

2. Nationale Fachtagung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. –
Verkehrsstudien

Der Elektrobus, umweltgerechtes und energieeffizientes Verkehrssystem für die Stadt der Zukunft.

01

Der ElektrObus weltweit – eine Systembewertung

Dipl. Horst Schaffer, Consultant TrolleyMotion Zürich (CH)

02

Ich werde heute keinen Jubelvortrag über den Trolleybus halten, sondern über drei Risiken sprechen, die meiner Meinung nach die Zukunft des hervorragenden ElektrObusses gefährden können, wenn man nichts dagegen tut.

Elektromobilität = Abschied vom ÖV?

03

Die Plünderungskultur ist nun auch im Finanzmarkt für alle sichtbar geworden. Bisher kannten wir Sie bereits im Umgang mit der Umwelt. Überall werden Schuldige und Patentlösungen für alles und gleichzeitig gesucht, um rasch wieder zur „Normalität“ zurückzufinden.

04

Ich war schon drauf und dran, um mit einer Radikaldiät meinen Beitrag zur Klimarettung zu leisten. Da fand ich in der Zeitung Beiträge, die mich wieder beruhigten. Was würden meine 15 kg schon bringen, wenn die anderen bolzen, dass sich die Balken biegen.

05

In den USA, einem Land des unbegrenzten Erdölkonsums versucht man sich aus allen Krisen gleichzeitig im Terminator-Stil (im wahrsten Sinne des Wortes) mit einer noch nicht gefundenen Wunderwaffe herauszukämpfen.

06

„Die US-Autobauer stopfen nun in Windeseile Hybridmotoren in ihre schweren SUVs, was so wirksam ist, wie mit einer Wasserpistole auf ein brennendes Haus zu schießen. Dabei könnten die USA auf Erdöleinfuhr aus den arabischen Ländern verzichten, wenn alle Autos mit europäischer Antriebstechnologie ausgerüstet wären. Auch sind europäische Busse bereits energieeffizienter als die hochgejubelten Hybrid-Dinosaurier-Busse. Der Erdöl-fressende Kolbenmotor wird zu Grabe getragen, aber was kommt an seiner Stelle und wann?

07

Keiner weiss es wirklich, aber eines wird schon mit Engagement vermarktet:

Mobilität ist der Antrieb von Freiheit, und Vernunft trifft Vergnügen.

Das automobile Paradies ist nahe!

08

Die neuen Produkte versprechen, dass Ökologie und Hightech, Sparen und Spass keine Gegensätze mehr sein müssen; das wird als die wichtigste Innovation aller Zeiten angesehen.“ (Niklas Maag, FAZ).

„Bisher störten doch Verzicht, Reue, Entsagen und „Zurück“ erheblich. Dass die Elektromobilität eine Ökologie ohne diese Nebeneffekte verspricht, ist eine recht neue Erkenntnis – und eine wichtige, denn der Misserfolg ökologischer Produkte lag auch am eingebauten Depressionsfaktor. Energiesparende Architektur heisst

„Passivhaus“, Ökoautos sehen aus wie Tupperware-Dosen mit Fahrradreifen; so was kauften die Leute trotz intensiver Umwelterziehung nicht.

Hier entsteht eine neue Gefahr für den öffentlichen Verkehr.

Plötzlich haben die Umweltfanatiker nichts mehr in der Hand gegen den Individualverkehr, keine Abgase, keine Abhängigkeit von den Öl-produzierenden Ländern, kein Lärm.

Das gefällt natürlich Politikern aller Couleurs; und sie reichen sich ja bereits die Hände. Schauen Sie in alle die Grün- und Weissbücher, da kommt der ÖV kaum noch ernsthaft vor. Selbst die Gas-, Biotreibstoff und Hybrid-Basteleien werden bereits als „Übergangstechnologien“ in allen diesen politischen Strategiepapieren abgetan. Die Brennstoffzelle ist das Ziel. Den Strom machen wir uns dann selber!

