

Diese Studie ist gefördert durch das BMDV aus dem Sondervermögen „Klima- und Transformationsfonds“



Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Machbarkeitsstudie zu alternativen Antrieben im ÖPNV im Landkreis Prignitz

Projektdokumentation zur Veröffentlichung
Landkreis Prignitz
28. Mai 2026



LANDKREIS
PRIGNITZ



Inhaltsverzeichnis

1

AP1 – Neuplanung des ÖPNV-Netzes

2

AP2 – Fuhrpark-, Flotten- und Betriebshofanalysen

3

AP3 – Infrastrukturanforderungen und -bedarfe

4

AP4 – Analysen zur Energiebereitstellung und Maßnahmen zur Effizienzsteigerung des Gesamtsystems oder zur Einbindung lokaler Erzeugungskapazitäten

5

AP5 – Wirtschaftlichkeitsanalyse und Finanzierungsplanung unter Berücksichtigung möglicher Förderungen

6

Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen



Auftrag und Auftragsdurchführung

Ausgangslage (1/5)

Der Landkreis Prignitz („LK Prignitz“) ist ein Flächenlandkreis im Nordwesten des Landes Brandenburg und umfasst 26 kreisangehörige Kommunen auf einer Gesamtfläche von rund 2.139 km². Das Kreisgebiet ist überwiegend ländlich geprägt und wird verkehrlich durch ein Netz aus Bundesautobahnen und Bundesstraßen erschlossen. Eine zentrale Verkehrsachse bildet die Bundesautobahn A 24, die den Landkreis von Kremmen über Pritzwalk und Putlitz bis nach Hamburg durchquert. Ergänzend besteht ein Eisenbahnnetz, das den Landkreis durchzieht.

Der Landkreis Prignitz ist der zuständige ÖPNV-Aufgabenträger in seinem Kreisgebiet. Die Ausgestaltung des öffentlichen Personennahverkehrs erfolgt auf Grundlage des Nahverkehrsplans 2024 (NVP), der am 30. Mai 2024 durch den Kreistag beschlossen wurde. Bis zum 31. Juli 2026 ist das private Unternehmen ARGE prignitzbus mit der Erbringung der Busverkehrsleistungen im Landkreis beauftragt. Parallel zur Fortschreibung des Nahverkehrsplans hat der Kreistag Prignitz die Rekommunalisierung der Verkehrsleistungen beschlossen.

Auftrag und Auftragsdurchführung

Ausgangslage (2/5)

Zur Einordnung von Umfang und Struktur des Untersuchungsraums dienen die Kenngrößen des Nahverkehrsplans 2024. Das Leistungsnetz umfasst rund 600.000 Fahrplankilometer, während das Schulverkehrsnetz etwa 2.200.000 Fahrplankilometer beinhaltet. Die Nachfrage im ÖPNV ist stark Schulverkehrsgeprägt und konzentriert sich überwiegend auf die Hauptverkehrszeiten.

Fahrgastzählungen aus den Jahren 2019/2020 zeigen insgesamt eine geringe Auslastung des Busverkehrs: Rund ein Drittel der Busfahrten fand ohne Fahrgäste statt, während ein Großteil der übrigen Fahrten nur sehr schwach ausgelastet war. Die Fahrgastzahlen gingen im Jahr 2020 infolge der COVID-19-Pandemie gegenüber 2019 deutlich zurück (um rund 25 bis 36 %).

Der Landkreis verfügt derzeit über 584 Bushaltestellen mit insgesamt 1.055 Haltestellenmasten. Vor diesem Hintergrund verfolgt der Landkreis Prignitz im NVP 2024 das Ziel, den ÖPNV künftig effizienter, flexibler und bedarfsgerechter auszugestalten, unter anderem durch die stärkere Integration von On-Demand-Verkehren.

Auftrag und Auftragsdurchführung

Ausgangslage (3/5)

Die zeitliche Umsetzung der CVD bzw. des SaubFahrzeugBeschG gliedert sich in zwei Referenzperioden. Referenzperiode 1 bezieht sich auf Vergabeverfahren, deren Beendigung („Zuschlag“) bis zum 31. Dezember 2025 erfolgt, während Vergabeverfahren mit einer Beendigung zwischen dem 1. Januar 2026 und dem 31. Dezember 2030 in die Referenzperiode 2 fallen. Für die beiden Referenzperioden wurden unterschiedliche Beschaffungsquoten hinsichtlich des Anteils von sauberen und emissionsfreien Fahrzeugen an der Gesamtbeschaffung definiert, wie die folgende Abbildung zeigt.

Für Deutschland gilt, dass in der ersten Periode bis Ende 2025 mindestens 45 % der neu zu beschaffenden Fahrzeuge „sauber“ und davon mindestens die Hälfte (22,5 %) „emissionsfrei“ sein müssen. In der zweiten Periode bis Ende 2030 verschärfen sich die Anforderungen auf 65 % bzw. 32,5 %. Während Fahrzeuge bereits als „sauber“ gelten, wenn sie teilweise mit alternativen Kraftstoffen betrieben werden (z. B. auch dieselbetriebene Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge), müssen „emissionsfreie“ Fahrzeuge weniger als 1g CO₂/kWh oder weniger als 1g CO₂/km ausstoßen. Das Kriterium „emissionsfrei“ erfüllen nach aktuellem Stand in der Praxis nur Elektrobusse (mit einer Batterie, Brennstoffzelle, Oberleitung etc.).

Auftrag und Auftragsdurchführung

Ausgangslage (4/5)

Zur Einhaltung der CVD bzw. des SaubFahrzeugBeschG sind die öffentlichen Auftraggeber (Gemeinde, Kreis, Zweckverband, AöR) – auch im Kontext der Vergabe öffentlicher Dienstleistungsaufträge („öDA“) - sowie die Sektorenauftraggeber (konzessionierte Verkehrsunternehmen – eigenwirtschaftlich und gemeinwirtschaftlich) verpflichtet. Subunternehmer sind mittelbar über den jeweiligen Verkehrsvertrag/öDA verpflichtet. Das SaubFahrzeugBeschG sieht vor, dass die Einhaltung der Quote auf Ebene der einzelnen Bundesländer sicherzustellen ist. Zudem können sich mehrere Bundesländer hinsichtlich der Einhaltung der Quoten zusammenschließen. Die Länder haben in § 5 des Gesetzes die Möglichkeit erhalten, Branchenvereinbarungen abzuschließen mit dem Ziel, die Einhaltung der gesetzlichen Mindestziele auf der Ebene des jeweiligen Landes insgesamt sicherzustellen und gemeinsame Mindestziele zwischen den Ländern zu bilden. Für die erste Referenzperiode bis Ende des Jahres 2025 wurde im November 2023 eine entsprechende Branchenvereinbarung getroffen. 14 Bundesländer und zahlreiche Spitzen- und Verkehrsverbände beteiligen sich an dieser Branchenvereinbarung zur Umsetzung des SaubFahrzeugBeschG (Ausnahme Berlin und Baden-Württemberg), die die Zielsetzung der Zusammenarbeit und gemeinsamen Erfüllung der erforderlichen Mindestbeschaffungsquoten verfolgt.

Der Landkreis Prignitz ist als Aufgabenträger bei der Vergabe von Verkehrsleistungen – auch im Rahmen öffentlicher Dienstleistungsaufträge – verpflichtet, die gesetzlichen Vorgaben des SaubFahrzeugBeschG einzuhalten.

Auftrag und Auftragsdurchführung

Ausgangslage (5/5)

Die Umstellung der ÖPNV-Busflotten auf emissionsfreie, umweltfreundliche Antriebe ist mittlerweile in vollem Gange. Der E-Bus-Bestand in Deutschland ist in den letzten Jahren deutlich gewachsen, wie ein Blick ins PwC-E-Bus-Radar zeigt. Mit Stand vom 31. Dezember 2025 gab es bereits über 4.700 E-Busse im deutschen ÖPNV.

Die aktuell dominierende Antriebsart ist dabei der Batteriebus. Doch auch Brennstoffzellenbusse nehmen in ihrer Bedeutung zu und immer mehr Städte und Kommunen planen den Einsatz von diesen Fahrzeugen. Aufgrund der aktuellen dynamischen Diskussion im Bereich der Brennstoffzellenantriebe, die insbesondere auch durch die Wasserstoff-Strategie der Bundesregierung und die damit zusammenhängenden Fördermöglichkeiten erzeugt wird, ergeben sich neben batteriebetriebenen Bussen weitere Lösungsansätze, die es zu betrachten und abzuwägen gilt.

Die Umstellung der ÖPNV-Busflotten auf emissionsfreie Antriebe ist vor dem Hintergrund der regulatorischen Anforderungen sowie der klimapolitischen Zielsetzungen des Landkreises Prignitz ein zentraler Handlungsbaustein. Im NVP 2024 ist das Ziel verankert, den kommunalen ÖPNV bis zum Jahr 2030 CO₂-neutral auszugestalten.

Vor diesem Hintergrund wurde die Machbarkeitsstudie zu Einsatzmöglichkeiten von Bussen mit emissionsfreien Antrieben im Landkreis Prignitz beauftragt. Ziel der Studie ist es, eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die künftige Ausgestaltung der Verkehrsleistungen, der Fahrzeugflotte sowie der erforderlichen Lade- und Betankungsinfrastruktur zu schaffen. Die Studie betrachtet technologieoffen batterie- und brennstoffzellenelektrische Antriebskonzepte und berücksichtigt dabei betriebliche, technische, wirtschaftliche und energetische Rahmenbedingungen sowie die spezifischen Gegebenheiten des Landkreises Prignitz.



AP1 – Neuplanung des ÖPNV- Netzes



AP1 – Neuplanung des ÖPNV-Netzes

Ausgangslage

Der Landkreis Prignitz verfügt aktuell über ein hierarchisch aufgebautes Busliniennetz, das aus folgenden Teilnetzen besteht:

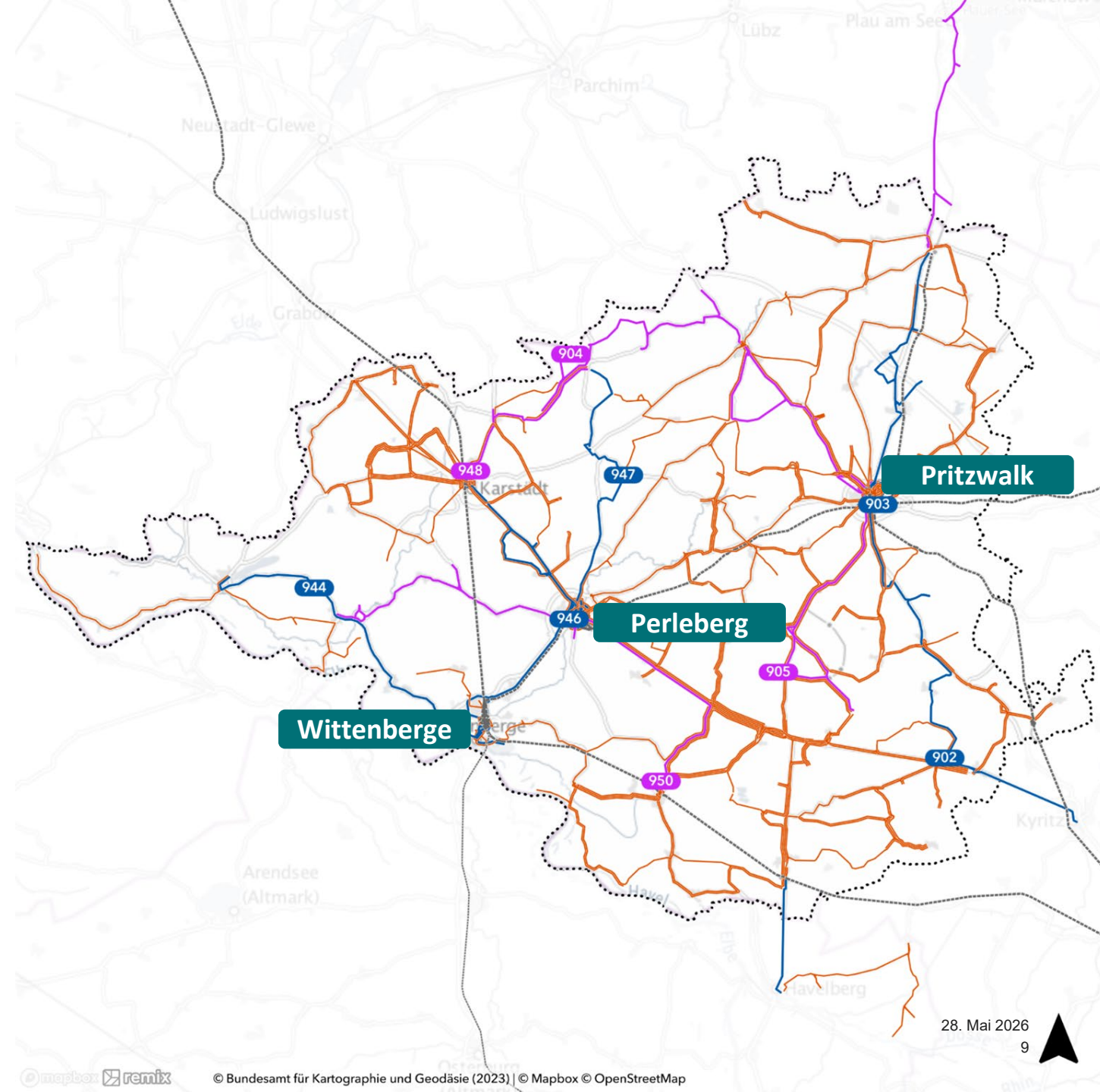
Grundnetz: Regionale Verbindungen im Stundentakt

Regionalnetz, Ergänzende regionale Verbindungen

Schulnetz/Ergänzungsnetz, flächige Erschließung

Zusätzlich gibt es in den Städten Wittenberge, Perleberg und Pritzwalk jeweils eine **Stadtbuslinie**, die den innerstädtischen Verkehr abdeckt.

Das Liniennetz ist angebotsseitig optimiert, erzielt jedoch kein ausreichendes Fahrgastaufkommen

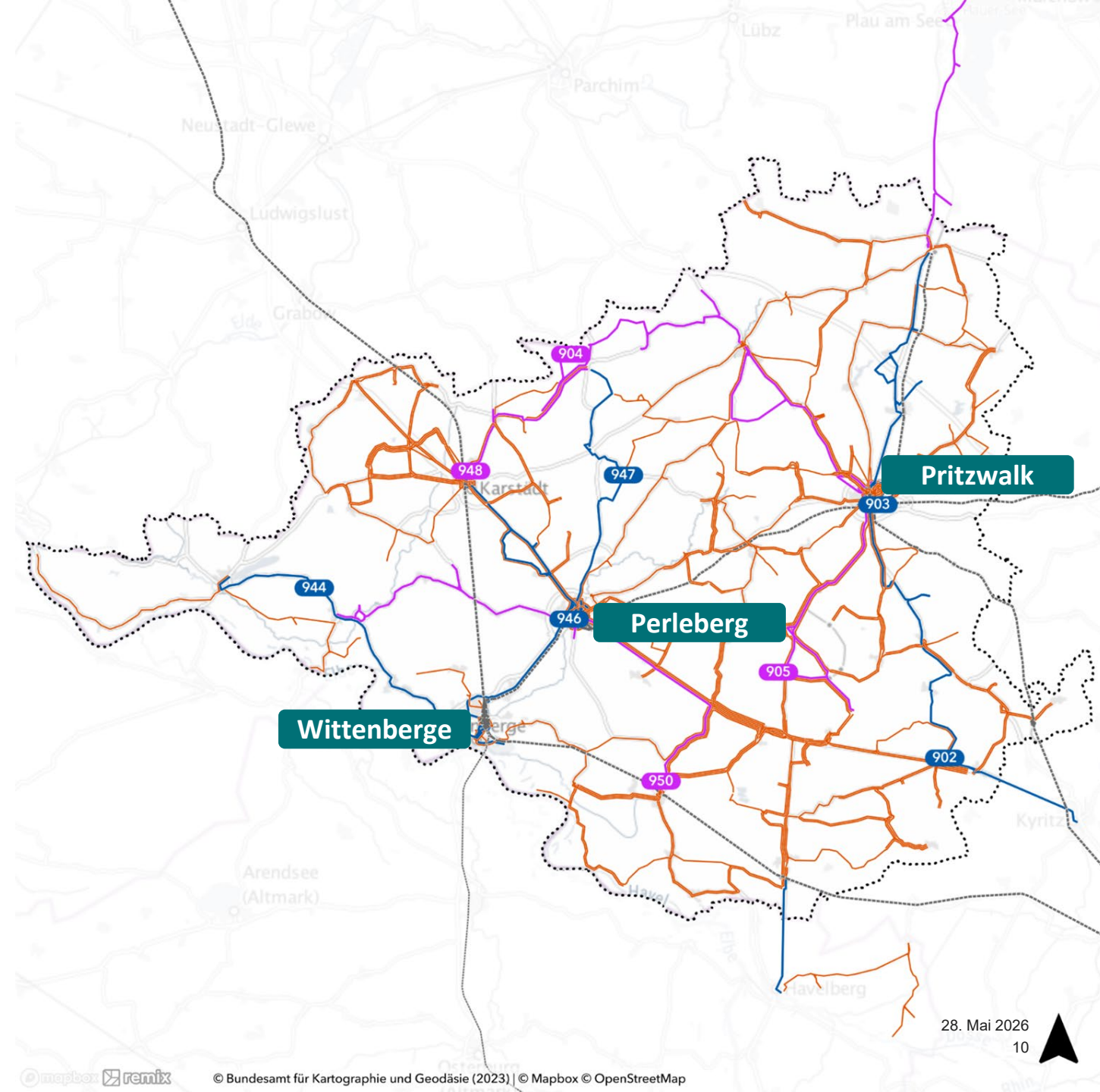


AP1 – Neuplanung des ÖPNV-Netzes

Ziel der Mobilitätsanalyse und Netzplanung

Hypothese Netz- und Taktfahrplan

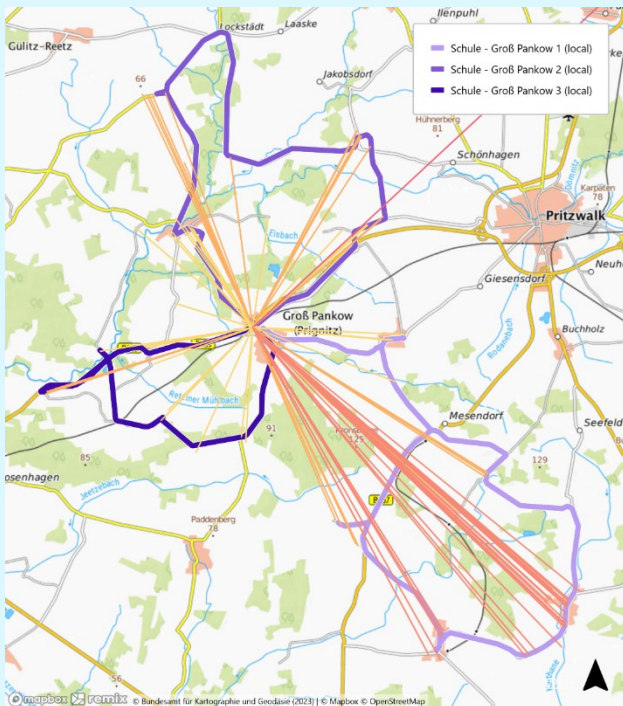
Im Rahmen der Studie ist ein konzeptionelles Liniennetz auf Basis der Anforderungen des NVPs zu entwickeln. Dabei werden auf Grundlage der Mobilitätsanalyse die Substitutions- und Ergänzungspotenziale von On-Demand-Verkehren integral betrachtet.



