



Transport
Technologie -
Consult
Karlsruhe GmbH

Kurzbericht

Karlsruhe, März 2026

TTK-Projektnummer: 2102



E-Bus-Konzept für den
Landkreis **Vechta**

E-Bus-Konzept für den Landkreis Vechta

Zusammenfassung der Ergebnisse für den LKR Vechta aus der Machbarkeitsstudie
„E-Bus-Konzept für die Landkreise Cloppenburg und Vechta“

Auftraggeber

Landkreis Cloppenburg
Amt für Schule, Kultur und ÖPNV
Eschstraße 29, 49661 Cloppenburg

Landkreis Vechta
80 - Referat für Wirtschaftsförderung,
Mobilität und Tourismus
Ravensberger Straße 20, 49377 Vechta

Auftragnehmer

TransportTechnologie-Consult Karlsruhe GmbH (TTK)
Durlacher Allee 73
76131 Karlsruhe
info@ttk.de

Unterauftragnehmer

PTV Transport Consult GmbH
Stumpfstraße 1
76131 Karlsruhe

Bearbeiter

M.Sc. Valentin Hecht
M.A. Svenja Höner
Dr.-Ing. Roland Priester

Inhalt

Abbildungen.....	3
Tabellen.....	3
1 Zusammenfassung und Ergebnisse.....	4
1.1 Gesetzgebung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.2 Antriebstechnologien.....	7
1.3 Entwicklung technischer Szenarien.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.4 Betriebliche Ergebnisse.....	10
1.5 Wirtschaftlichkeit.....	10
1.6 Zusammenfassung und Umstellungsstrategie für den Landkreis Vechta.....	12

Abbildungen

Abbildung 1: Beschaffungsquoten an emissionsarmen bzw. -freien Fahrzeugen bis zum Jahr 2031 gemäß SaubFahrzeugBeschG.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 2: Betrachtete Szenarien.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 3: Fahrzeugmehrbedarf im Landkreis Vechta.....	10
Abbildung 4: Differenz der erwartbaren Gesamtkosten ggü. dem HVO100-Betrieb.....	11
Abbildung 5: Im Landkreis Vechta von der CVD betroffene Linienbündel.....	13
Abbildung 6: Umstellungsstrategie Landkreis Vechta.....	13

Tabellen

Tabelle 1: multikriterieller Vergleich der Szenarien, Landkreis Vechta.....	12
---	----

1 Executive Summary

Aufgabenträger und Betreiber von Stadt- und Regionalbusflotten stehen im Rahmen der Verkehrswende vor einer Vielzahl von Herausforderungen. Besonders das Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz bzw. die Clean Vehicles Directive (CVD) sowie die europäischen Ziele zur CO₂-Reduktion erfordern konsequentes Handeln und die Entwicklung von Dekarbonisierungsstrategien.

Vor diesem Hintergrund plant der Landkreis (LKR) Vechta, seinen Busverkehr zukünftig durch emissionsarme und/oder emissionsfreie Busse erbringen zu lassen. Da diese technische Umstellung mit höheren Kosten für die Aufgabenträger und Verkehrsunternehmen einhergeht, wurde in dieser Studie eine maßgeschneiderte und ressourceneffiziente Umstellungsstrategie entwickelt.

Als ersten Schritt beabsichtigt der LKR, den Einsatz von HVO100 in künftigen Ausschreibungen verbindlich vorzuschreiben, um einen mindestens emissionsarmen Betrieb der Fahrzeuge sicherzustellen. Damit wird kurzfristig eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen erreicht.

Im Einsatz sind derzeit sowohl Überlandbusse (M3 Klasse II), die aktuell nicht unter die Vorgaben der CVD fallen, als auch kleinere Fahrzeuge der Klasse M3 Klasse A, für die gemäß SaubFahrzeugBeschG eine Beschaffungsquote von mindestens 32,5 % emissionsfreien Fahrzeugen einzuhalten ist.

Als emissionsfreie Antriebstechnologien wurden batterieelektrische Busse sowie Brennstoffzellenfahrzeuge untersucht. Die Machbarkeitsuntersuchung analysierte in zwei Szenarien – jeweils mit Untervarianten – die betrieblichen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen: Szenario 1 betrachtete eine Teilumstellung der Flotte im Mischbetrieb (HVO100 kombiniert mit Batterie- bzw. Brennstoffzellenfahrzeugen), während Szenario 2 eine vollständige Elektrifizierung des Betriebs untersuchte. Neben einer detaillierten Umlaufplanung für einen repräsentativen Werktag, welche die grundsätzliche Fahrbarkeit der bestehenden Fahrpläne mit Batterie- bzw. Brennstoffzellenbussen bestätigte, wurden auch der konkrete Fahrzeugbedarf, die erforderliche Lade- bzw. Betankungsinfrastruktur sowie der Energiebedarf ermittelt und quantifiziert.

Im Ergebnis wurden Brennstoffzellenfahrzeuge aufgrund fehlender Marktverfügbarkeit (insbesondere in M3 Klasse A) und ungünstiger Wirtschaftlichkeit verworfen. Für Batteriebusse wird der Aufbau von Zwischenlademöglichkeiten an ausgewählten Endhaltestellen empfohlen. Die ermittelten Bedarfe liegen in belastbarer Form vor und ermöglichen eine fundierte Ausschreibungs- und Investitionsplanung.