09

Die potenziellen Hersteller der integralen individuellen Elektromobilität sind in wahrhaft guter Gesellschaft mit der Kosmetik-Branche. Beide vermarkten schliesslich „Hoffnung“.

Argumente, wie die noch ungelösten Probleme der Batterie-Herstellung und -Entsorgung, die Batteriebensdauer und die Strom-Versorgungsproblematik klammert man locker aus. Die Innovationen werden schon kommen.

10

Es sind jedoch heute die überbordenden Verkehrsmengen, die die Städte an den Rand von Verkehrsinfarkten bringen.

Waren früher nur Metropolen infarktgefährdet, so sind es heute zunehmend auch schon mittlere und kleinere Städte. Derartige Zustände sind „inakzeptabel und ineffizient“, so die Feststellung der Mailänder Architekten Bernardo Secchi und Paola Viganò. „Die Städte müssen durchlässiger werden“ fügen sie hinzu, denn „Mobilität ist doch ein Menschenrecht des 21. Jahrhunderts!“. Den Verkehr reduzieren und die Mobilität trotzdem erhalten.

11

Klimaschutz ist primär nicht dann erfolgreich, wenn die Abgase der Autos tolerierbare Grenzwerte unterschreiten, sondern erst, wenn die Menschen vermehrt vom MIV auf Bahn, Tram und Bus umsteigen. Selbst wenn eines Tages alle Menschen nur noch mit Elektroautos fahren könnten, ist das Ziel noch lange nicht erreicht.

12

Es muss also auch weiterhin das Ziel sein, einen attraktiven ÖV zu gestalten. Es wäre aber brandgefährlich, die Elektromobilität als drohende Gefahr für den ÖV wegzudenken, nur weil die Realität noch nicht so weit ist.

13

„Sarkastisch formuliert ist zwar nichts besser, als wenn die anderen nicht können. So kann man immer sagen, du darfst. Ein Problem entsteht, wenn der, der nicht konnte, plötzlich kann. Dann zeigt sich, dass man eigentlich nicht durfte, was man tat.“ (Professor Rademacher, Uni Ulm). Also „Holzauge sei wachsam“.

Musterknaben haben es meist schwer im Leben!

14

Seit Jahrzehnten ist der elektrische Antrieb bei Strassenbahnen, U-Bahnen S- und Stadtbahnen praktisch die Regel.

Angesichts dieser Tatsache überrascht es sehr, dass der elektrische Antrieb für gummibereitete Stadtverkehrssysteme bis heute noch keine grosse Verbreitung gefunden hat. Und dies, obwohl es ein sehr erprobtes und zuverlässiges emissionsfreies Elektrobussystem, den Trolleybus fast schon länger gibt, als den klassischen Autobus mit Verbrennungsmotor.

15

16

Der wohl markanteste Vorteil des Trolleybus-Systems ist der bemerkenswert geringe Energieverbrauch. Einerseits verbrauchen Elektromotoren schon aus thermischen Gründen deutlich weniger Energie als Verbrennungsmotoren. Andererseits lassen sich Elektromotoren beim Bremsen als Generatoren verwenden. Der so recuperierte Strom kann entweder ins Netz zurückgespeist oder an Bord gespeichert und beim folgenden Anfahrvorgang zur Beschleunigung genutzt werden.

17

18

Alles in allem haben elektrisch angetriebene Strassenfahrzeuge einen um rund 50% geringeren spezifischen Energieverbrauch als vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren aller Art.

