



Vom Trolley- und Hybridbus zum Elektrobuss

Wolfgang Presinger
Solaris Bus & Coach S.A.

Senior Advisor to the Board
wolfgang.presinger@solarisbus.com

TrolleyMotion 2010
Luzern, 1. Dezember 2010

Stadtbusse Solaris Urbino

8,6 / 10 / 12 / 15 / 18 m

Diesel / Erdgas



Überlandbusse Solaris Urbino LE

8,9 / 12 / 15 m

Diesel / Erdgas



Überlandbus Solaris InterUrbino

12 m

Diesel



Hybridbusse

Solaris Urbino Hybrid

12 / 18 m

diesel-elektrisch **seriell/parallel**



Trolleybusse

Solaris Trollino

12 / 15 / 18 m

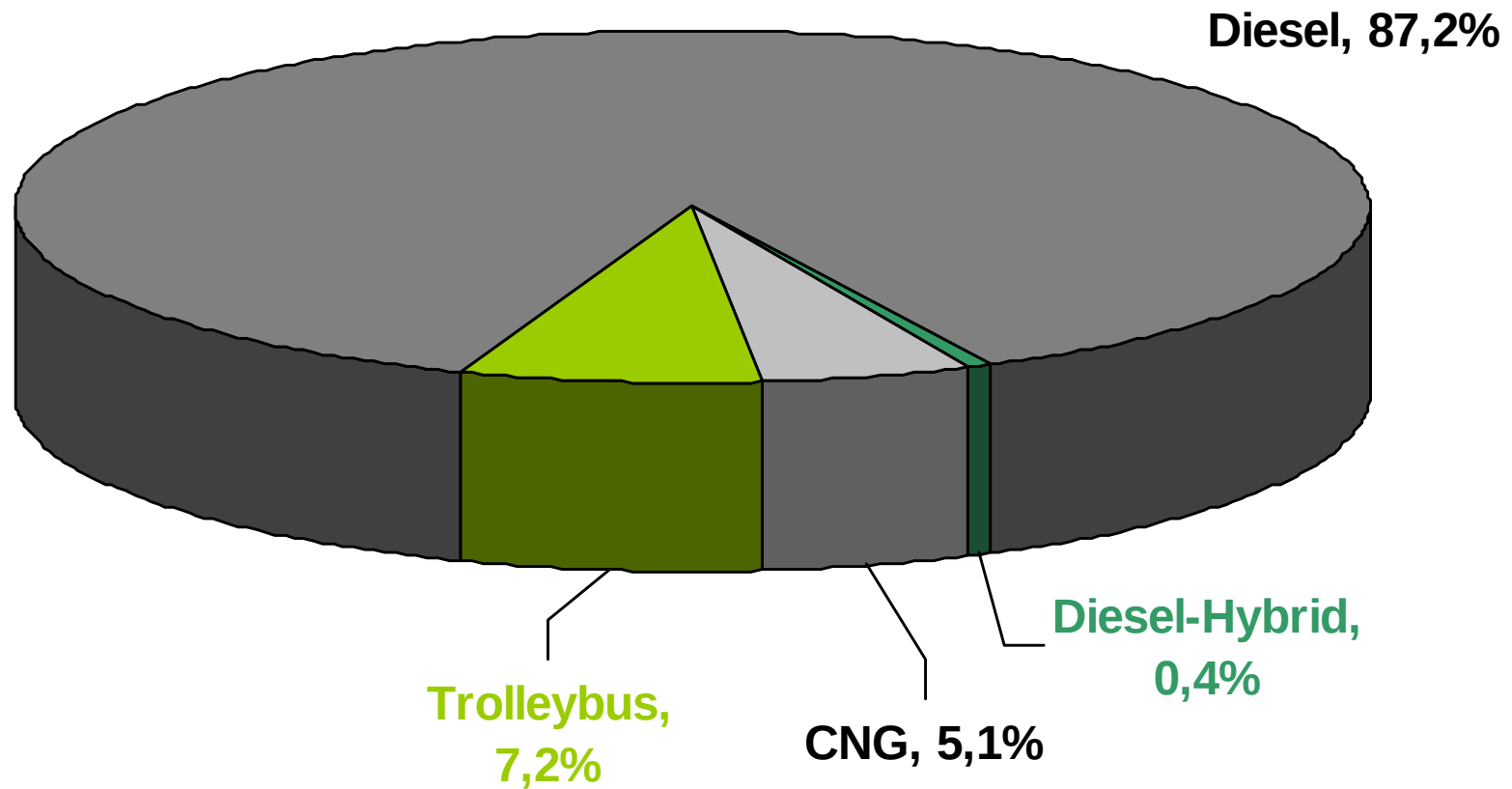


Straßenbahn

Solaris Tramino

32 m





Verteilung der Antriebsarten

Solaris Urbino / Urbino Hybrid / Urbino CNG / Trollino

seit 2001 insgesamt
450 Solaris Trollino

