

Überblick Elektrobusse und deren Technologien



23.01.2018

Dipl.-Ing Burkhard Kuphal
Leiter Technischer
Bereich

SWK MOBIL GmbH



1

Übersicht Elektrobusse

2

Ladesysteme und -strategien

3

Projekt Genf / Projekt mit der Hochschule Niederrhein

Elektrobusse / Dieselbusse



Hersteller	Mercedes (Dieselbus)	Solaris	Sileo	Mercedes (Dieselbus)	Hess	Solaris
Herkunft	Deutschland	Polen	Deutschland	Deutschland	Schweiz	Polen
Modell	Citaro C2	Urbino Electric 12	Elektrobus S12	Citaro C2	TOSA	Urbino Electric 18
Max. Anzahl Sitzplätze	34	28	38	44	38	47
Motorleistung [kW]	220	160	2 x 120	265		240
Batterietyp	-	Lithium-Eisenphosphat	Lithium-Eisenphosphat	-	Lithium-Titanatoxid	Lithium-Eisen-Phosphat
Batteriekapazität [kWh]	-	200	230	-	38	90
Reichweite [km] **	ca. 700	max. 150	max. 230 -300	ca. 600	max 6 - 7	max. 150
Länge (m)	12	12	12	18,13	18,75	18
Preis [€]*	ca. 220.000	ca. 650.000	ca. 500.000	ca. 300.000	ca. 1 Mio.	ca. 750.000
*Preise sind Orientierungspreise: Abhängig von der Batterietechnologie und dem Ladungskonzept						
** Abhängig von der eingesetzten Batteriekapazität						



1

Übersicht Elektrobusse

2

Ladesysteme und -strategien

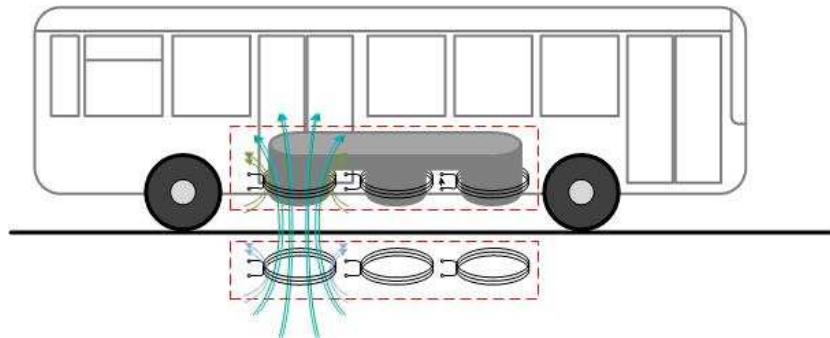
3

Projekt Genf / Projekt mit der Hochschule Niederrhein

Ladeinfrastruktur: Induktive Stromübertragung



- Bei der induktiven Stromübertragung wird ein Magnetfeld zur Übertragung von Spannung aufgebaut.
- Fahrbahn die sogenannte „Primärspule“ und Fahrzeugseitig die „Sekundärspule“
- Dynamische (während der Fahrt) und statische (bei Stillstand des Fahrzeuges) Aufladung möglich



- Ladeleistung: 200 kW
- Gewicht: 7.000 Kg
- Maße (LxBxH): 5 x 2 x 0,25 m
- Kosten: ca. 80.000 €



- Das Fahrzeug fährt unter die Ladestation und kommuniziert kabellos mit dieser. Nach diesem automatischen Identifikationsprozess wird automatisch die Kontaktschiene abgesenkt und der Ladevorgang gestartet
- Ladeleistung: 150 kW - 300 kW
- Kosten: stark abhängig von der Anschlussleistung (Netzanschluss, Trafo, Gleichrichter, absenkbare Stromschiene)



Overnight-Charging

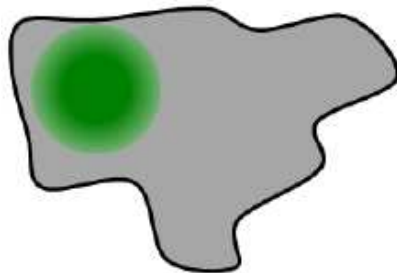
Vorteile:

- Geringere Investitionskosten in Infrastruktur

Nachteile:

- Mehrkosten u. Gewicht Batterie
- Langsamere Ladeprozess

Betriebshof (●)



Opportunity Charging

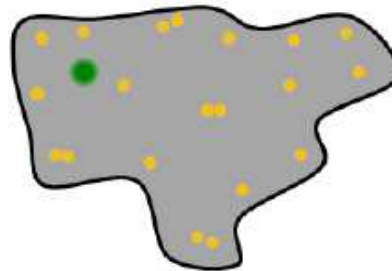
Vorteile:

