Elektrobusse intelligent laden

White Paper

THE MOBILITY HOUSE

Inhalt

Elektrobusse – Investition in die Zukunft 2

Warum Elektrobusse? 2

Elektrobusflotten weltweit 3

Aus Tanken wird Laden 4

Wichtige Faktoren für Ihre Planung 5

Laden auf dem Betriebshof 6

Mobilität trifft Energie 7

Allgemeine Stromkosten 8

Was ist ein Lade- & Energiemanagement? 9

Fallstudie: Betriebskosten sparen durch intelligentes Laden 11

Funktionale Ausschreibungsinhalte 12

Elektrobusse - Investition in die Zukunft

Mobilität heißt Bewegung – auf den Straßen, aber auch in den Köpfen. Wer an alten Konzepten festhält, übersieht, dass sich etwas bewegt. Nachhaltige Verkehrskonzepte, die auf die Elektromobilität setzen, sind gefragt. Das birgt neue Heraus-forderungen aber vor allem: neue Chancen!

Warum Elektrobusse?

U-, S- und Trambahnen machen es vor: ein elektrischer Antrieb ohne lokale Emissionen. Auch Elektrobusse verzichten auf das Verbrennen fossiler Energieträger. Wird ihre Batterie mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen geladen, läuft der Betrieb praktisch emissionsfrei. Das freut Umwelt, Luft und Fahrgäste.

Gleichzeitig mit der Umstellung auf Elektrobusse verändern sich gewohnte Abläufe und Prozesse. Ratsam ist es dabei, den Betrieb in seiner Gesamtheit zu betrachten und neu zu durchdenken. Dabei spielen sowohl offensichtliche Aspekte (z. B. Beschaffung von Ladeinfrastruktur) als auch weniger naheliegende Faktoren eine wichtige Rolle. Es lohnt sich, komplexe Zusammenhänge zwischen Linienplanung, Fahrzeugumlaufplanung, Fahrzeug-bedarf, Ladestationsbedarf, Ladeleistung und Energieversorgung schon bei der Planung genau zu beleuchten.

Viele Experten setzen heute auf das Depotladen, das vollständige oder überwiegende Laden auf dem Betriebshof. Das reduziert den baulichen Aufwand, da so der Aufbau von Ladeinfrastruktur an verschiedenen, eventuell sogar flüchtigen Streckenpunkten vermieden wird. Zudem bringen durchdachte Konzepte und intelligente Systeme weitere Vorteile mit sich: Etwa das Laden mit selbsterzeugtem Photovoltaikstrom, den möglichst günstigen Bezug der Ladeenergie sowie zukünftig auch das Angebot an den Netzbetreiber, ungenutzte Fahrzeugbatterien für netzdienliche Zwecke zu nutzen.

