Elektrifizierung von Betriebshöfen für die Elektromobilität vor Ort

Dr. Jörg Burkhardt, hySOLUTIONS GmbH

26. Februar 2018, 5. BMVI-Fachkonferenz Elektromobilität vor Ort, Leipzig

HOCHBAHN

„Ab 2020 schafft Hamburg nur noch emissionsfreie Busse an“

(Rot-Grüner Koalitionsvertrag, April 2015, S. 38)

Innovationslinie 109

- Bündelung aller innovativen Busse der HOCHBAHN auf der Linie 109 seit Dezember 2014
- Intensiver Praxistest der Fahrzeuge im Realbetrieb unter gleichen Rahmen-bedingungen
- Sammeln wertvoller Erfahrungen im Zusammenspiel zwischen Fahrzeug, Infrastruktur und betrieblichem Einsatz
- Sichtbarkeit in der Öffentlichkeit
- 10 km Streckenlänge
- Je zwei Lademasten am Linienende

Innovationslinie 109

Laden auf der Strecke

- Hohes betriebliches und finanzielles Potential
- Betriebliche Betrachtung zur Bestimmung der optimalen Lage der Lademasten erforderlich
- Abstimmungsbedarf bei Installation im öffentlichen Raum
- Lademasten, Erfahrungen
  - Nachladen gut beherrschbar
  - Ladeleistung bis 300 kW_{el}
  - Lernkurve bei Positionierungshilfe
  - Laden verschiedener Busfabrikate erfolgreich

Innovationslinie 109

H_2-Brennstoffzelle

- Hohe Reichweite der Busse, d.h. flexibler Einsatz möglich
- Hohe Verfügbarkeit der Tankstelle
- Serienentwicklung bei Brennstoff-zellenbussen derzeit unklar
- Genehmigungsaufwand der Wasserstoffinfrastruktur ggf. hoch
- Weiterer Ansatz: Brennstoffzelle als Range-Extender

Innovationslinie 109
Lessons Learned

- Hohe Zuverlässigkeit der Streckenlade-infrastruktur und Wasserstofftankstelle
- Technische Verfügbarkeit und Zuverlässig-keit der Prototypen / Kundenfelderprober noch nicht zufriedenstellend
- Energiebedarf der Plug-In Busse auf gleichem Niveau wie Brennstoffzellen-hybridbusse
- Hohe Effizienz der Batteriebusse
- Generell positive Wahrnehmung seitens der Fahrgäste und der Busfahrer

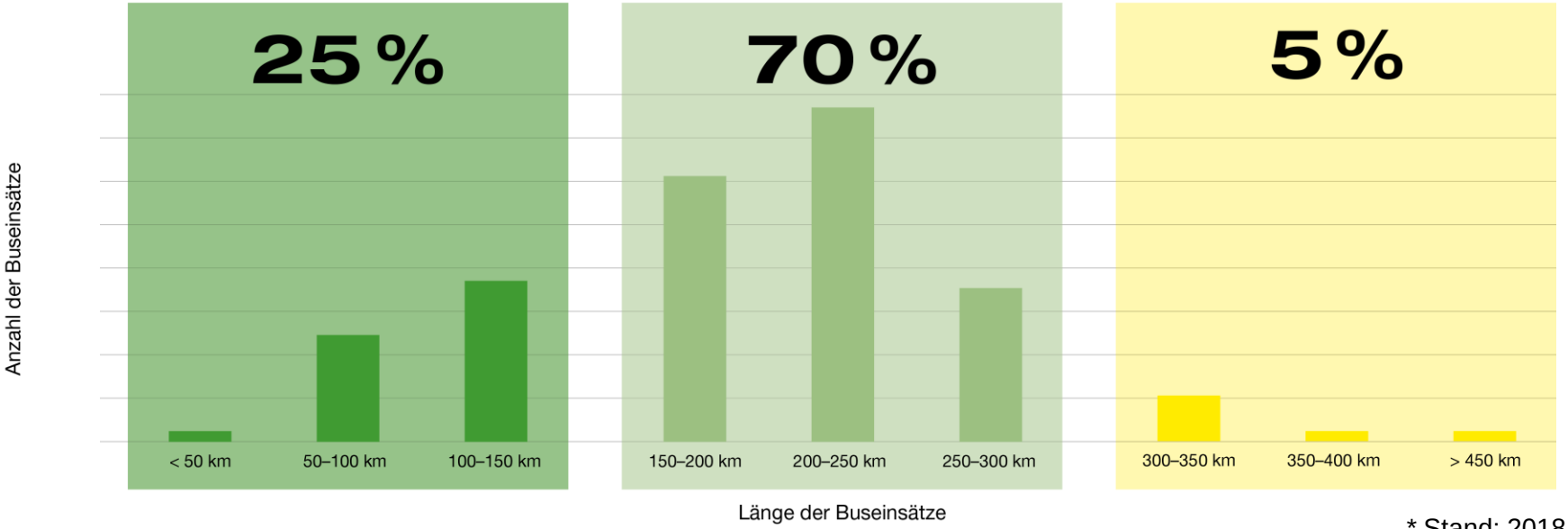
Systemstrategie E-Bus
Depotladen

- Laden von Batteriebussen auf dem Betriebshof
- Prognose von Batterie-Busherstellern:
  - Bis 2020: 150 – 250 km Reichweite
  - Bis 2025: 200 – 300 km Reichweite
- Kritischer Faktor: Heizungs- und Klimatisierungskonzept
- Nur ein Teil der Bestandsumläufe ist mit den genannten Reichweiten realisierbar

Systemstrategie E-Bus

Analyse der Ausgangssituation*

- Länge der täglichen Buseinsätze
- Zusammensetzung der Flotte
- Voraussetzungen Infrastruktur
- Eignung für elektrischen Betrieb



* Stand: 2018

HOCHBAHN

Systemstrategie E-Bus

Strategische Optionen

Basis: Batteriebusse mit Depotladung

Option	Option	Option
Umstellung betrieblicher Prozesse	**Zwischenladung auf der Strecke**	**Brennstoffzelle (H_2) als Range Extender**
Wachsende Fahrzeugflotte	Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum	H_2-Infrastruktur auf Betriebshöfen notwendig
Neue Betriebshöfe notwendig	Herausforderung für Stromversorgung	Sicherheitsanforderungen für Betriebshöfe

HOCHBAHN

Systemstrategie E-Bus
Fazit

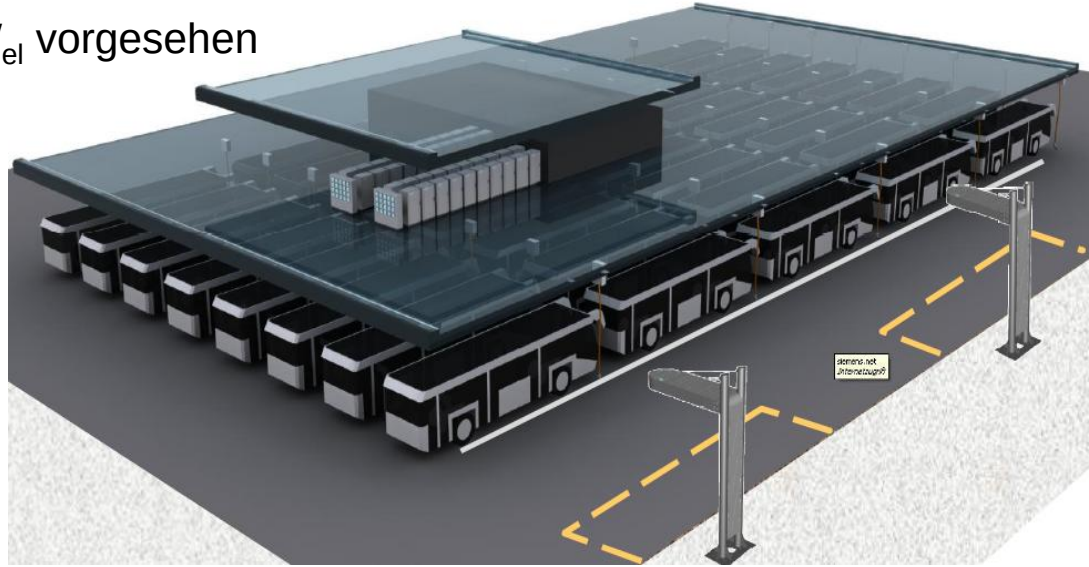
- Das Depotladen ist die strategische Basis des E-Bussystems der HOCHBAHN
- Drei strategische Optionen zur Abdeckung aller Buseinsätze
  - Umstellung betrieblicher Prozesse
  - Zwischenladung auf der Strecke
  - Brennstoffzelle als Range-Extender
- Intensive Beobachtung des weltweiten Marktes
- Abschließende Beurteilung aller strategischen Optionen vor Anfang der 20er Jahre nicht notwendig

Wir fahren auf Sicht!

Anforderung an die Infrastruktur

Depotladen

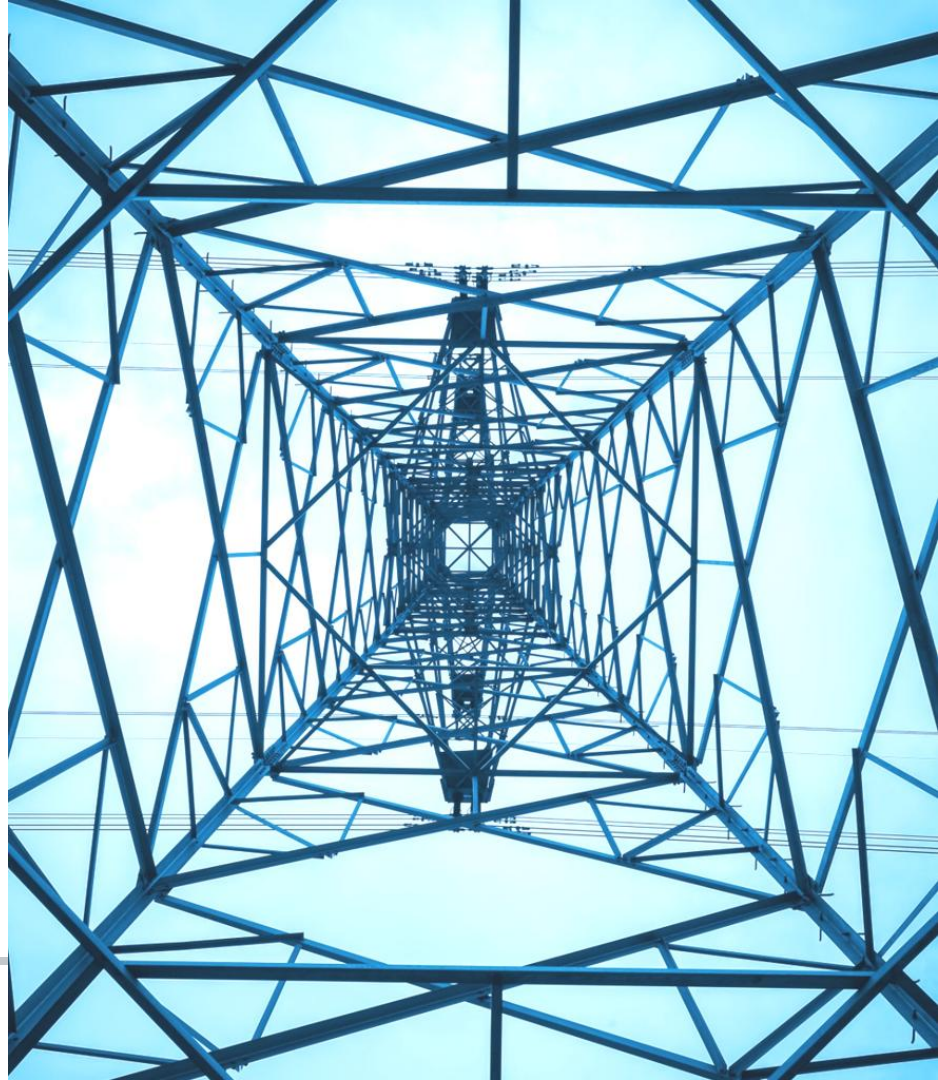
- Hohe Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Ladeinfrastruktur
- Zum Laden auf den Betriebshöfen wird die Steckerlösung favorisiert (Combo 2 / CCS Stecker, 150 kW_{el})
- Pro Bus ist ein Ladegerät mit 150 kW_{el} vorgesehen
- Kompatibilität der Ladeinfrastruktur zu den Fahrzeugen verschiedener Hersteller
- Sukzessiver Ausbau der Ladeinfrastruktur auf den einzelnen Betriebshöfen
- IT-seitige Abbildung komplexer Regelprozesse (Lademanagement, Fahrzeugdisposition etc.)



HOCHBAHN

Anforderung an das Stromnetz

- Ausreichende und sichere Energieversorgung aus dem Stromnetz
- Bestehende Netzanschlüsse der Betriebshöfe sind zu klein für größere Anzahl an Elektrobussen (< 1 MVA)
- Erforderliche Anschlussleistungen der Betriebshöfe variieren von 3 bis 15 MW
- Jahresgesamtenergiebedarf nach kompletter Umstellung: Elektrobusse ≈ U-Bahn

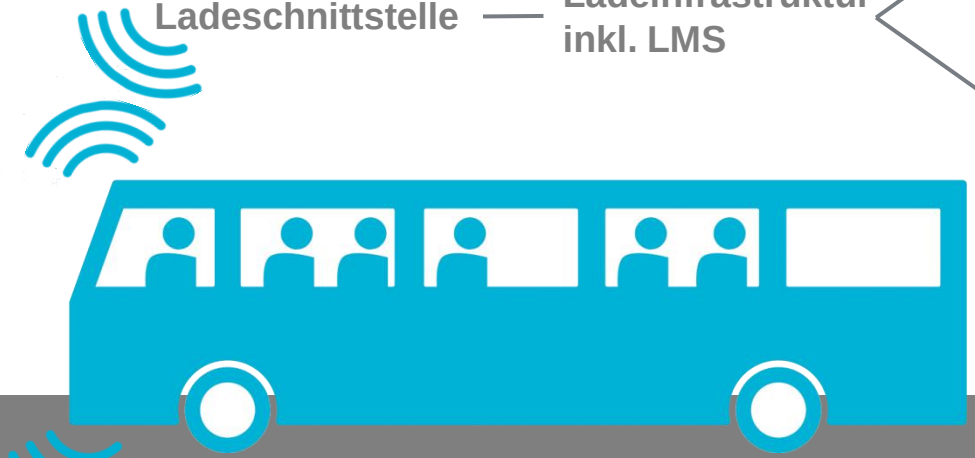


Anforderung an betriebliche Systemschnittstellen

Auf dem Hof

Ladeschnittstelle — Ladeinfrastruktur inkl. LMS

- Laden auf dem Busbetriebshof
- Laden auf der Strecke



Auf der Strecke

Telematik

- Betriebliche Datenverwendung
- Ferndiagnose

HOCHBAHN

Our Mission: Zero Emission