davon **262** Solaris Trollino 12 (Zweiachser)
 57 Solaris Trollino 15 (Dreiachser)
 131 Solaris Trollino 18 (Gelenk)



Referenzen

Bologna (I), Budapest (H), La Chaux-de-Fonds (CH), Chomutov-Jirkov (CZ),
Coimbra (P), Debrecen (H), Eberswalde (D), Gdynia (PL), Jihlava (CZ), Kaunas (LT),
Landskrona (S), Lublin (PL), Napoli (I), Opava (CZ), Ostrava (CZ), Pardubice (CZ),
Plzeň (CZ), Riga (LV), Roma (I), Salzburg (A), San Remo (I), Sofia (BG), Tallinn (EST),
Teplice (CZ), Tychy (PL), Vilnius (LT), Winterthur (CH)

(Stand 31.10.2010)

Systempartner für Trolleybusse

Škoda

Pilsen (CZ)

Trollino 12, 15, 18



Cegelec

Prag/Ostrava (CZ)

Trollino 12, 15, 18



Medcom

Warschau (PL)

Trollino 12



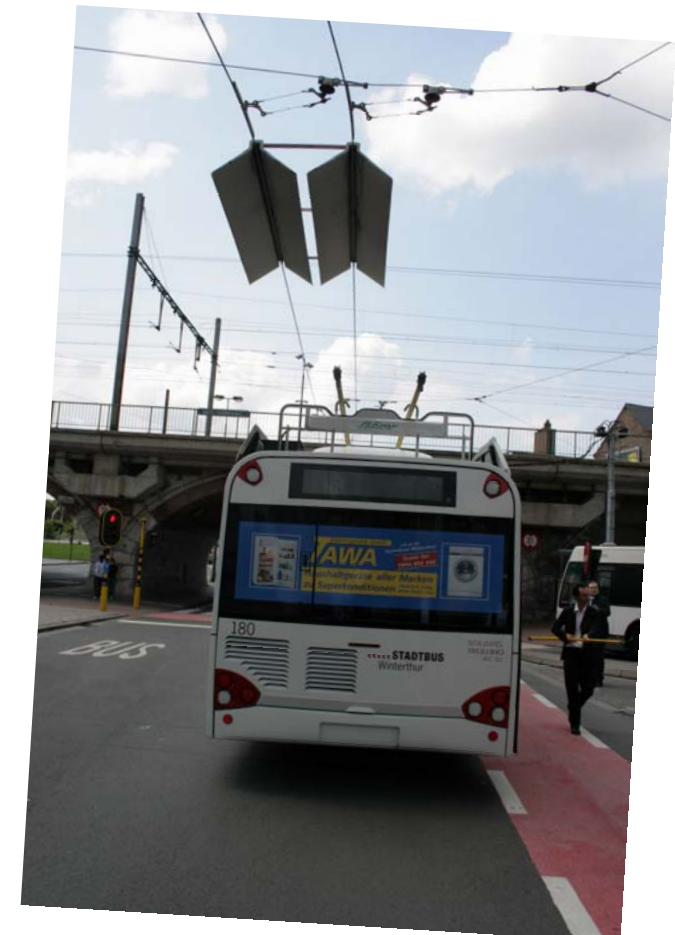
Vorteile von Trolleybussen (Auswahl)

