

Die Bushaltestelle als Stromtankstelle

Die Genfer Verkehrsbetriebe nutzen erstmals in der Schweiz einen batteriebetriebenen Gelenkbus für den städtischen Personentransport. Die Antriebsenergie liefert eine kleine und damit leichte Batterie, die auf der Fahrt immer wieder kurzzeitig nachgeladen wird, jeweils dann, wenn der Bus an einer Haltestelle Fahrgäste ein- und aussteigen lässt. Der Strom für den Betrieb des neuartigen Elektrobusses stammt aus erneuerbaren Quellen.



„Wir wollen nicht Batterien transportieren, sondern Menschen“, sagt Olivier Augé, Produktmanager und Innovationsverantwortlicher beim Technologiekonzern ABB. Foto: element p

Benedikt Vogel, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE)

Elektromobilität ist in aller Munde. Bei grossen Linienbussen für den städtischen Personentransport stösst sie allerdings an Grenzen: Ein gängiger, dreiachsiger Gelenkbus mit 134 Sitz- und Stehplätzen hat ein Leergewicht von 20 t und ein zulässiges Maximalgewicht von 30 t. Würde dieser Bus mit einer Batterie ausgestattet, die den Bus einen ganzen Tag mit Strom versorgt, müsste diese gut und gern 9 t wiegen. Dadurch würde der Bus so schwer, dass kaum noch Platz für Fahrgäste

wäre. Daher sind in der Schweiz bisher keine batteriebetriebenen Linienbusse unterwegs.

Mit einer Ausnahme: In Genf verkehrt seit einigen Monaten ein derartiger Bus auf einer 1,8 km langen Teststrecke zwischen dem Flughafen und dem Messezentrum Palexpo. Der Gelenkbus hat die übliche Grösse und kann so viele Passagiere wie gewohnt transportieren. Die Batterie, die den Strom zum Betrieb der beiden Elektromotoren liefert, ist aber bloss 1040 kg schwer. „Wir wollen nicht Batterien transportieren, sondern Menschen“, sagt Olivier Augé, Produktmanager

2 Die Bushaltestelle als Stromtankstelle

und Innovationsverantwortlicher beim Technologiekonzern ABB, der Batterie und zugehöriges Ladesystem entwickelt hat und Teile davon auch produziert. Damit ist in Genf erstmals in der Schweiz ein Elektrobus unterwegs, der den Strom nicht aus Oberleitungen bezieht, sondern aus einer Batterie. Seine Maximalgeschwindigkeit beträgt 85 km/h.

Ladevorgang dauert nur 15 Sekunden

Der Genfer Gelenkbus kann die übliche Zahl von Fahrgästen befördern. Und das mit einer Batterie, die nur 1 t wiegt statt 9 t, die lediglich 38 kWh Strom speichern kann und nicht 1000 kWh. Damit der Bus mit einem so kleinen Stromspeicher auskommt, muss dieser immer wieder nachgeladen werden, wenn der Elektrobus auf seinem Kurs unterwegs ist. Dafür steht an ausgewählten Haltestellen eine Ladestation zur Verfügung. Hier wird die Batterie nachgeladen, wenn der Bus Fahrgäste ablädt und neue aufnimmt. Der Ladevorgang dauert nur 15 Sekunden: Stoppt der Bus, fährt ein Stromabnehmer vom Dach des Busses vollautomatisch hoch, dockt an eine Ladeschiene über der Haltestelle und zapft dort Strom. Dank einer Leistung von 400 kW kann die Batterie in nur 15 Sekunden respektable 1,7 kWh Strom tanken (vgl. Textbox).



Solche Ladestationen sind erforderlich, damit der Elektrobus an ausgewählten Haltestellen seine Batterie immer wieder nachladen kann. Foto: ABB

Damit der Bus stets ausreichend Energie an Bord hat, muss an jeder dritten bis vierten Haltestelle eine sogenannte Flash-Ladestation verfügbar sein. Der Genfer Pilotversuch



Der Genfer Elektrobus wird während den Stopps an den Haltestellen nachgeladen. Dazu dockt der Bus an eine Ladestation (im Bild sichtbar über dem Dach des Busses) an. Foto: ABB

3 Die Bushaltestelle als Stromtankstelle

findet auf der bloss 1,8 km langen Teststrecke zwischen Genfer Flughafen und dem Messezentrum Palexpo statt, daher reichen hier zwei Ladestationen aus.

