



Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Dr. Marcel Manheller

Eberswalde, 08.09.2014



Inhalt

- Vossloh Kiepe
- Fakten und Graphen
- Konzepte
- In Motion Charging



Vossloh Kiepe

Vossloh Kiepe



Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Warum elektrischer Antrieb?



Effizienteste Transporttechnologie

- ▶ Elektrischer Motor = Elektrischer Generator
→ Energierückgewinnung beim Bremsen
- ▶ Hoher Wirkungsgrad → Minimum an Energieverbrauch
- ▶ Besserer Fahrkomfort und Beschleunigung
- ▶ Höhere Passagierkapazität
→ Zweiachs-Antrieb ermöglicht größere Fahrzeuge
- ▶ Geringe Lärmemissionen
- ▶ Keine lokalen Emissionen (Abgase / Partikel)
- ▶ Kein Energieverlust bei Stillstand (z.B. an Ampeln)

Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Elektrobus Konzepte und ihre Anwendung



Außerhalb von Ortschaften
Große Entfernungen zwischen Stopps
Hohe Transportkapazität/ BRT



Innerorts
Kurze Entfernung zwischen Stopps
Flaches Straßenprofil



Geringer Lärmpegel
Emissionsfreie Zone



Steigungen

Dieselbus
CNG Bus
Trolleybus

Hybridbus
Trolleybus

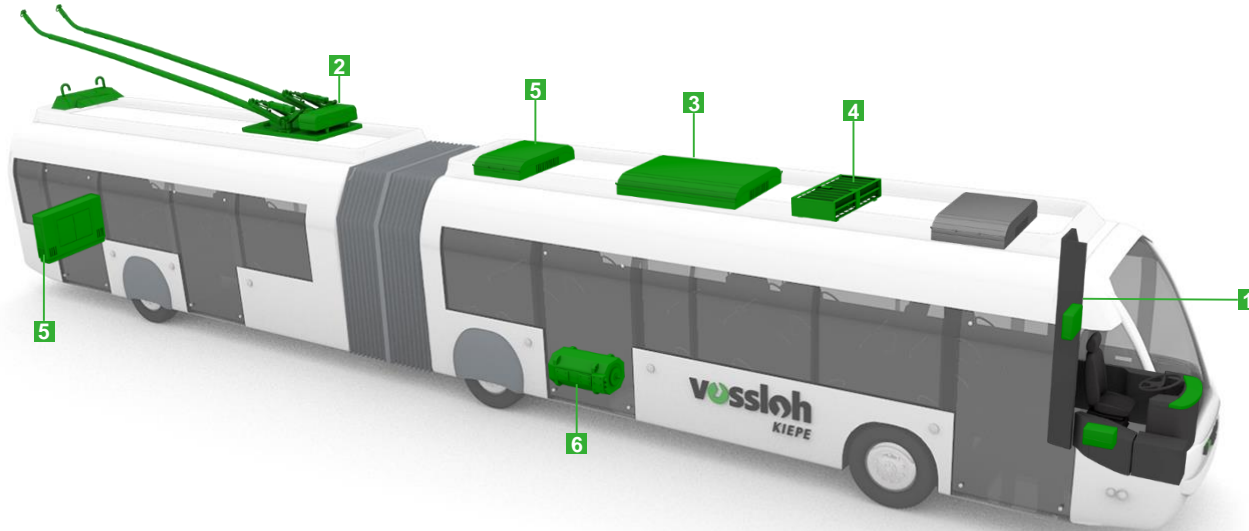
Batteriebus
H2 - Bus
Trolleybus

Trolleybus

Systeme
von
Vossloh
Kiepe
100%
Elektro-
bus

Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

O-Bus Ausrüstung



1 Energie Management

Steuerung, Diagnose, System-Integration



2 Stromabnehmer



3 Leistungselektronik



4 Bremswiderstand



5 Auxiliary Power Unit (APU)

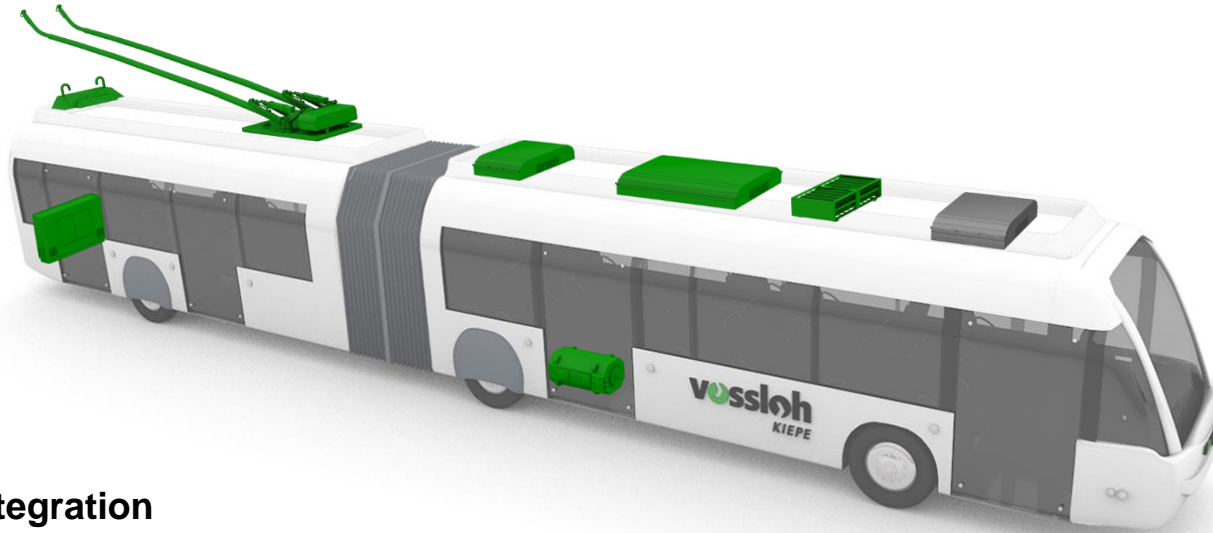


6 Antriebsmotor



Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

System-Integration durch Vossloh Kiepe

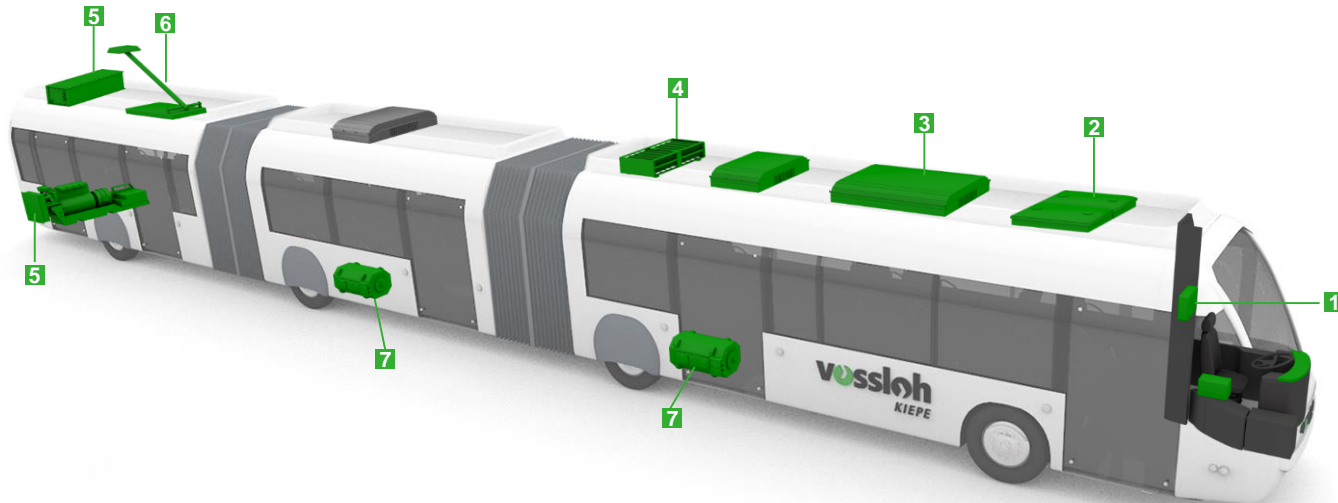


System-Integration

- ▶ Beratung und Analyse
- ▶ In-House Engineering & Produkt-Entwicklung
- ▶ Integration kundenspezifischer Lösungen und Auswahl geeigneter Systeme
- ▶ System Design & Antriebsauslegung
- ▶ Produktion, Einbau & Zulassung
- ▶ Dokumentation
- ▶ Service & Wartung (Optional)

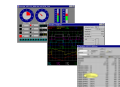
Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Hybrid-/Batterie-Bus Ausrüstung