- reine Elektromobilität
- keine Emissionen am Einsatzort
- bewährte Technologie
- sanfte Fahrdynamik
- leise
- hohe Steigfähigkeit



Bisherige Einschränkungen von Trolleybussen

- ständige Infrastrukturabhängigkeit
- fehlende Flexibilität
- begrenzte Leistung von Hilfsantrieben



 Weiterentwicklung notwendig

Mögliche Weiterentwicklung

- leistungsstärkere Hilfsantriebe
(Dieselgeneratoren, verbesserte Batterien)
- Energiespeicher zur Nutzung von Bremsenergie im Fahrzeug
anstelle von ggf. verlustbehafteter Rückspeisung in die Fahrleitung,
dadurch geringerer Energieverbrauch
- automatische Stromabnehmer
(Heben und Senken während der Fahrt?)
- Nutzung von Synergien aus Hybridbus-Entwicklung
- Weiterentwicklung zu oberleitungsunabhängigem Elektrobuss

Salzburg (A): Trollino 18 (Cegelec)

Ausstattung mit gewöhnlichem Diesel-Hilfsantrieb

Im planmäßigen Einsatz stets rein elektrischer Betrieb, umfangreiches Oberleitungsnetz mit installierten Abzweigungen für eventuelle Umleitungen

Elektromotor	250 kW
Diesel-Hilfsaggregat	58 kW

$V_{\max}$ Oberleitung	75 km/h
$V_{\max}$ Diesel	25 km/h



Salzburg (A): Trollino 18 (Cegelec)

Betriebsspannung	600 V, vorbereitet für 750 V
Traktionsausrüstung	Cegelec Integra 2110, IGBT
Elektrischer Fahrmotor	Škoda ML 3846 K6 (AC, 6-polig, eigenbelüftet), 250 kW
Stromabnehmer	Faiveley Lekov TSS 10.2, automatisch, mit Schnellabsenkung
Hilfsaggregat/Generator	Kirsch PME 50/250/80 (diesel-elektrisch), 57,6 kW
Dieselmotor	Deutz TD2011L04
Kraftstofftank	125 l
Sitzplätze	38
Stehplätze	max. 104 (6 Personen/m ²)
Klimaanlagen Fahrgastraum	2x Konvekta KL 120
Klimaanlage Fahrerplatz	Konvekta KL 20 E
Heizung	Warmwasserheizung, 40 kW

Bologna (I): Trollino 18 (Cegelec)

Ausstattung mit leistungsstarkem Dieselgenerator

Planmäßiger „Duo-Bus“-Einsatz
mit längeren Strecken ohne Oberleitung
bei vollem Fahrgastaufkommen

Ausgerüstet mit automatischer Oberleitungs-
Spannungsumschaltung 600 V / 750 V

Elektromotor	250 kW
Dieselgenerator	175 kW

$V_{\max}$ Oberleitung + Diesel 70 km/h



Bologna (I): Trollino 18 (Cegelec)

Betriebsspannung	600 V / 750 V, automatischer Spannungswechsel
Traktionsausrüstung	Cegelec Integra 2110.Bo, IGBT
Elektrischer Fahrmotor	Škoda ML 3846 K6 (AC, 6-polig, eigenbelüftet), 250 kW
Stromabnehmer	Faiveley Lekov TSS 10.4, automatisch, mit Schnellabsenkung
Hilfsaggregat/Generator	Kirsch PU 175 DIPME (diesel-elektrisch), 175 kW
Dieselmotor	Iveco N60 ENT.C, 220 kW, Euro 5
Kraftstofftank	175 l
Sitzplätze	36
Stehplätze	max. 108 (6 Personen/m ²)
Klimaanlagen Fahrgastraum	2x Konvekta KL 120
Klimaanlage Fahrerplatz	Konvekta KL 20 E
Heizung	Warmwasserheizung, 40 kW

Gdynia (PL): Trollino 12 (Medcom)

Ausstattung mit Ni-Cd-Batterien als Hilfsantrieb

Im normalen Betrieb rein elektrischer Einsatz, Batterien als Hilfsantrieb für Störungen/Umleitungen

