

Situation der Trolleybusse im Europäischen Raum

Die Anzahl der Trolleybusse im Europäischen Raum (27 EU-Mitgliedsländer zuzügl. Schweiz und Norwegen, davon 21 Länder mit, 8 ohne Trolleybussysteme) wächst leicht, bei der letzten Statistik zum 31.12.2019 gab es in den 90 Betrieben knapp 4.800 Trolleybusse, die Zahl stieg bis Mai 2021 auf knapp 4.900 Einheiten. Im letzten Jahr 2020 nahmen die Betriebe 277 Trolleybusse neu in Betrieb, im Vorjahr 2019 waren es 231 Einheiten. In den ersten vier Monaten des laufenden Jahres konnten bereits 70 Trolleybusse in Betrieb gehen. Über 200 Bestellungen liegen den Herstellerfirmen vor, die in den kommenden Monaten produziert werden. Mit über 1.600 Trolleybussen hat die Firma Solaris den höchsten Anteil am wagenbaulichen Teil, vor 20 Jahren produzierte sie den ersten Trolleybus, der weiterhin in Gdynia im Einsatz steht. Deutlich länger, nämlich schon über 80 Jahre lang, produziert die Firma Hess aus Solothurn in der Schweiz Trolleybusse. Mit über 550 Einheiten belegt sie den zweiten Platz in der Lieferstatistik. Rund 87% der in der Schweiz vorhandenen 511 Trolleybusse stammen von der Firma Hess, die bis 2017 mit der Firma Kiepe bei der elektrischen Ausrüstung ihrer Fahrzeuge ausschließlich zusammenarbeitete. Die Firma Kiepe rüstete rund 1.030 der 4.900 Trolleybusse elektrisch aus, die Firma Skoda ist mit knapp 2.080 elektrischen Ausrüstungen in diesem Bereich Marktführer. Schon frühzeitig beschränkte sich die Firma Skoda nicht nur auf den tschechischen Markt, hier erhielten rund 97% der 714 Trolleybusse von ihr die elektrische Traktion.

Neben dem Zuwachs an Fahrzeugen ist die Erweiterung des elektrischen Betriebs durch die Nutzung von Batterien anstelle eines Hilfsmotors zu verzeichnen. Bereits frühzeitig vor 69 Jahren nutzten die deutschen Betriebe in Rheydt und Solingen bei Trolleybussen einen Notbetrieb durch einen Generator, der mittels eines 24PS starken VW-Motors gerade so viel Strom produzierte, dass sich die Trolleybusse mit geringer Geschwindigkeit ohne Fahrleitung fortbewegen konnten. Mit leistungsstarken Batterien besteht nun die Möglichkeit, eine vollständige Stromversorgung für einen uneingeschränkten elektrischen Betrieb zu ermöglichen. Dieser Einbau von Batterien wurde erstmals 2003 für Landskrona und 2006 für Rom verwendet, in Landskrona wurde noch ein NiMH-Batteriepack mit einer Leistung von 30 Ah bei 360 V verbaut, umgerechnet rund 11 kWh, es konnten 4 km ohne Fahrgäste fahrleitungsfrei überbrückt werden. Zum Beispiel konnte auf dem Weg zum Depot die Fahrleitung erspart werden. Mittlerweile ermöglichen Batteriepacks - beispielsweise mit LTO (Lithium Titanat-Oxide)-Technik - eine Stromversorgung für einen vollen Fahrgastbetrieb über rund 30 km bei einer Nennleistung von rund 60 kWh.

Auch in den drei deutschen Betrieben hat inzwischen die Batterietechnik Einzug gehalten, die Trolleybusse in Eberswalde erhielten durch Umbau und die Betriebe in Esslingen und Solingen im Zuge der Erneuerung des Wagenparks ihre ersten Batterie-Trolleybusse. In beiden Betrieben wurden bereits erste Dieselbuslinien umgestellt. Solingen hat zur

Mit der Elektroausrüstung der Firma Skoda lieferte die Firma Solaris zehn Solo-Batterie-Trolleybusse nach St. Etienne aus, wo sie im Februar 2020 den Betrieb auf der früheren Autobuslinie 7 aufnahmen.



