

IMC500 – Minimierung Infrastrukturkosten

Solingen, den 21.11.2018

Dr. Marcel Manheller



Inhalt

1

Kiepe Electric

2

IMC 500

- Konzept
- Leistungsfähigkeit
- Infrastrukturkosten

3

Referenzen

Firmen- und Standortgeschichte 1906 bis heute



1922



1949



1962



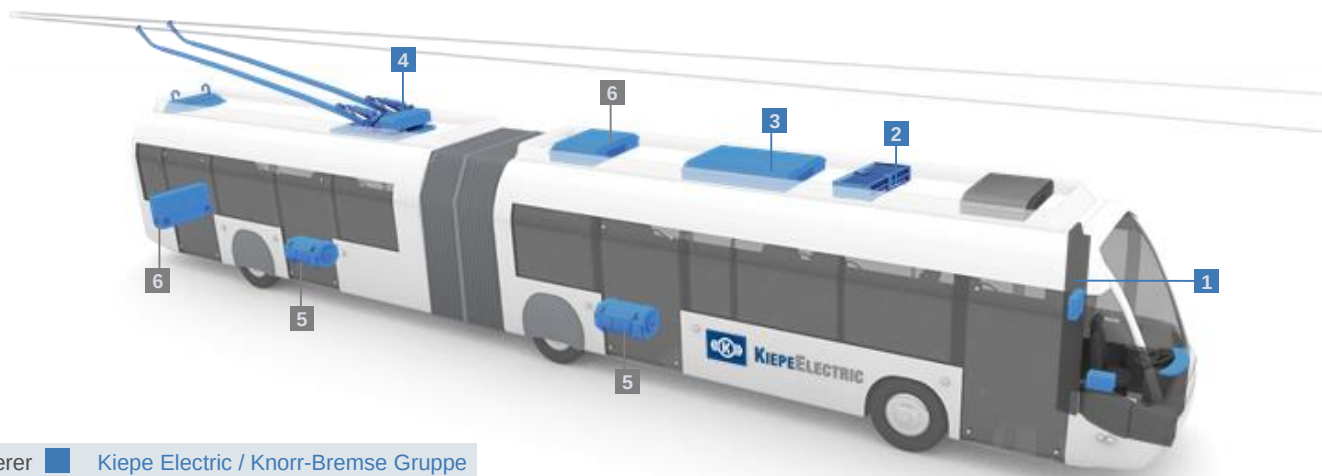
1996



aktuell

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">■ 1906 Gründung der „Spezialwerkstatt für die Reparatur elektrischer Bogenlampen“ durch Theodor Kiepe in Düsseldorf■ 1945 Neustart und Übernahme kompletter Traktionsaufgaben für Trolleybusse und Straßenbahnen■ 1959 Gründung der Tochterfirma Kiepe Electric Ges.m.b.H. in Wien■ 1973 Übernahme des Familienunternehmens durch den belgischen Elektrokonzern ACEC S.A.■ 1988 Übernahme des Unternehmens durch die französische GEC Alsthom N.V. (heute Alstom S.A)■ 1993 AEG übernimmt Kiepe | <ul style="list-style-type: none">■ 1996 Durch Gründung von Adtranz wird Kiepe an Schaltbau AG veräußert■ 2002 Übernahme durch den Vossloh-Konzern und Umbenennung in Vossloh Kiepe GmbH■ 2009 Erwerb der Schweizer APS electronic AG, Gründung der Vossloh Kiepe Main Line Technology GmbH in Düsseldorf■ 2010 Gründung Vossloh Kiepe Incorporation in Alpharetta, Georgia■ 2012 Erwerb der in Birmingham ansässigen Transys Projects Ltd. (TPL)■ 2017 Übernahme der Vossloh Kiepe GmbH durch die Knorr-Bremse Gruppe und Umbenennung in Kiepe Electric GmbH |
|--|--|

Elektrobusse – komplette elektrische Systeme



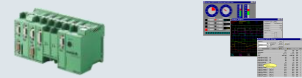
System-Integrator

- Verkabelung
- Zuverlässige Funktion
- Optimierung
- Homologation
- Langfristige Verfügbarkeit

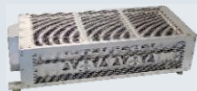
■ Zulieferer ■ Kiepe Electric / Knorr-Bremse Gruppe

Ein- oder Zweiachsantrieb

1 Systemintegration:
Energiemanagement,
Fahrzeugsteuerung inkl. Fahrzeugdiagnose



2 Bremswiderstand



3 Leistungselektronik
(Traktionsumrichter,
Bordnetzumformer)



4 Stromabnehmer
(Oder Pantograph
und/oder Stecker)



5 Traktionsmotor



6 Traktionsbatterie



Systemprüffeld am Standort Düsseldorf



- Typ- und Systemprüfungen von Stromrichtern (Traktion und Bordnetzversorgung) für Bahnfahrzeuge sowie für Trolley- und Elektrobusse
- Kombinierte Prüfung für Traktions- und Bordnetzausrüstung bei beliebigen Fahrspielen
- 9 Prüfplätze verfügbar
 - Spannung DC bis 4500 V
 - Spannung AC bis 30 kV
 - Leistung bis 1,4 MW

Inhalt

1

Kiepe Electric

2

IMC 500

- Konzept
- Leistungsfähigkeit
- Infrastrukturkosten

3

Referenzen

In Motion Charging - IMC 500



IMC-Straße

Ladezeit

- Langsame Strecken
- Endstationen

Hoher Energieverbrauch

- Steigungen
- Günstige Infrastruktur
- Gerade Strecken

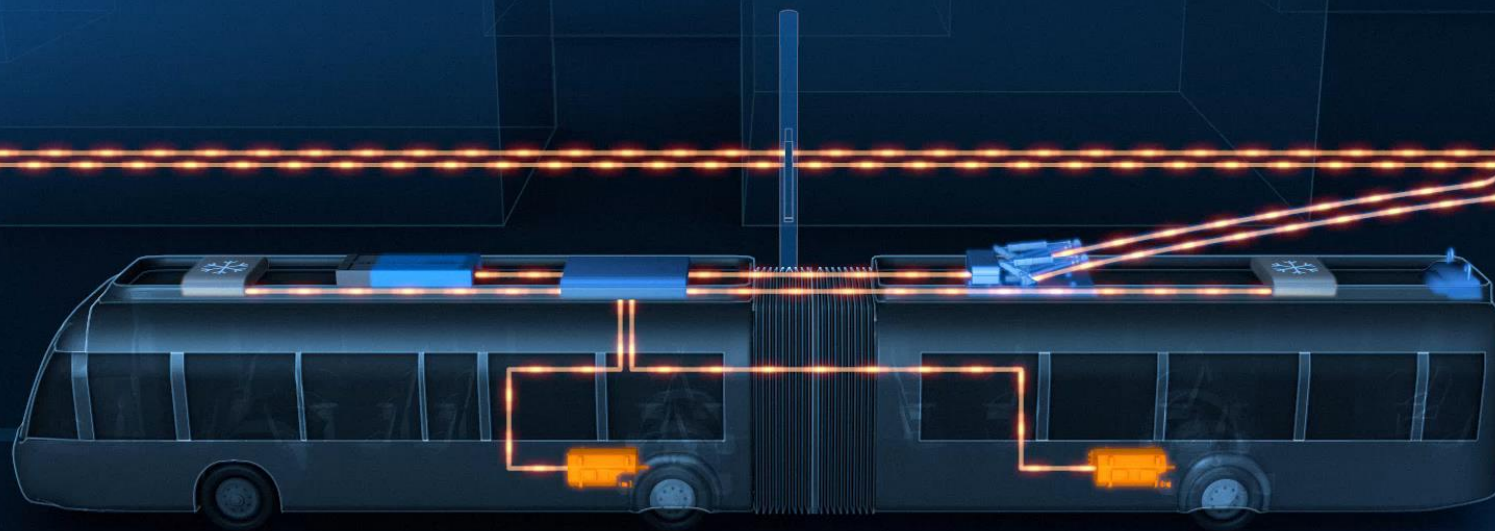
In Motion Charging - IMC 500



IN MOTION CHARGING IMC®

IMC 500 = 500 KW FLASH CHARGING TO GO

for up to 320 kW 2 motors (acceleration/gradients)