Elektromotor	180 kW
Batterie	16 kWh

$V_{\max}$ Oberleitung + Batterie 70 km/h



Gdynia (PL): Trollino 12 (Medcom)

Betriebsspannung	600 V
Traktionsausrüstung	Medcom ANT 180-600, IGBT
Elektrischer Fahrmotor	Cantoni STDa280 6B (AC, 6-polig, eigenbelüftet), 180 kW
Stromabnehmer	Faiveley Lekov TSS 10.3, automatisch, mit Schnellabsenkung
Batterien	Ni-Cd, Saft STH800, 16 kWh
Sitzplätze	32
Stehplätze	max. 58
Klimaanlage Fahrgastraum	Konvekta UL 500 EM
Klimaanlage Fahrerplatz	Konvekta KL 20 E
Heizung	elektrisch

Eberswalde (D): Trollino 18 (Cegelec)

Ausstattung mit mittelstarkem Diesel-Hilfsantrieb und Supercaps

Planmäßig rein elektrischer Betrieb,
zeitweise Umleitungen abseits der
Oberleitung, Option auf
Linienverlängerungen ohne Ausbau
der Infrastruktur

Elektromotor	250 kW
Dieselmotor	100 kW
Supercaps	0,88 kWh

$V_{\max}$ Oberleitung + Diesel 70 km/h



**Solaris + Cegelec + BBG Eberswalde:
Werkvertrag zur
Weiterentwicklung des Hilfsantriebs**

Eberswalde (D): Trollino 18 (Cegelec)

Betriebsspannung	600 V, vorbereitet für 750 V
Traktionsausrüstung	Cegelec Integra 2126.Eb, IGBT
Elektrischer Fahrmotor	Škoda ML 3846 K6 (AC, 6-polig, eigenbelüftet), 250 kW
Stromabnehmer	Faiveley Lekov TSS 10.2/IV, automatisch, mit Schnellabsenkung
Superkondensatoren	LS Mtron, 0,88 kWh
Hilfsaggregat/Generator	Kirsch APU 100 DIPME (diesel-elektrisch), 100 kW
Dieselmotor	Iveco N40 ENT.C, 118 kW, Euro 5
Kraftstofftank	125 l
Sitzplätze	38
Stehplätze	max. 104 (6 Personen/m ²)
Klimaanlagen	2x Konvekta UL 500 EM
Heizung	Warmwasserheizung, 40 kW

Urbino 18 Hybrid (Allison)

Leistungsverzweigter Hybridbus mit NiMH-Batterie

Erster europäischer Hybridbus
mit serienmäßiger Technologie

Vorstellung 2006,
Weiterentwicklung 2008

Elektromotoren	175 kW
Dieselmotor	181 kW
Batterie	~20 kWh



Urbino 18 Hybrid (Allison)

Hybridart	leistungsverzweigt
Hybridsystem	Allison Transmission E _p 50
Hybrideinheit	Allison Transmission E _v 50
Elektrische Motoren	in Hybrideinheit integriert, AC, 2x75 kW
Dieselmotor	Cummins ISB6.7EV 250H, SCR, 181 kW, 6,7 l, EEV
Kraftstofftank	350 l Diesel + 40 l AdBlue
Batterie	NiMH, 600 V, ~20 kWh
Sitzplätze	max. 54
Stehplätze	max. 106 (6 Personen/m ²)
Klimaanlagen	z.B. 2x Konvekta UL 500
Heizung	Wasserheizung

Urbino 12 Hybrid (Eaton)

Paralleler Hybridbus mit Li-Ion-Batterie

Hybridisiertes automatisiertes Getriebe,
einfache Systemarchitektur

Vorstellung 2009

Elektromotor	44 kW
Dieselmotor	162 kW
Batterie	3,6 kWh



Urbino 12 Hybrid (Eaton)