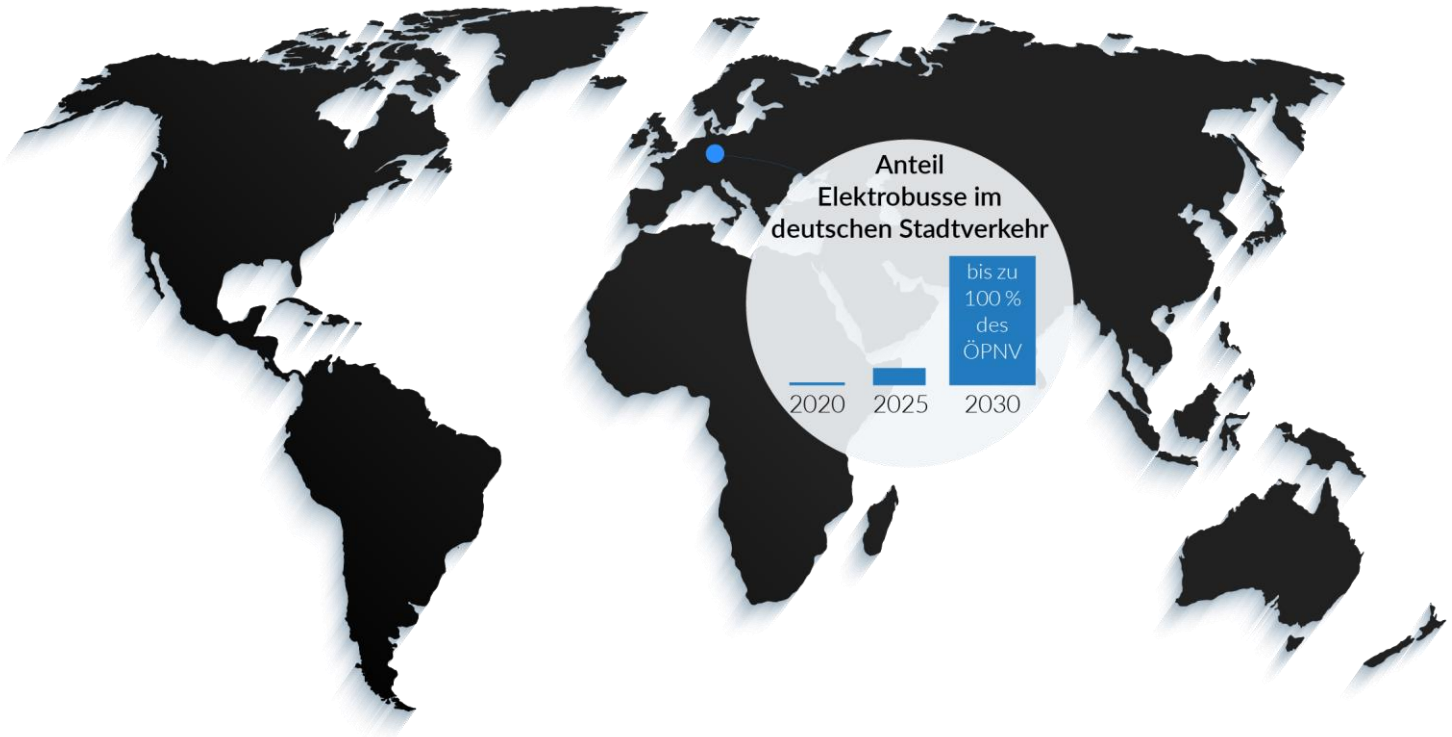
Übrigens: Die Anschaffung von Elektrobussen und der passenden Ladeinfrastruktur wird durch öffentliche Förderungen unter-stützt. Aber auch intelligente Systeme und die Digitalisierung werden gefördert. Darunter kann auch ChargePilot, das intelligente Lade- und Energiemanagementsystem von The Mobility House fallen.

Vorteile auf einen Blick:

- **Weniger Emissionen und Lärm**
- **Imagegewinn für Ihr Unternehmen**
- **Steuervorteile & Förderungen**
- **Reduzierte Betriebs- und Wartungskosten**
- **Hoher Fahrkomfort**

Elektrobusflotten weltweit*

China zeigt, was möglich ist: Hier sind bereits 400.000 Elektrobusse auf den Straßen, sie nehmen im Bestand einen Anteil von 14 Prozent ein. Europa mit 0,2 Prozent und Deutschland mit 0,4 Prozent bzw. nur gut 150 rein batteriebetriebenen Elektrobussen hinken zwar momentan noch weit hinterher. Die Zukunft ist aber auch hierzulande elektrisch. Allein in den kommenden fünf Jahren planen deutsche Städte und Gemeinden die Anschaffung von mehr als 2000 Elektrobussen. Unter anderem Berlin, Hamburg und München streben bis 2030 sogar ausschließlich elektrisch betriebene Busflotten im ÖPNV an.



* Quellen:
„E-Bus-Radar", PwC, 31.07.2019
„Electric Vehicle Outlook 2019", BloombergNEF
„Buses – Global Market Trends 2019", SCI Verkehr, 20.11.2019

Aus Tanken wird Laden

Das Ökosystem Laden

Elektrobusse müssen geladen werden. Dazu braucht es eine auf Ihre Betriebsabläufe abgestimmte Ladeinfrastruktur. Beim Aufbau Ihrer Ladelösung sollten Sie nicht einfach drauf loslegen. Klären Sie die wichtigsten Fragen vorab, denn eine gute Planung spart immense Kosten und erhöht die Verfügbarkeit Ihrer Busse.

Zu viele Fragen?

Wir helfen Ihnen die wichtigsten zu beantworten - mit einem individuellen Ladekonzept.

Wichtige Faktoren für Ihre Planung

Depotladen?