- Geringere Batteriekosten
- Gewicht Batterie

Nachteile:

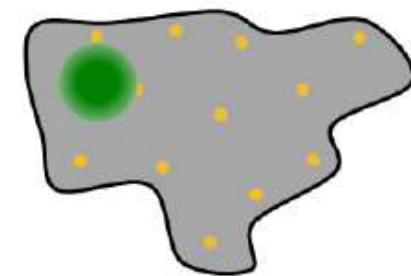
- Höhere Investitionskosten in Infrastruktur
- Busse weniger flexibel einsetzbar

Betriebshof (●) & Strecke (●)



Opportunity Charging / Overnight-Charging

Betriebshof (●) & Strecke (●)



1

Übersicht Elektrobusse

2

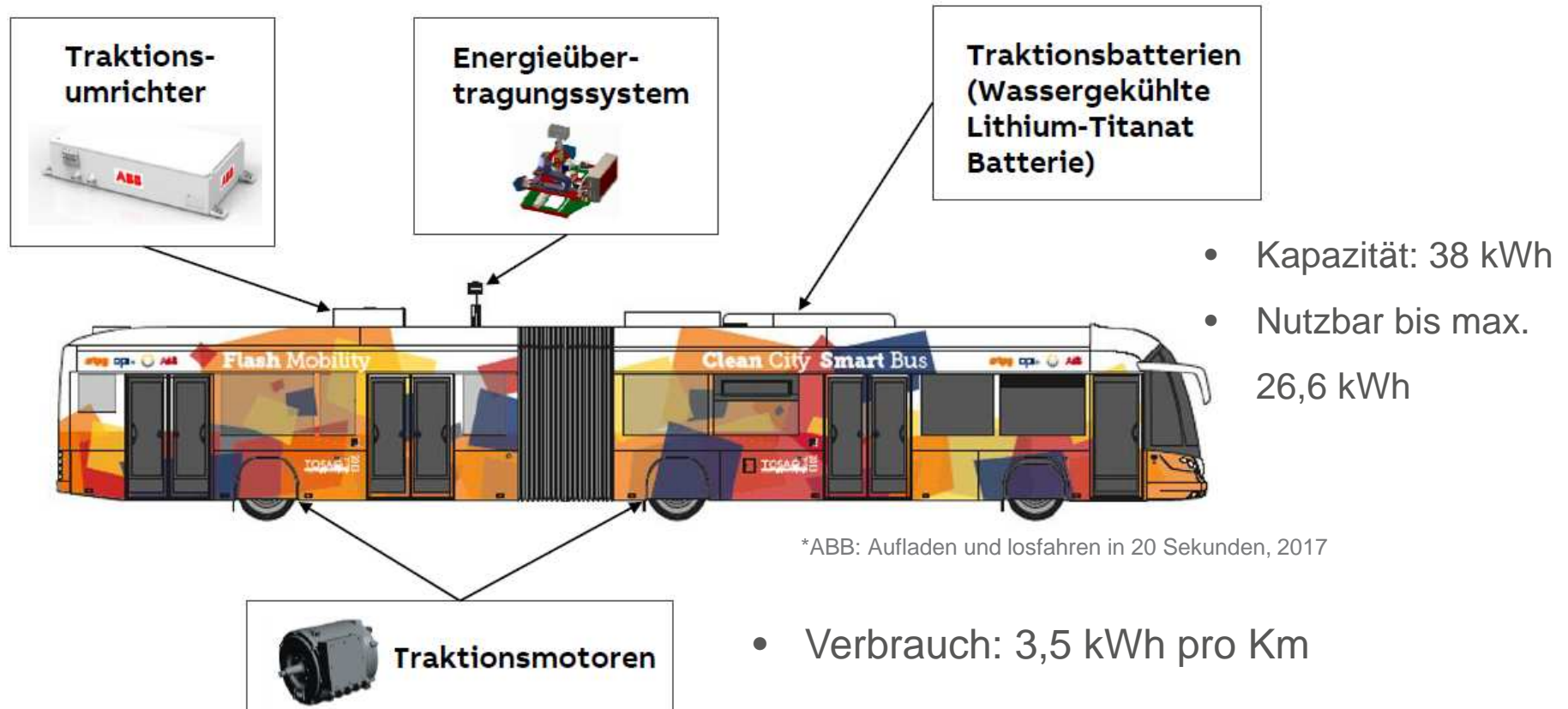
Ladesysteme und -strategien

3

Projekt Genf / Projekt mit der Hochschule Niederrhein