Hybridart	parallel (automatisiertes Getriebe)
Hybrideinheit	Eaton HDU
Elektrischer Motor	in Hybrideinheit integriert, AC, max. 44 kW
Dieselmotor	Cummins ISB6.7EV 225H, SCR, 162 kW, 6,7 l, EEV
Kraftstofftank	2x175 l Diesel + 40 l AdBlue
Batterie	Li-Ion (LiMnO ₂), Eaton PEC, 340 V, 3,6 kWh
Sitzplätze	38
Klimaanlage	z.B. Konvekta UL 500
Heizung	Wasserheizung

Urbino 18 Hybrid (Voith)

Paralleler Hybridbus mit Supercaps

„DIWAhybrid“: Hybridvariante des DIWA-Automatikgetriebes

Vorstellung 2010

Elektromotor	150 kW
Dieselmotor	181 kW
Supercaps	0,5 kWh



Urbino 18 Hybrid (Voith)

Hybridart	parallel (Automatikgetriebe)
Hybrideinheit	Voith DIWAhybrid
Elektrischer Motor	in Hybrideinheit integriert, AC, 150 kW
Dieselmotor	Cummins ISB6.7EV 250H, SCR, 181 kW, 6,7 l, EEV
Kraftstofftank	350 l Diesel + 40 l AdBlue
Supercaps	Maxwell, 5x125 V, 0,5 kWh
Sitzplätze	51
Klimaanlagen	2x Konvekta UL 500
Heizung	Wasserheizung

Urbino 18 Hybrid (Vossloh Kiepe)

Serieller Hybridbus mit Li-Ion-Batterie, Supercaps und Plug-in

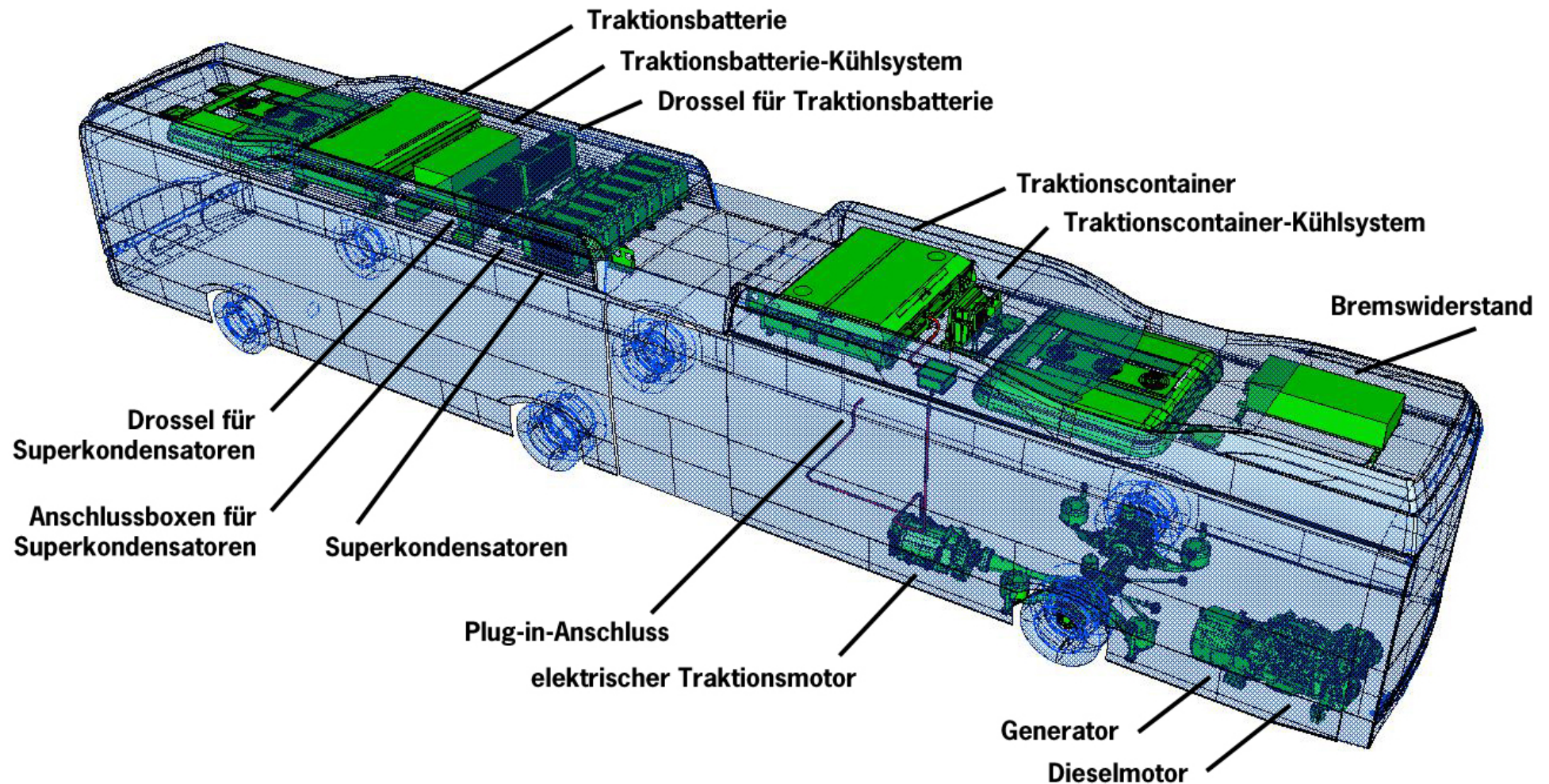
Basierend auf Trolleybus-Technologie,
Erprobungsträger zur maximalen Nutzung
elektrischer Energie, modulares Konzept