Umstellung weiterer Autobuslinien sogar 12m-Trolleybusse bestellt. Esslingen beabsichtigt dies ebenfalls und will bis 2024 nahezu die gesamten städtischen Buslinien auf Batterie-Trolleybusse umstellen. Neben der früheren Autobuslinie 695 in Solingen und der Linie 113 in Esslingen stellten in den vergangenen Jahren 14 der 89 Trolleybusbetriebe Autobuslinien auf Oberleitungs- bzw. Batterieantrieb um. So führten unter anderem St. Etienne auf der Linie 7, St. Gallen auf der Linie 6, Zürich auf der Linie 83, sowie Hradec Kralove auf den Linien 21 und 27 mittels Batterie ohne wesentlichen Fahrleitungsbau einen vollelektrischen Betrieb ein. In Zlin und Plzen wurden bereits mit Dieselaggregat betriebene fahrleitungslose Verlängerungen auf vollelektrischen Betrieb nach der Beschaffung von Batterie-Trolleybussen umgestellt. Hingegen ist die Umstellung der Autobuslinie 6 in Fribourg vorübergehend, die beschafften 10 Batterie-Trolleybusse sind als Ersatz der DUO-Busse auf Linie 1 gedacht, die aber wegen einer Straßenbaustelle erst im Sommer 2021 auf vollelektrischen Betrieb umgestellt werden kann. In über 12 Betrieben konnten mittels Batterie-Trolleybusse einige Linien verlängert werden, so die L.201 von Vevey-Montreux nach Rennaz.



Mittlerweile haben über die Hälfte der 89 europäischen Trolleybusbetriebe Batterie-Trolleybusse beschafft. In nahezu 20 Betrieben wird die Batterie nur als Notfahrt genutzt, so beabsichtigt Linz bei der Einführung von zwei neuen Trolleybuslinien diese vollständig mit Fahrleitung zu versehen und die Batterien in ihren Trolleybussen nur für Umleitungen bei Straßenbauarbeiten zu nutzen. Auch Luzern, die ihre Linie 1 um rund 5 km mit vollständiger Oberleitung verlängert hat, nutzt die Batterie, die nunmehr in 54 der 64 Trolleybusse

Autor:

Dipl.-Ing. Jürgen Lehmann ist Architekt und stellt seit 1984 aktuelle Informationen zum Obus-Betrieb zusammen, seit 2006 für TrolleyMotion.

vorhanden ist, derzeit nur im Falle eines Baustellenverkehrs. So nutzen seit Mitte 2020 die Linien 2 und 5 auf rund 1km wegen mehreren Großbaustellen im Zuge der Hauptstraße nach Emmenbrücke den Batterieantrieb.

Ein erheblicher Vorteil der Batterie-Trolleybusse liegt bei der Dimensionierung der Batteriepacks. Sie kann gering ausfallen, dadurch können die Kosten für die Erneuerung der Batterie und das Leergewicht niedrig gehalten werden. Gegenwärtig wird von einer erforderlichen Erneuerung nach 6-8 Jahren ausgegangen, wenn die Batterie nur noch unter 80% ihrer ursprünglichen Leistung erbringt. Die geringe Entladung der Batterie wird sich vorteilhaft auf die Lebensdauer der Batterie auswirken. Bei der Linie 695 in Solingen und der Linie 6 in St. Gallen kommen Batterie-Trolleybusse zum Einsatz, deren Batterien eine Nennleistung von rund 60 kWh aufweisen. Bei der Solinger Linie 695 misst ein Umlauf 20,1 km, rund 22% Oberleitung wird dabei genutzt. Die Linie wird ab 8:30 Uhr im 30-Minuten-Takt bedient, so dass sich eine lange Wendezeit in Gräfrath ergibt. Die südliche Endhaltestelle

in Meigen wird ohne Pause mittels Schleifenfahrt durchfahren. Durch Einbau einer Ladestation wird die Wendeschleife in Gräfrath zur Aufladung genutzt, aber auch ohne diese Aufladung sinkt die Entladung der Batterie nicht unter 50%. Beim 15-Minuten-Takt vor 8:30 Uhr morgens besteht nur wenige Minuten Wendezeit, am Ende der Batteriefahrt zeigt die Anzeige immer noch eine über 50-prozentige Kapazität.

Die längste Fahrt mittel Batterie beträgt bei einem Umlauf knapp 6 km, dabei werden Steigungen von 60 m Höhenunter-



Vollelektrische Großraumbusse als Doppelgelenkwagen sind durch die kombinierte Batterie- und Trolleybusteknik problemlos machbar, mittlerweile hat die Firma Hess 118 Einheiten dieses 24,7 m langen Fahrzeugs in sechs Schweizer Städte geliefert, hier gleitet das lighTram® 25 DC Nr.403 vor dem Bahnhof Luzern auf die Seebrücke am Vierwaldstätter See entlang (Bilder: Jürgen Lehmann).

schied auf 1 km mühelos bewältigt. Am Ende der Batteriefahrt konnte etwa 75% Ladekapazität der Batterie auf der relativ ungenauen Anzeige abgelesen werden. Die Tagesleistung beträgt 13 Umläufe, somit rund 265 km. Auf den stark frequentierten Obuslinien in Solingen (Linie 681/682) beträgt ein Umlauf rund 24,5 km, auch hier bestehen lediglich an den südlichen Endhaltestellen längere Wendezeiten von 16 bzw. 17 Minuten. Die 20 Kurse dieser beiden Linien verkehren von 5 bis 24 Uhr durchgehend, der längste Kurs ist 19 Stunden unterwegs und erbringt dabei 280 km Leistung, die geringste Leistung der 39 Kurse der sechs Trolleybuslinien liegt bei 180 km bei einem Einsatz von 6 bis 18 Uhr.

Die Linie 6 in St. Gallen wird im 10-Minuten-Takt bedient, es sind nur wenige Minuten Wendezeit vorgesehen. Die Linienslänge misst 14,4 km, der Anteil an Fahrleitung zum Aufladen beträgt wegen einer Straßenbaustelle nur 25%. Bei dem langen fahrleitungslosen Streckenstück nach Bach St. Georgen wird ein Höhenunterschied von 125 m auf 3 km bewältigt, die Ladekapazität der Batterie sinkt dabei auf 72 %, bei der Rückfahrt stieg sie durch Bremsenergie-Rückgewinnung auf 77 %. Die Tagesleistung auf der Linie 6 beträgt zwischen 226 km (3 Kurse von 5-20 Uhr) bis 285 km (3 Kurse von 5-24 Uhr).

Aufgrund der geringen Wendezeit könnten hier keine Batteriebusse als OP-Charger zum Einsatz kommen, während auf den Solinger Linien ein Einsatz von OP-Chargern bei erhöhter Batterieleistung (für mindestens 25 km Fahrt ohne Aufladung) denkbar wäre. Bei beiden Betrieben könnte ein Einsatz von Batteriegelelenkbussen als Depotlader der derzeitige Tagesleistung von bis zu 280 km nicht bewältigt werden. Die Firma Daimler-Benz verspricht bei ihrem neuen Elektro-Gelenkbussen bei guten Witterungsverhältnissen eine Laufleistung von 270 km. Damit würde für den durchgehenden Tageseinsatz eine starke Batterie mit hoher Entladung (und somit schneller Alterung) erforderlich sein, alternativ müssten zwei Fahrzeuge für den Tageseinsatz beschafft werden.

Für einen neuen Betrieb in Deutschland besteht als Nachteil der lange (und kostenintensive) Weg zur Montage der Fahrleitung. So schlugen Gutachten für Marburg die Einführung eines Oberleitungssystems vor, hier soll bergauf die Fahrleitung zum Laden dienen, bergab kann durch Bremsen

geladen werden. Nur auf 1,5 km soll im Stadtbereich eine doppelspurige Fahrleitung verlegt werden, dann sollen die Gelenkwagen der Linien 2, 7 und 27 im 15-Minuten-Verkehr elektrisch verkehren. Anfang 2021 wurde die Ausführungsplanung ausgeschrieben, hierfür erhielt die Stadt Marburg Mittel vom Bund in Höhe von 1,5 Mio €. Auch Berlin strebt die Einführung eines IMC-Systems an, hier wird derzeit die Ausführungsplanung für eine Pilot-Linie im Raum Spandau erstellt.

Nach jahrelanger Zusammenarbeit mit der Firma Kiepe geht nun die Firma Hess einen eigenen Weg mit dem Ziel der Reduzierung von Kosten durch Vereinheitlichung mit Batteriebusen. Während die Traktionsausrüstung der Firma Kiepe die Batterie nur als Zulieferer von Energie nutzt und somit die Trolleybus-Technik auch ohne Batterie genutzt werden kann, ist bei der Firma Hess bei den seit 2017 gelieferten Trolleybussen die Batterie in der Traktionstechnik integriert. Die Energie aus der Batterie speist den oder die Hauptmotoren, die Energie zur Stromentnahme mittels Stangen dient ausschließlich der Aufladung der Batterien.

Link auf die Tabelle der Lieferungen:

http://trolleyemotion.bplaced.net/TrolleybusEU_Apr21.pdf

Link auf den Vergleich der beiden ehemaligen Autobuslinien in Solingen und St. Gallen:

<http://trolleyemotion.bplaced.net/BatterieTrolleybuslinien-Vergleich.pdf>

Erläuterung zu alternativen Bezeichnungen für den Batterie-Trolleybus oder -Obus

Im Artikel wird die Bezeichnung Trolleybus verwendet, da sie international in vielen Sprachen Verwendung findet. Die Bezeichnung Obus oder Oberleitungsbus bezieht sich ausschließlich auf den deutschsprachigen Raum. Mittlerweile versucht man bei Einführung der Batterietraktion weitere Bezeichnungen für den hier genannten Batterie-Trolleybus einzuführen. So findet die Bezeichnung IMC für in-Motion-Charging eine häufige Verwendung, oder die Bezeichnung DC für Dynamic Charging. In tschechischen Raum wird häufig von Teil-Trolleybussen gesprochen. Solingen hat bereits frühzeitig bei der Ausschreibung die Abkürzung BOB verwendet, dieses steht für Batterie-Oberleitungs-Bus. In den beiden anderen deutschen Städten wird der Begriff Hybrid-Obus oder -Trolleybus verwendet, dieses ist aber eigentlich nicht korrekt, da keine zwei Antriebsarten vorhanden sind.