

Die Krux mit der technischen Vielfalt von E-Bus-Systemen

Welche E-Antriebe werden sich durchsetzen, und vor allem ab wann?



Einleitung

E-Bus-Konferenzen, Experten- und Lenkungsreise sowie viele nationale und internationale E-Bus-Projekte stehen aktueller denn je auf der Agenda der ÖPNV-Branche. Alle entwickeln, erproben, tauschen sich aus, setzen sich Ziele und diskutieren Migrationsszenarien für die spätere Umstellung der Busflotten. Dabei sagen Kenner der Szene auch schon mal hinter vorgehaltener Hand, es wird zwar viel geredet, was aber nicht immer oder noch nicht stimmt.

Als erfolgversprechendste elektrische Antriebe werden derzeit folgende Varianten angesehen und bereits vor Ort erprobt:

- Batteriebusse ohne Nachladung im Liniennetz
- Batteriebusse mit Nachladung im Liniennetz
- Brennstoffzellenbusse
- Batteriebusse mit kleiner Brennstoffzelle als sog. Range-Extender für On-Bord-Nachladung

Übergangsweise werden auch parallele Dieselelektrische Batterie-Hybridbusse mit Nachladung im Liniennetz (Plug-In) erprobt.

Dipl.-Ing.
Ulrich Sieg,
ÖPNV-Beratung



Der Strom für den Antrieb bzw. zur Erzeugung des Wasserstoffs muss dabei konsequenterweise aus Erneuerbarer Energieerzeugung kommen, andernfalls sind die klima- und umwelttechnischen Vorteile nicht zu vertreten. Weiterhin haben alle o.g. Busse mit elektrischen Antrieben eins gemeinsam, sie speisen beim Bremsen Energie zurück und sie brauchen allesamt eine neuartige Infrastruktur auf dem Betriebshof (Nachladung oder Betankung), im Liniennetz (Nachladung) oder sogar Nachladung sowohl auf dem Betriebshof als auch im Liniennetz. Im Folgenden wird deshalb nicht nur von E-Bussen, sondern ganzheitlich von E-Bus-Systemen gesprochen.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen ausgehend vom bisherigen Stand der technischen Entwicklung, den noch vielen offenen Fragen sowie vor allem die zu erwartenden konkreten und vielfältigen Voraussetzungen und Konsequenzen bei der Einführung und Komplettumstellung von Busflotten auf E-Bus-Systeme grundsätzlich und kritisch würdigen.

Ausgangslage

Alle Akteure stellen sich zunehmend immer die gleiche Frage: Welches oder welche elektrischen Antriebskonzepte werden sich letztendlich durchsetzen? Wie aufwändig und wie zukunftsicher ist die erforderliche Infrastruktur? Was bedeutet die Einführung von E-Bussen ganz konkret für den Markt und für die Verkehrsunternehmen? Wann ist es voraussichtlich soweit, mit der Umstellung auf E-Bus-Systeme zu starten? Und vor allem, was kostet das Ganze? Dies sind nach wie vor die wichtigsten Fragen für den künftigen Einsatz von E-Bussen. In diesen Kernfragen sind eine ganze Reihe offener und zu klärender Punkte, so z.B. zu technischen, betrieblichen, verkehrlichen, infrastrukturellen und vor allem betriebswirtschaftlichen Kriterien, aber auch zu Fragen der Zukunftssicherheit, enthalten.

Sowohl die Lieferanten, die Städte und Kommunen sowie die Verkehrsunternehmen haben im Einzelnen zwar oft visionäre Vorstellungen aus ihrer jeweiligen strategischen oder politischen Sicht, jedoch haben diese oft noch nichts wirklich mit den Realitäten des Marktes und den tatsächlichen harten Einsatzbedingungen im täglichen Betrieb zu tun. Allerdings ist es in Anbetracht der vielerorts bestehenden Luftreinhalte- und Lärmproblemen sowie weiter zunehmender gesetzlicher Vorgaben, z.B. die weitere Reduzierung des CO₂-Ausstoßes, allemal opportun, das Thema „Elektrische Busantriebe“ konsequent von Seiten des Bundes, der Länder, der Kommunen und der Verkehrsunternehmen sowie der Bushersteller voranzutreiben. Auch die derzeit niedrigen Dieselpreise sollten diese Treiberaktivitäten nicht aufhalten, denn es werden bei endlichen Erdöl-Ressourcen schnell auch wieder andere Zeiten kommen.