19

Moderne Trolleybus-Systeme haben darüber hinaus noch eine Reihe markanter Stärken:

- Fünf bis zehn Mal kostengünstiger und in deutlich kürzerer Zeit realisierbar als Stadtbahnssysteme
- Weniger als die Hälfte der Betriebskosten vergleichbarer Stadtbahnssysteme
- Sowohl für den Einsatz auf normalen Strassen, als auch auf eigenem Trasse oder im Tunnel einsetzbar
- Ein deutlich besseres Drehmoment als Dieselantriebe erlauben eine bessere und ruckfreie Beschleunigung
- Keine Leerlaufverluste in Haltestellen und vor Lichtsignalanlagen
- Besseres Fahrverhalten, wenig Vibrationen was eine angenehme Fahrt für die Passagiere garantiert
- Grosses Steigvermögen (bis 12%) aufgrund der Gummibereitete und der Möglichkeit, Elektromotoren kurzzeitig deutlich zu überlasten.
- Geringer Lärmpegel in den Fahrzeugen und praktisch keine Lärmbelästigung für Anrainer, besonders entlang von Steigungsstrecken
- Keinerlei umweltschädigende Emissionen vor Ort. Kein CO₂-Ausstoss durch die Fahrzeuge. Selbst wenn der Strom aus thermischen Kraftwerken stammt, ist die gesamte Umweltbelastung klein gering
- Unabhängig von der Preis- und Verfügbarkeitsentwicklung des Rohöls
- Reduzierte Unterhaltungskosten dank geringer Vibrationen
- Lange Lebensdauer der Fahrzeuge (bis zu 25 Jahren) und der Infrastruktur (bis zu 60 Jahren) sowie die Möglichkeit einer Fahrzeugrenovation bei halber Lebenszeit

- Die externen Kosten sind im Vergleich zu Diesel- oder Gasbus-Systemen deutlich tiefer
- Erprobte und sehr zuverlässige Technologie
- Erfahrene und neuerdings auch sehr innovative Industrie
- Die Fahrleitung ist ein wichtiges Erkennungsmerkmal des Trolleybus-Systems, wirkt als permanente Werbung für den öffentlichen Verkehr und erleichtert den Kunden die Auffindung der Linien
- Nicht zuletzt bietet die Fahrleitung, quasi als Schienen am Himmel, die Zuverlässigkeit, dass das Angebot auch noch morgen vorhanden sein wird, wodurch auch Investoren ermutigt werden, sich entlang der Linien niederzulassen, was wiederum zu weiteren Fahrgästen führt. Trolleybus-Linien sind erfahrungsgemäss erfolgreicher als Dieselbus-Linien.

20

Die einfache kompakte Bauweise der Elektromotoren erlaubt einen wirtschaftlichen Mehrachs Antrieb. Dies erlaubt den Bau langer Multi-Gelenkfahrzeuge von 25m für den normalen Strassenverkehr und bis zu über 60m bei spurgeführten Systemen auf vom übrigen Verkehr getrennten Fahrspuren. Damit kann die heute noch klaffende Angebotslücke zwischen Stadtbahnen und Dieselbus-Systemen

21

endgültig geschlossen werden.

Aber genau diese Chance ist auch eine der Schwächen des Trolleybus-Systems. Einerseits unterliegt er der Stadtbahn im emotionalen „Imagewettbewerb“ und andererseits haben Dieselbussysteme im rationalen „betriebswirtschaftlichen“ Vergleich die Nase vorn.

22

Mein Versuch, die Gründe zu finden, warum der Trolleybus keine seinen Vorteilen entsprechende Verbreitung gefunden hat, ergab folgende vier Schwerpunkte:

23

- **Wahrnehmungslücken:** Obwohl es heute immer noch rund 350 aktive Trolleybus-Systeme weltweit gibt, ist die Technologie in Vergessenheit geraten oder sie hat ein veraltetes und verstaubtes Image, ungeachtet der Tatsache, dass sich die Technologie laufend verbessert und weiter entwickelt hat.

24 bis 29

30

- **Komplexität und Kosten der Infrastruktur:** Die immer noch unbefriedigende Situation bei der Stromspeichertechnik zwingt Elektrobusse, die erforderliche Antriebsenergie über eine permanente Fahrleitung zu beziehen. Der dazu erforderliche Planungsaufwand, die Investitions- und Unterhaltungskosten derartiger Systeme, die unterschiedlichen Kulturen der beteiligten Partner sowie die oftmals von Entscheidungsträgern vorgebrachten Vorwürfe der Unflexibilität der Fahrzeuge und der optisch störenden Fahrleitungen und Masten sind in der Regel Gründe genug, um jede Diskussion über Trolleybus-Systeme im Keim zu ersticken.

