

Anhang 7: Elektromobilität im Busverkehr – Beispiele zur Orientierung

Beispiel Eisenach – Übernachtlader	2
Beispiel Jena – Gelegenheitslader	2
Beispiel Nordhausen – Stadt- und Regionalbusse	3
Beispiel Bad Salzungen – Stadtverkehr und Bergstrecke	4
Beispiel Heilbad Heiligenstadt – Stadtverkehr	4
Beispiel Braunschweig - Elektrobusse mit induktiver Ladetechnik – Emil	5
Beispiel Köln – Brennstoffzellen-Hybridbus	5
Beispiel Marburg – Batterie-Hybrid-Oberleitungs-Busse (HO-Bus)	6

Beispiel Eisenach – Übernachtlader

Quelle: [VUW 2018]

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Übergabe des Fördermittelbescheids am 8. September 2018. 2. Ausschreibung mit Zuschlagserteilung für die Busse im Dezember 2018 3. Lieferung der Busse im November 2019 4. Einsatz ab Fahrplan-Wechsel im Dezember 2019 auf Linie 2
Einsatz	-
Anzahl und Typ der Busse	Zwei batterieelektrische Busse des Herstellers EBUSCO vom Typ Ebusco 2.2
Busmerkmale	Max. 90 Fahrgäste. Länge: 12 m, 364 kWh Lithium-Eisenphosphat-Batterie, vorgegebene Reichweite von 230 km, Elektro-Heizungs- und Klimasystem mit Wärmepumpe, Vorkonditionierung auf 21°C im Betriebshof
Ladeinfrastruktur	Übernachtladung auf Betriebshof, ganztägige Fahrt ohne Nachladung
Förderung/Kosten	Gesamtförderung in Höhe von 840.000 EUR (80 % von 1,05 Mio. EUR) durch den Freistaat Thüringen mithilfe von europäischen EFRE-Mitteln
Anmerkungen	Besonderheiten, die nur für ein Projekt überliefert sind
Betreiber	Verkehrsunternehmen Wartburgmobil (VUW), Internet: https://www.wartburgmobil.info/

Beispiel Jena – Gelegenheitslader

Quelle: [JNV 2018]

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Übergabe des Fördermittelbescheids am 11. April 2018 2. Ausschreibung nach Vorlage des Fördermittelbescheids mit Vergabeentscheidung am 14. Dezember 2018, Zuschlagserteilung am 21. Januar 2019 3. Einsatz ab Fahrplanwechsel Ende 2019 auf Linie 15
Einsatz	-
Anzahl und Typ der Busse	Drei batterieelektrische Busse der Daimler-Tochter EvoBus GmbH. Vom Typ eCitaro
Busmerkmale	Max. 37 Sitzplätze, 12 Meter Länge, 6 bis max. 10 Lithium-Ionen-Batterien mit einer Gesamtkapazität von bis zu 243 kWh, Reichweite von 150 km, Dieselheizung
Ladeinfrastruktur	Vollladung auf dem Betriebshof Burgau, Nachladung an Ladepunkt am Westbahnhof mittels Dachstromabnehmer
Förderung/Kosten	Gesamtförderung in Höhe von 2,22 Mio. EUR (80 % von 2,775 Mio. EUR) durch den Freistaat Thüringen mithilfe von europäischen EFRE-Mitteln
Anmerkungen	Jährlich würden durch den Einsatz der geplanten drei E-Busse rund 300 Tonnen CO2 eingespart
Betreiber	Jenaer Nahverkehr GmbH, Internet: https://www.nahverkehr-jena.de/

Beispiel Nordhausen – Stadt- und Regionalbusse

Quelle: [IVI 2018]

