

Markt und Technik von mehrsystemfähigen bzw. hybriden Stadt- bzw. Überlandbahnen



**37. Fachtagung Moderne Schienenfahrzeuge
Graz, April 2007**

Autoren: Hauptmann, Himme, Hohmann, Newesely, Petz

BOMBARDIER

Aspekte des Vortrages

Themen

Rückblick

Ziel/Markt

Anforderung

Baukasten

Beispiele

Energiesparen

CFO Betrieb

Resümee

- **Rückblick**
- **Was will man bieten – welchen Markt erreicht man ?**
- **Für welche Anforderungen braucht man Lösungen ?**
- **Baukasten gefragt für Flexibilität**
- **Beispiel Mehrsystemfahrzeug**
- **Beispiel Hybridfahrzeug**
- **Energiesparbetrieb**
- **Oberleitungsfreier Betrieb**

War der Boom rund um das Millennium überzogen ?

Themen

Rückblick

Ziel/Markt

Anforderung

Baukasten

Beispiele

Energiesparen

CFO Betrieb

Resümee

■ Mehrsystemfähige Stadt-Überlandbahnen

- **Idee:** ohne „Systemwechsel“ (umsteigen, Fahrzeugwechsel) vom angrenzenden Umland direkt in das Stadtzentrum
- Pilot: „Karlsruher Modell“ (Deutschland, 1992)
 - Insgesamt 121 GT8-100 Fahrzeuge (Bombardier/Siemens)
 - Region Nordschwarzwald / Heilbronn / Freudenstadt (D)
- TramTrain „Saarbahn“ (Deutschland und Frankreich, 1998)
 - Insgesamt 28 Flexity Link Fahrzeuge (Bombardier)
 - Saarbrücken (D) bis Sarreguemines (F)
 - Anschlussprojekt SAAR/LOR/LUX verschoben



Mehrsystemfähige/hybride Stadt- bzw. Überlandbahnen

BOMBARDIER

Andere Beschaffungen

■ Nachfolgende, realisierte Systeme

- **HTM Den Haag (NL, 2001)**
 - 6 Flexity Swift (Bombardier), 750/1500VDC
- **KVG Kassel (D, 2001)**
 - 28 Regio Citadis (Alstom) davon 18 für 600VDC/15kV und 10 dieselel./600VDC
- **Nordhausen (D, 2002)**
 - 3 Combino Duo (Siemens), dieselel./700VDC
- **St.Gallen/Trogener Bahn (CH, 2002)**
 - 2 Fahrzeuge (Stadler), 600/1000VDC



Mehrsystemfähige/hybride Stadt- bzw. Überlandbahnen

BOMBARDIER

Themen

Rückblick

Ziel/Markt

Anforderung

Baukasten

Beispiele

Energiesparen

CFO Betrieb

Resümee

Andere Beschaffungen

■ Nachfolgende, realisierte Systeme (Forts.)

