



Induktive Ladung statt Pantograf. Praxiserfahrungen mit Elektrobussen

Das Projekt „rnv Primove“

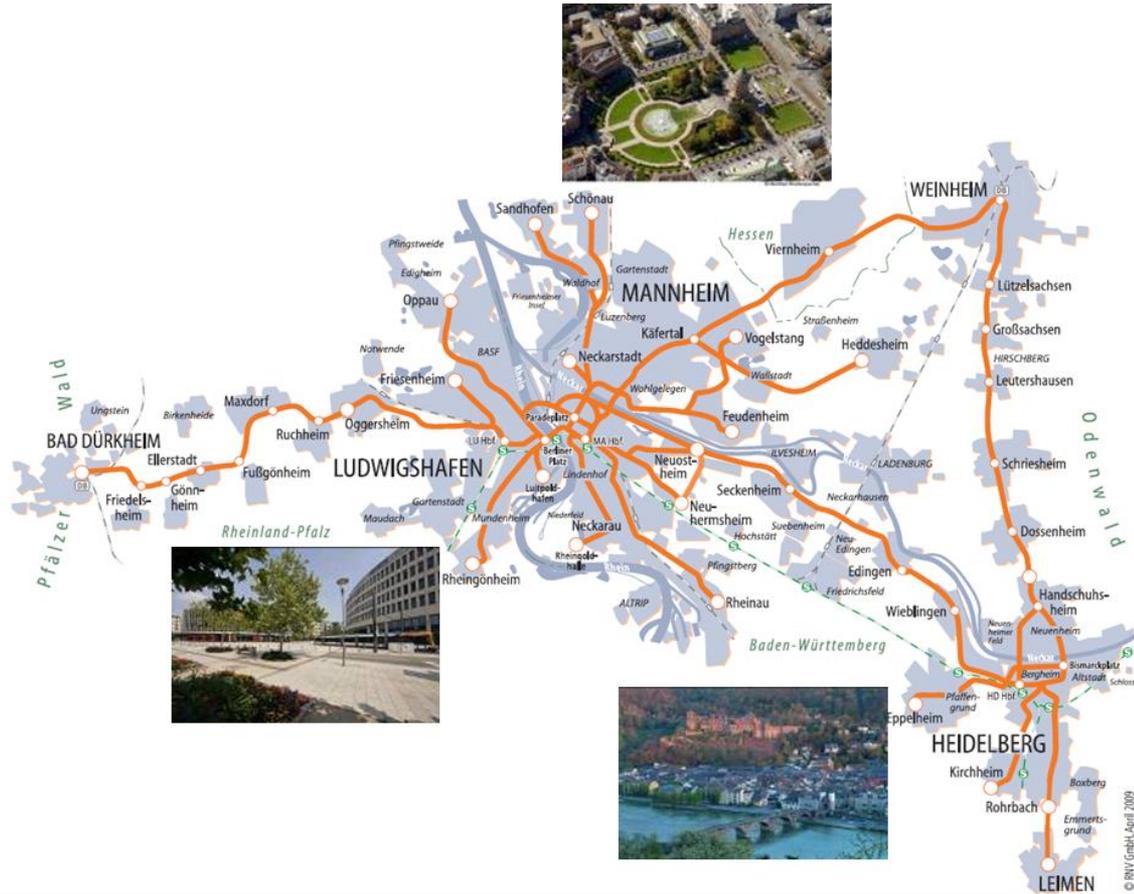
Rhein-Neckar-Verkehr GmbH, Martin in der Beek

18. Februar 2016

Strukturdaten (2013)

Fläche (Hektar)	73.700
Einwohnerzahl	772.300
davon	
Mannheim	291.500
Ludwigshafen	158.600
Heidelberg	148.400

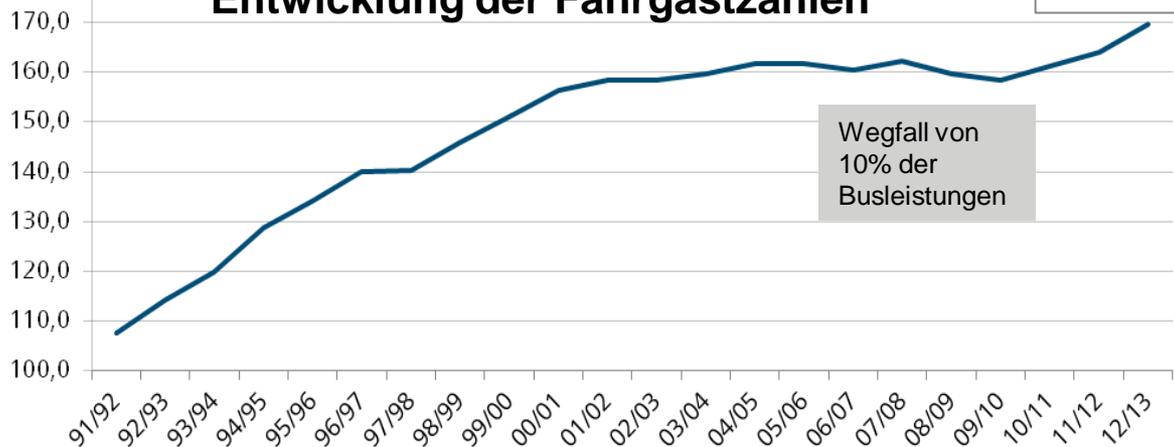
Metropolregion Rhein-Neckar



Geschäftsjahr 2014

Fahrzeuge gesamt	353
Fahrzeuge Bahn	183
Fahrzeuge Bus	170
Gesamtleistung	170 Mio. €
Mitarbeiterzahl	2012

Entwicklung der Fahrgastzahlen



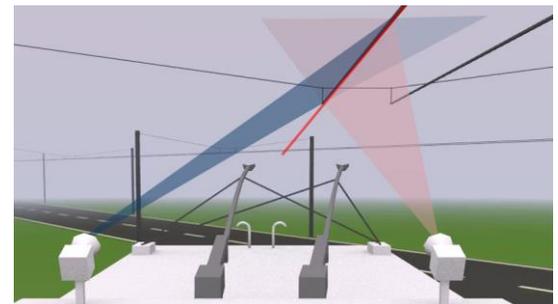
Batteriewechsel



Induktiv



Konduktiv



System	Vorteile	Nachteile
Batteriewechsel	Schnelle Verfügbarkeit großer Energiemengen	Kosten Zeitaufwand
Konduktiv – Pantograf	Sehr hohe Ladeleistung,	Optik, Punktuell festgelegter Fahrweg
Konduktiv – Stecker	Robustes System, bewährte Technik, freizügiger Einsatz	Zeit- und Ressourcenaufwand Ladung nur im Betriebshof Große (= schwere) Batterien erforderlich
Konduktiv – Oberleitung	Erprobte „einfache“ Technik, keine Batterie notwendig	Optik Kosten Fest definierter Fahrweg
Induktiv	Verschleißarme Infrastruktur Optik	Hohe Komplexität des elektrischen Systems Punktuell festgelegter Fahrweg

- ▶ **Förderprojekt des BMVI im Bereich Elektromobilität**
- ▶ **Einsatz von zwei induktiv geladenen Elektrobussen auf der Mannheimer Buslinie 63**
 - **Einbindung der neuen Fahrzeuge in den rnv-Betriebsablauf**
 - **Ziel: 1 Jahr Dauerbetrieb**
- ▶ **Aufbau der Primove-Ladeinfrastruktur (Gelegenheitsladung)**
 - **2 Ladestationen an den Endhaltestellen**
 - **4 Ladestationen auf der Strecke**
 - **1 Ladestation im Betriebshof**

1. RNV

- Antragsteller / Projektverantwortlicher
- Betreiber Busse und Infrastruktur
- Werkstattdienstleistungen



2. Stadt Mannheim

- Bürgerbeteiligungsverfahren
- Genehmigung Infrastruktur



3. Bombardier Transportation (BT)

- Technologielieferant und Projektpartner



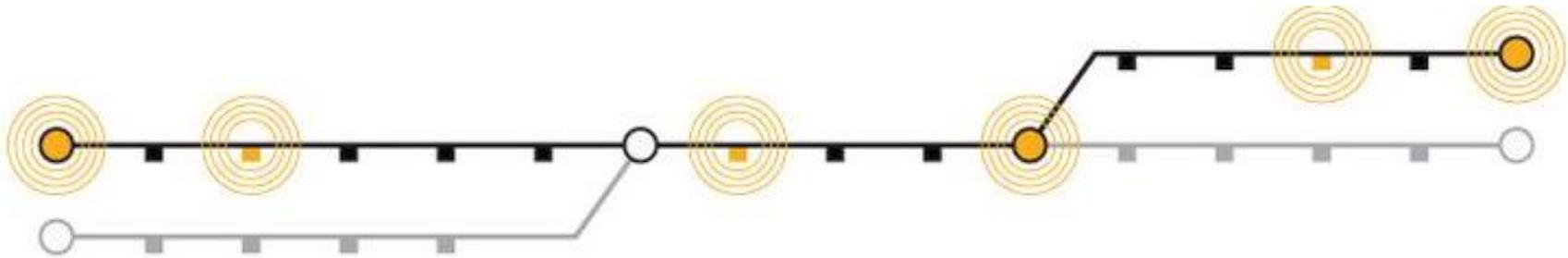
4. Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- Wissenschaftliche Projektbegleitung

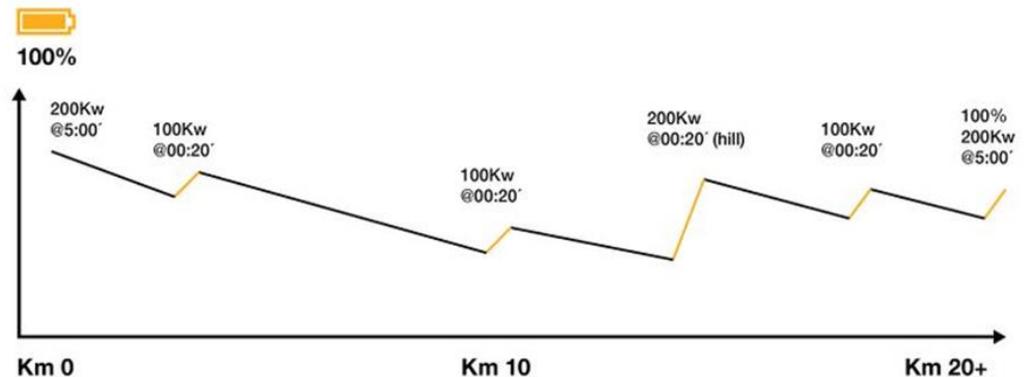


- ▶ Zwei 12-m-Busse der Firma Carrosserie Hess AG
- ▶ Lieferant Antriebsstrang und Ladetechnologie: Bombardier Transportation
- ▶ Nachladung an Haltestellen per Induktionsladung (Primove)
- ▶ 60 kWh Batterie
- ▶ Ladeleistung: 200 kW





- ▶ Ladung während der Wendezeit an Endhaltestellen
- ▶ Ladung auf der Strecke während Ein- und Ausstieg
- ▶ Hohe Ladeleistung erforderlich
- ▶ Geringe Entladetiefe der Batterie



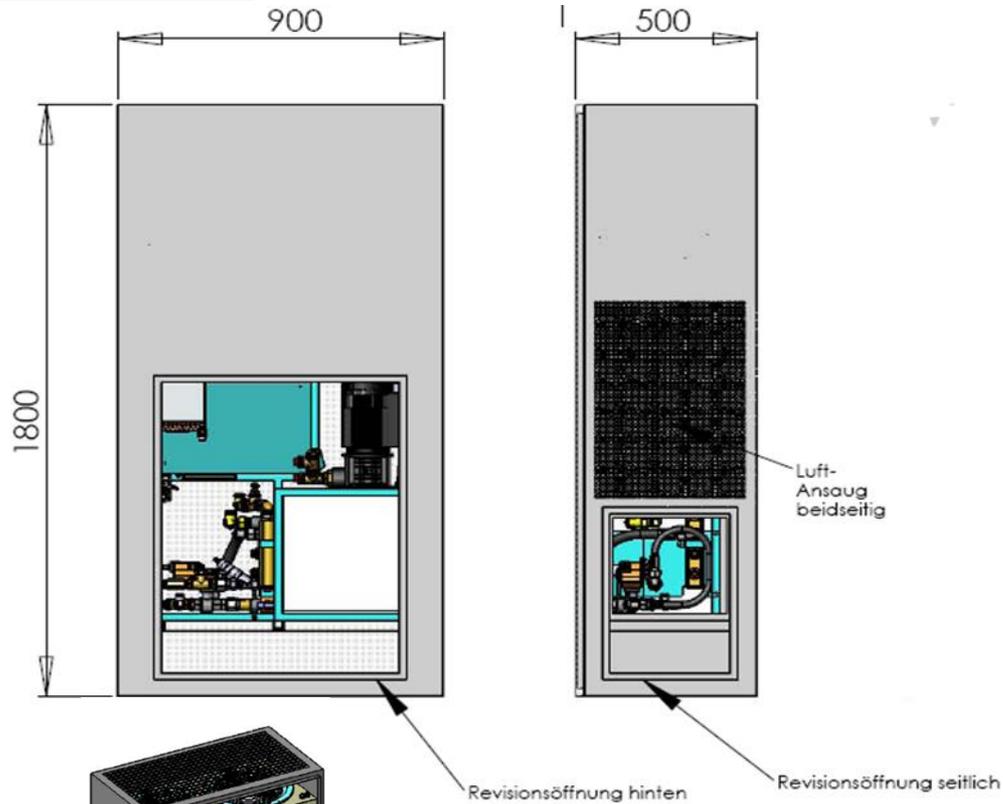
- ▶ **Linienweg Mannheim
Hauptbahnhof – Pfalzplatz**
- ▶ **betriebshofnaher Verlauf**
- ▶ **Linienlänge 4,5 km**
- ▶ **öffentlichkeitswirksam im
Zentrum Mannheims**
- ▶ **Planbedarf liegt bei zwei
Bussen**



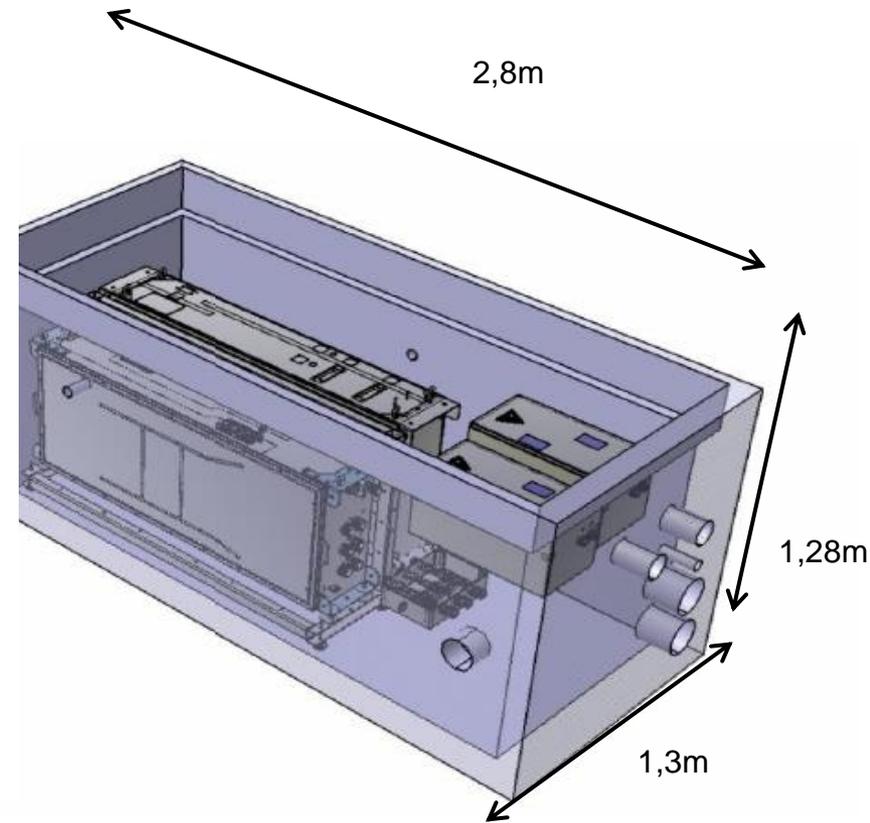


1. Ladeeinheit in Fahrbahn eingelassen
2. Versorgungseinheit im Gehwegbereich
3. Kühleinheit im Haltestellenbereich
4. Übergabeschränk Energieversorgung

Ladeinfrastruktur Haltestelle (2)



Kühleinheit



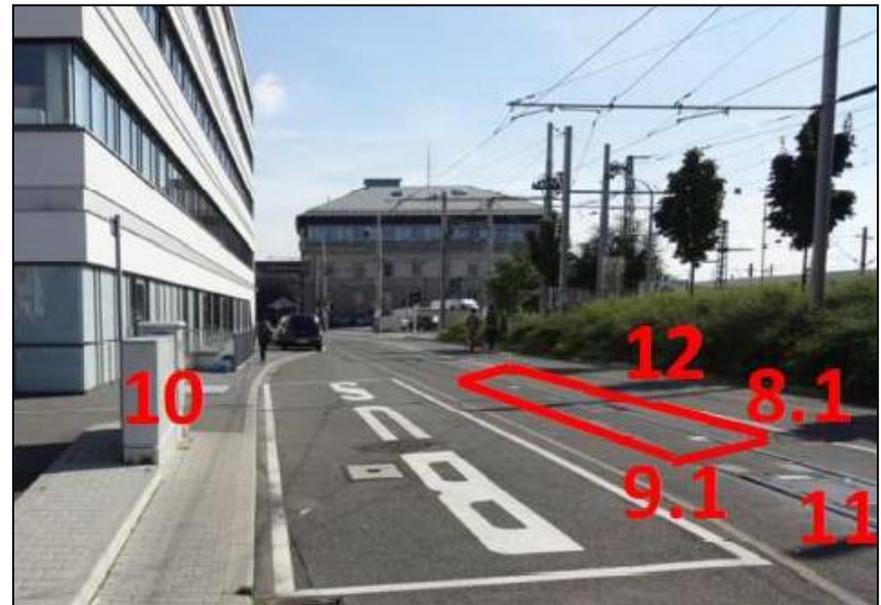
Wayside-Box

Zeitplan

- ▶ **Projektstart: Dezember 2012**
- ▶ **Bestellung Fahrzeuge: Dezember 2012**
- ▶ **Auslieferung Fahrzeuge: April 2015**
- ▶ **Infrastruktur-Aufbau: ab April 2014**
- ▶ **Inbetriebnahme Infrastruktur: Ende 2014**
- ▶ **Anschließend Schulungen und Testbetrieb**
- ▶ **Dauerbetrieb: ab Juni 2015**
- ▶ **Projektabschluss: Juni 2016**



- ▶ **Verzögerung bei der Programmierung und Zulassung der Antriebssteuerung**
- ▶ **Zusätzlicher Aufwand bei der Umrüstung der Haltestellen zu Ladestationen (z.B. Schutz von Versorgungsleitungen)**
- ▶ **Testphase der Fahrzeuge länger als ursprünglich geplant**



- ▶ **Start des Dauerbetriebs: 22.06.2015**
- ▶ **Bereits jetzt hohe Verfügbarkeit und Betriebsstabilität**
- ▶ **Verstärkung der Fahrzeugumläufe durch einen Diesibus, da**
 - noch nicht alle Ladestationen in Betrieb
 - Fahrpersonal noch in Gewöhnungsphase
 - Ladeleistung noch gedrosselt
- ▶ **Schrittweise Reduzierung der Diesel-Umläufe**
- ▶ **rnv arbeitet gemeinsam mit den Herstellerfirmen Bombardier und Hess an der Beseitigung der „Kinderkrankheiten“**
- ▶ **Ziel: reiner Elektrobetrieb**



Rückmeldungen Fahrpersonal und Fahrgäste

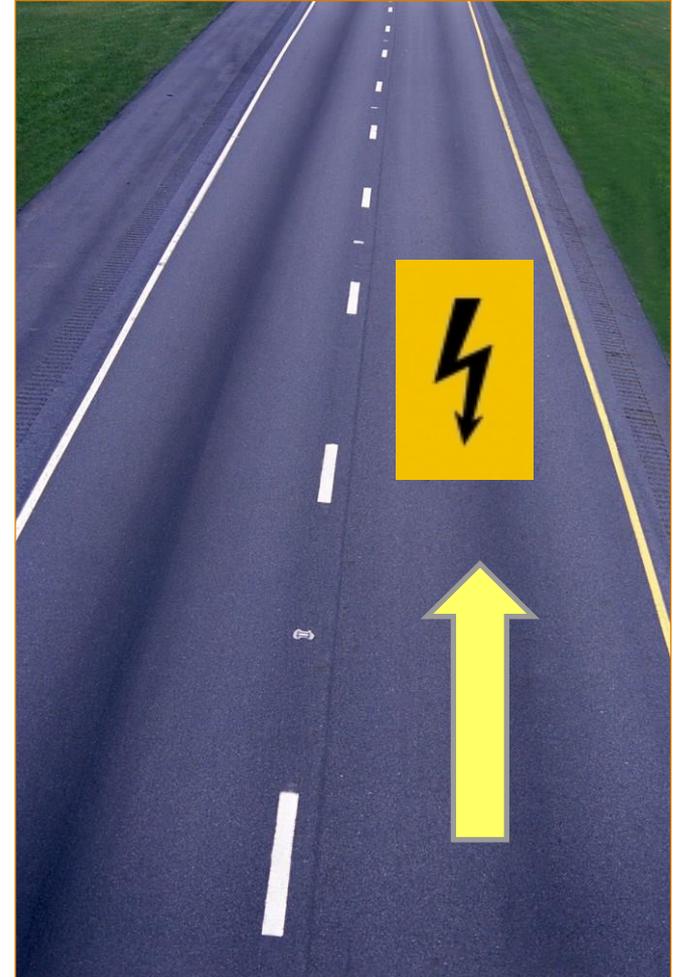
- ▶ Busse bei Fahrpersonal beliebt
- ▶ Beschleunigung und Fahrverhalten
- ▶ wird als sehr positiv beschrieben
- ▶ Aufenthaltszeiten an den Unterwegshaltestellen zu gering für effektives Laden
- ▶ Ladevorgang für Fahrpersonal aufwändig
- ▶ Wenig Beschwerden über Verspätungen
- ▶ Insgesamt positives Feedback bei Fahrgästen



Zeitraum: 01.07.15 bis 31.12.15

Parameter	rnv Primove	Referenz E-Bus VDV	rnv Dieselbus (Standard)
Zurückgelegte Kilometer:	36.206 km	-	-
Verfügbarkeit:	84,01%	74 %	ca. 95 %
Energieverbrauch:	ca. 1,40 kWh/km	1 – 2,4 kWh/km [je nach Fahrzeuggröße]	0,37 Liter / km
Bisher eingespartes CO ₂ :	34.829 kg CO ₂	-	-
Wirkungsgrad Ladeinfrastruktur:	89,99 %	-	-
Projektkosten	4,6 Mio. € (davon 49 % gefördert)		

- ▶ **Umstellung auf reine Elektrobuslinie**
- ▶ **Automatisches Laden**
- ▶ **Konzepterstellung zur Ausweitung der elektrischen Fahranteile im Busbereich**



- ▶ **Technik ist ausgereift und funktioniert im Alltagsbetrieb**
- ▶ **Die Ladezeiten sind verhältnismäßig kurz; müssen aber weiter optimiert werden (> Automatisierung)**
- ▶ **Fahrwegabhängige Kosten im Vergleich zu anderen Systemen relativ hoch; dafür sehr gute Integration in das Stadtbild**
- ▶ **Wirkungsgrad dem konduktiven Laden nahezu ebenbürtig**
- ▶ **Hohe Akzeptanz in der Bevölkerung und bei den Kunden**
- ▶ **Generell sind Elektrobusse noch viel zu teuer (Faktor 3), um eine wirtschaftliche Alternative zum Diesibus zu sein.**



Mit gutem Gefühl unterwegs.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Rhein-Neckar-Verkehr GmbH

Martin in der Beek

Möhlstraße 27

68165 Mannheim