Für die moobil+-Linienbündel Vm+ Mitte, Vm+ Nord, Vm+ Süd und V Stadt empfiehlt sich für die kommenden Verkehrsverträge der Mischbetrieb von Batterie- und HVO100-Bussen. Dies erscheint als der beste Kompromiss zwischen Umweltnutzen und Kosteneffizienz. Bei bündelübergreifender Quotenerfüllung sind mindestens sechs Batteriefahrzeuge erforderlich; ein Fahrzeugmehrbedarf ggü. dem Status Quo entsteht nicht. Eine Infrastrukturbeistellung durch den Aufgabenträger für Ladepunkte an den Endhaltestellen Lohne ZOB und Damme ZOB (jeweils 1 Ladepunkt) wird empfohlen.

Vor dem Hintergrund sich verschärfender regulatorischer Rahmenbedingungen und steigender Kosten konventioneller Antriebe (EU-Verordnung 2024/1610, EU-Emissionshandelssystem ETS-2, Klimaneutralität 2045) sollte es den Verkehrsunternehmen darüber hinaus auch in den Regionalbus-Linienbündeln ermöglicht werden, alternative Antriebstechnologien anzubieten – auch wenn es für diese zum Stand der Studie (Jan. 2026) noch keine verbindlichen Beschaffungsquoten gibt.

2 Regulatorische Rahmenbedingungen

Die derzeitigen regulatorischen Faktoren, die sich über die nächsten Jahre verstärken werden, üben einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Dieselnutzen aus. Vier wesentliche Rahmenbedingungen erwirken spätestens ab den 2030er-Jahren eine stetige Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit und Marktverfügbarkeit dieser Antriebstechnologie:

- Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz (SaubFahrzeugBeschG) / Clean Vehicles Directive (CVD)
- EU-Verordnung 2024/1610
- EU-Emissionshandelssystem ETS 2
- Klimaneutralität 2045

Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen detaillierter erläutert.

Das **Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz** (SaubFahrzeugBeschG) vom 9. Juni 2021 (BGBl. I S. 1691) dient der Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 (Clean Vehicles Directive – CVD) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (ABl. L 188 vom 12.7.2019, S. 116) in Deutschland. Mit diesem Gesetz werden bei der öffentlichen Auftragsvergabe verbindliche Mindestziele für die Beschaffung von emissionsarmen und -freien Pkw sowie leichten und schweren Nutzfahrzeugen vorgegeben.

In Bezug auf den ÖPNV sind die im §4 Absatz 2 SaubFahrzeugBeschG definierten Mindestziele für Busse der Kategorien „M3 Klasse I“¹ und „M3 Klasse A“² relevant:

Verpflichtende Beschaffungsquoten von sauberen oder emissionsfreien Antrieben gemäß CVD bzw. SaubFahrzeugBeschG

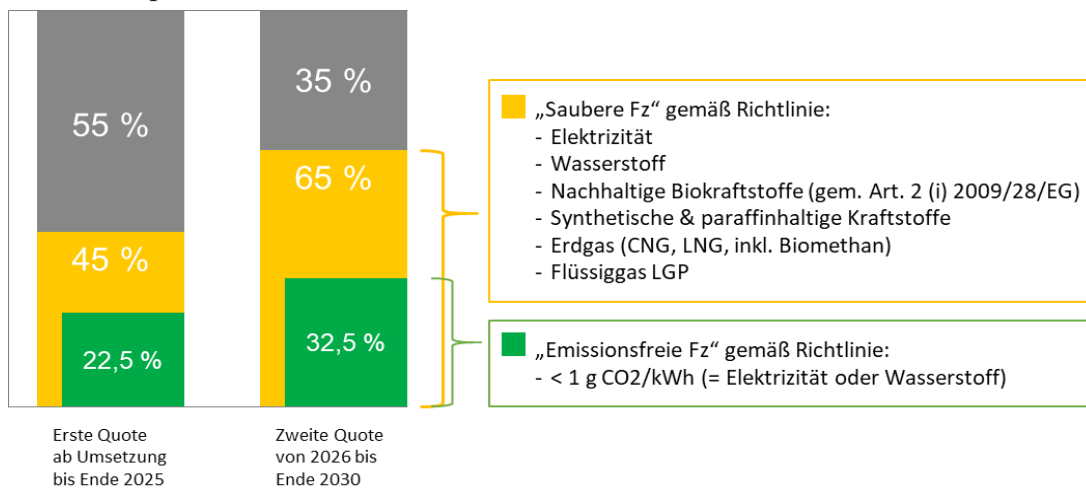


Abbildung 1: Beschaffungsquoten an emissionsarmen bzw. -freien Fahrzeugen bis zum Jahr 2031 gemäß SaubFahrzeugBeschG³

¹ M3 Klasse I= Für die Personenbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 5 Tonnen. Fahrzeuge der Klasse I sind sogenannte „Stadtbusse“, die zur Beförderung von mindestens 23 Fahrgästen auf Strecken mit zahlreichen Haltestellen ausgelegt sind und somit über einen höheren Anteil an Stehplätzen verfügen.