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausschreibung Februar 2019 2. Zuschlag Sommer 2019 3. Beschaffung Anfang 2020
Einsatz	Stadtbuslinie A vom Ortsteil Salza ins Stadtzentrum zum Pferdemarkt, Regionalverkehr Buslinien 23, 24 und 291: Linien 23/24 sind moderat hügelig, Linie 291 hat ein anspruchsvolles Höhenprofil
Anzahl und Typ der Busse	Drei Elektrobusse für die Stadtbuslinie und drei Elektrobusse für den Regionalbusverkehr, Typ bisher unbekannt
Busmerkmale	-
Ladeinfrastruktur	Drei Ladegeräte Betriebshof, ein Ladegerät Niedersachswerfen Ost
Förderung/Kosten	<p>Gesamtförderung in Höhe von 4,9 Mio. EUR (80 % von 6,125 Mio. EUR). Davon 2,3 Mio. EUR (80 % von 2,875) für das Stadtbusprojekt und 2,6 Mio. (80 % von 3,25) EUR für das Regionalbusprojekt durch den Freistaat Thüringen mithilfe von europäischen EFRE-Mitteln.</p> <p>Regionalbusprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Drei Busse zu je ca. 580.000 EUR (ges. 1,74 Mio. EUR) ➤ Drei Ladegeräte für insg. 180.000 EUR ➤ Einhausung der Ladegeräte: ca. 115.500 EUR ➤ Verkabelung Ladegeräte ca. 43.500 EUR ➤ Vorrichtung Kabelzuführung: ca. 168.000 EUR ➤ Werkstattausrüstung: ca. 235.000 EUR ➤ Schulungs- und Personalkosten: ca. 70.500 EUR ➤ Leistungserweiterung Betriebshoftransformator: 30.000 EUR ➤ Ladeinfrastruktur Niedersachswerfen Ost: ca. 90.000 EUR ➤ Zusatzkosten: 0,03 – 0,31 €/Fzg-km bei Förderung
Anmerkungen	Stadtbusprojekt soll vor Ort 125 Tonnen und Regionalbusprojekt 117 Tonnen CO ₂ -Emissionen pro Jahr einsparen.
Betreiber	Verkehrsbetriebe Nordhausen GmbH, Internet: https://www.stadtwerke-nordhausen.de/verkehr/bus-strassenbahn/

Beispiel Bad Salzungen – Stadtverkehr und Bergstrecke

Quelle: [IVI 2018a]

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	Nach 2020 (zuerst Eisenach, s. o. unter 8.6.3.1)
Einsatz	Stadtverkehr: Linie A, (Mo-Fr) Fahrleistung 225 / 213 km/d, geringe Höhenunterschiede Regionalverkehr: Linie 146: (nur am WE) zwischen Bad Salzungen, Bad Liebenstein und Bad Tabarz, Fahrleistung ca. 200 km/d, über 500 m Höhenunterschied, topografisch extrem anspruchsvoll
Anzahl und Typ der Busse	Zwei batterieelektrische Busse (einen für Stadtverkehr, einen für Regionalverkehr)
Busmerkmale	-
Ladeinfrastruktur	-
Förderung/Kosten	Zwei Batteriebusse zu je etwa 620.000 EUR, Ladegeräte: 130.00 EUR, Werkstattausrüstung ca. 235.000 EUR; hinzu kommen noch Kosten für Verkabelung der Ladegeräte und Leistungserweiterung des Betriebshoftransformator, Personal- und Schulungskosten
Anmerkungen	Vermeidung von CO ₂ und Luftschadstoffen im Stadtverkehr (Mo-Fr) /Regionalverkehr (WE): 77,5/18,5 t/a CO ₂ , 39,3/5,8 kg/a CO, 43,7/7,3 kg/a NO ₂ , 195/32,9 kg/a NO _x , 1,22/0,23 kg/a PM
Betreiber	Verkehrsunternehmen Wartburgmobil gkAöR

Beispiel Heilbad Heiligenstadt – Stadtverkehr

Quelle: [IVI 2018b] [ThiB 2019]

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	Fördermittelzusage März 2019, Inbetriebnahme 2020
Einsatz	Stadtverkehr: Linie A / B, moderat hügelig, Steigungsstrecke zur Brüsseler Straße, jeweils zwei Busse parallel im Einsatz, Gesamtfahrleistung ca. 410 km/d
Anzahl und Typ der Busse	Drei Midi-Elektrobusse
Busmerkmale	verfügbare Fahrzeuge: Rampini: Reichweite von 100-180 km, Länge 7,72 m, 13 Sitzplätze; EVC Rosero: Reichweite von 150-180 km, Länge 8 m, 12 Sitzplätze; SOR EBN 8 m: Reichweite 150-180 km, Länge 8 m, 16 Sitz- und Stehplätze; Solaris Urbino electric 8,9: Reichweite von ca. 170 km, Länge 8,9 m, 23 Sitzplätze, ggf Dieselheizung
Ladeinfrastruktur	Nachladung im Betriebshof: Steckerladung (min. 15/25 kW), über Nacht, soweit notwendig und möglich auch am Tag
Förderung/Kosten	Kosten von insg. ca. 1,26 Mio. EUR, davon ca. 960.000 EUR für drei Midi-Busse, 120.000 EUR für drei Ladegeräte und 180.000 weitere Kosten (Umbau, Werkstatt, Schulung)
Anmerkungen	Vermeidung von CO ₂ und Luftschadstoffen: <ul style="list-style-type: none"> ➤ CO₂: 33,0 t/a ➤ CO: 16,9 kg/a

	<ul style="list-style-type: none"> ▶ NO₂: 18,3 kg/a ▶ NO_x: 83,2 kg/a ▶ PM: 0,53 kg/a
Betreiber	EW-Bus GmbH

Beispiel Braunschweig – Elektrobusse mit induktiver Ladetechnik – Emil

Quelle: BS 2018

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	<ol style="list-style-type: none"> 1. 18. Juli 2011: Verkehrs-AG geht Projektpartnerschaft zur Umsetzung der induktiven Ladung von Elektrobussen im Linienverkehr ein. 2. 31. Mai 2012: Bewilligung des Förderantrages durch das BMVI 3. 11. September 2013 Freigabe der induktiven Ladestation 4. 27. März 2014 Einsatz des ersten induktiv ladenden Elektrobusses 5. 22. Dezember 2014 Einsatz der induktiv ladenden Elektro-Gelenkbusses
Einsatz	Ringlinie M19, Linienlänge: 12 km, Umlaufzeit: 39 Minuten, rund 25 Haltestellen, ca. 6000 Fahrgäste pro Tag
Anzahl und Typ der Busse	4 E-Gelenkbusse vom Typ Solaris Urbino 18 electric und ein Standardlinienbus vom Typ Solaris Urbino 12 electric
Busmerkmale	Solaris Urbino 18 electric: 51 Sitz-, 75 Stehplätze, Länge: 18 m; Solaris Urbino 12 electric: 34 Sitz-, 41 Stehplätze, Länge 12 m PRIMOVE-Lithium-Ionen-Batterien mit einer Leistung von 60 (12 m-Bus) bzw. 90 kWh (18 m-Bus) Vossloh Kiepe-Antriebssystem mit einer Fahrleistung von 160 kW (12 m-Bus) bzw. 240 kW (18 m-Bus)
Ladeinfrastruktur	Induktive Schnellladung (PRIMOVE), Ladeleistung 200 kW, Ladezeit. Ca. 11 Minuten pro Runde/ ca. 2 min an Haltestellen: Hamburger Straße und Amalienplatz, Energiebedarf: ca. 1,6 kWh pro Kilometer (Jahresschnitt)
Förderung/Kosten	2,9 Millionen Euro, In der Fördersumme sind auch Förderbeträge für die TU Braunschweig und BS ENERGY in Höhe von ca. 1 Mio. Euro enthalten.
Anmerkungen	CO ₂ -Ersparnis: ca. 73 Tonnen/Jahr pro Fahrzeug
Betreiber	Braunschweiger Verkehrs-GmbH, Internet: https://www.verkehr-bs.de/

Beispiel Köln – Brennstoffzellen-Hybridbus

Quelle: RVK 2019

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beginn der fünfjährigen Erprobungszeit im Stadt- und Regionallinienverkehr mit zwei „Phileas“-Bussen am 6. Mai 2011 2. Einsatz zweier weiterer Busse von Van Hool im Jahr 2014 3. Am 28. September 2017 erhält RVK den Förderbescheid über 13 Mio. EUR.
--	--

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Bestellung von 30 Brennstoffzellen-Hybridbussen im Februar 2018. 5. Am 24. Juli 2018 Verträge für den Bau von zwei weiteren Wasserstoff-Tankstellen im Rheinland unterzeichnet – geplanter Inbetriebnahme Ende 2018 6. Ende 2018/Anfang 2019, geplante Beschaffung der 30 Brennstoffzellen-Hybridbusse, Stationierung an RVK-Standorten Hürth, Meckenheim und Wermelskirchen 7. 2020 Förderoption für 10 weitere Fahrzeuge
Einsatz	-
Anzahl und Typ der Busse	Testphase: zwei Busse des Typs Phileas (APTS), zwei Busse des Typs A333 FC (Van Hool).
Busmerkmale	<p>A330 FC: 33 Sitz- und 67 Stehplätze, Länge: 13 m, 24 kWh Lithium Titanat Oxid (LTO) Batterie, 2x 85 kW Elektromotoren, 150 kW Brennstoffzelle, Wasserstofftank mit 40 kg Kapazität, davon nutzbar ca. 35-40 kg bei 350 bar, Reichweite ca. 300 km, Verbrauch von 9,2 kg H₂/100 km.</p> <p>Phileas: 37 Sitz- und 58 Stehplätze, Länge 18 m, 26 kWh NiMH Batterie, 240 kW Elektromotor, 150 kW Brennstoffzelle, Wasserstofftank mit 40 kg Kapazität bei 350 bar, Reichweite ca. 250 km, Verbrauch ca. 15 kg H₂/100 km.</p>
Ladeinfrastruktur	<p>Wasserstoff-Tankstellen an den Betriebsstandorten Hürth, Meckenheim und Wermelskirchen, sowie für Nutzfahrzeuge und PKW am Flughafen Köln /Bonn</p> <p>Betankungszeiten von unter zehn Minuten</p>
Förderung/Kosten	Förderung von 7,4 Mio. Euro durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Weitere Förderung in Höhe von 5,6 Mio. Euro im Zuge des EU-Projektes JIVE
Anmerkungen	-
Betreiber	Regionalverkehr Köln GmbH, Internet: https://www.rvk.de/

Beispiel Marburg – Batterie-Hybrid-Oberleitungs-Busse (HO-Bus)

Quelle: [ISI 2018a]

Zeitplan zur Einführung der Elektrobusse	Veröffentlichung der Machbarkeitsstudie am 2. Oktober 2018
Einsatz	<p>Geplante Linien 2 und 7 im Stadtverkehr Marburg,</p> <p>Linie 2: 18,0 km Länge, 62 Minuten Fahrzeit,</p> <p>Linie 7: 10,2 km Länge, 35 Minuten Fahrzeit</p> <p>Durchschnittlich 3 Stopps/km, 37 % Haltezeitanteil, 19,0 km/h Durchschnittsgeschwindigkeit, Höhendifferenz auf der Strecke: 220 m, Maximale Steigung: 8 %</p>
Anzahl und Typ der Busse	elf Batterie-Hybrid-Oberleitungs-Gelenkbusse
Busmerkmale	<p>Fahrgastkapazität: 139, Durchschnittliche Antriebsleistung ab Batterie: 160 kW, Zentralmotor (Anlagenwirkungsgrad 0,75 unter Berücksichtigung der Rekuperation), E-Bus-Klimaanlage mit reduzierter Leistung, Heizungsanlage HO-Bus mit normaler Leistung auch während des Akkubetriebes, Traktionsenergiespeicher: LTO-Akkumulator mit 100 kWh Nominalkapazität</p>

Ladeinfrastruktur	<p>vier Oberleitungsabschnitte, Stangenstromabnehmer mit erhöhter Ladeleistung im Stand, zwei Haltestellen mit Schnellladeinfrastruktur (Klinikum, Klinik Sonnenblick), Betriebshof-Nachladung während nächtlicher Betriebspause</p> <p>Oberleitungsladeinfrastruktur von 10,6 km. Davon 5,5 km auf Linie 2 (30,8 % der Streckenlänge) und 4,1 km auf Linie 7 (41,2 % der Streckenlänge).</p>
Förderung/Kosten	<p>Geschätzte Gesamtkosten von rund 24,28 Mio. EUR (9,76 Mio. für Fahrzeuge, 12,66 Mio. für Ladeinfrastruktur, 1,86 Mio. sonstige Kosten) angenommene Förderung von 16 Mio. EUR</p>
Anmerkungen	<p>Höhenunterschiede führen zu hohen energetischen Anforderungen</p>
Betreiber	<p>Stadtwerke Marburg, Internet: https://stadtwerke-marburg.de/</p>