ASEAG ENTWICKLUNG DER E-MOBILITÄT

2014 – 2020 FF

25. Februar 2021 | Heiko Hansen

ASEAG

Agenda

1. Kurzvorstellung ASEAG
2. Umbau Hybridbus 310 in 2014/15
3. Ausschreibung SILEO in 2015
4. Plan B mit neuer Ausschreibung in 2019
5. Auslieferung der sieben E-Citaro Ende 2019
6. Ladeinfrastruktur in 2020
7. Ausblick 2021 ff

1

Kurzvorstellung ASEAG

Mobilität und Lebensqualität

- **Mehr als 200.000 Fahrgäste pro Tag**
- **71 Millionen Fahrgäste pro Jahr**
- **18,6 Mio. Nutzwg.-km pro Jahr**

Daten & Fakten

248 eigene Busse

260 Auftrags-Busse mit Fahrer

108 Linien

3000 Haltestellen

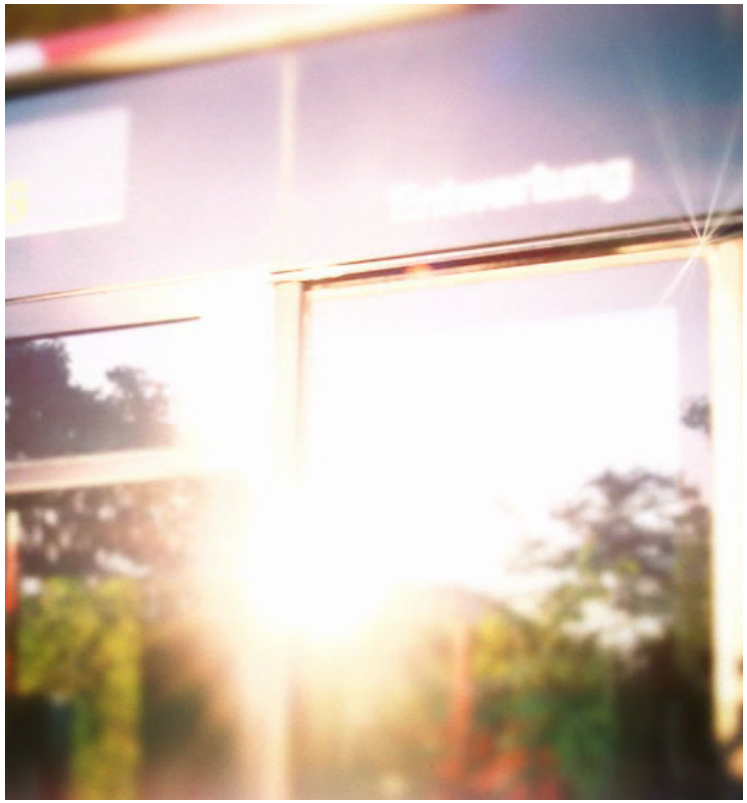
1900 km Strecke

566 Mitarbeiter

71,4 Mio. Umsatz in 2019

Vision 2027

Die grundsätzliche Zielsetzung



Steigerung des Modalsplit um 30 Prozent von 15 auf 20 Prozent in der StädteRegion Aachen

Wie kann dies gelingen?

- Steigerung von Qualität und Leistung insbesondere mit Blick auf die Pendler

» Individualisierung
» Digitalisierung
» Preissenkung

Vision 2027

Regionale Themen der Verkehrswende

ZENTRALER ÖPNV-VERKNÜPFUNGSPUNKT

MOVA

REGIOTRAM

STARKE ACHSEN

NETLINER

DIREKT-VERBINDUNGEN

GEWERBE- UND WOHNAREALE

MOBILITÄTSHUBS UND MOBILITÄTS-STATIONEN

CITY-SHUTTLE

= wird aktuell in der StädteRegion diskutiert

2

Umbau Hybridbus 310 in 2014/15

Umbau Hybridbus 301 in 2014

Projektziel

- **Umbau eines EvoBus (Mercedes-Benz) Citaro-Hybrid Gelenkbus in einen Elektrobus.**

- **Der Bus soll nach dem Umbau mindestens 50 Kilometer zu allen jahreszeitlichen Bedingungen ohne Nachladen fahren können und für den Personenverkehr zugelassen sein.**

- **Der Umbau findet in der Werkstatt der ASEAG statt.**

- **geplante Projektlaufzeit: April 2014 bis 4. Quartal 2014**

Umbau Hybridbus 301 in 2014

Projektinhalte

- Planung und Berechnung der „neuen“ Batterie
- Planung des Heizkonzeptes
- Ausbau der nicht mehr benötigten Komponenten
- Einbau der neuen Komponenten (Batterie und Heizung)
- Errichtung der Ladeinfrastruktur auf dem ASEAG-Betriebsgelände
- technische Begutachtung und Abnahme
- Testszenarien und Probefahrten
- zunächst Einsatz auf der Linie 43

