

Ralf Haase

Der „Maßanzug“ für den Stadtverkehr der Zukunft

Stand und Perspektiven elektrischer Stadtbussysteme in Deutschland

Das Schlagwort „Elektromobilität“ ist derzeit in aller Munde. Das BMVBS hat Ende März 2009 ein 115 Mio. EUR-Programm „Modellregionen Elektromobilität“ gestartet, um im öffentlichen Verkehrsraum der Kommunen integrierte Mobilitätskonzepte aller Verkehrsarten auf Basis elektrischer Antriebe bei Pkw, Nutzfahrzeugen, Bussen und Zweirädern voranzubringen. Daraus ergeben sich folgende Fragen: Welchen Stellenwert besitzen Elektrobussysteme in Deutschland, wie können sie weiterentwickelt und gefördert werden und wie lassen sie sich in künftige Verkehrskonzepte der Städte und Ballungsräume integrieren?

Mit dem „Elektromote“ fing im Jahr 1882 alles an

Werner von Siemens entwickelte im Jahr 1881 die erste elektrische Straßenbahn, ein Jahr darauf erprobte er erfolgreich im Berliner Grunewald den ersten elektrischen Omnibus, genannt „Elektromote“, und führte ihn zur Serienreife (Abb. 1). Es handelte sich um einen logischen Technologieschritt, denn der Stadtverkehr wuchs aufgrund der Industrialisierung und Urbanisierung ländlicher Gebiete enorm. Im Jahr 1914 gab es weltweit 79 O-Buslinien, davon 21 in Deutschland. Die Blütezeit des elektrischen Omnibusses erlebte Deutschland in den 20er und 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts, als zeitlich und regional verschiedene O-Busse in mehr als 70 Städten im Einsatz waren.

Heute existieren elektrische Stadtbussysteme in ca. 360 Städten in 47 Staaten mit reichlich 40000 Trolleybussen. In Deutschland verringerte sich die Zahl der Elektrobustädte bis Mitte der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts auf drei: Solingen, Esslingen und Eberswalde.

Wenn es derzeit um eine volkswirtschaftlich relevante Renaissance dieses Verkehrssystems in Deutschland geht, dann muss man zuallererst mit überkommenen Denkschemata brechen, die den elektrischen Bus in die Nische eines „Nachkriegsfahrzeugs“ stellen und sein derzeitiges Antriebssystem oft als „Dinosaurier-technologie“ bezeichnen. Während wir bis heute keine gesicherten wissenschaftlichen

rungszwängen bei derzeit noch etwas höheren Gesamtkosten (Vollkostenrechnung) und stadtplanerischen Argumentationen (Masten und Oberleitungen bei der traditionellen Technologie) zu scheitern droht. Doch die Entwicklung bleibt nicht stehen, sondern bekommt eine neue, aus dem Klima- und Ressourcenschutz resultierende Dimension, welche inzwischen nicht nur in der Politik erkannt wird.

Technologische Grundlagen für den Elektrobust

Die gegenwärtig in Betrieb befindlichen elektrischen Stadtbussysteme basieren überwiegend auf einem Elektroantrieb im Fahrzeug und einer Energieversorgung über eine aufgehängte Fahrleitung. Diese traditionelle Technologie ist ausgereift und komplett verfügbar. Dafür stehen in Europa erstklassige Hersteller von Fahrzeugen (z.B. Vison/früher Neoplan, Hess, van Hool, Solaris) und von elektrischen Ausrüstungen (z.B. Vossloh Kiepe, Bombardier). Beim Fahrleitungsbau dominiert Kummel + Matter aus der Schweiz mit verschleißarmen Oberleitungssystemen. Diese Elektrobusse bestechen in ihrer modernen Ausführung als Solo- bzw. Gelenkfahrzeuge (bis zu 24 m Länge und 200 Personen Fassungsvermögen) sowohl von der Karosserie (Design, Niederflur, elektronische Abfertigungssysteme usw., s. Abb. 2) und den elektrischen Ausrüstungen (Fahrsteuerung, Traktionsmotor,