Dennoch muss auch bei allen politisch gesetzten Zielen zum Thema der elektrischen Antriebe im ÖPNV das Machbare sowohl auf der Zeitachse als auch bei den Kosten einen realistischen Zielkorridor aufweisen. Gerade deshalb laufen ja auch folgerichtig Pilotprojekte, sog. Kundenfelderproben, sowohl mit einzelnen Fahrzeugen als auch mit mehreren und sogar verschiedenen Fahrzeugen auf sog. Innovationslinien im Vergleich. Hiermit wurden und müssen auch weiterhin wichtige Praxis-Erfahrungen gesammelt werden, um ein erstes wahres „Gefühl“ für das wirklich Machbare einer Umstellung auf E-Bus-Systeme mit allen damit einhergehenden notwendigen Veränderungen zu erhalten. Die laufenden Erprobungen sind allerdings bisher über Kleinst-Flotten nicht hinausgekommen und auch von „Serien- bzw. Standardfahrzeugen“ noch weit entfernt.

Stattdessen beherrschen derzeit immer noch Einzel- bzw. Spezialanfertigungen mithin als komplette Neuentwicklungen das Bild. Teilweise werden sogar noch nicht einmal im ÖPNV erprobte Industriekomponenten und insgesamt generell noch viel zu geringe Verfügbarkeiten erzielt. Auch fehlen noch wichtige konkrete und belastbare Angaben über Preise- und Folgekosten der Fahrzeuge sowie der langlebigeren Infrastruktur.

Erfahrungsaustausch ist wichtig

Der umfassende Erfahrungsaustausch über den erreichten technischen Entwicklungsstand, über die Ergebnisse von Erprobungen sowie über weitere Ausblicke waren deshalb auch Gegenstand der 4. Internationalen E-Bus-Konferenz im November in Hamburg (Veranstalter Trolley:Motion). So wird es auch auf der in Kürze vom VDV ausgerichteten E-Bus-Konferenz am 23./24. Februar 2015 in Berlin sein. Die Branche ist auch hier auf die neuesten Entwicklungen, Erkenntnisse und Einschätzungen sowie auf die Antworten der o.g. offenen Fragen gespannt.

Dabei ist an dieser Stelle besonders hervorzuheben, dass der effiziente Einsatz elektrisch angetriebener Busflotten in unseren Städten nur dann gelingen wird, wenn es einen ständigen und wirklich offenen Erfahrungsaustausch und Diskurs aller Akteure sowie gemeinsame Anstrengungen der dringend erforderlichen Standardisierungen gibt.

Zurückhaltung und viele Fragen

Auf der E-Bus-Konferenz in Hamburg war abermals festzustellen, dass sich die Experten weitgehend darin einig waren, „dass die Antriebe von Bussen elektrisch werden“, zumindest in den großen und mittelgroßen Städten. Wenn man aber genauer in die Branche hineinhört, wird jedoch auch deutlich, dass der Dieselantrieb mit allen seinen

neuesten Optimierungen im EURO VI-Modus zumindest in der Fläche und in städtischen Außenbereichen noch lange nicht am Ende ist. Man wird sich zumindest dort die teuren und in ihrer Reichweite begrenzten E-Busse noch auf lange Sicht nicht leisten wollen oder können. Außerdem haben die EURO VI-Konzepte nicht nur ihren Schadstoffausstoß, sondern teilweise auch den Kraftstoffverbrauch um bis zu 5% mit entsprechender Reduzierung des CO₂-Ausstoßes weiter absenken können.

