Energiekosten zu senken, indem nur die Menge an Strom geladen wird, die wirklich für den Umlauf benötigt wird.

5. Zusammenspiel der Komponenten

Im Depotmanagementsystem laufen die Fäden zusammen. Das System kennt alle Fahrzeuge, deren Positionen auf dem Betriebshof, ihre Zustände und die geplanten Umläufe. Es kennt den Betriebshof, die Stellplätze und die Ladeinfrastruktur. Unter Berücksichtigung all dieser Informationen hilft es der Leitstelle, den Einsatz der Fahrzeuge zu optimieren.

Das Depotmanagementsystem muss die benötigten Informationen also bereitstellen und visualisieren und insbesondere die Reichweiten und Ladezeiten in die Umlaufzuteilung mit einbeziehen. Es erhält zunächst die Ladezustände der einfahrenden Fahrzeuge von INITs Intermodal Transport Control System MOBILE-ITCS. Vor einer Zuteilung der Fahrzeuge auf die zu bedienenden Umläufe erfragt das Depotmanagementsystem MOBILE-DMS die zu erwartenden Verbräuche von MOBILErange. Aus der Kombination der Informationen zum aktuellen Ladezustand (State of Charge, SoC) der Fahrzeuge, den prognostizierten Verbräuchen und den Anforderungen der Umläufe an die einzusetzenden Fahrzeugtypen werden die Zuteilungen der Fahrzeuge auf die Umläufe vorgenommen. Außerdem übermittelt MOBILE-DMS die erforderlichen Informationen, welches Fahrzeug zu welchem Zeitpunkt mit welchem SoC zur Verfügung stehen soll und welcher Ladeplatz ihm zugewiesen wurde, an das intelligente Lademanagement MOBILEcharge, das darauf einen wirtschaftlichen Ladeplan generieren kann.

6. Maximales Einsparpotential mit INIT Lösungen ausnutzen

Um die Stromkosten für die Ladung von E-Bussen so weit wie möglich zu senken, bietet INITs integrierte Lösung zur Steuerung von E-Bus-Flotten eMOBILE zahlreiche Möglichkeiten. Das Lademanagement MOBILEcharge sorgt dafür, dass E-Busse stets pünktlich, bedarfsgerecht und kostenoptimiert geladen werden. Es führt die Ladevorgänge zu wirtschaftlichen, da kostengünstigeren Ladezeiten durch und reduziert Lastspitzen. Die Konsequenz: Mögliche Kostensenkungen um bis zu 20 Prozent. Die Kenntnis der zu erwartenden Restreichweite durch MOBILErange ermöglicht es zudem, keine überflüssigen Reserven einplanen zu müssen. So unterstützt INIT Verkehrsunternehmen dabei, auch in Zeiten steigender Stromtarife ihre E-Bus-Flotten so wirtschaftlich wie möglich betreiben zu können. ■