- **Fehlende ÖV-Strategien:** Analog zu Stadtbahnssystemen ist für ein Trolleybus-System eine eindeutige Linienführung festzulegen, da ja die Infrastruktur errichtet werden muss. Klassische Busse kann man „auf Vorrat“ kaufen, sie sind ja „flexibel“ einsetzbar. D.h man muss sich für keine definitive Linienführung entscheiden. Die ÖV-Strategie hat sich durch die „Flexibilität“ der Dieselbusse erledigt. Das mag Politikern genügen, aber niemals den potenziellen Kunden.

- **Trolleybus-Systeme sind Nischen-Produkte:** Gemessen am Markt für klassischen Dieselsebusse ist die Anzahl der Trolleybusse weltweit verschwindend klein. Daher ist auch die Zahl der einschlägigen Hersteller für Fahrzeuge und Fahrleitungssysteme begrenzt, was unweigerlich zu Monopolsituationen und tendenziell höheren Preisen führt. Hinzu kommen speziell in Westeuropa die hohen Arbeitskosten, was den Investitionsbedarf für die Infrastruktur ansteigen lässt.

Diese Gründe führen dazu, dass das Trolleybus-Systeme selten bis nie in offiziellen politischen Programmen für „saubere Fahrzeuge“ vorkommen. Darüber hinaus hätten politische Unterstützungen von Trolleybus-Projekten viel zu geringe „nationale Ausstrahlungen“, um Fördermittel zur Erhaltung bestehender oder zur Realisierung neuer Systeme zu rechtfertigen.

Der Trolleybus ist halt trotz seiner Stärken in den Augen vieler Politiker, Verkehrsfachleute oder Entscheider ein etwas tollpatschiger Musterknabe, dem man bestenfalls Anerkennung zollt, den man aber nicht zur Party einlädt. Wie sang doch früher der Österreicher Rainhard Fendrich? „Macho Machos gehört die Welt. Macho Machos haben, was anderen leider fehlt.“

Hybrid- und Gasbusse sind offensichtlich die neuen Machos in der Welt des öffentlichen Verkehrs. Sie riechen erotisch nach Dieselöl und sind ja auch „a bisserl brav“, was die Energieeinsparung angeht. Der Trolleybus ist für die Befürworter dieser neuen Technologien eben der „zahme Trottel“, um bei Rainhard Fendrich zu bleiben.

31

Haben wir daran nicht auch etwas Schuld? Schauen wir uns im Internet die Homepages der Trolleybus-Befürworter an. Nichts gegen Tradition, aber es genügt nicht, die Asche anzubeten, wir müssen das Feuer der Erfahrung weiter tragen! Die Chancen stehen doch sehr gut, nur von selber kommt nichts.

Immerhin gibt es heute in der ganzen Welt noch an die 350 aktive Systeme, die an die 40'000 Fahrzeuge betreiben. Die meisten Systeme gibt es in den Ländern des ehemaligen Ostblocks. Allein in den letzten neun Jahren wurden weltweit an die 5'300 neue Trolleybusse gebaut, die meisten davon als Ersatz für ältere Modelle.

Die meisten der existierenden Systeme entstanden in der Kriegs- und Nachkriegszeit, vielfach als Ersatz oder anstelle von Strassenbahnsystemen. In der Zwischenzeit hat sich die alte Strassenbahn zur Stadtbild-prägenden neuen Stadtbahn gemausert. Das Trolleybus-System hat dies noch nicht geschafft, könnte aber auf dem Weg dahin sein, denn neue innovative Ansätze bieten die Chance, aus dem verstaubten Trolleybus innovative „Systeme“ mit einem eigenständigen Charakter zu gestalten:

32

- Die Trolleybus-Fahrzeuge stehen heute technisch und qualitativ gesehen mindestens auf Augenhöhe mit klassischen Autobussen und haben die gleiche oder sogar eine höhere Ausstattungsqualität wie diese.
- Die technisch einfache und wirtschaftlich sinnvolle Möglichkeit des Mehrachs-antriebs erlauben Fahrzeuggrößen, die den Vergleich des Fassungsvermögens mit Stadtbahnen nicht scheuen müssen.

