

Der Weg zum digitalen Busdepot

Enrico Lauth, Berlin; Max Sistig, Aachen; Sven Jürgens, Berlin

In den Verkehrsbetrieben vollzieht sich ein rasanter Wandel durch Digitalisierung und Automatisierung. Diese Transformation wird vorangetrieben durch das Streben nach erhöhter Effizienz, Kostensenkung, durchgängige Echtzeitinformationen und verbesserte Betriebssicherheit und -qualität. Darüber hinaus kann diese Transformation in Zeiten wachsenden Fachkräftemangels einen wichtigen Beitrag liefern.

Mit zunehmendem Anteil von Elektrobusen in der Flotte ergeben sich zudem neue Herausforderungen, insbesondere für den Betrieb der Busdepots (Abbildung 1). Darüber hinaus wirkt sich die Integration des Ladevorgangs in den Betriebsablauf auf andere Prozesse aus. Durch diese Komplexitätssteigerung ist der Einsatz von IT-Systemen unumgänglich, um einen störungsfreien und effizienten Betrieb zu gewährleisten.

Im Folgenden werden zentrale Aspekte auf dem Weg zu einem vollständig digitalen und intelligenten Busdepot erläutert.

Komplexitätsreduktion durch Integration

Wie das Schaubild in Abbildung 2 zeigt, gibt es eine Vielzahl von Systemen und Schnittstellen, die im täglichen Betrieb



Abb. 1: Themenkomplex bei Elektrobusen. Grafik: IVU Traffic Technologies AG

miteinander interagieren – von der Planung & Disposition bis zur Ladeinfrastruktur und dem E-Bus. Jedes dieser Systeme tauscht kontinuierlich Daten aus. Obwohl hierfür wichtige Schnittstellenstandards entwickelt wurden, bringen Schnittstellen per se eine höhere Fehleranfälligkeit mit sich. Darüber hinaus erfordert es einen erheblichen Aufwand, diese Standards mit

verschiedenen Akteuren abzustimmen und letztendlich zu implementieren. Durch einen integrierten Ansatz kann die Komplexität reduziert werden.