1 Energie Management

Steuerung, Diagnose, System-Integration



2 Energiespeicher



3 Leistungselektronik



4 Bremswiderstand



5 Main Power Unit (MPU)



6 Pantograph



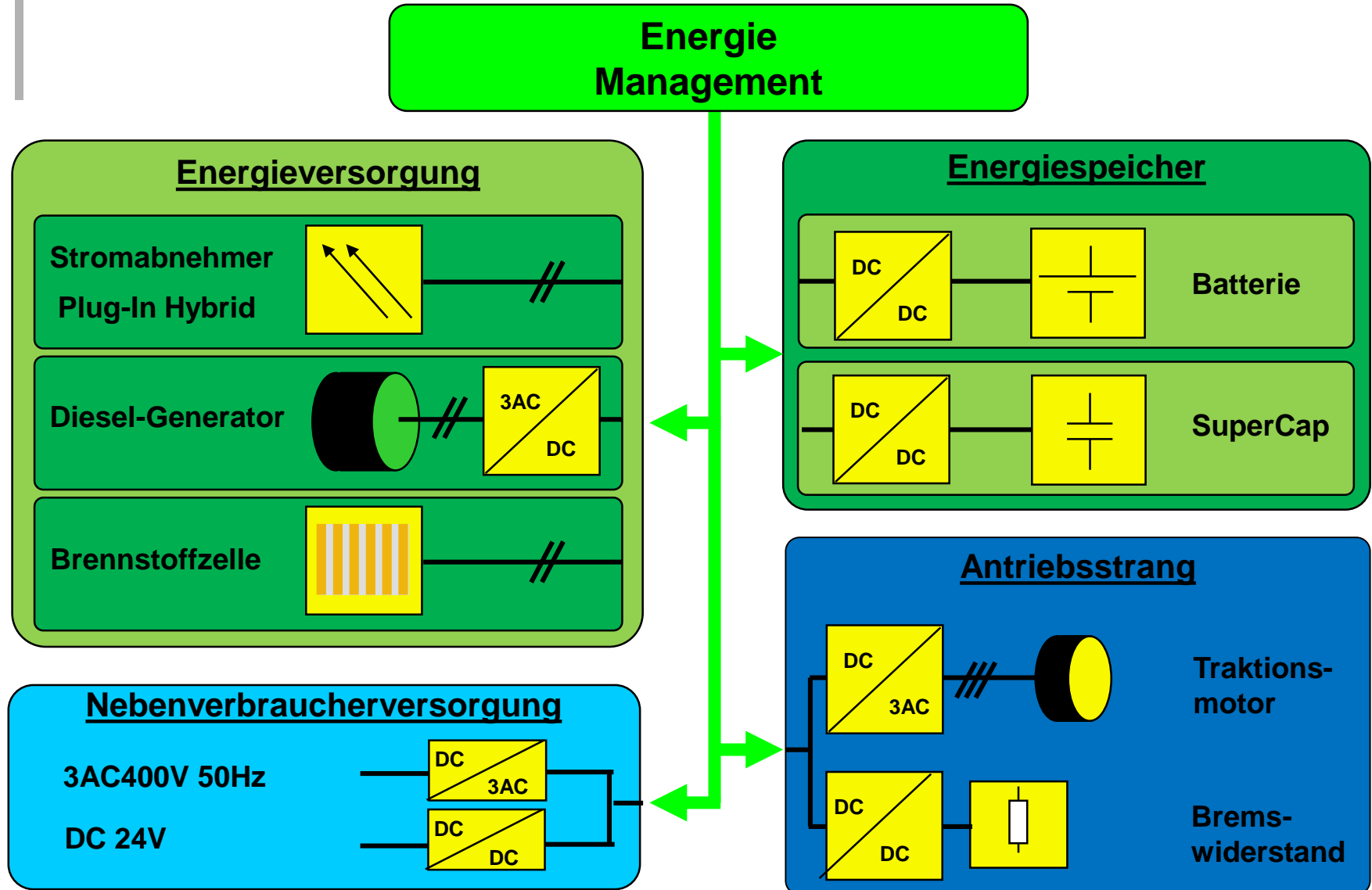
7 Traktionsmotor



Kiepe: Der Partner für alle Arten von Elektrobussen

Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Ein System – viele Möglichkeiten



Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Unsere Partner

► Fahrzeug Hersteller

- HESS Carrosserie AG (CH)
- Van Hool NV (BE)
- Bozankaya A.S. (TR / DE)
- Solaris Bus & Coach (PL)
- New Flyer Industries Inc. (CA)
- Dina Camiones S.A. de C.V. (MX)
- VDL Groep bv (NL)
- ...

► Partner Infrastruktur

- Sice (ES)
- Bozankaya A.S. (TR / DE)
- Sirti S.p.A. (IT)
- CCC Soc. Coop. (IT)

► Forschungseinrichtungen

- IVI, Fraunhofer Institut Dresden
- ISEA & IFAS RWTH, Universität Aachen
- Angewandte Physik, Universität Köln
- Sicherheitstechnik, Universität Wuppertal
- ...

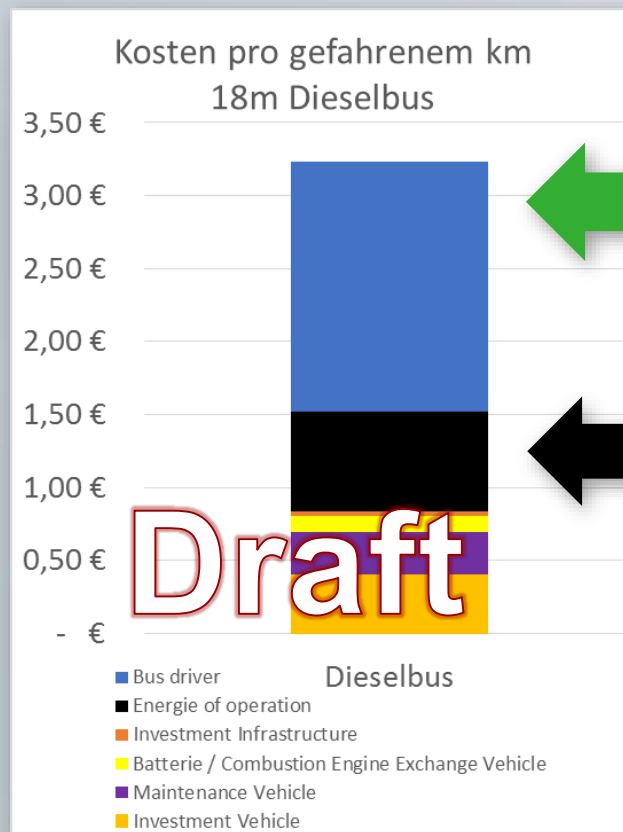


Fakten und Graphen



Fakten und Graphen

TCO: Kosten Faktoren Bsp. Diesel Bus



**Busfahrer:
>40%**

**Energie:
>20%**

Fakten und Graphen

Ladung 12m Batteriebus (Opportunity Charging)

Batteriebus = langsam fahren

Geschwindigkeit ↔ Ladezeit

15 km/h ↔ 5 min/h

20 km/h ↔ 7 min/h

30 km/h ↔ 11 min/h

Ladezeit pro Stunde =

$\text{xxkm/h} \times 1,5\text{kWh/km} / 250\text{kW} \times 60\text{min}$

Ladeleistung (250kW)

Zeit ↔ Geld

5 min/h ↔ 1,0 M€/a

7 min/h ↔ 1,4 M€/a

11 min/h ↔ 2,2 M€/a

Kosten der Nachladung

= 100 Busse x 2,5 Busfahrer pro Bus

x (30.000€ Gehalt + 20.000€ Deckungsbeitrag)

x (Ladezeit/60min)



Fakten und Graphen

Ladung 12m Batteriebus (Opportunity Charging)

Batteriebus = 12m Bus

20km/h

Buslänge ↔ Ladezeit

12m ↔ 7 min/h

18m ↔ 11 min/h

24m ↔ 14 min/h

Ladezeit pro Stunde = 7min/h * Buslänge/12m

Ladeleistung (250kW)