Projekt Genf mit Flash-Ladetechnologie

- Alternative zu bestehenden O-Busbetrieb



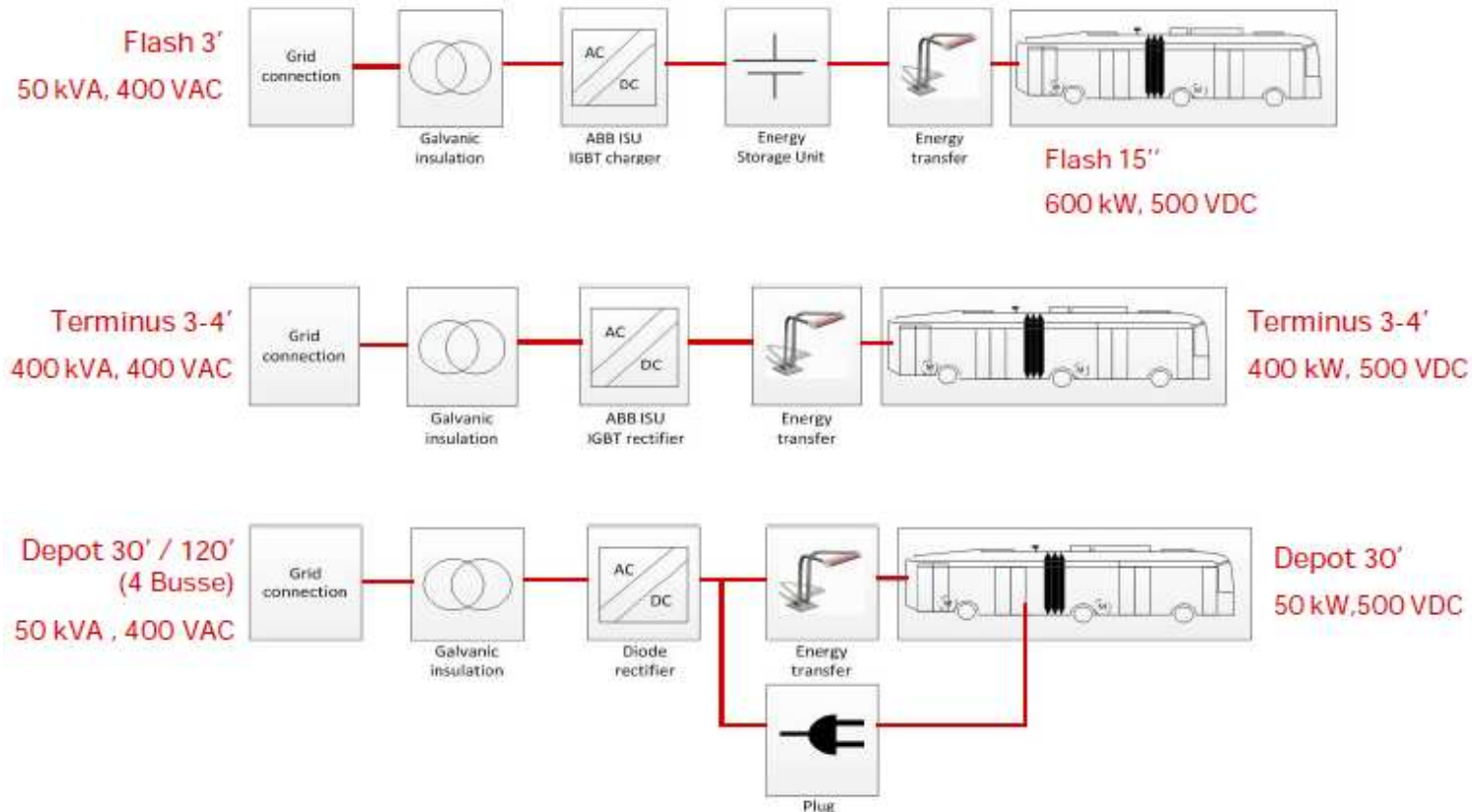
- Beschaffung von 12 TOSA Bussen mit Flash-Technologie: **12 Mio. €**

Projekt Genf mit Flash-Ladetechnologie



Flash / Terminus / Depot: Der Energiespeicher wird entsprechend dem lokalen Netz und dem Liniennetz ausgelegt.

- Flash-Ladung an ausgewählten Haltestellen (20 Sek.)
- Terminal-Ladestation (4-5 Min.)
- Depot (30 Min.)