Beim Depotladen werden die Elektrobusse auf dem Betriebshof geladen. Das funktioniert in der Regel über sog. Plug-In-Systeme, d.h. der Elektrobus wird per Ladekabel mit einer Ladestation verbunden. Aber auch das Laden mittels Induktion oder eines Pantographen ist möglich. Geladen wird nachts oder während längeren Standzeiten. Ein Bus muss in der Regel nicht die komplette Standzeit über laden, sodass Ladevorgänge flexibel gesteuert werden können, um die Stromkosten deutlich zu senken.

Gelegenheitsladen?

Die E-Busse werden nicht auf dem Betriebshof, sondern unterwegs, z.B. an (End-) Haltestellen, geladen. Dabei kommen Pantographen, induktive Ladevorrichtungen oder Docking Systeme zum Einsatz. Das Gelegenheitsladen punktet vor allem damit, dass auch lange Strecken elektrifiziert werden können, bringt aber auch Nachteile mit sich: Das Zeitfenster zum Laden ist kurz, sodass hohe Ladeleistungen nötig sind. Das ist kostenintensiv und aufwendig.

Ladeleistung & -dauer

Wie schnell ein Bus geladen wird, hängt unter anderem von der Ladeart ab. Grundsätzlich werden Batterien mit Gleichstrom (DC) geladen. Wechselstrom (AC) aus dem Verteilnetz muss daher durch einen Gleichrichter gewandelt werden. Ist dieser im Fahrzeug verbaut, spricht man von AC-Laden. Ist er in der Ladestation verbaut, spricht man von DC-Laden. Beim DC-Laden befindet sich ein größerer Gleichrichter in der Ladestation und ermöglicht höhere Ladeleistungen und somit kürzere Ladezeiten. Um schneller wieder einsatzbereit zu sein, werden Busse deshalb meist mit DC-Ladestationen geladen. Einfluss auf die Ladedauer haben zudem der Wirkungsgrad, der Batteriefüllstand, die Temperatur sowie das Alter der Batterie. Generell ist festzuhalten, dass sich der Zustand und die Lebensdauer der Batterien durch das Laden nicht zwangsläufig verschlechtern. Besonders die Anwendung einer intelligenten Ladelogik trägt in der Regel zu einer längeren Lebenszeit bei. Ebenso ist ein Batteriefüllstand von 100 Prozent in Hinsicht auf eine optimale Nutzung nicht zu empfehlen.

Konduktives Laden im Überblick

	Plug in Systeme*		Docking Systeme
Technik	AC-Laden (Typ 2 Stecker) meist Anwendung bei Pkw bis zu 43 kW	DC-Laden (CCS Stecker) üblicher Standard bei Bussen 30 – 150 kW	DC-Laden Pantograph bis zu 600 kW
Kommunikations-standards	> Kommunikation zwischen Ladestation und Bus sollte ISO 15118 sein > Kommunikation zwischen Ladestation und Backendsystem sollte OCPP 1.6J oder höher sein		
Vorteile	> Existierende Standards > Vielzahl existierender Ladestationen > Hohe Wirkungsgrade		> Hohe Leistungen möglich > Hohe Wirkungsgrade
Nachteile	> Manuelle Bedienung > Kabelführung notwendig		> Witterungsanfällig > Große und teure Ladeinfrastruktur

*Typ 1- und CHAdeMO-Stecker spielen bei Elektrobussen keine Rolle

Laden auf dem Betriebshof

Zum Laden von Elektrobussen auf dem Betriebshof gehört eine gute und vorausschauende Planung. Welche Ladeinfrastruktur passt zu Ihren räumlichen Voraussetzungen sowie Fahrplan und betrieblichen Abläufen? Wie bleiben Sie bei einer schrittweisen Elektrifizierung Ihrer Busflotte flexibel und herstellerunabhängig?

Ladestation & Ladepunkt

Eine Ladestation kann mit nur einem Ladepunkt ausgestattet sein. Somit lädt an jeder Ladestation jeweils ein Elektrobus. Jedoch braucht nicht jeder Elektrobus zwangsläufig eine eigene Ladestation. So kann es von Vorteil sein, Ladestationen mit mehr als einem Ladepunkt vorzusehen. Das reduziert die Investitionskosten und den Platzbedarf für die Ladeinfrastruktur. Wir empfehlen dennoch für jeden Bus einen eigenen Ladepunkt vorzusehen, um aufwendiges Umstecken und Umparken zu vermeiden. Der Stromfluss solcher „Mehrfach-Ladestationen" kann von einem Lade- und Energiemanagement optimal gesteuert werden, sodass keine Einschränkungen bei der Reichweite der Busse auftreten. Einen Sicherheitspuffer sollten Sie dennoch stets einplanen, denn wie jede Technik kann auch ein Ladegerät ausfallen.