- Neuartige leichtere und leistungsfähige Hilfsantriebe erlauben den Trolleybussen auch Strecken ohne Fahrleitung zu überbrücken.
- Innovative Möglichkeiten zur Speicherung der elektrischen Energie, seien es Hochleistungsbatterien oder Superkondensatoren, machen den Trolleybusbetrieb noch sparsamer und flexibler
- Neue Möglichkeiten für eine kontaktlose Energieübertragung von der Infrastruktur zu den Fahrzeugen erlauben längere fahrleitungslose Abschnitte
- Optische aber auch mechanische (Einschienen-) Spurführungssysteme garantieren einen praktisch spaltfreien stufenlosen Einstieg in die Fahrzeuge
- Hinzu kommen laufende Komponentenverbesserungen (Stromabnehmer, Motoren, Steuerungselektronik/Energiemanagement usf.)

33 - 38

39

Betrachtet man die bestehenden und speziell die neuen Systeme, so könnte man grob folgende System-Typen unterscheiden:

40

41

42

- **Trolleybus-Netze, die die Strassenbahn ersetzen**, überlebten und heute weiter ausgebaut werden: Zu den attraktiven Vertretern dieser Gruppe zählen Salzburg in Österreich, St. Gallen, Luzern, Winterthur, Schaffhausen, Freiburg und Lausanne in der Schweiz, Solingen in Deutschland, eine ganze Reihe von Systemen in Tschechien, Rumänien usf. Auch Moskau (als grösster Trolleybus-Betrieb der Welt mit über 1200 Fahrzeugen) hat dieses Konzept sehr augenfällig realisiert. Hier haben sich die Trolleybusse als bezahlbare Stadtbahnen etabliert.

43

44

- **Neue Linien, die aufgrund ökologischer Überlegungen entstanden sind**: Rom ist ein sehr gutes Beispiel dafür, aber auch Landskrona mit seinen drei Fahrzeugen gehört dazu. Einige italienische Städte haben den Trolleybus aus dem gleichen Grund wieder entdeckt.

- **Elektrische Tangential- oder Ringlinien** in grossen Städten als Ergänzung für U- oder S-Bahn-Systeme. Hier hatte Zürich schon sehr früh klare Vorstellungen, diese aber nicht konsequent umgesetzt. Prag denkt darüber nach. Leipzig eifert diesem Tun hoffentlich erfolgreich nach.

45 - 50

51-57

- **Bus Rapid Transit Systeme** erobern die Welt. Sie sind relativ rasch und kostengünstig zu erstellen, sehr leistungsfähig und bieten die Angebotsqualität von Schienenverkehrssystemen. Der Siegeszug dieser Systeme begann in Südamerika, genau gesagt in Curitiba (Brasilien). Heute sind weltweit an die 120 Systeme nach diesem Rezept in Planung oder in Bau. Diese Systeme sind gekennzeichnet durch:

- Das Verkehrsmittel tritt in den Hintergrund, der Kunde steht im Zentrum
- Erfolgsentscheidend ist die störungsfreie Fahrt und die Wahrnehmung der Trasse als nachhaltige Orientierungshilfe
- Es wird ein Gesamtsystem gestaltet
- Die Initialinvestitionen sind klein(er)
- Über 80% des Nutzens von Schienenverkehrssystemen erreichbar

Es bestehen eigentlich auch keine wirtschaftlichen Gründe, derartige Systeme nicht zu elektrifizieren. Trolleybusse wären leiser, bequemer, leistungsfähiger, abgasfrei und attraktiver. Die höheren Investitionen liessen sich angesichts des dichten Verkehrs sehr rasch amortisieren.

