



Alte Stadt, neue Technik: Der rnv steuert die Stromversorgung seiner Mercedes-Benz eCitaro mit dem ChargePilot, hier die Linie 20 in Heidelberg.

Riesige Lademengen,

riesiges Sparpotenzial

Vor allem beim Lagemanagement von großen Flotten respektive Fahrzeugen lässt sich durch intelligente Software sehr schnell sehr viel Geld sparen.

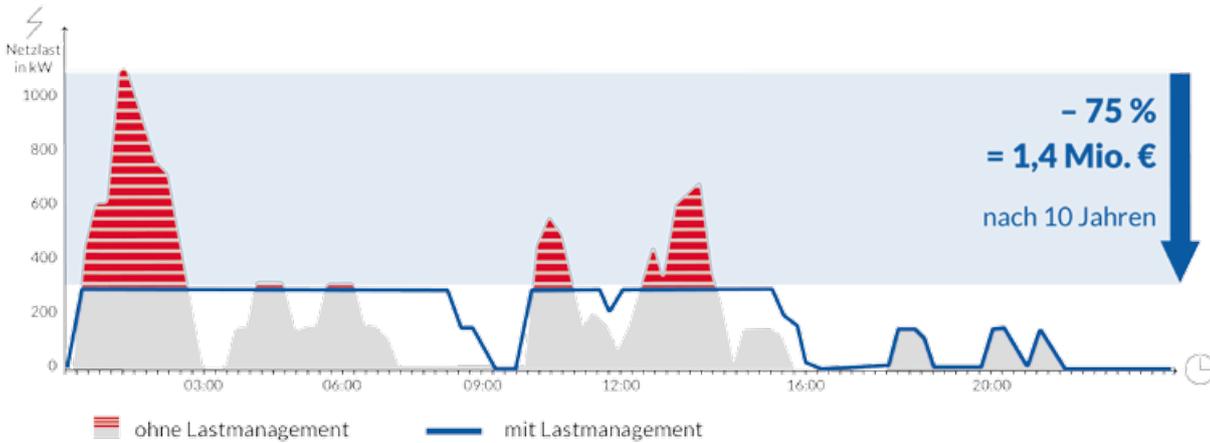
Wir haben uns das in der Praxis angesehen.

VON CLAUD BÜNNAGEL

Für Verkehrsunternehmen ist Elektromobilität derzeit noch alles andere als ein günstiger Spaß. Zur Anschaffung der auch nach Förderung im Vergleich zu ihren Dieselpendants immer noch teuren E-Busse kommen Investitionen in die Ladeinfrastruktur und die Flottensteuerung. Da freut sich jeder Flottenbetreiber, wenn er irgendwo in diesem ganzen Prozess Kosten sparen kann. Hier kann einmal mehr der Ladedienstleister „The Mobility House“ helfen. 2009 gegründet, liegt das langfristige Ziel des Unternehmens auf der Bereitstellung von Technologie für Vehicle-to-Grid-Anwendungen (V2G).

Den Weg dahin ebnet das Lade- und Energiemanagementsystem namens ChargePilot. So wurden bislang nicht nur mehr als 30.000 Ladestationen verkauft, sondern auch mehrere hundert ChargePilot-Module an Unternehmen und Flottenbetreiber. Dabei handelt es sich um ein Software-Hardware-System, durch dessen Einsatz sich Investitions- und laufende Energiekosten stark reduzieren lassen.

Bilder: Avinor; C. Bünnagel; G. Soller; The Mobility House



Mit Lastmanagement lassen sich sowohl Lastspitzen bei der Übernachtladung als auch beim OppCharging etwa zur Mittagszeit vermeiden.

Will ein Verkehrsunternehmen Teile seines Fuhrparks elektrifizieren, muss es sich zunächst einige wichtige technische Fragen hinsichtlich des Ladebetriebes auf dem Betriebshof stellen: Ist der vertraglich festgelegte Netzanschluss ausreichend? Ist die physische Elektroinfrastruktur ausreichend dimensioniert hinsichtlich der Anzahl der mittelfristig zu ladenden Einheiten? Und wie viele Ladestationen werden eigentlich benötigt? Wichtig ist, dass das Ganze mach- und vor allem finanzierbar bleibt. Da taucht schnell die Frage auf: Welche Kosten entstehen im Falle eines Ausbaus der Anschlussleistung? Welche laufenden Energiekosten sind zu erwarten?