Anfahrschutz

Ein Anfahrschutz hilft, die Ladeelektronik vor kleineren und größeren Missgeschicken zu sichern. Je nach Montage der Ladestationen kommen verschiedene Lösungen infrage – z.B. ein Stahlschutz, eine erhöhte Anfahrborde oder umlaufende Schutzbanden, wie man sie von Zapfsäulen kennt. Egal für welche Lösung Sie sich entscheiden, Ihre Ladestationen werden es Ihnen danken.

Platzbedarf & Fahrzeugaufstellung

Die Konzeption der richtigen Ladeinfrastruktur ist abhängig von den räumlichen Gegebenheiten Ihres Betriebshofes. Das Platzangebot bestimmt wichtige Faktoren wie die mögliche Anzahl von Ladestationen, Leitungslängen und Standorte für Schaltschränke. Zusätzlich bestimmt die Aufstellung der Elektrobusse, wie flexibel Ladepunkte genutzt werden können. Bei einer Fischgrätenaufstellung können Ladepunkte relativ flexibel angefahren werden, während eine Längsaufstellung vorsieht, dass Parkplätze von vorne nach hinten aufgefüllt werden. Der Ladepunkt ist dann vom Zeitpunkt der Ankunft vorbestimmt. Manche Betreiber bevorzugen das Laden im Depot mit Pantographen, um das Hantieren mit Ladekabeln zu vermeiden. Um Platz zu sparen, kann auch das Installieren der Ladehardware auf einer höheren Ebene infrage kommen. Dabei sollte aber unbedingt bedacht werden, dass eine DC-Ladestation häufig ein Gewicht von einer bis zu mehreren Tonnen erreichen kann.

Expertentipp: Vorkonditionierung vorsehen

Die Möglichkeit zur Vorkonditionierung bietet für Ihre Elektrobusflotte viele Vorteile. Hierbei werden Batterie und Innenraum vor dem Fahrtantritt richtig temperiert. Dadurch arbeitet die Batterie effizienter, was an kalten oder warmen Tagen die Reichweite Ihrer Flotte verbessert. Idealerweise ist die Vorkonditionierung aus der Ferne aktivierbar und wird auch durch ein von Ihnen eingesetztes Lade- und Energie-management berücksichtigt, um ungeplante Lastspitzen zu vermeiden. So kann das System dem Bus die benötigte Leistung zielgerichtet über die Ladesäule zur Verfügung stellt. Das wirkt sich ebenfalls positiv auf die Batterie und die Reichweite aus. Über einen wohltemperierten Bus freuen sich außerdem Fahrer und Fahrgäste.

Mobilität trifft Energie

Was ist der Netzanschluss?

Der Netzanschluss verbindet das Elektrizitätsnetz mit Ihrem Betriebshof. Über den Netzanschluss wird der gesamte Strom für Ihren Betrieb bezogen – es sei denn, Sie erzeugen einen Teil Ihres Stroms selbst. Zum Abruf hoher Leistungen müssen der Netzanschluss und die Transformatoren entsprechend dimen-sioniert sein. Das heißt, das Stromnetz muss an dieser Stelle die notwendige Leistung zur Verfügung stellen können. Ist hierzu eine Ertüchtigung durch den Netzbetreiber notwendig, kann er dafür von Ihnen einen Kostenzuschuss verlangen. Dies kann bei einer mittelgroßen Elektrobusflotte ohne Lade- und Energie-management schnell einen sechsstelligen Betrag bedeuten.
Zusätzlich muss Ihr Vertrag die benötigte Anschlussleistung erlauben bzw. aufgestockt werden, was wiederum mit Kosten verbunden ist. Dasselbe gilt, falls neue Transformatoren benötigt werden.