Der Autor

Dr. oec. habil. **Ralf Haase**, TrolleyMotion
e. V., Dresden; dr.ralfhaase@t-online.de

Erkenntnisse besitzen, warum die großen Eichen ausstarben, bei den Elektrobussen in Deutschland wissen wir es: Sie wurden durch modernere und leistungsfähigere Dieselmotoren verdrängt. Scheinbar unbegrenzte Ölreserven, eine fehlende aktive Umweltpolitik und darauf aufbauende Stadtverkehrsplanungen verstärkten diese Entwicklung. Doch das Blatt hat sich heute entscheidend gewendet, wenngleich die Umstellungswilligkeit auf elektrisch betriebene Linienbusse bei den deutschen Kommunen vor allem an den Finanzie-

Abb. 1:
Probefahrt des
„Elektromote“ im
Jahre 1882
in Berlin
Werkfoto:
Siemens & Halske

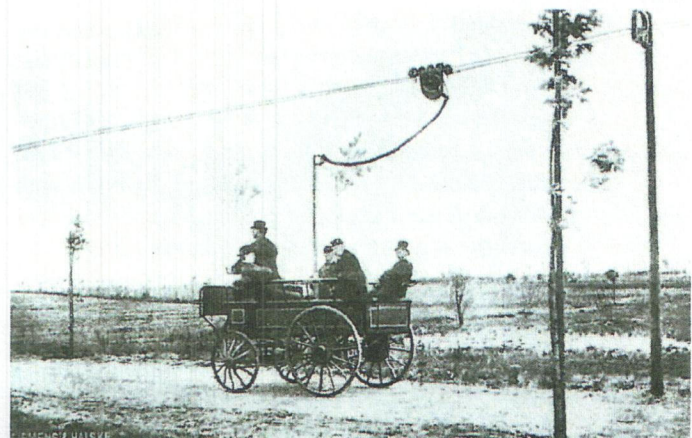




Abb. 2: Der „Electroliner“ N 6221 von Neoplan (heute Viseon) mit elektrischer Ausrüstung von Bombardier

Werkfoto: Viseon Bus GmbH

Umrichter, Stromabnehmer usw.) als auch vom städtebaulichen Konzept her. Sie sind in keiner Weise mehr mit den Fahrzeugen früherer Generationen auf eine Ebene zu stellen. Die Elektrobusse ermöglichen eine stufenlose Beschleunigung, meistern große Steigungen, besitzen lokale Emissions- und eine weitgehende Lärmfreiheit sowie eine hohe Energieeffizienz. Dabei werden zunehmend Superkondensatoren eingesetzt, welche die entstehende Bremsenergie rekuperieren und so für die nächste Beschleunigungsphase speichern. In Städten mit Elektrobussystemen nimmt die Bevölkerung dieses Verkehrssystem sehr gut an und bevorzugt es im Regelfall vor dem Dieselbus. Die optisch erkennbare Linienführung durch „Schienen am Himmel“ gilt als markantes Orientierungsmerkmal im Verkehrsnetz und sichtbares Zeichen für den gewollten Umweltschutz und die Ressourcenschonung. Diese Erfahrung kann man sowohl in den deutschen als auch europäischen Elektrobustädten sammeln.

Dennoch besteht der ständige Zwang, ähnlich wie bei Stadtbahnsystemen, zur technologischen Weiterentwicklung und Vervollkommen des elektrischen Grundprinzips. Und hier setzt die innovative Technologie an, welche auf den Fahrdraht verzichtet kann und mittels leistungsfähiger Energiespeicher im Fahrzeug und

induktiver Energieübertragung ins Fahrzeug hinein ein höheres Maß an Leistungsfähigkeit und Flexibilität gewährleistet. Durch den Wegfall von Masten und Oberleitungen, die besonders in Kreuzungsbereichen durchaus verwirren können, werden städtebauliche Vorbehalte ausgehebelt und zugleich die investiven Kosten enorm gesenkt. Damit diese Technologie praxisrelevant greift, werden dafür Hochleistungsspeicher mit hoher Energiedichte benötigt, welche nach heutigem Entwicklungsstand vor allem auf der Basis von Lithium-Ionen-Zellen arbeiten. Hinsichtlich der Energieübertragung bietet sich die punktuelle Aufladung der Batterien an Verkehrsknoten mit höherem Fahrgastwechsel sowie an Endhaltestellen von Linien an. Eine Nachladung kann sowohl induktiv über ein Magnetfeld aus der Straße als auch aus einem stationären Unterwerk erfolgen. Allerdings befindet sich diese Gesamttechnologie gerade erst in einer Phase vertiefter Entwicklungsarbeit. Sie stellt jedoch eine exzellente Entwicklungsrichtung dar.