Immerhin haben einige Städte bereits zugegriffen: Quito in Ecuador ist das älteste der Systeme. Neu sind Systeme in Barquisimeto und Merida in Venezuela in Bau, aber leider immer noch nicht fertig und als gute Beispiele noch nicht vorzeigbar! Gott sei Dank gibt es Castellon, das ein derartiges System bereits in Betrieb hat.

Nun plant Frankreich ebenfalls über 40 derartige BHNS-Systeme, 35 davon „thermique“ (mit Diesel- oder Hybrid-Bussen) aber immerhin schon 5 „électrique“ (mit Trolleybussen).

In den USA gibt es bisher nur ein solches elektrisches Projekt (in San Francisco).

Interessant ist ein Projekt, das aktuell die Zusammenarbeit mit TrolleyMotion sucht: Johannesburg. Dort soll ein riesiges BRT-Netz entstehen. Die erste Tranche wird zur Fussball-Weltmeisterschaft im nächsten Jahr fertig sein. Angedacht sind in „Joburg“ zwar im Moment Hybrid-Busse, doch steht die Frage eines Mischbetriebs mit Trolley- und Hybrid-Bussen im Raum.

58

Eine Allianz für Elektrobusse

Somit gibt es für mich kein entweder oder, sondern nur ein sowohl als auch. Auch nicht alle Frauen wollen Machos. Bei Musterknaben weiss man, was man hat, und wenn man sie aus der Reserve lockt, können auch sie attraktiv sein.

Hybrid-Busse sind heute nur mit Subventionen wirtschaftlich interessant. Eine Kompensation der ca. 30% höheren Fahrzeugkosten im Laufe des Betriebs ist kaum möglich. Darüber hinaus ist ein Faktum unbestritten: Hybrid-Busse können das Problem des CO₂-Ausstosses zwar reduzieren, sie können es aber nicht lösen.

Aus diesem Grunde sprechen die einschlägigen Hersteller auch von einer Übergangstechnologie bis zu dem Moment, wo Wasserstoff als Treibstoff unbegrenzt verfügbar und bezahlbar ist bzw. die Brennstoffzelle bereit für den Masseneinsatz ist. Wann das sein wird, wagt heute keiner zu sagen.

Bis dahin bleibt der Trolleybus neben allen elektrisch angetriebenen Schienenverkehrssystemen das umweltfreundlichste Nahverkehrssystem für eine breite Anwendungspalette.

Es lohnt sich daher langfristig, alle Arten der Elektrobusse zu fördern, zu planen und zu realisieren.

Es müsste eine Allianz aus Betreibern, Herstellern und Kunden für Elektrobusse entstehen, die gemeinsam den Musterknaben Trolleybus zu einem gestandenen „Mannsbild“ machen, der noch wirtschaftlicher, noch flexibler und als eigenständiges attraktives System erfolgreich Kunden anzuziehen vermag.

59

If you can't beat them, join them. Keinesfalls sollten wir verächtlich auf die Machos, Entschuldigung die Hybrid-Entwicklung, blicken, sondern gemeinsam den Hybrid-Hipe dazu nutzen, die Weiterentwicklung von Antriebssträngen, Speichermedien, Energie-Übertragungssystemen usf. vorantreiben. Damit könnte eine breite Palette von Elektrobussen, beginnend von reinen Batterie-Bussen für historische Innenstädte über dieselektrische Hybrid-Fahrzeuge bis hin zu reinrassigen Trolleybussen (mit oder ohne Fahrleitung) sowie allen dazwischenliegenden Spielarten entstehen.

60

61

Immerhin haben wir alle ein gemeinsames Ziel: Reduktion des Energieverbrauchs und der Klimaschädigung sowohl durch innovative Technologien als auch durch Gewinnung neuer Kunden.