Weiterhin ist zu vernehmen, dass Hersteller von Stadtbussen sich zumindest fragen, wie lange sie auch künftig ihr sog. „Brot und Butter-Geschäft“, also den erfolgreichen Verkauf hoher Stückzahlen von Diesel-Standardbussen mit entsprechenden Margen, weiterhin bedienen können. Ebenso fragen sie sich, welches Marktpotenzial sich künftig überhaupt mit E-Bussen erschließen lässt, zumal der Entwicklungsaufwand hierfür beträchtlich ist und die abzusetzen Stückzahlen voraussichtlich noch längere Zeit eher gering sein werden.

Aus diesem Grunde wird bei Brennstoffzellenbussen angestrebt, den hohen Entwicklungs- und Produktionsaufwand dadurch niedrig halten zu können, indem die hohen Stückzahlen von serienmäßigen Pkw-Brennstoffzellen als Treiber auch für Busse eingesetzt werden. Bei Batteriebusen wäre ähnliches zwar wünschenswert, jedoch gibt es hier derzeit wohl keine vergleichbare Treiberfunktion aus dem Pkw-Bereich. Hinzu kommt für alle Akteure, dass heute noch nicht wirklich absehbar ist, welches oder sogar welche E-Bus-Systeme inklusive deren teilweise sehr komplexe und umfangreiche Infrastruktur sich im Markt schlussendlich durchsetzen werden. Vieles, zu vieles, ist noch offen. Hiermit fehlt noch eine ganze Reihe von wichtigen Grundvoraussetzungen für eine zügige und „risikoarme“ Marktdurchdringung wirtschaftlich einsetzbarer E-Bus-Systeme. Diese sollten in den jeweiligen Verkehrsunternehmen möglichst eine homogene Flottenstruktur aufweisen.

Auch die E-Bus-Konferenz in Hamburg hat abermals gezeigt, dass die unterschiedlichen technischen Lösungen der E-Bus-Systeme allesamt zwar technisch „funktionieren“ und dass man die laufenden Projekte auch wirksam öffentlich darstellen kann. Dies ist sowohl für die Sammlung von Erfahrungen und Vergleichen wichtig sowie auch für die Akzeptanz in den Städten und bei den Fahrgästen sinnvoll und notwendig. Was jedoch fehlt, sind stabile E-Busflotten für den rauen und dauerhaften Betriebseinsatz mit hoher Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit. Sie sollten zumindest annähernd eine „serienreife Standardlösung“ mit zukunftsfähiger Infrastruktur zu vertretbaren Kosten sicherstellen. Hier gibt es noch eine viel zu große Lücke zwischen Anspruch und Wirklichkeit.

Kurz gesagt kann man feststellen: Die Technik für E-Busse ist vorhanden und wir wissen und demonstrieren bereits mit verschiedenen Lösungen, wie gut es gehen kann. Deren jeweilige „standardisierte“ technische Ausprägung und deren Sinnhaftigkeit für verschiedene Einsatzprofile, wie z.B. leichter und schwerer Stadtverkehr, auch mit 18m- oder längeren Fahrzeugen sowie für komplexe Infrastrukturen fehlt noch völlig. Hier ist deshalb noch viel zu tun, bevor die ersten Fahrzeugflotten als „serienmäßiger Standard“ dauerhaft verlässlich und risikoarm sowohl in heißen Sommern als auch in kalten Wintern ohne Einschränkungen den Betrieb sicherstellen können. Letzteres scheint noch eine besondere Herausforderung für die Batterie und dessen Management zu sein.

Erwartungen, Einschätzungen und Herausforderungen

Vom herkömmlichen Diesel-Standardbus sind wir es gewohnt, Produkte (fast) von der Stange zu kaufen und diese unabhängig vom Hersteller im Liniennetz flexibel einsetzen und in den Werkstätten problemlos instand halten zu können. Die künftigen E-Bus-Systeme weisen dagegen wegen ihrer sehr viel komplexeren Systematik eine völlig andere Charakteristik auf. Und gerade dies ist für künftige E-Bus-Systeme die große Herausforderung, sollen doch in absehbarer Zeit vielerorts die Weichen für die schrittweise beginnende Umstellung der Fahrzeugflotten auf E-Antrieb getroffen werden.

