

FORSCHUNG FÜR EINE MOBILE ZUKUNFT



DRESDEN

trolley:motion

4. Internationale E-Bus-Konferenz, Hamburg 17. + 18.11.2014

Betriebliche Anforderungen

Erfahrungen aus Einführungskonzeptionen

Dr.-Ing. Thoralf Knote

Zeunerstraße 38
01069 Dresden

www.ivf.fraunhofer.de



Grundlage des Vortrags

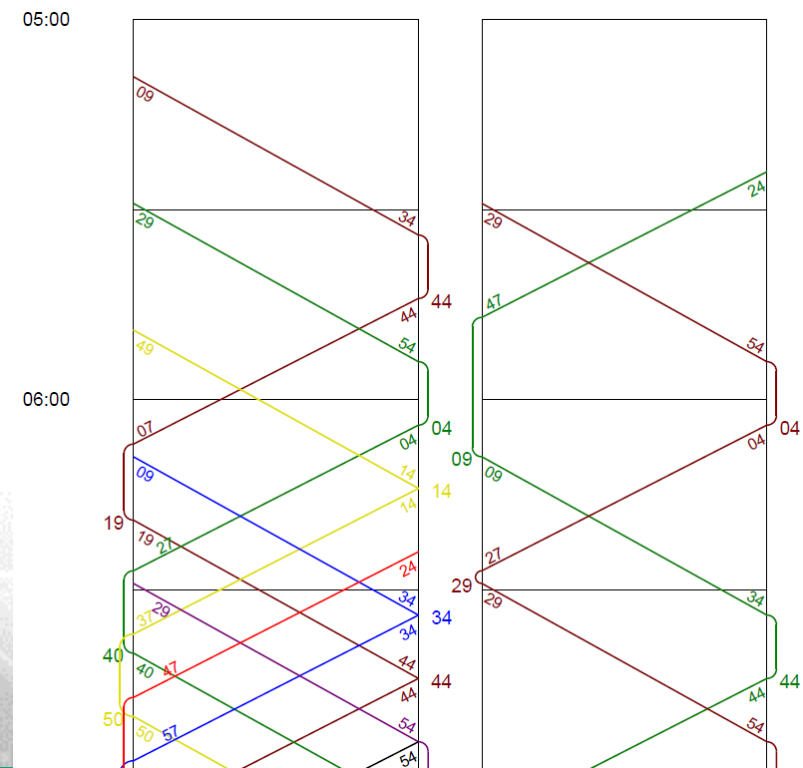
- Einführungskonzeptionen für Elektrobusse (zumeist Batteriebusse)
- >15 Verkehrsbetriebe / Verkehrsverbünde
 - zumeist Erstellung einer Energiebilanzierung
 - Energieverbrauch vs. verfügbare Energie
- Projekte mit Busherstellern / Zulieferern
- Eigenentwicklungen
- derzeit laufender Praxistest



Nachladekonzept

Betriebshof vs. Gelegenheitsladung

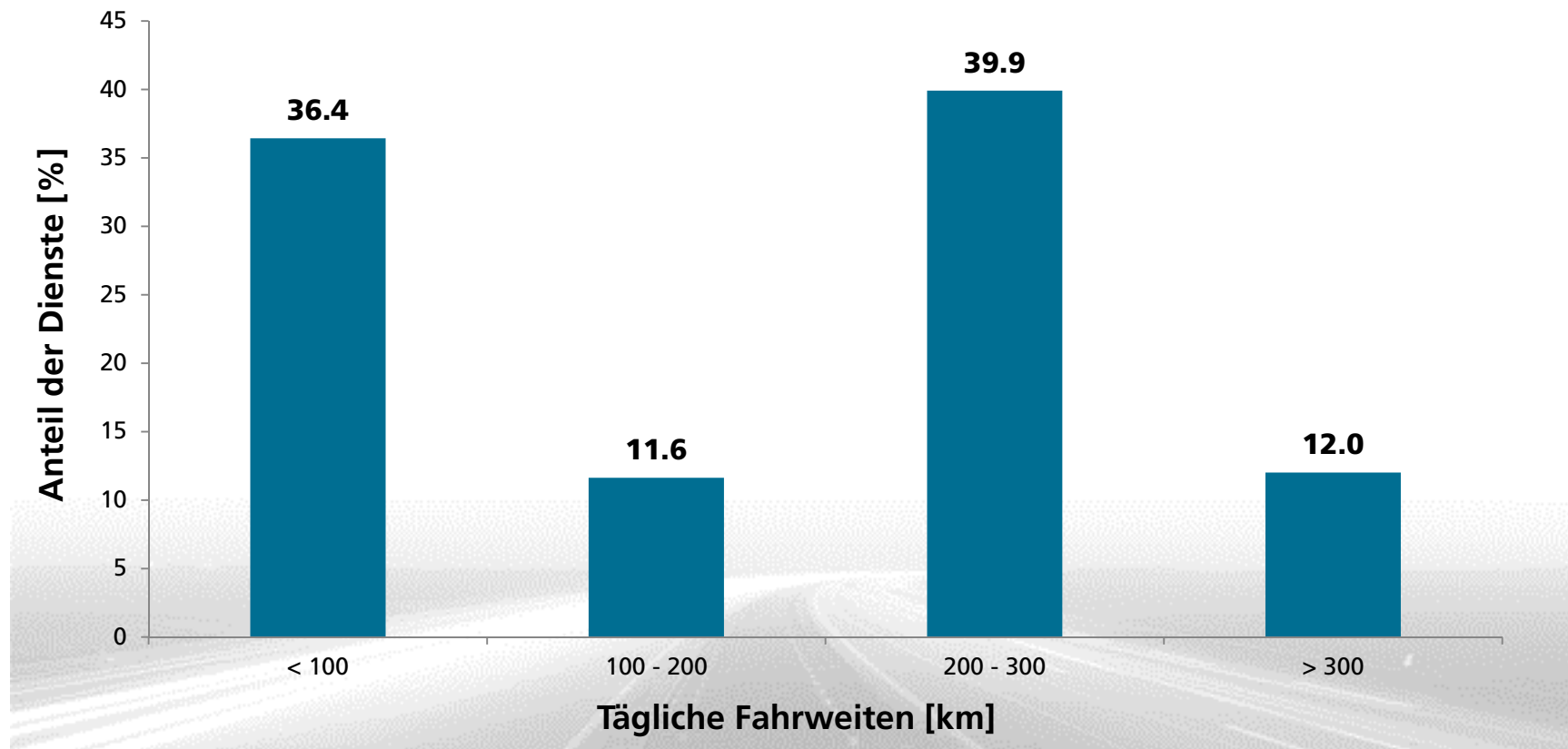
- Vielzahl von Einflussfaktoren (objektiv, subjektiv)
- technische Sichtweise basierend auf Tagesfahrweiten (Dienst, Umlaufplan)
- 12 Verkehrsbetriebe / Verkehrsverbünde
 - hauptsächlich Großstädte
 - unterschiedliche Anteile
 - übergebene Unterlagen



Nachladekonzept

Tägliche Fahrweiten – Solobusse (Datengrundlage: 258 Dienste)

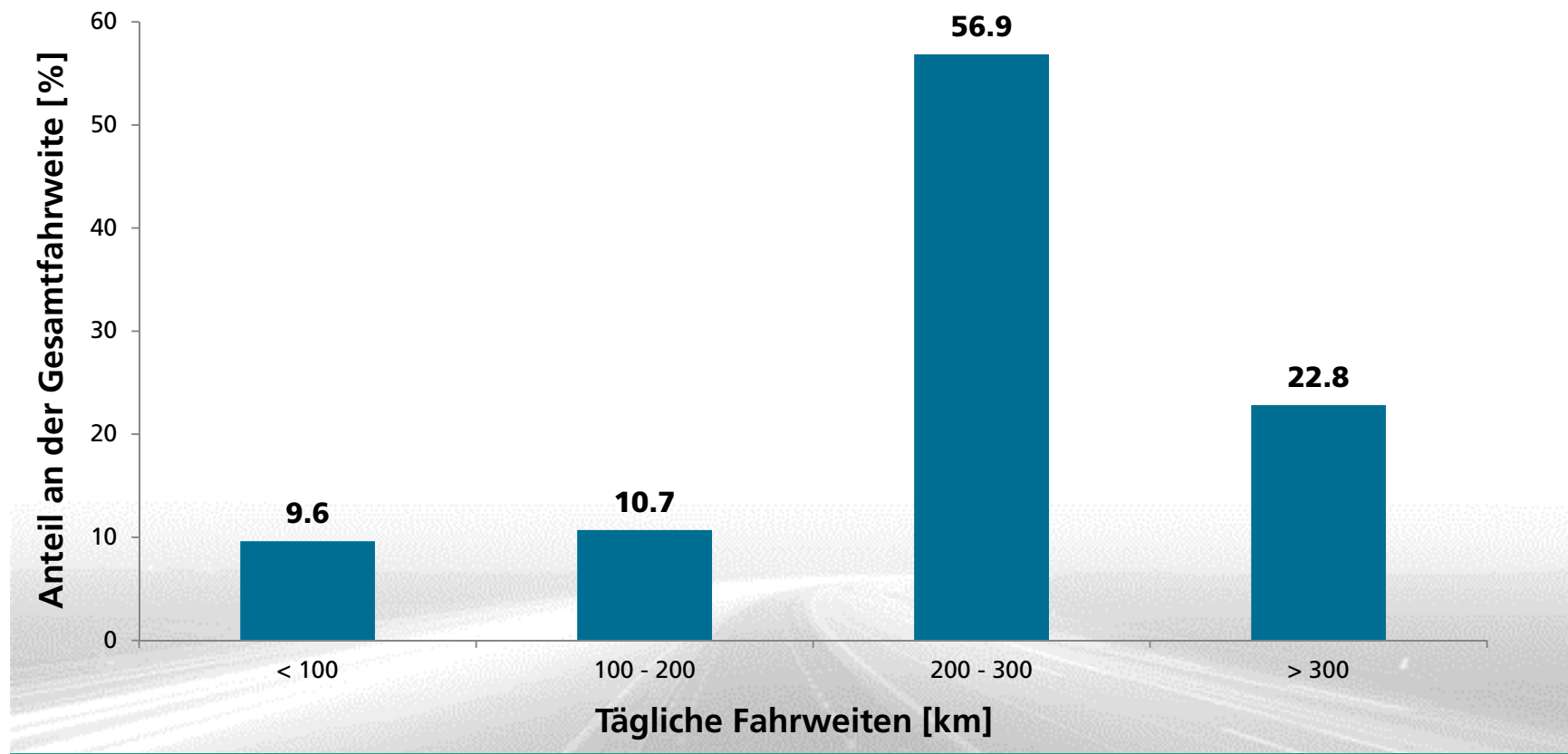
Reichweite einer Batterieladung:
150 – 200 km machbar



Nachladekonzept

Tägliche Fahrweiten – Solobusse (Datengrundlage: 258 Dienste)

häufig Verstärkerfahrten /
Schülerverkehr



Nachladekonzept

Betriebshof vs. Gelegenheitsladung

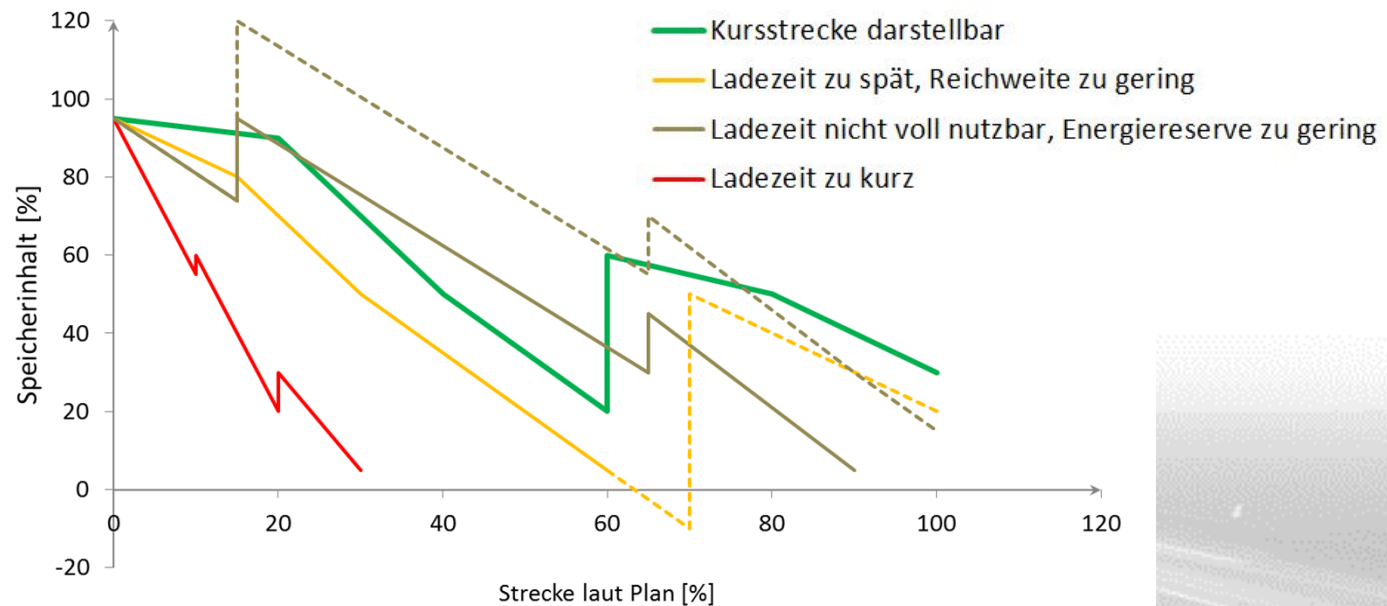
- Gelenkbusse: vergleichbare Verhältnisse
- Fazit: Gelegenheitsladung notwendig, wenn Batteriebusse auf absehbare Zeit keine Nischenanwendung bleiben sollen



Betriebsablauf, Ladeleistung und Speichergröße

Erfahrungen aus Energiebilanzrechnungen

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



Betriebsablauf, Ladeleistung und Speichergröße

Erfahrungen aus Energiebilanzrechnungen

■ Stellgrößen

- „(Wende-) Ladezeiten vs. Linienlängen“
- Ladeleistung
- nutzbarer Energieinhalt.



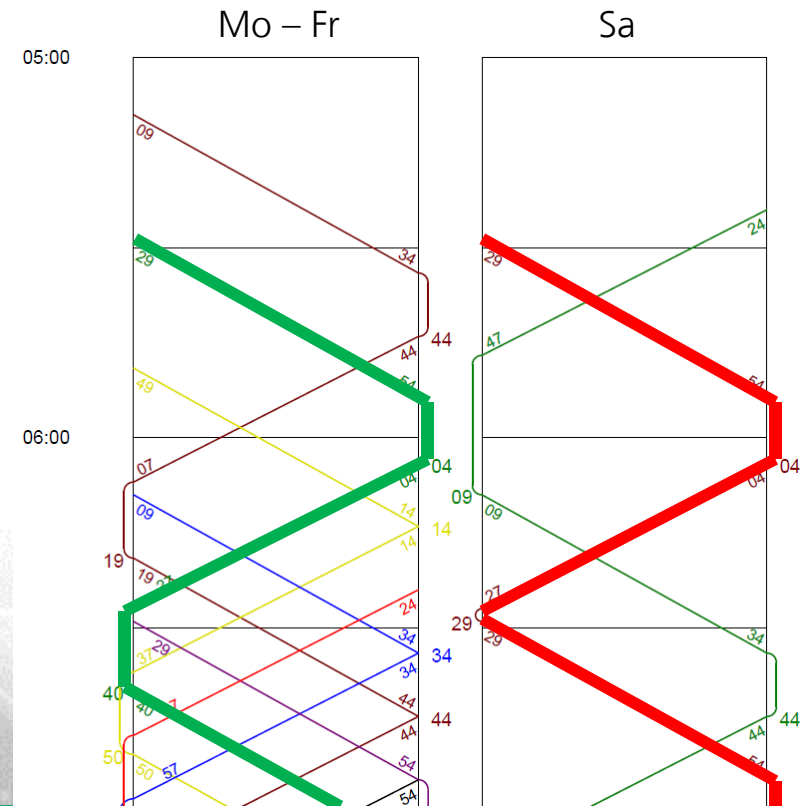
Betriebsablauf, Ladeleistung und Speichergröße

Erfahrungen aus Energiebilanzrechnungen

■ (Wende-) Ladezeiten vs. Linienlängen

- Wendezeiten „nicht verhandelbar“
- Einhaltung der 1/6-Regelung i. d. R. mindestens notwendig
- Auch Samstage, Sonn- und Feiertage prüfen!
- Beachtung von Verspätungsanfälligkeit

■ Linien Springer problematisch



Betriebsablauf, Ladeleistung und Speichergröße

Erfahrungen aus Energiebilanzrechnungen

- Ladeleistungen an der Batterieklemme
 - Solobusse: > 150 kW
 - Gelenkbusse: > (200) 250 kW



Betriebsablauf, Ladeleistung und Speichergröße

Erfahrungen aus Energiebilanzrechnungen

- Schnelle Kontaktierung / Einleitung von Energiefluss



Betriebsablauf, Ladeleistung und Speichergröße

Erfahrungen aus Energiebilanzrechnungen

■ Nutzbarer Energieinhalt im Energiespeicher

- Solobusse: > 150 kWh
- Gelenkbusse: > (150) 200 kWh

■ Kleinere Speicher einsetzbar:

- weniger Gewicht
- höhere Einbauflexibilität

■ Aber:

- höhere Anfälligkeit bei Verspätungen -> verringerte Ladezeiten
- Einschränkungen bei nicht planmäßigem Betriebsablauf
- ggf. höherer Aufwand für Ladeinfrastruktur

Nutzung der Bahninfrastruktur

Erfahrungen aus Einführungskonzeptionen

- Für Gesamtheit der ÖPNV-Unternehmen völlig überbewertet
- Flexible Anschlussmöglichkeiten
 - 10 / 20 kV
 - 400 VAC
 - Gleichstrom (Bahnunterwerke)



Elektrobusse – von Beispielen lernen

ZeEUS – www.zeeus.eu

■ 8 Demonstrations / 6 Länder

- Barcelona (E)
- Bonn / Münster (D)
- Glasgow / London (GB)
- Plzen (CZ)
- Cagliari (I)
- Stockholm (S)

■ 35 Elektrobusse (Solo, Gelenk)

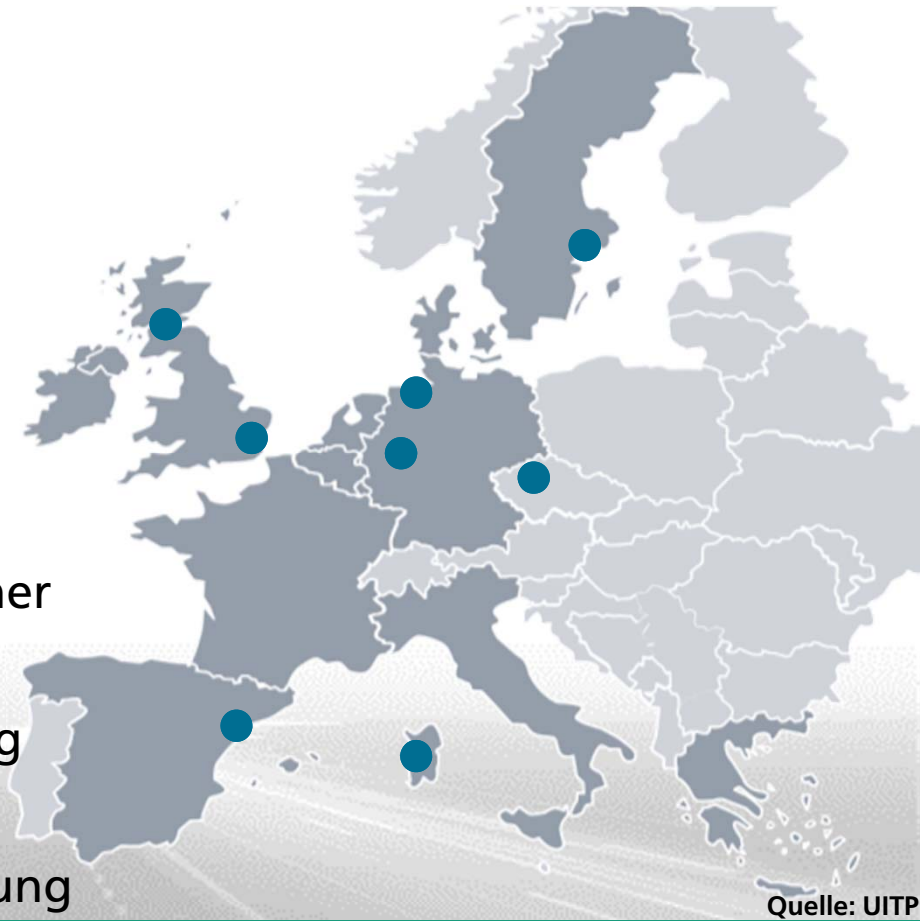
- Batteriebusse
- Plug-in-Hybridbusse
- Trolleybusse mit Batteriespeicher

■ Energietransfer

- konduktiv, induktiv, Fahrleitung

■ Ladestrategien

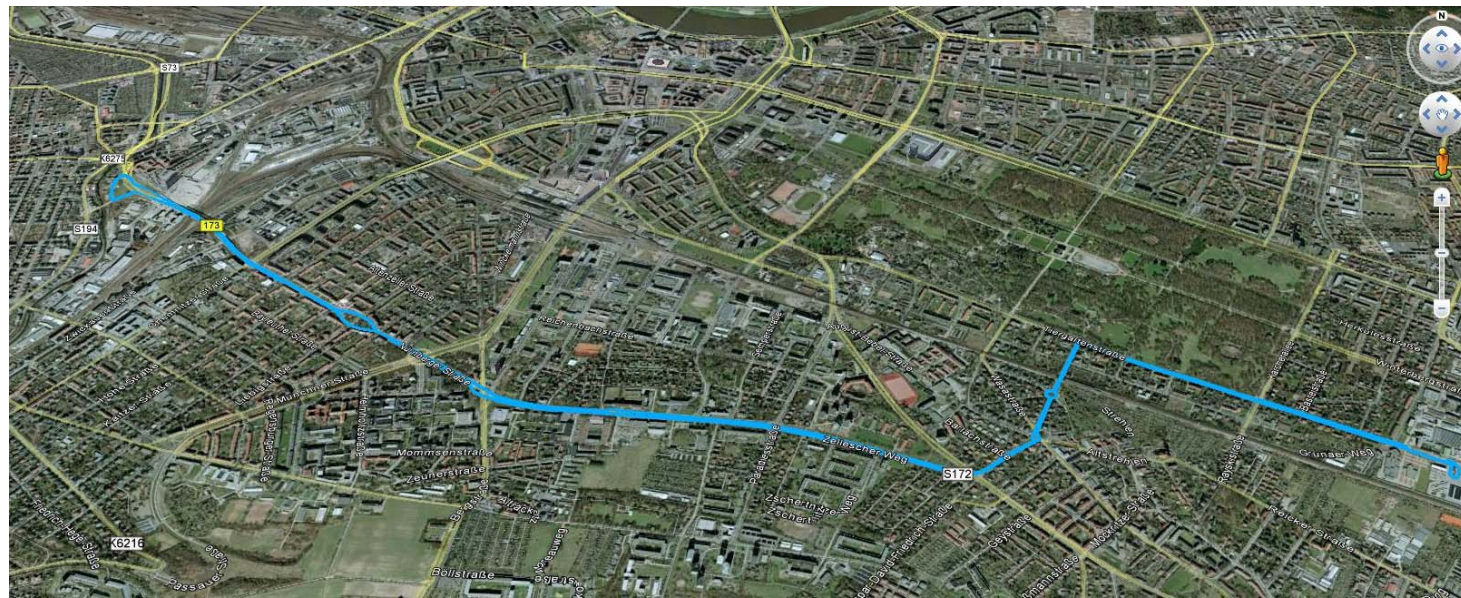
- Depotladung, Gelegenheitsladung



Elektrobusse – von Beispielen lernen

SEB – EDDA-Bus

- ca. 14,1 km (beide Richtungen zusammen)
- Nachladung am Betriebshof mit 250 kW
- ca. 1,25 kWh/km
(Achtung! Führt als Verstärker, niedrige Fahrgastzahlen)



GEFÖRdert VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Elektrobusse – von Beispielen lernen

SEB – EDDA-Bus

- Liniendienst seit 03.11. (Stundentakt von Montag – Freitag)
- 4,5 min Nachladezeit mit 250 kW



GEFÖRdert VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



FORSCHUNG FÜR EINE MOBILE ZUKUNFT



DRESDEN

Viele Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr.-Ing. Thoralf Knote

Zeunerstraße 38, 01069 Dresden

0351/4640628

thoralf.knote@ivi.fraunhofer.de

www.ivi.fraunhofer.de