



# Abschlussbericht Studien

Sachbericht gemäß Nr. 6.2 ANBest-P / GK (Stand 2019)  
für die Richtlinie zur Förderung alternativer Antriebe von Bussen im Personenverkehr vom 7. September 2021 des  
Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)<sup>1</sup>

**Hinweis:** Die Machbarkeitsstudie ist via E-Mail an Ihre jeweiligen Bearbeiter zu übermitteln.

Förderkennzeichen:	03TB2501S
Zuwendungsempfänger:	Landkreis Erlangen-Höchstadt
Laufzeit des Vorhabens: (gemäß des Zuwendungsbescheides)	01.07.2023 bis 30.06.2025

## 1. Berichtsteil allgemein

1.1. Auftragnehmer der Studie: KCW GmbH, Bernburger Straße 27, 10963 Berlin	1.2. Vergabedatum: 07.07.2023
1.3. Leistungszeitraum / Umsetzungszeitraum der Studienerstellung: 07.07.2023 bis 20.06.2024	
1.4. Fand eine Verlängerung der Vorhabenlaufzeit statt? nein	1.5. Wenn ja, Verlängerung bis zum:
1.6. Begründung:	

<sup>1</sup> ehemals Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).

## 2. Angaben zum Einsatzgebiet der von der Studie untersuchten Busse

2.1. Bundesland / Bundesländer: (Einsatzfahrten) Bayern	2.2. Aufgabenträger: (sofern zutreffend) Landkreis Erlangen-Höchstadt
2.3. Landkreise / Städte: (Einsatzfahrten) Erlangen-Höchstadt, Stadt Erlangen	

## 3. Gegenüberstellung der inhaltlichen Schwerpunkte und Studienerkenntnisse

In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie mit den inhaltlichen Untersuchungsschwerpunkten zum Zeitpunkt des Aufrufs und den formulierten Zielen innerhalb Ihres Vorhabens gegenübergestellt werden.

Schwerpunkte der Studie und Ihre ursprüngliche Zielsetzung:	Erreichte Studienerkenntnisse: (ggf. Abweichungen vom ursprünglichen Plan)
Analyse der Machbarkeit des Einsatzes von Bussen mit alternativen Antrieben in den Linienbündeln 2 und 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 von 6 untersuchten Buslinien können nach Umlaufoptimierung ohne Fahrzeugmehrbedarf ggü. Dieselbussen betrieben werden.</li> <li>- Eine Buslinie würde beim Einsatz von Batteriebussen 1 bis 2 Fahrzeuge mehr benötigen (bei einem Gesamtbedarf von 40 Fahrzeugen inkl. Reserve über beide Bündel). Mit Wasserstoffbussen wäre auch diese Linie ohne Fahrzeugmehrbedarf zu betreiben.</li> <li>- Die Position der Betriebshöfe hat eine (geringe) Auswirkung auf Leerfahrten und Fahrzeugbedarf.</li> </ul>
Betrachtung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Antriebstechnologien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Höhere Wirtschaftlichkeit bei einer 50 %-Umstellung als bei einer Komplett-Umstellung auf emissionsfreie Antriebe</li> <li>- Batteriebusse klar wirtschaftlicher als Brennstoffzellenbusse</li> <li>- Lebenszykluskosten von Batteriebussen ca. 4* bis 19 % höher als bei Dieselbussen</li> <li>- bei Brennstoffzellenbussen ca. 24* bis 53 % höher</li> <li>* kleinere Werte bei Gegenrechnung THG-Erlöse und Fördermittel</li> </ul>
Betrachtung von Modellen für die Bereitstellung der nötigen Infrastruktur (Lade- oder Tankinfrastruktur)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ladeinfrastruktur nur auf Betriebshof/-höfen für Betrieb von Batteriebussen ausreichend (Depotladung)</li> <li>- Bereitstellung von Flächen für Infrastruktur durch den Landkreis für erleichterten Zugang von Bietern sehr empfehlenswert</li> <li>- Beschaffung der Fahrzeuge und Infrastruktur soll bei Bietern bleiben, ggf. in Partnerschaft mit Infrastrukturdienstleistern</li> <li>- Schaffung von Infrastruktur benötigt lange Vorlaufzeit</li> </ul>
Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zum bestmöglichen Umgang mit dem SaubFahrzeugBeschG für die Linienbündel 2 und 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfehlung für teilweise Umstellung der Busflotte (ca. 50 %) mit Blick auf rechtliche und wirtschaftliche Aspekte</li> <li>- Technologie: batterieelektrisch (aus wirtschaftlichen Gründen und Klimaschutzsicht sinnvoll)</li> <li>- Infrastruktur ist Engpass: Bereitstellung von Flächen durch den Aufgabenträger Landkreis anzustreben</li> <li>- Mitdenken des Vertragsendes nach 10 Jahren</li> </ul>
Einsatz von Bussen mit alternativen Antrieben bei Durchführung eines wettbewerblichen Vergabeverfahrens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedenken auf Seiten der Verkehrsunternehmen zu erwarten, daher gestreckte und nur teilweise Umstellung und flankierende Maßnahmen durch Landkreis (z.B. Information vorab)</li> <li>- Ausreichend Zeitvorlauf einzuplanen: Einsatz emissionsfreie Busse erst ca. 1-2 Jahre nach Betriebsaufnahme der Bündel</li> <li>- Vertragslaufzeit 10 Jahre für Amortisation der Investitionen</li> <li>- Infrastruktur ist Risiko für Bieter: Unterstützung durch LK (s.o.)</li> </ul>

## 4. Kernergebnisse der Studie

### 4.1. Welche Antriebstechnologie wurde nach der Untersuchung als geeignet bewertet und warum?

Eine Umstellung auf Batteriebusse mit Depotladung wurde als geeignet bewertet, weil diese unter ökonomischen und ökologischen Aspekten (Lebenszykluskosten mit/ohne Erlöspotenziale wie THG-Quote und Förderungen, Reduktion von Treibhausgasen, Energieeffizienz) die sinnvollste Alternative darstellt. Für einen Großteil des Busverkehrs ist eine Umstellung ohne Fahrzeugmehrbedarf bereits nach aktuellem Stand der Technik möglich, bei teilweise Nachladen tagsüber und Zulassen einer Brennstoffzusatzheizung für eine erhöhte Reichweite.

### 4.2. Angaben zu den Fahrzeugen, die als geeignet betrachtet wurden:

Anzahl	Antriebstechnologie	Laufleistung
20-22	Batterieelektrisch (Solobusse)	ca. 1.460.000 km p.a
	18-20 Busse weiter als Diesibusse	
	(Angaben in Summe über beide Bündel	
	und inkl. Reservebusse)	

### 4.3. Beschreibung der untersuchten Lade und/ oder Betankungsinfrastruktur (z. B. Ladestrategie, Art der Wasserstoffbeschaffung, etc.)

Gemäß den durchgeführten Simulationen ist eine reine Depotladung an ein bis zwei Betriebsstandorten pro Linienbündel optimal. Hierbei werden nicht nur nachts, sondern auch während des Tages Busse nachgeladen, da der Fahrzeugbedarf zwischen den Hauptverkehrszeiten deutlich geringer ist. Ob die Busse im Betriebshof über Ladesäulen oder Pantographen geladen werden, ist zweitrangig. Eine Unterwegsladung im öffentlichen Straßenland ist nicht notwendig.

### 4.4. Welche Anpassungen auf dem Betriebshof wurden identifiziert, die für die Einführung alternativer Antriebe erforderlich sind?

Da es sich in diesem Fall um eine wettbewerbliche Vergabe von Busleistungen handelt, kann vom Aufgabenträger nicht vorhergesagt werden, in welchem Betriebshof die Busse betrieben werden. Es ist davon auszugehen, dass der bezuschlagte Bieter eine neue Ladeinfrastruktur und eine für Batteriebusse umgerüstete Werkstatt erstellen muss. Der Aufwand hierfür wurde in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hinterlegt. Der Unternehmer kann auch den Fahrzeughersteller in die Instandhaltung einbeziehen oder sich Busse und Infrastruktur anmieten. Die Ausgestaltung ist dem Unternehmer überlassen.

### 4.5. Wie hoch sind voraussichtlich die Beschaffungskosten für die Fahrzeuge?

ca. 10,2 Mio. €  
(Investition für 20 batterieelektrische Solobusse ohne Förderung)

### 4.6. Wie hoch sind voraussichtlichen die Beschaffungskosten für die Lade- und Betankungsinfrastruktur?

ca. 1,57 Mio. € (Investition für 20 Ladepunkte und 150 kW-Ladegeräte à 2 Ladepunkte pro Ladegerät)

<p>4.7. Welche weiteren Kosten haben Sie identifiziert?</p> <p>ca. 3 Mio. € für Betriebshof Neu-/Umbau (Sanierung, Brandschutz, Lösch- und Regenwasserrückhaltung, ggf. Stromanschluss, Flächenmehrbedarf). Dazu Kosten für Lademanagementsystem (Software, Personal)</p>	<p>4.8. Wie hoch schätzen Sie die jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei Umsetzung der Studienergebnisse ein?</p> <p>940 t CO<sub>2</sub>e (bei Umstellung von 20 Solobussen auf emissionsfreie Antriebe gemäß PtJ-CO<sub>2</sub>-Rechner)</p>
---	--