² M3 Klasse A= Für die Personenbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 5 Tonnen. Fahrzeuge der Klasse A sind sogenannte „Midi-Busse“, die zur Beförderung von maximal 22 Fahrgästen ausgelegt sind und dabei sowohl über Sitz- als auch Stehplätze verfügen.

³ Darstellung auf Basis VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen)

Sogenannte „Überlandbusse“ (M3 Klasse II), die häufig im Landkreis Vechta eingesetzt werden, sind derzeit nicht von der CVD betroffen!



Für die Festlegung der Mindestziele ist nach § 6 SaubFahrzeugBeschG das Datum, an dem der Zuschlag erteilt, also der Vertrag geschlossen wird, maßgeblich.

Die Einhaltung der Mindestziele des SaubFahrzeugBeschG wurde vom Bund an die Bundesländer übertragen, so dass diese prinzipiell bestimmen, wie die Quoten im jeweiligen Bundesland erfüllt werden müssen. Dabei „können die Länder innerhalb ihrer Zuständigkeit festlegen, welche der betroffenen Auftraggeber tatsächlich die Mindestziele einhalten müssen, solange die Beschaffungsquote landesweit eingehalten wird“⁴.

Die Vorgaben gelten zunächst für die laufende Dekade. Es wird erwartet, dass ab 2031 eine Verschärfung erfolgt. Werden keine neuen Ziele festgelegt, gelten die derzeit festgelegten Ziele auch in den folgenden Jahren.

Die **EU-Verordnung 2024/1610** (in Kraft seit 01.07.2024) definiert Änderungen im Bereich der öffentlichen Auftragsvergabe, insbesondere bei der Beschaffung von Stadtbussen. Daneben verschärft die Verordnung die CO₂-Flottengrenzwerte für die Klasse M3:

- Beschaffungsvorgaben Stadtbusse (M3, I):
 - 2031-2035: 90 % emissionsfrei
 - ab 2035: 100 % emissionsfrei
 - Vergabe öffentlicher Aufträge nach dem Billigstbieterprinzip nicht mehr zulässig
- CO₂-Flottengrenzwert⁵ für Überlandbusse und Reisebusse (M3 II und III)
 - 2030-2035: -45 % ggü. dem Jahr 2019
 - 2035-2040: -65 % ggü. dem Jahr 2019
 - ab 2040: -90 % ggü. dem Jahr 2019

Die EU-Verordnung 2024/1610 fördert die Marktentwicklung zugunsten von emissionsfreien Bussen – sowohl kurzfristig im Stadtbusbereich als auch mittelfristig im Regionalbus- und Reisebusverkehr.



Diese Effekte werden durch die Einführung der zukünftigen **Abgasnorm Euro 7** im Laufe des Jahres 2029 erheblich verstärkt. Die überwiegende Zahl der Anbieter von Stadtbussen mit Verbrennungsmotor verzichtet aus Kostengründen auf die Entwicklungen geeigneter Euro 7-Motoren, so dass faktisch ab 2029 nahezu keine Marktverfügbarkeit für Verbrenner-Stadtbusse mehr gegeben sein wird.

Durch das **EU-Emissionshandelsystem ETS2**, welches ab 2027 CO₂-Emissionen in den Bereichen Gebäude, Straßenverkehr und kleinen Industrieanlagen europaweit bepreist, ist zudem eine deutliche Teuerung der Kraftstoffe insbesondere in den 2030er-Jahren zu erwarten.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass aufgrund der im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) verankerten Zielsetzung einer **Klimaneutralität Deutschlands bis zum Jahr 2045**, die 100 % Umstellung auf emissionsfreie Antriebe im ÖPNV langfristig erreicht werden muss.

⁴ <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/clean-vehicles-directive-faq.html>

⁵ Der Flottengrenzwert definiert den durchschnittlichen, gesetzlich vorgeschriebenen Höchstwert an CO₂-Emissionen (g/km), den alle neu zugelassenen Fahrzeuge eines Herstellers in der EU innerhalb eines Kalenderjahres im Schnitt ausstoßen dürfen.

3 Antriebstechnologien

Nachfolgend sind die Charakteristika derjenigen Antriebstechnologien zusammengefasst, welche in der Studie betrachtet wurden. Dabei sind die emissionsfreien Antriebe (Batterie- und Brennstoffzellenbusse) geeignet, die Anforderungen des SaubFahrzeugBeschG sowie die perspektivisch zu erwartenden regulatorischen Verschärfungen vollständig zu erfüllen. Die sauberen Antriebe (hier: HVO100) können maximal als Übergangstechnologie für die entsprechenden Fahrzeugkategorien (Überlandbusse) bis zur Erreichung der Klimaneutralität eingesetzt werden.

❖ **Verbrennerfahrzeuge mit HVO100 („emissionsarm“)**

- ❖ Bei HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) handelt es sich um einen Dieseleratzstoff, der im Vergleich zum herkömmlichen Diesel eine um bis zu 90% reduzierte CO₂-Bilanz vorweist⁶.
- ❖ Bei der Verbrennung des Kraftstoffs wird im Vergleich zum herkömmlichen Diesel ähnlich viel CO₂ ausgestoßen, HVO100 bietet hier jedoch den Vorteil, dass das ausgestoßene CO₂ der Luft zuvor durch Photosynthese entnommen wurde, womit die Bilanz nahezu klimaneutral ist. Lediglich durch die Herstellung des Kraftstoffes entstehen weitere Emissionen.
- ❖ Neben der verringerten Umweltbelastung ist ein weiterer Vorteil, dass er in Reinform von vielen Fahrzeugen getankt werden kann, da entsprechende Herstellerfreigaben insbesondere für Bus-Motoren der Abgasnorm EURO VI vorliegen. Ein Einsatz von HVO100 ist ohne größere Vorbereitungen an der Tankinfrastruktur möglich.

❖ **Batteriebusse („emissionsfrei“)**

- ❖ Zu den charakteristischen Merkmalen zählt der für den Antrieb zuständige Elektromotor, welcher von einer aufladbaren Batterie mit Energie versorgt wird. Diese kann durch einen Anschluss an das Stromnetz und durch Rekuperation wieder aufgeladen werden.
- ❖ Bei dem Verfahren „**Depotladung**“ werden die Busse ausschließlich zentral auf dem Betriebshof geladen. Die Busse besitzen in der Regel eine Reichweite von mindestens 250 km. Dennoch ist der Energieverbrauch des Fahrzeugs – und damit die mögliche Reichweite – sehr stark von den jeweiligen Streckenanforderungen abhängig.
- ❖ Bei dem Verfahren „**Zwischenladung**“ werden die Busse im täglichen Betrieb nachgeladen. Dies kann entweder an Endhaltestellen während der Wendezeit oder bei längeren Standzeiten auch auf dem Betriebshof erfolgen. Die Batterien müssen hierbei nicht vollständig geladen werden, sondern nur für den Teil, der für den weiteren Betriebsabschnitt notwendig ist, bis sie erneut geladen werden können.
- ❖ Batteriebusse ermöglichen eine lokal emissionsfreie Mobilität, deren Reichweiten in der Regel für den Linienverkehr ausreichend sind. Nachteilig sind dagegen die hohen Infrastruktur- und Fahrzeugkosten sowie die durch die längeren Ladezeiten bedingten höheren Standzeiten.
- ❖ Hoher Marktanteil bei Elektrobussen (dezeit verkehren über 3.000 Batteriebusse in Deutschland)

⁶ HVO für Dieselmotoren, klimafreundlich und tankstellenfähig, VDV Positionspapier April 2026, S. 6

- **Brennstoffzellenbusse und Brennstoffzellen-Range-Extender („emissionsfrei“)**
 - Auch Brennstoffzellenbusse sind Elektrobusse. Ihr elektrischer Antrieb wird durch eine Brennstoffzelle, mit Wasserstoff als Energieträger, mit Energie versorgt.
 - Es wird zwischen reinen Brennstoffzellenbussen (BZ-Hybrid) und batterieelektrischen Fahrzeugen mit einer Brennstoffzelle als Range-Extender (BZ-REX) unterschieden.
 - Brennstoffzellenbusse bieten hohe Reichweiten und im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen ähnliche Tankzeiten. Nachteilig sind dagegen die schlechtere Marktverfügbarkeit der Fahrzeuge, deutlich höheren Kosten und die unzureichende Verfügbarkeit von (grünem) Wasserstoff.

Bei der Evaluierung der Umweltbilanz sollte auch der Wirkungsgrad der jeweiligen Antriebsart einbezogen werden. Dieser gibt Aufschluss darüber, wie viel der zugeführten Energie für die tatsächliche Fortbewegung des Fahrzeugs genutzt wird. Je höher der Wirkungsgrad, desto weniger Energie geht auf dem Weg von der Primärenergiequelle bis zum Fahrzeug verloren, sprich, desto effizienter ist die Antriebsart. Hier zeigt sich insbesondere, dass Batteriebusse mit 66% (Well-to-Wheel⁷) einen deutlich höheren Wirkungsgrad als Brennstoffzellenbusse mit 22% (Well-to-Wheel) besitzen.

4 Untersuchte Szenarien

Alle Buslinien wurden auf ihre Eignung für einen E-Bus-Betrieb technisch ergebnisoffen untersucht. Dafür wurde zunächst das Referenzszenario mit HVO100 betriebenen Verbrennerfahrzeuge gebildet. Anschließend wurde der Einsatz emissionsfreier Technologien in Bezug zum Referenzszenario untersucht. Die Simulation der Energieverbräuche der emissionsfreien Umläufe wurde mit der Software PTV Visum durchgeführt.

Insgesamt wurden **2 Szenarien mit verschiedenen Untervarianten** gebildet: **Szenario 1** betrachtet den Mischbetrieb von emissionsfreien Antrieben mit HVO100-Verbrennerfahrzeuge, der den gesetzlichen Vorgaben genügt. Im **Szenario 2** wurde eine vollständige Umstellung auf emissionsfreie Technologien getestet. Dieses Szenario wird langfristig als Endzustand erwartet, stellt derzeit jedoch eine Übererfüllung der gesetzlichen Vorgaben dar. Beim Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeuge wurden zudem **zwei Ladestrategien** untersucht: In der Variante „Depotladung (DL)“ werden die Fahrzeuge nur in den Depots geladen, in der Variante „Zwischenladung (ZL)“ finden die Ladevorgänge sowohl in den Depots als auch an geeigneten Endhaltestellen statt.

⁷ Ganzheitliche Analyseverfahren, die den gesamten Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen von der Bereitstellung der Primärenergie bis hin zur Bewegung des Fahrzeugs bewertet.

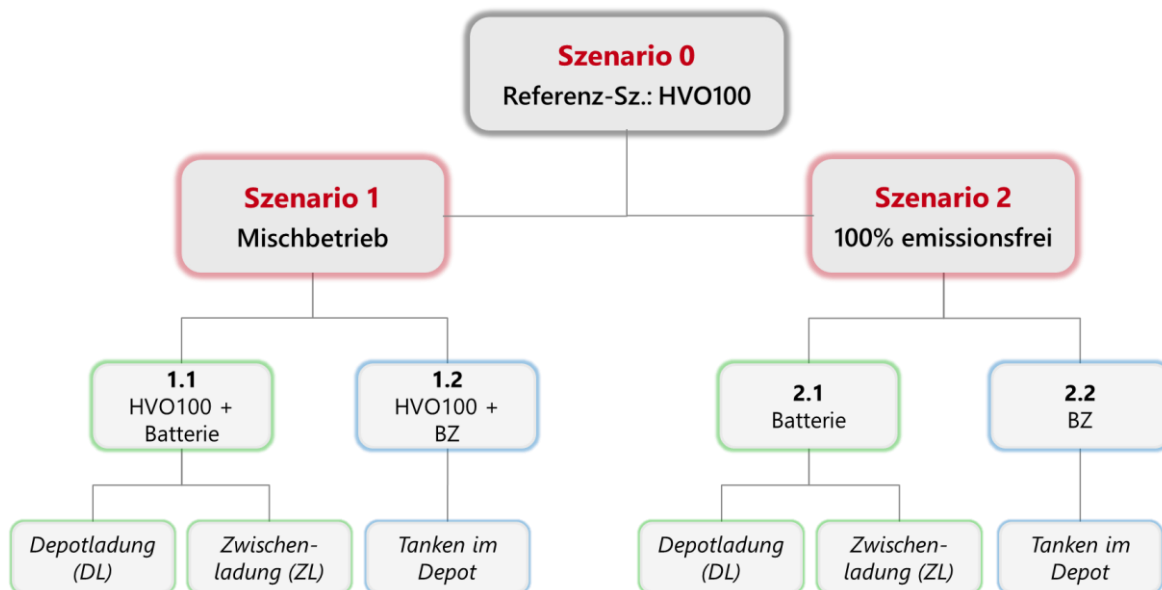


Abbildung 2: Betrachtete Szenarien

Im weiteren Verlauf der Studie wurden außerdem **verschiedene Infrastruktur-Betreibermodelle** wirtschaftlich geprüft. Anlass hierfür ist, dass der Aufbau von Lade- und Tankinfrastruktur sowie von Betriebshöfen kostenintensiv und organisatorisch komplex ist und spezielles Know-how erfordert. Viele kleinere und mittelständische Verkehrsunternehmen können dies nur eingeschränkt leisten. Zudem erschweren enge Zeitvorgaben im Vergabeprozess sowie lange Planungs- und Bauzeiten eine rechtzeitige Fertigstellung der Infrastruktur. Vor diesem Hintergrund wurde untersucht, inwieweit eine Bereitstellung der Infrastruktur durch den Aufgabenträger dazu beitragen kann, Wettbewerbshemmnisse zu verringern, Marktaustritte zu vermeiden und den Übergang zu emissionsfreien Antrieben zu unterstützen.

Zur Prüfung verschiedener Infrastruktur-Betreibermodelle wurden folgende Varianten gebildet:

- Mischbetrieb Batterie-HVO100: **1.1.b** Ausschreibung mit teilweiser Infrastrukturbereitstellung durch AT (Ladepunkte an Endhaltestellen)
- Mischbetrieb Batterie-HVO100: **1.1.d** Ausschreibung mit Infrastrukturbereitstellung durch AT (Aufbau von Ladehubs und Ladepunkten an Endhaltestellen)
- Mischbetrieb BZ-HVO100: **1.2.b** Ausschreibung mit Infrastrukturbereitstellung durch AT (Aufbau von zentralen Tankstellen)
- 100% Batterie: **2.1.d** Ausschreibung mit Infrastrukturbereitstellung durch AT (Aufbau von Ladehubs und Ladepunkten an Endhaltestellen)

5 Ergebnisse

5.1 Betrieb

Bei einer Umstellung nach Szenario 1 (Mischbetrieb) ist der Mehrbedarf an Fahrzeugen ggü. dem Szenario 2 (100 % Umstellung) deutlich geringer. Zwischenlademöglichkeiten an ausgewählten Haltestellen reduzieren den Mehrbedarf von Batteriebussen deutlich. Brennstoffzellenfahrzeuge können im Mischbetrieb im Landkreis Vechta mit einem geringen Fahrzeugmehrbedarf⁸ eingesetzt werden. Eine vollständige Umstellung auf Brennstoffzellenfahrzeuge ist derzeit nicht möglich, da keine Klein- und Midibusse hierfür verfügbar sind.

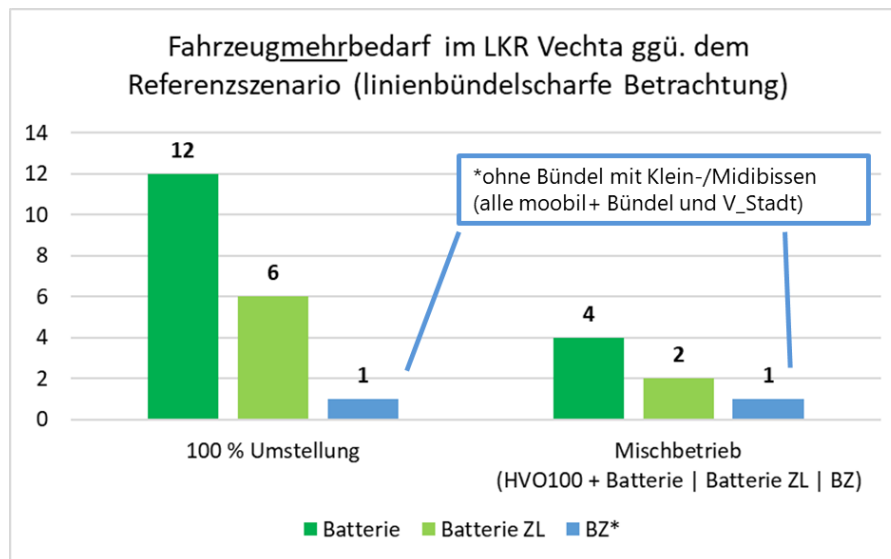


Abbildung 3: Fahrzeugmehrbedarf im Landkreis Vechta

Aufgrund der teils deutlichen Reduktion des Fahrzeugmehrbedarfs, der Leerkilometer und der damit verbundenen Leerfahrtszeit werden in der weiteren Studie für batterieelektrische Fahrzeuge Zwischenladungen an Endhaltestellen vorausgesetzt. Szenarien ohne Zwischenladungen werden als wirtschaftlich und betrieblich nachteilig bewertet und folglich nicht weiter betrachtet.

5.2 Wirtschaftlichkeit

Die zuvor optimierten Szenarien wurden hinsichtlich der ökonomischen Auswirkungen geprüft und bewertet. Dabei wurden sie stets mit dem Vergleichsszenario (HVO100-Betrieb) verglichen und die Differenz der erwartbaren Kosten prozentual angegeben.

In allen Szenarien mit Umstellung auf batterieelektrische Fahrzeuge sinken die Energiekosten. Allerdings entstehen durch die Umstellung auf Batteriebusse Mehrkilometer und neben den damit verbundenen Betriebskosten der Fahrzeuge auch erhöhte Personalkosten (in Abhängigkeit des Szenarios unterschiedlich stark ausgeprägt).

Eine Umstellung auf Brennstoffzellenfahrzeugen führt hingegen zu einem Anstieg der Energiekosten. Der Betrieb von Wasserstoff- / Ladeinfrastruktur ist kostenintensiver als der von gängigen Diesel-/ HVO100-Tankstellen.

⁸ Der BZ-Mehrbedarf (+1) wurde in der Untersuchung durch die Linie 606 bedingt. Diese wurde jedoch zum 28.02.2026 eingestellt.

Sowohl batterieelektrische- als auch Brennstoffzellenfahrzeuge sind zum Stand der Studie erheblich teurer in der Anschaffung als klassische Verbrennerfahrzeuge. Deshalb gilt aktuell, je mehr emissionsfreie Fahrzeuge angeschafft werden, desto stärker steigt die Differenz der Fahrzeuginvestitionskosten im Vergleich zum Referenzszenario. Der Investitionsbedarf in die für die Umstellung erforderliche Infrastruktur bringt in jedem Fall Mehrkosten mit sich.

Nachfolgende Abbildung zeigt die erwartbare Veränderung der Gesamtkosten der Umstellungsszenarien im Vergleich zum Referenzszenario (HVO100-Betrieb). Bei den Differenzen der Gesamtkosten wurden sämtlich zuvor dargestellten Kostenveränderungen zusammengefasst.

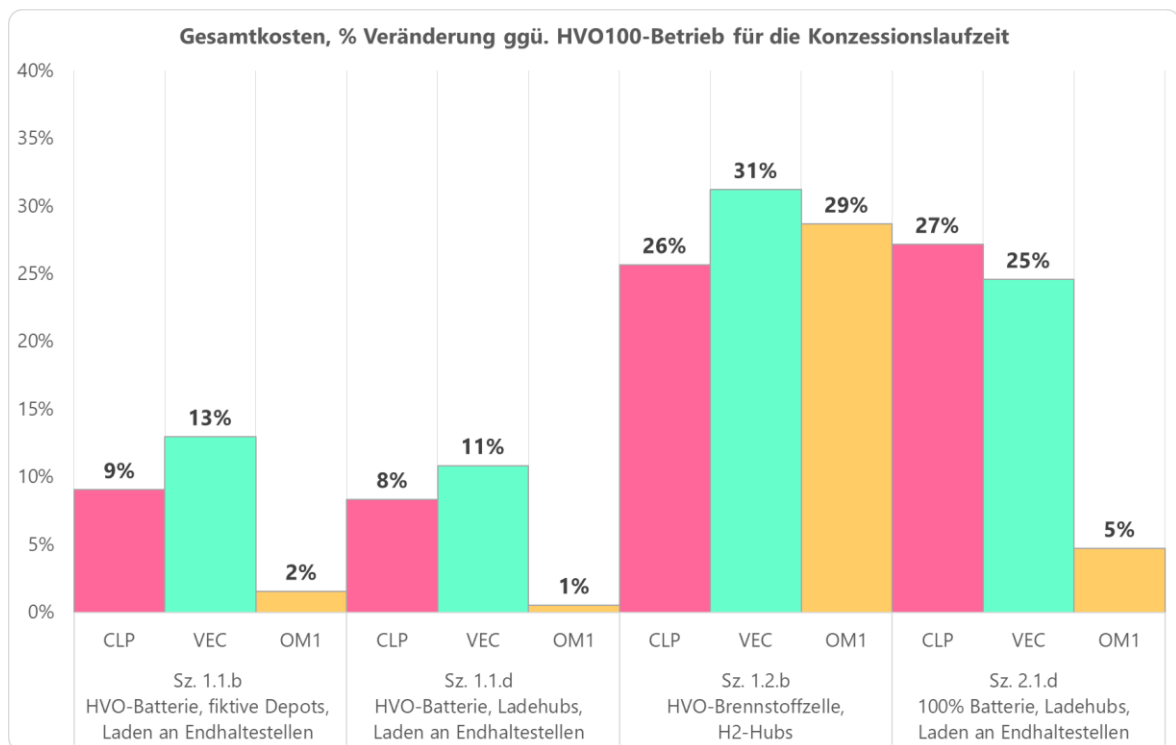


Abbildung 4: Differenz der erwartbaren Gesamtkosten ggü. dem HVO100-Betrieb (CLP = LKR Cloppenburg; VEC = LKR Vechta; OM1 = Buslinie OM1)

Für den Landkreis Vechta ergeben für einen **CVD-Mischbetrieb (HVO100 + Batterie)** prozentuale Mehrkosten im niedrigen zweistelligen Bereich. Die Nutzung von Brennstoffzellen-Bussen sowie ein 100 % emissionsfreier Batteriebusbetrieb sind deutlich teurer.

Die Kosteneinsparungen bei der Energie (Strom) werden von Mehrkosten bei den Fahrzeug- und Infrastrukturinvestitionskosten egalisiert. In Verbindung mit den Mehrkosten im Betrieb (Mehrkilometer und gesteigerter Arbeitszeitbedarf) bleiben somit in allen Szenarien erhöhte Gesamtkosten durch die (anteilige) Umstellung auf emissionsfreie Fahrzeuge. Aufgrund der hohen Kosten für Wasserstoff und Wasserstofftankstellen sind die ökonomischen Auswirkungen bei der anteiligen Umstellung auf Brennstoffzellenfahrzeuge am größten.

Die Szenarien 1.1.b und 1.1.d (jeweils HVO100-Batterie-Mischbetrieb) sind aus wirtschaftlicher Sicht zu bevorzugen.

5.3 Umstellungsstrategie für den Landkreis Vechta

Für den Landkreis Vechta ist die Übersicht der Ergebnisse und der Vergleich dieser zwischen den Szenarien nachfolgend dargestellt.

Kriterien	multikriterieller Vergleich - Vechta			
	Sz. 1.1.b (HVO100-Batterie) fiktive Depots & laden an Endhaltestellen	Sz. 1.1.d (HVO100-Batterie) Ladehubs & laden an Endhaltestellen	Sz. 1.2.b (HVO100-BZ) H ₂ -Hubs	Sz. 2.1.d (100 % Batterie) Ladehubs & laden an Endhaltestellen
Investitionskosten [Infrastruktur & Fzg.] Veränderung ggü. 100% HVO100-Betrieb	57%	57%	94%	168%
Betriebskosten Veränderung ggü. 100% HVO100-Betrieb	2%	-1%	10%	-11%
Emissionen [CO ₂ -Äquivalente] Veränderung ggü. 100% HVO100-Betrieb	-22%	-22%	-22%	-100%
Veränderung Arbeitszeit Veränderung ggü. 100% HVO100-Betrieb	+ 7 %	+ 4 %	- 3 %	+ 18 %
Mehrbedarf Fahrzeuge Veränderung ggü. 100% HVO100-Betrieb	+ 2	+ 2	0	+ 3
Marktverfügbarkeit Fzg.	sehr gut	sehr gut	Klein-/Midibusse aktuell nicht auf dem Markt	sehr gut
Synergienutzung zwischen Bündeln	mittel, durch gemeinsame Ladestationen an Endhaltestellen (Infrastruktur, Planung)	gut, gemeinsame Ladehubs und Ladestationen an Endhaltestellen (Infrastruktur, Software, Verwaltung und Planung)	gut, durch gemeinsame H ₂ -Ladehubs (Infrastruktur, Software, Verwaltung und Planung)	sehr gut, gemeinsame Ladehubs und Ladestationen an Endhaltestellen (Infrastruktur, Software, Verwaltung und Planung)
Synergiepotentiale zwischen Bündeln	durch Bündelübergreifende Quotenerfüllung ohne Fahrzeugmehrbedarf	durch Bündelübergreifende Quotenerfüllung ohne Fahrzeugmehrbedarf		
Synergiepotentiale zwischen Lkr.	n.v.	ggf. durch gemeinsame Verwaltung/ Instandhaltung der Ladehubs	ggf. durch gemeinsame Verwaltung/ Instandhaltung der H ₂ -Hubs	ggf. durch gemeinsame Verwaltung/ Instandhaltung der Ladehubs
Synergiepotentiale mit anderen Branchen	n.v.	ggf. mitnutzung der Ladehubs für städtische Betriebe / Logistikunternehmen oder private PKW	ggf. mitnutzung der H ₂ -Hubs für städtische Betriebe / Logistikunternehmen oder private PKW	ggf. mitnutzung der Ladehubs für städtische Betriebe / Logistikunternehmen oder private PKW
Wettbewerbsoffenheit für VU	gering, VU müssen Infrastruktur eigenständig errichten und betreiben	sehr gut, die Landkreise stellen und betreiben die Infrastruktur	sehr gut, die Landkreise stellen und betreiben die Infrastruktur	sehr gut, die Landkreise stellen und betreiben die Infrastruktur
Verwaltungsmehraufwand Lkr. ggü. 100% HVO-Betrieb	gering	hoch, Aufbau und Verwaltung der Ladehubs erfordern zusätzliche Stellen	hoch, Aufbau und Verwaltung der H ₂ -Hubs erfordern zusätzliche Stellen	hoch, Aufbau und Verwaltung der Ladehubs erfordern zusätzliche Stellen

Tabelle 1: multikriterieller Vergleich der Szenarien, Landkreis Vechta

Nach Ansicht aller Ergebnisse hat sich der Landkreis Vechta strategisch für eine Umsetzung nach Szenario 1.1.b entschieden

Die Umstellungsstrategie umfasst daher 4 Linienbündel, die aktuell von der CVD betroffen sind. Hierzu zählen:

- Vm+ Mitte
- Vm+ Nord
- Vm+ Süd
- Stadt Vechta

Linienbündel	Fahrzeugklasse	Beginn neuer Verkehrsvertrag												
		2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036		
V01 Nord	M3, Klasse II													
V02 Mitte	M3, Klasse II													
V03 Süd	M3, Klasse II													
Vm+ Mitte	M1						32,5%							
Vm+ Nord	M1						32,5%							
Vm+ Sued	M1						32,5%							
Stadt Vechta	M1		32,5%											

keine Anforderungen nach CVD

Anforderungen nach CVD

Anforderungen durch Folgeregelung wahrscheinlich

Abbildung 5: Im Landkreis Vechta von der CVD betroffene Linienbündel

Zur Erfüllung der CVD-Quote müssen 32,5% der Fahrzeuge emissionsfrei sein, wofür sechs batterieelektrische Fahrzeuge benötigt werden. Bei einer bündelübergreifenden Quotenerfüllung kommt es zudem zu keinem Fahrzeugmehrbedarf.

Insgesamt sind zwei Ladepunkte, einer in Lohne Bahnhof und einer in Damme ZOB, erforderlich.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über wichtige Meilensteine und die geschätzte Dauer einiger Prozesse auf dem Weg zum Betriebsbeginn batterieelektrischer Fahrzeuge.

Arbeitsschritte zur Umsetzung des Mischbetriebs und Aufbau einer Ladeinfrastruktur an Endhaltestellen	Zeitplan für die moobil+ Bündel (Nord, Mitte, Süd)
Definition finaler Fahrplan; Ausarbeitung Betriebskonzepte und Ladestrategie ➤ Bestimmung notwendiger Ladepunkte & Strombedarf	Juli 2027 – Nov. 2027
Politischer Umsetzungsbeschluss zur Strategie Ladeinfrastruktur	März 2028
Standortanalyse Endhaltestellen und Prüfung Netzanschluss	Mai – Nov. 2028
Ausschreibung zum Aufbau Ladeinfrastruktur an Endhaltestellen ➤ Klärung Betreibermodell und Verantwortlichkeit ➤ Ausschreibung LIS-Aufbau	Sep. 2028 – Juni 2029
Start Vergabeprozess der Verkehrsleistung durch Vorabbekanntmachung	Juli 2028
Vergabe der Verkehrsleistung	Juli – Okt 2029
Rüstzeit des VU	Okt. 2029 – Okt. 2030
Errichtung LIS an Endhaltestellen	Juni 2029 – Aug. 2030
Betriebsbeginn / Start neuer Verkehrsvertrag	Okt. 2030

Abbildung 6: Umstellungsstrategie Landkreis Vechta für drei moobil+ Bündel