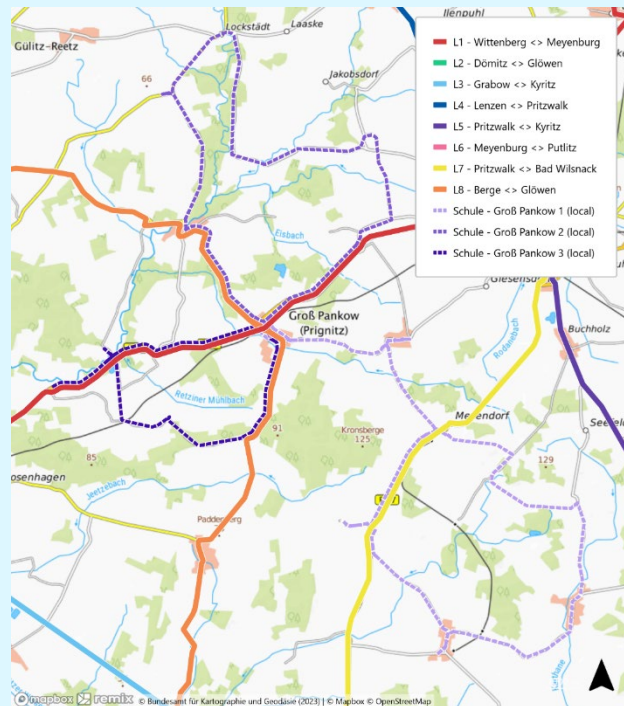
AP1 – Neuplanung des ÖPNV-Netzes

Die Neuplanung des Liniennetzes erfolgte in drei aufeinander aufbauenden Schritten

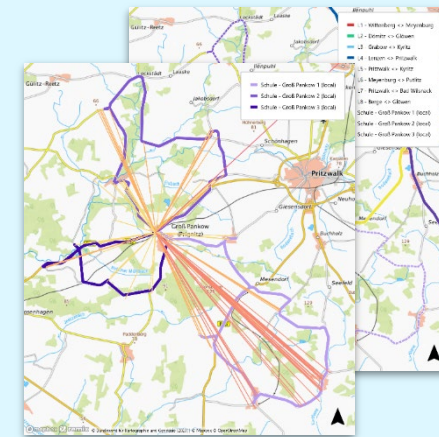
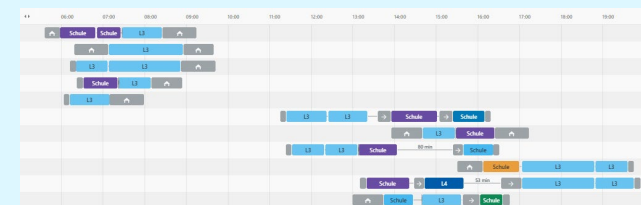
Schulnetz



Leistungsnetz



Umlaufplanung



Integrierte Betrachtung On-Demand-Verkehre

Die Planungsprämissen wurden während des Projekts mit dem Landkreis Prignitz abgestimmt

Schulnetz

- Schulnetz bildet **Grundnetz**, ausgerichtet auf Schulzeiten
- Konzeption auf Basis der realen, aktuellen Schülerdaten - nur im jeweiligen Schulbezirk
- On-Demand wird genutzt, um Anzahl von notwendigen Buslinien zu minimieren
- Auslegung auf Ganztags- schule mit einer Abholzeit (weiterführende Schulen zwei)
- Grundschule Direktfahrten, weiterführende mit Umstieg

Leistungsnetz

- Fünf Fahrtenpaare pro Tag auf regionalen Achsen in **Ergänzung zum Schulnetz**:
2x morgens, 1x mittags,
2x nachmittags/abends
- Kein Parallelverkehr zum Schulnetz, womöglich übernehmen Schullinien Leistungsnetz-Aufgaben
- Kern-Priorität für Fahrplan: Anschlusssicherung an die Bahn an Knotenpunkten
- möglichst direkte Linienwege ohne Stichfahrten

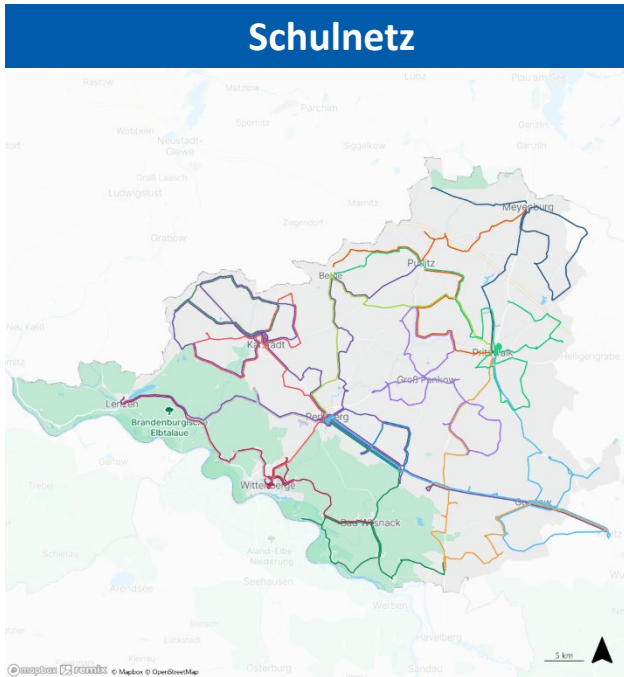
Umlaufplanung

- Umlaufplanung auf Basis von zwei Betriebshöfen in Weisen und Falkenhagen
- Leerkilometer werden separat ausgewiesen, kein Fahrplan ab/bis Depot umgesetzt
- Umlaufplanung in Abstimmung mit eebc auf vollständigen Elektrobetrieb angepasst

Ergebnis: ÖPNV im Landkreis Prignitz

AP1 – Neuplanung des ÖPNV-Netzes

Gesamtübersicht des neuen ÖPNV-Netzes für den LK Prignitz



NVP-Abschätzung

2.200.000 km

Neuplanung Bus-Netz

670.000 Fahrplan-km

Neuplanung On-Demand

28.310 Fzg.-Stunden

1.218.000 km

1.154.000 Fahrplan-km

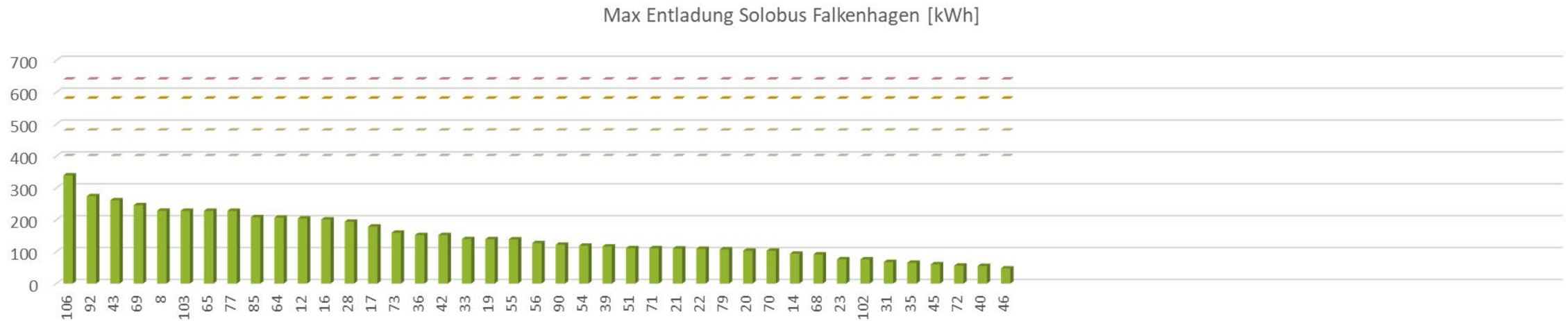
114.501 Fzg.-Stunden

275.000 km

267.000 Fahrplan-km

Umlaufanalyse – Einzelumläufe

Einzelumläufe Standort Falkenhagen – BEV



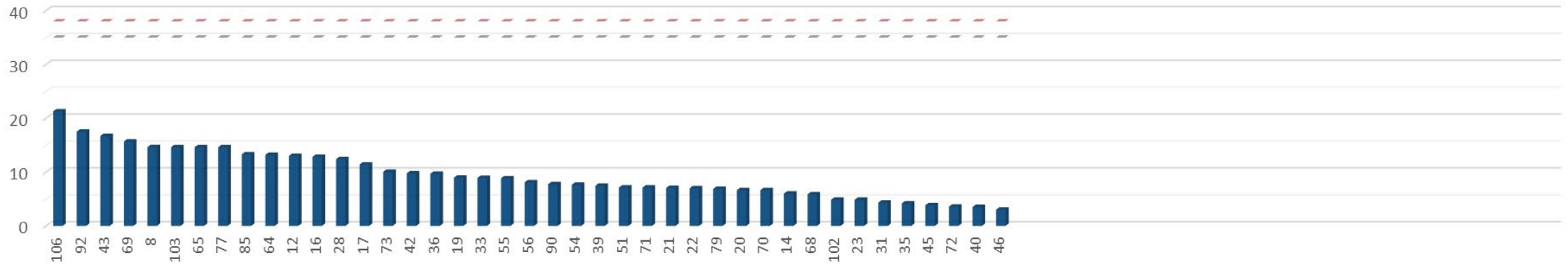
- Alle Verbrauchswerte liegen deutlich unter dem aktuellen Grenzwert für Batteriekapazität
- Alle Einzelumläufe können bereits heute als unkritisch bewertet werden
 - Langfristig steigende Kapazitätswerte haben keinen Einfluss auf die Machbarkeit
- ➔ Zu prüfen: Auswirkung der Umlaufverkettung und Machbarkeit bei Fahrzeugtageseinsätzen
 - Fahrzeuge können mehrere Umläufe nacheinander fahren, wenn Ladeintervalle ausreichend sind

Übersicht Grenzwerte

- Gültig von 2038 bis 2042
- Gültig von 2033 bis 2037
- Gültig von 2028 bis 2032
- Gültig von heute bis 2027

Einzelumläufe Standort Falkenhagen – FCEV

H₂ Menge Falkenhagen [kg]



- Alle Verbrauchswerte liegen deutlich unter den marktüblichen H₂ Tankgrößen
- Alle Einzelumläufe können bereits heute als unkritisch bewertet werden
- ➔ Zu prüfen: Auswirkung der Umlaufverkettung und Machbarkeit bei Fahrzeugtageseinsätzen
 - Fahrzeuge können mehrere Umläufe nacheinander fahren.
 - Eine Nachbetankung zwischen Einzelumläufen kann auch für FCEV erforderlich sein

Übersicht Grenzwerte

- H₂ Tank „groß“
- H₂ Tank „klein“

Einzelumläufe Standort Weisen – BEV

Max Entladung Solobus Weisen [kWh]



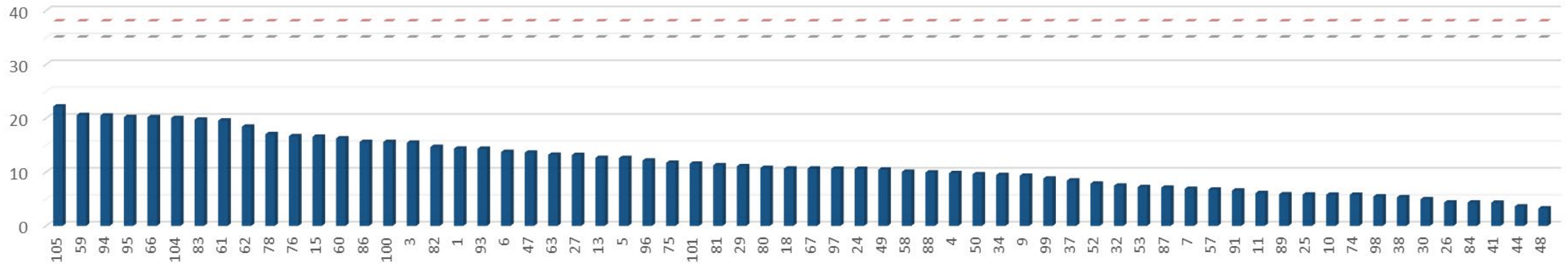
- Alle Verbrauchswerte liegen deutlich unter dem aktuellen Grenzwert für Batteriekapazität
- Alle Einzelumläufe können bereits heute als unkritisch bewertet werden
 - Langfristig steigende Kapazitätswerte haben keinen Einfluss auf die Machbarkeit
- ➔ Zu prüfen: Auswirkung der Umlaufverkettung und Machbarkeit bei Fahrzeugtageseinsätzen
 - Fahrzeuge können mehrere Umläufe nacheinander fahren, wenn Ladeintervalle ausreichend sind

Übersicht Grenzwerte

- Gültig von 2038 bis 2042
- Gültig von 2033 bis 2037
- Gültig von 2028 bis 2032
- Gültig von heute bis 2027

Einzelumläufe Standort Weisen – FCEV

H₂ Menge Weisen [kg]



- Alle Verbrauchswerte liegen deutlich unter den marktüblichen H₂ Tankgrößen
- Alle Einzelumläufe können bereits heute als unkritisch bewertet werden
- ➔ Zu prüfen: Auswirkung der Umlaufverkettung und Machbarkeit bei Fahrzeugtageseinsätzen
 - Fahrzeuge können mehrere Umläufe nacheinander fahren.
 - Eine Nachbetankung zwischen Einzelumläufen kann auch für FCEV erforderlich sein

Übersicht Grenzwerte

- H₂ Tank „groß“
- H₂ Tank „klein“

Umlaufanalyse - Ergebnisinterpretation

Machbarkeit BEV und FCEV

- Maximal positives Gesamtbild ohne besondere Herausforderungen für einen Technologiewechsel
- Alle Umläufe sind **mit BEV oder FCEV machbar**
- Die Verkettung von Einzel- zu Fahrzeugtagesumläufen kann sich auf die Machbarkeit auswirken
 - Prüfung im folgenden Abschnitt

Optimierungsmaßnahmen und Alternativtechniken

- Auf Basis der Einzelumläufe sind weder Optimierungsmaßnahmen noch Alternativtechniken erforderlich/sinnvoll
 - Abschließenden Bewertung erfolgt im folgenden Abschnitt

Umlaufanalyse – Einsatzpotenziale

Umlaufverkettung - Ergebnisübersicht

Auswirkung Umlaufverkettung auf Fahrzeugmenge

- Keine Auswirkung
 - Fahrzeugzahlen für BEV und FCEV sind identisch zum Dieselreferenzszenario
- Zeiträume zwischen allen Einzelumläufen fallen sehr großzügig aus
 - Nachladung (BEV) oder Nachbetankung (FCEV) ist in jedem Fall unkritisch

Auswirkung Umlaufverkettung auf Machbarkeitszeitpunkt

- Nur relevant für BEV mit technischer Entwicklungsprognose
 - Mit steigender Batteriekapazität muss weniger Energie zwischen Umläufen nachgeladen werden (mit größerer Batterie hat der Bus morgens bereits mehr Energie „im Gepäck“)
- ➔ Hier keine Auswirkung: Alle Fahrzeugeinsätze könnten bereits heute mit BEV oder FCEV realisiert werden
 - Darstellung anhand der Einsatzpotenziale über Zeitachse
 - Einsatzpotenzial \triangleq Menge umstellbarer Fahrzeuge ohne jegliche Sonder- oder Anpassungsmaßnahmen (Dieselbusse werden im „Eins-zu-Eins-Ersatz“ durch BEV ausgetauscht)

Einsatzpotenziale – BEV & FCEV

			Anzahl machbarer Fahrzeuge ohne Anpassungsmaßnahmen („Eins-zu-Eins-Ersatz“)									
Fahrzeugtyp	Fahrzeugmenge Diesel	Technik	Heute	Ab 2028	Ab 2033	Ab 2038	Ab 2038	Ab 2038	Ab 2038	Ab 2038	Langfristig kritisch	Ab 2038
Standort Falkenhagen												
Solobus 12m (41 Umläufe)	24	BEV	24	100 %	24	100 %	24	100 %	24	100 %	0	0 %
		FCEV	24	100 %	24	100 %	24	100 %	24	100 %	0	0 %
Standort Weisen												
Solobus 12m (64 Umläufe)	34	BEV	34	100 %	34	100 %	34	100 %	34	100 %	0	0 %
		FCEV	34	100 %	34	100 %	34	100 %	34	100 %	0	0 %

- Zahlenwerte beziehen sich auf die Einsatzflotte,
 - (Stehende) Reservebusse müssen keine Fahranforderungen erfüllen
- Die Fahrzeugreserve muss zusätzlich vorgehalten werden

Einsatzpotenziale - Ergebnisinterpretation

Machbarkeit BEV und FCEV

- Bestätigung der auf Einzelumlauf-Ebene getroffenen Aussagen
- Weiterhin: Maximal positives Gesamtbild ohne besondere Herausforderungen für einen Technologiewechsel
- Alle Fahrzeugeinsätze sind sowohl **mit BEV als auch mit FCEV** bereits mit heutiger Technik umstellbar
- ➔ Technologieempfehlung kann vollständig auf kommerzieller Ebene erfolgen
 - Keine technischen Einschränkungen

Optimierungsmaßnahmen und Alternativtechniken

- Weder Optimierungsmaßnahmen noch Alternativtechniken sind erforderlich oder sinnvoll
 - Aufgrund der „Stand-Alone“ Betrachtung mit für emissionsfreie Antriebe entworfenen Umlaufplänen existiert kein „Diesel-Status-Quo“ als Vergleichswert
 - Im gegebenen Umlaufscenario ergeben sich keinerlei betriebliche Abweichungen zwischen einem Betrieb mit BEV, FCEV oder Dieseln

2

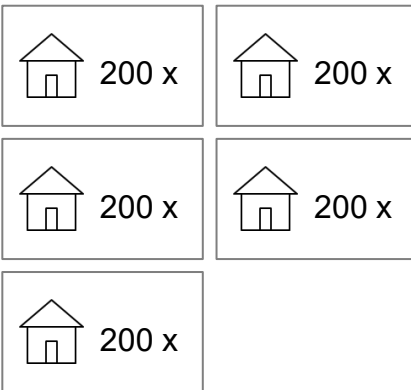
AP2 –
Fuhrpark-, Flotten- und
Betriebshofanalysen

Energiekonzept

Bei vollständig dekarbonisierter Flotte liegen nennenswerte Energiebedarfe pro Jahr vor

BEV

Standort	Bus	On-Demand	Summe
Falkenhagen	1.257 MWh	150 MWh	1.407 MWh
Weisen	2.507 MWh	429 MWh	2.936 MWh
Gesamt	3.764 MWh	579 MWh	4.343 MWh



Zum Vergleich: **4.000 MWh p.a.** entsprechen etwa dem Energiebedarf von etwa **1.000 4-Personenhaushalten** (4.000 kWh pro Jahr und Einfamilienhaus).

FCEV

Standort	Bus	On-Demand	Summe
Falkenhagen	81 t H ₂	N.A. (nur BEV)	81 t H ₂
Weisen	162 t H ₂	N.A. (nur BEV)	162 t H ₂
Gesamt	243 t H₂	N.A. (nur BEV)	243 t H₂



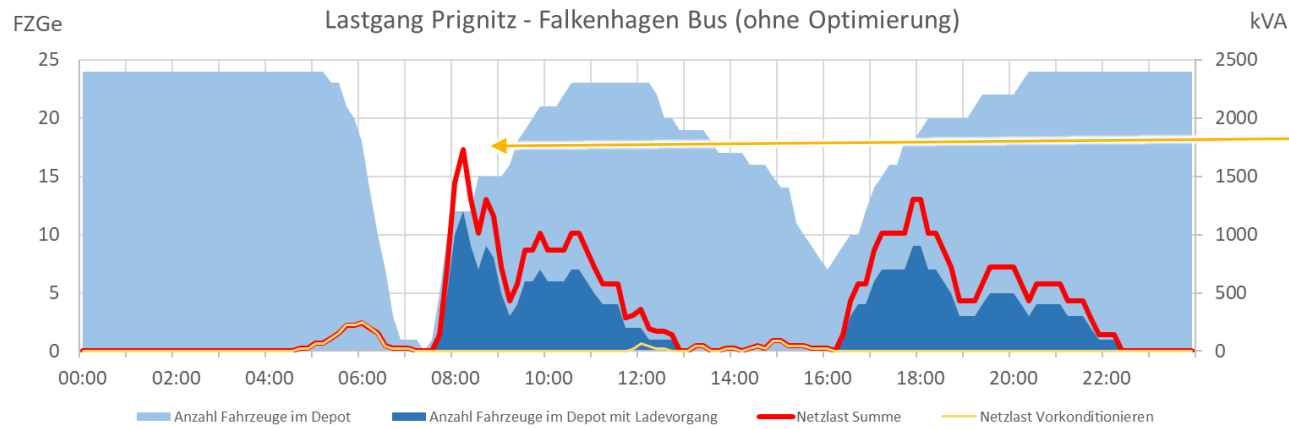
Zum Vergleich: **230 t H₂ p.a.** entsprechen im Durchschnitt etwa **0,5 Lkw-Trailer Anlieferungen pro Tag.**

Angesetzt sind hier Trailerkapazitäten mit 1,25 t pro Trailer. Bei aktuell verbreiteten Trailerkapazitäten von ca. 500 kg müssten pro Tag im Schnitt etwa 1,25 Trailer in den Landkreis geliefert werden.