- **Zürich-Esslingen (CH, 2002)**

- 13 Fahrzeuge „Forchbahn“ (Stadler), 600/1200VDC



- **SNCF Paris (F, 2004)**

- 15 Avanto (Siemens), 25kV/750VDC



- **Metro do Porto (P, 2006)**

- 30 Flexity Swift (Bombardier), 750/25kV



- **Mulhouse (F, 2006)**

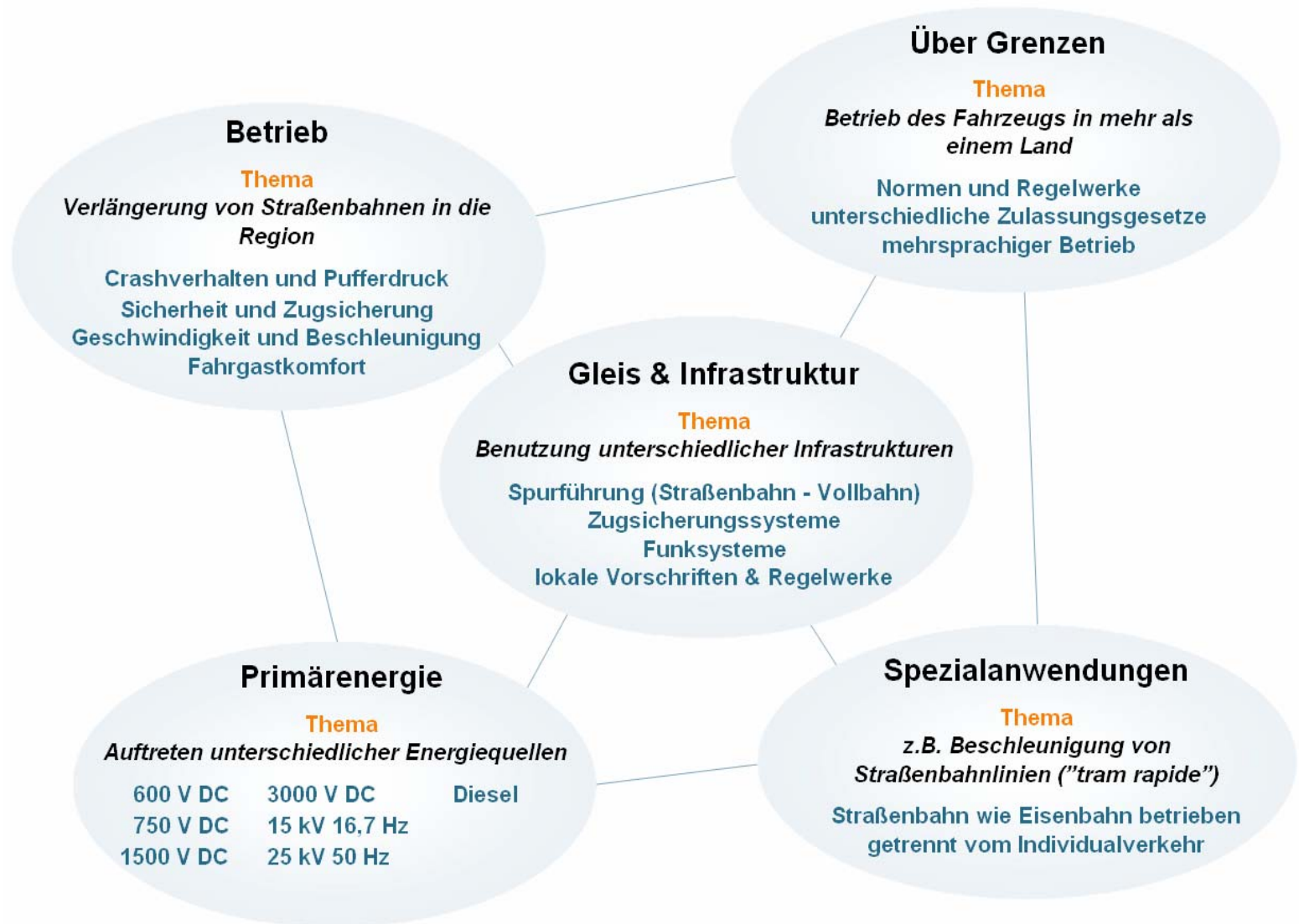
- 12 Avanto (wie für SNCF Paris)

Intentionen und Charakteristika der Projekte

- **Regionalentwicklung um mittlere Zentren/Metropolen**
- **Umsteigefreies Erreichen der Zentren aus dem Umland**
- **Erhöhung der Fahrgastzahlen (vom Auto auf die Schiene)**
- **Nutzung unterschiedlicher bestehender Infrastruktur**
- **Flexibilität verschoben auf das Fahrzeug**
- **Anpassung der Fahrzeuge an die lokalen Gegebenheiten**
- **Schwierige Projektentwicklung, weil viele Beteiligte**
- **Geringe Verkehrsdichten im Umland**
- **Geringe Anzahl Fahrzeuge pro Projekt**
- **Relativ teure Fahrzeuge**
- **Politische Unterstützung erforderlich**

Anforderungen an die Flexibilität

- Themen
- Rückblick
- Ziel/Markt
- Anforderung
- Baukasten
- Beispiele
- Energiesparen
- CFO Betrieb
- Resümee