Zeit ↔ Geld

12m ↔ 1,4 M€/a

18m ↔ 2,1 M€/a

24m ↔ 2,8 M€/a

Kosten der Nachladung

= 100 Busse x 2,5 Busfahrer pro Bus

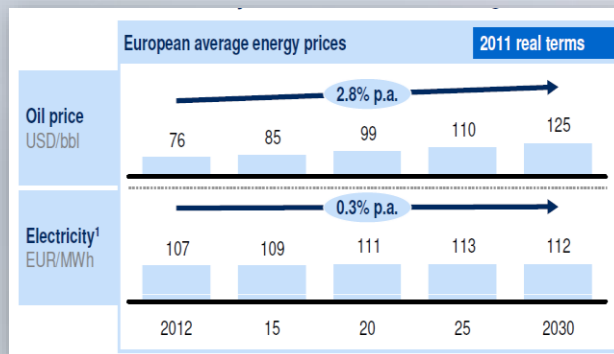
x (30.000€ Gehalt + 20.000€ Deckungsbeitrag)

x (Ladezeit/60min)



Fakten und Graphen

Preisentwicklung Energiekosten



Preisentwicklung Diesel / Strom
aus einer Studie von Mc Kinsey

Preis Annahmen:

Diesel	1,15 €/l
Strom	0,15 €/kWh
EEG-Umlage	0,05 €/kWh

Verbrauch 18m Bus:

Diesel/km:	0,62 l/km (ca. 6kWh/km)
Strom/km:	3,20 kWh/km

Kosteneinsparung Strom zu Diesel:

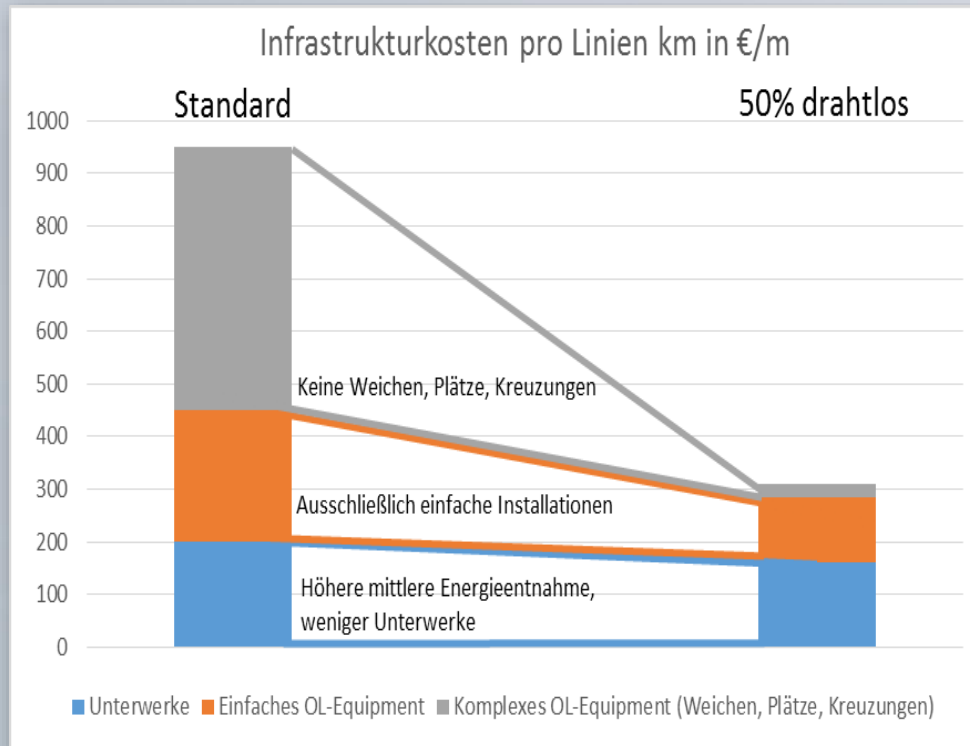
2015: 27% ($\Delta = 0,20 \text{ €/km}$)



2030: 46% ($\Delta = 0,53 \text{ €/km}$)

Fakten und Graphen

Kostenvergleich Infrastruktur pro Linien km



Gesamtkosten 10km Linie:

Standard:	10 M€
50% drahtlos:	3.5 M€

Abschreibung pro Jahr:
140 T€ (25 Jahre)