Energiekonzept

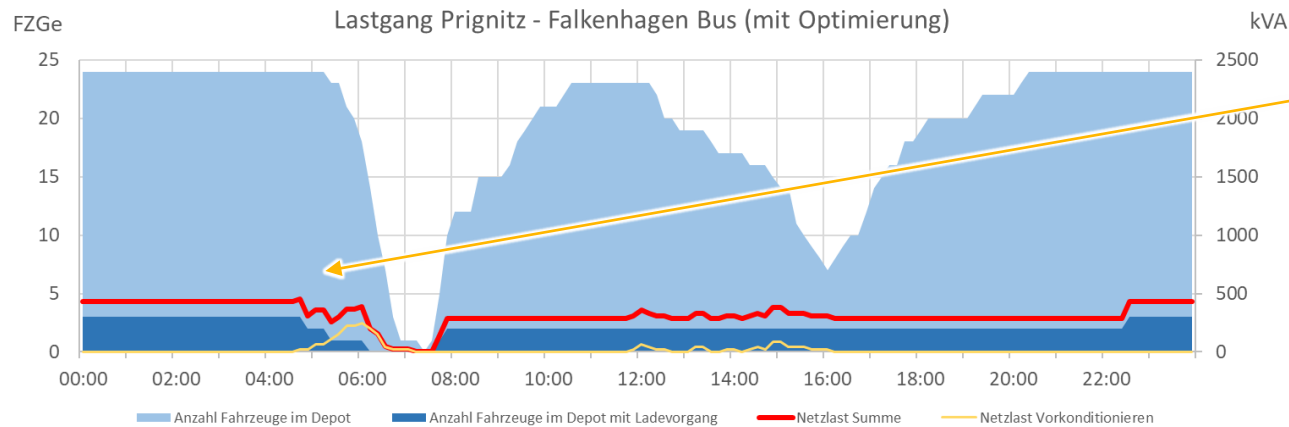
Elektrische Ladeinfrastruktur

Lastgänge Standort Falkenhagen (nur Bus; mit & ohne Optimierung)



Lastspitze vor Optimierung

1.733 kVA



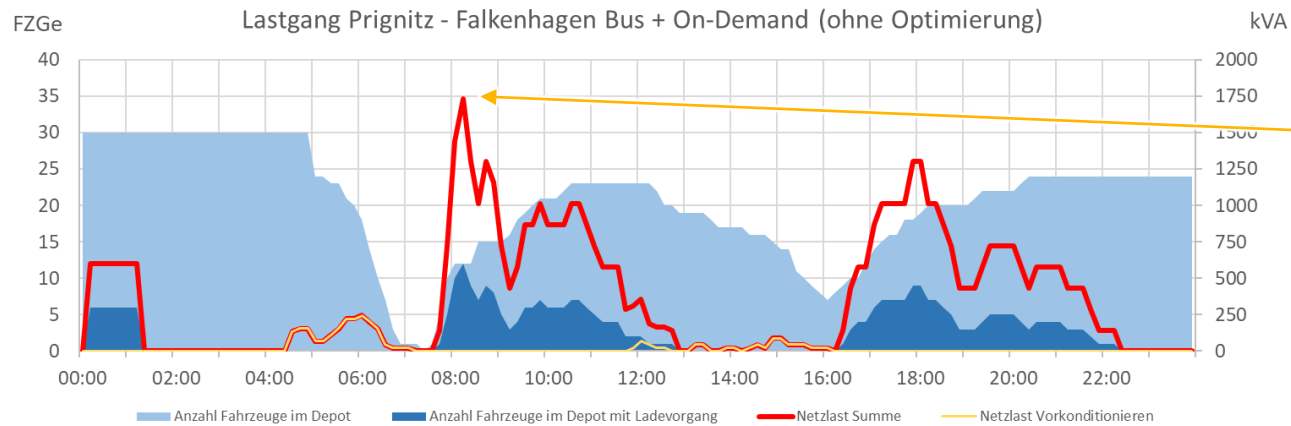
Lastspitze nach Optimierung

456 kVA (- 74 %)

Laut ENB ist am Standort eine ausreichende
Mittelspannungsanbindung möglich. Realisierbar
ist eine Netzanbindung mit

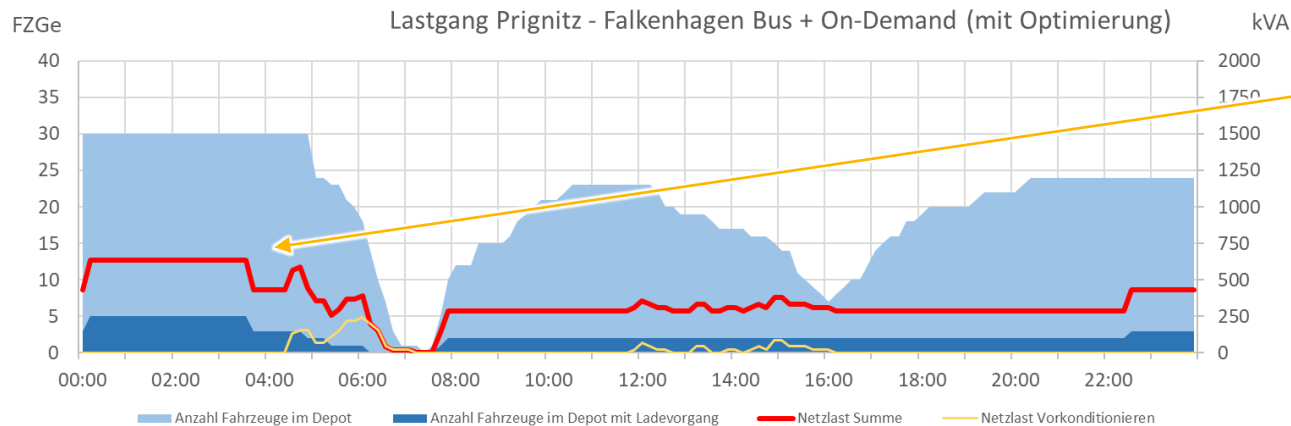
2.000 kVA

Lastgänge Standort Falkenhagen (Bus & On-Demand; mit & ohne Optimierung)



Lastspitze vor Optimierung

1.733 kVA



Lastspitze nach Optimierung

633 kVA (- 63 %)

Laut ENB ist am Standort eine ausreichende
Mittelspannungsanbindung möglich. Realisierbar
ist eine Netzanbindung mit

2.000 kVA

Ladeinfrastrukturkonzept Standort Falkenhagen

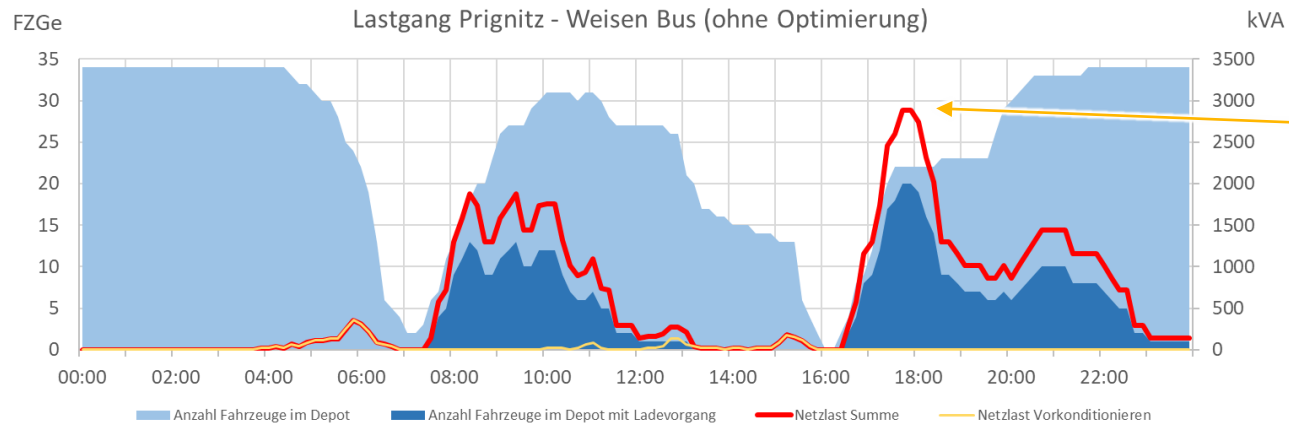
Parameter für Konzeptionierung	
Max. Ladeleistung pro Bus	130 kW (90 kW für Kleinbusse)
Lastspitze nach Optimierung	633 kVA
Lastspitze inklusive Reserve (+ 3 zusätzliche Ladevorgänge „Bus“ + 1 zusätzlicher Ladevorgang „On-Demand“)	1.166 kVA
Max. Anzahl gleichzeitiger Ladungen mit voller Leistung (nach Lastgangoptimierung)	5
Fahrzeugzahl (+ Reserve)* (= Anzahl Ladeplätze)	24 (+4) Solobus 12m
	--- Gelenkbus
	--- Midibus
	6 (+1) Kleinbus
Empfohlener MS/NS Transformator**	1.630 kVA (1.000 + 630 kVA)

* Reserve abgeschätzt mit pauschal 15 %

** Arbeitspunkt Transformator ca. 70-80 % der Nennleistung

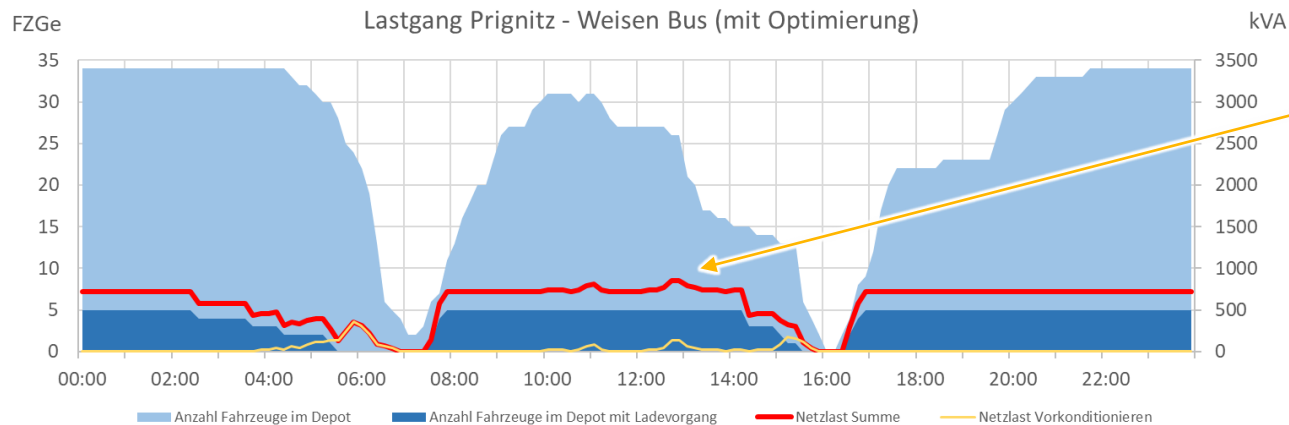
Konzeptentwurf (alle Systemteile sind vollumfänglich fester Bestandteil des Konzepts)	
1. Systemteil (für Solobusse)	
Anzahl	3 Systeme
Pro System	Systemleistung = 400 kW Anzahl Ladepunkte = 8
2. Systemteil (für Solobusse)	
Anzahl	1 System
Pro System	Systemleistung = 400 kW Anzahl Ladepunkte = 4
3. Systemteil (für Kleinbusse)	
Anzahl	1 System
Pro System	Systemleistung = 400 kW Anzahl Ladepunkte = 8

Lastgänge Standort Weisen (nur Bus; mit & ohne Optimierung)



Lastspitze vor Optimierung

2.889 kVA



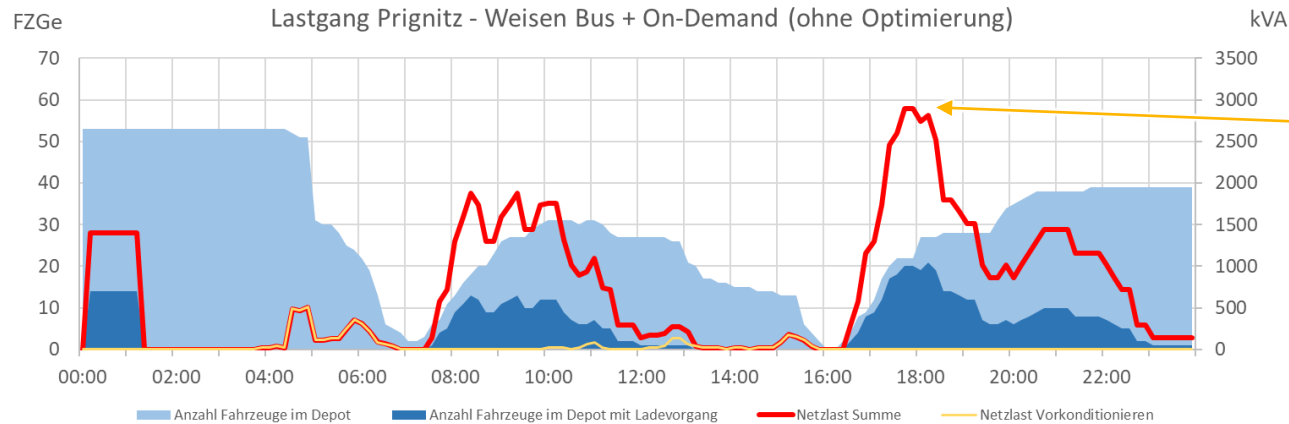
Lastspitze nach Optimierung

856 kVA (- 70 %)

Laut ENB ist am Standort eine ausreichende
Mittelspannungsanbindung möglich. Realisierbar
ist eine Netzanbindung mit

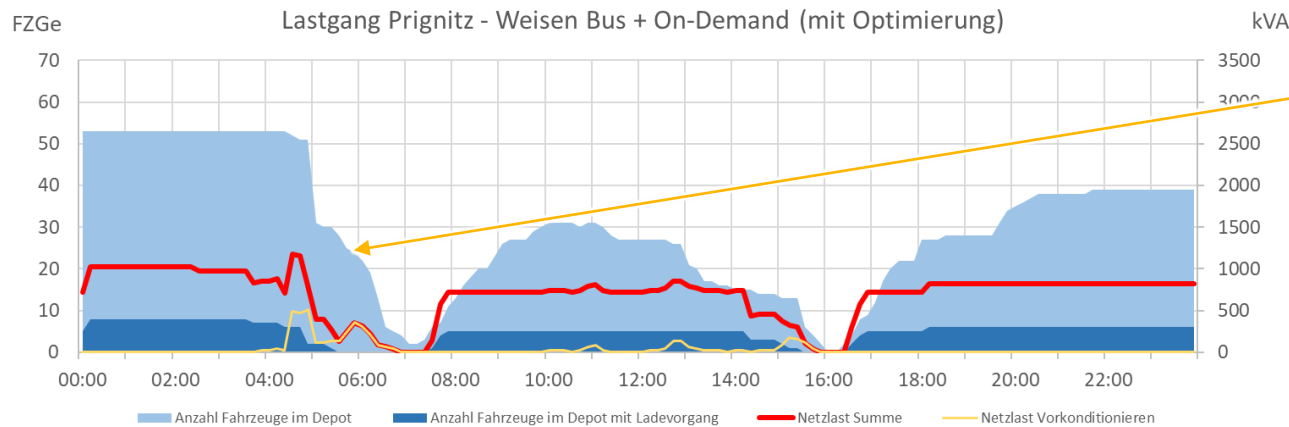
4.000 kVA

Lastgänge Standort Weisen (Bus & On-Demand; mit & ohne Optimierung)



Lastspitze vor Optimierung

2.889 kVA



Lastspitze nach Optimierung

1.178 kVA (- 59 %)

Laut ENB ist am Standort eine ausreichende
Mittelspannungsanbindung möglich. Realisierbar
ist eine Netzanbindung mit

4.000 kVA

Ladeinfrastrukturkonzept Standort Weisen

Parameter für Konzeptionierung	
Max. Ladeleistung pro Bus	130 kW (90 kW für Kleinbusse)
Lastspitze nach Optimierung	1.178 kVA
Lastspitze inklusive Reserve (+ 3 zusätzliche Ladevorgänge „Bus“ + 2 zusätzlicher Ladevorgang „On-Demand“)	1.811 kVA
Max. Anzahl gleichzeitiger Ladungen mit voller Leistung (nach Lastgangoptimierung)	8
Fahrzeugzahl (+ Reserve)* (= Anzahl Ladeplätze)	34 (+5) Solobus 12m
	--- Gelenkbus
	--- Midibus
	19 (+4) Kleinbus
Empfohlener MS/NS Transformator**	2.500 kVA (2 x 1.000 + 500 kVA)

* Reserve abgeschätzt mit pauschal 15 %

** Arbeitspunkt Transformator ca. 70-80 % der Nennleistung

Konzeptentwurf (alle Systemteile sind vollumfänglich fester Bestandteil des Konzepts)	
1. Systemteil (für Solobusse)	
Anzahl	5 Systeme
Pro System	Systemleistung = 400 kW Anzahl Ladepunkte = 8
2. Systemteil (für Kleinbusse)	
Anzahl	3 System
Pro System	Systemleistung = 200 kW Anzahl Ladepunkte = 8

Energiekonzept

Wasserstoff-Tankinfrastruktur

H₂-Infrastrukturkonzept Standort Falkenhagen

Parameter für Konzeptionierung	
Zeitintervall Tankvorgang (angesetzt)	15 min
Anzahl Tankvorgänge zwischen Einzelumläufen („am Tag“)	Keine
Anzahl Tankvorgänge nach Betriebsende („über Nacht“)	24
Maximale Anzahl paralleler Tankvorgänge (nach Plan)	1
Tägliche Wasserstoffmenge (Schultag) unter Winterbedingungen	386 kg
Empfohlene minimale Lagermenge (für 3 Betriebstage)	1.158 kg

Konzeptentwurf	
H ₂ Aggregatzustand bei Speicherung	gasförmig
Zapfstellenanzahl	≥ 2 (besser: 3 für Redundanz)
Speicherung	2 x GH2 Trailer mit Wechselbrücke
Trailerkapazität	1.250 kg

Falls H₂ Midibusse langfristig verfügbar sein sollten, kann der erwartete H₂ Bedarf (≈ 38 kg am Schultag) über die Tankanlage ebenfalls abgedeckt werden.

Bei Realisierung des On-Demand Verkehrs mit BEV muss die zugehörige Ladeinfrastruktur aus dem (elektrischen) Ladeinfrastrukturkonzept vorgesehen werden.

➔ Siehe dort jew. „Systemteil für Kleinbusse“

H₂-Infrastrukturkonzept Standort Weisen

Parameter für Konzeptionierung	
Zeitintervall Tankvorgang (angesetzt)	15 min
Anzahl Tankvorgänge zwischen Einzelumläufen („am Tag“)	Ca. 2
Anzahl Tankvorgänge nach Betriebsende („über Nacht“)	34
Maximale Anzahl paralleler Tankvorgänge (nach Plan)	1
Tägliche Wasserstoffmenge (Schultag) unter Winterbedingungen	725 kg
Empfohlene minimale Lagermenge (für 3 Betriebstage)	2.175 kg

Konzeptentwurf	
H ₂ Aggregatzustand bei Speicherung	flüssig
Zapfstellenanzahl	≥ 2 (besser: 3 für Redundanz)
Speicherung	LH2 Tank ≥ 2,5 t
Trailerkapazität	> 3.000 kg

Falls H₂ Midibusse langfristig verfügbar sein sollten, kann der erwartete H₂ Bedarf (≈ 38 kg am Schultag) über die Tankanlage ebenfalls abgedeckt werden.