Reduzierung der Spitzenlast bis zu 75 Prozent

An diesem Punkt kommen The Mobility House samt ChargePilot ins Spiel. Er ist in der Lage, die teure Spitzenlast um bis zu 75 Prozent zu reduzieren und gleichzeitig

alle Ladeaufgaben zu erfüllen. Am besten lässt sich dies an einer exemplarischen Beispielrechnung darstellen: Die fiktive E-Busflotte besteht hier aus 15 Fahrzeugen mit jeweils 250 kWh nutzbarer Batteriekapazität. Geladen werden sie im Depot mit 150-kW-Ladegeräten bei einem vorhandenen Netzanschluss von 450 kW.

Zur Kostenreduzierung kann der Kunde nun zwischen zwei Modulen des ChargePilots wählen: das Lastmanagementmodul oder das komplexere Flottenmanagementmodul (siehe unsere Beispielrechnung im Kasten). Beide sorgen zunächst dafür, dass eine vertragliche und physische Netzanschlusserweiterung meistens nicht notwendig ist, zumal sie in der Regel nicht förderfähig ist. Das alleine spart in unserer Beispielrechnung 126.000 Euro! Der Vorteil des Flottenmanagements liegt in der Reduktion zeitgleicher Ladevorgänge, was den Bedarf an Ladegeräten senken kann. Denn bei diesem Modul basiert die Verteilung der zur Verfügung stehenden Ladeleistung auf Fahrplandaten der Busse, dem Energiebedarf der Busse für den nächsten

Umlauf sowie ihrem Ladestand (SoC = State of Charge). Beim einfacheren Lastmanagementmodul hingegen geschieht „lediglich“ eine gleichmäßige Aufteilung der zur Verfügung stehenden Leistung.

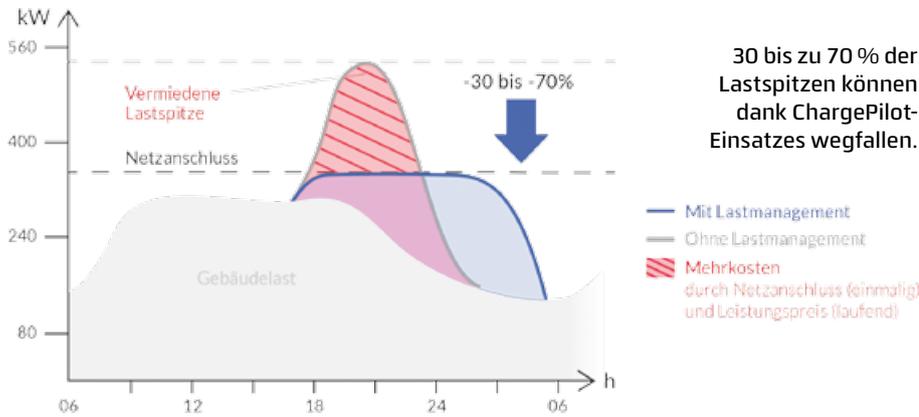
Das komplexere Modul spart mehr Geld

Die Unterschiede zeigen sich: Während das Lastmanagement hilft, 190.000 Euro einzusparen, vermeidet das Flottenmanagement 332.500 Euro. Zu dieser Reduktion der Investitionskosten tritt noch die Vermeidung teurer Netzentgelte für hohe Spitzenlasten bei den in der Regel nicht förderfähigen Stromkosten: 85.250 Euro/Jahr beim Lastmanagement- und 94.600 Euro/Jahr beim Flottenmanagementmodul. Auf zehn Jahre gerechnet bietet letzteres einen Vorteil von knapp 100.000 Euro gegenüber dem Lastmanagementmodul.

