

Kosten und Finanzierung von elektrischen Stadtbussystemen

2. Nationale Obuskonferenz am 18./ 19.6.2009

DB International GmbH
 Koch, Günter
 Verkehrsberatung Karlsruhe
 19.06.2009

Inhalt

1. Einführung
2. Bustypen und Antriebstechnik
3. Kosten und Finanzierung
4. Umweltaspekte am Modellfall
5. Zukunft des Busses (bzw. des ÖV)
6. Fazit und Zusammenfassung



1. Einführung

Rahmenbedingungen

- Umweltauflagen erfordern eine Reduzierung der lokalen Emissionen, es ist ein politisches Ziel den Gesamtenergieverbrauch zu senken
- Neue Speicher- und Energiemanagementsysteme verändern die technischen Rahmenbedingungen
- Dazu kommt eine Besonderheit des Stadtverkehrs, der mit kurzen Haltestellenabständen eine Vielzahl von Brems- und Beschleunigungsvorgängen erfordert

Datengrundlagen

- Verwendung Parameter aus Standardisierter Bewertung (Ergebnisse einzelner Betriebe können davon teilweise deutlich abweichen!)
- Eigene Berechnungen und Herstellerdaten

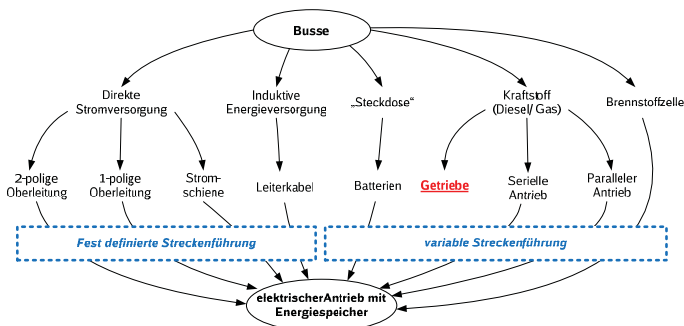


2. Übersicht Bustypen (Antriebsart)

Fahrzeug	Dieselbus	Duo bus	Hybridbus mit Batterie/ Supercap	Trolleybus	Trolley-Hybrid
Antriebsart	Dieselantrieb (ca. 260 kW)	Dieselantrieb (ca. 260 kW) elektrischer Antrieb	Dieselektrischer Antrieb (ca. 180 kW Diesel)	elektrischer Antrieb (ggf. mit Hilfsantrieb)	Dieselektrischer Antrieb (ca. 180 kW Diesel) bzw. elektrischer Antrieb
Energiespeicher	-	-	X	(X)	X
Rückspülung Netz	-	-	-	X	(X)
Oberleitung	-	-	-	X	X