Der Pilotbus verkehrt auf dieser Strecke seit Mai 2013 drei bis viermal in der Woche, und in dieser Zeit hat sich gezeigt, dass die Ladetechnik nicht nur im Labor, sondern auch im Feldversuch funktioniert.



Beim Ladevorgang fährt ein Stromabnehmer vom Dach des Busses vollautomatisch hoch und bezieht von der Ladeschiene über der Haltestelle elektrische Energie. Foto: ABB

Genügend Reichweite

Im März 2014 endet der knapp einjährige Pilotversuch in Genf. Olivier Augé ist mit den Ergebnissen zufrieden: „Der Ladevorgang klappt zuverlässig, und die ganze Ladeinfrastruktur hat den Praxistest bestanden.“ Im Pilotversuch verbrauchte der Bus 1,5 bis 3,5 kWh Strom pro Kilometer, abhängig von Streckenprofil, Passagierzahl und Wetter. Das Wetter spielt insofern eine Rolle, als der Bus bei kühler Witterung elektrisch beheizt und

bei Hitze klimatisiert wird. Der wassergekühlte Lithium-Titanatoxid-Akku hat eine Ladekapazität von 38 kWh, da er aber maximal bis 30-40 % der Kapazität entladen werden darf, soll er die Lebensdauer von zehn Jahren erreichen, stehen faktisch nur 26,6 kWh zur Verfügung. Durch das wiederholte Nachladen verfügt der Bus über eine hinreichende Reichweite und die nötige Betriebsreserve. Und das mit einer Batterie, die hinsichtlich Energiekapazität nur gerade doppelt so gross ist wie die eines Mittelklasse-Elektromobils.

„Wir sind mit dem Bus bisher sehr zufrieden“, zieht Thierry Wagenknecht, Technischer Direktor bei den Genfer Verkehrsbetrieben TPG, eine positive Zwischenbilanz des Projekts, „die Zusammenarbeit der Partner klappt ausgezeichnet.“ Als Partner am Projekt beteiligt sind neben TPG und ABB die Industriellen Werke Genf (SIG), die das Genfer Stromnetz betreiben, sowie das Office de Promotion des Industries et des Technologies. Die Anfangsbuchstaben der vier Projektpartner haben dem Projekt auch den Namen geben: TOSA. Das Bundesamt für Energie steht den Projektpartnern finanziell und beratend zur Seite.

Genf setzt auf Elektromobilität

Die Fahrzeugflotte der Genfer Verkehrsbetriebe umfasst – neben 90 Trolleybussen und mehreren Hundert Trams – auch 210 Dieselsebuse. „Unser langfristiges Ziel ist 100 % Elektromobilität“, sagt Thierry Wagenknecht und ergänzt, „zu diesem Ziel führen verschiedene Wege, TOSA ist einer davon.“ Die Genfer Verkehrsbetriebe untersuchen zur Zeit mit dem Kanton Genf, wie der Schnellladebus auf einer kompletten städtischen Buslinie eingesetzt werden könnte. „Der Entscheid wird vom definitiven Ergebnis des laufenden Pilotversuchs abhängen, muss aber auch Fragen der Verkehrsplanung und der Finanzierung mit einbeziehen“, sagt Wagenknecht.