Bei Elektrobussen ist eine ausreichende Anschlussleistung jedoch wichtig, um einen zuverlässigen Betrieb zu gewähr-leisten. Welche Leistung Sie wirklich brauchen hängt haupt-sächlich von der Zahl zeitgleicher Ladevorgänge (Gleichzeitig-keitsfaktor) und der Ladeleistung ab. Ein Lade- und Energie-management kann den Gleichzeitigkeitsfaktor und/ oder die Ladeleistung pro Bus reduzieren und dadurch eine kosteninten-sive Erweiterung des Netzanschlusses vermeiden. So haben wir bei The Mobility House die Erfahrung gemacht, dass wir mit ChargePilot die benötigte Anschlussleistung zwischen 30 und 70 Prozent reduzieren können. Dadurch können schnell 100.000 Euro und oft deutlich mehr an Investitionskosten ein-gespart werden. Das ist besonders interessant, da eine Erweit-
erung des Netzanschlusses schnell einige Monate oder im schlimmsten Fall sogar Jahre in Anspruch nehmen kann. Außerdem ist die Netzanschlusserweiterung in der Regel nicht förderfähig und daher vom Busbetrieb zu finanzieren.

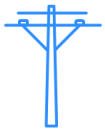
MEHR BEIM BEISPIEL

Allgemeine Stromkosten

Die Stromkosten für Industrie- und Gewerbekunden*
setzen sich aus drei Komponenten zusammen:

Energiekosten

Die Energiekosten fallen für die tatsächlich verbrauchte Energiemenge (kWh) an. Manche Tarife berechnen unterschiedliche Energiepreise je nach Tageszeit. In dem Fall kann es sinnvoll sein, die Elektrobusse wenn möglich in Niedrigpreisphasen zu laden.



Netznutzungs-Entgelte

Netznutzungs-Entgelte (kurz Netzentgelte) werden für die Nutzung des Stromnetzes gezahlt. Die Höhe der Netzentgelte richtet sich u.a. nach dem Leistungspreis (€/kW/a), der nach der höchsten benötigten Leistung berechnet wird. Wer hohe Leistungen aus dem Netz abruft, bezahlt also mehr. Hohe Lastspitzen sind deshalb teuer und sollten unbedingt vermieden werden – dabei unterstützt Sie ein Lade- u. Energiemanagement. In Deutschland liegt der Leistungspreis in der Regel zwischen
60 € - 120 €/kW/a. Auch Messstellen- und Abrechnungsentgelte sind in den Netzentgelten enthalten.

Steuern und Umlagen

Von allen Abgaben ist die EEG-Umlage der größte Posten auf der Stromrechnung. Aktuell liegt die Umlage für den Ausbau von Erneuerbaren Energien bei 6,756 Cent/kWh, doch hier könnte
es bald eine Gleichstellung von Elektrobussen mit Oberleitungs- und Schienenfahrzeugen geben. Diese profitieren bereits von einer um 80 Prozent reduzierten EEG-Umlage. Eine Gleichstellung wurde vom Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) bereits 2016 empfohlen, bisher jedoch noch nicht beschlossen.

Zu den Steuern und Umlagen gehören auch die KWK-Umlage zur Förderung von Kraft-Wärme gekoppelten Kraftwerken und die Konzessionsabgabe.

* In der Regel ab einem jährlichen Stromverbrauch von 100.000 Kilowattstunden. Entspricht etwa dem Strombedarf von drei Elektrobussen mit einer jährlichen Fahrleistung von 30.000 Kilometern je Fahrzeug.

Was ist ein Lade- & Energiemanagement?

Ein Lade- und Energiemanagement optimiert das Laden Ihrer Elektrobusse und sorgt dafür, dass Ihre Fahrzeuge zuverlässig geladen werden, ohne dass die Kosten in die Höhe schnellen. Neben der Kostenoptimierung ist die Möglichkeit zur Überwachung und Auswertung der Ladevorgänge ein wichtiger Vorteil.