2. Antriebstechnologie und Energieversorgung Busse

Übersicht technischer Möglichkeiten

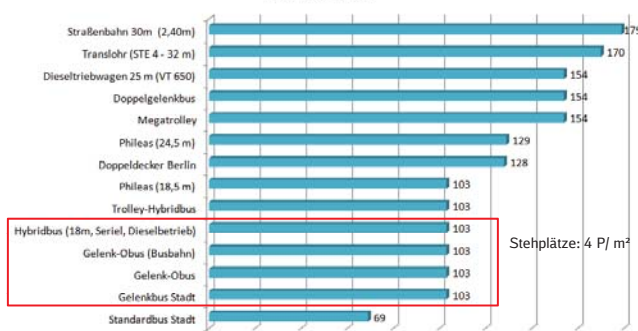


2. Beispiele für direkte Stromversorgung



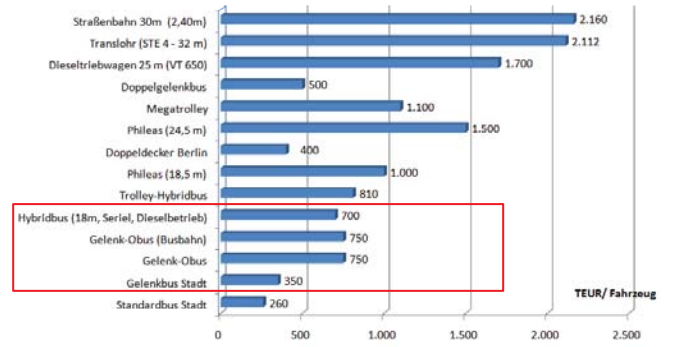
3. Plätze

Plätze gesamt



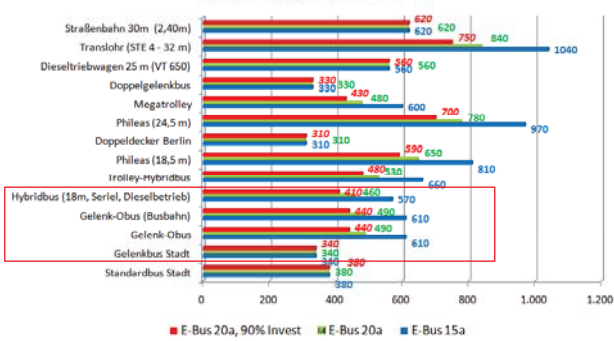
Stehplätze: 4 P/m²

3. Fahrzeuginvestition



3. Abschreibungen für Fahrzeuge

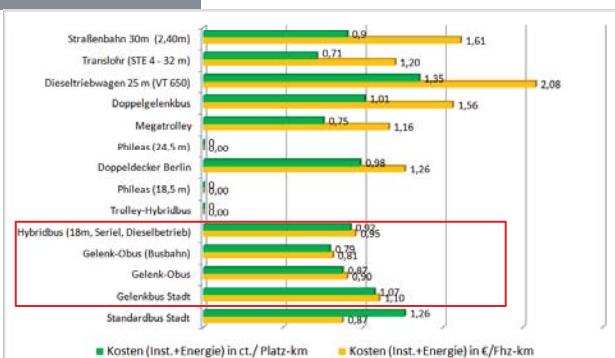
Abschreibung in € pro Platz + a



3. Kenngrößen und Werte als Grundlage für Modellrechnung

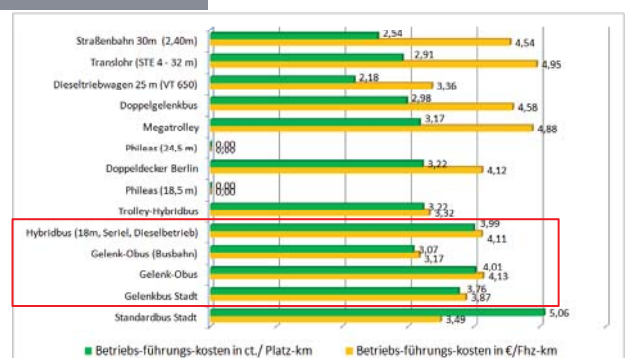
Kenngröße	Wert	Dimension
Dieselpreis netto	1,15	EUR/l
kWh-Preis netto	0,12	EUR/ kWh
Zinssatz	3%	
Stationsabstand Bus	0,40	km
Stationsabstand Strab/ Busbahn	0,50	km
Fahrzeug-km Bus	60.000	km/a
Fahrzeug-km Strab/ Busbahn	82.000	km/a
Kosten Fahrpersonal	28,00	EUR/h
Kosten Betriebspersonal	22,00	EUR/h
Personalarbeitsgrad	80,00%	
Reisegeschwindigkeit Stadtbus	16,00	km/h
Reisegeschw. Strab/ Busbahn	22,00	km/h
Rückspeisungsgrad	20%	
Abschreibung Bus	12	a
Abschreibung Straßenbahn	30	a
Abschreibung Obus	15	a