Insgesamt lassen sich innerhalb einer Dekade also alleine durch ein solches intelligentes Lade- und Energiemanage-

Der ChargePilot verhindert an den Schnellladern teure Lastspitzen.





ment bis zu 1,4 Millionen Euro bei Investitions- und Betriebskosten sparen. Natürlich sind auch die Preise für die Bereitstellung des Flottenmanagementmoduls höher als beim vergleichsweise einfachen Lastmanagementmodul. Doch auch die Kostenvermeidung beim Betrieb der Ladeinfrastruktur liegt nach zehn Jahren um rund 250.000 Euro günstiger. „Das Lastmanagement ist relativ einfach zu implementieren und amortisiert sich innerhalb eines Jahres“, erklärt Sebastian Karrer, zuständig für Projekte im Nutzfahrzeugbereich.

rnv setzt auf Lastmanagement

Umgesetzt wurde es erstmals in Deutschland in einem gemeinsamen Projekt von The Mobility House und der Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (rnv). Sechs Mercedes-Benz eCitaro mit 243 kWh Batteriekapazität an Bord sind seit vergangener Jahr in Heidelberg und Mannheim unterwegs, weitere 30 batterieelektrische Einheiten sollen für die beiden Städte sowie Ludwigshafen angeschafft werden – die Förderung dafür über knapp zehn Millionen Euro vom Bundesumweltministerium ist bewilligt. Im Jahr 2021 sollen die ersten 22 in Betrieb gehen, weitere acht folgen 2022.

Mehr als 200 Kilometer legen die im Einsatz befindlichen Elektrobusse auf ihren täglichen Fahrten zurück. In Heidelberg sind drei eCitaro auf der Linie 20 unterwegs. In Mannheim werden die Linien 66 und 67 vollelektrisch mit drei weiteren dieser E-Busse betrieben und bedienen das neu entstehende Benjamin-Franklin-Village im 20-Minuten-Takt. Da sie mit dem relativ kleinen Batteriepaket nur Mindestreichweiten im Winter

von 120 Kilometer schaffen, haben The Mobility House, EvoBus und der Lade-stationshersteller Heliox das Lade- und Energiemanagementsystem ChargePilot dementsprechend ausgerichtet. So erhalten die Elektrobusse tagsüber während Pausenzeiten schnelle CCS-Zwischenladungen mit bis zu 150 kW Leistung auf dem Betriebshof. Nachts werden sie dagegen mit reduzierter Ladeleistung versorgt.

Schon bei drei Bussen spart man 14.000 Euro im Jahr

Dank des ChargePilots werden teure Lastspitzen vermieden. Er senkt die Spitzenlast von 450 auf 300 kW. „So spart das System der rnv bereits bei nur drei elektrischen Bussen rund 14.000 Euro im Jahr“, sagt Marcus Fendt, Geschäftsführer von The Mobility House. „Wahrscheinlich wird es in Zukunft noch mehr sein“,

Der Smart Charging Controller von The Mobility House für den Einsatz im Betriebshof. Auf ihm läuft die Software, wobei Ladedaten in der Cloud gesichert werden.