Vorstellung 2010

Elektromotor	240 kW
Dieseldesignator	195 kW
Batterie	26,5 kWh
Supercaps	1 kWh
Plug-in	63 A



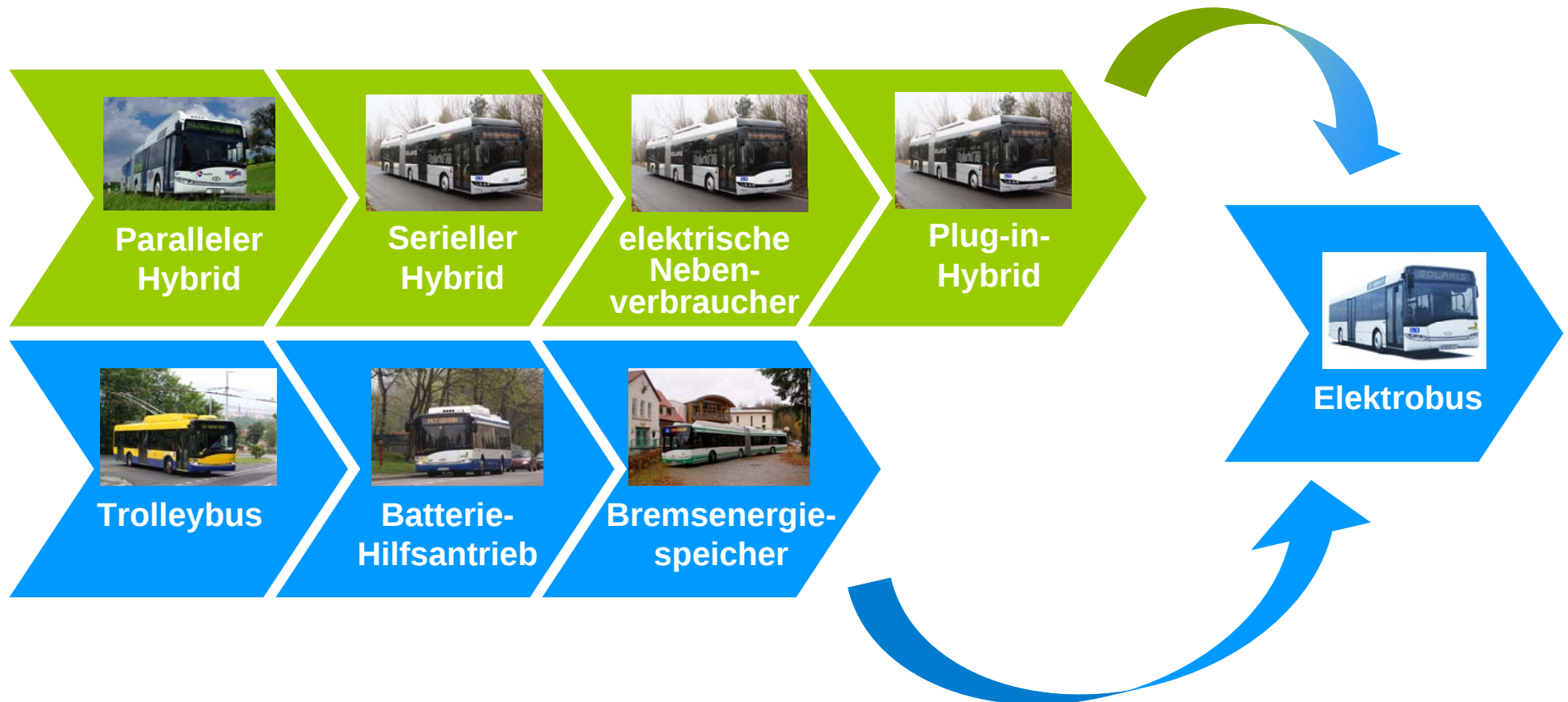
Urbino 18 Hybrid (Vossloh Kiepe)