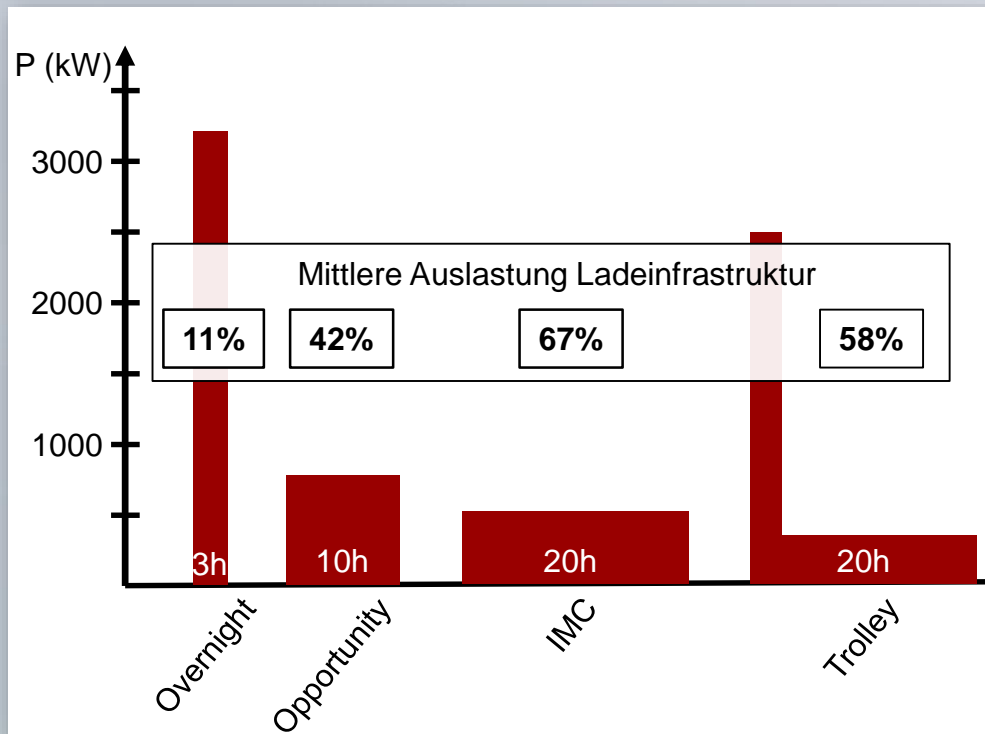
Kosten pro
gefahrenen km:
0,20 €/km*

(*Fahrplan-km 700 Tkm/anno)

Fakten und Graphen

Investitionskosten Ladeinfrastruktur pro Linie

Ladeleistung ist abhängig von der Auslastung



Investitionskosten
abhängig von
mittlerer Auslastung

Annahmen:

Einsatzstunden pro Tag 20 Std
Länge der Linie: 10 km
Energie/km (12m): 1,50 kWh/km

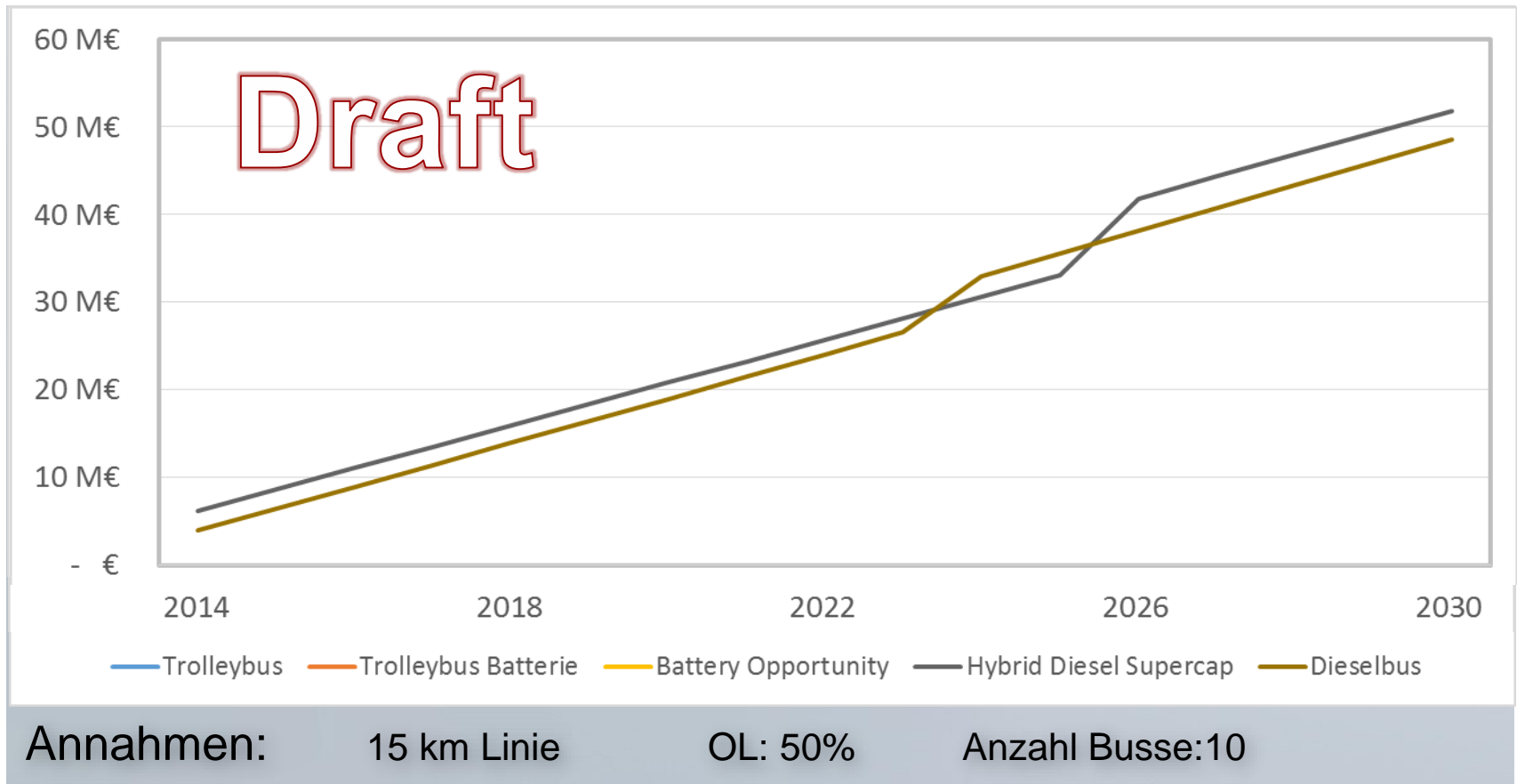
Auslastung im Betrieb:

Overnight	90%
Opportunity	50%
IMC	80%
O-Bus	70%

Fakten und Graphen

Break-Even Dieselbus vs. verschiedene Buskonzepte

12 Jahre Break Even 18m Diesel ↔ IMC



Vossloh Kiepe

Konzepte



Konzepte

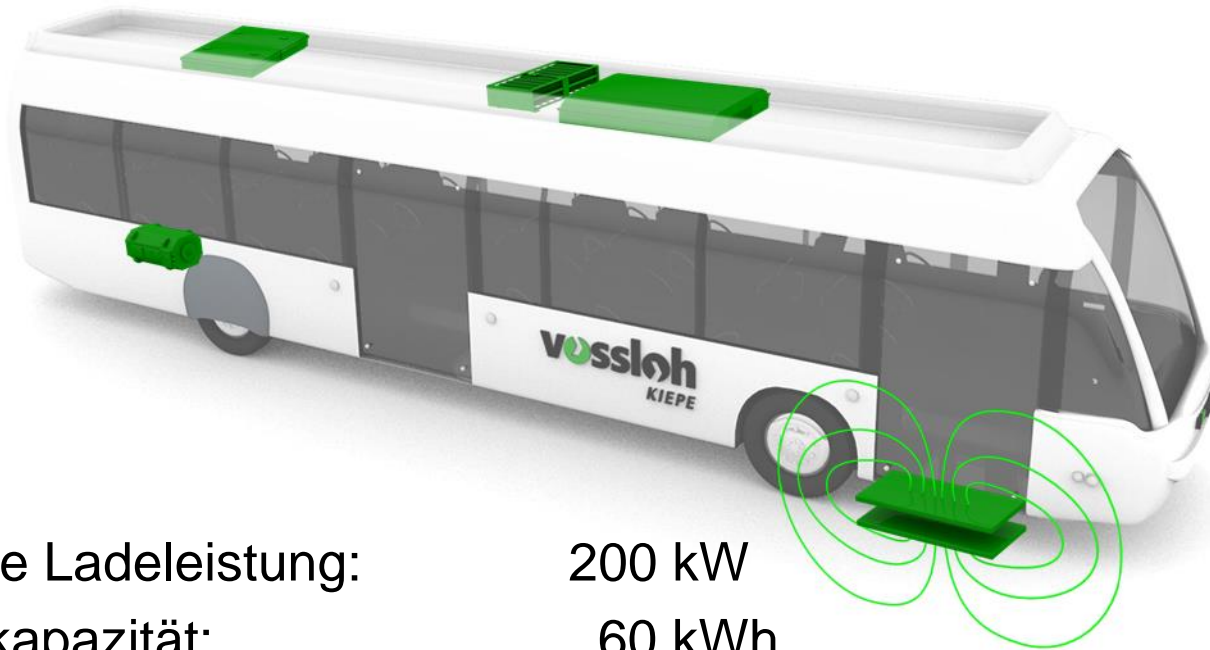
Overnight Batterie-Bus



Maximale Ladeleistung:	90 kW
Batteriekapazität:	200 kWh
Mittlere Geschwindigkeit:	15 km/h
Benötigte Energie pro Stunde:	<23 kWh (5kW Klima)
Reichweite:	ca. 110km
Ladedauer pro 24h:	ca. 2,5h

Konzepte

Opportunity Batterie-Bus mit induktiver Ladung



Maximale Ladeleistung:	200 kW
Batteriekapazität:	60 kWh
Mittlere Geschwindigkeit:	15 km/h
Benötigte Energie pro Stunde:	<23 kWh (5kW Klima)
Mittlere Ladedauer pro Stunde:	8min + Ankoppeln

Konzepte

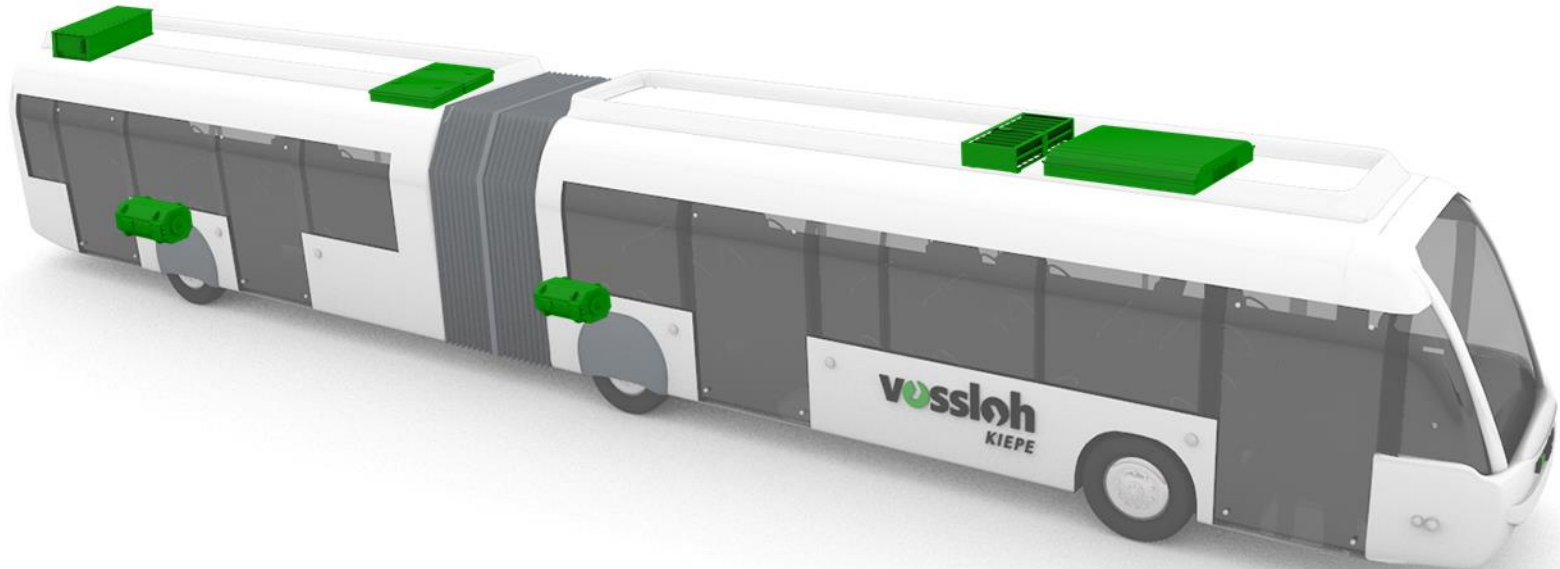
Opportunity Batterie-Bus mit Schnellladung (via pantograph)