THROTTLE

BRAKE

THROTTLE

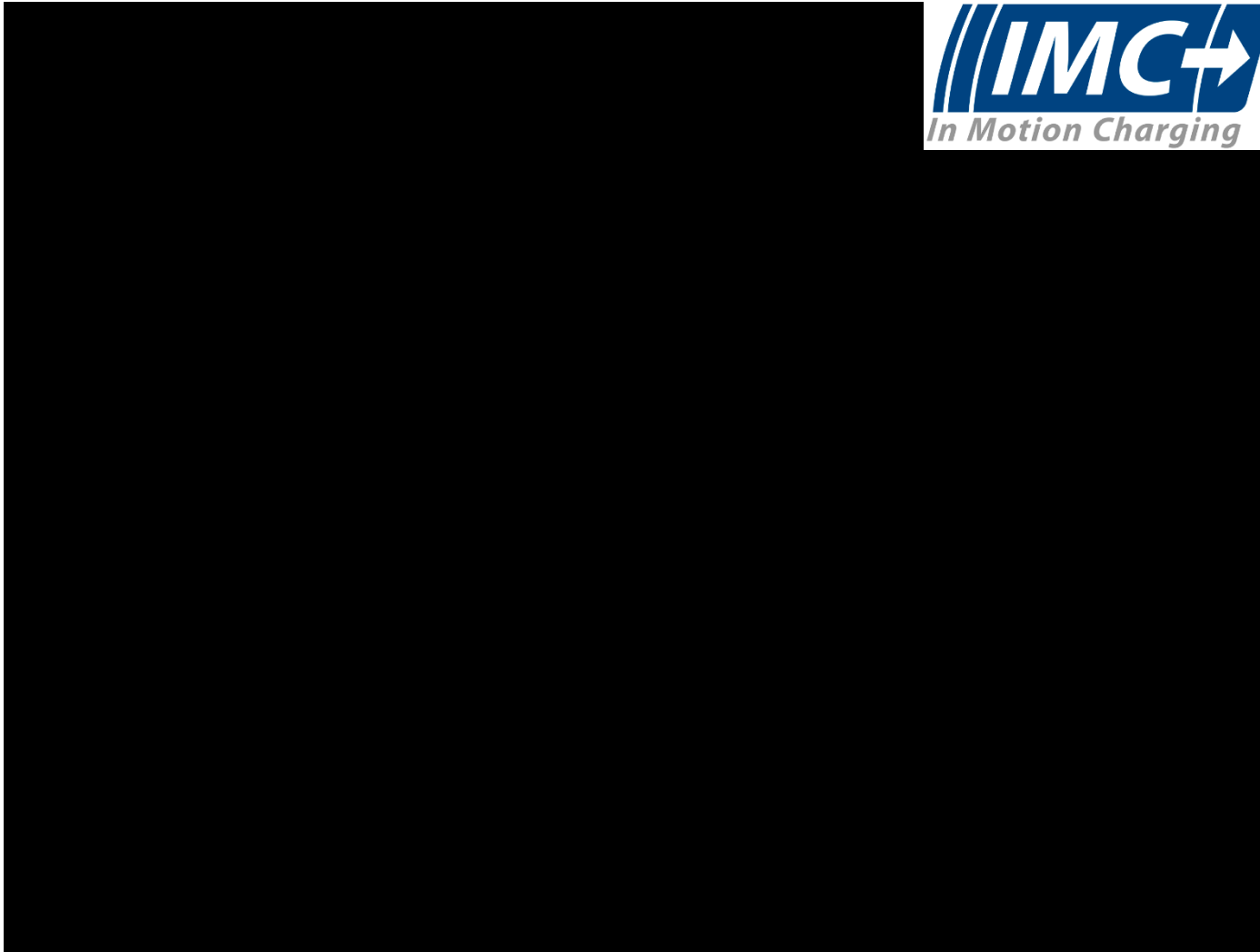
BRAKE



CONNECTED

CONNECTED

IMC-Bus: Connecting to Charge



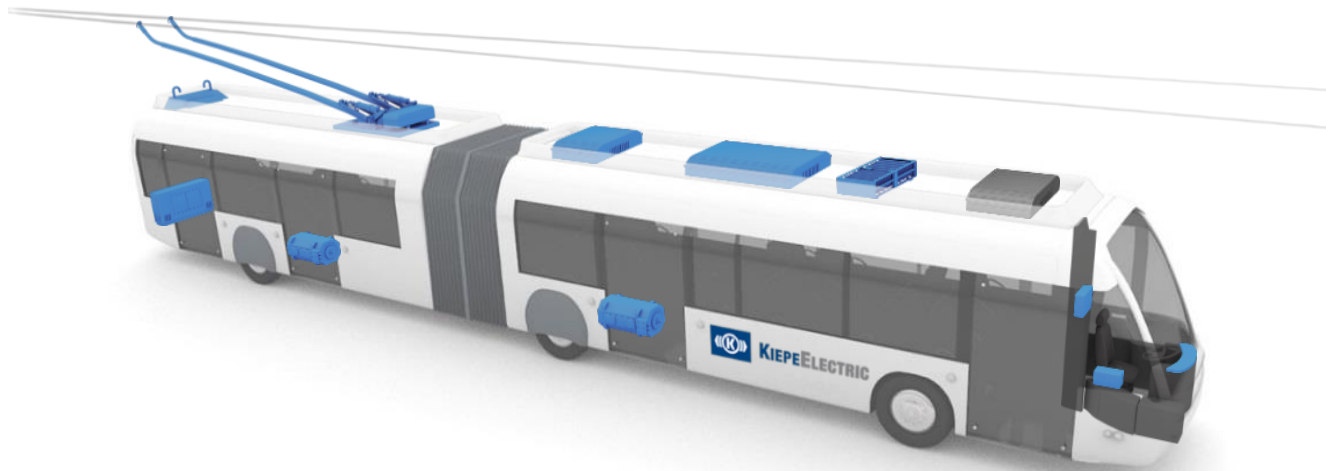
IMC: Eine Technologie – alle Konzepte



In Motion

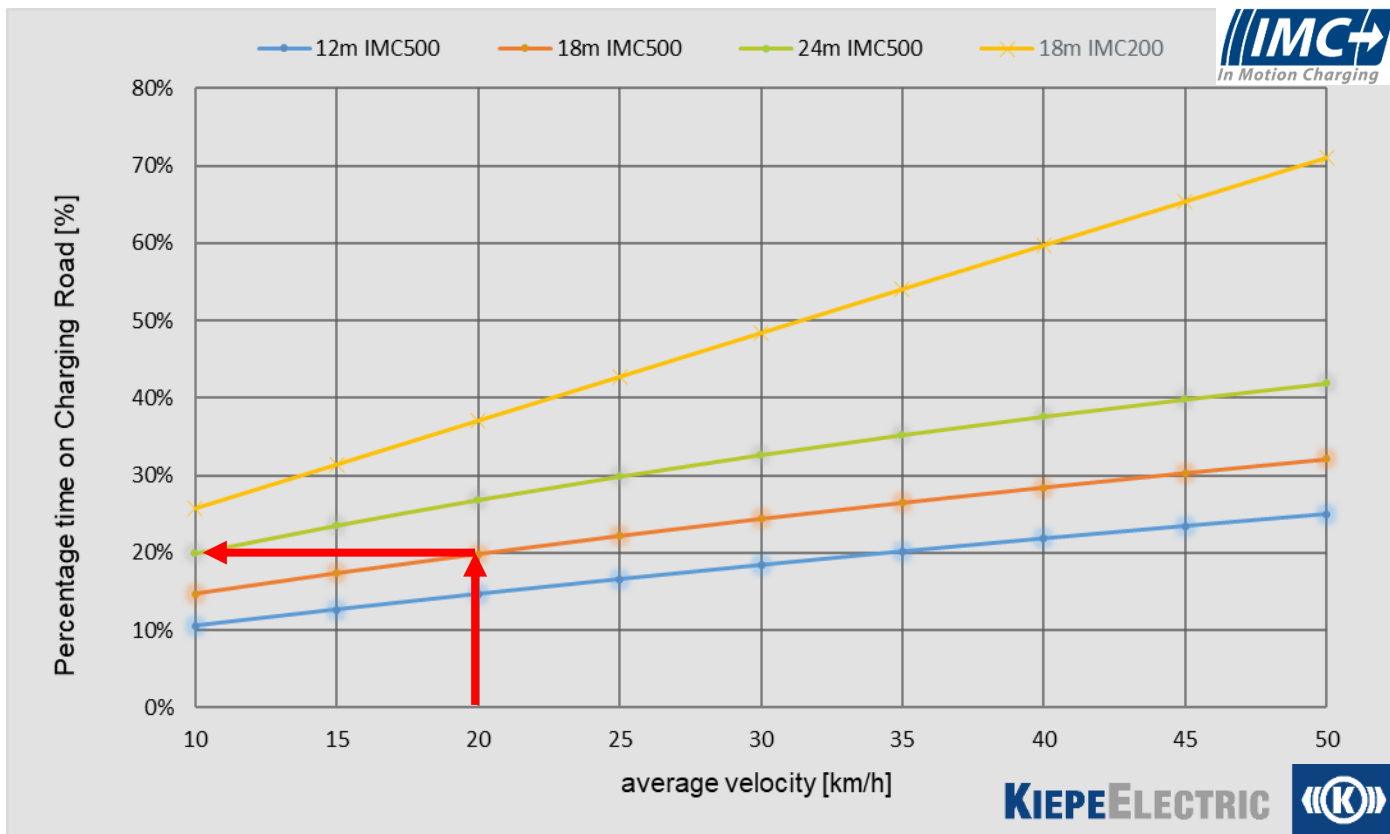
Opportunity

Overnight



IMC 500 Ladestraßen

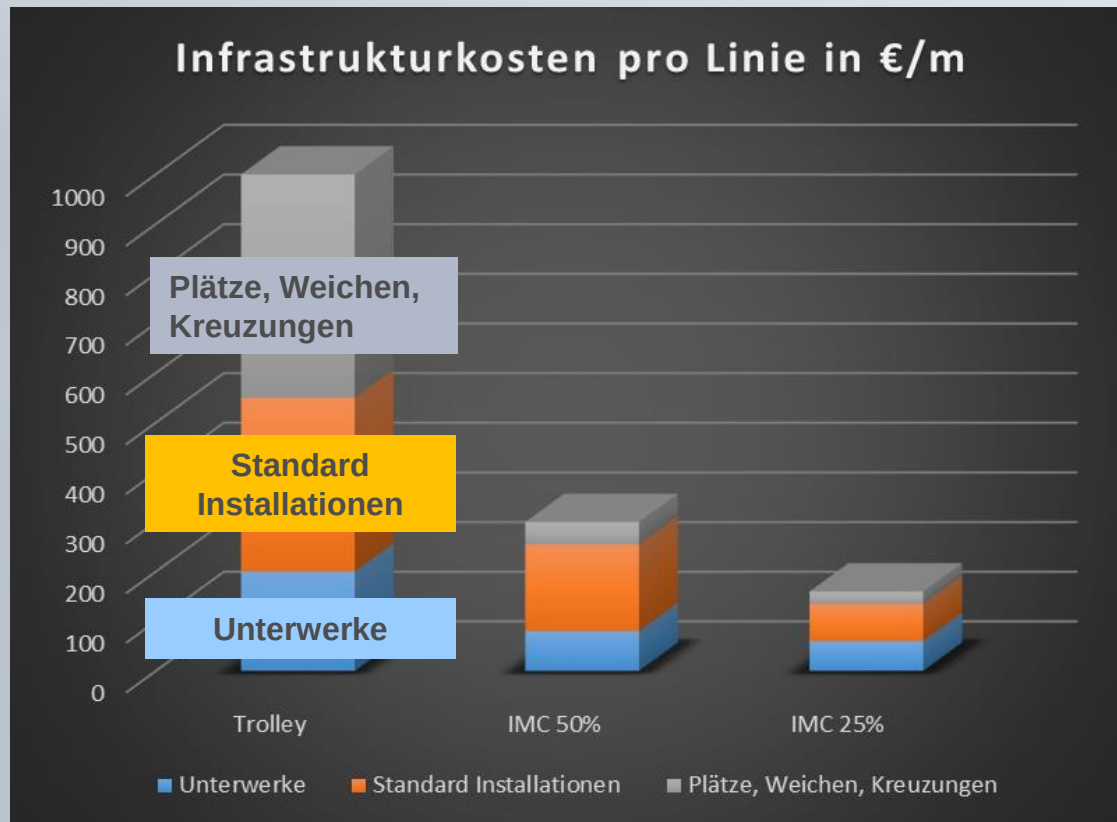
Ladezeit vs. Geschwindigkeit und Länge des Busses



IMC500-Bus mit 20km/h benötigt ca. 20% Ladezeit

IMC200-Bus mit 20km/h benötigt ca. 40% Ladezeit

Kostenanalyse: IMC – Infrastrukturkosten pro km line



Kosten 10km Linie:

Standard:	10,0M€
50% OL:	3.0M€
25% OL:	1.6M€



IMC bus 80% geringere Kosten für OL als ein klassischer Trolley-Bus

Kiepe modulare LTO Batterie

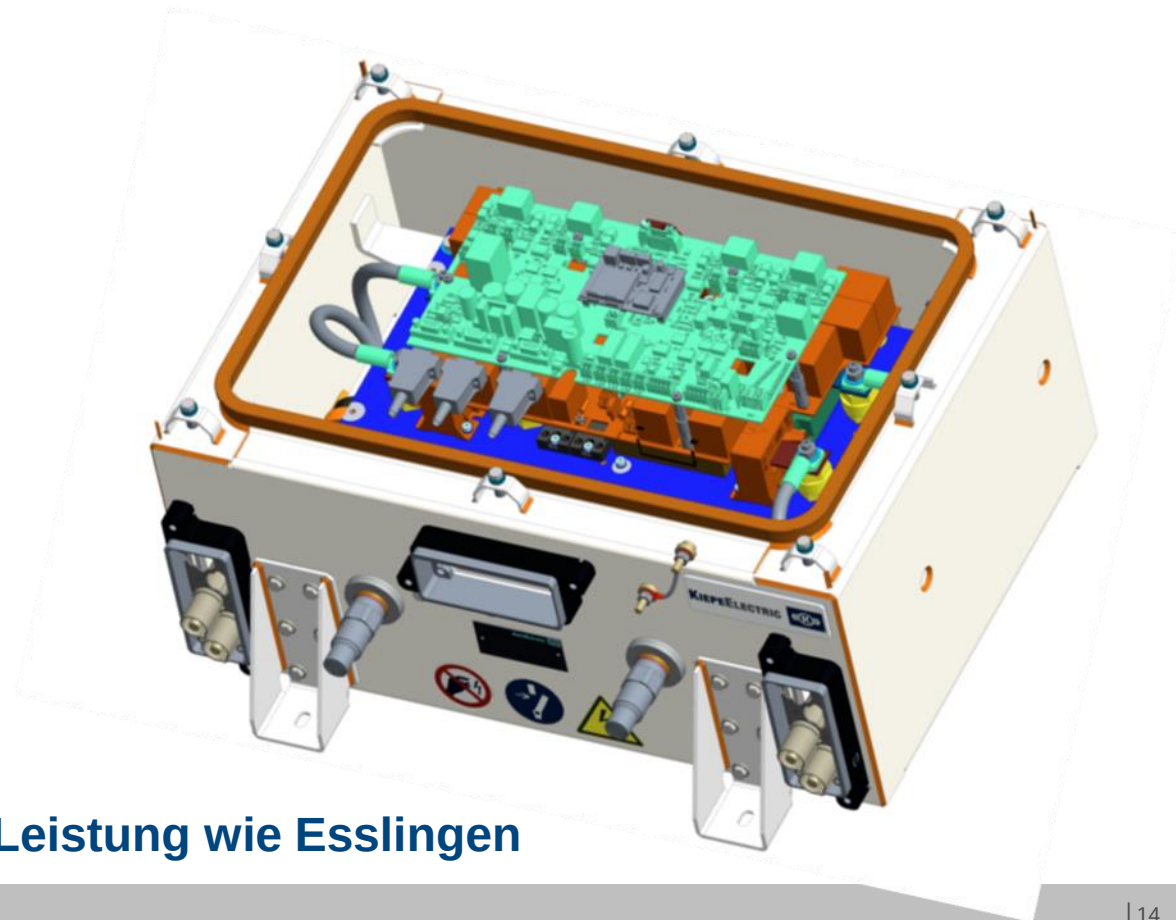
Eckdaten	
Energieinhalt	15,2kWh
davon nutzbar	12,2kWh
Leistung	80kW (180s)
	50kW (kont.)



high power, high lifetime, high quality

Kiepe Energie-Speicher-Umrichter ESU

Eckdaten	
Leitung	150kW kont. 210kW peak (180s) 250kW peak 5s)
Gewicht	50kg



Doppelte Leistung wie Esslingen

Kiepe Energietransfer

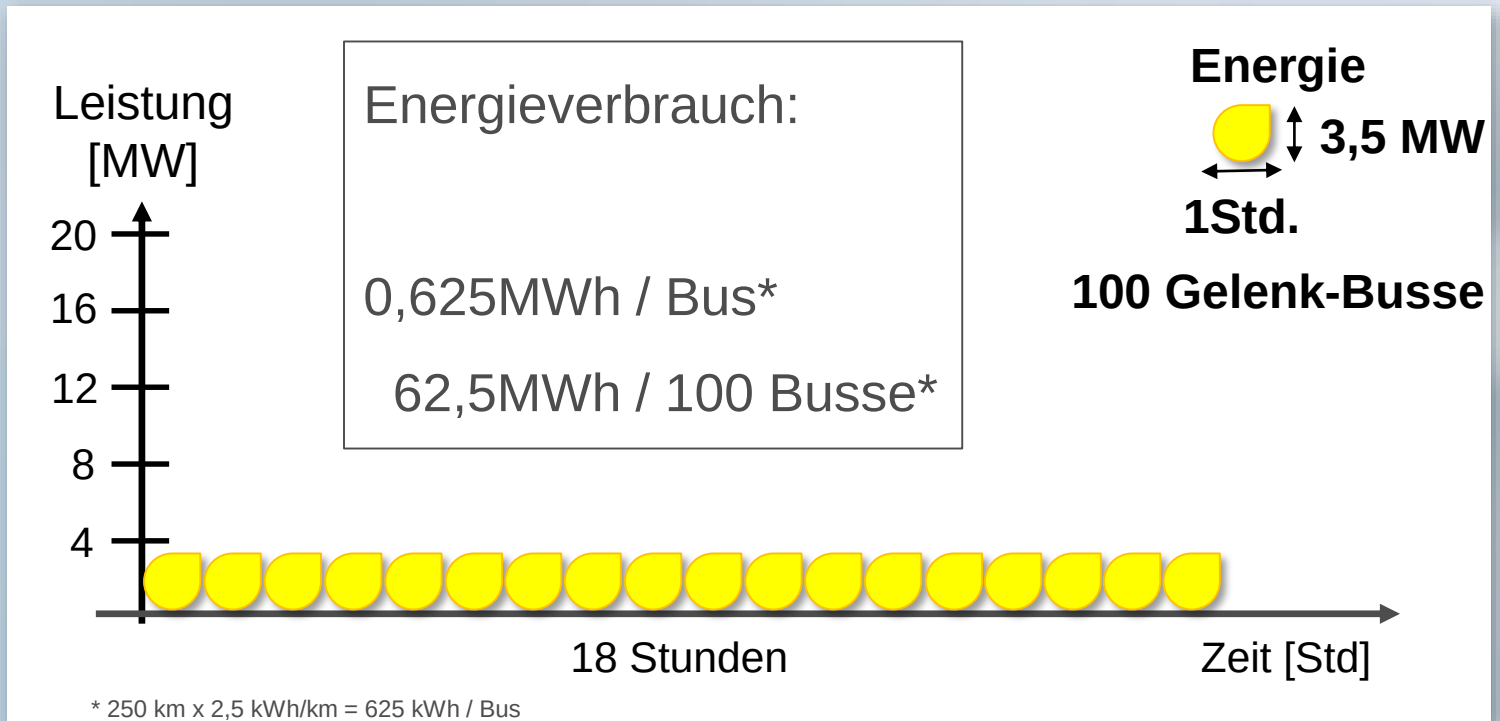
Energietransfer	
fahrend	1000A (kont.)
stehend	1000A (90s)
	600A (20min)
	400A (kont.)



10 mal mehr Leistung

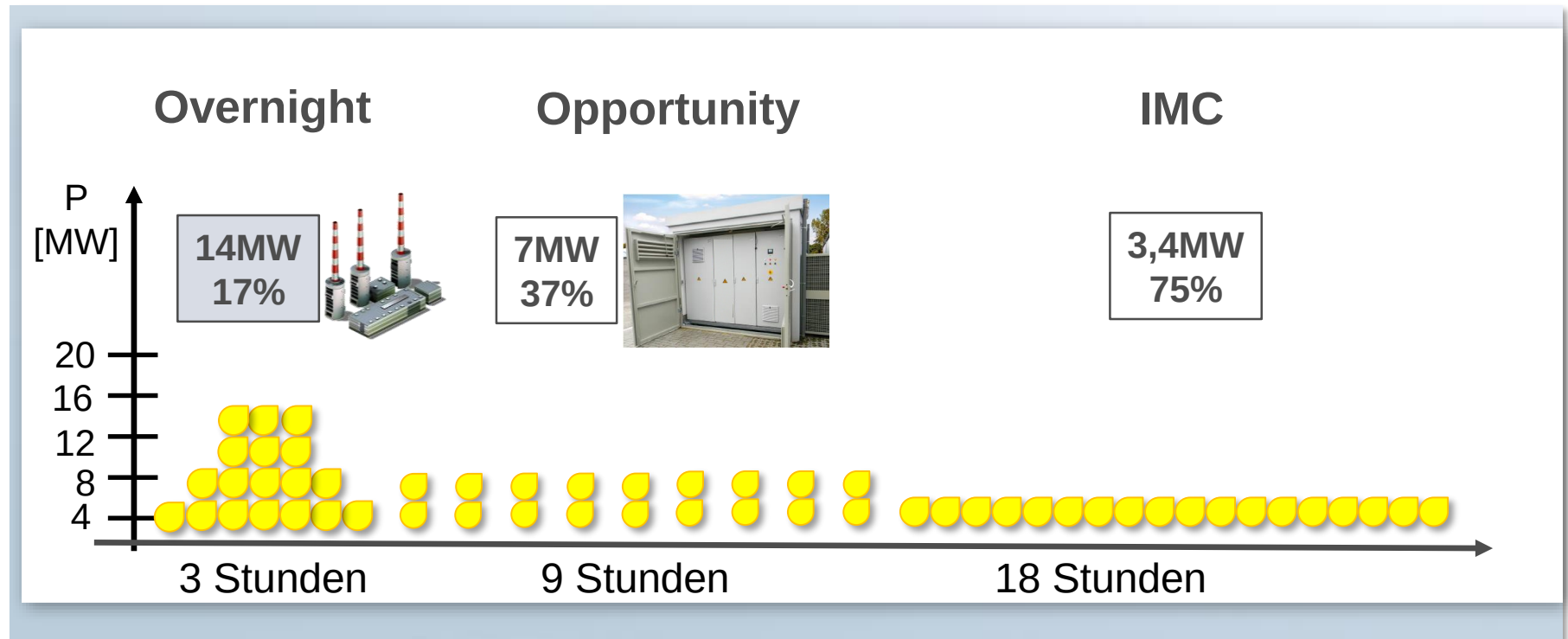
Energieverbrauch 100 Gelenk-Busse

Mittlerer Energieverbrauch 250km / 18 Stunden



Der Energieverbrauch ist gleichmäßig verteilt über den Tag.

Ladeleistung einer E-Busflotte (100 Fzge) 18m Busse



IMC Ladestation:

höchster Nutzungsgrad

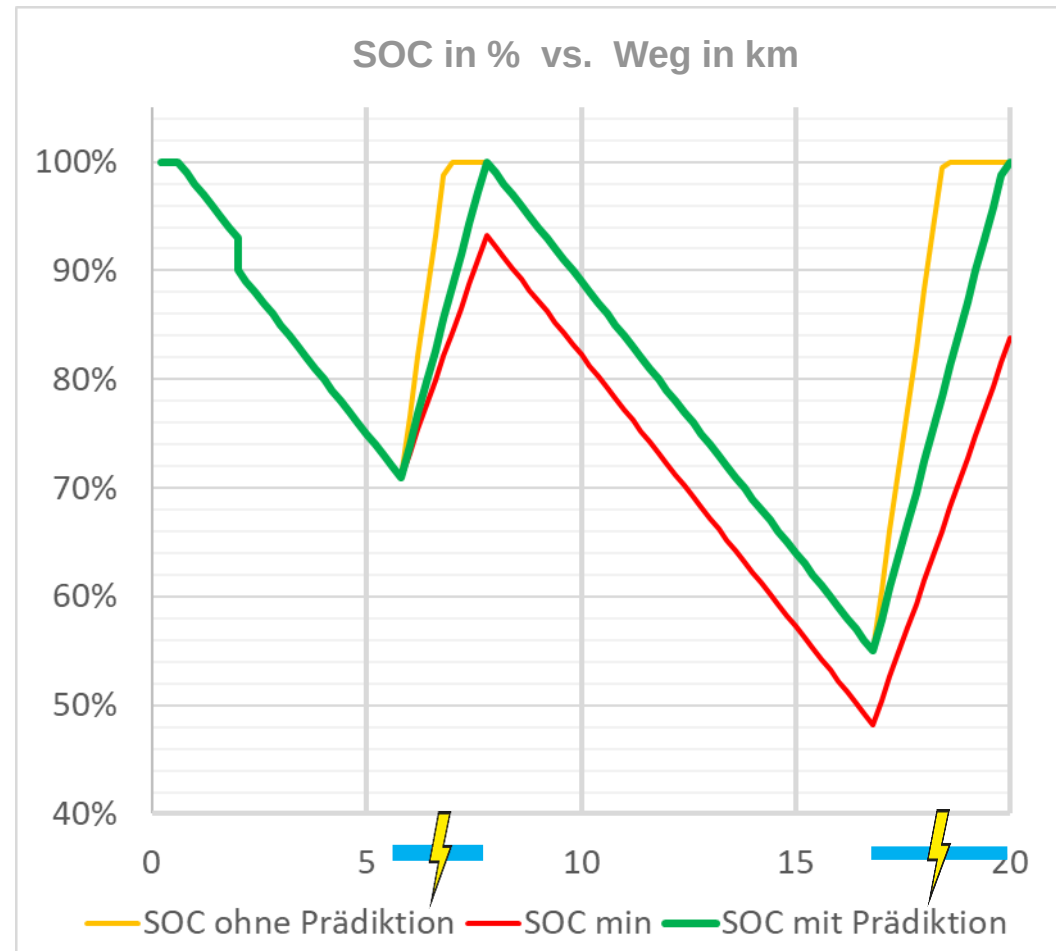
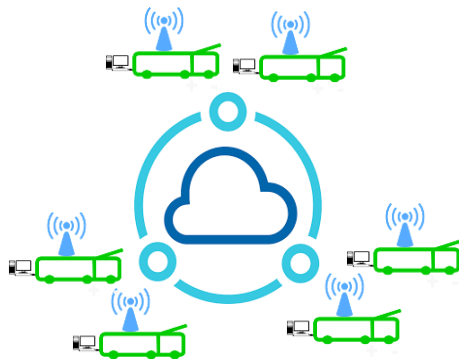
geringste installierte Ladeleistung

→ geringsten Kosten für Ladestationen

Kiepe Energy Management (KEM) – Smart Mobility

Künstliche Intelligenz:

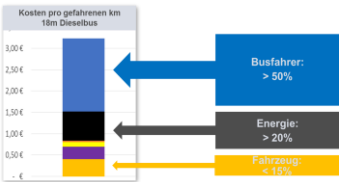
- lernt Strecken, Verbräuche und Ladezeiten abhängig von Tages- und Jahreszeit
- Flottenlernen (Cloud)
- Minimale Ladeleistung
→ Anforderung an Ladung und Infrastruktur
- Prädiktive Anpassung von Ladeleistung und Verbrauch
- Priorisiert Ladung der Busse
- Sichert die Zuverlässigkeit der Busse



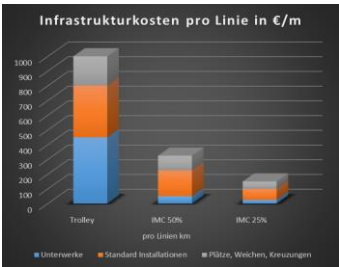
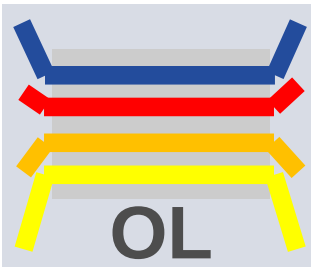
Kostensenkendes Energiemanagement: smart, vernetzt

,IMC 500: Kostensparen durch Technologie

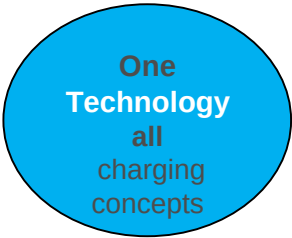
1. # Busfahrer und Busse wie bei Diesibus



2. Hohe Leistungsfähigkeit minimale Oberleitung



3. One Technology, hohe Flexibilität



4. Smart Mobility
Energiemanagement nutzt Infrastruktur optimal



Inhalt

1

Kiepe Electric

2

IMC 500

- AP1-3

3

Referenzen

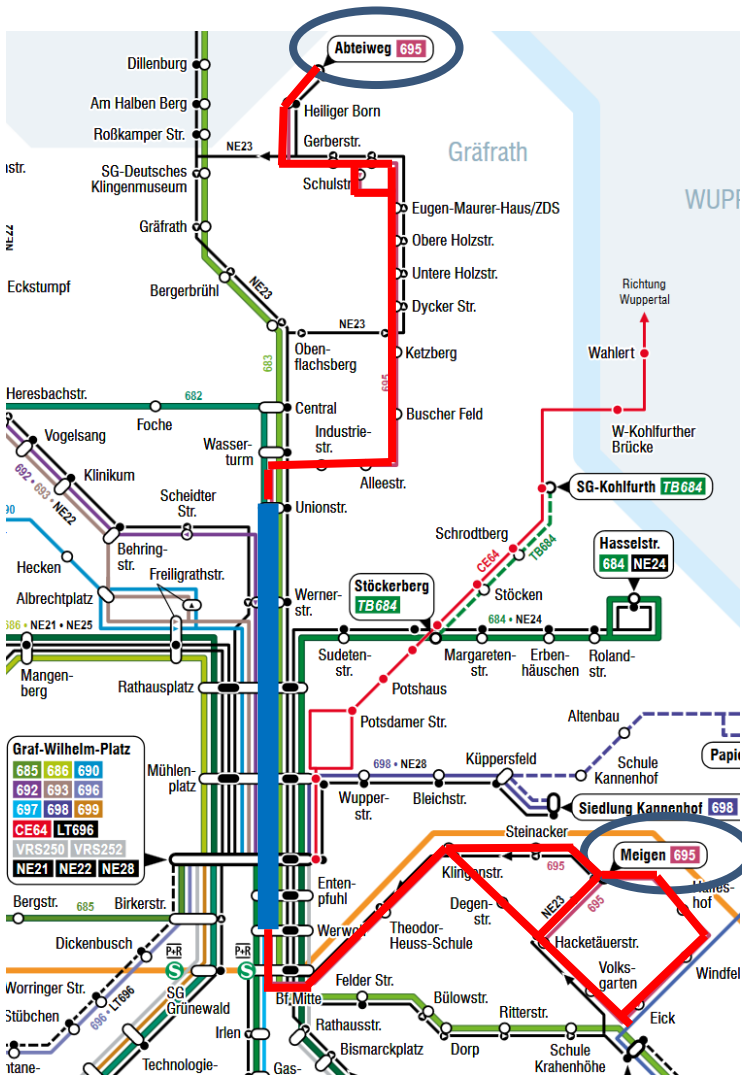
Solingen BOB Linie 695

Umlaufdaten

Länge Umlauf	18,1km	
Dauer Umlauf	74min	
Ladestraße	4,4km	(25%)
Ladezeit	23min	(31%)

Batteriefahrt	Ladestraße	Batteriefahrt
Abteiweg	Zentrum Solingen	Meigen
27min (36%)	23min (31%)	24min (32%)
8,2km (45%)	4,4km (25%)	5,5km (30%)
Energieverbrauch -24kWh	Nachladung mit 100kW	Energieverbrauch -11kWh

IMC 500: 25% Ladestraße für ein 18m Bus



Esslingen – Bergstrecken mit IMC500

Streckendaten

Länge Umlauf	22,6km	
Zeit Umlauf	65min	
Ladestraße	10,6km	(39%)
Ladezeit	23min	(35%)

Ladestraße	Batterie
23min (35%)	42min (65%)
10,6km (39%)	12km (30%)
	-11kWh bergab -30kWh bergauf

Batteriefahrt

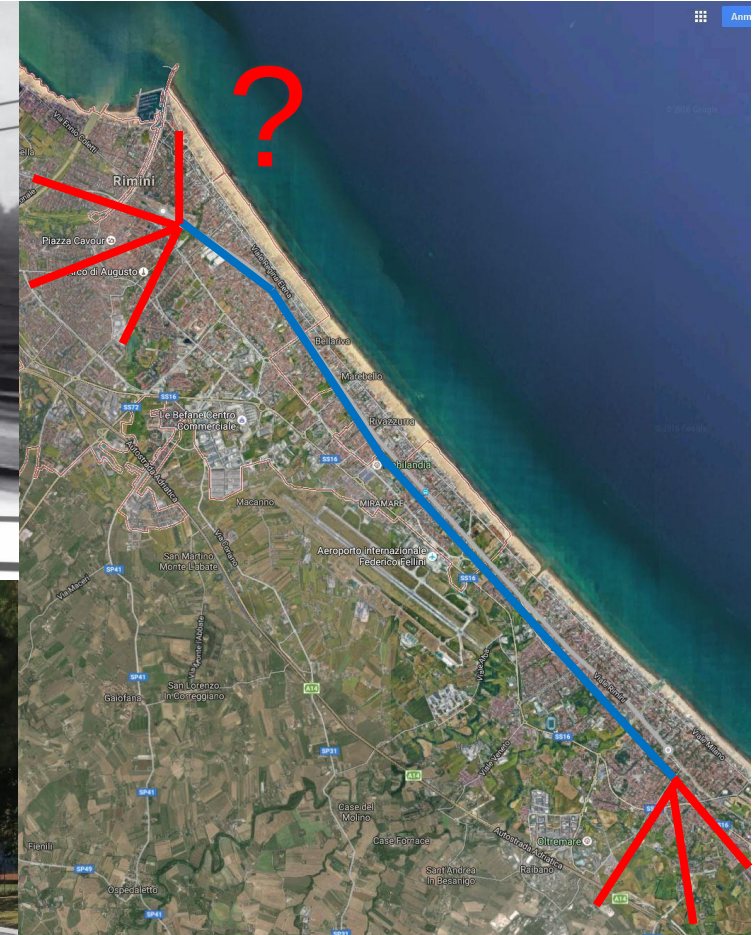
Ladestraße

Batteriefahrt



IMC500 Meistert Steigungen von 12,5% und lädt gleichzeitig die Batterie

Rimini – Neu errichtete IMC500-Strecke

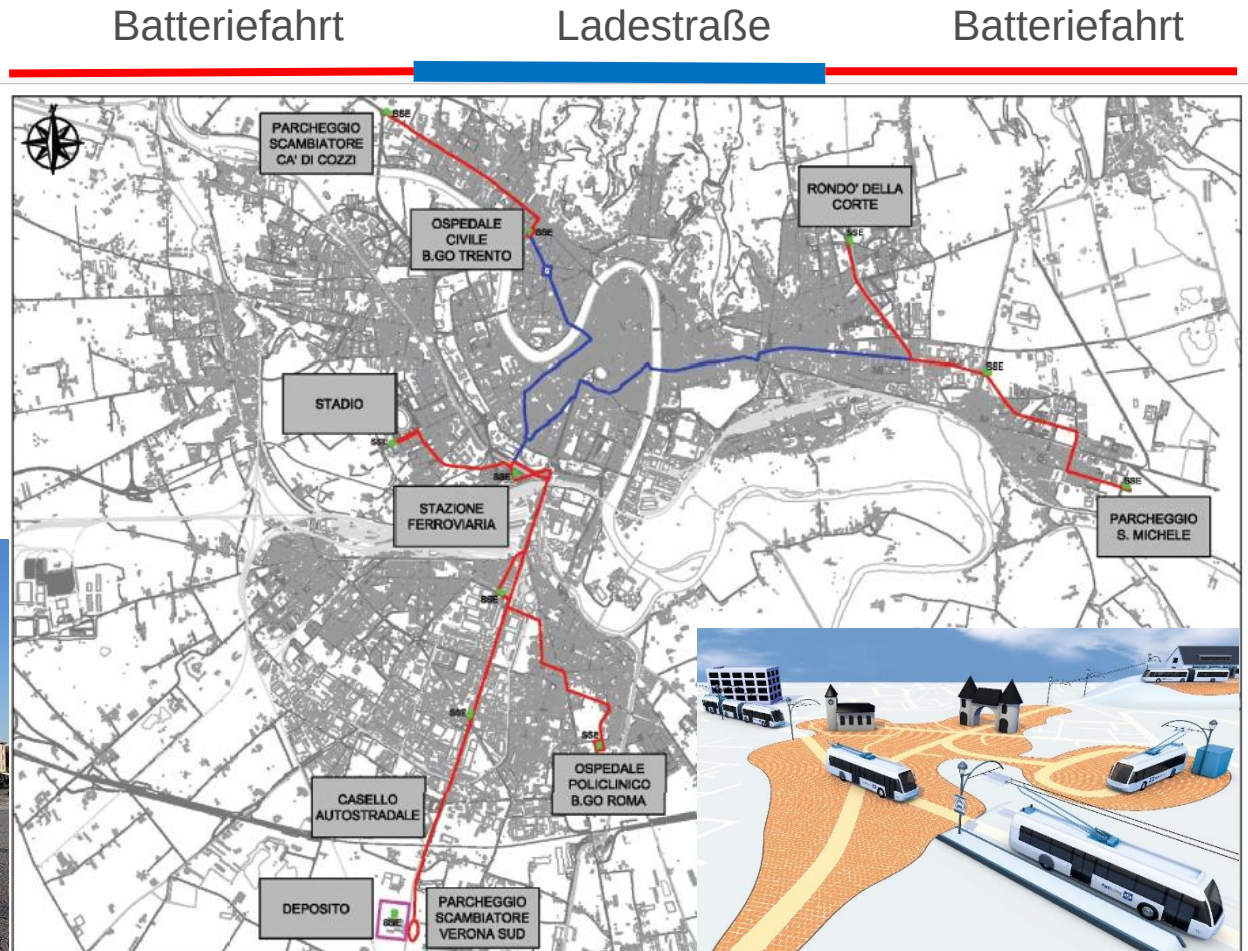


IMC 500 lädt auch bei hohen mittleren Geschwindigkeiten (ca. 30km/h)

Verona – Erstes neu errichtetes IMC 500-Netz

Streckendaten

Länge Linie	8,1km	
Zeit Linie	35min	
Ladestraße	4,0km	(49%)
Ladezeit	12min	(34%)



IMC 500 erstes neues Netz

Kiepe Electric: IMC rolling stock

„Future meets Experience“ - 600 IMC-buses worldwide in operation

(2) Arnheim 2019



(4) Solingen 2018



(20) Linz 2017



(4) Esslingen 2015



(60) San Francisco 2015/2016



(141) Seattle 2015/2016



(9) Luzern 2014



Zürich (35) 2012



2015 Cagliari (4)



2014 Dayton (2)



2013/2014 Genf (33)



2005 Vancouver (262)



300kW

Power battery

20kW

IMC 500 around the world (>600 in current order)



San Francisco (185/93)

12m/18m IMC500

Battery 30kWh

Charging power 50kW



Seattle (110/64)

12m/18m IMC500

Battery 30kWh

Charging power 50kW



Verona (38)

18m IMC500

Battery 45kWh LTO

Charging power 200kW



Milano (30 + 50)

18m IMC500

Battery 45kWh LTO

Charging power 200kW



Dayton (2+ 26 + 15)

12m IMC500

Battery 75kWh LTO

Charging power 60kW



Linz (20)

24m IMC500

Battery 30kWh LTO

Charging power 100kW



Solingen (4 + 16)

18m IMC500

Battery 60kWh

Charging power 200kW



Montreux (16)

18m IMC500

Battery 45kWh LTO

Charging power 200kW



Modena / Parma (8+10)

12m IMC500

Battery 45kWh LTO

Charging power 100kW



Rimini (9 + 6)

18m IMC500

Battery 45kWh LTO

Charging power 100kW



Esslingen (6+4)

18m IMC500

Battery 60kWh (46kWh)

Charging power 150kW



Arnhem (2 + x?)

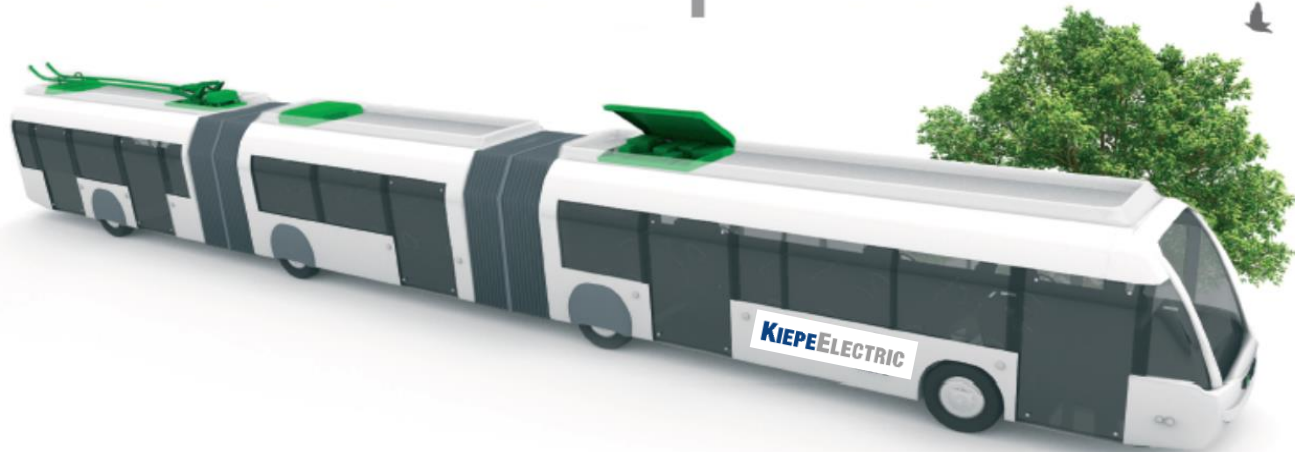
18m IMC500

Battery 30kWh LTO

Charging power 150kW

KIEPEELECTRIC

Future meets Experience



Dr. Marcel Manheller
Tel: + 49 211 7497 386
E-Mail: M.Manheller@Kiepe.Knorr-Bremse.com

Subcharts

Esslingen und Solingen

Esslingen: In Motion Charging IMC®-Bus

Technische Daten:

Ladeleistung:	150kW
Batteriekapazität:	46kWh
Leistung Batteriemodus:	220kW
Reichweite:	max. 22km
Motorleistung:	2x 160kW



Future meets Experience



Solingen: In Motion Charging IMC®-Bus

Technische Daten:

Ladeleistung:	250kW
Batteriekapazität:	60kWh
Leistung Batteriemodus:	320kW
Reichweite:	max. 37km
Motorleistung:	2x 160kW



Future meets Experience



Solingen BOB

Line 695 Gräfrath – Schaberg

Length Line

Time Line

Charging Road

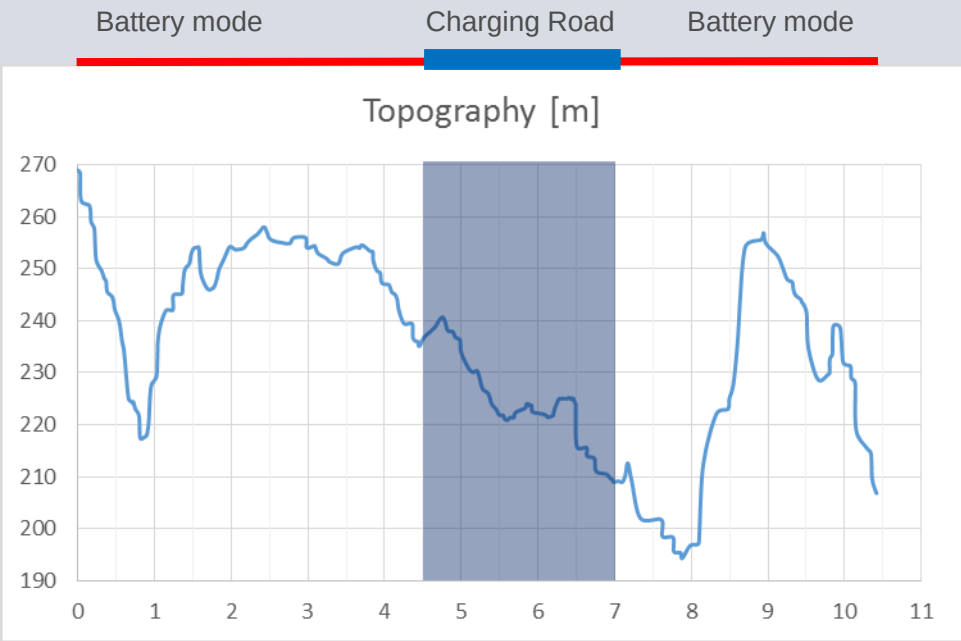
Charging Time

10,4km

40min

2,5km (24%)

12min (30%)



Gräfrath	Zentrum Solingen	Schaberg
14min (35%)	12min (30%)	14min (35%)
4,5km (43%)	2,5km (24%)	3,4km (32%)

Solingen BOB

 **695** Richtung: Meigen



Overhead wires

System of overhead wires – Norway / Bergen



Straight overhead wire lines are unremarkable

System of overhead wires – Fribourg / Switzerland



Straight overhead wire lines are unremarkable

System of overhead wires – Arnheim / Netherlands



Straight overhead wire lines are unremarkable

System of overhead wires – Lausanne / Switzerland

Street café at the water front (Lac Lemman)
„Café Zero Emission“ instead of „Café noxious fumes“

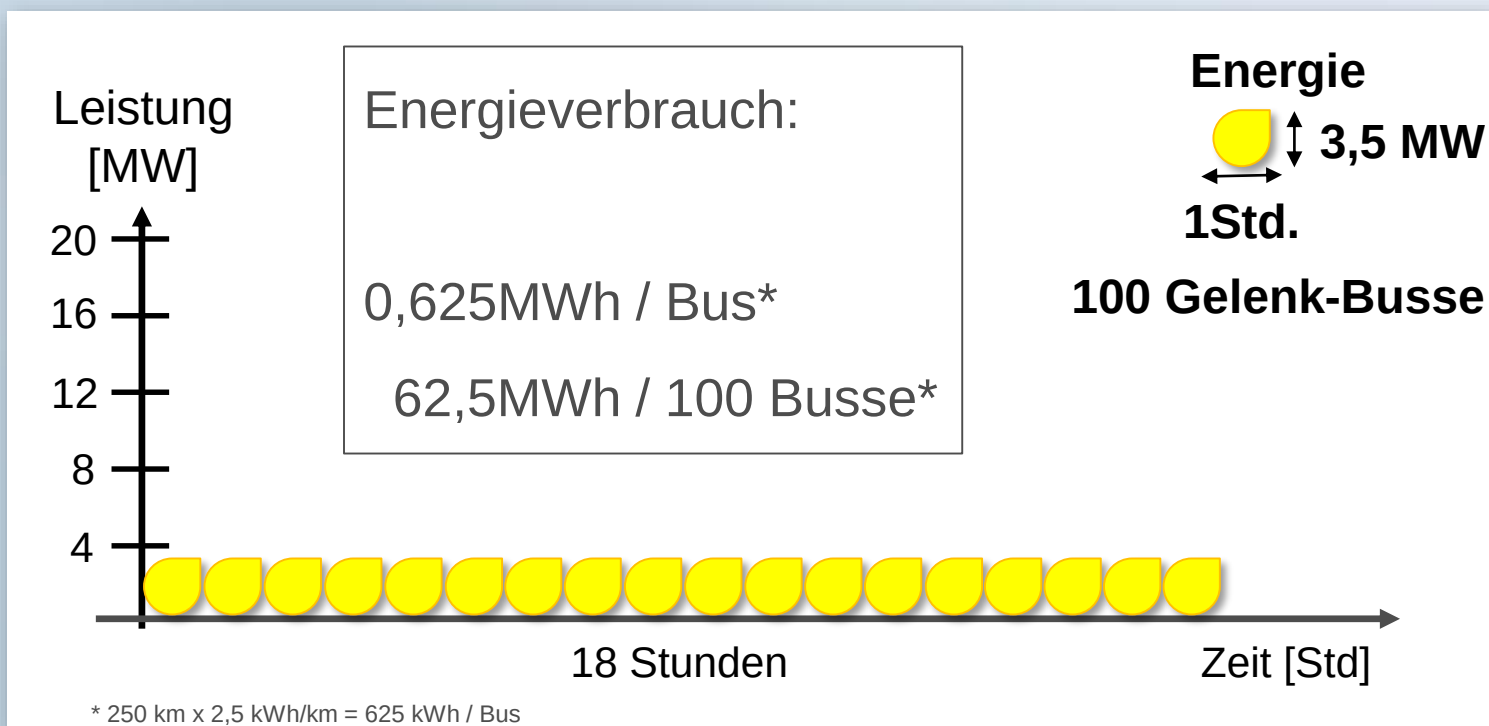


Clean and quiet

Ladeleistung

Energieverbrauch 100 Gelenk-Busse

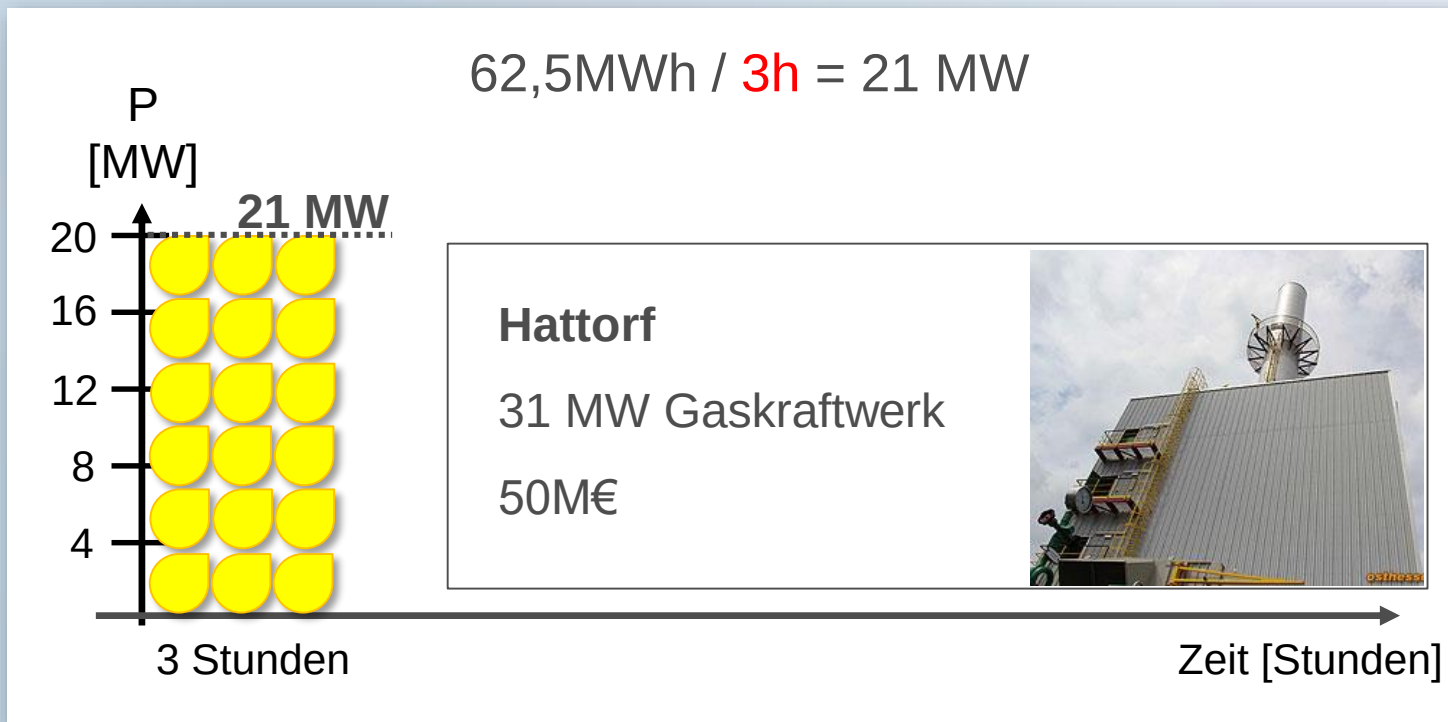
Mittlerer Energieverbrauch 250km / 18 Stunden



Der Energieverbrauch ist gleichmäßig verteilt über den Tag.

Ladeleistung Overnight-Charging-Flotte (100 Gelenk-Busse)

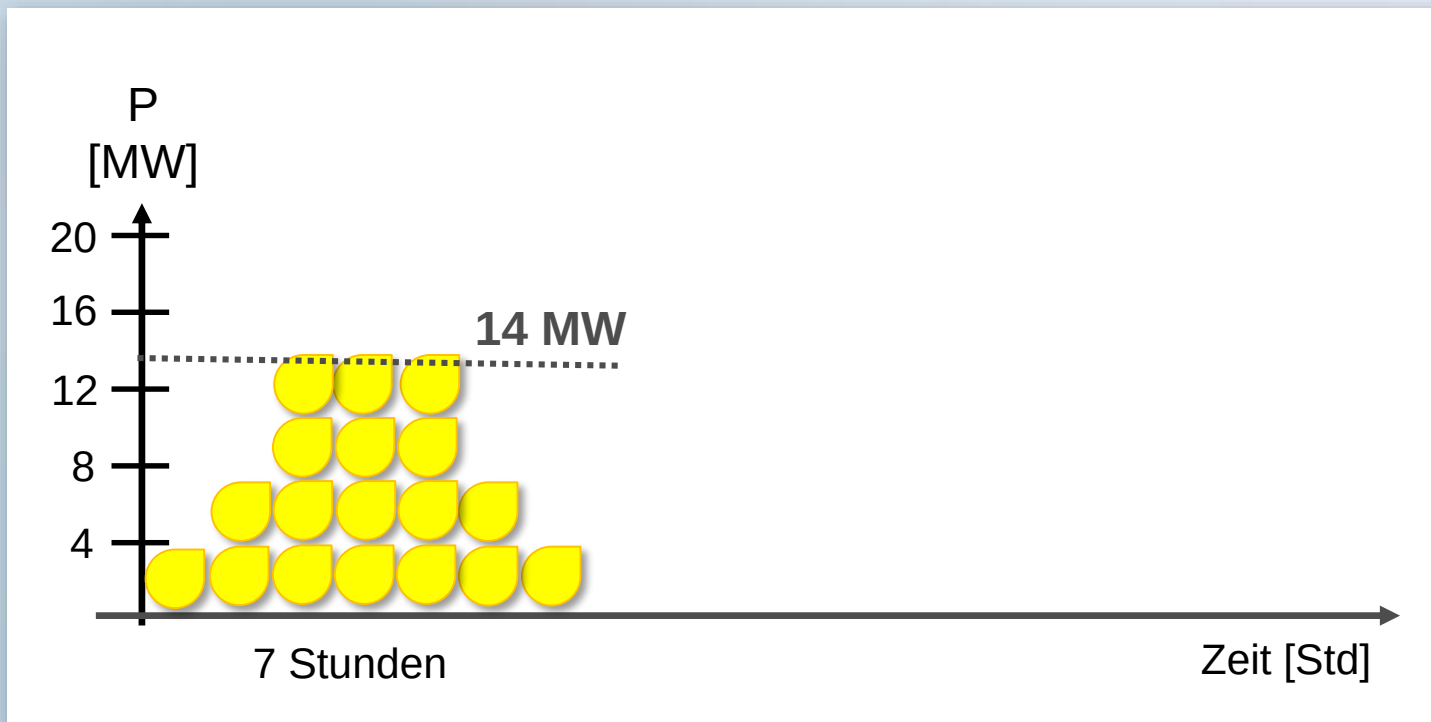
Overnight charging in 3 Stunden



Kurze Ladezeit (Nutzung Ladestation 12% am Tag) → Hohe Ladeleistung.

Ladeleistung Overnight-Charging-Flotte (100 Gelenk-Busse)

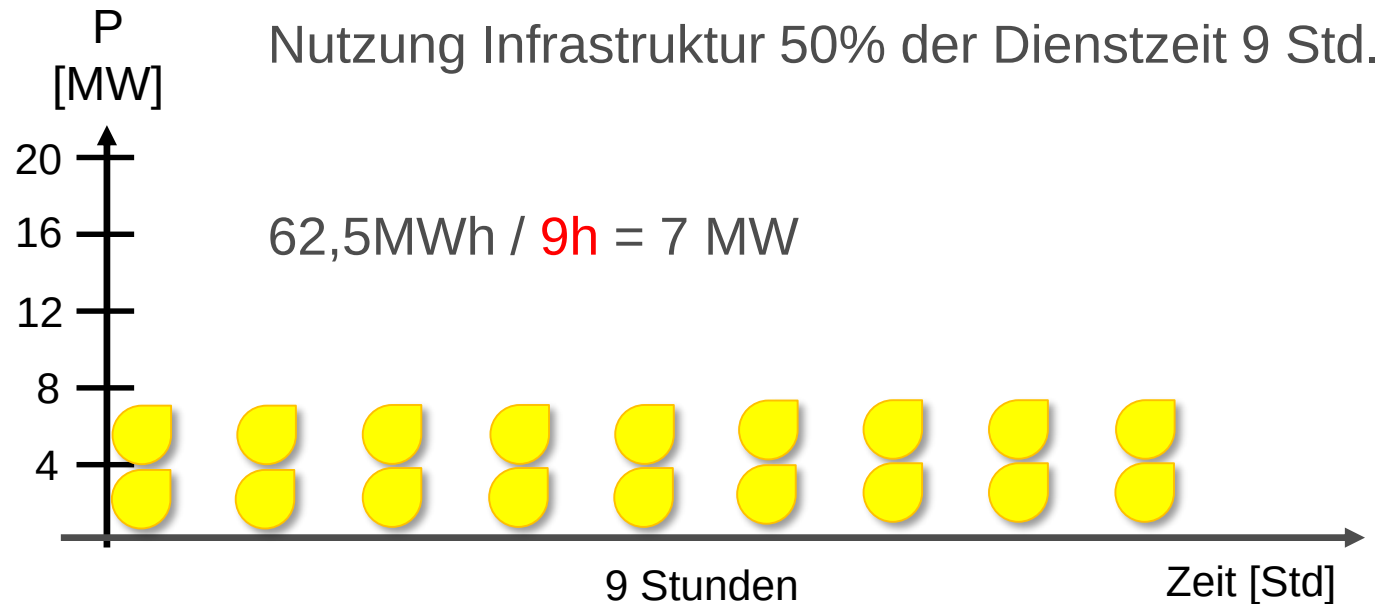
Overnight-charging in 7 Stunden



Kurze Ladezeit (Nutzung Ladestation 17% am Tag)

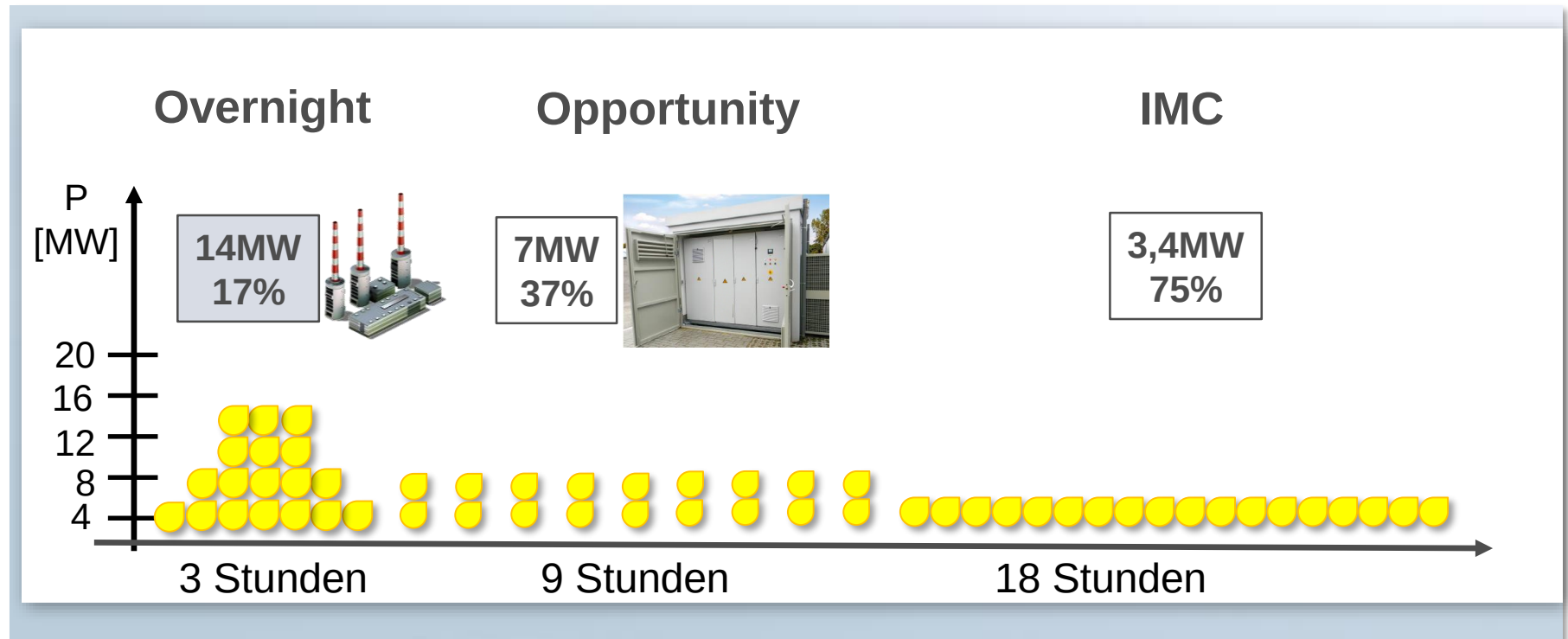
Ladeleistung Opportunity-Charging-Flotte (100 Gelenk-Busse)

Opportunity charging



Nutzung Ladestation 37% am Tag

Ladeleistung einer E-Busflotte (100 Fzg.) 18m Busse



IMC Ladestation:

höchster Nutzungsgrad

geringste installierte Ladeleistung

→ geringsten Kosten für Ladestationen

Analyse cost
Cost for Power Stations**** for previous example
100 articulated buses in a fleet

Concept	type of power station	cost of power stations	cost Infra depot	cost Infra fleet	total cost **** power supply	
IMC	4x substation à 1MW	540T€*	-	2.2M€	2.2M€	3,4MW 75%

*source: IFEU, belicom, LBST „Fokuspapier
Kostenrechnung“

** linear scale of Fastchargers

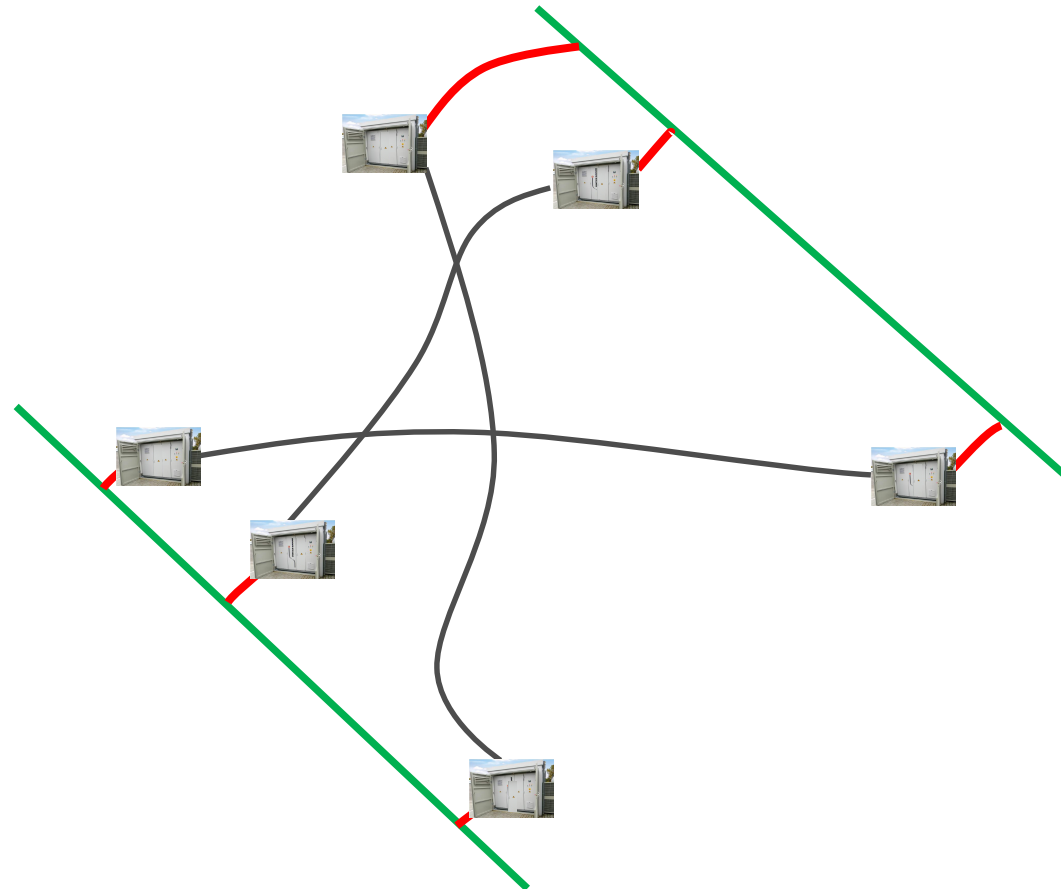
*** IMC concept has lowest invest in power electronics
(Quelle: BDEW, April 2012)



Anschluss Mittelspannung

Kostenanalyse

Verbindung zum Mittelspannungsnetz - Opportunity charging



- Buslinie
- Mittelspannungsnetz
- Anschluss
Mittelspannungsnetz
1M€/km *
-  Opportunity Ladestation
250kW, 0,25M€**

Anschluss Mittelspannungsnetz
1M€/km *
Opportunity 6x

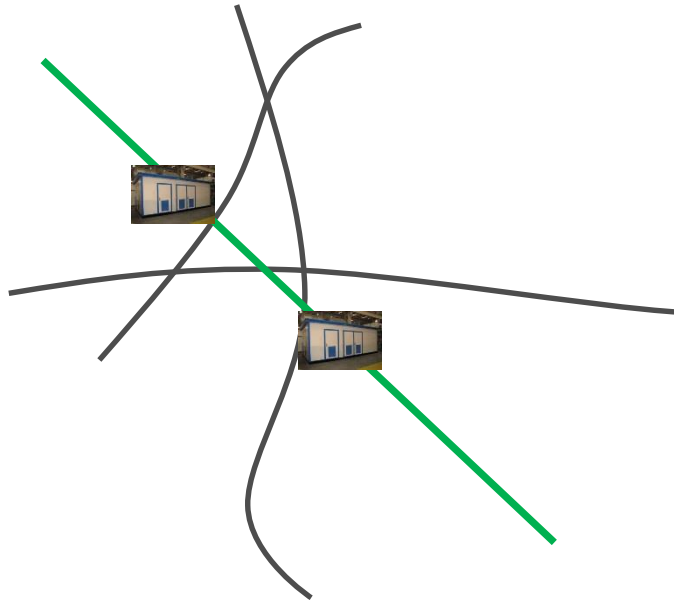
Quelle:

* Starkstrom Lobenstein

** source: IFEU, belicom, LBST „Fokuspapier Kostenrechnung“

Kostenanalyse

Verbindung zum Mittelspannungsnetz - IMC



- Buslinie
- Mittelspannungsnetz
- Anschluss Mittelspannungsnetz
1M€/km *
-  IMC Ladestation
1500kW, 0,45M€**