Urbino 18 Hybrid (Vossloh Kiepe)

Hybridart	seriell
Betriebsspannung	600 V
Traktionsausrüstung	Vossloh Kiepe DGG 151, IGBT
Elektrischer Fahrmotor	Kiepe ASM (AC, 4-polig, zwangsbelüftet), 240 kW
Batterie	Li-Ion-Phosphat (LiFeMgPO_4), Vossloh Kiepe ESM 201 (Valence), 384 V, 26,5 kWh, zwangsbelüftet
Superkondensatoren	Vossloh Kiepe BMOD063 (Maxwell HTM), 8x125 V, 1 kWh
Plug-in	Walther 7461MV, 3x400 V AC, 63 A
Generator	PME 200/315/180 (diesel-elektrisch), 195 kW
Dieselmotor	Cummins ISB6.7EV 285H, SCR, 210 kW, 6,7 l, EEV
Kraftstofftank	350 l Diesel + 40 l AdBlue
Sitzplätze	46
Klimaanlagen	2x Konvekta UL 500
Heizung	Wasserheizung, Spheros Thermo 350, 35 kW

Entwicklungspfad Elektrobuses



Warum elektrischer Antrieb?

- verfügbare Technologie
- verfügbarer „Kraftstoff“ aus verschiedene Energiequellen
- Umweltfreundlichkeit (insbesondere wenn Elektrizität aus erneuerbaren Quellen)
- sichere Lagerung von Energie
- optimaler Energiefluss
- bei ausreichender Reichweite ohne gesonderte städtische Infrastruktur

Offene Entwicklungsfelder

- Reichweite mindestens 300–400 km
- leistungsfähigere, leichtere, preiswertere Batterien
- elektrifizierte Komponenten
- Gewichtsreduktion
- verbesserte Rekuperation
- Energiespeicher mit längerer Lebensdauer
- Aufbau von Infrastruktur, insbesondere (Schnell-)Ladestationen
- Aufbau von Produktions- und Servicekapazitäten
- für Verkehrsunternehmen wirtschaftlicher Kostenrahmen

Ziel:

E-Mobilität mit oberleitungsunabhängigem Elektrobuss

Heutiger Stand:

- **Trolleybusse**
mit unterschiedlichen Hilfsantrieben
(Dieselaggregate / Batterie)
 - **Hybridbusse**
(parallel / seriell + Plug-in)
- daraus Synergienutzung und Weiterentwicklung



Jedoch:

**Es wird noch einige Zeit vergehen,
bis Elektrobusse flächendeckend fahren!**

Entwicklungspfad Solaris

Straße

Verbrennungs-
motor / Hybrid



Diesel
1999



CNG
2004



Hybrid parallel
2006



Hybrid seriell
2010

Straße

elektrisch



Trolley
2001



Elektrobus
ca. 2015

Schiene

elektrisch



Tramino
2009



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!