Eine äußerst interessante Lösung hat Bombardier Transportation gefunden, indem ein stromführendes Kabel im Liniennetz das Magnetfeld aufbaut. Der Luftspalt zwischen Fahrzeug und Fahrbahn muss zwischen 70 und 100 mm liegen. Diese Technologie wird gegenwärtig bei Bombardier in Bautzen für Straßenbahnen

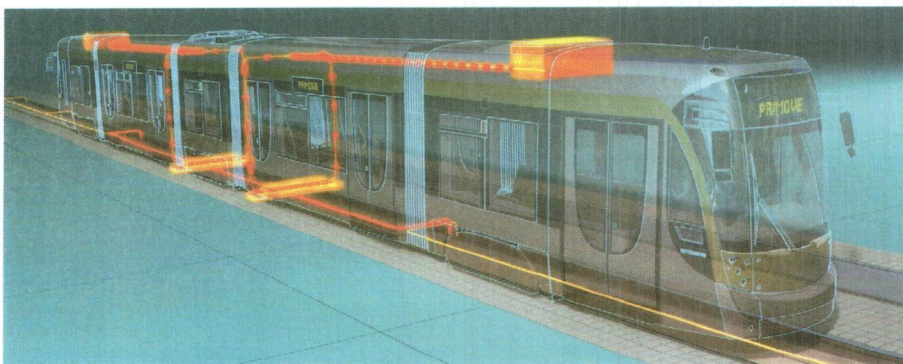


Abb. 3: Oberleitungsfreier Betrieb des Systems PRIMOVE von Bombardier – Energieflussprinzip

Werkfoto: Bombardier Transportation

erprobt, wobei das Kabel mittig zwischen den Schienen verlegt ist. Nach Meinung der Entwickler kann dieses Verfahren schnell auch für elektrische Busse adaptiert werden, wobei das Kabel knapp unter der Straßendecke verlegt wird. Allerdings muss das Fahrzeug um ein entsprechendes elektronisches Spurführungssystem ergänzt werden, wie wir es aus französischen Entwicklungen kennen (Abb. 3). Sicherheitsbedenken lassen sich nach Meinung der Fachleute ausschließen, da das stromführende Kabel verdeckt verlegt ist. Damit bestehen im Rahmen dieser Innovation die größten Entwicklungspotenziale.

Hybrid – heute bedeutsam, aber keine Schlüsseltechnologie der Zukunft

Wenn man die aktuelle Fachpresse studiert, stößt man häufig auf die Beschreibung von Hybridantrieben bei Bussen. Natürlich kann nicht geleugnet werden, dass der serielle Hybrid ein echter Fortschritt in der Antriebstechnik und so ein wichtiger Schritt hin zum reinen Elektrobuss ist. Er kann deshalb durchaus als optimale Mittelfristlösung im Wechsel vom Diesel- zum Elektrobuss betrachtet werden (Abb. 4). Dennoch arbeitet er trotz akzeptabler Umweltfreundlichkeit noch immer mit einem – wenn auch meist kleineren – Verbrennungsmotor. Bemerkenswerte Entwicklungen in diese Richtung stellen das System ELFA eines seriellen Hybriden von Siemens und der Citaro G BlueTec-Hybrid von EvoBus (zugehörig zur Buspart der Daimler AG) dar. Während ELFA bereits im Einsatz ist (z. B. in MAN-Omnibussen), soll der Citaro-Hybrid im Jahr 2010 Serienreife besitzen (Abb. 5). Mit Hybridantrieben arbeiten weltweit auch andere Bushersteller, wie van Hool (Belgien), Solaris (Polen), Wright-Bus (Großbritannien), Iris-Bus (Frankreich), Mitsubishi Fuso (Japan) und New Flyer (USA).