Maximale Ladeleistung:	500 kW
Batteriekapazität:	86 kWh
Mittlere Geschwindigkeit:	15 km/h
Benötigte Energie pro Stunde:	<25 kWh (5kW Klima)
Mittlere Ladezeit pro Stunde:	3min + Ankoppeln

Konzepte

Batteriebus mit Brennstoffzelle als Range Extender



Maximale Ladeleistung:	90 kW
Batteriekapazität:	120 kWh
Mittlere Geschwindigkeit:	15 km/h
Benötigte Energie pro Stunde:	<53 kWh (20kW Klima)
Leistung Brennstoffzelle:	100 kW
Wasserstofftank:	45 kg (ca. 875kWh)
Reichweite:	250 km

Konzepte

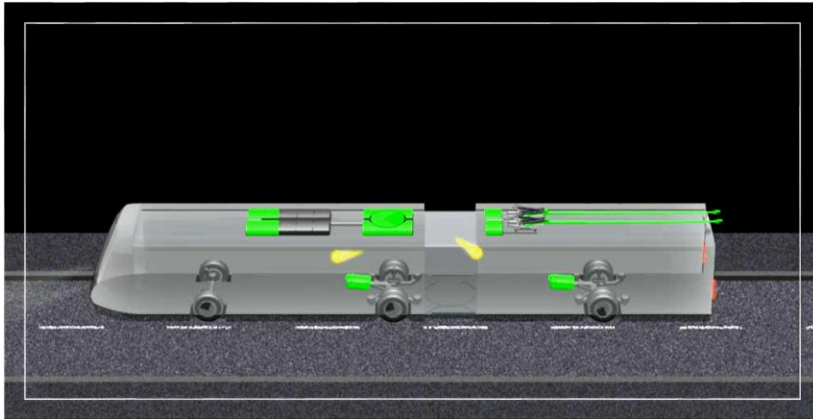
Plug-In Hybrid-Bus mit konduktiver Ladung



Maximale Ladeleistung:	250 kW
Batteriekapazität:	50 kWh
Mittlere Strecke pro Stunde:	15 km (8km im Batteriemodus)
Benötigte Energie pro Stunde:	<21 kWh (5kW Klima)
Diesel Generator:	220 kW (Euro 6)
Mittlere Ladezeit pro Stunde:	5min + Ankoppeln

Konzepte

Batterie-Bus mit In-Motion-Charging (IMC)



Vorteile:

- 50% Oberleitungsfreie Abschnitte
- Geringere Investition Infrastruktur
 - Drähte, Kreuzungen, Weichen, Kurven
 - Unterwerke
- Netzauslastung gleichmäßiger und höher