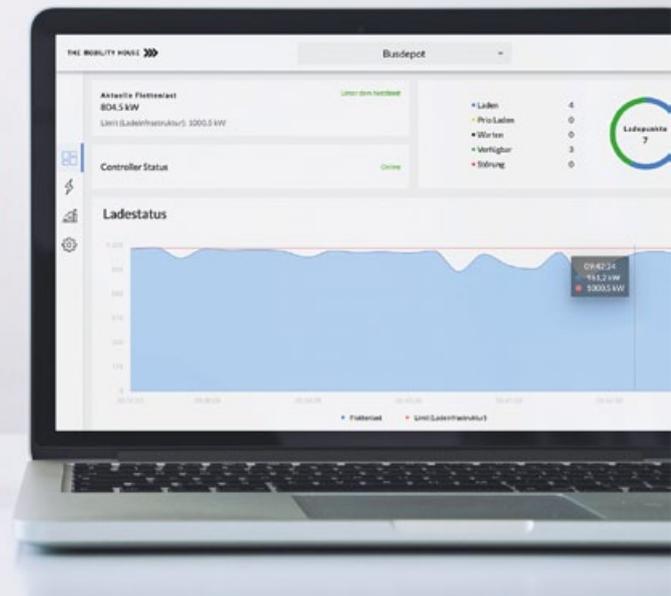


ergänzt Sebastian Karrer. Unkompliziert überwachen lassen sich die Ladevorgänge rund um die Uhr über die Monitoringfunktion des Systems per Internetbrowser. Auch statistische Auswertungen können dort angezeigt und heruntergeladen werden.

„Durch das Lade- und Energiemanagement von The Mobility House lässt sich die benötigte Anschlussleistung für unsere Elektrobusse gut steuern. So können wir sie tagsüber, wenn nur ein Bus im Betriebshof nachlädt, mit voller Leistung und nachts, wenn alle Busse zeitgleich im Betriebshof sind, mit einer bis auf ein Drittel reduzierten Leistung nachladen. Bei drei Fahrzeugen mag das alles noch überschaubar sein, aber sobald man an eine Flottenumstellung denkt, wird das essentiell“, ergänzt Stefan Prüfer, Leiter der Angebots- und Produktentwicklung bei der rnv. Selbst der Strombedarf der rnv-Gebäude ist im dynamischen Lademanagementsystem berücksichtigt, wenn auch diese natürlich erheblich geringere Ausschläge bei der Energieanforderung als die Busse aufweisen.

Algorithmus für die Vorkonditionierung

Eine Vorkonditionierung der Busse via Ladekabel ist ebenfalls vorgesehen. Dies bringt vor allem an besonders kalten oder heißen Tagen einen erheblichen Reichweitenvorteil und steigert den Fahrgast-



Routen und Ladezeiten sind in Heidelberg genau abgestimmt.

komfort. „Mit Hilfe einer Schnittstelle zum Betriebshofmanagementsystem oder zum OEM Backend steuert der Algorithmus die Vorkonditionierung“, erklärt David von Hammerstein, Key-Account-Manager bei The Mobility House.

Die Kopplung mit dem Betriebshofmanagementsystem (BMS) ist perspektivisch empfohlen. Die ChargePilot-Software erleichtert dies, weil sie modular aufgebaut und jederzeit skalier- und erweiterbar ist. Auch die Hardware ist flexibel und könnte bei einem BMS-Anbieterwechsel ohne Probleme weiter eingesetzt werden.

Bewährt hat sich auch die duale Architektur des ChargePilots von Cloud in



Kombination mit lokalem Server. „Denn ist die Internetverbindung unterbrochen, könnte das bei einem alleinigen cloud-basierten System plötzlich doch zu teuren

Lastspitzen führen“, erklärt David von Hammerstein. Als lokale Lösung hat The Mobility House einen Microcontroller vor Ort, der per Switch an die Ladestationen angeschlossen ist. „Der Soft- und Hardwareneustart einzelner Ladestationen ist einfach per Klick möglich. Diese Resetmöglichkeit ist sehr beliebt bei den Kunden“, lächelt Sebastian Karrer.

Das Kundeninteresse für die Lade- und Energiemanagementlösung ChargePilot von The Mobility House ist derzeit sehr hoch. „Die Interessenten sind dabei sehr heterogen: Von Unternehmen, die noch in vagen Planungen sind, bis hin zu solchen, die bereits Trafos und Ladestationen errichtet haben, ist alles mit dabei. Die Anfragen nehmen aktuell stark zu, auch international gesehen“, berichtet Karrer.

Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass The Mobility House nicht nur in

Reduzierung der Investitions- und Betriebskosten mit ChargePilot

	Lastmanagement	Flottenmanagement
Investitionskosten		
Vertragliche und physische Netzanschlussverweiterung nicht notwendig		-126.000 €
Reduktion zeitgleicher Ladevorgänge vermindert den Bedarf an Ladegeräten	-190.000 €	-332.500 €
	-316.000 €	-458.500 €
Betriebskosten		
Vermeidung teurer Netzentgelte für hohe Spitzenlasten (pro Jahr)	-85.250 €	-94.600 €
Nach zehn Jahren	852.500 €	946.000 €
Gesamt nach zehn Jahren	1.168.500 €	1.404.500 €



David von Hammerstein (li.) und Sebastian Karrer sind die Experten bei The Mobility House für den Einsatz von ChargePilot in großen Busflotten.

Batterien beziehen die E-Gelenkbusse im Depot von vier Heliox-Gleichstromladestationen. Diese verfügen jeweils über zwei 30-kW-Ladepunkte. Im Depot wird nachts vollgeladen – tagsüber am Gate an einem 300-kW-Schnelllader nachgeladen.

ChargePilot verhindert auch hier teure Lastspitzen, indem die einzelnen Ladevorgänge effizient gereiht oder parallelisiert werden. So schafft es der Algorithmus trotz des relativ kleinen zur Verfügung stehenden Netzanschlusses von 150 kW, die Busse rechtzeitig zum Abfahrtszeitpunkt voll zu laden. Durch diese Steuerung der Ladevorgänge spart sich der Flughafenbetreiber den teuren Ausbau des Netzanschlusses. Für die künftige Einbindung weiterer Busse und Ladestationen ist das System bereits gerüstet – dank standardisierter Schnittstellen vollkommen unabhängig von Bus- oder Hardwareherstellern. Wächst die Elektroflotte, können jederzeit auch weitere Ladestationen in das System aufgenommen werden. ●

Deutschland, sondern auch in anderen europäischen Staaten bereits Referenzprojekte umgesetzt hat. In Amsterdam steuert ChargePilot sogar eine der größten Elektrobussenflotten des Kontinents. Denn am Flughafen Schiphol und seiner Peripherie sowie zur Anbindung des nahen Amsterdams setzt die Transdev-Tochter Connexion seit 2018 nicht weniger als 100 VDL Citea SLFA-180 bzw. -181 Electric mit je 169 kWh Batteriespeicherkapazität an Bord ein. Zusammen legen die E-Gelenkbusse rund 30.000 Kilometer pro Tag zurück.

An sieben Schnellladestationen des Depots Schiphol Cateringweg werden mittels Pantografen die Elektrobusse innerhalb von weniger als 30 Minuten mit bis zu 450 kW Leistung versorgt. Hinzu kommen 44 Depotlader à 30 kW. An einem durchschnittlichen Tag fließen 10 MWh in die Akkus der Fahrzeuge.

ChargePilot steuert diesen Ladepark des Busbetreibers – einer von vier Ladeareale der Connexion-Flotte am Flughafen – mit mehr als 150 Ladevorgängen am Tag. Und ist dabei so effizient, dass vom Netzanschluss mit 5 mVA nur rund 20 Prozent beansprucht und bezahlt werden müssen. Somit können Leistungsentgelte von mehreren Hunderttausend Euro gespart werden.

Abflug: Flugzeuge statt Energiekosten

Auch am Flughafen Oslo ist der ChargePilot im Einsatz. Der Flughafenbetreiber Avinor hat einen Teil der Busflotte elektrifiziert, die Reisende vom Gate zum Flugzeug bringt. In einem ersten Schritt kommen acht VDL Citea SLFA-181 Electric zum Einsatz. Den Strom für ihre 216-kWh-



Auf den Punkt

- Es ist ...** ein schlaues digitales Managementsystem.
- Schön, dass ...** es Netzanschlusserweiterungen und viel Geld sparen kann.
- Schade, dass ...** sich das System samt der E-Busse erst langsam durchsetzt.
- Was haben Flotten davon?** Viel Geld und Nerven gespart.



Am Flughafen Oslo schafft es der ChargePilot-Algorithmus trotz des relativ kleinen zur Verfügung stehenden Netzanschlusses von 150 kW, die Busse rechtzeitig zum Abfahrtszeitpunkt vollzuladen.