Aus heutiger Sicht kann bereits festgestellt werden, dass es bei weiterer erfolgreicher Entwicklung der verschiedenen elektrischen Antriebskonzepte nicht nur einen (!) „Standard E-Bus“ geben wird. Es wird vielmehr – anders als beim heutigen Dieselbus – eine breitere Produkt-Diversifizierung erwartet, die verschiedenen Rahmenbedingungen, Anforderungen und Ansprüchen folgen wird. Eine wichtige Rolle spielen dabei Kriterien wie z.B. Einsatzprofil, erforderliche Reichweiten, Notwendigkeit der Nachladung im Liniennetz inklusive Art und Umfang der Nachladeinfrastruktur sowie die zusätzlich erforderliche Infrastruktur auf den Betriebshöfen und in den Werkstätten. Die Festlegung eines Verkehrsunternehmens auf eine der E-Bus-System-Varianten ist damit auch eine langfristige Festlegung für die Infrastruktur.

Und genau hier wird deutlich, wer sich bereits in den nächsten Jahren konkret für den Start einer Flottenumstellung von Diesel- auf Elektrischen-Antrieb entscheiden will oder aufgrund politischer Vorgaben soll, hat schwerlich bald – mit entsprechendem Vorlauf - über das zu wählende Antriebssystem (!) und seiner Infrastruktur zu entscheiden. Dabei sind vorausschauend weitreichende Konsequenzen mit

> Aus heutiger Sicht kann bereits festgestellt werden, dass es bei weiterer erfolgreicher Entwicklung der verschiedenen elektrischen Antriebskonzepte nicht nur einen (!) „Standard E-Bus“ geben wird <

allen Unwägbarkeiten zu bewerten, denn eine Umstellung auf eine andere Infrastruktur ist „nicht mal so eben“ möglich, zumal eine hohe Einstiegsinvestition bei anfänglich noch wenigen Fahrzeugen aufweist. Deshalb ist mit der Entscheidung für ein E-Bus-System zwangsläufig auch ein ausgeprägtes Systemdenken anzuraten, denn Fahrzeuge und zugehörige Lade- oder Betankungsinfrastruktur (Batteriebusse versus Brennstoffzellenbusse) müssen von vornherein eine ganzheitliche Systemeinheit mit klar definierten Ausprägungen und Schnittstellen bilden.

Und hier wird weiterhin deutlich, dass heute wohl noch niemand in der Lage wäre, sich bei einer anstehenden Flottenumstellung auf ein bestimmtes E-Bus-System mit langfristiger Bindung an dessen Infrastruktur festzulegen. Zu

ungewiss wären die noch ausstehenden technischen Weiterentwicklungen, Standardisierungen und Erkenntnisse aus Erprobungsergebnissen. Allein die mittelfristig erforderliche „flächendeckende“ Installation von Nachladeeinrichtungen im zunächst innerstädtischen Liniennetz verlangt geradezu von vornherein deren Standardisierung, die auch langfristig trägt. Diese ist heute jedoch nicht vorhanden, dagegen gibt es noch zu viele unterschiedliche technische Ansätze.

Ganz zu schweigen von den Anforderungen an die erforderlichen Standplätze für den Ladevorgang im oft engen städtischen Straßenraum, der logistisch günstig liegen und genehmigt werden muss. Auch werden Fahrzeugmehrabarfe wegen zusätzlicher Standzeiten für das häufigere 10-minütige Nachladen erwartet, wodurch Batteriebusse außerdem eine geringere Einsatzflexibilität als Dieselbusse aufweisen. Lösungen wie z.B. Brennstoffzellenbusse, die dagegen ohne Nachladen und ohne Infrastruktur im Liniennetz auskommen, wären betrieblich nicht nur wie Dieselbusse flexibel einsetzbar, sie weisen auch vergleichbare Reichweiten auf.