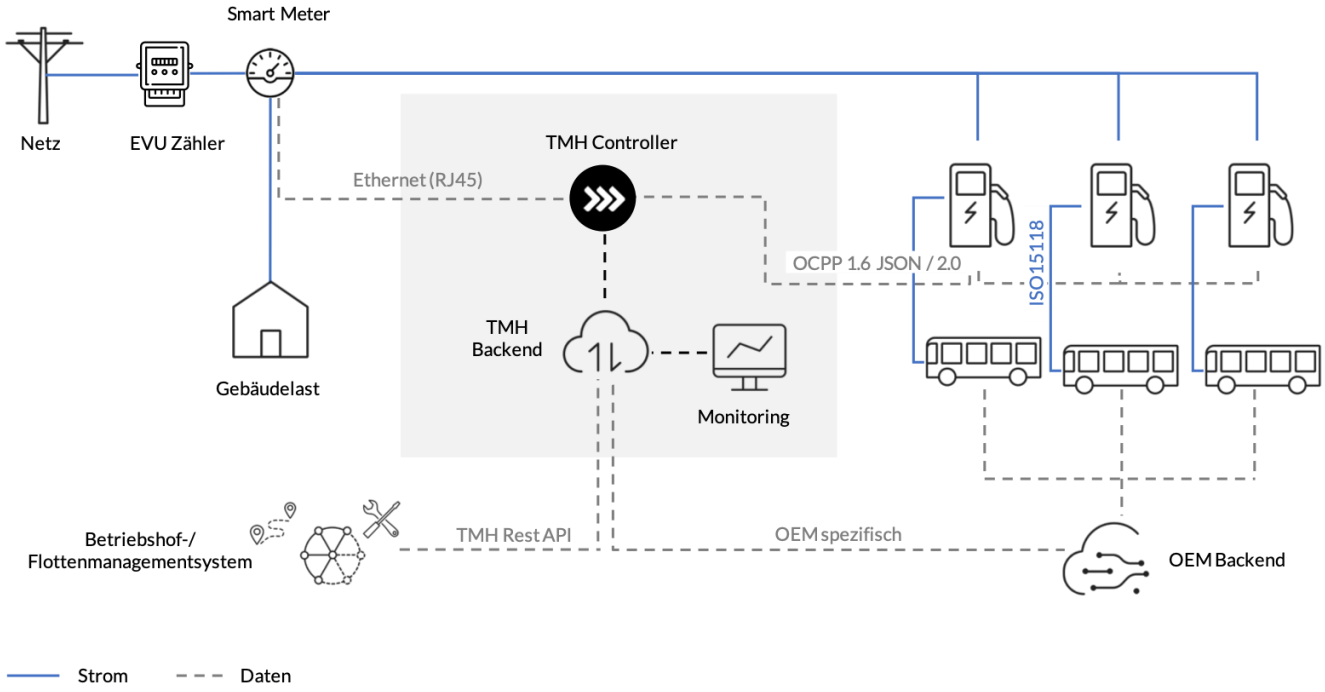


Abb. 1: Systematischer Aufbau des Lade- und Energiemanagements ChargePilot von The Mobility House

Lastspitzen vermeiden

Ein Lademanagement senkt teure Spitzenlasten und damit auch die Kosten für Netzanschluss und Netzentgelte. Lasten werden intelligent verteilt, indem Fahrzeuge zeitlich versetzt oder mit reduzierter Leistung geladen werden. Dadurch ist ein Lademanagement häufig die Voraussetzung zum Laden mehrerer Busse mit dem bestehenden Netzanschluss. Wenn weniger Busse gleichzeitig laden, werden außerdem weniger Ladestationen benötigt. Das Integrieren der Umlaufdaten, Batteriefüllstände (SoC), Energiebedarfe, Vorkonditionierungswünsche sowie weiterer Faktoren erlaubt eine auf Ihren Betrieb zugeschnittene Optimierung der Ladevorgänge.

Kostenoptimierter Energiebezug

Unter Umständen bestehen finanzielle Anreize, um das Laden Ihrer Busflotte nicht nur in puncto Lastspitzen zu optimieren. Das ist z.B. der Fall, wenn Ihr Stromtarif zu bestimmten Tageszeiten günstiger ist oder Sie zu bestimmten Zeiten eigenen Strom produzieren. Können Sie diese Zeiten zum Laden nutzen, sparen Sie zusätzlich Kosten.