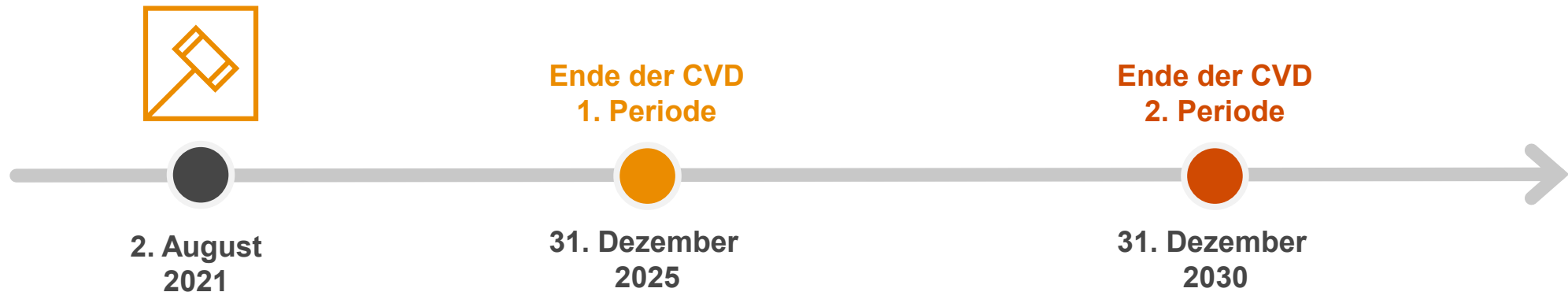
Bei Realisierung des On-Demand Verkehrs mit BEV muss die zugehörige Ladeinfrastruktur aus dem (elektrischen) Ladeinfrastrukturkonzept vorgesehen werden.

➔ Siehe dort jew. „Systemteil für Kleinbusse“

Regulatorische Anforderungen

Fokusthema

Die Clean Vehicles Directive (CVD) setzt verbindliche Mindestquoten für saubere & emissionsfreie Fahrzeugbeschaffungen Richtlinie (EU) 2019/1161



- ➔ **Ziel:** Mindestquoten für die Beschaffung sauberer und emissionsfreier Fahrzeuge der öffentlichen Hand
- ➔ kein theoretisches Klimagesetz, **wirkt über Vergaben** (insb. Busbeschaffungen und Verkehrsverträge)
- ➔ Umsetzung in deutsches Recht mit dem **Saubere-Fahrzeug-Beschaffungs-Gesetz** (SaubFahrzeugBeschG)

Der persönliche Anwendungsbereich der CVD umfasst einen großen Teil des heutigen ÖPNV

Persönlicher Anwendungsbereich



Öffentliche Auftraggeber

(Gemeinde, Kreis, Zweckverband, AöR)



Sektorauftraggeber

(Konzessionierte Verkehrsunternehmen)



Auftragunternehmer / Subunternehmer

Subunternehmer werden mittelbar über Verkehrsvertrag verpflichtet; es sind die CVD-Vorgaben für den öDA gesamthaft zu beachten

Sachlicher Anwendungsbereich

1

Verträge über den Kauf, das Leasing, die Anmietung oder den Ratenkauf

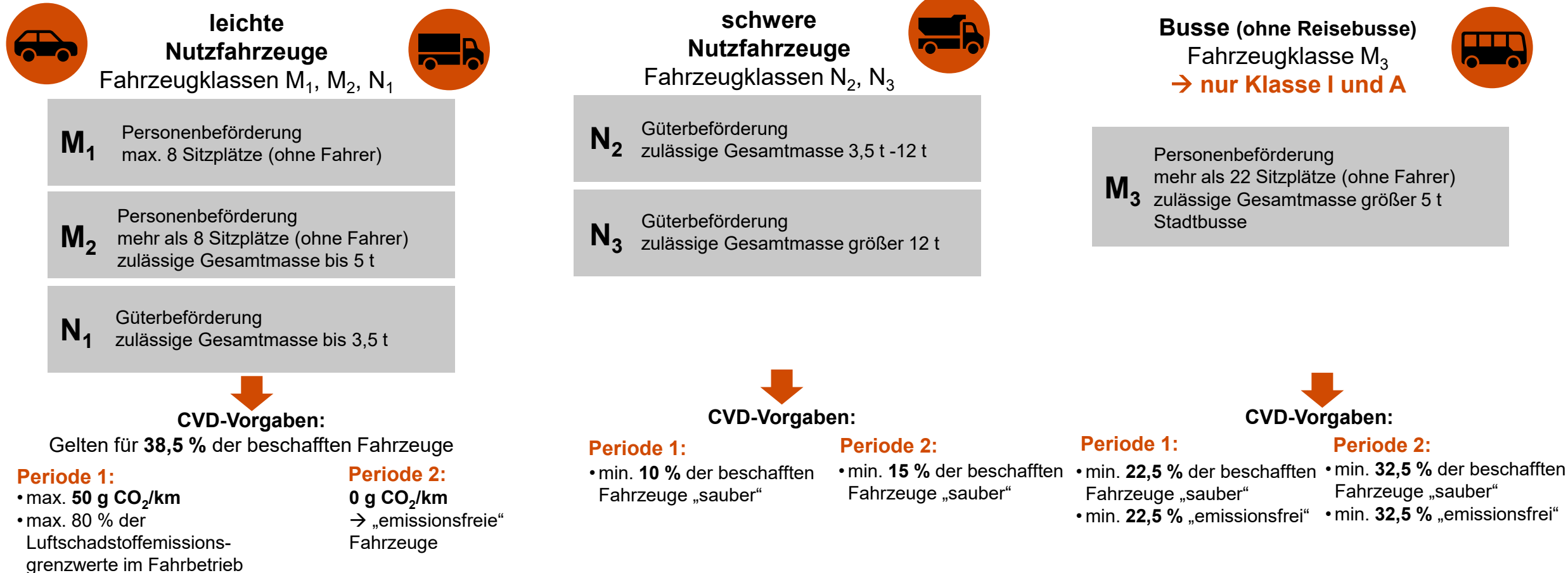
2

Öffentliche Dienstleistungsaufträge im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 (Direktvergabe, Inhouse-Vergabe sowie wettbewerbliche Vergabe)

3

Dienstleistungsaufträge über Verkehrsdienste bei Verpflichtung zur Anwendung der Vergabe-richtlinien (Subunternehmerverträge, freigestellter Schulverkehr)

Die aktualisierte Clean Vehicles Directive (CVD) beinhaltet umfangreiche Vorgaben für die öffentliche Beschaffung von Straßenfahrzeugen – Richtlinie (EU) 2019/1161

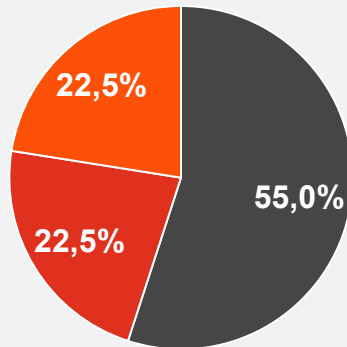


Im Mai 2021 wurde das Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz (SaubFahrzeugBeschG) zur nationalen Umsetzung der CVD beschlossen – die 1. Referenzperiode lief bis Ende 2025

2. August 2021 bis Ende 2025

insgesamt mind.
45 % sauber

davon mind. die Hälfte
emissionsfrei (22,5 %)

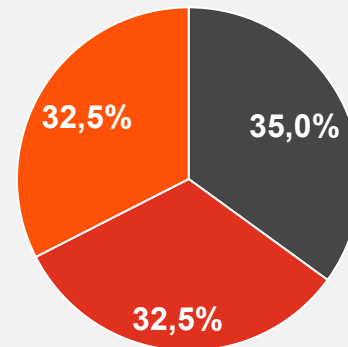


■ konventionell ■ sauber ■ emissionsfrei

1. Januar 2026 bis Ende 2030

insgesamt mind.
65 % sauber

davon mind. die Hälfte
emissionsfrei (32,5 %)

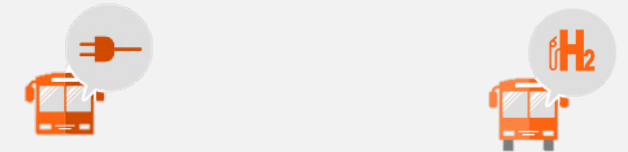


■ konventionell ■ sauber ■ emissionsfrei

„Saubere“ Antriebe:

-  **Elektrizität**
(auch Plug-in-Hybrid)
-  **Flüssiggas**
-  **Wasserstoff**
-  **Erdgas**
(inkl. Biomethan)
CNG und LNG
-  **Biokraftstoffe**
(HVO100)

„Emissionsfreie“ Antriebe:



HVO100 bietet die Möglichkeit Teile der CVD zu erfüllen, ohne eine grundlegende Anpassung der Infrastruktur vornehmen zu müssen



HVO100 = Dieselerersatz: Drop-in-Kraftstoff für viele bestehende Dieselfahrzeuge.



CVD-anrechenbar: Erfüllung der **sauberen** CVD-Quote durch Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe möglich.



Auch für Gebrauchtbusse: CVD-Quote kann mit umgestellten Bestandsfahrzeugen erreicht werden.



Einschränkung Sektoren-AG: Dort ist zur Quotenerfüllung ein Neufahrzeug erforderlich.



§ 2 SaubFahrzG: HVO100 fällt unter die Definition „sauberes Fahrzeug“.



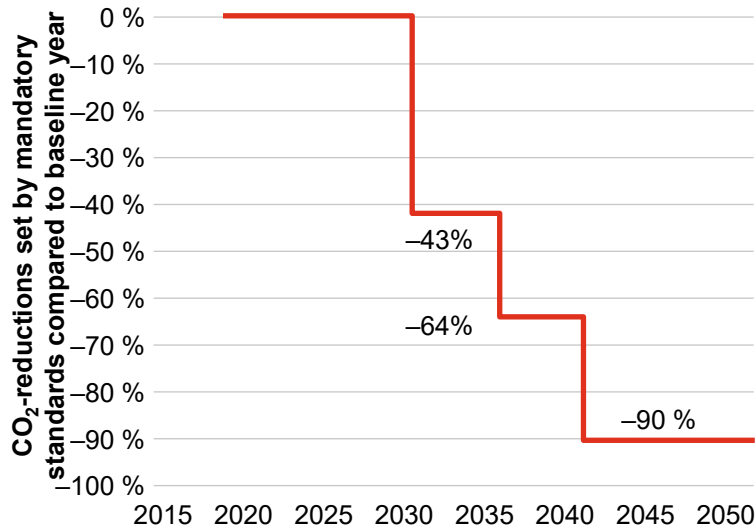
Schnelle CO₂-Reduktion: Brückentechnologie bis E- oder H₂-Busse (wirtschaftlich) einsetzbar sind.

HVO100 Hydrotreated Vegetable Oil 100

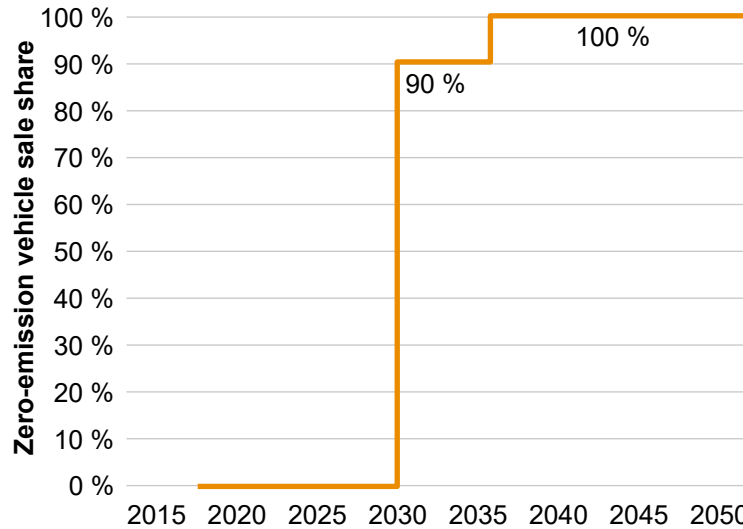


Die überarbeiteten EU-CO₂-Flottengrenzwerte für Busse und Nutzfahrzeuge setzen scharfe Ziele für Hersteller und haben langfristig Auswirkungen auf das Marktangebot

Newly added trucks, coaches, and interurban buses
(percentage relative to 2025 reporting period)



Newly added city buses
(share of vehicle sales that must be zero-emission)



Verordnung (EU) 2024/1610 des europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Mai 2024 – gültig ab 1. Juli 2024



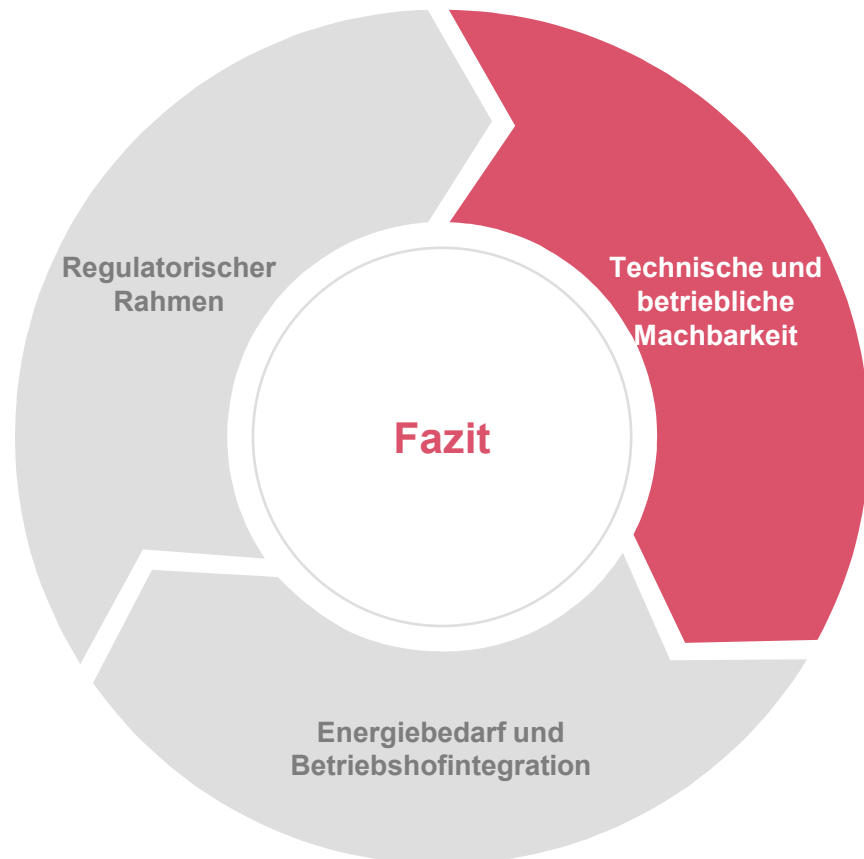
Zudem Vorgaben für die Sicherstellung nachhaltiger und resilienter Lieferketten für Stadtbusse in öffentlichen Vergabeverfahren (Artikel 3 e)

Quelle: https://theicct.org/wp-content/uploads/2024/05/ID-130-%E2%80%9993-EU-CO2_policy_update_final.pdf

Betrachtungsumfang	Fahrzeugart	Fahrzeuggruppe	Bruttogewicht des Fahrzeugs (t)	Achsen-Konfiguration	2025	2030	2035	2040	Referenzzeitraum (Basisjahr)
Emissionsreduktion	Reisebusse und Überlandbusse	32-C2, 32-C3, 32-DD, 34-C2, 34-C3, 34-DD, 31-L2, 33-L2	> 3.5	2- und 3-Achsen	0 %	43 %	64 %	90 %	2025
	Hauptfahrzeuge von Reise- und Überlandbussen		> 3.5	2- und 3-Achsen					
in der EU-zugelassene Fahrzeuge	Stadtbusse	31-LF, 31-L1, 31-DD, 33-LF, 33-L1, 33-DD, 35-FE, 39-FE	> 3.5	2-, 3- und 4- Achsen	0 %	90 %	100 %	100 %	

Fazit

Technische und betriebliche Machbarkeit

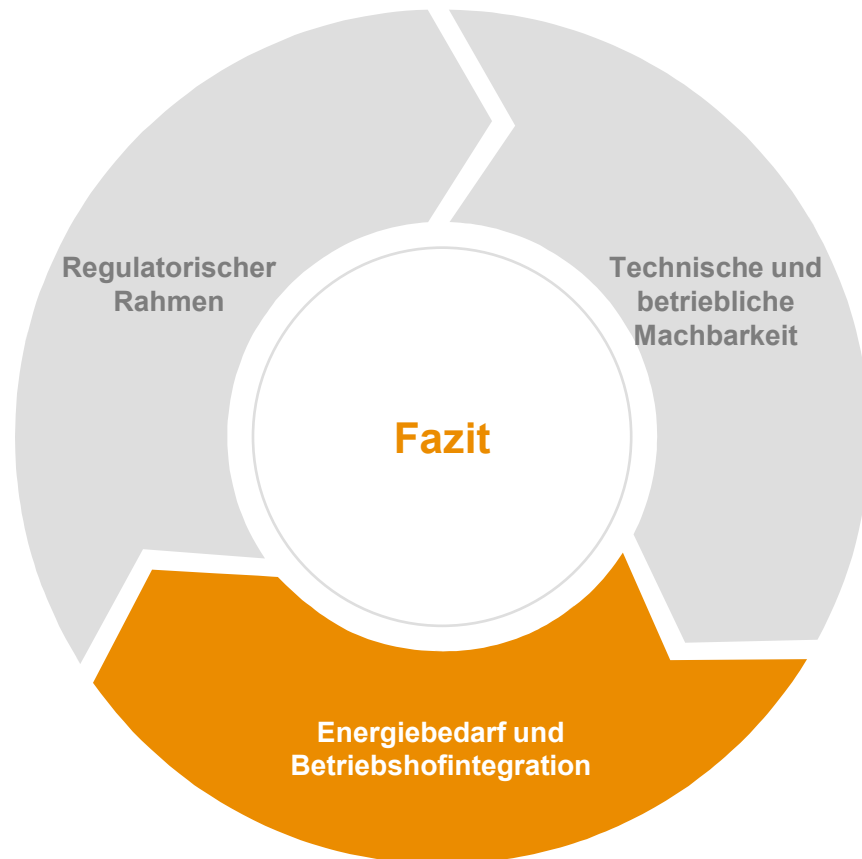


Technische und betriebliche Machbarkeit

- Die Analyse zeigt, dass **alle geplanten Umläufe sowohl mit batterieelektrischen Bussen als auch mit Brennstoffzellenbussen bereits heute technisch umsetzbar sind.**
- Die Reichweitenpotenziale aktueller Batterie- und Brennstoffzellenbusse liegen deutlich über den Fahranforderungen aus den Umlaufdaten.
- Auch bei der **Verkettung von Einzel- zu Fahrzeugtagesumläufen** ergeben sich keine Einschränkungen: Nachladung bzw. Nachbetankung ist zeitlich unkritisch, zusätzliche Fahrzeuge werden nicht benötigt.
- Optimierungs- oder Alternativtechniken sind auf Basis der Umlaufstruktur **nicht erforderlich.**

Fazit

Energiebedarf und Betriebshofintegration



Energiebedarf und Betriebshofintegration

- Bei vollständiger Dekarbonisierung der Flotte entstehen **relevante, aber beherrschbare Energiebedarfe** an den Standorten Falkenhagen und Weisen.
- Für BEV wurde ein **jährlicher Strombedarf von insgesamt rund 4,3 GWh** ermittelt; für FCEV ein **Wasserstoffbedarf von rund 243 t p. a.**
- Durch Lastgangoptimierung können die elektrischen Lastspitzen an beiden **Betriebshöfen um rund 60–70 % reduziert** werden – ein zentraler Hebel zur Begrenzung von Netzanschluss- und Leistungskosten.
- Die vorgesehenen **modularen Ladeinfrastrukturkonzepte (Matrix-Ladesysteme)** erlauben einen schrittweisen, flexiblen Ausbau.
- Für Wasserstoff wurden zwei technisch realisierbare Versorgungsoptionen betrachtet (gasförmig per Trailer bzw. Flüssigwasserstoff), deren Eignung standortabhängig zu bewerten ist.

Fazit

Regulatorischer Rahmen



Regulatorischer Rahmen

- Die Anforderungen aus der **Clean Vehicles Directive (CVD)** und dem **Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz (SaubFahrzeugBeschG)** machen eine schrittweise Umstellung auf saubere und emissionsfreie Fahrzeuge **verbindlich erforderlich**.
- In der zweiten Referenzperiode (2026–2030) sind **mindestens 65 % saubere Fahrzeuge**, davon **32,5 % emissionsfrei**, zu erreichen (kumulierte Betrachtung).
- **HVO100** kann kurzfristig als **Brückentechnologie** zur Erfüllung der „sauberen“ Quote eingesetzt werden, ohne infrastrukturelle Anpassungen zu erfordern
- Die **EU-CO₂-Flottengrenzwerte** für Stadtbusse verschärfen sich deutlich und werden das Marktangebot langfristig klar in Richtung emissionsfreier Antriebe lenken.

Schlussfolgerungen



Die vorhandenen Umlauf- und Betriebsstrukturen sind **für beide Technologien geeignet**, ohne Mehrbedarf an Fahrzeugen oder grundlegende betriebliche Anpassungen.

Der Betriebshof Weisen scheint für BEV gut geeignet FCEV zu prüfen. Für den Standort Falkenhagen ist das verfügbare Grundstück für den erforderlichen Neubau **sehr gut geeignet**.

Die **Energie- und Infrastrukturbedarfe sind plan- und beherrschbar**, insbesondere durch Lastmanagement und modularen Ausbau. Die Netzanschlüsse sind im Zuge des Realisierungskonzepts wieder aufzugreifen.

Die regulatorischen Vorgaben aus dem SaubFahrzeugBeschG machen eine Transformation nicht nur klimaschutzseitig sinnvoll, sondern **rechtlich notwendig**.

3

AP3 –
Infrastrukturanforderungen
und -bedarfe

Betriebshofintegration

Folgende Standorte kommen für die Betriebshofanalyse in Betracht

Reisedienst Westprignitz GmbH

Stadttrandsiedlung 22
19322 Weisen
Flur 5, Flurstücksnummer 271/6



Grundstück bebaut (ARLA Gelände)

Mühlenstraße 11,
19357 Karstädt
ehemaliges ARLA-Gelände



Grundstück unbebaut

Rolf-Hövelmann-Straße
16928 Pritzwalk-Falkenhagen
Flur 2, Flurstücksnummer 251



Grundstück unbebaut (Abfallkleinannahmestelle)

Hermann-Graebke-Straße 5,
16928 Pritzwalk
(5-10 Busse)



Betriebshofintegration Standort Pritzwalk-Falkenhagen

Kundeninformation

- Unbebautes Grundstück kann uneingeschränkt genutzt werden

Konzeptansatz

- Konzeptionierung auf „grüner Wiese“ mit
 - Werkstatt, Waschhalle, Pkw-Parkflächen sowie Sozial- und Bürogebäuden
 - Lade-Stellplätzen für mindestens 28 Solobusse und 7 Kleinbusse
- Stellplätze für Solobusse in Schrägabstellung mit Durchfahrmöglichkeit
 - Maximale Einsatzflexibilität („jeder Bus ist jederzeit erreichbar“)

Einschätzung

- ➔ Sowohl **Ladeinfrastruktur** als auch **H₂ Tankinfrastruktur** kann gut auf dem Grundstück integriert werden
- ➔ **Sehr gut geeignet** als Betriebshof für Elektrobusse
- ➔ Unproblematischer Grundstückszuschnitt und großzügige Abmessungen
 - Ohne die Grundfläche maximal auszunutzen können mit 72 Solobussen und 7 Kleinbussen **deutlich mehr Fahrzeuge als erforderlich** verortet werden

Betriebshofintegration Standort Pritzwalk Gewerbegebiet Süd

Kundeninformation

- Fünf angemietete Stellplätze ohne weitere Erweiterungsmöglichkeit
- Abstellung der Fahrzeuge in Reihe am Rand des Geländes ohne Überdachung
- Genauer Standort ist unbekannt

Konzeptansatz

- Entsprechend Vorgabe im südlichen Grundstücksbereich
 - Platzierung am Grünstreifen erscheint aufgrund Fahrwege (Wenderadien) kritisch
 - Fahrwege erscheinen „knapp bemessen“. Detaillierte Schleppkurvenanalyse empfohlen

Einschätzung

- ➔ Platzierung von 5 Lade-Stellplätzen erscheint knapp aber denkbar
- ➔ Integration von Ladeinfrastruktur für abstellbare Fahrzeuge unkritisch (gestützt auf Kunden- und Mieteraussagen)
- ➔ Integration von H₂ Tankinfrastruktur nicht möglich (fehlender Bauraum)
- ➔ Bei Neubau von Pritzwalk-Falkenhagen ist Abstellung von 12m Bussen im Gewerbegebiet nicht erforderlich
 - Nach Umlaufplanung sind alle Busse dem Standort Pritzwalk-Falkenhagen zugeordnet
 - Standort Gewerbegebiet Süd kann jedoch grundsätzlich eine **gute Option für On-Demand Busse** darstellen

Standort Weisen

Kundeninformation

- Abstellung von 30 bis 35 Bussen aufgeteilt in
 - Busport mit ca. 30 Fahrzeuge in Doppelspuren mit zwei Solobussen hintereinander
 - ➔ Aufgerundet auf 32 Busse (Menge muss durch 4 teilbar sein bei Doppelspuren mit zwei Bussen in Reihe)
 - Hallenabstellung von 5 Fahrzeugen an unbekanntem Standorten
- Laut aktuellem Mieter (VGP) kann Elektromobilität nachgerüstet werden. Infrastruktur, Durchfahrten und ähnliches sind aufgrund der jahrzehntelangen Nutzung als Busdepot passend für Elektrobusse
 - Wichtig: Elektrobusse haben andere Abmessungen als Dieselbusse und erfordern seitliche Abstände für Ladestecker, ohne Fluchtwege zu stören
 - Wichtig: Brandschutzmaßnahmen werden ggf. vom Versicherer gefordert

Konzeptansatz

- Entsprechend Vorgaben und Kundeninformation

Einschätzung

- ➔ **Abstellung** von 32 + 5 Solobussen **reicht nicht für Fahrzeugliste** laut Umlaufplan

- Erforderlich: 34 Solobusse (+ **Reserve**) und 19 Kleinbusse (+ **Reserve**)



- ➔ Integration von Ladeinfrastruktur für abstellbare Fahrzeuge unkritisch (gestützt auf Kunden- und Mieteraussagen)
- ➔ Integration von H₂ Tankinfrastruktur problematisch aufgrund fehlender Freiflächen. Detailprüfung erforderlich

Standort Karstädt (ARLA Gelände)

Kundeninformation

- Stellplatzsituation unklar. Vermutlich über das Gelände verteilt und nicht überdacht
- Verteilte Abstellung für elektrische Ladeinfrastruktur ungünstig (lange Leitungswege), aber für nur 10 Fahrzeuge grundsätzlich darstellbar
 - Höherer Bauaufwand muss in Kauf genommen werden

Konzeptansatz

- Zusammenhängender Abstellung im Freibereich zwischen den Hallen
- Verteilung im Freibereich nicht dargestellt, da die Platzierung ohne nähere Informationen beliebig im Gelände erfolgen kann

Einschätzung

- ➔ Platzierung von 10 Lade-Stellplätzen erscheint auf Basis vorliegender Informationen möglich
 - Evaluierung bei genauer Kenntnis der Geländenutzung erforderlich
- ➔ Integration von H₂ Tankinfrastruktur erscheint auf Basis vorliegender Informationen grundsätzlich denkbar
 - Bauräume scheinen vorhanden. Evaluierung bei genauer Kenntnis der Geländenutzung erforderlich
- ➔ Im aktuellen Umlaufkonzept sind lediglich Betriebshöfe in Pritzwalk-Falkenhagen und Weisen enthalten
 - Standort Karstädt ist nach aktueller Umlaufplanung überflüssig

4

AP4 –
Analysen zur Energiebereitstellung
und Maßnahmen zur
Effizienzsteigerung des
Gesamtsystems
oder zur Einbindung lokaler
Erzeugungskapazitäten

Energiekonzept

PV-Potenziale

Ablauf Ertragsabschätzung PV Anlagen

1

Eingrenzung

- Auswahl der Standorte, die eine sinnvolle Ertragsabschätzung ermöglichen


2

Abschätzung installierbarer PV Peakleistung

- Geometrische Berechnung anhand Dachmaßen und Standardmodul @ $450 \text{ kW}_{\text{peak}}$ mit $1,75\text{m} \times 1,1\text{m}$ (HxB)
- Zugrunde gelegt werden marktübliche Parameter und Herangehensweisen für Reihenabstände, Aufstellwinkel u.ä.
- Ziel hier: Valide Abschätzung (kein Ersatz für Expertenplanung von PV-Fachunternehmen)

3

Ertragsberechnung über PVGIS

- PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System der Europäischen Kommission 
- Bei mehreren Ausrichtungsvarianten wird die ertragsreichste Variante dargestellt

Eingrenzung der Standorte für PV-Ertragsabschätzung

Reisedienst Westprignitz GmbH

Stadtrandsiedlung 22
19322 Weisen
Flur 5, Flurstücksnummer 271/6



- Grundstück bebaut
 - Dachflächen bereits mit PV Anlagen bestückt
 - Keine Ertragsdaten oder Anlageninformationen vorliegend
- ➔ Keine Ertragsabschätzung sinnvoll möglich

Grundstück unbebaut

Rolf-Hövelmann-Straße
16928 Pritzwalk-Falkenhagen
Flur 2, Flurstücksnummer 251



- Grundstück nicht bebaut
 - PV Ertragsabschätzung möglich auf Basis Konzeptentwurf „Neubau“
- ➔ Ertragsabschätzung wird ausgeführt

Grundstück bebaut (ARLA Gelände)

Mühlenstraße 11,
19357 Karstädt
ehemaliges ARLA-Gelände



- Grundstück bebaut
 - Nutzbarkeit der Dachflächen unklar
 - Nutzung des Grundstücks durch LK generell in Klärung
 - Maximal: Nutzung für Kleinflotte
- ➔ Keine Ertragsabschätzung sinnvoll möglich

Grundstück unbebaut (Abfallkleinannahmestelle)

Hermann-Graebke-Straße 5,
16928 Pritzwalk
(5-10 Busse)



- Grundstück bebaut
 - Nutzung für Abfallkleinannahmestelle
 - Keine Gebäude oder Freiflächen für PV-Anlagen nutzbar
- ➔ Keine Ertragsabschätzung sinnvoll möglich

Quelle Luftbilder: Geoportal des Landkreis Prignitz

Teilauszug zur Veröffentlichung: Machbarkeitsstudie zu alternativen Antrieben im ÖPNV im Landkreis Prignitz

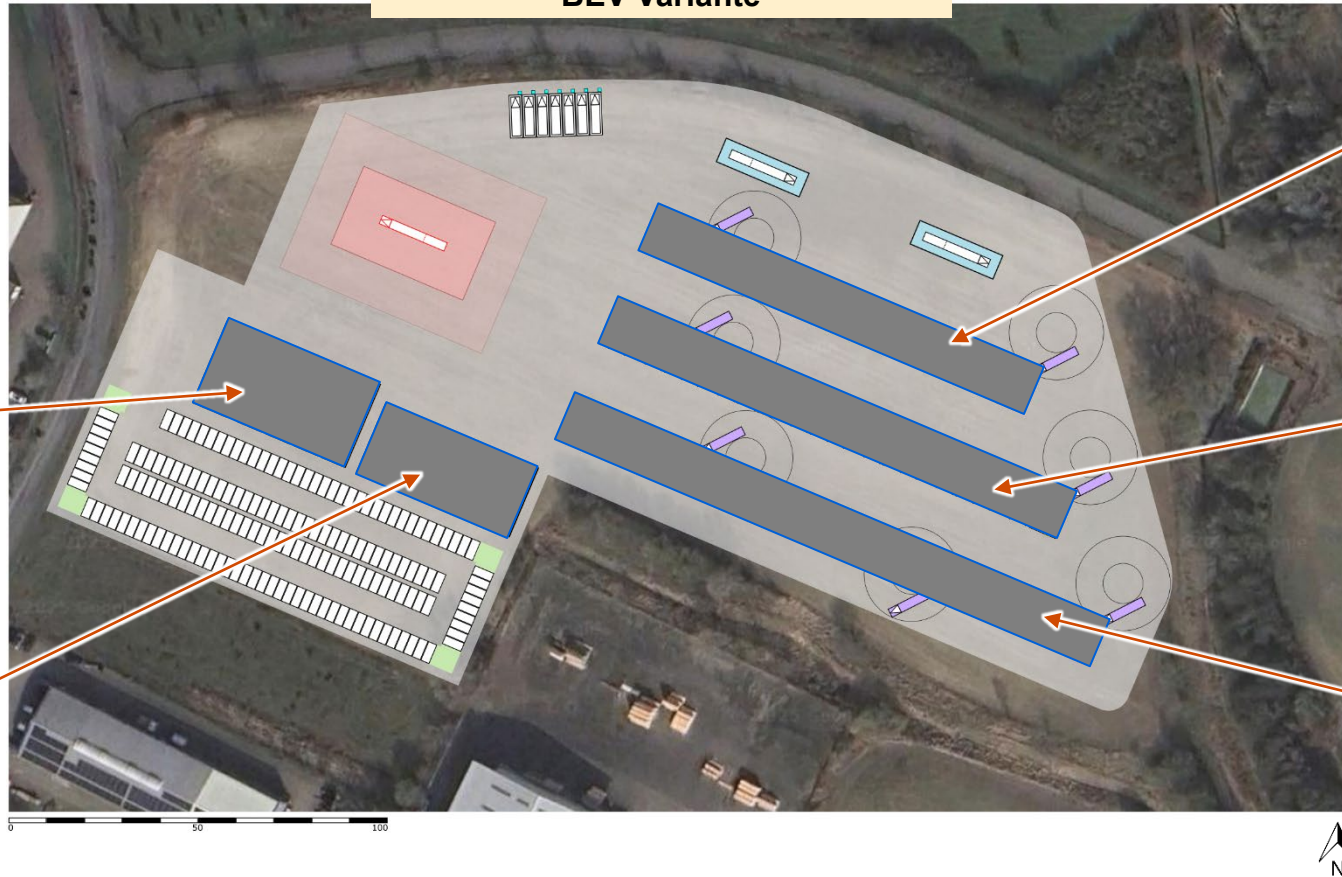
PwC

28. Mai 2026

59

PV-Potenzial Standort Pritzwalk-Falkenhagen I

BEV Variante



Werkstatthalle

- 429 Module (Landscape)
- West/Ost-Ausrichtung
- 193 kWp
- Jahresertrag \approx 161 MWh

Sozialgebäude

- 363 Module (Landscape)
- West/Ost-Ausrichtung
- 163 kWp
- Jahresertrag \approx 136 MWh

Busport (20 Fzge)

- 627 Module (Portrait)
- West/Ost-Ausrichtung
- 282 kWp
- Jahresertrag \approx 235 MWh

Busport (24 Fzge)

- 737 Module (Portrait)
- West/Ost-Ausrichtung
- 332 kWp
- Jahresertrag \approx 276 MWh

Busport (28 Fzge)

- 858 Module (Portrait)
- West/Ost-Ausrichtung
- 386 kWp
- Jahresertrag \approx 321 MWh

Interpretation der Ergebnisse

Validität

- Für belastbare Einordnung der Eigennutzung muss Umlaufstruktur final definiert werden (Ladebedarf vor Ort)
- Für präzise Ertragsabschätzung muss Grundstückskonzept finalisiert werden (mögliche PV-Erträge präzisieren)
- Neubaukonzept ist als Maximalkonzept ausgeführt („Was passt auf das Grundstück“)
 - Bei Verkleinerung der Abstellung können Grundflächen mit freistehenden PV-Anlagen grdsl. bebaut werden (Ertragssteigerung wahrscheinlich, da jetzige Fahrwege mit PV bestückt werden können)

Ertragsmengenbewertung (auf Basis Grundstückskonzept und Umlaufstruktur der Machbarkeitsstudie)

- Die berechnete Ertragsmenge liegt bei ca. 30% des Busflotten-Energiebedarfs (BEV, ohne On-Demand Verkehr)
 - Wert liegt inklusive On-Demand-Flotte bei ca. 26%
- Isoliert auf den Energiebedarf der Busflotte am Standort Falkenhagen bezogen ist ein PV-Jahresertrag in Höhe von ca. 90% des Jahresenergiebedarfs denkbar (erfordert Freiflächen-PV bei Verkleinerung der Abstellung)

Einordnung der Eigennutzung (auf Basis der Busflotte am Standort Falkenhagen auf Basis der Umlaufstruktur der Machbarkeitsstudie)

- Lastgang ist sehr homogen über gesamten Tagesverlauf
 - Gezielte Erhöhung der Lademenge bei guter Sonneneinstrahlung realistisch (⇒ Realisierungskonzept)
- Größenordnung nächtliche Lademenge (19:00 bis 07:00 Uhr) \approx 3.500 bis 4.300 kWh
 - Für maximale Eigennutzung Speicherdimension \approx 4,5 bis 6 MWh
 - Allerdings: Auch kleinere Speicher erhöhen die Eigennutzung und ermöglichen die Nutzung flexibler Strompreismodelle

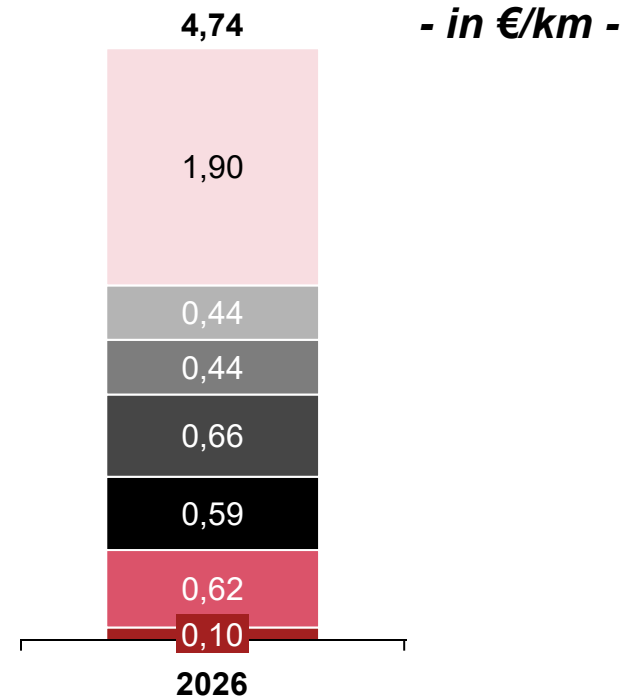
5

AP5 –
Wirtschaftlichkeitsanalyse und
Finanzierungsplanung unter
Berücksichtigung möglicher
Förderungen

Auf Basis unserer PwC-Datenbank haben wir einen Vollkosten-Satz für die Leistungserbringung mit konventionellen Antrieben im ÖPNV im LK Prignitz abgeleitet, der als Ausgangsbasis der TCO-Rechnung dient



Benchmarking für den ÖPNV mit Bussen im LK Prignitz auf Basis der Kostendaten von Landkreisen mit ähnlicher ÖPNV-Struktur



Fahrdienst
Betriebssteuerung
Fahrzeuginstandhaltung
Fahrzeugvorhaltung
Treibstoffverbrauch
Betriebsunabhängige Funktionsbereiche



Modellierung der technologiebedingten Kosten nach Leistungsbild / Fahrzeugflotte

- Fahrzeugvorhaltung (+Infrastruktur)
- Treibstoff bzw. Treibenergie
- Instandhaltung

alle übrigen Bereiche technologieunabhängigen Funktionsbereiche werden jährlich dynamisiert

Ergebnisse im Vergleich - Jahr 2026

Vergleich der Kostensätze (Teilkosten) nach Antriebsarten

Vergleich der kumulierten Kosten (diskontiert) von Solo-Bussen nach Kostenkomponenten für das Beschaffungsjahr 2026

Annahmen: Nutzungsdauer 12 Jahre, Laufleistung 50.000 km p.a.

- in €/Fpl.-km ·

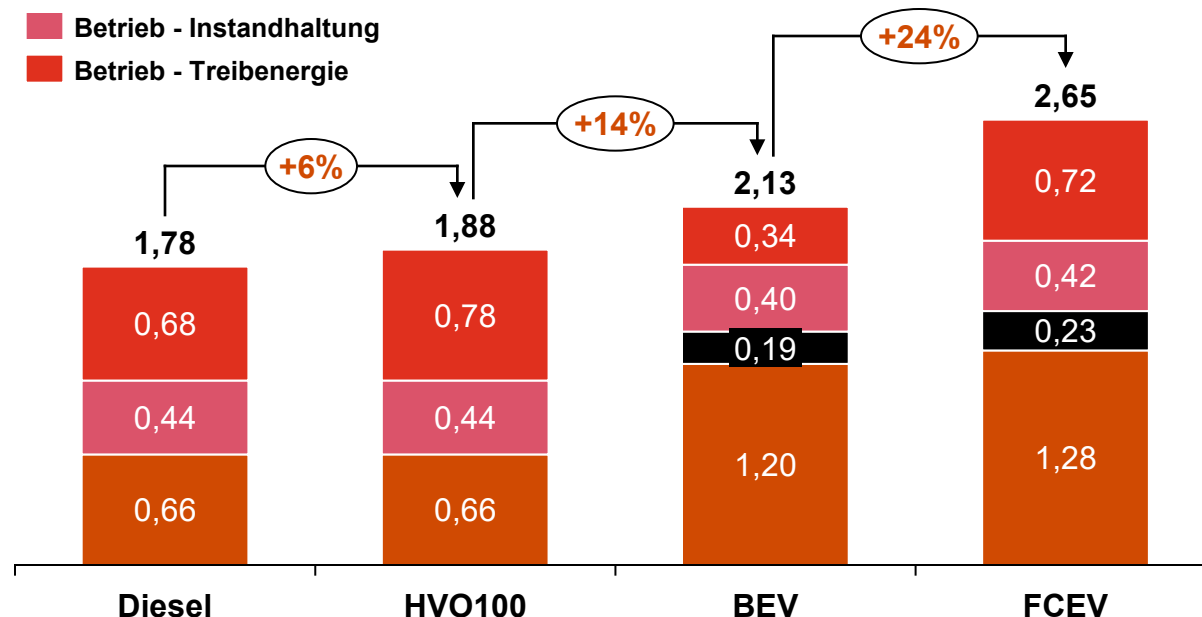


Invest - Fahrzeug

Invest - Infrastruktur

Betrieb - Instandhaltung

Betrieb - Treibenergie



Die erste *abschätzende* TCO-Rechnung zur Einordnung zeigt:

- Batteriebusse sind die günstigste emissionsfreie Antriebsart, wenngleich mit deutlichen Mehrkosten für die Fahrzeuge und Infrastruktur verbunden.
- Wasserstoffbusse sind zusätzlich aufgrund der schlechteren Energieeffizienz hinsichtlich der Treibenergie deutlich teurer.
- Der Betrieb von Dieseln mit HVO100 unterscheidet sich gegenüber dem reinen Dieselszenario lediglich in den Kosten für die Treibkraft.
- Auch in den kommenden Jahren liegen die Anschaffungskosten emissionsfreier Busse deutlich über denen konventioneller Dieseln und können nicht vollständig durch Einsparungen bei der Treibenergie kompensiert werden.



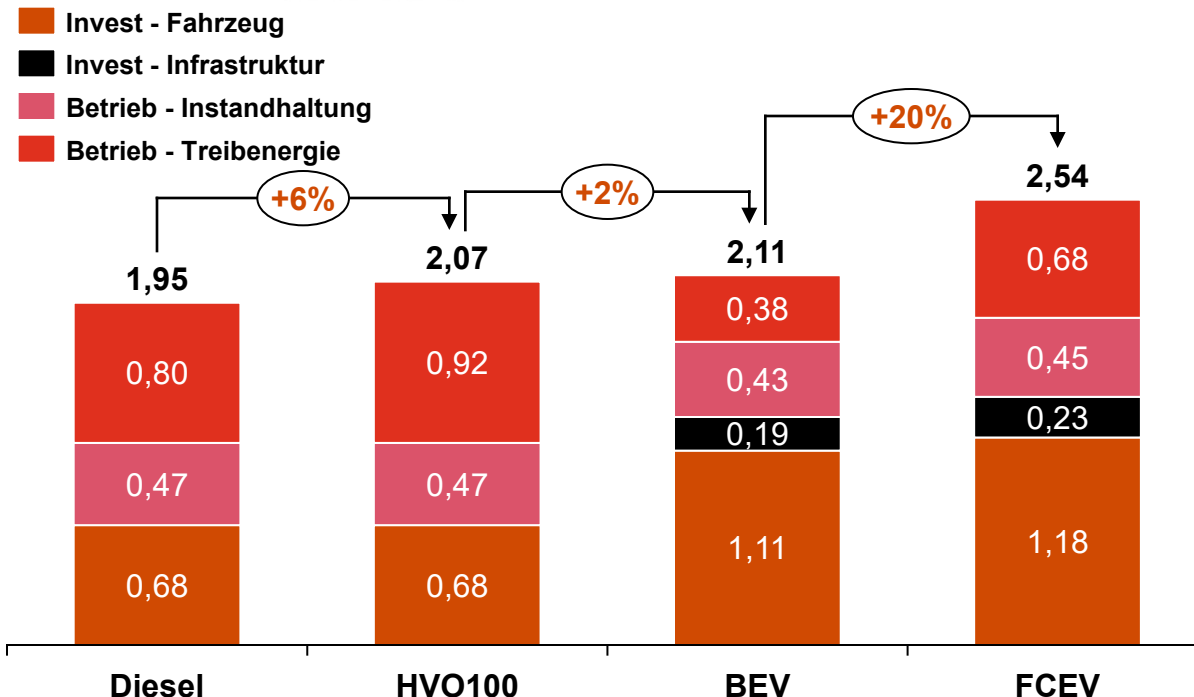
Ergebnisse im Vergleich - Jahr 2030

Vergleich der Kostensätze (Teilkosten) nach Antriebsarten

Vergleich der kumulierten Kosten (diskontiert) von Solo-Bussen nach Kostenkomponenten für das Beschaffungsjahr 2030

Annahmen: Nutzungsdauer 12 Jahre, Laufleistung 50.000 km p.a.

- in €/Fpl.-km ·



Die erste *Prognose der TCO-Rechnung* für 2030 zur Einordnung zeigt:

- Personalkostendominierte Funktionsbereiche (hier: „Betrieb-Sonstiges“) werden mit dem gleichen Index fortgeschrieben und entwickeln sich in allen Szenarien gleich.
- Im Bereich der Treibkraft treten die Treibstoffe Diesel und HVO100 als zentrale Kostentreiber auf. Die Bezugskosten für Fahrstrom und Wasserstoff steigen ebenfalls, im Vergleich unterproportional.
- Entsprechend der getroffenen Prämissen fallen die Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen bei den emissionsfreien Varianten geringer aus.
- Im Bereich der Infrastrukturvorhaltung wird keine signifikante Kostensteigerung prognostiziert, da davon ausgegangen wird, dass die Kostensteigerung durch Inflation durch die Kostenersparnis im Rahmen des Markthochlaufs kompensiert wird.
- Bei den Fahrzeugkosten wird bis 2030 von einer Kostendegression im Rahmen des Markthochlaufs ausgegangen.

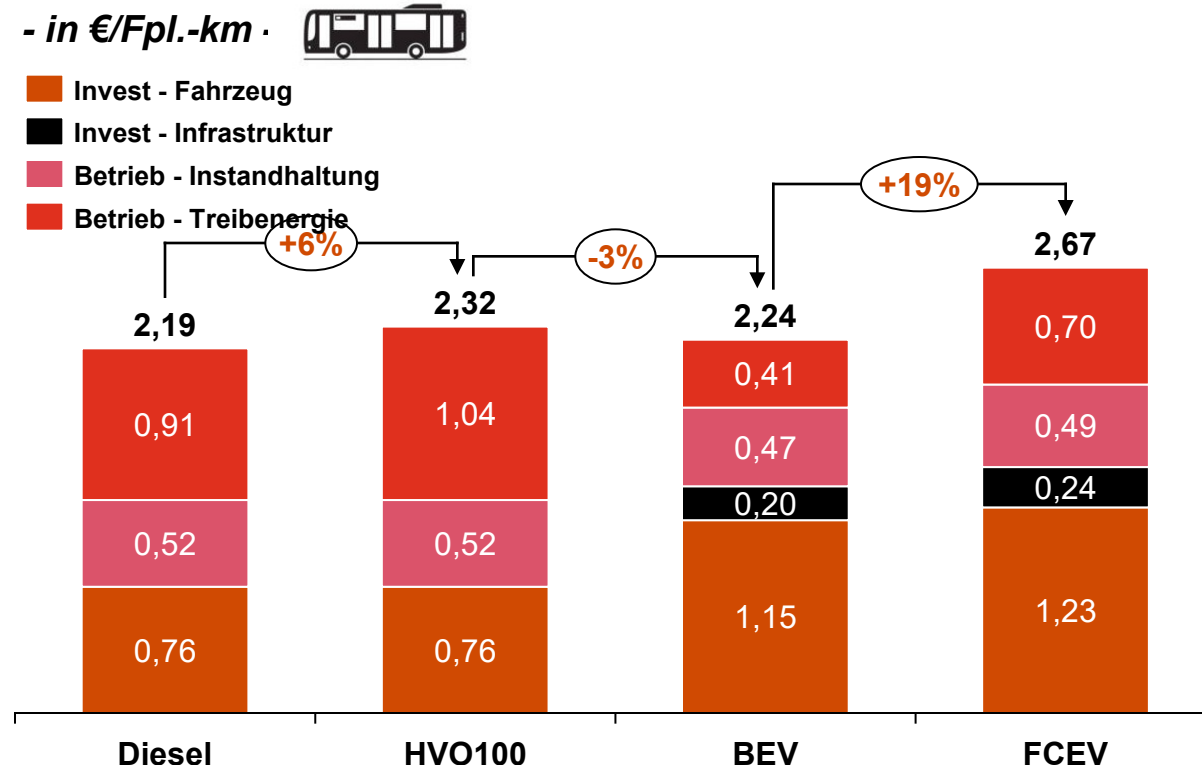


Ergebnisse im Vergleich - Jahr 2035

Vergleich der Kostensätze (Teilkosten) nach Antriebsarten

Vergleich der kumulierten Kosten (diskontiert) von Solo-Bussen nach Kostenkomponenten für das Beschaffungsjahr 2035

Annahmen: Nutzungsdauer 12 Jahre, Laufleistung 50.000 km p.a.



Die erste *Prognose der TCO-Rechnung* für 2030 zur Einordnung zeigt:

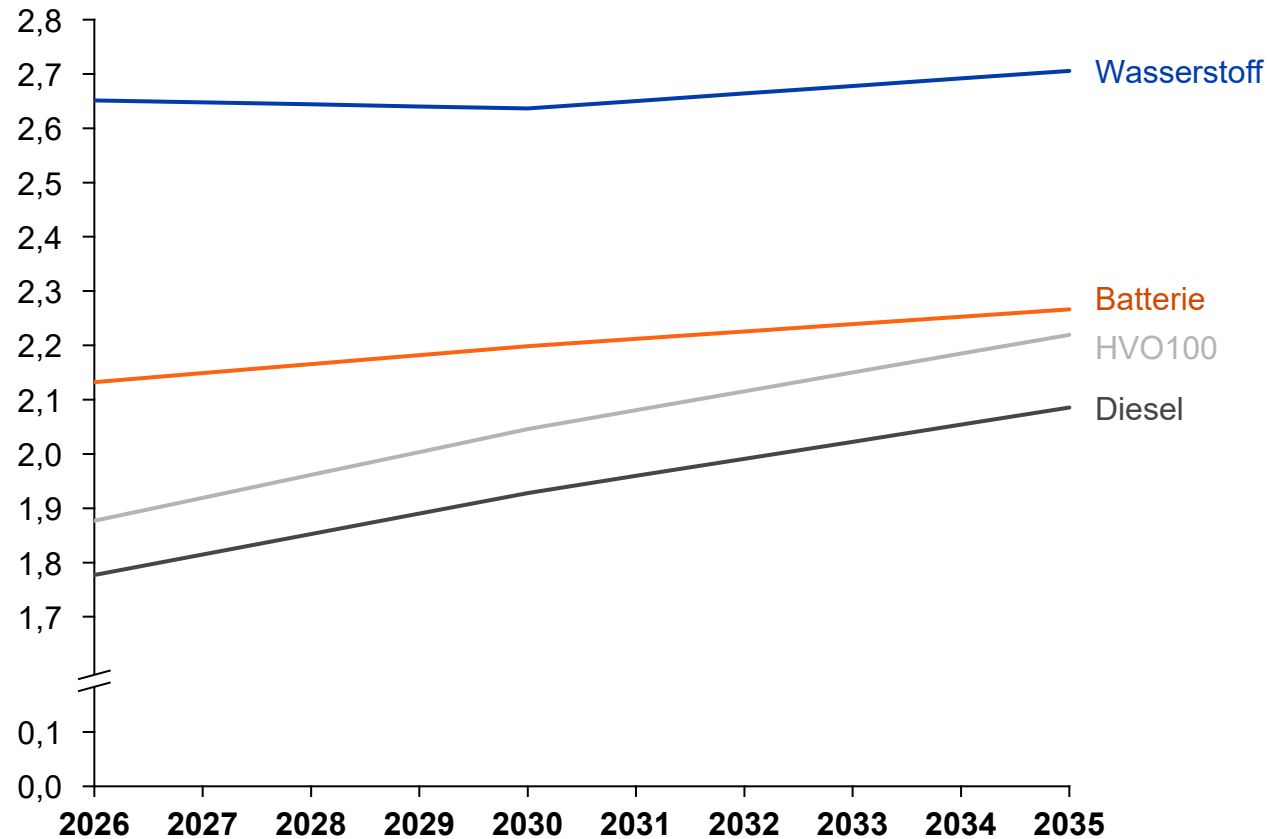
- Personalkostendominierte Funktionsbereiche (hier: „Betrieb-Sonstiges“) werden mit dem gleichen Index fortgeschrieben und entwickeln sich in allen Szenarien gleich.
- Im Bereich der Treibkraft treten die Treibstoffe Diesel und HVO100 als zentrale Kostentreiber auf. Die Bezugskosten für Fahrstrom und Wasserstoff steigen ebenfalls, im Vergleich unterproportional.
- Entsprechend der getroffenen Prämissen fallen die Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen bei den emissionsfreien Varianten geringer aus.
- Im Bereich der Infrastrukturvorhaltung wird keine signifikante Kostensteigerung prognostiziert, da davon ausgegangen wird, dass die Kostensteigerung durch Inflation durch die Kostenersparnis im Rahmen des Markthochlaufs kompensiert wird.
- Bei den Fahrzeugkosten wird ab 2030 von einer Inflation entsprechend Verbraucherpreisindex ausgegangen. Die Ersparnisse im Rahmen des Markthochlaufs werden ab 2030 nur noch als geringfügig eingeschätzt.



Die Kosten von Batterie- und Dieselmussen nähern sich im Zeitverlauf an – insgesamt wird der ÖPNV jedoch auch antriebsunabhängig teurer

Entwicklung der Teilkosten über den Fahrzeuglebenszyklus (Fahrzeugbeschaffung im Jahr 2026)

Kosten pro Kilometer

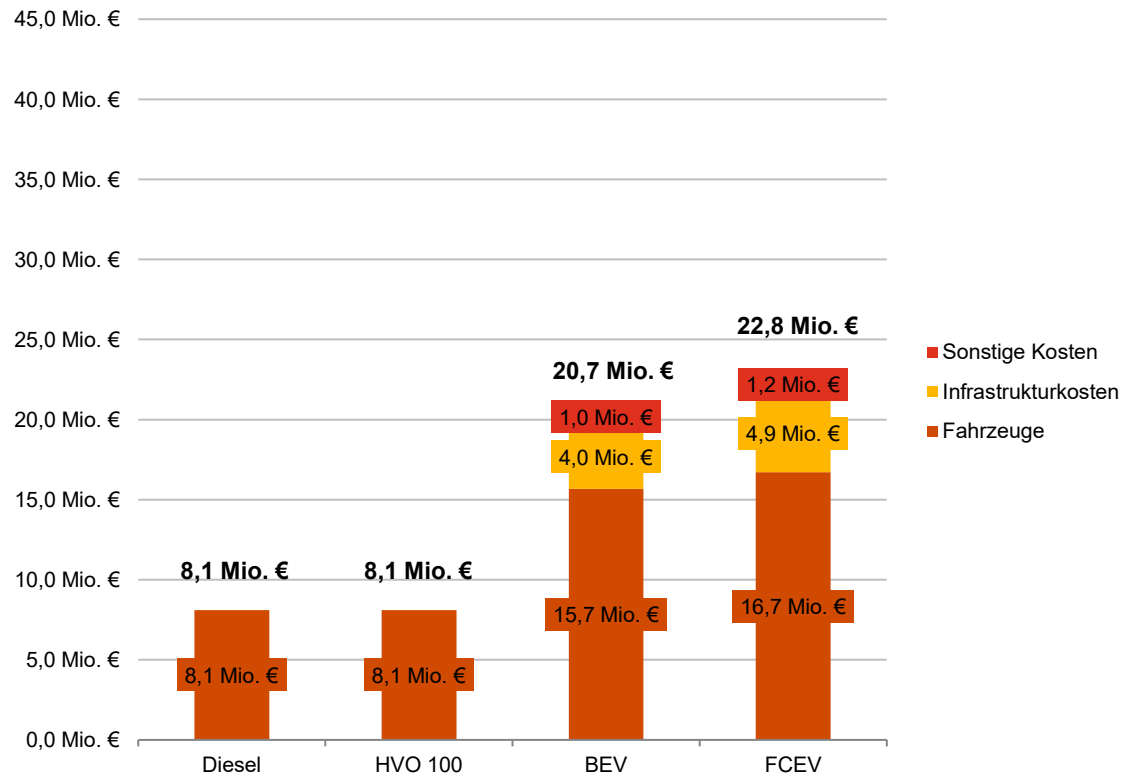


Kostenbestandteile:

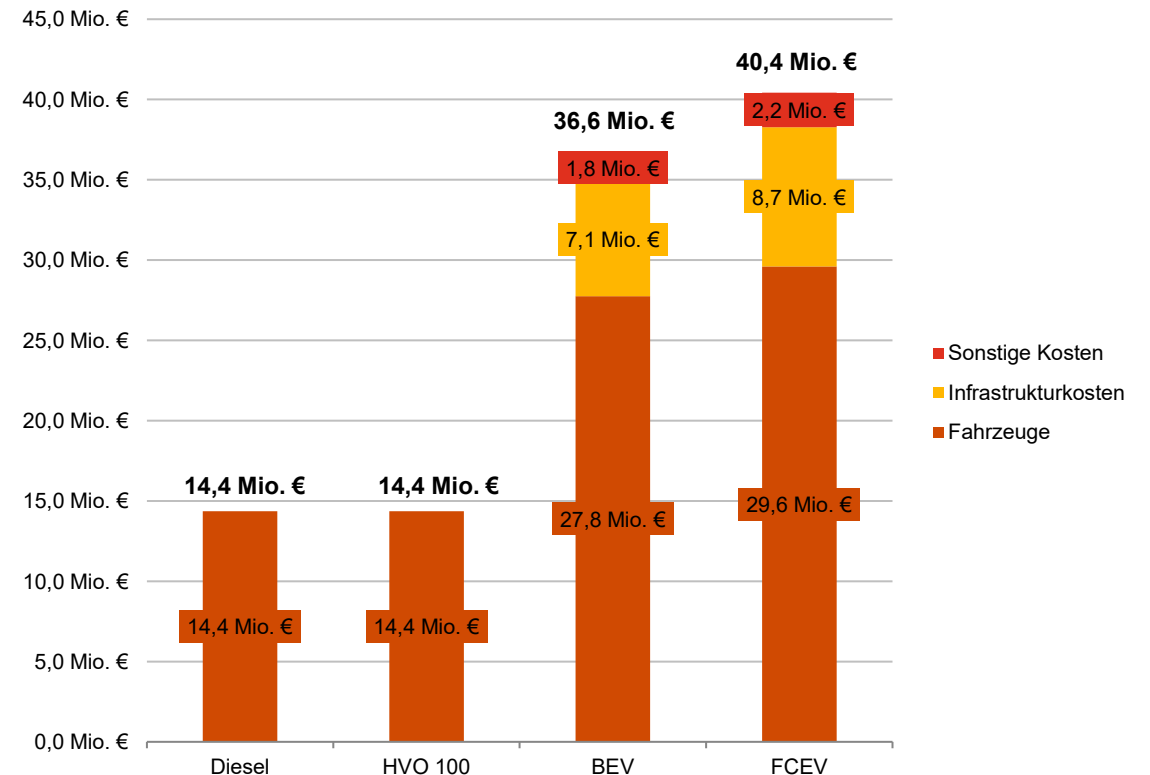
- Investitionen Fahrzeuge (lineare Abschreibung)
- Investitionen Lade-/Betankungsinfrastruktur (Abschreibungen)
- Betriebskosten Instandhaltung
- Betriebskosten Treibenergie (Diesel, HVO100, Strom, H2)

Finanzierungsbedarf, ohne Förderung

Investitionskosten Falkenhagen

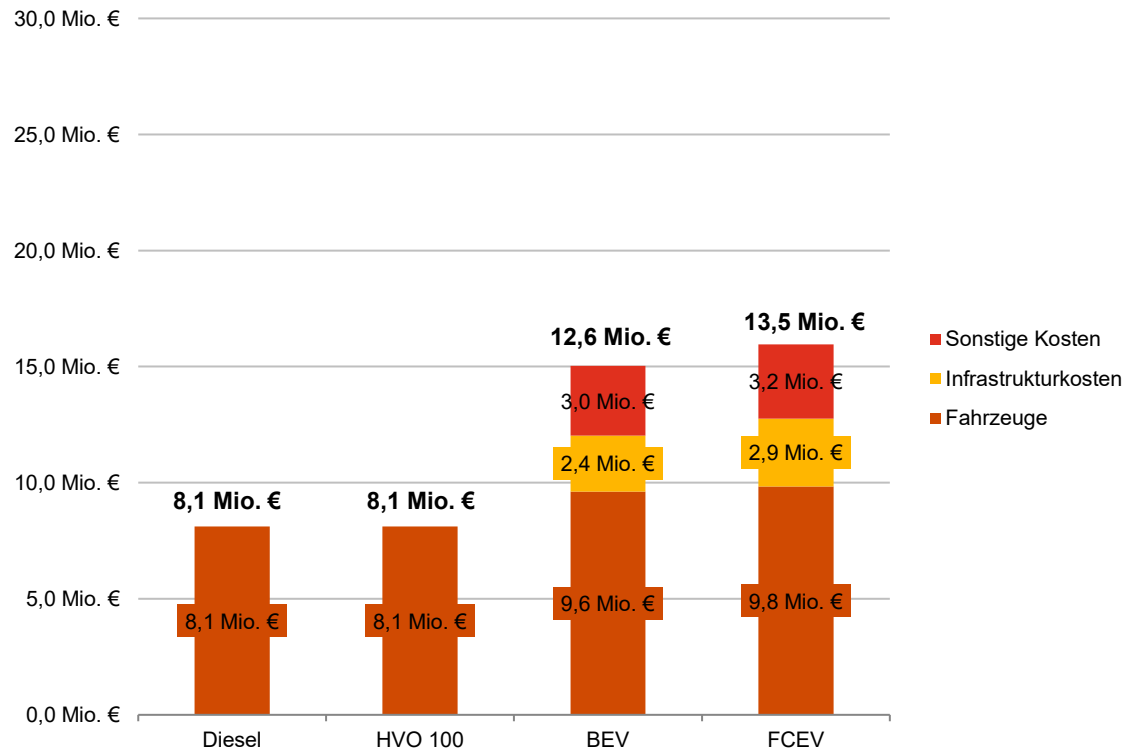


Investitionskosten Weisen

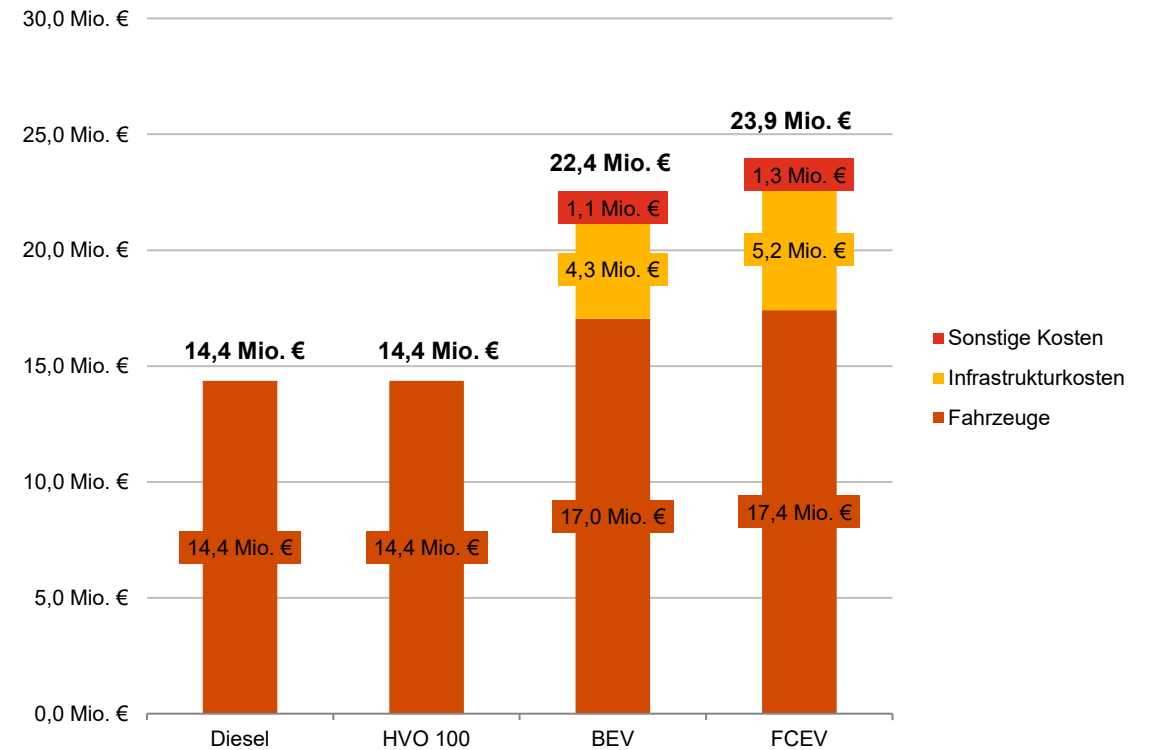


Finanzierungsbedarf, mit Förderung

Investitionskosten Falkenhagen



Investitionskosten Weisen



Betrachtung des On Demand Verkehr – auch „Vans“ sind als Fahrzeugklassen M2 von der CVD betroffen

1

Die Clean Vehicles Directive (EU-Richtlinie 2019/1161) verpflichtet öffentliche Auftraggeber – einschließlich Landkreisen sowie von ihnen beauftragten Verkehrsunternehmen – zur Einhaltung verbindlicher Mindestziele bei der Beschaffung sauberer bzw. emissionsfreier Fahrzeuge. On-Demand-Fahrzeuge der Fahrzeugklasse M1 (Pkw/eVans), die im Rahmen des öffentlichen Personennahverkehrs eingesetzt werden (z. B. als Rufbus- oder Shuttleangebote), fallen ausdrücklich unter den Anwendungsbereich der Richtlinie und sind bei der Quotenerfüllung zu berücksichtigen.

2

Für Fahrzeuge der Klasse M1 gilt, dass im Referenzzeitraum 2021–2025 mindestens 38,5 % der neu beschafften Fahrzeuge als „sauber“ einzustufen sein müssen. Ab der zweiten Beschaffungsperiode 2026–2030 verschärfen sich die Anforderungen deutlich: In diesem Zeitraum gelten nur noch emissionsfreie Fahrzeuge (0 g CO₂/km) als „sauber“. Damit erfüllen batterieelektrische eVans die gesetzlichen Vorgaben vollständig und zählen zu 100 % als emissionsfrei. Ihre Beschaffung leistet somit einen direkten und uneingeschränkten Beitrag zur Zielerreichung nach CVD und SaubFahrzeugBeschG.

3

Die Vorgaben der CVD entfalten ihre Wirkung über das Vergaberecht. Dies bedeutet, dass die Quoten nicht nur bei der Eigenbeschaffung durch den Landkreis, sondern auch bei der Vergabe von Verkehrsleistungen an externe Betreiber einzuhalten sind. Werden On-Demand-Leistungen vertraglich an Drittanbieter vergeben, ist der Aufgabenträger verpflichtet, die CVD-Vorgaben gesamthaft sicherzustellen, indem im Verkehrsvertrag ein ausreichender Anteil sauberer bzw. emissionsfreier M1-Fahrzeuge verbindlich vorgegeben wird. On-Demand-Verkehre sind damit vollumfänglich CVD-relevant und erfordern – analog zum Linienverkehr – eine frühzeitige und vorausschauende Beschaffungs- bzw. Einsatzplanung für emissionsfreie Fahrzeuge.

4

Vor diesem Hintergrund sollte der Landkreis die Einführung von On-Demand-Verkehren strategisch mit der Flottenmodernisierung im ÖPNV verknüpfen. Durch den gezielten Einsatz batterieelektrischer eVans im Ruf- und On-Demand-Verkehr kann der Landkreis die gesetzlichen Mindestquoten komfortabel erfüllen oder sogar übererfüllen. Jedes zusätzlich eingesetzte emissionsfreie On-Demand-Fahrzeug erhöht den Anteil „sauberer“ Fahrzeuge im Sinne der CVD und reduziert zugleich den Handlungsdruck bei künftigen Beschaffungen und Vergaben. CVD-konforme eVans im On-Demand-Verkehr stellen damit einen zentralen Baustein einer rechtskonformen, nachhaltigen und zukunftsfähigen ÖPNV-Strategie des Landkreises dar.

Betrachtung des On Demand Verkehr – auch „Vans“ sind als Fahrzeugklassen M2 von der CVD betroffen



1

Prämissen LK Prignitz

- Vollkosten pro Fahrzeug-h: 55 €
- Fahrzeuganzahl: 22
- Fahrzeug-h gemäß On-Demand-Konzept: 142.811 h

2

Kalkulation

- Unter den getroffenen Prämissen würde der On-Demand-Verkehr pro Jahr ca. 7,9 Mio. € kosten. Dies entspricht Kosten i. H. v. ca. 357.000 € pro Fahrzeug exkl. Ladeinfrastruktur und den zugehörigen Kosten für Planung und Projektmanagement. Diese sind bereits in der Kosten-Betrachtung der Standort enthalten.

3

Schlussfolgerung

- Der On-Demand-Verkehr ist mit hohen spezifischen Betriebskosten verbunden, insbesondere aufgrund der langen Betriebszeiten und der Vorhaltung von Fahrzeugen auch in nachfrageschwachen Zeiträumen. Gleichzeitig leistet der Einsatz batterieelektrischer On-Demand-Fahrzeuge einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der Beschaffungsquoten gemäß Clean Vehicles Directive (CVD). Erlöse aus dem THG-Quotenhandel können die Mehrkosten zwar nur in begrenztem Umfang kompensieren, stellen jedoch einen ergänzenden, systematisch nutzbaren Finanzierungsbaustein dar.

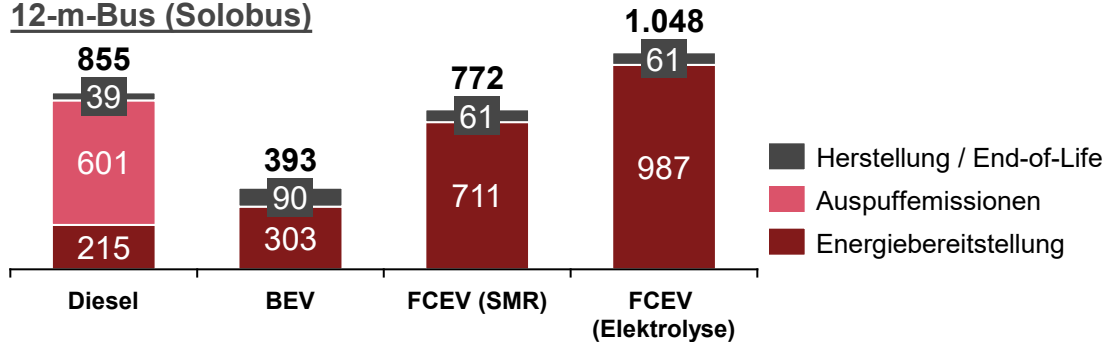
THG-Einsparungen

Fokusthema

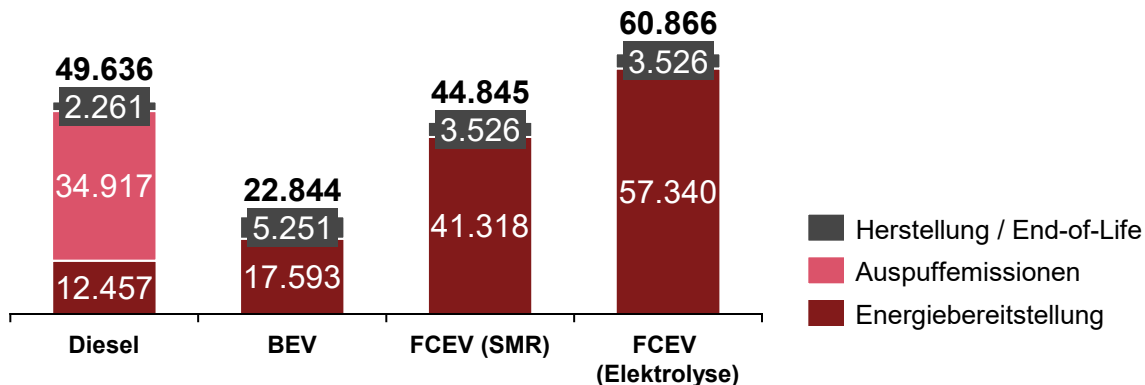
Batteriebusse erzielen die mit Abstand höchsten CO₂-Einsparungen

Abschätzung Emissionen für die Fahrzeuglebensdauer - in t CO₂e

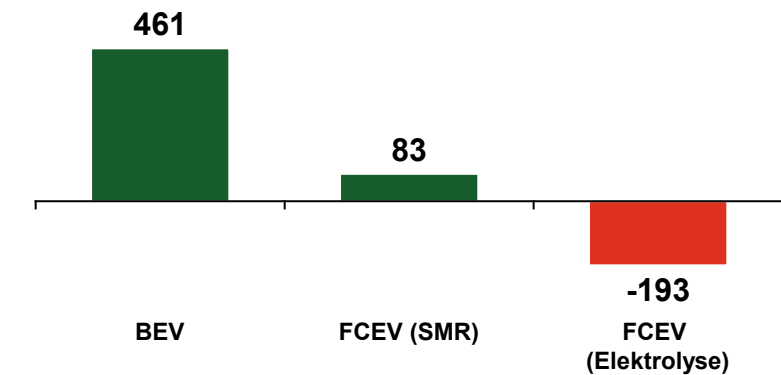
12-m-Bus (Solobus)



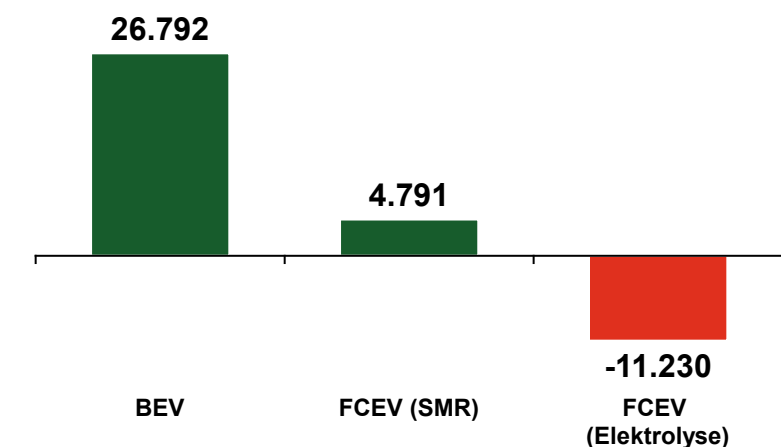
Abschätzung Emissionen für das neugeplante Leistungsbild im LK Prignitz für die Fahrzeuglebensdauer (Basis Fahrplan-Kilometer gem. Folie 36) in t CO₂e



Abschätzung Einsparpotential in t CO₂e

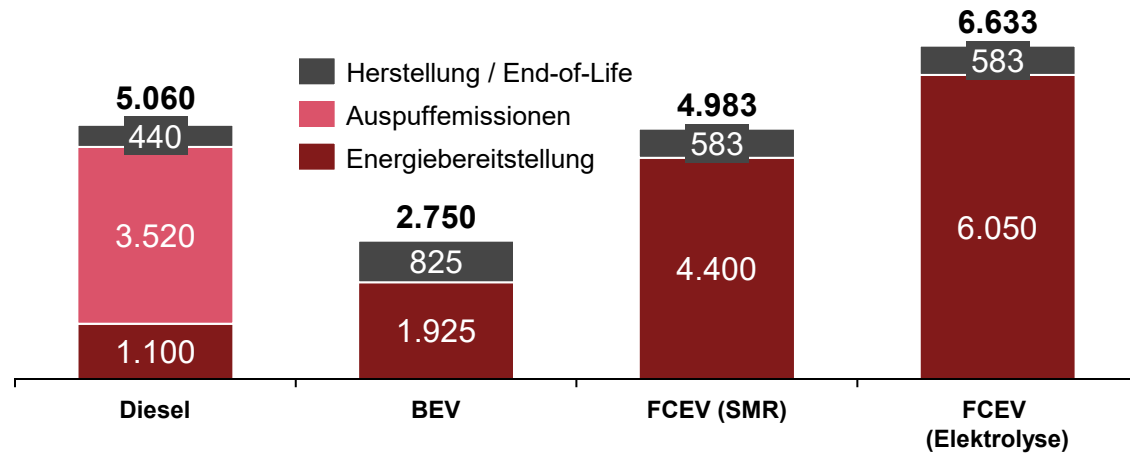


Abschätzung Einsparpotential in t CO₂e

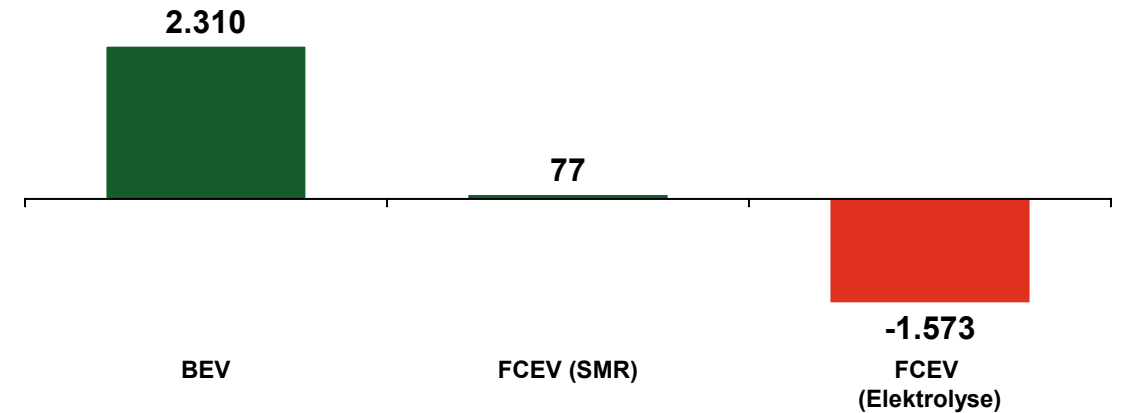


CO₂-Einsparungen im On-Demand-Verkehr

Abschätzung Emissionen für die Fahrzeuglebensdauer von 22 Fzg. in t CO₂e



Abschätzung Einsparpotential für 22 Fzg. in t CO₂e



Durch die Umstellung auf einen emissionsfreien On-Demand-Verkehr könnten über die Fahrzeuglebensdauer der Flotte hinweg 2.310 t CO₂ eingespart werden.

Förderung und Betriebskostenoptimierung

Fokusthema

Es bestehen unterschiedliche Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten bei der Einführung von E-Bussen – eine neue Bundesförderung soll zeitnah veröffentlicht werden



BMV: Förderung der Anschaffung von Elektrobussen im ÖPNV

geplante Förderung von 80 % der Mehrkosten von E-Bussen und 40 % der Kosten für Ladeinfrastruktur

Programm-Neuaufgabe in Kürze erwartet !!!



KfW: Investitionskredit „Nachhaltige Mobilität“ (268/269)

zinsvergünstigte Darlehen für die Beschaffung von E-Bussen sowie Ladeinfrastruktur



Energiefinanzierungsgesetz: §38

Reduzierung der Stromumlagen



Stromsteuergesetz (StromStG): §9c

Entlastung der Stromsteuer

THG-Quotenhandel

Erzielung von Erlösen durch Teilnahme am THG-Quotenhandel



Durch den THG-Quoten-Handel sind zusätzliche Erlöse von ~ 5 - 15 T€ pro Batteriebus und Jahr *möglich*



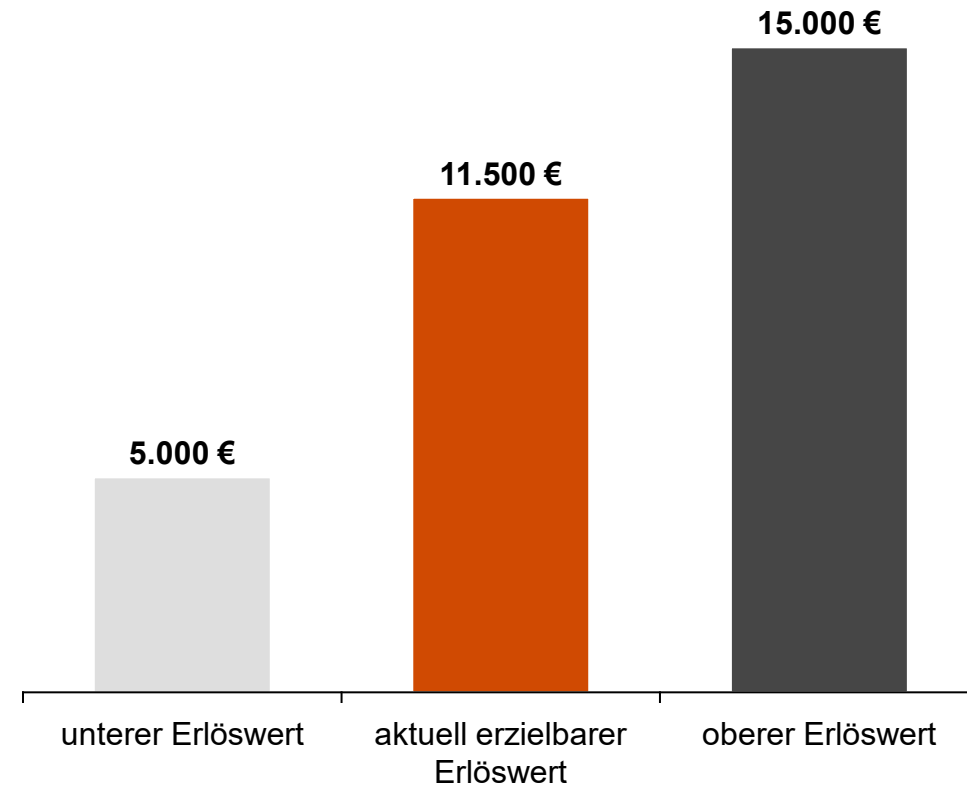
Der Quotenpreis ist insbesondere abhängig von der jährlichen THG-Quote und dem vorherrschenden Marktpreis je Tonne CO₂

Berechnung je Fahrzeug

- 1. Netto-THG-Minderung [t CO₂]**
Berechnung mit: THG-Emissionen Kraftstoff, THG-Quote, THG-Emissionen Strommix, Faktor Antriebseffizienz, durchschnittlicher Verbrauch nach Fahrzeugklasse
- 2. Quotenpreis**
= Netto-THG-Minderung [t CO₂] * Preis/ Tonne CO₂ [€ / t CO₂]
- 3. effektiver Erlös**
= Quotenpreis – (Quotenpreis * Provision Zwischenhändler)

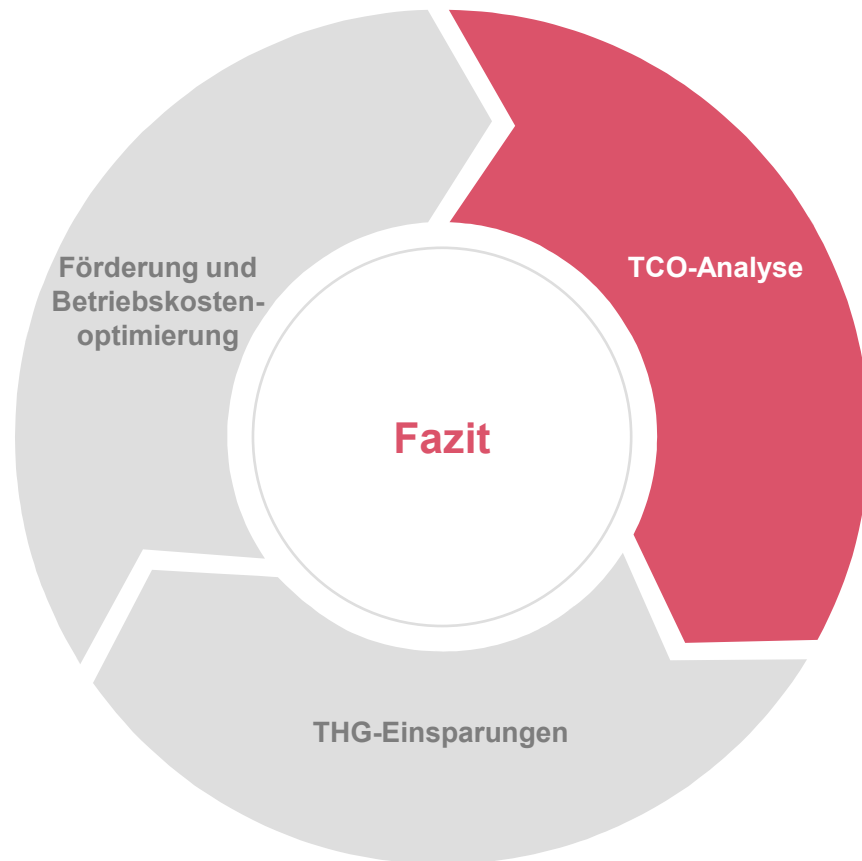


Provisionen liegen je nach Zwischenhändler bei 10 – 20 % des Quotenpreises



Fazit

TCO-Analyse

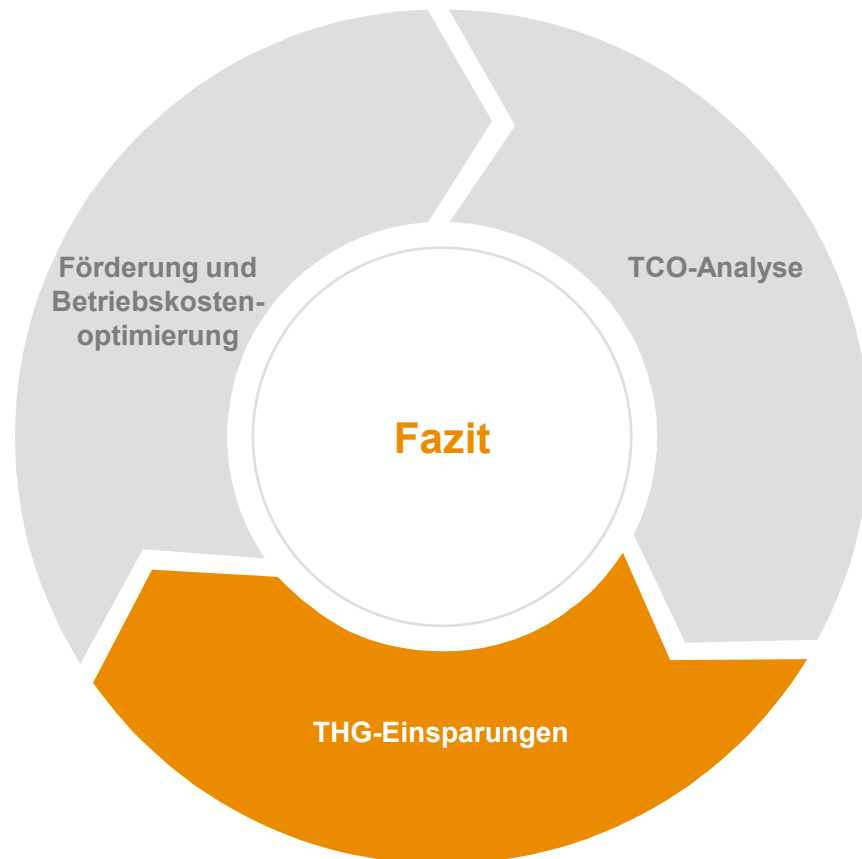


TCO-Analyse

- **BEV sind die wirtschaftlich günstigste emissionsfreie Antriebsoption** über alle Betrachtungsjahre (2026, 2030, 2035).
- **FCEV sind durch hohe Wasserstoffkosten und geringere Energieeffizienz deutlich teurer** als BEV.
- **HVO100** kann Diesel kurzfristig-mittelfristig sinnvoll ersetzen und zur Erfüllung der „sauberen“ CVD-Quote beitragen
- Die Mehrinvestitionen für BEV können **nicht vollständig durch geringere Energiekosten kompensiert werden**, bleiben aber im Vergleich zu FCEV moderat.
- Break-Even-Analysen zeigen:
 - Wasserstoffpreise müssten extrem sinken ($\approx 2,6\text{--}2,9 \text{ €/kg}$), um FCEV wettbewerbsfähig zu machen.
 - Strompreise müssten sich mehr als verdoppeln, damit BEV ihre Kostenvorteile verlieren.

Fazit

THG-Einsparungen

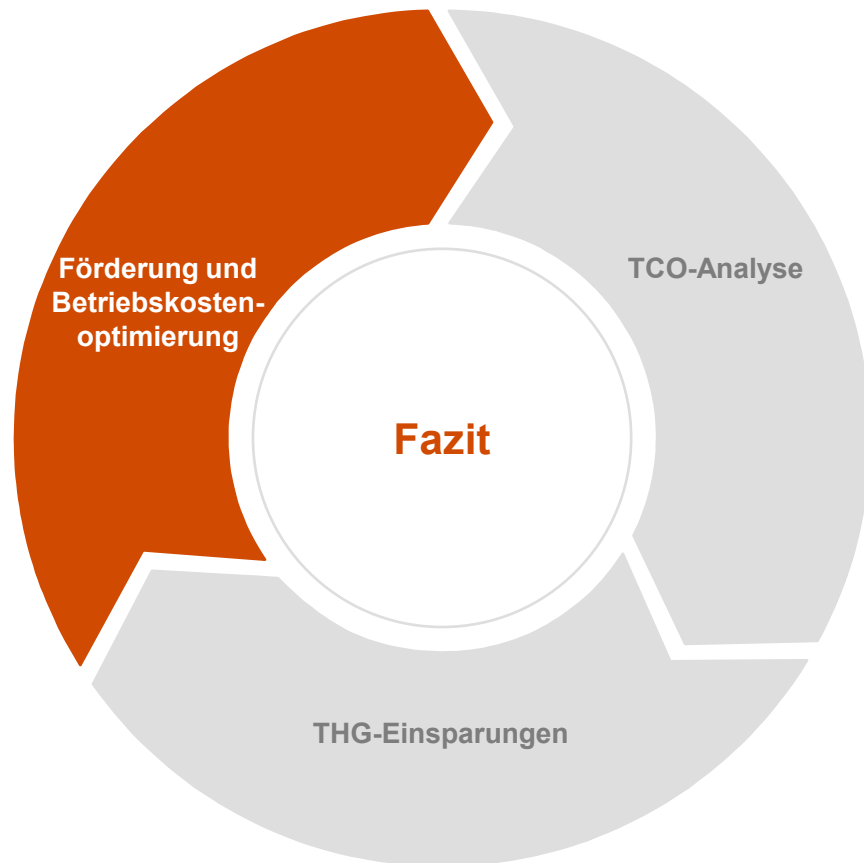


THG-Einsparungen

- **BEV erzielen die höchsten CO₂-Einsparungen.**
- Ein 12-m-Dieselsbus verursacht über den Lebenszyklus rund **1.300 g CO₂e/km**, ein BEV etwa **600 g CO₂e/km**.
- Bei 18-m-Bussen ist der Unterschied noch deutlicher.
- **FCEV schneiden stark abhängig von der Wasserstoffherkunft ab:**
 - SMR-Wasserstoff: nur begrenzte Einsparungen gegenüber Diesel (Annahme Strommix)
 - Elektrolyse-Wasserstoff: teilweise sogar höhere Emissionen als Diesel (Annahme Strommix)
- Batterieherstellung erhöht zwar die Herstellungs-Emissionen, wird aber durch **den emissionsfreien Betrieb deutlich überkompensiert.**

Fazit

Förderung und Betriebskostenoptimierung



Förderung und Betriebskostenoptimierung

■ Bundesförderung Elektrobusse:

- bis zu **80 % der Mehrkosten** für Fahrzeuge
- **40 % für Lade-/Tankinfrastruktur**

■ KfW-Kredite für nachhaltige Mobilität

■ betriebliche Entlastungen:

- reduzierte Stromumlagen (EnFG §38)
- Stromsteuerentlastung (StromStG §9c)

■ THG-Quotenhandel:

- zusätzliche Erlöse von **ca. 5–15 T€ pro Batteriebus und Jahr**

6

Schlussfolgerungen und
Handlungsempfehlungen



Die technischen Analysen belegen, dass **alle geplanten Umläufe bereits heute mit batterieelektrischen Fahrzeugen zuverlässig abbildbar sind**. Weder Reichweiten noch Ladezeiten stellen unter den gegebenen Umlauf- und Betriebshofbedingungen ein Hemmnis dar. Auch aus betrieblicher Sicht ergeben sich keine relevanten Nachteile: Es ist **kein zusätzlicher Fahrzeug- oder Personalbedarf erforderlich** und die bisher bestehenden Betriebshofstrukturen sind grundsätzlich für den Einsatz von E-Bussen geeignet. Für die Umsetzung des Umlaufplans ist jedoch die Einrichtung eines neuen Betriebshofs in Prignitz-Falkenhagen erforderlich. Dies gilt unabhängig von der Antriebstechnologie für emissionsfreie und konventionelle Fahrzeuge.

Die wirtschaftliche Analyse zeigt klar, dass **BEV** für den Landkreis die **wirtschaftlich günstigste emissionsfreie Antriebsoption** darstellen. Zwar liegen die Investitionskosten für Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur über denen konventioneller Dieselmotoren, diese Mehrkosten werden jedoch über die Lebensdauer durch deutlich geringere Energie- und Instandhaltungskosten teilweise kompensiert. **Im Vergleich zu Brennstoffzellenbussen** ergeben sich bis 2035 **signifikante Kostenvorteile** von mehr als 0,44 €/Fahrplankilometer. Damit sind **BEV** aus wirtschaftlicher Sicht die **bevorzugte Technologie** für die Transformation der Busflotte.






Eine **sukzessive Beschaffung der Fahrzeuge** und ein **stufenweiser Aufbau der Ladeinfrastruktur** ermöglichen es, die finanziellen Belastungen über mehrere Jahre zu verteilen. Gleichzeitig können so die **gesetzlichen Mindestanforderungen** aus CVD und SaubFahrzeugBeschG eingehalten werden, **ohne frühzeitig hohe Mehrkosten auszulösen**. Der schrittweise Ansatz erlaubt es zudem, **technologische Weiterentwicklungen, Marktreifeeffekte und zukünftige Förderprogramme** gezielt zu berücksichtigen und in die Beschaffungsstrategie einzubeziehen.

Die Elektrifizierung auf Basis von Batteriebussen bietet eine **hohe Flexibilität in der Umsetzung**. Durch die **modulare Installation** einzelner Ladepunkte kann die Infrastruktur **bedarfsgerecht mit dem Flottenhochlauf mitwachsen**. Gleichzeitig unterstützt dieser Ansatz die langfristigen **Klimaziele des Bundes**, da batterieelektrische Busse über den gesamten Lebenszyklus **deutliche CO₂-Einsparungen** erzielen.

Insgesamt ermöglicht der BEV-Ansatz eine planbare, risikoarme und nachhaltige Transformation des ÖPNV.





Für die Umsetzung des Umlaufplans ist die Einrichtung eines **neuen Betriebshofs in Prignitz-Falkenhagen erforderlich. Dies gilt unabhängig von der Antriebstechnologie** für emissionsfreie und konventionelle Fahrzeuge.

Das benannte Grundstück ist auf Konzeptebene sehr gut für den Aufbau eines Betriebshofs geeignet. Im Zuge eines (unvermeidbaren) Neubaus können die Anforderungen an elektrische Ladeinfrastruktur (oder H₂ Tankanlagen) bereits in frühen Planungsphasen berücksichtigt werden.

Ihre Ansprechpartner



Maximilian Rohs
Director
Public Transport Leader
PwC Düsseldorf

Georg-Glock-Straße 22
40474 Düsseldorf
Tel. +49 211 981-4252
Mobil +49 170 2210268
maximilian.rohs@de.pwc.com



Felix Krewerth
Manager
PwC Düsseldorf

Georg-Glock-Straße 22
40474 Düsseldorf
Tel. +49 211 9814-382
Mobil +49 160 6200709
felix.krewerth@pwc.com



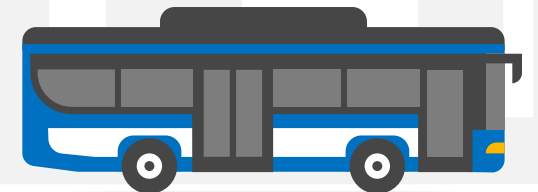
Jürgen Langwost
Geschäftsführer Technik
eebc European Electrical
Bus Company GmbH

Haus Gravener Str. 159
40764 Langenfeld
Tel. +49 2173 893 2873
Mobil +49 172 4016655
j.langwost@eebc.gmbh



Dr. Jan Eller
Principal, Strategy
Via Mobility DE GmbH

Chausseestraße 19,
10115 Berlin Mobil
+49 1578 555 3089
jan.eller@ridewithvia.com



Vielen Dank.

[pwc.de](https://www.pwc.de)

© 2026 PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.

Alle Rechte vorbehalten. "PwC" bezeichnet in diesem Dokument die PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, die eine Mitgliedsgesellschaft der PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL) ist. Jede der Mitgliedsgesellschaften der PwCIL ist eine rechtlich selbstständige Gesellschaft.