Der Genfer Pilotversuch stösst bei Verkehrsbetrieben im In- und Ausland auf reges Interesse. Immer wieder empfangen die Genfer Verkehrsbetriebe Delegationen, die sich über

diese Variante städtischer Elektromobilität informieren wollen. ABB hat für das Ladesystem einen weltweiten Absatzmarkt vor Augen. 2015 soll das System marktreif sein. Bis dahin wird die Entwicklung weiter verfeinert. Zur Diskussion steht auch eine Vergrößerung der Ladekapazität des Akkus von 38 auf 50 und 80 kWh. Laut ABB-Manager Augé belegen entsprechende Investitionsrechnungen, dass die Investitionskosten für die Busse und die zugehörige Ladeinfrastruktur nicht teurer sind als die Einrichtung einer neuen Trolleybusstrecke mit Oberleitungen. Wenn man die erhöhte Lebensdauer von Elektrobussen (und die entsprechend längere Abschreibungszeit), die geringeren Wartungskosten des elektrischen Antriebsstrangs sowie die reduzierten Kosten für den Energieverbrauch mit in Betracht zieht, dann kann sich das System laut ABB sogar mit Dieselbus-Systemen messen.

Eine Alternative mit Vor- und Nachteilen

Da der Bau von Oberleitungen heute oft kritisch gesehen wird und die entsprechenden Bewilligungen nur gegen Widerstand zu bekommen sind, könnte der Batteriebus eine willkommene Alternative darstellen. Allerdings basiert der Bus auf einer eigenen Technologie, die nicht mit jener von Tram, Trolleybussen, Dieselbussen oder Metros vergleichbar ist. Verkehrsbetriebe, die sich für die neue Technologie entscheiden, müssen daher auch ihre Unterhaltseinrichtungen anpassen und für die nötigen Schulungen sorgen, was mitunter einen Mehraufwand bedeutet.

TOSA kann einen wichtigen Beitrag zur Fortentwicklung der Elektromobilität leisten. „Knackpunkt sind natürlich wieder die Akkumulatoren. Da sind wir gespannt, ob sie bei den hohen Ladeströmen die erhoffte Lebensdauer erreichen“, sagt Martin Pulfer, der im Bundesamt für Energie das Forschungsprogramm Verkehr betreut. Es ist auch denkbar, dass die Erfahrungen von TOSA in anderen Zusammenhängen wirksam werden. So wollen die Genfer Verkehrsbetriebe Energiespeicher künftig nutzen, um Trolleybusse mit

Notstrom aus Batterien zu versorgen und bei Trams Bremsenergie mit Supercaps zu rekuperieren.

- » Weitere Auskünfte zu dem Projekt erteilt Martin Pulfer (martin.pulfer[at]bfe.admin.ch), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Verkehr.
- » Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Verkehr finden Sie unter folgendem Link: www.bfe.admin.ch/CT/Verkehr.

Leistungsfähige Ladestationen

Je kürzer die Ladezeit, desto mehr Leistung muss zur Verfügung stehen, um eine Batterie mit einer bestimmten Menge Energie zu 'betanken'. Der Genfer Schnellladebus nimmt beim 'Flash charging' in kurzer Zeit viel Energie auf. Das stellt eine Herausforderung für die Ladeinfrastruktur dar. Denn wo die Ladestationen am städtischen Niederspannungsnetz hängen, sind die verfügbaren Spitzenleistungen beschränkt. Damit das Stromleitungsnetz für die Ladestationen nicht eigens verstärkt werden muss, kommen an den Ladestationen Supercaps (engl. für Superkondensatoren) zum Einsatz. Supercaps sind Stromspeicher, die besonders schnell ge- und entladen werden können. Die Supercaps nehmen in den zweieinhalb Minuten, bevor der Bus an der Haltestelle eintrifft, Leistung aus dem Netz auf (50 kVA), und geben diese dann – während die Fahrgäste ein- und aussteigen – an den Akku im Bus ab.

Während die Ladestationen an den Zwischenhaltestellen 400 kW liefern, reichen an den Endhaltestellen 200 kW aus. Dort warten die Busse nämlich mehrere Minuten, und damit steht mehr Zeit für den Ladevorgang zur Verfügung. In diesen Ladestationen können während vier Minuten 13 kWh Strom 'getankt' werden. Die Ladestationen sind übrigens so konstruiert, dass sie nur unter Strom stehen, wenn ein Bus angedockt hat. BV