3. Kosten für Instandhaltung und Energie

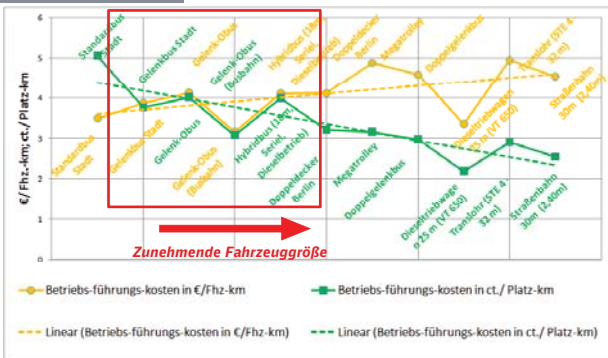


3. Betriebsführungskosten

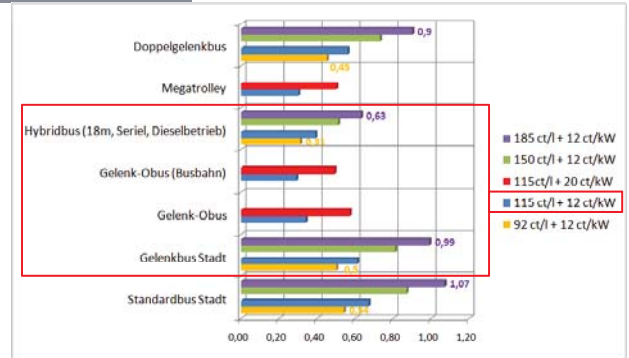
(Abschreibung, Personal, Energie, Instandhaltung)



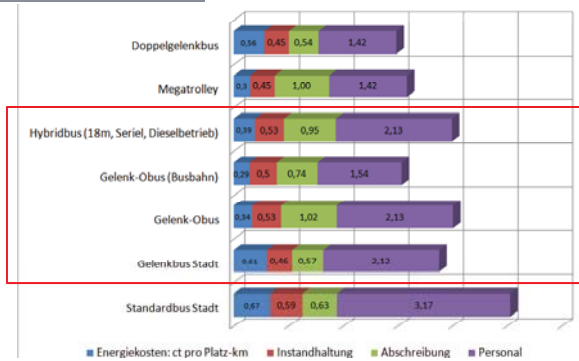
3. Betriebsführungskosten unterschiedlicher Fahrzeugtypen



3. Energiekosten-Szenario (in ct. pro Platz-km)



3. Aufteilung der Betriebsführungskosten (in ct. pro Platz-km)



3. Finanzierung

Wie kann sich ein elektrisches Bussystem finanzieren?:

- aus Sicht des Betreibers ?
- aus volkswirtschaftlicher Sicht?

⇒ Richtig formuliert, müsste es heißen:
Wie lässt sich die Wirtschaftlichkeit des Systems herstellen bzw. verbessern?

- Fahrzeuge ⇒ Längere Abschreibungszeiten
⇒ Kapazitätssteigerung Fahrzeug bei gleichem Personaleinsatz
- Fahrgeweg ⇒ Finanzierung über Entflechtungsgesetz (bis 2019) - vormals GVFG -
- Energie ⇒ Verbesserung der Energieeffizienz (Wirtschaftlichkeit)
- Betrieb ⇒ Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeiten und damit Einsparung von Fahrzeugen und Personal
- Sonstiges ⇒ Sonderförderung Fahrzeuge zur Minderung Umweltbelastung (?)

3. Erkenntnisse

Betriebsführungskosten

- bezogen auf Fahrzeug-km nehmen mit der Fahrzeuggröße erwartungsgemäß zu
- auf die Platz-km nehmen diese mit der Fahrzeuggröße ab
- Bei Gelenkbus - Diesel oder Obus oder Hybrid - sind die Unterschiede geringer als erwartet

Sonstiges

- Beim Gelenk-Obus mit Busbahn (eigener Fahrgeweg) können die Kosten um 5 bis 10 % reduziert werden (höhere Umlaufgeschwindigkeit)
- gilt sinngemäß auch für andere Busse ! -
- Wirtschaftlichkeit steigt mit der Fahrzeuggröße - sofern die Verkehrsnachfrage vorhanden ist -



Quelle: Evobus

4. Umweltaspekte für Modellfall „Astadt“ Berechnungsgrundlagen

	Dimension	Diesebus	Hybridbus Supercap Entnahme 0,6kWh	Hybridbus Batterie Entnahme 4kWh	Trolleybus	Trolley-Hybrid
Energieaufnahme	kWh/ Umlauf	54,7	54,7	54,7	54,7	54,7
Rückspeisung		-	18,2kWh*90% = 16,3 kWh	21,5kWh*75% = 16,1 kWh	24,4 kWh	24,65 kWh
Nettoverbrauch	kWh	54,7	38,4	38,6	30,3	30,05
davon Strom	kWh	-	-	-	30,3	7,13
Fhz-km Diesel	km/a	976.392	976.392	976.392		402.844
Fhz-km elektrisch	km/a				976.392	573.548

Dieserverbrauch	l/a	535.500	375.900	377.900		224.100
Stromverbrauch	kWh/a				1.985.500	467.200