Wo stehen wir derzeit?

Die vorangestellten Ausführungen zeigen, dass die Entwicklungen, Voraussetzungen und systemischen Überlegungen für eine Migration von Diesel- auf E-Bus-Flotten bei weitem noch nicht abgeschlossen sind. Sie zeigen aber auch, dass der Wettbewerb um das beste Konzept für E-Bus-Systeme voll entfacht ist. Die vielen Erprobungsprojekte zeigen dies.

Allen Systemüberlegungen steht jedoch die wichtigste Frage voran, was kostet das alles? Und wie hoch sind die gesamten Investitionen, der Kapitaldienst und die vollständigen Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer des E-Bus-Systems? Während die Fahrzeuge ca. 15 Jahre Einsatzzeit aufweisen, wird diese für die Infrastruktur bei voraussichtlich 20-30 Jahren liegen. Dagegen steht natürlich unzweifelhaft

der Nutzen, nämlich keine (lokalen) Schadstoff-Emissionen und nur sehr geringe Lärmemissionen im Vordergrund. Zudem müssen E-Bus-Systeme mit Umstellung der Flotten vergleichbare Verfügbarkeiten und Instandhaltungsaufwände wie der Dieselbus aufweisen. Aber auch hier fehlt insgesamt eine konsequente und „ehrliche“ sowie nachvollziehbare Nutzen- und betriebswirtschaftliche Kosten-Bewertung und Gegenüberstellung der verschiedenen E-Bus-Systeme. Einige Verkehrsunternehmen haben zwar „modellhaft“ eine langfristig angelegte komplette Flottenumstellung auf E-Bus-Systeme in

allen ihren Auswirkungen untersucht und bewertet. Die Ergebnisse sind jedoch unternehmensspezifisch, vertraulich und für Dritte möglicherweise nicht wirklich repräsentativ.

Und in Anbetracht der heute noch nicht abschließend möglichen Entscheidung für eine bestimmte Antriebs-Technologie und deren Konsequenzen ist wohl noch einige Zeit bei entsprechend anstehenden Entscheidungen besondere Vorsicht und Abwägung geboten.

Schlussbemerkungen

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass die Antriebe von Bussen zumindest in den Städten zukünftig elektrisch werden. Welche Art von E-Antriebs-Systemen sich ab wann durchsetzen werden, ist und bleibt wohl noch längere Zeit offen. Dies ist der noch nicht abgeschlossenen Entwicklung und Durchdringung der komplexen Systemausprägungen geschuldet. Dabei ist auch je nach anzustrebender Antriebstechnologie die im langen Vorlauf zu installierende und aufwändige Infrastruktur von sehr entscheidender Bedeutung. Niemand kann und darf sich bei einer so weitreichenden strategischen Entscheidung zu früh festlegen und sich Fehlinvestitionen leisten.

Alle Akteure sind deshalb aufgefordert alle Kraft daran zu setzen, die Entwicklungen weiter voranzutreiben und viele heute noch offene Fragen zu beantworten. Gefordert sind weitere technische Ertüchtigungen und intensive Erprobungen unter realem Betriebseinsatz. Gleiches gilt für nachvollziehbare und transparente Nachweise (inkl. Erfolgs- und Misserfolgen) mit allen noch fehlenden Untersuchungen und Studien, um alle wichtigen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Flottenumstellungen zu schaffen. Der Standardisierung fällt dabei eine besonders große Bedeutung zu.

Bleibt schlussendlich zu konstatieren, dass am Ende die Hersteller die Nase vorn haben werden, die ihre Lösung am konsequentesten sowohl seriennah als auch am Standard orientiert haben sowie hohe Verfügbarkeiten und Reichweiten aufweisen. Dies alles mit hoher Wirtschaftlichkeit bei möglichst geringer oder verzichtbarer Infrastruktur im Liniennetz.

e-mail: ulrich.sieg@web.de

> Welche Art von E-Antriebs-Systemen sich ab wann durchsetzen werden, ist und bleibt wohl noch längere Zeit offen <