Mehrsystemfähige/hybride Stadt- bzw. Überlandbahnen

BOMBARDIER

Bombardier Flexity Konzept- und Systembaukasten

Themen

Rückblick

Ziel/Markt

Anforderung

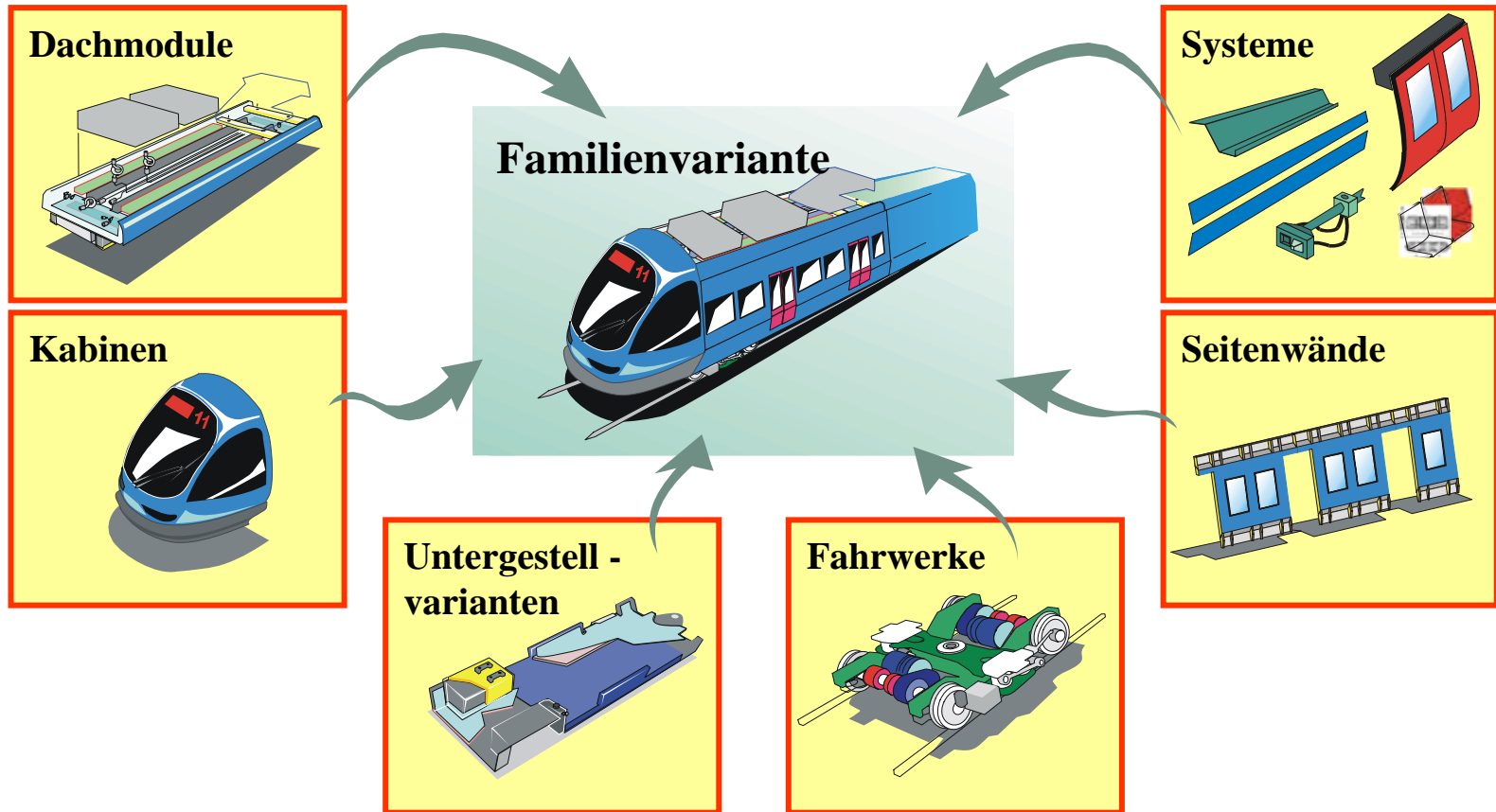
Baukasten

Beispiele

Energiesparen

CFO Betrieb

Resümee



Mehrsystemfähige/hybride Stadt- bzw. Überlandbahnen

BOMBARDIER

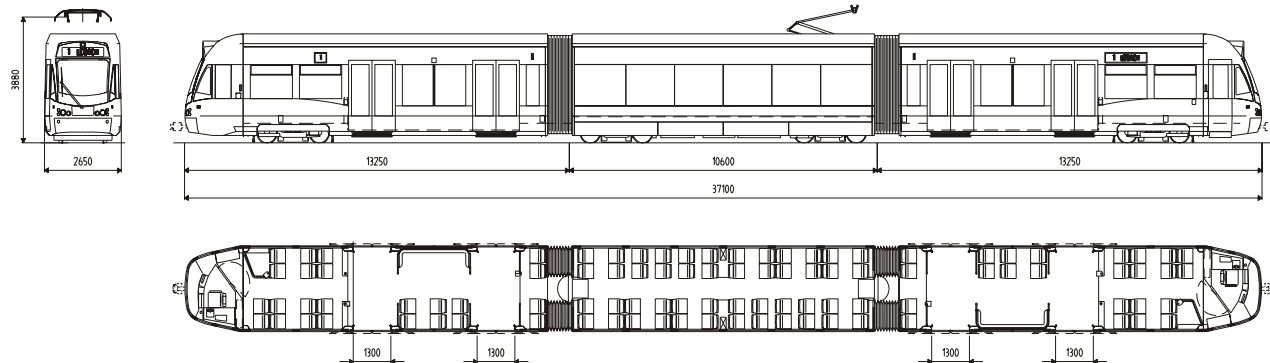
Beispiel Mehrsystemfahrzeug

Bombardier FLEXITY Link Saarbrücken



- **Vertragsdatum:** 1995
- **Besteller:** Stadtbahn Saar GmbH
- **Stückzahl:** 28
- **Länge:** 37 m
- **Breite:** 2.65 m
- **Einstiegshöhe:** 400 mm
- **Höchstgeschwindigkeit:** 100 km/h
- **Sitzplätze:** 96
- **Stehplätze (4 Pass./m²):** 147
- **Spurweite:** 1435 mm

750VDC/15kV16 2/3Hz



Mehrsystemfähige/hybride Stadt- bzw. Überlandbahnen

BOMBARDIER

Hybridfahrzeug

Bombardier FLEXITY Swift XT

- Prinzipiell elektrisches Fahrzeug
- Mittellast Stromerzeuger an Bord

Betriebsarten :

- Stadtbahnbetrieb 600/750 VDC
- Energiesparbetrieb
- Oberleitungsfreier Betrieb

Innovationen

- Streckenabhängiges Energiemanagement und Fahrerassistenz
- Dynamischer Betriebsartenwechsel
- Partiiell emissionsfreier Betrieb (Lärm und Abgas)
- Vom Fahrspiel entkoppelter Bestpunktbetrieb des Stromerzeugers
- Doppelte Spitzenleistung durch Energiespeicher
- Rekuperation der Bremsenergie in allen Betriebsarten
- Emissionsarme und leichte Motorentchnik aus dem Automobilbau
- Geringes Gewicht des Stromerzeugers
- Etwa 20% geringerer Brennstoffverbrauch



