

# Elektrifizierung der Busflotte

Jetzt die Weichen stellen im städtischen und regionalen Verkehr



Bruno Schwager, Geschäftsführer

Verkehrsbetriebe Schaffhausen

**vb/sh**

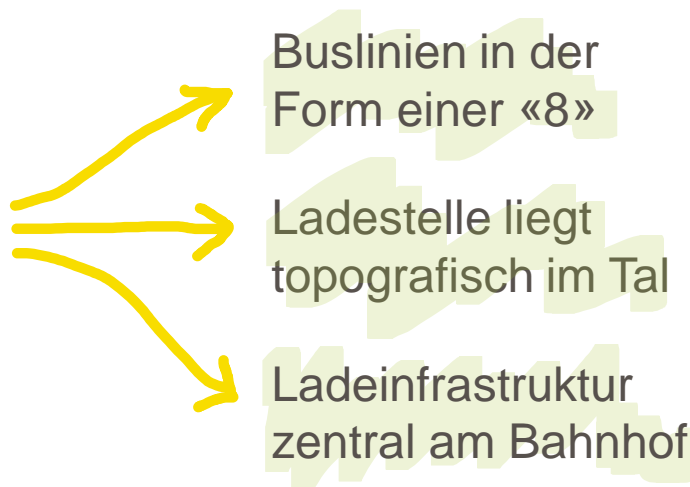
# Ausgangslage

## global

- Umsetzung von Klimaschutzzielen
- Technologischer Fortschritt und Wertewandel
- Transformation der Transportunternehmen (vom Busbetrieb zum «Mobility Service Provider»)
- Automatisierung / Digitalisierung

## lokal

- Fahrzeugflotte  
Beschaffung nötig für 15 Fahrzeuge
- Infrastruktur und Geografie  
Rheinkraftwerk / Linienanlage / Topografie
- Einfache Schnittstellen  
Alle Zuständigkeiten liegen bei der Stadt



# Erneuerung der Fahrzeugflotte

1

Umrüstung der  
Trolleybusse  
auf die  
IMC-Technologie



2019/20

2

Grundetappe:  
Umstellung von  
15 Diesel- auf  
Elektrobusse



2020/21

3

Vollausbau:  
Schrittweise  
Umstellung ganze  
Flotte auf Elektrobus



2024 bis 2028



# Sanierung und Ausbau Infrastruktur

1

Anpassung  
der Infrastruktur  
am Bahnhof und  
auf dem Netz



2020/21

2

Renovation  
und Sanierung  
des bestehenden  
Busdepots



2020/21

3

Infrastruktur im  
Busdepot an  
Elektrotechnologie  
anpassen



2020/21

# Elektrobuskonzept: Zentrale Schnellladung



# Ein Drittel der Flotte elektrifiziert

- 13 Elektrobusse bis Dezember 2021 in Betrieb
- Letzte zwei Fahrzeuge folgen bis Sommer 2022
- **Bestehender Fahrplan** kann eingehalten werden
- **Keine zusätzlichen Wartezeiten** aufgrund Ladevorgang
- **Keine zusätzlichen Fahrzeuge** notwendig
- **Keine zusätzlichen Chauffeure** notwendig
- Tägliche Laufleistung bei rund 350 km pro Fahrzeug
- Bisher 650'000 km im Linienbetrieb

# Laden unterwegs und über Nacht

- Voll ausgebaute Ladeinfrastruktur seit August 2021:
  - 12 Schnelllader an der Bahnhofstrasse für das Laden während fahrplanmässigem Halt
  - Tägliche Übernachtladung im Busdepot
- Rund 8000 Schnellladungen pro Monat
- Bislang über 50'000 erfolgreiche Ladevorgänge an den Ladearmen am Bahnhof

# Ladeinfrastruktur auf der Strasse





# Ladeinfrastruktur im Untergrund



# Ladeinfrastruktur im Busdepot





# Der Schaffhauser Holzsitz

- Fahrgäste haben sich für Holz ausgesprochen (Stoff, Kunststoff oder Holz)
- Erste Version rutschig
- Eigene Entwicklung mit HessCo: Antirutschbeschichtung, Sitzmulde, Schweizer Holz ... und erst noch günstiger



# Prüfen – Testen – Messen – Auswerten

- Verbindungssicherheit und -geschwindigkeit beim Laden:
  - Beim Ein- und Aussteigen von Personen
  - Mit und ohne Kneeling
  - Ladehauben und Pantograf sauber einstellen (Schunk-System)
  - Kommunikation zwischen Ladegeräte und Bussen





# Kompatibilität und Interoperabilität

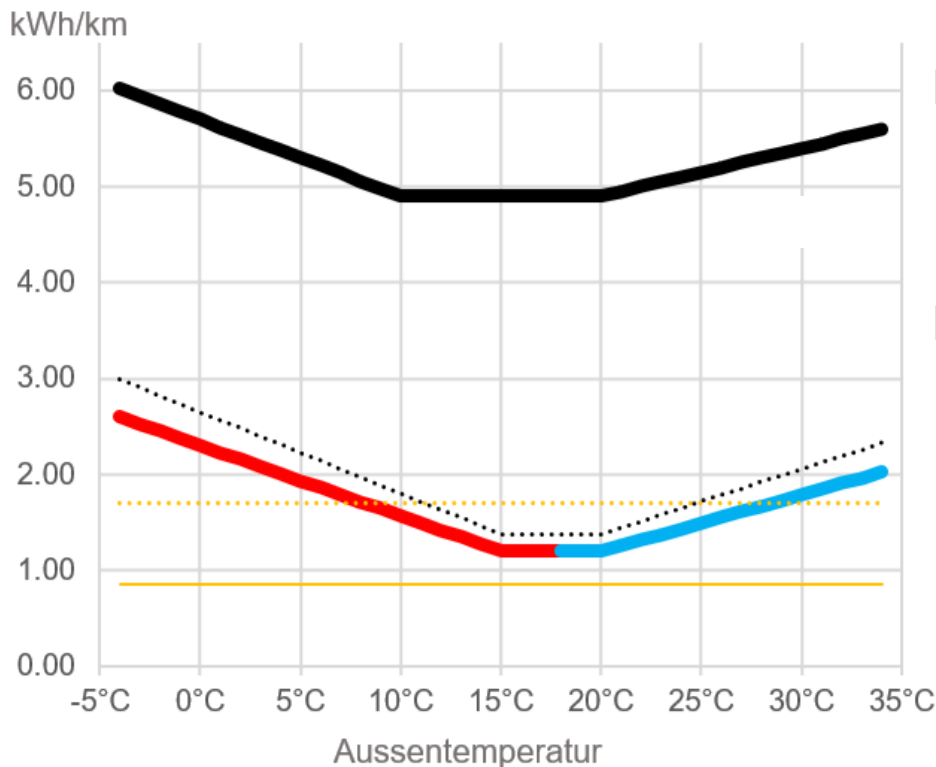
- DIN, ISO, VDV ...
- Irizar funktioniert problemlos mit ABB (Schunk Pantograph/Ladehaube und Schlauchlader)
- Andere Busse funktionieren mit Jema-Geräten
- Richtiges Kommunikationsprotokoll und Parameter einstellen



# Busse sind auch fahrende Computer

- Viel mehr Software und Steuerung
  - Antrieb
  - Heizung/Kühlung
  - Kameras/Bildschirme
  - Sensorik/Fehlermeldungen
  - Gesamtintegration Systeme im Fahrerarbeitsplatz
- Online-Monitoring-System ab Beginn konsequent nutzen (Betriebsstunden, km, Energieverbrauch, Fehlercodes ...)
- Unbedingt Rückmeldungen Fahrpersonal berücksichtigen (z.B. Fahrerkommission)

# Laden – Rekuperieren – Fahren – Klimatisieren



## Dieselbus:

— 5-6 kWh/km = 0.5-0.6 l/km  
Wärme im Winter «gratis»

## Elektrobus:

— total inkl. Heizung (Winter)  
— total inkl. Kühlung (Sommer)  
..... Antrieb  
— Antrieb abz. Rekuperation rund 50%  
..... Total Stromverbrauch  
(inkl. Lade-, Kabel- und Batterieverluste)

# Schulung und Ausbildung Fahrpersonal

- Fahrerkommission während Spezifikationsphase
- Zwei Vorserie-Busse:
  - Möglichkeit für Erfahrungen und Feedback
  - Eine Stunde Fahrschule pro Person VOR erster Kursfahrt
- 200 Personen ausgebildet, können die Busse fahren
- Info-/Trainingsmaterial auf ÖV-Pad
- Workshops mit häufigsten Fragen und Tipps:
  - zum Fahrzeug selber
  - zu Fehlerquellen bei der Bedienung und im Betrieb
  - Nachschulung ½ Tag pro Person im April/Mai 2022



# Schulung und Ausbildung Fahrpersonal

Einteilung Fahrpersonal nimmt keine Rücksicht auf Antriebsart:

- Dilemma bis genügend breite Fahrpraxis:
  - Erste zwei Fahrzeuge: spezielle Betreuung und Einteilung möglich
  - Bei weiteren Bussen in Betrieb: Alle sollten ausgebildet sein aber Fahrpraxis mehrheitlich noch nicht da
- Ein Teil des Fahrpersonals hat zwar Dieselbusse lieber, arrangiert sich aber mit den Elektrobussen
- Dialog und Feedback nutzen für Verbesserungen:
  - An Fahrzeugen und Systemeinstellungen
  - Systemkenntnis und Best Practice generell und in spezifischen Situationen

# Speziell gelernt haben wir ...

- Elektrobusse sind Busse und doch anders
- Es braucht Ladeinfrastruktur: Busdepot, Postkeller, Bahnhofstrasse, Ladearme, Verkabelung ...
- Elektrobusse sind auch Computer
- Notwendige Bauvorhaben für Elektrobusse
  - ziehen Umsetzung von weiteren Gesetzen nach sich (BehiG, Umweltschutz, Sicherheit)
  - und wecken andere Einzelinteressen

# Speziell gelernt haben wir ...

- Werkstatt muss sich auf Elektrobusse ausrichten
- Auswirkungen auf alle anderen Arbeitsbereiche, aber auch 100%-ige Unterstützung durch alle Abteilungen
- Eine solche Umstellung ist deshalb immer auch Change Management und somit Teil der Transformation der Unternehmung
- Grosse Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit

# Speziell gelernt haben wir ...

- Schnellladung während planmässigem Halt reicht  
(Halte 2-3 Minuten, 2x pro Stunde, 600/450 kW)
- Störfallkonzept  
(Risk Management für Elektrobusse und Ladeinfrastruktur)
- Zusammenarbeit mit Feuerwehr
- Zusammenarbeit zwischen Lieferant und lokalen Partnern
- Ladeinfrastruktur und Busse aus einer Hand = Vorteil



# Die nächsten Schritte

- Erfahrungen sammeln und Routine gewinnen
- Flottenplanung Stadtbusse, Ersatz Dieselbusse:
  - Weitere 9 Elektrobusse von 2024 bis 2026
  - Weitere 19 Elektrobusse 2027-2029  
(alle Dieselbusse bis 2027/28, alle 7 Trolleybusse 2028/29)
  - Dazu sind immer auch Übernachtladegeräte/-plätze  
inkl. Verkabelung notwendig (keine weitere Infrastruktur auf den  
Buslinien notwendig)
- Ortsverkehr bis 2028 voll elektrisch und CO<sub>2</sub>-neutral
- Fossilfreier Regionalverkehr politisch gefordert

# Ein Projekt wird Realität

- «Business as usual» jetzt auch mit Elektrobussen (1/3 der Flotte batterieelektrisch)
- Einzelne Nacharbeiten und Verbesserungen brauchen noch etwas Zeit
- Projektabschluss per Juni 2022
- Budget wird eingehalten
- Termin wird (nahezu) eingehalten
- Alles erreicht – trotz Covid-19

# Alles erreichen.