Der Einsatz verschiedener Partner ist gefragt

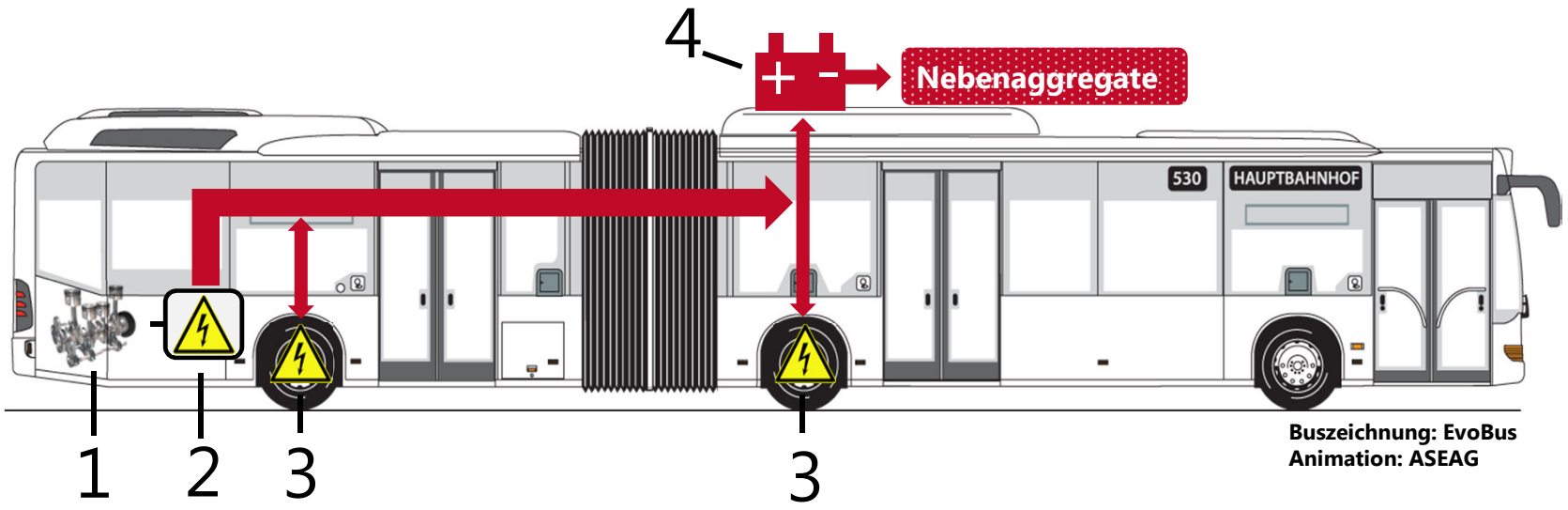
ASEAG

ASEAG → **Einbau und Betrieb**

FUTAVIS COMPLEXITY SIMPLIFIED → **Batterielieferant**

DEKRA → **Sicherstellung des betrieblichen Einsatzes**

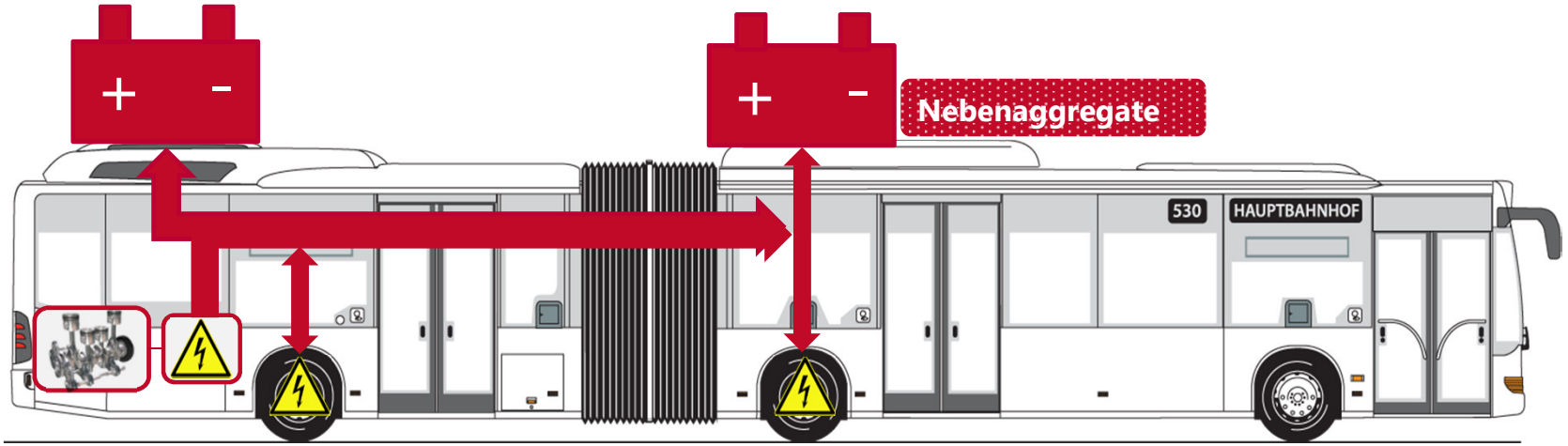
Hier ist der Bus noch ein Hybridbus



Buszeichnung: EvoBus
Animation: ASEAG

1 Dieselmotor	3 Radnabenmotor
2 Generator	4 Batteriesystem

.....und verwandelt sich zum Elektro-Bus



Buszeichnung: EvoBus
Animation: ASEAG

Ein Batteriemodul

Technische Daten:

Zellchemie:	$LiFePo_4$
Anzahl Zellen:	1.300 Stück
Kapazität (brutto)	200 kWh
nutzbare Kapazität:	180 kWh

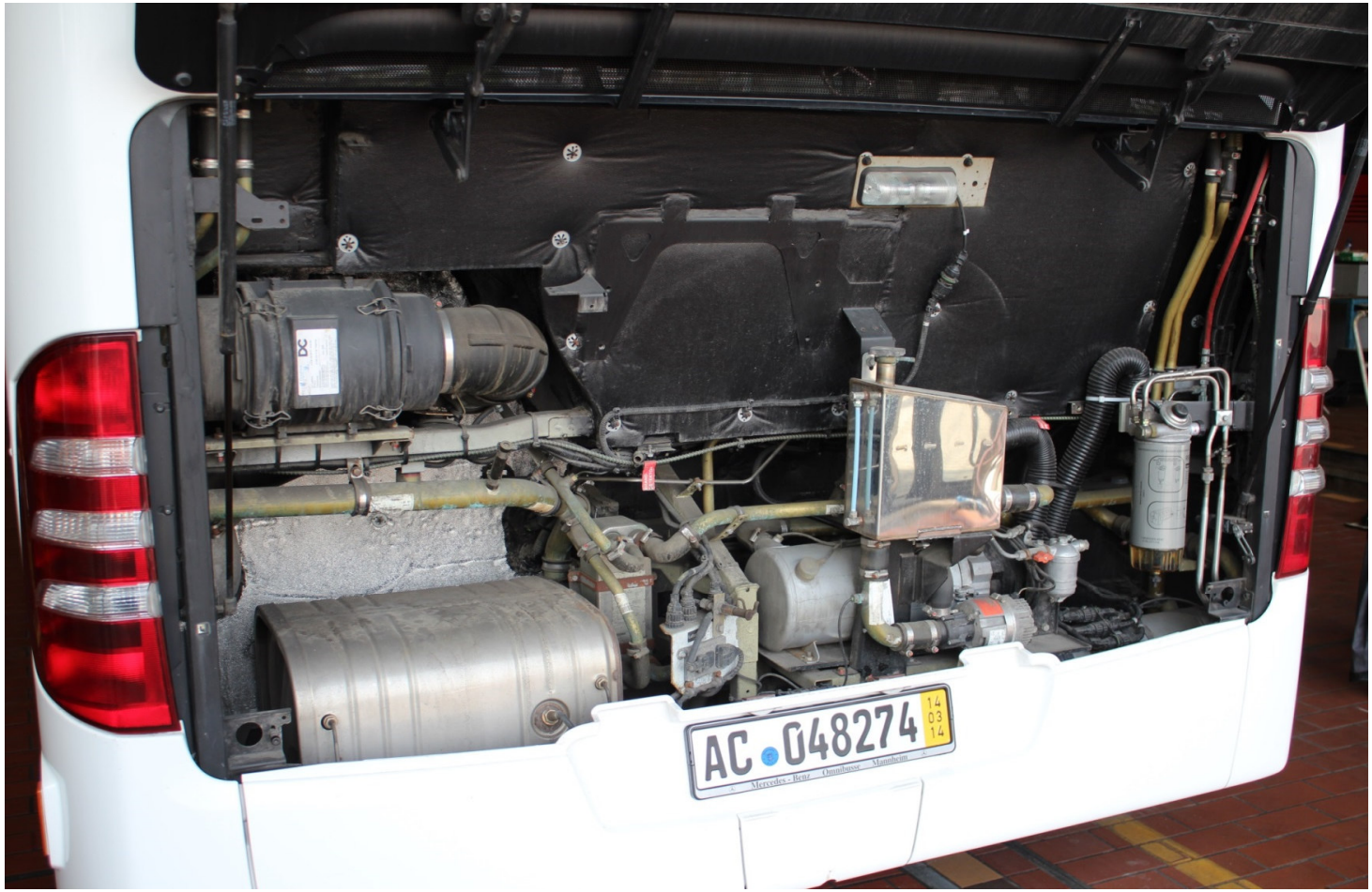
Umbau eines Citaro –Hybrid-Gelenkbusses in einen Elektrobus