Mehrsystemfähige/hybride Stadt- bzw. Überlandbahnen

BOMBARDIER

Themen

Rückblick

Ziel/Markt

Anforderung

Baukasten

Beispiele

Energiesparen

CFO Betrieb

Resümee

Energiesparbetrieb

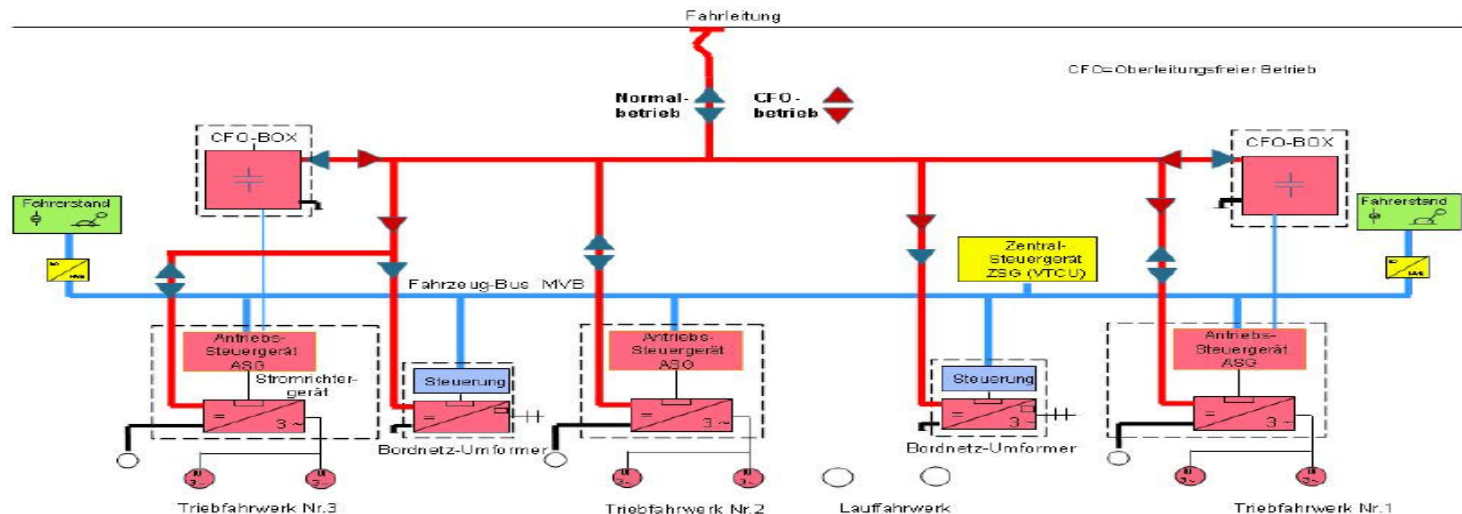


Bombardier Speichertechnologie

- Energiespeicher **MITRAC ES**
- Seit 2003 im Piloteinsatz bei MVV in Mannheim

Versuchsergebnisse

- 30% Traktionsenergieeinsparung durch Rekuperation von Bremsenergie unter Oberleitung
- 20 % Treibstoffeinsparung bei Verbrennungstriebwagen oder Hybridfahrzeugen (Simulation)



Mehrsystemfähige/hybride Stadt- bzw. Überlandbahnen

BOMBARDIER

Oberleitungsfreier Betrieb (CFO)

1. Aus ästhetischen Gründen:

- Historische, attraktive Plätze in der Stadt
- Kreuzungen

2. Aus praktischen Gründen:

- Räumfahrten bei Spannungsausfall oder Beschädigung der Oberleitung
- Werkstattfahrten aus eigener Kraft

3. Aus betrieblichen Gründen:

- Nutzung von nicht elektrifizierten Strecken gleicher Spurweite

Anforderungen 1 und 2 können mit rein elektrischer Speichertechnologie (Supercaps) erfüllt werden.

Für Anforderung 3 ist eine hybride Lösung kombiniert mit elektrischem Energiespeicher optimal.

Damit ist Energiesparbetrieb in allen Fällen gegeben.

Themen

Rückblick

Ziel/Markt

Anforderung

Baukasten

Beispiele

Energiesparen

CFO Betrieb

Resümee

Zusammenfassung

- Rückblickend wurden die realisierten Projekte für Mehrsystem und Hybridfahrzeuge betrachtet
- Es wurde festgestellt, dass sich der Markt nicht so stürmisch entwickelt hat, wie angenommen
- Die mittlere zu erwartende Projektgröße liegt bei ca. 20 Fahrzeugen
- Die benötigte Flexibilität für derartige Fahrzeuge muss aus einem Baukasten kommen (sonst werden die Fahrzeuge zu teuer)
- Neue Verfahren des Energiemanagements (elektrische Energiespeicherung) reduzieren Betriebskosten und leisten einen weiteren Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz