

FORSCHUNG FÜR EINE MOBILE ZUKUNFT



DRESDEN

Einführungskonzeptionen für Batteriebusse / Trolleybusse mit Energiespeicher

Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI

Dr.-Ing. Thoralf Knoté

Zeunerstraße 38

01069 Dresden

www.ivf.fraunhofer.de



Fraunhofer IVI

Zahlen und Fakten

Institutsleiter
Prof. Dr. Matthias Klingner

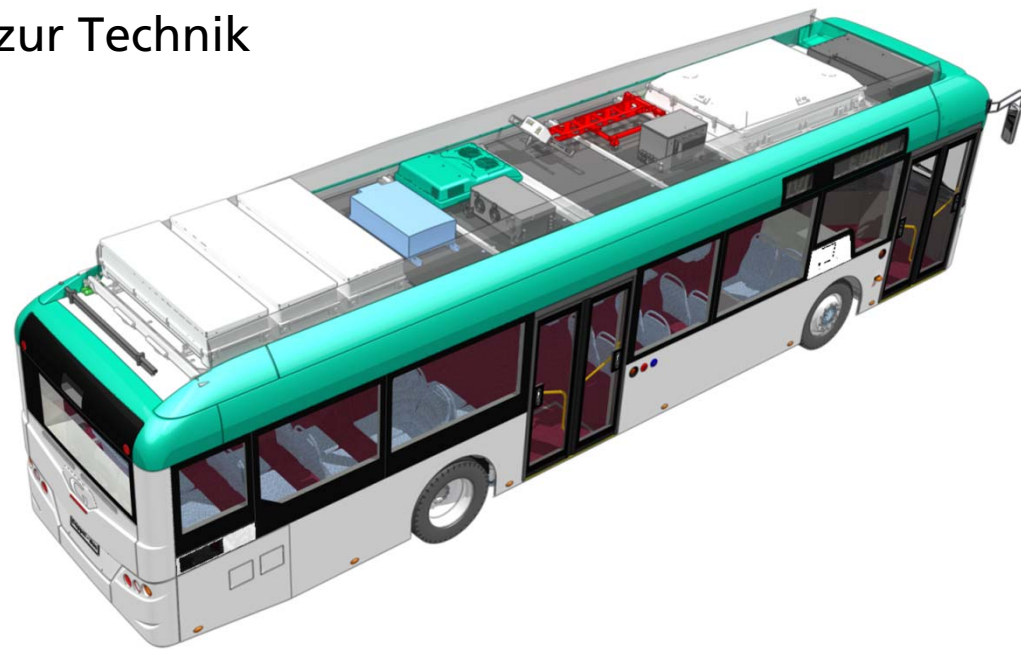
- 95 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- 50 studentische Hilfskräfte
- Budget ~8,2 Mio. Euro (2013)
- vier Abteilungen
- gemeinsame Forschungsgruppen
 - TU Dresden
 - TU Bergakademie Freiberg



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

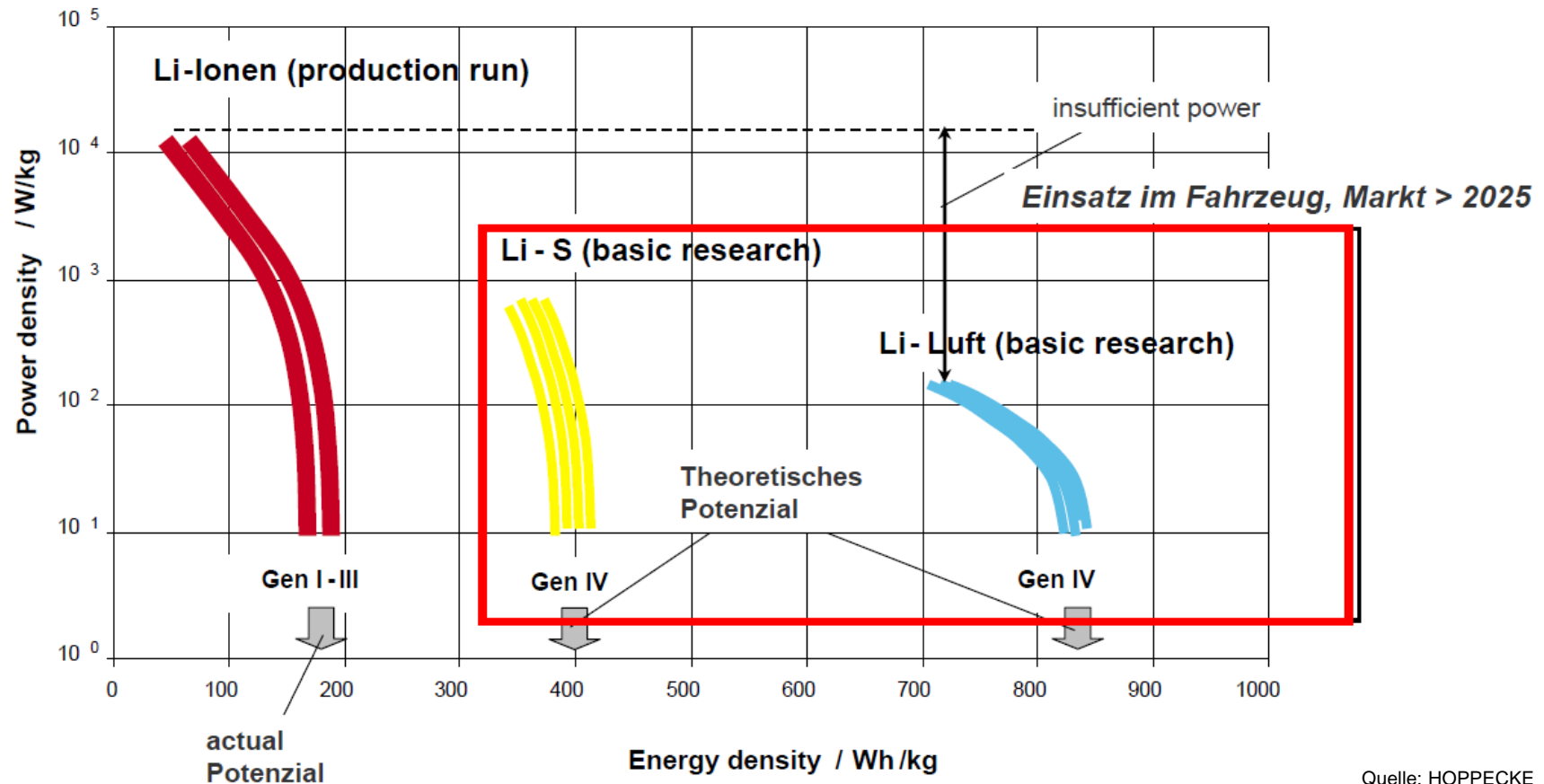
Ausgangssituation

- Preisanstieg bei fossilen Brennstoffen
- zunehmende Vorgaben hinsichtlich Umweltschutz
- deutliche Fortschritte in den Batterietechnologien im letzten Jahrzehnt
- Batteriebusse auf dem Markt verfügbar
- z. T. unrealistische Angaben zur Technik
- limitierte Reichweite



Elektroenergiespeicher

Evolution statt Revolution



Elektroenergiespeicher

Sinkende Kosten

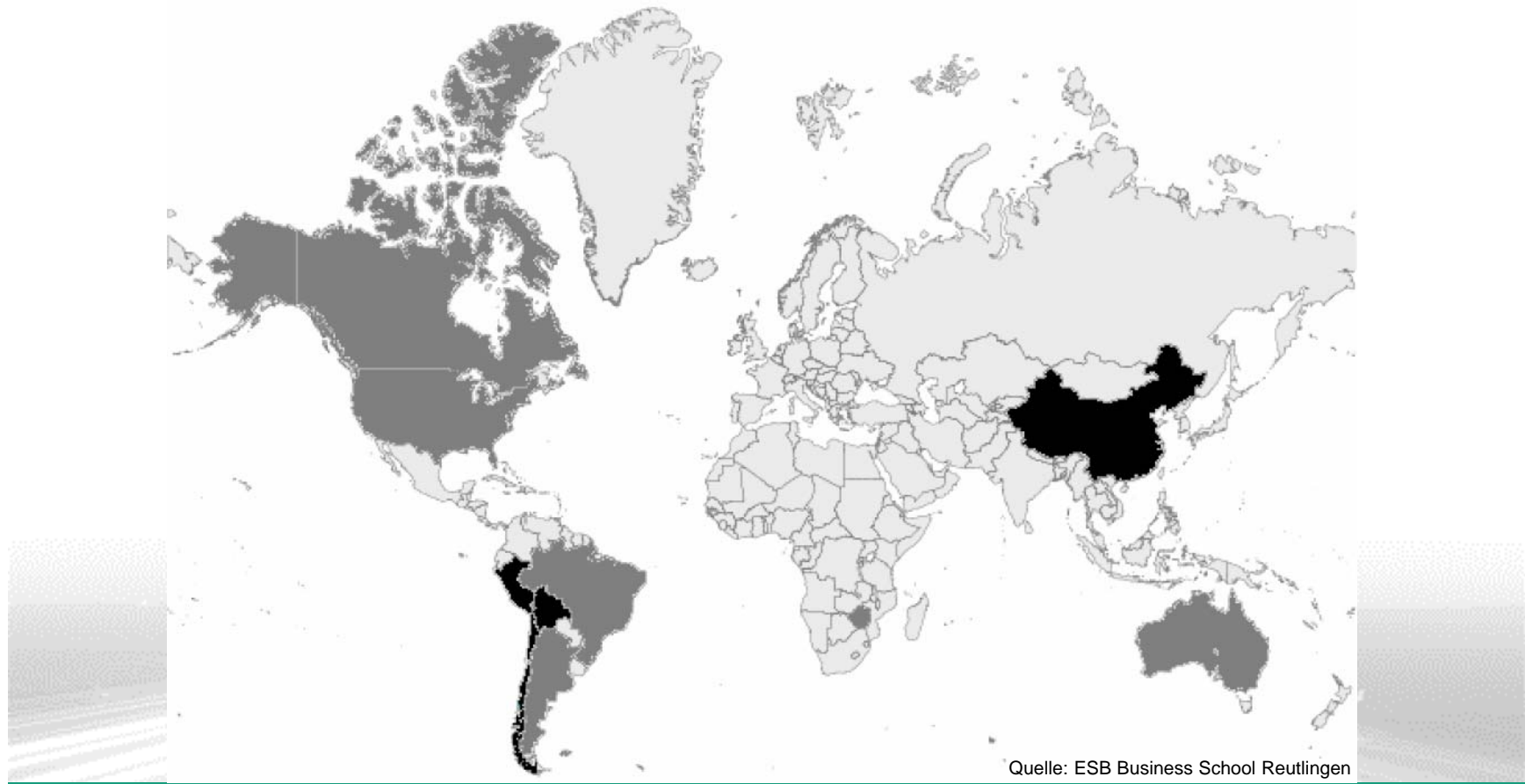
- derzeitige Kosten: 800 – 1500 €/kWh (Systemebene)
- Angaben zu Kostensenkung: um 30 – 65 %
- Prognosen zur Kostensenkung zumeist für Pkw-Batterien bzw. Zellen
- Batterien für Busse in deutlich geringeren Stückzahlen!



Elektroenergiespeicher

Neue Abhängigkeiten?

- Länder mit nennenswerten Lithium-Vorkommen



Begriffsbestimmung

Hybridtrolleybus

- Trolleybus mit einem ausreichend großen Elektroenergiespeicher der
 - als Ersatz für das Hilfsfahraggregat für Notfälle
 - für den fahrleitungsfreien Normalbetrieb auf ausgesuchten StreckenabschnittenElektroenergie und –leistung zur Verfügung stellt
- Im Idealfall nur etwa 40 % einer Linie mit Fahrleitung auszustatten



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Randbedingungen

■ Linienbusse im Stadtverkehr

- legen pro Tag bis zu 300 – 350 km zurück,
- kehren häufig nicht zwischendurch in den Betriebshof zurück und
- haben i. d. R. nur sehr kurze Haltestellenaufenthalts- und Wendezeiten.

■ Setzt man z. B. für einen 12 m-Bus einen Verbrauch von 1,5 kWh/km an

- benötigt man pro Einsatztag bis zu 525 kWh,
- die sich baulich nicht integrieren lassen und
- die bzgl. der Speicherkosten finanziell nicht darstellbar sind.

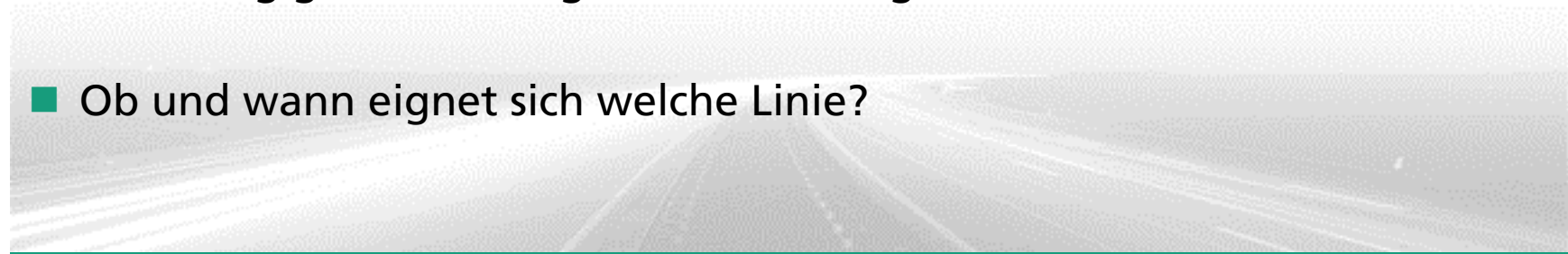
■ Aber ...



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Machbares erkennen

- Kurse mit bis zu 150 – 200 km bereits heute ohne Nachladung realistisch
 - abhängig von Liniencharakteristik => kWh/km
 - abhängig von Heizung / Klimatisierung.
- Bei Nachladung sind ca. 75 % aller Kurse schon heute bedienbar
 - abhängig von Liniencharakteristik => kWh/km
 - abhängig von Wendezeiten => Nachladung
 - abhängig von Tagesfahrweite
 - abhängig von Heizung / Klimatisierung.
- Ob und wann eignet sich welche Linie?



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Fragestellungen

- Tatsächliches Potenzial von Batteriebussen / Hybridtrolleybussen?
- Eignung einer vorgeschlagenen Linie?
- Einführungskonzeption für ein gesamtes Liniennetz / Teilnetz



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Tatsächliches Potenzial von Batteriebussen / HTB

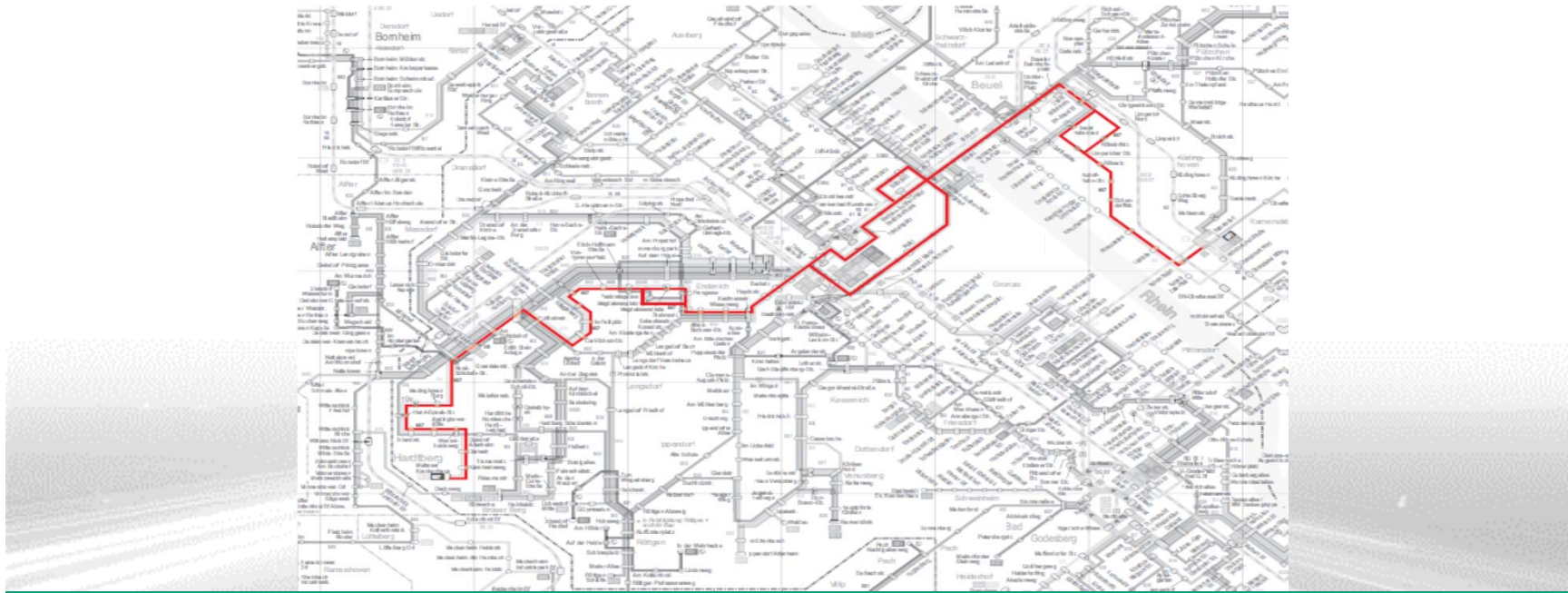
- Oft fragwürdige Angaben zu Energieverbräuchen
 - stammen zumeist von Testfahrten
 - Heizung / Klimatisierung oft vernachlässigt.
- Wecken nicht selten völlig falsche Erwartungen
- Tests nur dann aussagekräftig, wenn
 - über einen längeren Zeitraum (Sommer / Winter) und
 - im realen Fahrgastdienst durchgeführt.



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Eignung einer vorgeschlagenen Linie

- Eignet sich eine Linie für den Einsatz von Batteriebussen / Hybridtrolleybussen
 - unter welchen technischen Bedingungen (Fahrzeug, Nachladung)
 - mit welchem zeitlichen Horizont.



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Eignung einer vorgeschlagenen Linie – Vorgehensweise

- Datenerfassung / -zusammenstellung
 - Umlauf- bzw. Kurspläne, Fahrgastzahlen, Höhenprofil
 - repräsentative Geschwindigkeits-Weg-Profile.

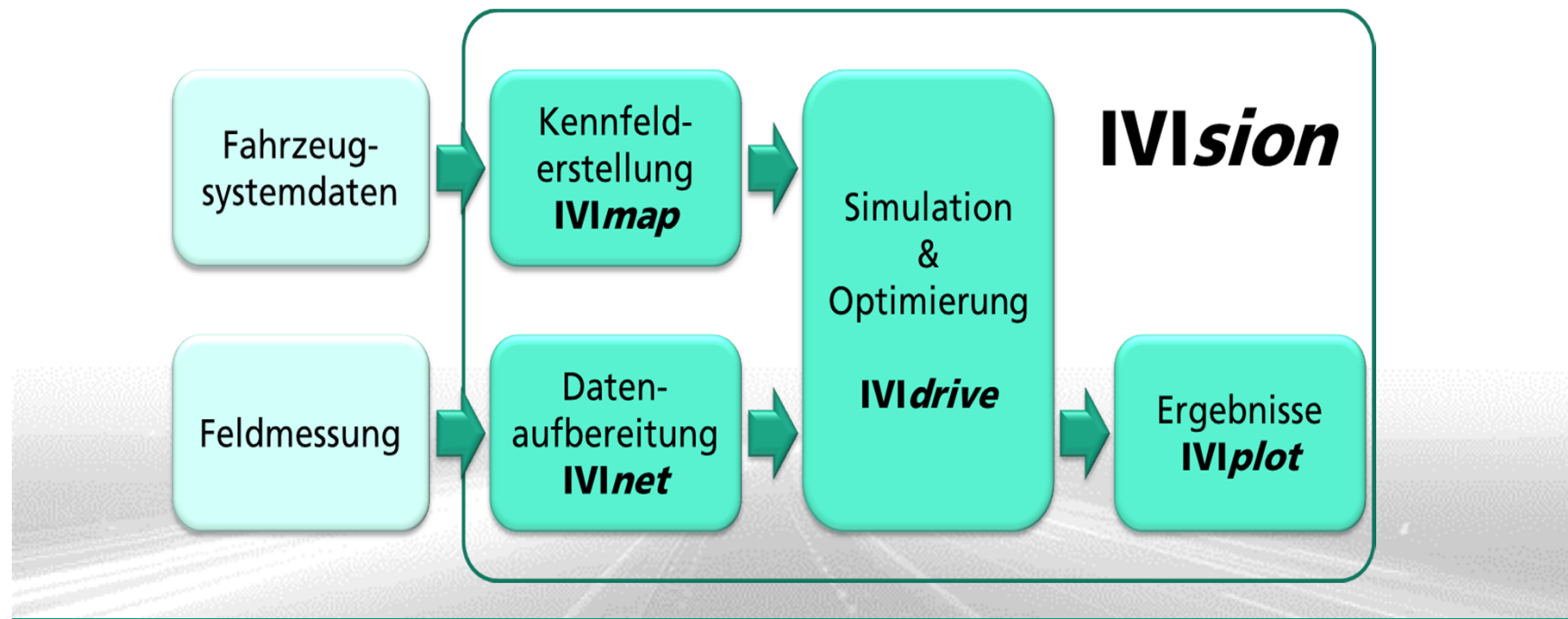


Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Eignung einer vorgeschlagenen Linie – Vorgehensweise

■ Fahrzeugkonfiguration

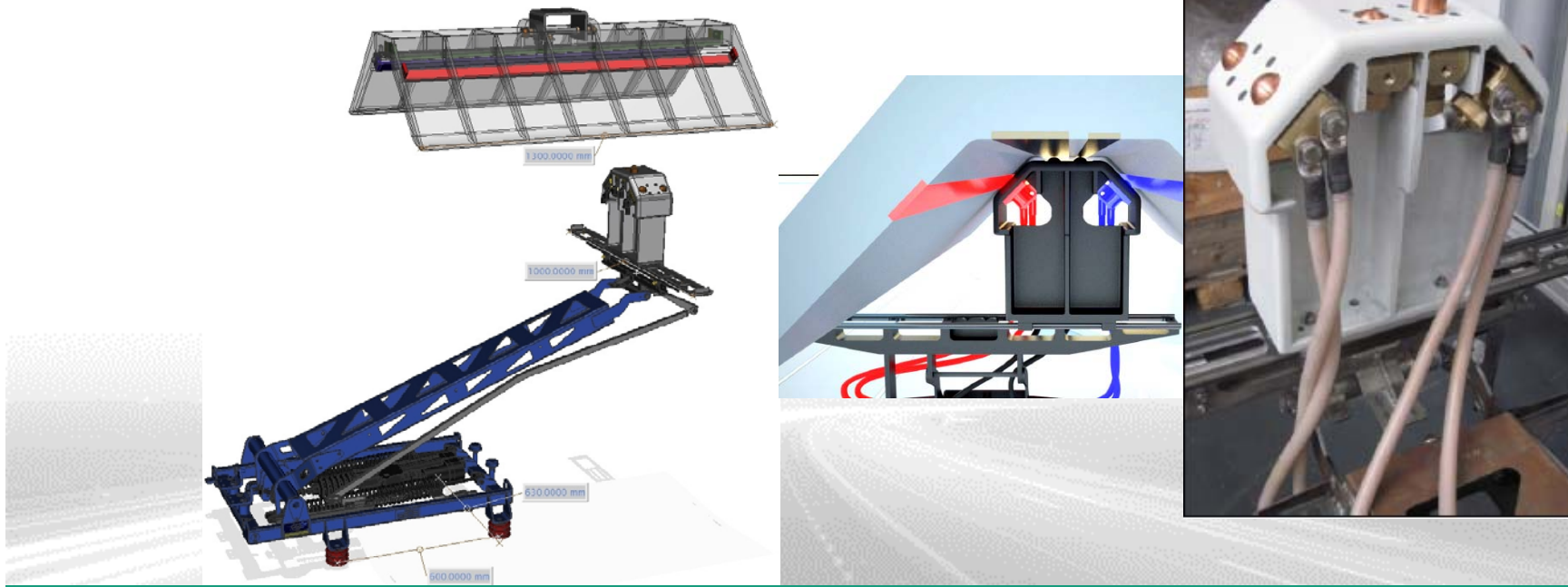
- realistische Konfiguration
- Orientierung an am Markt verfügbaren Fahrzeugen / Technologien.



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Eignung einer vorgeschlagenen Linie – Vorgehensweise

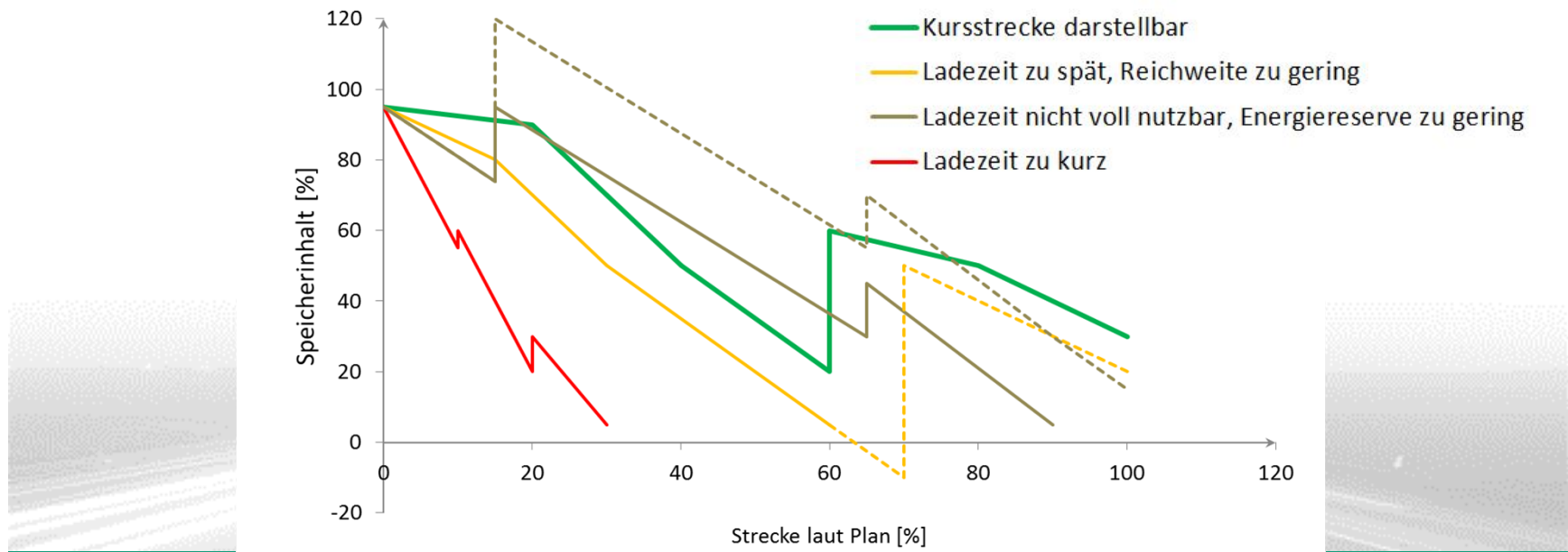
- Festlegung von Nachladekonzept
 - Wo wird nachgeladen?
 - Wann wird nachgeladen?
 - Wie hoch ist die Ladeleistung?



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Eignung einer vorgeschlagenen Linie – Vorgehensweise

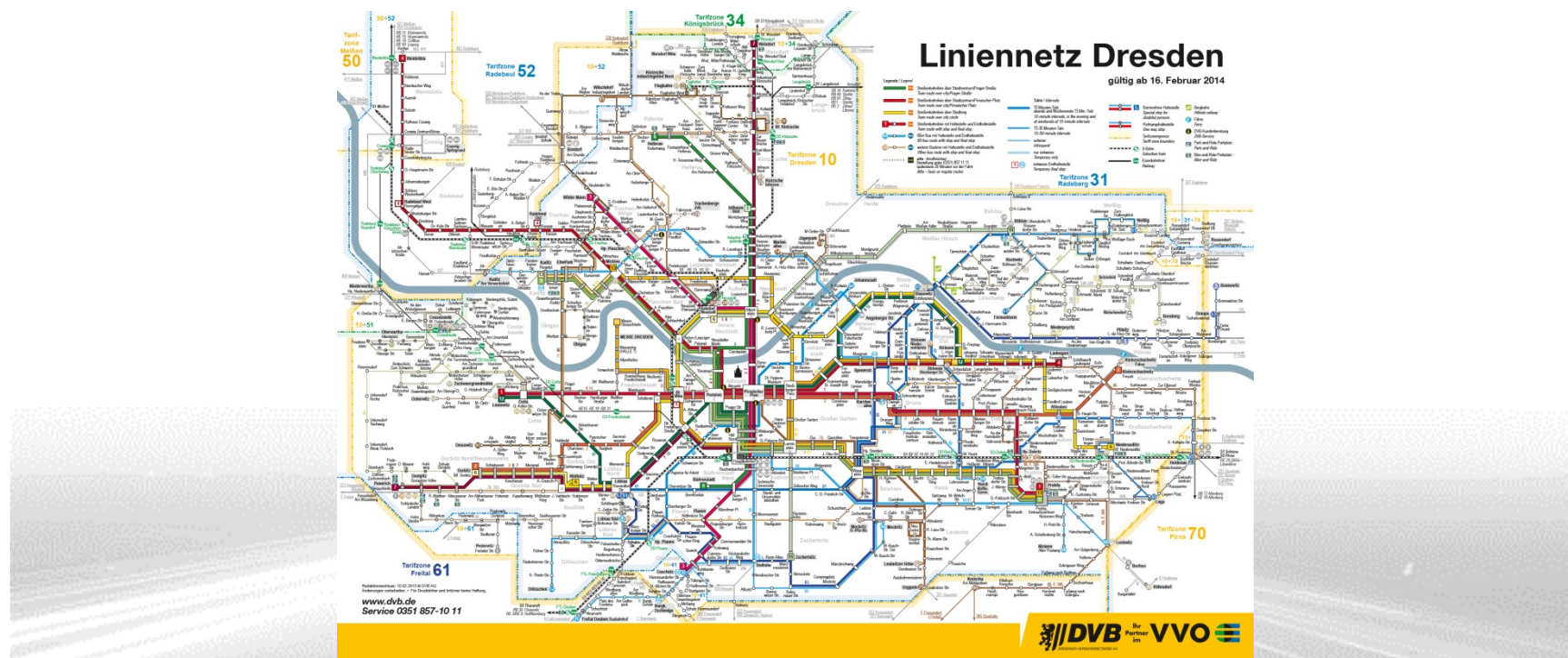
- Simulation von Fahrtverläufen -> Energieverbrauch vs. Nachladung
 - entsprechend Umlauf- / Kursplänen
 - mit realistischen Geschwindigkeits-Weg-Profilen
 - für unterschiedliche Jahreszeiten.



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Liniennetz- / Teilnetzbetrachtung

- Umstellung welcher Linie / welches Kurses
 - unter welchen technischen Bedingungen (Fahrzeug, Nachladung)
 - mit welchem zeitlichen Horizont.



Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Liniennetz- / Teilnetzbetrachtung – Vorgehensweise

■ Schritt 1: Grobrasterung

- entsprechend Umlauf- / Kursplänen
- feste Verbrauchswerte entsprechend Höhenprofil
- Abschätzung des Energieverbrauchs
- Auswahl erfolgversprechender Linien.

■ Schritt 2: Detaillierte Untersuchung

- wie bei Einzellinienbetrachtung
- Durchführung nur bei erfolgversprechenden Linien (Begrenzung von Aufwand und Kosten)
- Gesamtbild über das Einsatzpotenzial in einem Liniennetz / Teilnetz

Einführungskonzeptionen für Elektrobusse

Ergebnisse

- Überblick über Einsatzpotenzial auf (allen) Linien einer Stadt
 - Versachlichung der Diskussion über Batteriebusse / HTB
 - sinnvolle Zeitschritte für die Einführung von Batteriebussen / HTB.
- Objektivierung der Einführungsstrategie
 - durch fachliche fundierte Untersuchungen
 - durch unparteiische Begutachtung.
- Verringerung des Risikos beim Kauf von Bussen



FORSCHUNG FÜR EINE MOBILE ZUKUNFT



DRESDEN

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI

Dr.-Ing. Thoralf Knote
Zeunerstraße 38
01069 Dresden

Tel.: 0351/4640628
thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de
www.ivi.fraunhofer.de