Projektdaten

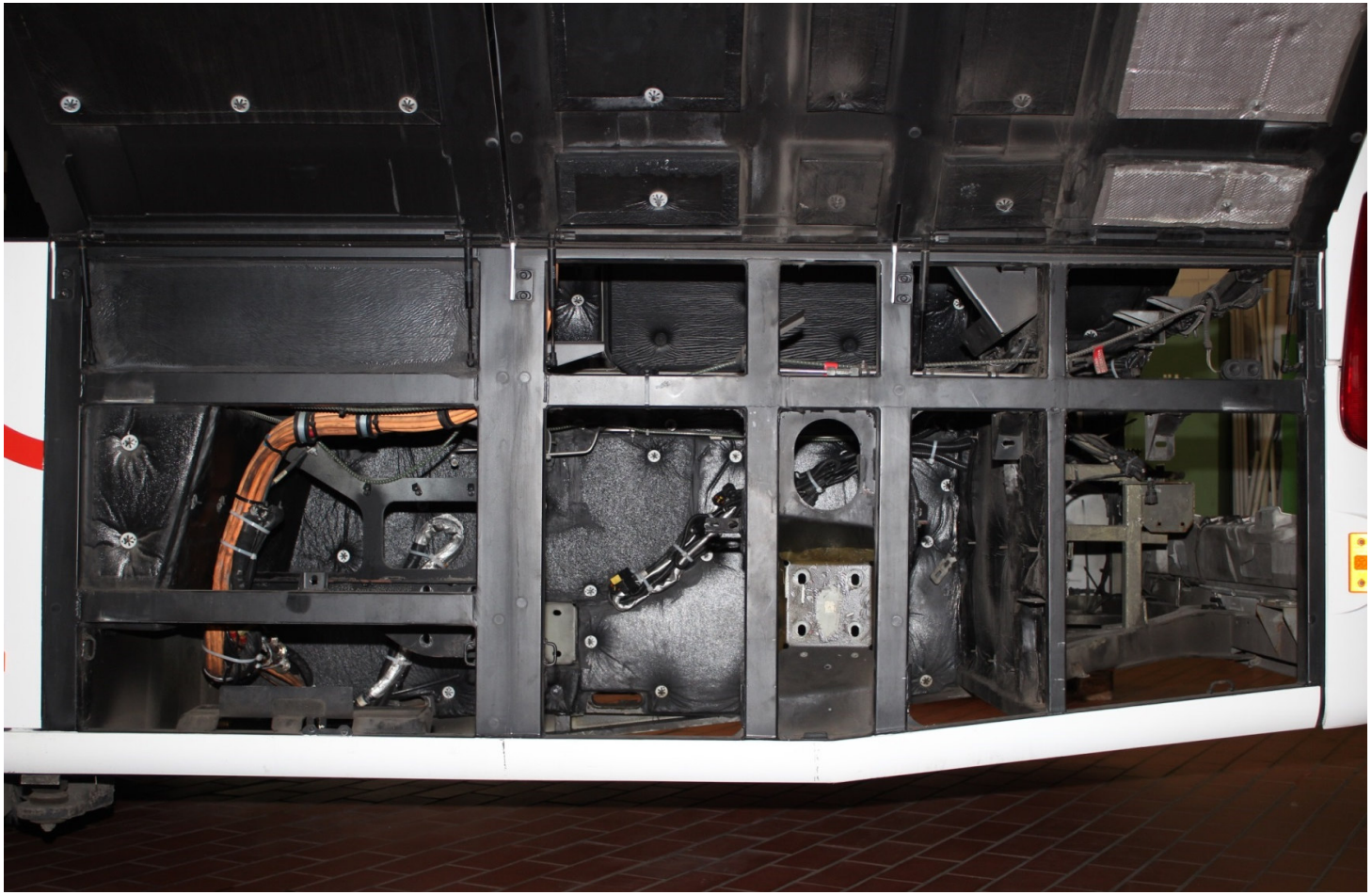
Projektzeit	April 2014 bis Mai 2015	
Projektpartner	FUTAVIS – Batteriemanagement DEKRA - Sicherstellung des betrieblichen Einsatzes; Abnahme	
Technische Daten	Zellchemie	$LiFePo_4$
	Anzahl Zellen	1.152 Stück (12 Zellen/Modul; 16 Module/Strang, 6 Stränge)
	Nutzbare Kapazität	180 kWh
	Energiebedarf	2 bis 2,5 kWh/km
	Reichweite	80 km
	Nachladeverfahren	konduktiv über Stecker (z.Z. Umbau über Pantograph)
	Ladeleistung	aktuell 80 kW
Fahrzeugeinsatz	Einsatzzeit	13. Mai 2015 bis 09. November 2017
	Laufleistung	7.400 Kilometer

Das Projekt in Bildern

Der noch eingebaute Hybridmotor



Der frei gewordene Bauraum



Der Blick auf das Dach vor dem Ausbau

Ausbau der Hybridtechnologie

Der Blick auf das Dach nach dem Umbau

… und das Ergebnis kann sich sehen lassen

Elektrobus - Erfahrungsbericht

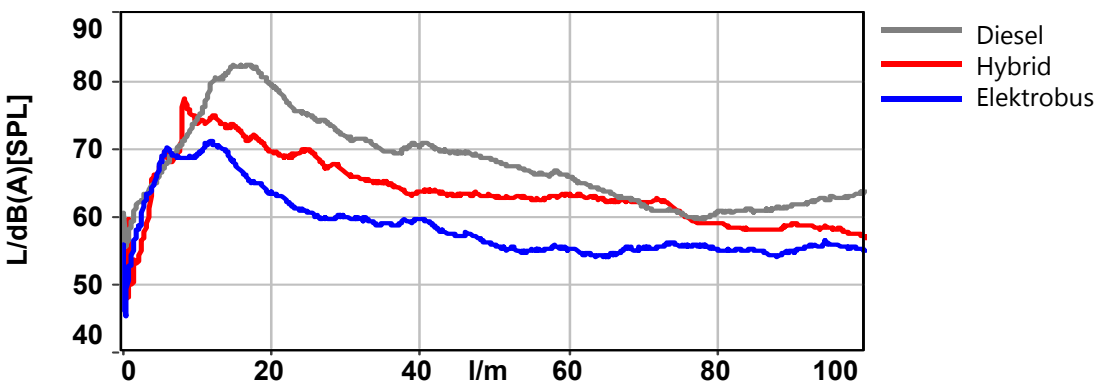
Erfreuliche Ergebnisse vom Einsatz des Elektrobusses