Dynamisches Lademanagement

Ist die zur Verfügung stehende Leistung für das Laden Ihrer Elektrobusse besonders knapp oder haben Sie Stromverbraucher an Ihrem Standort, die kurzfristig sehr hohe Leistungen benötigen? Dann kann ein dynamisches Lademanagement die Lösung sein, da es alle Stromverbraucher am Standort berücksichtigt. Steht auf dem Betriebshof beispielsweise eine Waschanlage für Ihre Fahrzeuge, reduziert ein dynamisches Lademanagement die Ladeleistung während eines Waschvorgangs, um so den Netzanschluss nicht zu überlasten. Möglich ist das durch die Integration eines intelligenten Stromzählers („Smart Meter") in das System, der dauerhaft Informationen
über den Leistungsbezug liefert.

Monitoring und Auswertung

Ein Monitoring, das Ladevorgänge und Kosten immer im Blick behält, bringt Übersicht und Flexibilität in Ihr Lademanagement. Unerwartete Veränderungen im Betriebsablauf können schnell aufgefangen und die Verfügbarkeit Ihrer Elektrobusse maximiert werden. Über Schnittstellen lässt sich das Monitoring in ein Betriebshofmanagement-System integrieren. So sind alle Informationen an nur einem Ort vorhanden. Haben Sie Interesse ChargePilot – das Lade- und Energiemanagement von The Mobility House - zu nutzen? Dann fragen Sie auch nach unserer Schnittstelle zu Betriebshofmanagement- und anderen Flottenmanagementsystemen.

Mit ChargePilot von The Mobility House können Sie mit nur einem System Lasten managen und Ladevorgänge abrechnen. Das zugehörige Monitoring behält alle Daten und Aktivitäten für Sie im Blick. Hier geht's zum Video!
Mehr unter: mobilityhouse.com/lade-und-energiemanagement

LESETIPPS

Busunternehmen **Connexxion** setzt bei einer der größten Busflotten in Europa auf ChargePilot
mobilityhouse.com/magazin/connexxion

Busbetreiber rnv erzielt durch intelligentes Laden Kosteneinsparungen von 33%
mobilityhouse.com/magazin/rnv

ChargePilot lädt Busflotte am **Flughafen Oslo** effizient und kostengünstig
mobilityhouse.com/magazin/oslo

Basler Verkehrsbetriebe legen mit Infrastrukturkonzept den Grundstein für die elektrische Zukunft Ihrer Busflotte
mobilityhouse.com/referenzen/bvb

Fallstudie: Betriebskosten sparen durch intelligentes Laden

Wie ***ChargePilot*** – das intelligente Lade- und Energiemanagementsystem von The Mobility House – das Laden Ihrer Busflotte optimieren kann und welche Einsparpotentiale möglich sind, zeigt folgende Fallstudie. Durch die Vermeidung von Spitzenlasten und optimierte Ladestrategien ergibt sich ein hohes Sparpotential bereits in der Aufbauphase: Bei 15 Elektrobussen mit jeweils 250 kWh Batteriekapazität können die einmaligen Kosten für den Netzanschluss und die Ladeinfra-struktur mit ChargePilot um 316.000 Euro günstiger realisiert werden als es ohne ein Lademanagement der Fall wäre. Zum einen, weil der bestehende Netzanschluss optimal genutzt wird und nicht erweitert werden muss.

Zum anderen, da dank der Optimierung der Ladevorgänge und der zeitlichen Abläufe weniger Ladestationen benötigt werden, um die Verfügbarkeit der Busflotte sicherzustellen. Auch bei den laufenden Kosten ermöglicht ChargePilot hohe Einsparungen: Dank der geringeren Netzlast werden die Stromkosten um 85.250 Euro pro Jahr gesenkt. Auf zehn Jahre gerechnet ergibt sich ein Sparpotenzial von fast 1,2 Millionen Euro. Mit der Integration eines Flotten-managementsystems erhöht sich der Kostenvorteil sogar noch: Durch die Abstimmung der Lade-strategie auf Fahrpläne und relevante Kenndaten der Batterien steigt das Sparpotenzial in zehn Jahren auf bis zu 1,4 Millionen Euro.