Anschluss Mittelspannungsnetz
1M€/km *
IMC 0x – 2x

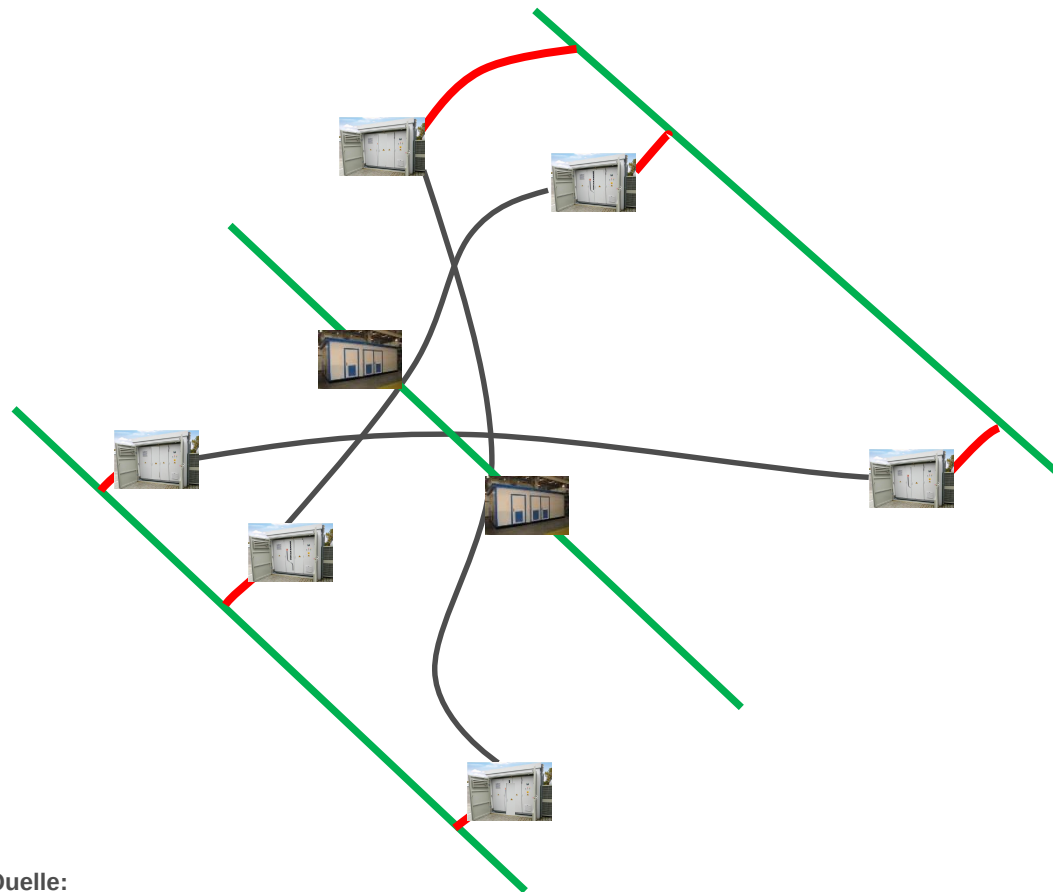
Quelle:

* Starkstrom Lobenstein

** source: IFEU, belicom, LBST „Fokuspapier Kostenrechnung“

Analyse cost

Cost grid connection Opportunity charging / IMC



	Buslinie
	Mittelspannungsnetz
	Anschluss Mittelspannungsnetz
	1M€/km *
	Opportunity Ladestation
	250kW, 0,25M€**
	IMC Ladestation
	1500kW, 0,45M€**

Anschluss Mittelspannungsnetz	
1M€/km *	
Opportunity	6x
IMC	0-2x

Quelle:

* Starkstrom Lobenstein

** source: IFEU, belicom, LBST „Fokuspapier Kostenrechnung“

Energie und Laden

Umsetzung Konzepte

Umsetzung IMC Konzept

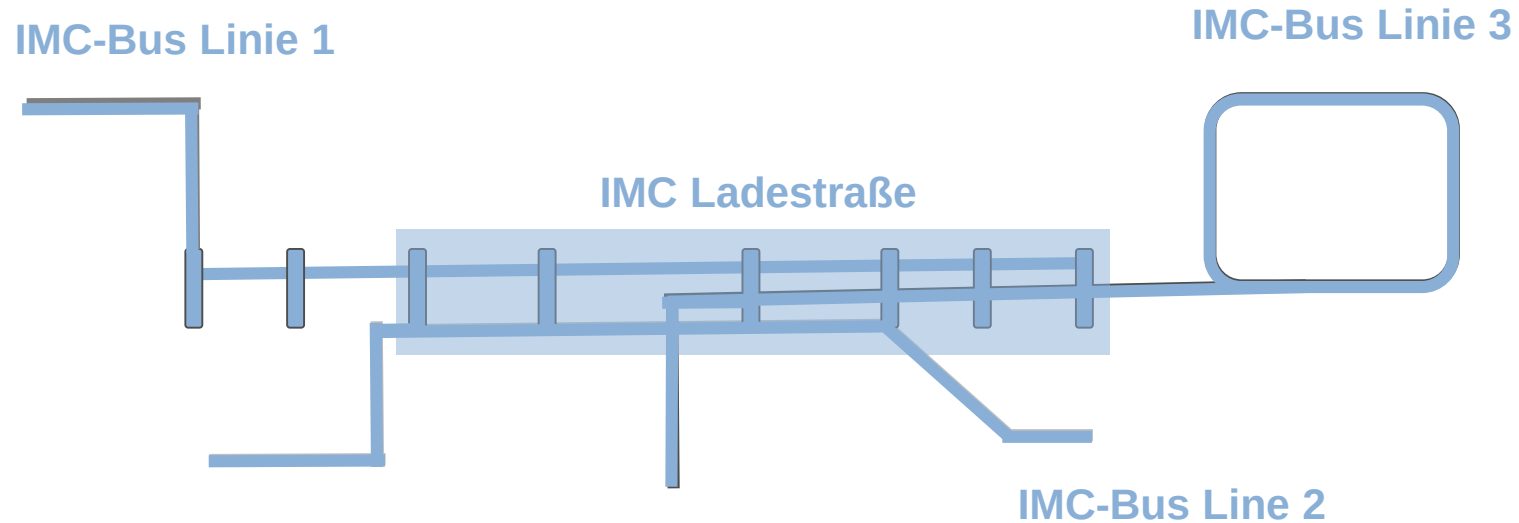
1. Upgrade of exiting trolley to IMC buses (Arnhem E-Bus2020)



2. New IMC buses

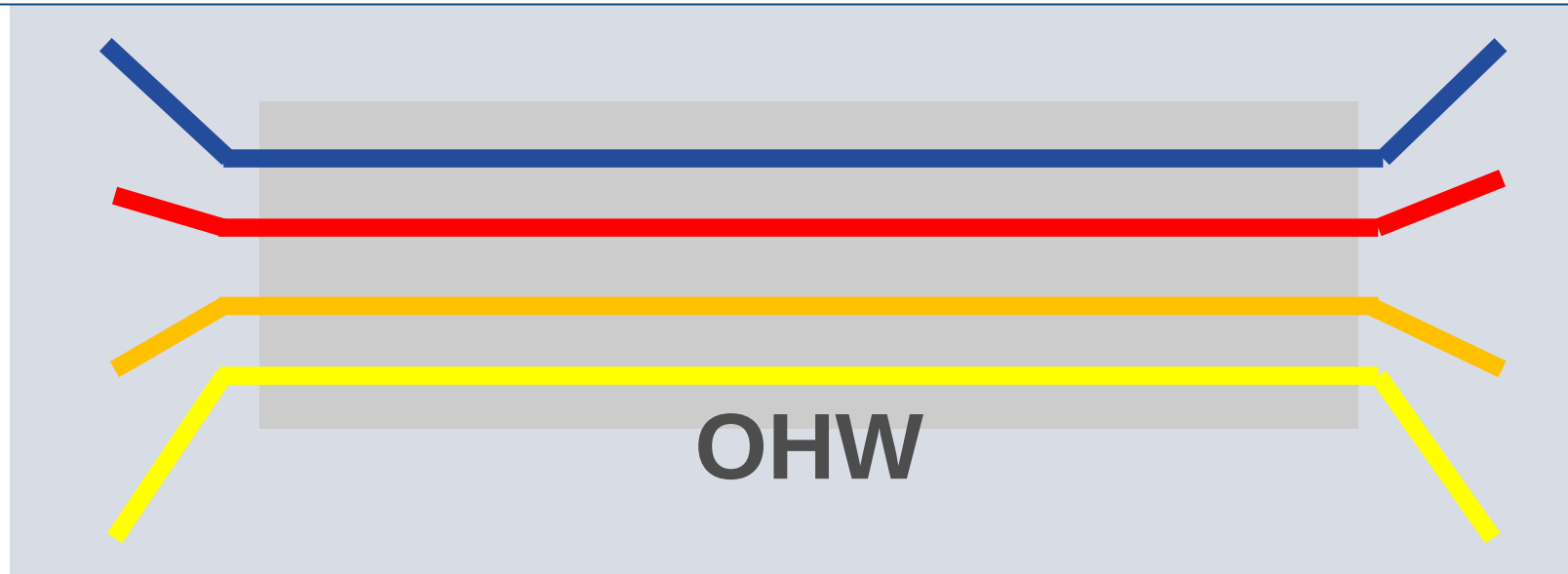


Existierendes Oberleitungsnetz: Austausch Dieselbusse mit IMC-Bussen ..



Bereits möglich

Neues IMC Netz: Der Vorteil paralleler Linien



Infrastrukturkosten skalieren nicht mit der Anzahl der Linien.

IMC-Technologie: Key Benefits

IMC
fits for all
sizes

Energieübertragung

- In Motion
- 80% Batterie
- Standardisiert



**One
technology
fits all**

Ladezeit für verschiedene Busgrößen und Geschwindigkeiten

Stehende Nachladung: Standzeiten durch Opportunity / flash Ladung

Assumed charging power: 250 kW

Energy consumptions: 12m: 1,5 kWh/km; 18m: 2,5 kWh/km; 24m: 3,5 kWh/km



Geschwindigkeit	12m		18m		24m	
15 km/h	5 min	8%	9 min	13%	13 min	18%
20 km/h	7 min	10%	12 min	17%	17 min	22%
30 km/h	11 min	15%	18 min	23%	25 min	30%

Höhere Geschwindigkeit / Größere Fahrzeuge:
 → höherer Energieverbrauch pro Stunde
 → längere Ladezeit

→ 12m Busse Linien mit geringer Geschwindigkeit

Key Messages for E-Buses in Fleet Service

1. Geschwindigkeit & Größe



2. Zeit und Leistung



3. Parallele Linien, geringere Kosten



4. Eine Technology alle Konzepte



What is if, the batteries get better?

If the battery :

- Price will be reduced by 20%
 - → TCO will be reduced slightly.
- Energy density will increase by 15%
 - → Three passengers more *
- Power density will increase by 15%
 - → see energy density

* 1500kg Battery , thus 225kg less weight

The charging challenge remains!

Neues

IMC-Bus: New Products by Kiepe