Tag der Zulassung als Elektrobus	6. Juli 2015
Gefahrene Kilometer und ermittelter Verbrauch	2.620 km/ 5.800 kWh
Durchschnittlicher Verbrauch pro km	2,2 kWh
Beispiel: Einsatz Shuttle-Verkehr Europameisterschaft 2015	90 km/ 151,6 kWh
Durchschnittlicher Verbrauch pro km	1,68 kWh

Fazit: Die Beladung des Fahrzeuges hat keinen wesentlichen Einfluss auf den Verbrauch des Fahrzeuges.

Lärmreduzierung bei E-Bussen

Das Ergebnis von Geräuschmessungen



Bei Elektroantrieb liegt Außengeräuschreduzierung bei bis zu 16 dB(A).

Testbetrieb mit Sileo-Fahrzeug

Vom 03. bis 16. August 2015

Einsatz Linien 3, 3b, 13b, 33 und 73	
Gefahrene Kilometer und ermittelter Verbrauch	525 km/ 441 kWh
Durchschnittlicher Verbrauch pro km	0,84 kWh
Beispiel: ohne Rekuperation	99 km/ 126 kWh
Durchschnittlicher Verbrauch pro km	1,27 kWh

Fazit: Die Fahrweise des Fahrers hat einen erheblichen Einfluss auf den Verbrauch.

Technische Daten

Auf Einsetzbarkeit vom Hersteller geprüfte Linien: 5, 33, 45 und 73

	Doppel-Gelenkbus	Gelenkbus
maximale Reichweite (km)	**250**	**300**
zugesicherte Reichweite (Herstellerangaben/km)	**200**	**250**
Batteriekapazität (kwh)	**380**	**300**
Verbrauch (kwh/km)	**1,5 – 2**	**1,0 – 1,2**
Zukunftskonzept: Wärmepumpen für Heizung		
im Vergleich Verbrauch Dieselmotoren (Liter/100km)	**74**	**55**

Vergleich von Leistungsdaten

Große Unterschiede in den Fachaussagen

	Standard		Gelenkbus			Doppelgelenkbus	
	Fraunhofer	Sileo Test	Fraunhofer	Sileo Datenblatt	ASEAG E-Bus (Linie)	Fraunhofer	Sileo Entwick-lungsab-teilung
Spezifischer Energieverbrauch (kWh/km)	1,5	0,84	2,0	1,0	1,68	2,5	1,2
Nutzbare Speichergröße (kWh)	200	200	250	300	180	300	420
Reichweite (km)	133	238	125	300	107	120	350

overnight-charging oder opportunity-charging?

Aktuelle Marktsituation der Ladestruktur

ASEAG

Marktvergleich Elektrobusangebote in Deutschland

Standardbus 6 Hersteller 4 Hersteller	**Ladestruktur** Overnight Charging Opportunity Charging
Gelenkbus 1 Hersteller 5 Hersteller	 Overnight Charging Opportunity Charging
Doppelgelenkbus 1 Hersteller 2 Hersteller	 Overnight Charging Opportunity Charging

EVO-Bus und MAN haben für 2018 einen Standardbus mit overnight charging

Reicht die Stromnetzkapazität am Betriebshof?

Netzausbau für overnight charging notwendig?

- **Das derzeit vorhandene Stromversorgung (Mittelspannung) ist für die Ladung von bis zu 30 Elektrobussen ausreichend.**
- **Bei einer Umstellung der gesamten ASEAG-Flotte werden bis max. 8 MW benötigt. Die entsprechende Netzkapazität soll bei Philipps am Standort Rothe Erde vorhanden sein.**
- **Derzeitig zu überlegende Alternativversorgung:**
  - **Kabelverlegung von Rothe Erde zum Betriebshof (ZBH)?**
  - **Errichtung der Ladeinfrastruktur (ganz/teilweise) an Rothe Erde?**