Mit dem Citaro Hybridbus versucht Daimler seine weltweite Technologieführerschaft bei Bussen zu unterstreichen. Das Unternehmen überbrückt damit seine Entwicklungsstrategie vom Verbrennungsmotor (VKM) zur Brennstoffzelle (BZ). Wann jedoch der zukunftsweisende Brennstoffzellenantrieb für Nutzfahrzeuge fertigungsreif zur Verfügung stehen wird, kann gegenwärtig noch nicht gesagt werden. Nach Expertenschätzungen wird dies nicht vor dem Jahr 2016 erwartet.

Kriterien für elektrische Linienbusnetze in deutschen Städten

Der künftige Einsatz elektrischer Stadtbusse muss im Rahmen einer integrierten Stadt- und Verkehrsplanung erfolgen und bestehende bzw. zu entwickelnde komplexe Mobilitätskonzepte in sich aufnehmen. Dazu sind in vielen Städten die heute beschlossenen Verkehrsentwicklungsprogramme aus objektiver Sicht auf den Prüfstand zu stellen. Nach Ansicht des Autors kommen für deutsche Städte unterschiedliche Lösungsansätze zum Tragen:

Modellfall 1: In Großstädten mit einem modernen Stadtbahnnetz, welches das

Rückgrat des ÖPNV bildet, erfüllen Elektrobusse vor allem die Funktion einer Verkehrsbedienleistung in Teil-, Rand- und Verbindungsnetzen. Dies bezieht sich besonders auf die bessere Anbindung neuer bzw. zu erweiternder Siedlungs- und Gewerbegebiete an bestehende kompakte städtische Infrastrukturen. Von großer Bedeutung sind sensible Räume in städtischen Agglomerationen, wo der Anspruch an umweltgerechte Verkehrslösungen besonders hoch ist (historische Innenstädte, verkehrsberuhigte Zonen usw.).

Modellfall 2: In Groß- und Mittelstädten mit einem derzeit eigenen Dieselnetz gilt es, zu einem Systemwechsel auf Elektrobusse zu kommen. Diese Städte besitzen künftig wenig Chancen, ein eigenes Stadtbahnnetz zu erhalten, denn die Finanzierungsmöglichkeiten für viel teurere Stadtbahnen sind nahezu ausgereizt.

Modellfall 3: In touristischen und Naherholungsgebieten, wo sanfter Fremdenverkehr angesagt ist, spielt der Elektrobus eine besondere Rolle. Hier können auch elektrisch angetriebene Mini- und Midi-Busse (bis ca. 30 Sitzplätze) bevorzugt werden.

Die zu entwickelnden Bedienungsnetze im ÖPNV müssen generell einen Optimierungseffekt hervorbringen, welcher sich u. a. aus demografischen Veränderungen, raumordnerischen Erfordernissen und umweltbezogenen Gegebenheiten herleitet. Die durchgeführten Untersuchungen zum möglichen Einsatz von Elektrobusen in Deutschland haben erbracht, dass bundesweit in mindestens 40 Städten die Voraussetzungen gegeben sind.

Darüber hinaus bestehen auch gute Bedingungen, Elektrobusse mit Batteriebetrieb im Rahmen von Sonderanwendungen einzusetzen. Das könnten z. B. der Vorfeldbetrieb auf Flughäfen sowie der Einsatz bei zeitlich begrenzten kulturellen und sportlichen Events sein.