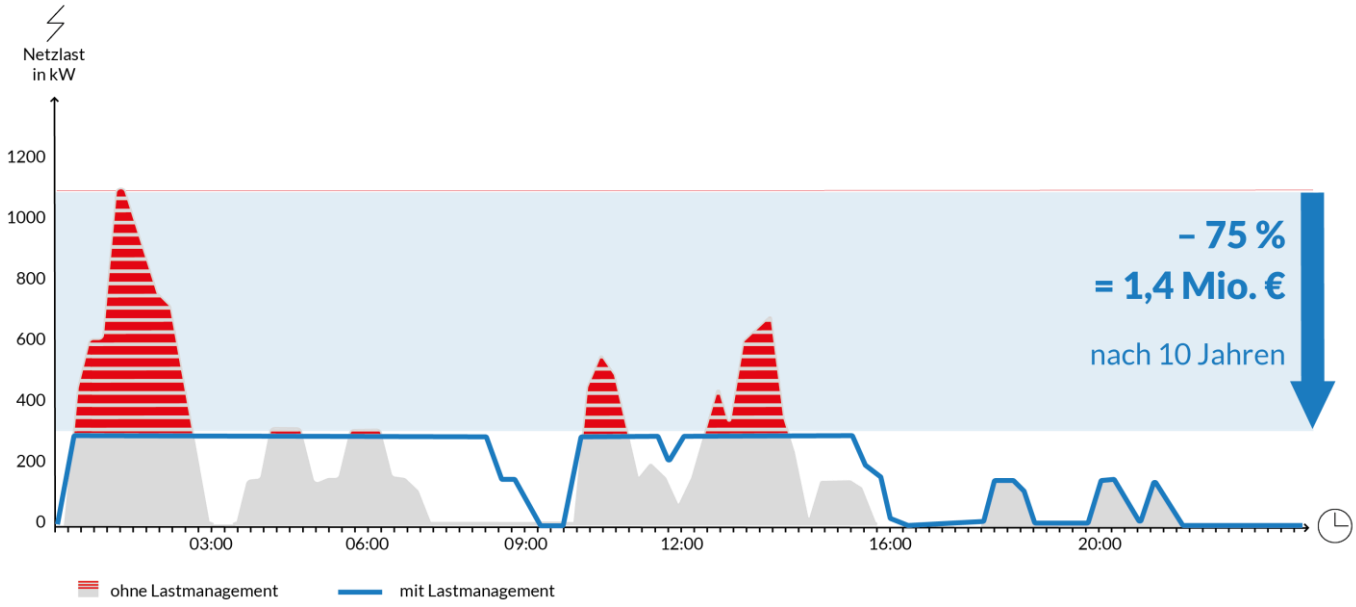


Abb. 2: Vergleich der Netzlast mit und ohne Lastmanagement bei 15 Elektrobussen. Ersparnis gerechnet auf 10 Jahre.

Funktionale Ausschreibungsinhalte

Sie interessieren sich für das intelligente Lade- & Energiemanagement ChargePilot?

Sie suchen nach einem Lademanagementsystem für Ihrer batterieelektrischen Busflotte? Gerne arbeiten wir mit Ihnen an einer intelligenten, kostenoptimierten und netzdienlichen Lösung.

Scannen Sie einfach den QR-Code und profitieren Sie von unserer Vorlage für funktionale Ausschreibungsinhalte für ein Lade- und Energiemanagementsystem . Oder klicken Sie hier.

The Mobility House GmbH

St. Cajetan-Str. 43

81669 München

sales@mobilityhouse.com

Tel. +49 89 4161 430 70

Mehr unter:

mobilityhouse.com/e-busse

THE MOBILITY HOUSE

Eine emissionsfreie Energie- und Mobilitätszukunft zu gestalten – das ist das Ziel von The Mobility House. Unsere Technologieplattform verbindet die Automobil- und Energiebranche. Wir integrieren durch intelligente Lade-, Energie- und Speicherlösungen Fahrzeugbatterien ins Stromnetz. Damit fördern wir den Ausbau erneuerbarer Energien, stabilisieren das Stromnetz und machen Elektromobilität günstiger.

Das Technologieunternehmen The Mobility House wurde 2009 gegründet und ist von den Standorten München, Zürich und Sunnyvale (CA) weltweit in über 10 Ländern aktiv. Neben vielen führenden Automobilherstellern sind unsere Kunden Fuhrparkbetreiber, Installationsunternehmen, Energieversorger und Elektroautofahrer.

Haftungsausschluss

Die Inhalte dieses White Papers wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität können wir jedoch keine Gewähr übernehmen. Die Inhalte unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtes bedürfen der schriftlichen Zustimmung von The Mobility House.