Ertüchtigung der Mittelnetzspannung + Trafo

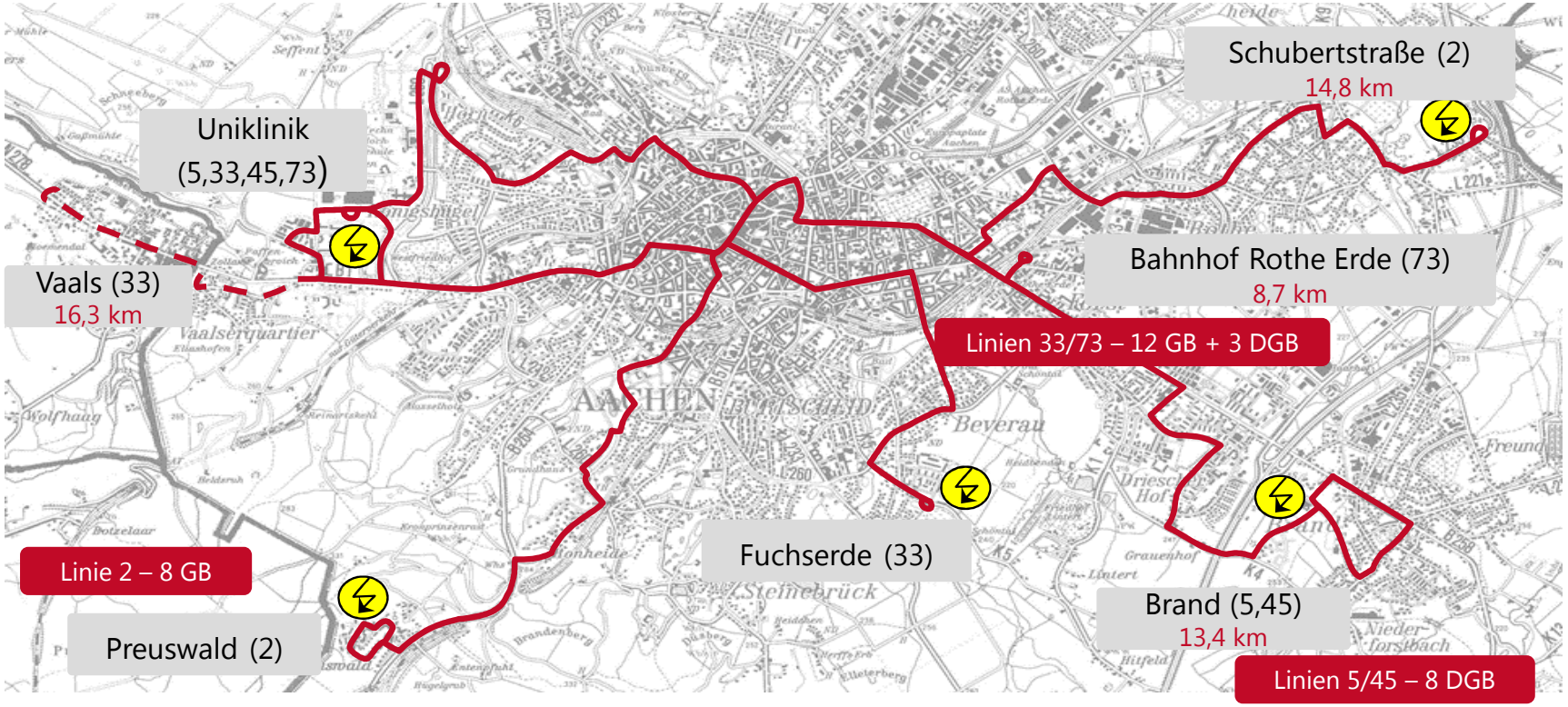
In Vorbereitung auf die im Jahr 2016 bestellten Sileo-Busse, wurde im selben Jahr ein 1.000 kVA-Trafo angeschafft und die gebäudeseitige Voraussetzung bis zum Anschlusspunkt der geplanten Ladeinfrastruktur von Sileo geschaffen.

Um den Energiebedarf von nun 27 bestellten Elektrobussen gerecht zu werden, muss bis zur Auslieferung aller Busse ein zweiter 1.000 kVA-Trafo angeschafft werden. Hiermit stehen dann 2.000 kVA Ladeleistung zur Verfügung.

Mit dieser Leistungsbereitstellung sind allerdings die vorhandenen, am Gelände anliegenden Ressourcen aufgezehrt. Um weitere Elektrobusse auf dem Gelände des Betriebshofes laden zu können, muss eine Ertüchtigung des Mittelspannungsanschlusses erfolgen.

Elektrobus-Konzept

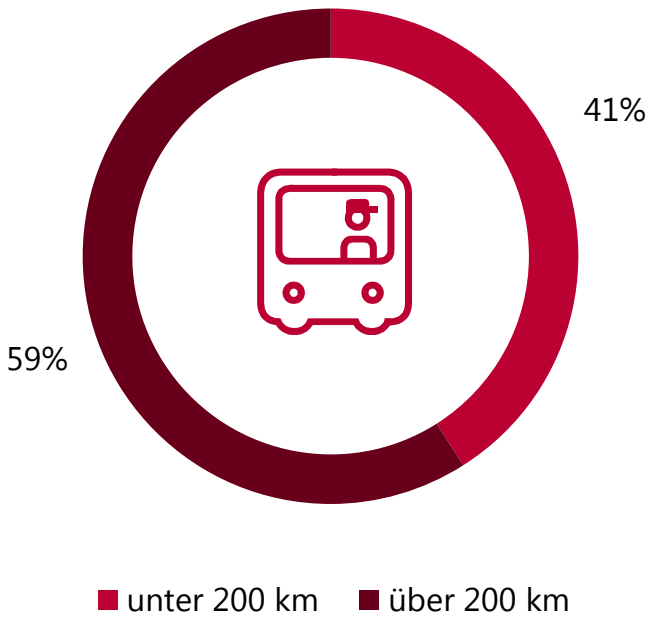
Basis: „Fraunhofer-Analyse“



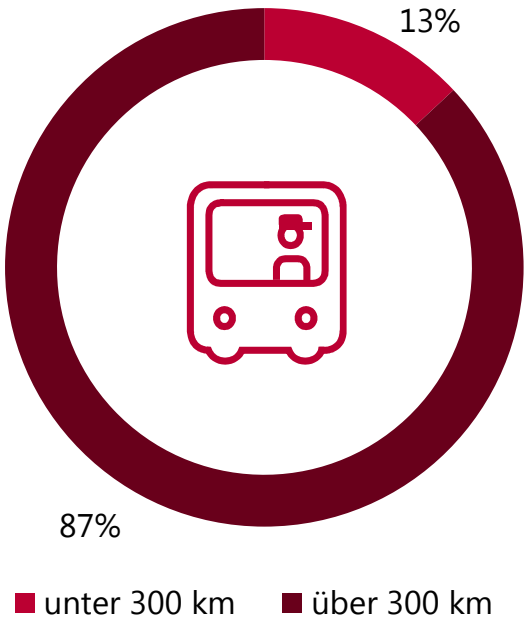
Kurslängen im ASEAG Netz

Wieviel Prozent lassen sich elektrisch fahren?

Standardbus



Gelenkbus



Elektrobus Konzept 2016+

Aktuelle Situation: Linienbusse mit E-Bussen realisierbar

Laufleistung pro Umlauf in km pro Tag	0 bis 150	150 bis 200	200 bis 250	250 bis 300	300 bis 350	350 bis 400	400 bis 500
ASEAG (Mo)							
Solobus	58,90 %	19,18 %	12,33 %	5,48 %	1,37 %	2,74 %	0,00 %
Gelenkbus	62,35 %	9,41 %	14,71 %	7,65 %	5,29 %	0,59 %	0,00 %
Doppelgelenk-bus	0,00 %	50,00 %	50,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
RVE (Mo-Fr)							
Solobus	50,00 %	18,09 %	12,77 %	9,57 %	5,32 %	2,13 %	2,13 %
Gelenkbus	40,00 %	20,00 %	0,00 %	5,00 %	20,00 %	15,00 %	0,00 %

zur Zeit nicht mit E-Bus fahrbar | mit maximaler Reichweite fahrbar | mit garantierter Leistung fahrbar

Elektrobus Konzept 2016+

Fazit

- **von den überwiegend städtischen Verkehren sind zur Zeit ca. 80% mit E-Bussen zu realisieren**
- **bei leichtem technischen Fortschritt sollten knapp 90% der überwiegend städtischen Verkehre realisierbar sein**
- **von den überwiegend als Regionalverkehr ausgestalteten Linien im Südraum sind 60% bis 70% realisierbar**

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Rahmenprämissen

- Vergleich Gelenkbus Elektro- vs. Dieselantrieb
- Laufleistung 50.000 km pro Jahr und Bus
- Energieverbrauch 1,2 kwh/km elektrisch bzw. 55 l Diesel/100 km
- Energiekosten bei 0,17 Euro/kwh bzw. 1,00 Euro/l Diesel
- zusätzlicher Investitionsbedarf E-Bus inkl. busspezifische Ladetechnik gegenüber Dieselbus = 335.000 Euro/Bus
- Zinsen auf eingesetztes Kapital 1,5%
- Nutzungsdauer 12 Jahre

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Instandhaltung und Variation

- **Annahmen für Einsparung Instandhaltungsaufwand (IH)**
  - **Einsparung in Höhe von 0,00 Euro/km, da keine verlässlichen Werte zu Batterienutzungszeiten und Ähnlichem bekannt**
  - **Einsparung in Höhe von 0,10 Euro/km**
  - **Einsparung in Höhe von 0,25 Euro/km**

- **Variation von**
  - **Einkaufspreis -15%**
  - **Zinssatz +1,5%-Punkte**
  - **Energiekostenanstieg +20%**
  - **Nutzungsdauer +2 Jahre**

Finanzierung/Beschaffung weiterer E-Busse

Gemäß der Zusage der Stadt Aachen zur Finanzierung der Elektrobusbeschaffung „sollte der bei der ASEAG verbleibende Eigenanteil von 10% der Beschaffungskosten nicht durch Mittel refinanziert werden können, die im Rahmen der regulären Ersatzbeschaffung eingespart werden, würde in maximal diesem Umfang eine direkte Verlustübernahme über den städtischen Haushalt erfolgen“.

Eine weitere Beschaffung von E-Bussen über den Cash-Flow der ASEAG ist nicht möglich, da freie Mittel durch das Finanzierungskonzept der E.V.A. gebunden werden. Daher müssen alternative Finanzierungsmöglichkeiten bei einer Ausweitung der elektrischen Busflotte gefunden werden.

Einstiegskonzept Elektrobusse

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
I. Unsere Beschaffung bisher						
GL/GB (D)*	9	9	9	9	9	9
Solobusse (D)	5	5	5	5	5	5
II. Luftreinhalteplan						
GL/GB (D)*	13	12	12	5	5	6
Solobusse (D)	7	8	8	3	3	2
III. Alternative Einstieg Elektrobus						
GL/GB (D)*	8	0	0	9	9	9
Solobusse (D)	6	0	0	5	5	5
GL/GB (E)*	5	12	13	0	0	0
Solobusse (E)	1 (Test)	0	0	0	0	0

Die ASEAG fährt elektrisch

EU-Ausschreibung Beschaffung von Elektrobussen

ASEAG

Sileo gewinnt die Ausschreibung

14 (+1) Batteriegelenkbusse	13 (+1) Gelenkbusse und 1 Doppelgelenkbus	
Auftragssumme	**> 10 Mio. Euro**	
Ladeinfrastruktur	**ca. 0,6 Mio. Euro**	
Lieferung	1 Fahrzeug	4. Quartal 2016
	2 Fahrzeuge	2. Quartal 2017
	5 Fahrzeuge	4. Quartal 2017
	6 Fahrzeuge	3. Quartal 2018
Ausstattung	jeweils zwei angetriebene Achsen, overnight-charging, fossile Zusatzheizung	

3

Ausschreibung Sileo in 2015

Bestellung Sileo

Bestellung Sileo

Im April 2016 erfolgte eine europaweite Ausschreibung über 13 Gelenkbusse und einem Doppelgelenkbus mit rein batterieelektrischen Antrieb, einschließlich einer Ladeinfrastruktur.
Der Auslieferungszeitraum der vierzehn Busse war von 2016 bis 2018 terminiert.
Vier Teilnahmeanträge wurden zum Abgabetermin im Mai 2016 eingereicht, von denen allerdings nur der Teilnahmeantrag von der Sileo GmbH vollständig war.
Es erfolgte hierauf die Beauftragung der Firma Sileo.
Zur Auslieferung ist lediglich ein Gelenkbus im Dezember 2016 gekommen.
Nach zahlreicher Auslieferungsversprechen wurde im November 2019 ein Teilrücktritt vom Vertrag bewirkt. Die Rückabwicklung des 2016 ausgelieferten Gelenkbusses erfolgte Ende 2020.
Mit dem ausgelieferten Gelenkbus konnte nie ein linientauglicher Einsatz gefahren werden.

4

Plan B mit neuer Ausschreibung in 2019

Plan B – erneute Ausschreibung

Im November 2019 erfolgte eine erneute europaweite Ausschreibung.

Die EU-Ausschreibung umfasste drei Beauftragungsstufen:

Beauftragungsstufe 1	**12 (7 + 5) elektrische Standardbusse**
Beauftragungsstufe 2	**5 elektrische Gelenkbusse**
Beauftragungsstufe 3	**10 elektrische Gelenkbusse**

Der Auslieferungszeitraum dieser 27 Elektrobusse wurde von 2019 bis 2021 terminiert.

Im Juli 2019 war die Kaufentscheidung gefallen und EvoBus erhielt den Zuschlag.

Die ersten sieben eCitaros sind seit Oktober 2019 im Linieneinsatz. Mit den Li-NMC Zellen und einer Batteriekapazität von 292 kWh, erreichen diese Busse ganzjährig eine

Tagesreichweite von 150 Kilometer. Die Busse sind seit der Inbetriebnahme störungsfrei im Linieneinsatz. Alle weiteren 20 Elektrobusse dieser Beauftragung werden mit LMP1-

Feststoffbatterien ausgestattet sein und über eine Kapazität von 441 kWh verfügen.

Plan B – erneute Ausschreibung

Plan B – erneute Ausschreibung

6

Ladeinfrastruktur in 2020

Ladeinfrastruktur von Ekoenergetyka

Zeitnah mit der Ausschreibung der 27 Elektrobusse, wurde im November 2019 die Auftragsbekanntmachung zur Beschaffung einer Ladeinfrastruktur für Elektrobusse eingeleitet. Den Zuschlag erhielt die Firma Ekoenergetyka.

Die Beauftragung umfasst alle Planungs- und Bauleistungen sowie Elektroarbeiten. Bis zur „schlüsselfertigen“ Leistungserbringung werden in der ersten Beauftragungsstufe 17 Lader, 17 Wallboxen und zwei Schaltschränke aufgebaut und bis zu den Ladesteckern verkabelt sein.

Mit der zweiten Beauftragungsstufe werden nochmals 10 weitere Ladepunkte zur Verfügung stehen.

Die erste Beauftragungsstufe ist umgesetzt und 17 Ladepunkte sind in Funktion.

Der Aufbau der zweiten Beauftragungsstufe, über 10 weitere Ladepunkte, ist im 2.Quartal 2021 geplant.

Ladeinfrastruktur von Ekoenergetyka

7

Ausblick 2021 ff

Ausblick – wie geht´s weiter bei der ASEAG?

- **Berücksichtigung bzw. Umsetzung der clean-vehicle-direction (CVD)**
- **Verstärkung der elektrischen Energieversorgung Betriebshof (Mittelspannung)**
- **Akquise von Fördermitteln für Investitionsmehrkosten (Betriebskosten !?)**
- **Wasserstoff als Energieträger anteilig für den ÖPNV geplant**
- **„grüner“ Wasserstoff im Konzern durch STAWAG ab 2023**
- **Wasserstofftankstelle und –busse vorbehaltlich der Finanzierung von Mehrkosten**

Vielen Dank

ASEAG

Neuköllner Straße 1
52068 Aachen

0241 1688-3320

Heiko.Hansen@aseag.de

aseag.de