Komplexe Förderung von Elektroantrieben in Stadtbussystemen

Es bleibt natürlich noch immer das generelle Problem der Finanzierung sowohl bei den Entwicklern und Produzenten als auch bei den Betreibern. Bei der traditionellen Elektrobustechnologie liegt es im Befund der Bundesländer, eine spezielle Förderung festzuschreiben und Elektrobusse mindestens den Stadt- und Straßenbahnen gleichzustellen. Bei einer innovativen Technologie müssen vor allem Forschungsgelder sowohl aus der Industrie als auch aus dem Bundeshaushalt in Größenordnungen greifen. Pilotlösungen aus Modellregionen müssen schnell verallgemeinert werden, um durchgängig zu einem Systemwechsel zu kommen. Zudem fordern die Kommunen, insgesamt mehr Geld nach dem Entflechtungsgesetz (ehemals GVFG) für Anschubfinanzierungen umweltfreundlicherer Nahverkehrsfahrzeuge und der dafür benötigten Infrastruktur zum Einsatz zu bringen. Wenn der Modal split in den Städten zu Gunsten des ÖPNV ausschlagen soll, bedarf es gezielter weiterer Förderkonzepte.

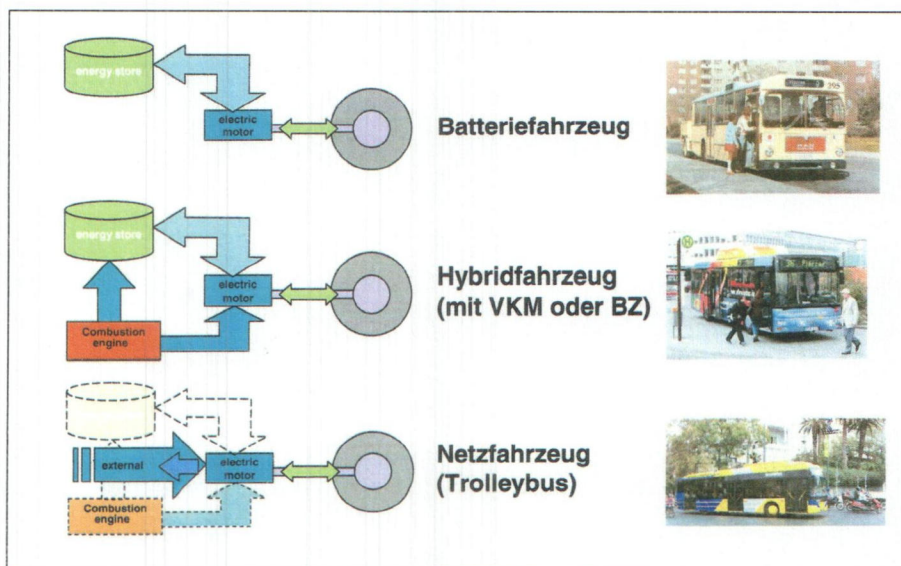


Abb. 4: Vergleichende Darstellung von modernen Omnibussystemen



Abb. 5: Der „Citaro G BlueTec-Hybrid“ von Mercedes-Benz Omnibusse

Werkfoto: EvoBus GmbH

Mit dem ausgeschriebenen Förderprogramm „Modellregionen Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung existiert eine gute Ausgangsbasis, um elektrische Stadtbussysteme in Deutschland stärker in den Interessenfokus der Kommunen zu bringen. Anhand ausgewählter Regionen geht es darum, Elektromobilität als Mobilitätsthema zu verstehen. Dies bedeutet einerseits, integrierte Mobilitätskonzepte zu unterstützen, andererseits aber auch, technologische Entwicklungsarbeiten, wie die weiter oben beschriebene innovative Elektrobustechnologie, gezielt zu fördern.

Vor dem Zeitfenster von 2020 bedarf es einer komplexen Vorgehensweise aller beteiligten Partner in Politik, Wirtschaft und Verkehr. Um dem Anliegen des Konjunkturpakets II der Bundesregierung gerecht zu werden, schnell wirkende volkswirtschaftliche Effekte zu erreichen, verdient der Einsatz der verfügbaren traditionellen Elektrobustechnologie eine besondere Be-

wertung. Und es gehört auch dazu, für die Erzeugung von Elektroenergie immer stärker auf regenerative Energiegewinnung zurückzugreifen. Stimmt der Strommix nicht bzw. kommen wir nicht zum „Grünen Strom“, dann wird man auch weiter Erdöl in Fahrzeugen verbrennen und die gesteckten Klima- und Energieziele verfehlen. Doch für eine bessere Zukunft ist es nie zu spät.