Integrierte Depotoptimierung

Eine weitere Herausforderung in modernen Depotmanagementsystemen liegt im Zu-

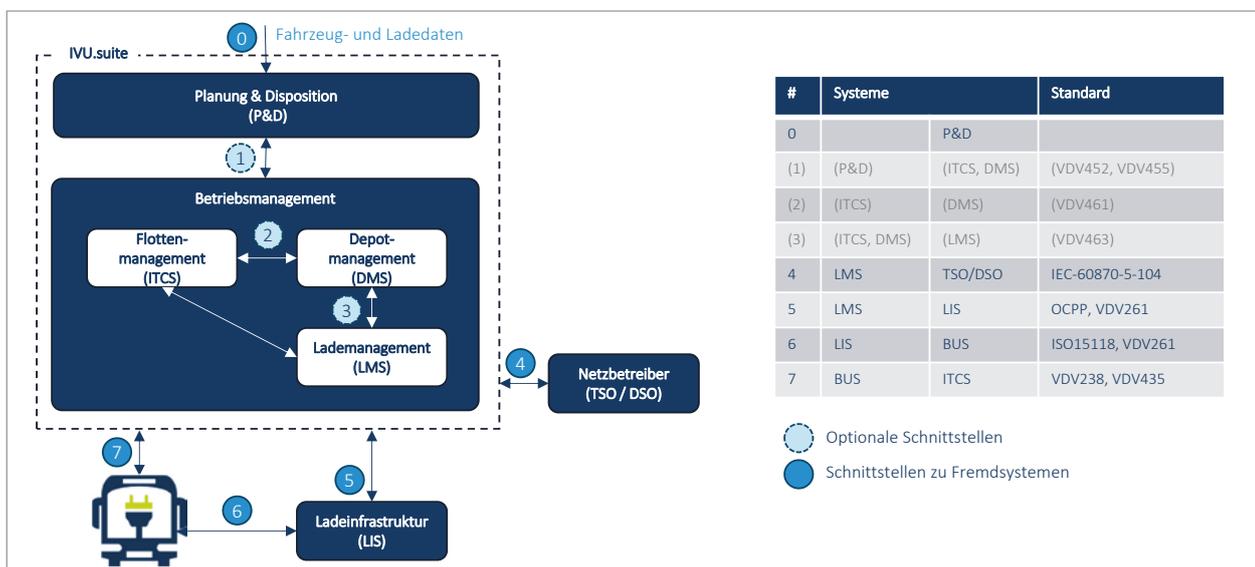


Abb. 2: Systeme und Schnittstellen, nach Vorlage von [1]. Grafik: IVU Traffic Technologies AG

sammenspiel mit dem Lademanagement. Ein E-Bus sollte auf den bestmöglichen Stellplatz mit Ladeinfrastruktur abgestellt, auf einen passenden Umlauf disponiert und bestmöglich geladen werden. Dies erfordert eine vorausschauende Planung und Koordination, da viele Aspekte berücksichtigt werden müssen, wie Stellplatztopologie, Fahrzeugtypen, Ladeleistung am Stellplatz und Netzanschlussleistung. Die integrierte Depotoptimierung bietet hier eine wertvolle Unterstützung für den Disponenten. Falls ein Konflikt entstehen sollte, versucht sie, eine bessere Zuteilungssituation zu berechnen. Dies spart nicht nur wertvolle Zeit, sondern auch Ressourcen, da manuelle und zeitaufwendige Änderungen vermieden werden. So wird das Gesamtsystem effizienter.

Intelligentes Lademanagement

Durch die Berücksichtigung von zeitvariablen Stromtarifen können Busdepots, die als Großverbraucher im Stromnetz gelten, erheblich Kosten reduzieren, indem Ladevorgänge in Zeiten mit niedrigen Strompreisen gelegt werden, wie beispielhaft in Abbildung 3 dargestellt. Die Herausforderung besteht darin, den Energiebedarf so zu decken, dass sowohl der Betrieb effizient bleibt als auch die Energiekosten minimiert werden.

Der Schlüssel zu einer effektiven Kostensenkung liegt in der Integration und Koordination von Depot- und Lademanagementsystemen. Diese ermöglichen es, Ladevorgänge präzise zu planen und zu steuern, indem sie den Energiebedarf prognostizieren und den Ladeplan entsprechend den variablen Stromtarifen und der



Zum Autor

Dr.-Ing. Enrico Lauth ist seit 2024 Projektmanager bei der IVU Traffic Technologies AG und verantwortlich für die Einführung von Depot- und Lademanagementsystemen. Seit 2015 war er an der Fakultät Verkehrs- und Maschinensysteme der TU Berlin als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Postdoc tätig und forschte zu simulationsbasierter Planung und Evaluation von Depots für elektrische Busse. Zudem war er von 2022–2023 im Vorstand von Forschungscampus Mobility2Grid e.V.



Zum Autor

Max Sistig (M.Sc. Elektrotechnik, M.Sc. Management, Business and Economics) widmet sich als Product Lead bei der EBS ebus solutions GmbH und als Produktmanager bei der IVU Traffic Technologies AG der Entwicklung von Software für das Management von Elektrobussen mit den Schwerpunkten Energieverbrauch, Ladezeitabschätzung, Datenanalyse und intelligentem Lademanagement. Davor beriet er bei der ebusplan GmbH (2016–2021) Verkehrsbetriebe bei der Elektrifizierung der Busflotte.



Zum Autor

Dipl.-Ing. Sven Jürgens ist seit 2023 Bereichsleiter bei der IVU Traffic Technologies AG und verantwortlich für die Einführung von Depot- und Lademanagementsystemen. Er ist über 20 Jahre im öffentlichen Nahverkehr tätig. Zunächst als Softwareentwickler, dann als Projektleiter (unter anderem für Depotmanagementsysteme für die Stuttgarter Straßenbahnen AG und die Hamburger Hochbahn AG). Jürgens war anschließend mehr als neun Jahre bei der PSI für die Entwicklung und Einführung verschiedener Depot- und Lademanagementsysteme verantwortlich.

Verfügbarkeit der Fahrzeuge optimieren. Eine möglichst exakte Prognose auf Basis von Daten und Algorithmen ist von entscheidender Bedeutung.

Datenerfassung und -analyse

Im Laufe eines Betriebstages erzeugt eine Elektrobusflotte eine erhebliche Daten-

menge. Hinzu kommen Informationen aus anderen betriebsinternen Bereichen, wie beispielsweise Planungs- und Verkehrsdaten, sowie aus externen Quellen, darunter zum Beispiel Strompreise und Wetterdaten. Die Bedeutung von Daten wächst kontinuierlich, da sie wertvolle Erkenntnisse liefern und Lernprozesse ermöglichen. Dies erfordert die Erfassung und Analyse von Fahr-

ANZEIGE



PPS/EDV
Planung
Programmierung
Schulung GmbH

IT-Trans 2024
Halle 1,
Stand C33



...lieber doch von Tür zu Tür?

Buchungs- und Dispositionssystem für Land und Stadt

- Buchungen sowohl via App als auch telefonisch
- automatische Fahrtwunschbündelung
- sowohl haustür- als auch haltestellenbasiert
- intermodale Buchungsplattform - vollständige Integration von Linienfahrplänen
- mandatenfähig



www.pps-edv.de

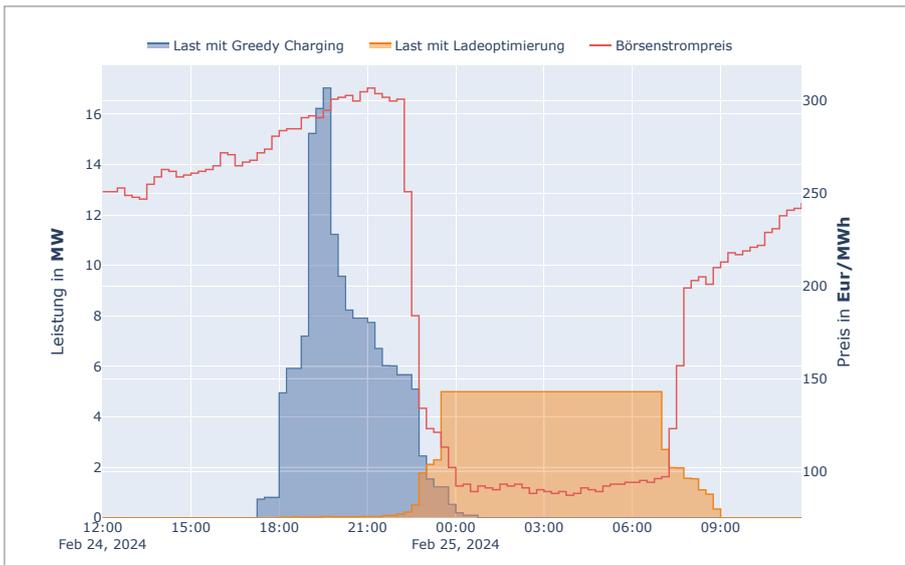


Abb. 3: Preisoptimiertes Laden.

Grafik: IVU Traffic Technologies AG

Auf Basis dessen können Optimierungsmaßnahmen für den Betrieb, vor allem von Elektrobusen, getroffen werden. Der datenbasierte Ansatz ermöglicht eine effiziente Gestaltung und Verbesserung der Prozesse. Außerdem stellt der Datenpool eine ideale Grundlage für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz dar, wie etwa durch selbstlernende Algorithmen und Modelle aus dem Bereich Machine Learning.

Fazit

Der Einsatz von Elektrobusflotten stellt hohe Anforderungen an die IT-Systeme der Depots. Um die Komplexität zu reduzieren und die Effizienz zu erhöhen, sind Standardschnittstellen und integrierte IT-Systeme unerlässlich.

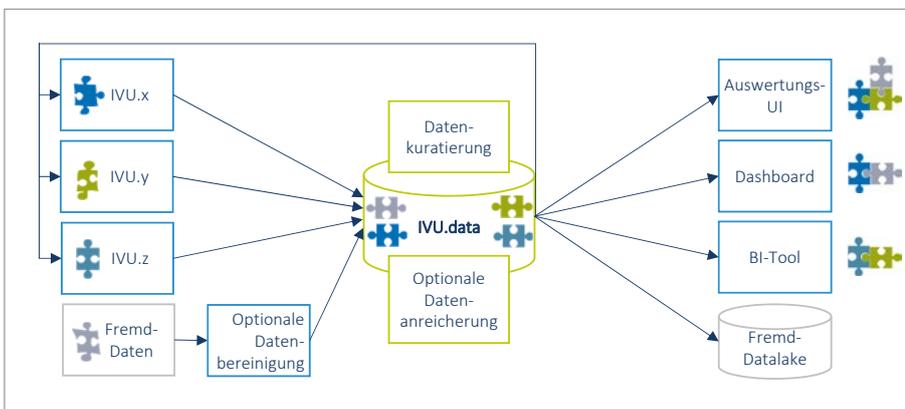


Abb. 4: Datenpool IVU.data.

Grafik: IVU Traffic Technologies AG

Mit einer integrierten Depotoptimierung können die Betreiber den Betrieb ihrer Fahrzeuge sicherstellen und Ausfälle vermeiden. Der Einsatz eines intelligenten Lademanagements kann zusätzlich Kosten optimieren, indem es die Ladevorgänge an die Netz- und Marktsituation anpasst.

Darüber hinaus können durch die Nutzung von Daten und Datenanalysen Prozesse weiter verbessert und zukünftig noch bessere Prognosen durch selbstlernende Modelle erzielt werden, die sich an die Veränderungen im Markt und Nutzerverhalten anpassen.

zeug-, Lade- und Betriebsdaten sowie fachliches und technisches Know-how.

Um diese Daten aus verschiedenen Quellen umfassend auswerten zu können,

müssen sie in einem zentralen Datenpool gesammelt werden, wie beispielhaft in Abbildung 4 dargestellt. Dabei werden die Daten in ihrem jeweiligen Kontext betrachtet, um Muster und Trends zu erkennen.

Literatur/Anmerkungen

[1] https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2023/08/Report_July2022-Large-scale-bus-electrification-challenges-IT-systems.pdf (26.02.2024 um 12:00)

Zusammenfassung/Summary

<p>Der Weg zum digitalen Busdepot</p> <p>Der Einsatz von Elektrobusflotten stellt hohe Anforderungen an die IT-Systeme der Depots. Um die Komplexität zu reduzieren und die Effizienz zu erhöhen, sind Standardschnittstellen und integrierte IT-Systeme unerlässlich. Mit einer integrierten Depotoptimierung können die Betreiber den Betrieb ihrer Fahrzeuge sicherstellen und Ausfälle vermeiden. Der Einsatz eines intelligenten Lademanagements kann zusätzlich Kosten optimieren, indem es die Ladevorgänge an die Netz- und Marktsituation anpasst. Darüber hinaus können durch die Nutzung von Daten und Datenanalysen Prozesse weiter verbessert und zukünftig noch bessere Prognosen durch selbstlernende Modelle erzielt werden, die sich an die Veränderungen im Markt und Nutzerverhalten anpassen.</p>	<p>The way to the digital bus depot</p> <p>The deployment of electric bus fleets places high demands on the IT systems of depots. To reduce complexity and increase efficiency, standard interfaces and integrated IT systems are essential. With integrated depot optimization, operators can ensure the operation of their vehicles and avoid downtimes. The use of intelligent charging management can further optimize costs by adapting the charging processes to the grid and market situation. Furthermore, the use of data and data analyses can further improve processes and achieve even better forecasts in the future through self-learning models that adapt to changes in the market and user behaviour.</p>
--	--