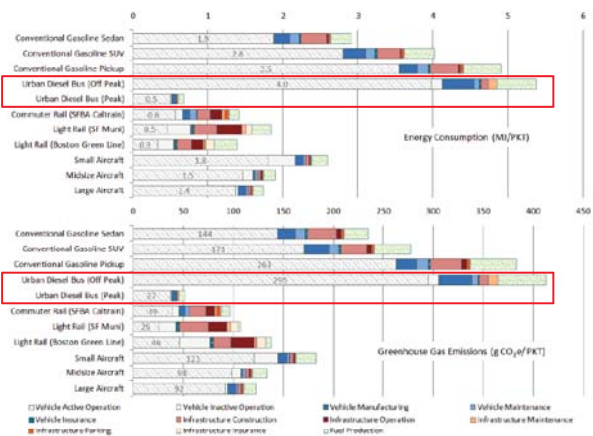
Anmerkung zu Trolley-Hybrid: Trolley-Anteil nur ca. 20 %
Simulation Energieverbrauch: Fa. Vossloh-Kiepe

4. Umweltaspekte für Modellfall „Astad“ bewertete Emissionen gemäß Standi

	Dimension	Diesebusb	Hybridbus Supercap	Hybridbus Batterie	Trolleybus	Trolley-Hybrid
CO ₂	€/a	50.510	34.680	34.890	-	20.660
CO	€/a	0	0	0	-	0
HC	€/a	1.000	700	700	-	420
NOx	€/a	19.070	13.390	13.460	-	7.970
Partikel	€/a	3.730	2.490	2.660	-	1.560
Einheitskosten elektrische Energie	€/a	0	0	0	5.960	1.400
Summe Geldwert Emissionen	€/a	133.220	92.610	93.280	5.960	56.660

Anmerkung zu Elektrischer Energie: Annahme von „Grünen Strom“ - ohne Bewertung der Verfügbarkeit

5. Provokation oder ein bisschen Wahrheit?



Quelle: Mikhail V. Chester und Arpad Horvath:
Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains
In: IOP PUBLISHING ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS, Environ. Res. Lett. 4 (2009) 024008 (8pp)

5. Der Bus von Morgen?

Erfolg des Busway in Nantes:

Beispiel zeigt die Notwendigkeit für eine qualitative Aufwertung des „Systems Bus“



5. Qualitätsverbesserung des Systems Bus



6. Fazit und Zusammenfassung (I)

- Jedes System muss individuell gerechnet werden unter Berücksichtigung lokaler Kenngrößen
- Mit steigenden Treibstoffkosten werden elektrische Antriebe attraktiver
- Energiekosten sind zwar ein wesentlicher aber nicht entscheidender Kostenfaktor, wichtiger erscheint eine Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit:
 - Reduzierung Abschreibung durch Minderung Fahrzeugbedarf
 - Reduzierung Personalkosten
 - Zusätzlich: Erhöhung Einnahmen durch Attraktivitätssteigerung
- Bei allen energetischen Betrachtungen sollte vor allem auch die volkswirtschaftliche Bewertung im Vordergrund stehen, unter Beachtung des gesamten Lebenszyklus einschließlich der Herstellung und ohne Fördermittel!



6. Fazit und Zusammenfassung (II)

- In der letzten Zeit gab es ein Vielzahl von Untersuchungen und Vergleichen von städtischen Verkehrssystemen, heftig diskutiert wird die FGSV-Studie „Hinweise zu Systemkosten von Busbahn und Straßenbahn bei Neueinführung“
- Als Fazit lässt sich daraus ableiten:
 - Entscheidend für das Ergebnis sind die Eingangsgrößen. Diese sind örtlich und von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich
 - Teilweise widersprechen sich die Aussagen nicht unerheblich
- Alle Bewertungen müssen abgewogen werden unter
 - Politischen
 - Betriebswirtschaftlichen und
 - Volkswirtschaftlichen Aspekten



Quelle: hisbus

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



Kontaktadresse

Dipl.-Ing. Günter Koch
Leiter Kompetenzzentrum Nahverkehr
DB International GmbH
Region Deutschland Süd und Südeuropa
Büro Karlsruhe
Gartenstraße 82-84 Postfach 2106
76135 Karlsruhe 76009 Karlsruhe
Tel. +49 721 93116-20
Fax +49 721 93116-30
guenter.koch@db-international.de
<http://www.db-international.de>