**Bewährte Technologie
in Kombination
mit High-Tech Batterien**

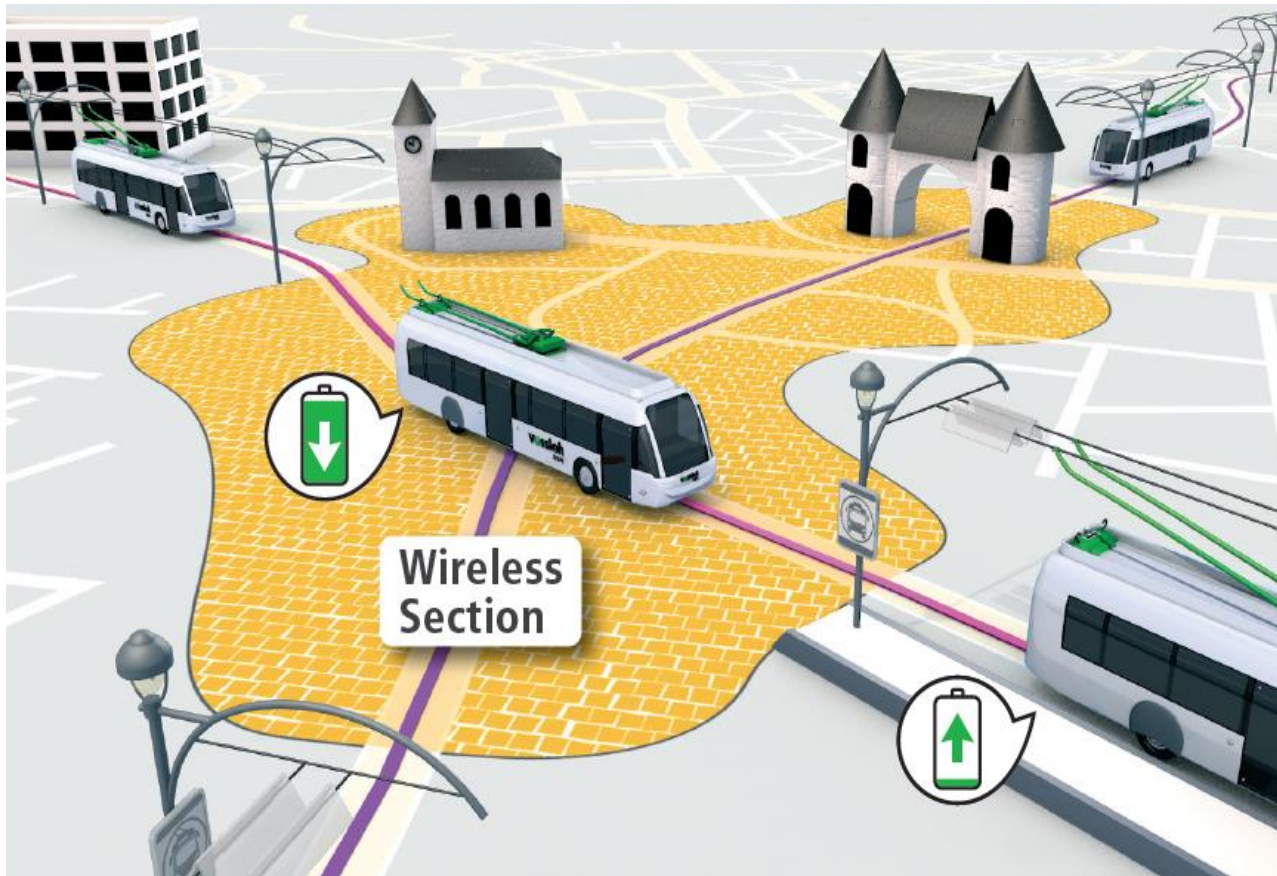


Future Meets Experience

Konzepte

Planung eines IMC-Netzes

Achten Sie auf die Zeit



Wieviel? /Wie lang?

- Prozent OL: 50%
- Zeit unter OL: 50%
- Länge ohne OL: <4km (max 15km)

Wo OL?

- Endstationen
- Gerade Strecken
- Langsame Abschnitte
- Steile Abschnitte

Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Referenzen: Brennstoffzellen- & Batterie-Bus (>15)

- **Niederlande:** Amsterdam
- **Österreich:** Klagenfurt
- **Polen:** Krakau, Co. Solaris
- **Deutschland:** Köln, Düsseldorf, Braunschweig, Hamburg*



Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Referenzen: Diesel-Hybridbus (>40)

- ▶ **Niederlande:** Enschede, Groningen
- ▶ **Luxemburg:** Luxembourg
- ▶ **Schweiz:** Basel
- ▶ **Deutschland:** Darmstadt, Dortmund, Dresden, Düsseldorf, Ennepetal, Hagen, Leipzig, Hagen, Leipzig, Lübeck, Wuppertal, Hamburg
- ▶ **Polen:** Co. Solaris



Elektromobilität mit Vossloh Kiepe

Referenzen: O-Bus (>2000)

- ▶ **Deutschland:** Esslingen, Solingen, Eberswalde
- ▶ **Frankreich:** Lyon, Limoges
- ▶ **Ecuador:** Quito
- ▶ **Griechenland:** Athen
- ▶ **Italien:** La Spezia, Parma, Bologna, Avelino, ...
- ▶ **Kanada:** Vancouver
- ▶ **Litauen:** Riga
- ▶ **Österreich:** Linz, Salzburg, Innsbruck
- ▶ **Schweiz:** Fribourg, Genf*, Biel, Luzern*, Zürich,
- ▶ **Venezuela:** Mérida
- ▶ **Türkei:** Malatya*
- ▶ **Norwegen:** Bergen
- ▶ **USA:** Philadelphia, Seattle*, San Francisco*
- ▶ **Saudi Arabien:** Riad



Vossloh Kiepe

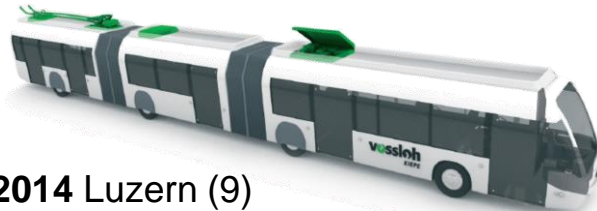
O-Bus und IMC: Die Zukunft ist Gegenwart (>540)



2014/2015 Seattle (141)



2014/2015 San Francisco (60)



2014 Luzern (9)



2014 Dayton (2)



2013/2014 Genf (33)



Zürich (35) **2012**



2005 Vancouver (262)

Vossloh Kiepe

Wie können wir Ihnen helfen?

Mit Ihren Informationen ...

... finden wir das richtige E-Bus Konzept



Dr. Marcel Manheller
Tel: + 49 211 7497 386
E-Mail: M.Manheller@vkd.vossloh.com

Disclaimer

The presentation contains forward-looking statements that are based on current estimates and assumptions made by the management of VOSSLOH to the best of its knowledge. Such forward-looking statements are subject to risks and uncertainties, the non-occurrence or occurrence of which could cause a material difference in future results including changes in political, business, economic and competitive conditions, regulatory reforms, effects of future judicial decisions, foreign exchange rate fluctuations and the availability of financing. Neither VOSSLOH nor any of its affiliates, advisors or representatives shall have any liability whatsoever (in negligence or otherwise) for any loss arising from any use of this presentation or its content or otherwise arising in connection with this document. VOSSLOH does not undertake any responsibility to update the forward-looking statements contained in this presentation.

The information provided in this presentation does not represent an offer or invitation for the purchase of the stock of VOSSLOH AG or other companies, nor should it be considered as a call to purchase or otherwise trade stocks directly or indirectly.