*ABB: Infrastrukturlösungen für die Elektromobilität, 2017

Projekt Genf mit Flash-Ladetechnologie



- Aufbau Infrastruktur (Linie 23 im 10-15 Min Takt):
 - 13 Flash-Ladestationen
 - 3 Ladestationen an den Endhalterstellen
 - 4 Ladestationen im Depot
- ➔ **Investitionskosten: 8,5 Mio. €**



Batterie



Steuerungspanel

Investition Busse: 12 Mio. €
Investition Infrastruktur: 8,5 Mio. €
Gesamtinvestition: 20,5 Mio. €



*ABB: Infrastrukturlösungen für die Elektromobilität, 2017

Krefeld, Vergleichslinie 061



Linie 061 (Kr-Fischeln – Kempener Feld)

- Linienlänge: 14,57 km
- Annahme: 15 Min-Takt

Anzahl benötigter Fahrzeuge:

Durchschnittsgeschwindigkeit = 15 km/h $\hat{=}$ 4,16 m/s
 Wendezeiten je 10 min.

Umlaufzeit:

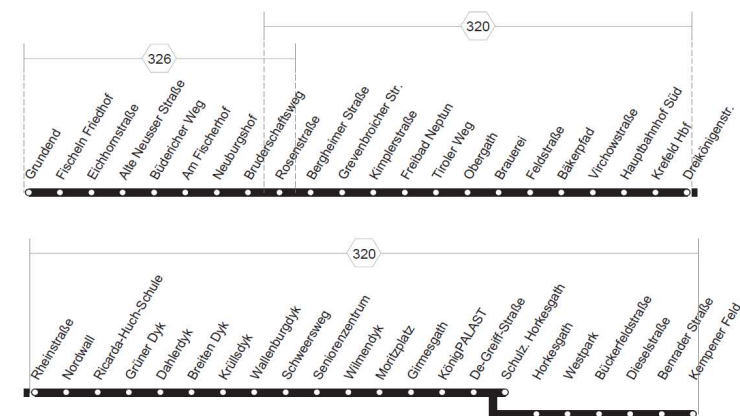
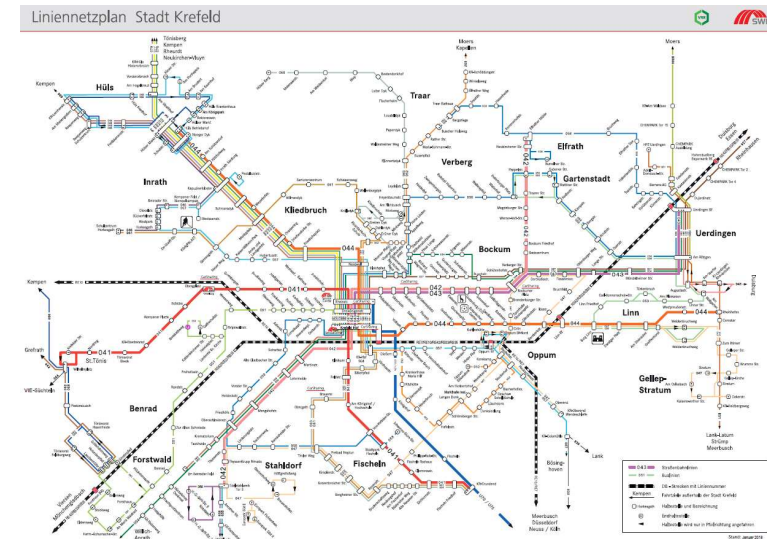
einfache Fahrzeit = 14.570/4,16 = 3500 s $\hat{=}$ 58 min.

$t_{\text{Umlauf}} = 2 \times 58 \text{ min} + 2 \times 10 \text{ min} = \underline{136 \text{ min.}}$

Anzahl Fz. = $t_{\text{Umlauf}} / \text{Takt} = 136 / 15 = \underline{9 \text{ Stück}}$

➔ Investition konventioneller Diesel-Gelenkbus:

300.000 € x 9 = 2.700.000 €



- **Thema: Potentiale und Entscheidungskriterien für den Einsatz von Elektrobussen im SWK Liniennetz**
 - Erstellung eines Softwaretools zur dynamischen Berechnung der relevanten Kenngrößen.
 - Bewertende Größen: Investitionskosten in Infrastruktur und Fuhrpark, Betriebskosten für Antriebsenergie und Wartung
 - variable Eingangsgrößen: energetischen Bedarf, die Batteriegrößen, dynamisches Lastmanagement, die Umlaufplanung sowie Wendezeiten



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit