

Elektrifizierung im ÖPNV – Flottentransformation wirtschaftlich gestalten

Impulspapier | 18.11.2025

RAMBOLL

civity Management
Consultants



Verschiedene regulatorische Trends führen zu einer dramatischen Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit von Dieselnissen in der nächsten Dekade

CVD-Regulierung



- Die **CVD-Verordnung** legt **Standards** für Gemeinden bezüglich der **Anteile** von **emissionsfreien** Bussen fest
- **Bis 2030 müssen 45%** der neuen Fahrzeuge **lokal emissionsfrei** und 65 % sauber sein
- Eine **Verschärfung** der Vorgaben **nach 2030** wird erwartet



Politische Vorgabe der Beschaffungsquoten

Herstellervorgaben



- Neben der CVD gibt es für die **Hersteller Vorgaben** der EU bezüglich einzuhaltender **Flottengrenzwerte**
- **Stadtbusse** müssen demnach bis **2035 emissionsfrei** sein
- Zudem werden **Grenzwerte** durch die Einführung der **Euro-7-Norm** verschärft



Langfristige Angleichung der Beschaffungspreise

EU-Emissionshandel



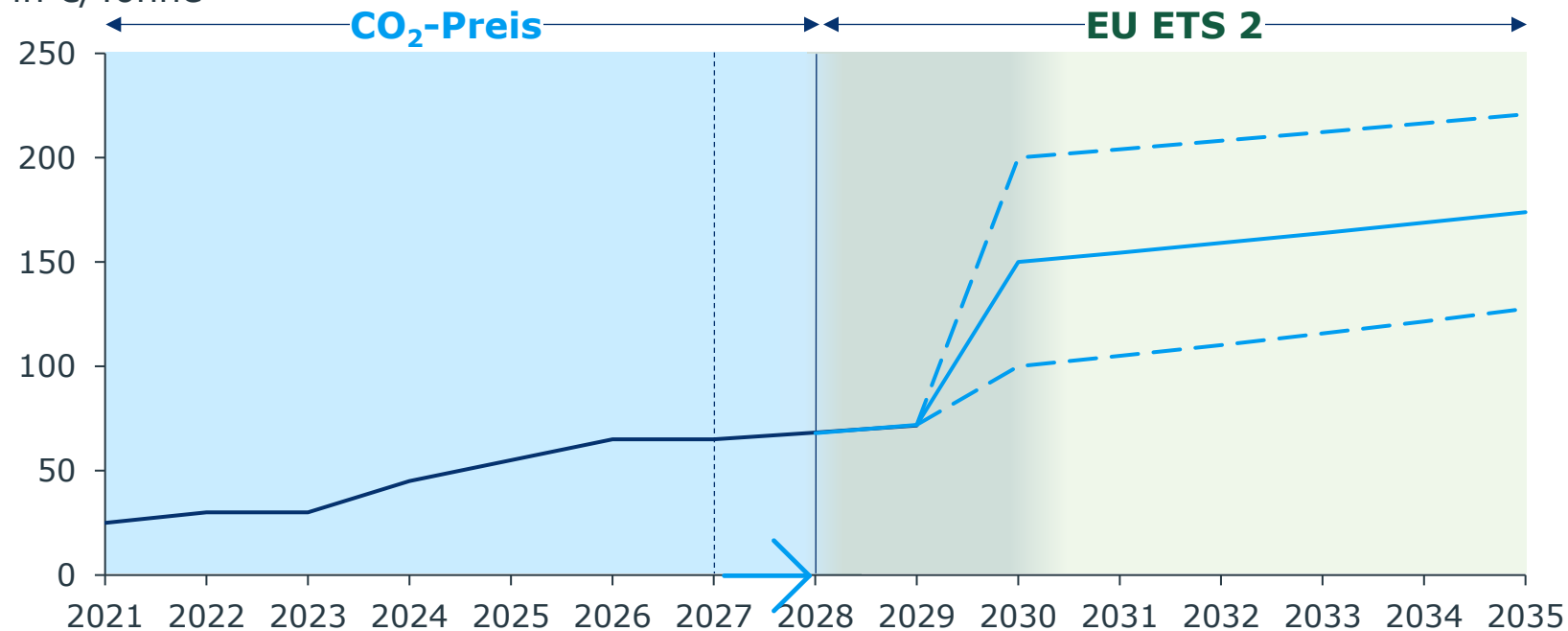
- Einführung des **CO₂-Preises** in **2021** hat **Kraftstoffe** in Deutschland bereits verteuert
- **Ab 2027** wird der nationale CO₂-Preis auf Dieselmkraftstoffe in das **Emissionshandelssystem EU-ETS 2** überführt
- **CO₂-Preis** im EU-ETS 2 bildet sich am Markt; dabei wird **ab 2030** ein deutlicher Anstieg des Preises auf **bis zu 200 € erwartet**



Steigende Betriebskosten für den Dieselbus

Ein deutlicher Anstieg des CO₂-Preises für Dieselkraftstoff im Rahmen des EU ETS 2 wird ab 2030 erwartet

Entwicklung CO₂-Preis für Dieselkraftstoff
in €/Tonne



Nationaler CO₂-Preis

- Preis politisch **festgelegt**
- Soll **2027 in Zertifikatehandel EU ETS 2 überführt** werden
- Bei **Verschiebung** des **EU ETS 2** wird **CO₂-Preis** in Deutschland durch **EU ETS 1 Preis** gesteuert

EU ETS 2

- **Frontloading** von Zertifikaten und **Marktstabilitätsreserve** als politische Instrumente sollen **Preis zu Einführung niedrig** halten
- Deutlicher **Anstieg** des Preises daher erst **ab 2030 erwartet**

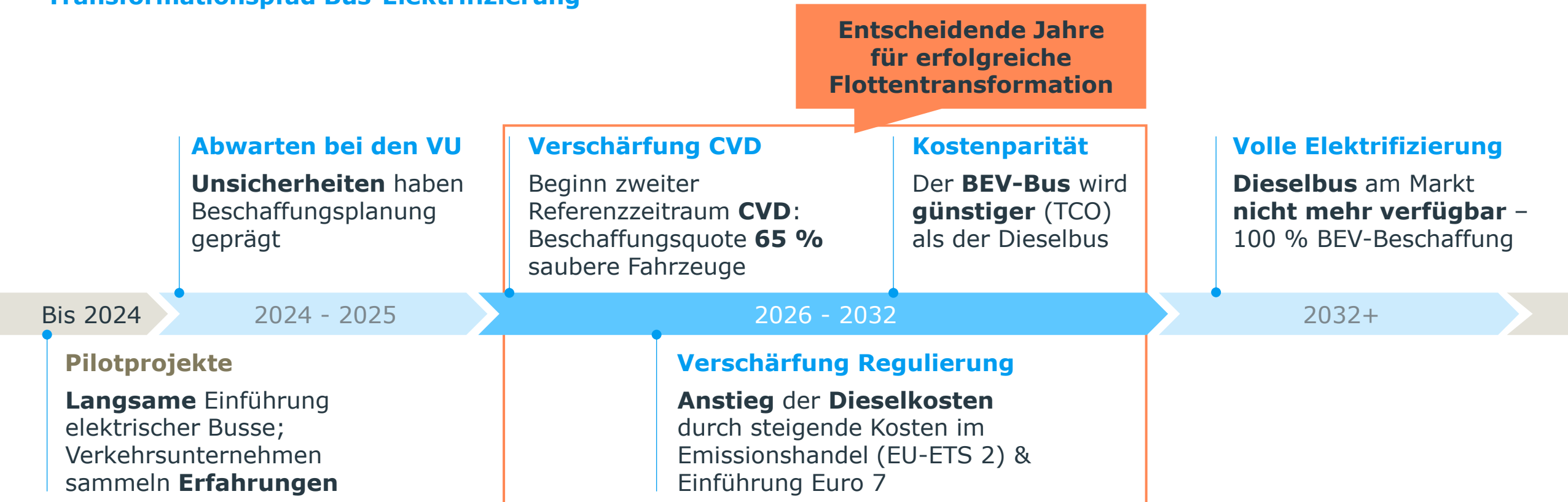


Durch den bestehenden CO₂-Preis in Deutschland und dem erwarteten niedrigen Preispfad bis 2030 hat eine Verschiebung der Einführung von EU ETS 2 kaum Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von E-Bussen im ÖPNV

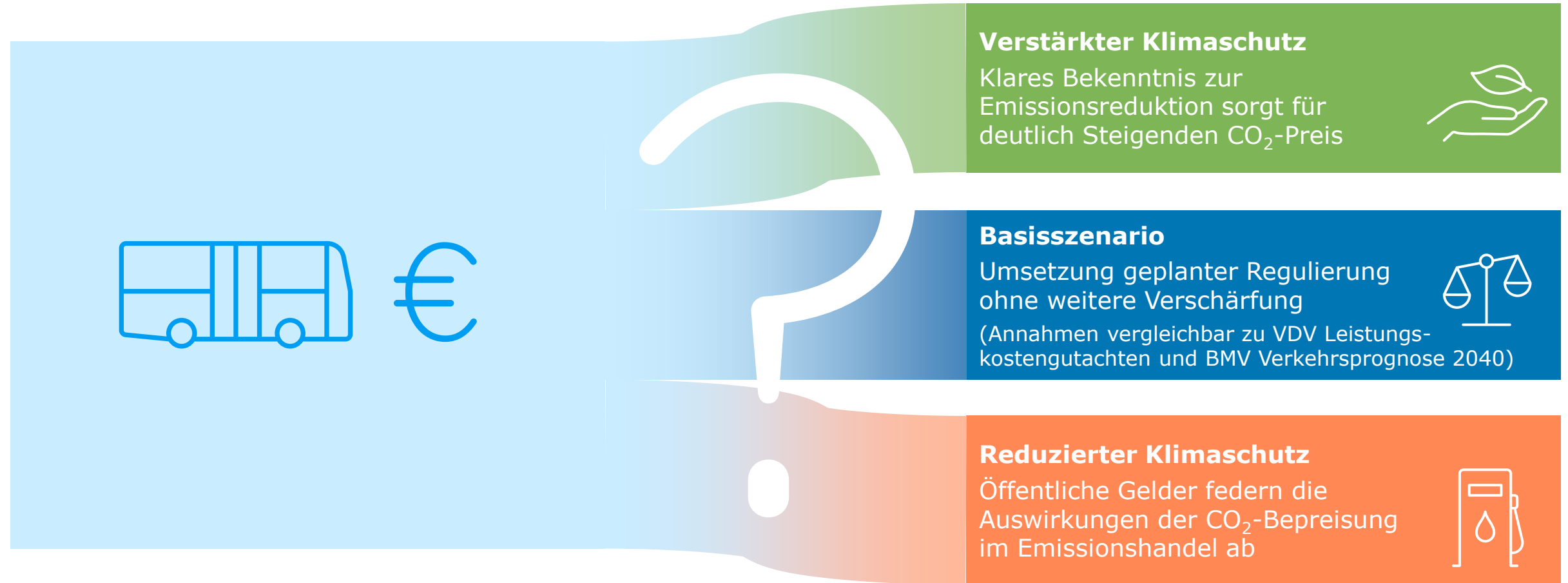
— CO₂-Preis — Prognose Preisentwicklung im EU ETS 2

Für die erfolgreiche Transformation der Verkehrsunternehmen werden die nächsten fünf Jahre entscheidend sein

Transformationspfad Bus-Elektrifizierung



Grundlage der Transformation muss eine szenariobasierte Wirtschaftlichkeitsanalyse bilden – drei Pfade der externen Rahmenbedingungen denkbar



Das Flottenbeschaffungsmodell betrachtet über die reinen Beschaffungskosten hinaus die Total Cost of Ownership über den gesamten Lebenszyklus

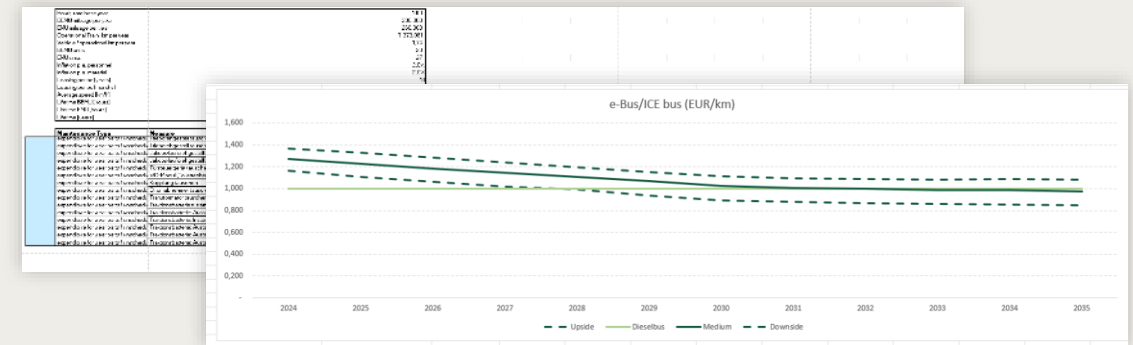


Ausgangssituation der ÖPNV-Branche

- **Weniger als 10 % der 50.000 Busse im ÖPNV** sind heute lokal **emissionsfrei unterwegs**
- Die **Technologie-Entscheidung** ist klar zugunsten **batterieelektrischer Busse gefallen**
- **Angespannte Finanzierungslage** und zweitweise ausgesetzte Förderung haben **Beschaffungen verzögert und ausgesetzt**
- Die **Transformation** zu batterieelektrischen Bussen **kann jedoch nicht verschleppt werden**
- Nicht zuletzt aufgrund **weiterhin knapper Fördermittel** braucht es in Zeiten **angespannter Finanzierungslage** eine umfassende **Wirtschaftlichkeitsanalyse** als Grundlage einer **Beschaffungs- und Transformationsstrategie**



TCO-Flottenbeschaffungsmodell



Vergleich TCO E-Bus vs. Dieselbus je Beschaffungsjahr



Betrachtung aller Kosten über Fahrzeuglebensdauer inklusive Infrastrukturkosten



Basierend auf aktuellen Marktdaten und Forecasts



Modell flexibel an Flottenstruktur und Rahmenbedingungen anpassbar

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des E-Bus sind geringere Betriebskosten im Vergleich zum Dieselbus – Energiekosten werden zentraler Werttreiber

Kostenentwicklung	Basisszenario 	Verstärkter Klimaschutz 	Reduzierter Klimaschutz 
 Fahrzeugpreis Dieselbus	↗	↗	↗
 Fahrzeugpreis E-Bus	↘	↓	↗
 EU-ETS 2	↗	↑	→
 Dieselpreis	→	↗	↘
 Strompreis	→	↘	↗
 Ladeinfrastruktur	→	→	→

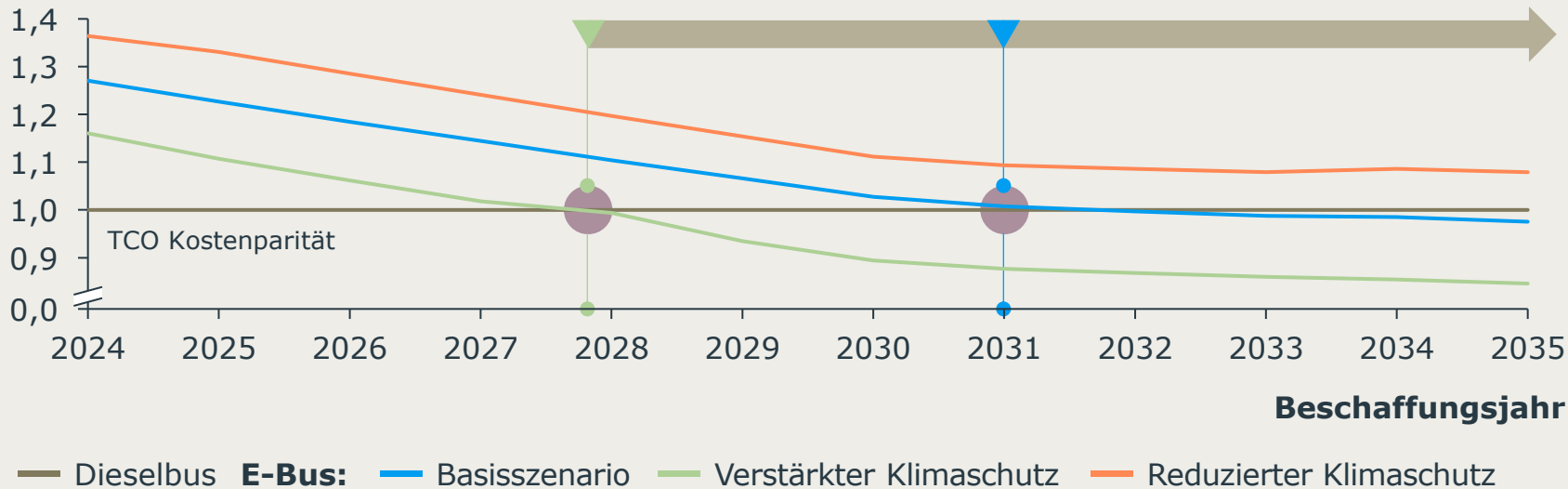
→ **Höhere Kapitalkosten für E-Busse müssen sich langfristig durch geringere Betriebskosten rechnen**

Ohne Fördermittel wird der E-Bus für kommunale Betreiber spätestens für Beschaffungen ab 2031 wirtschaftlicher als der Dieselbus sein

Generalisierter Kostenvergleich BEV- vs. Dieselbus (Solobus)

für kommunale Verkehrsunternehmen

Kostenverhältnis



Erläuterung

- **Dargestellt** ist das **Kostenverhältnis (TCO)** zwischen der Beschaffung eines **BEV-Bus** normiert auf die Beschaffung eines **Dieseldibusses** (=1) je Beschaffungsjahr
- Unterstellt ist die Beschaffung eines **12m Solobus**
- **Alle Werte** sind auf den **Gegenwartswert** abgezinst
- Es sind **keine Fördergelder** für Fahrzeuge oder Infrastruktur unterstellt



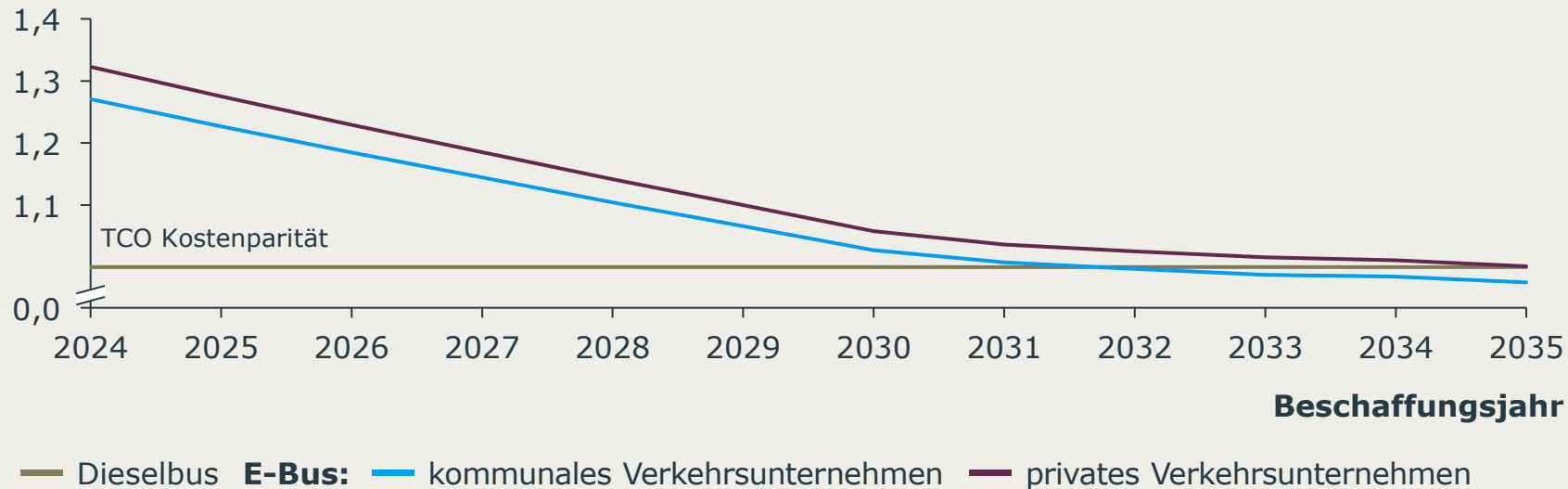
Je nach Szenario kann der batterieelektrische Bus bereits für Beschaffungen deutlich vor 2031 auch ohne Fördermittel die wirtschaftlichere Alternative als der Dieselbus sein

Für private Betreiber dauert es hingegen bis zum Jahr 2035, bis die Beschaffung von E-Bussen im Basisszenario wirtschaftlich günstiger wird

Generalisierter Kostenvergleich BEV- vs. Dieselbus (Solobus)

Private vs. Kommunale Verkehrsunternehmen

Kostenverhältnis



Erläuterung

- TCO-Kostenvergleich **kommunaler und privater Verkehrsunternehmen** unter **Anwendung des Basis-szenarios**
- **Private Betreiber** haben im Vergleich zu kommunalen **höhere gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten**
- Aufgrund der hohen **Kapitalintensität** von E-Bussen wird **Break-Even** bei privaten Betreibern erst **später** erreicht



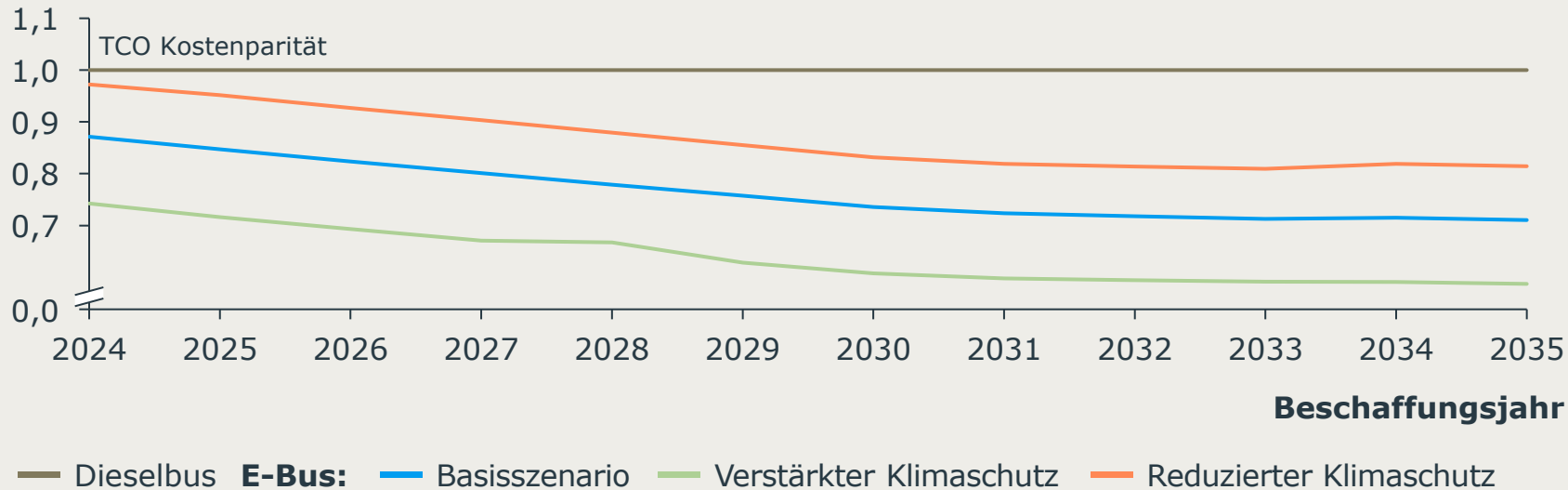
Kommunale Betreiber sind gegenüber privaten Verkehrsunternehmen im Vorteil und sind an der Spitze der Elektrifizierungsbemühungen im ÖPNV

Mit üblicher Fahrzeugförderung von 80% der Mehrkosten des Beschaffungspreises ist der E-Bus bereits heute in allen vorstellbaren Szenarien die wirtschaftlichere Alternative

Generalisierter Kostenvergleich BEV- vs. Dieselbus (Solobus)

für kommunale Verkehrsunternehmen, inkl. Fahrzeugförderung

Kostenverhältnis



Erläuterung

- Für die Unternehmen des **ÖPNV** gibt es unterschiedliche **Bundes- und Landesförderprogramme**
- Gefördert** werden sowohl **Fahrzeugbeschaffungen** als auch **Ladeinfrastruktur**
- Unter Annahme einer üblichen **Fahrzeugförderung von 80%** der Mehrkosten ggü. einem Dieselbus ist der **E-Bus bereits bei heutigen Beschaffungen wirtschaftlicher** für die Verkehrsunternehmen



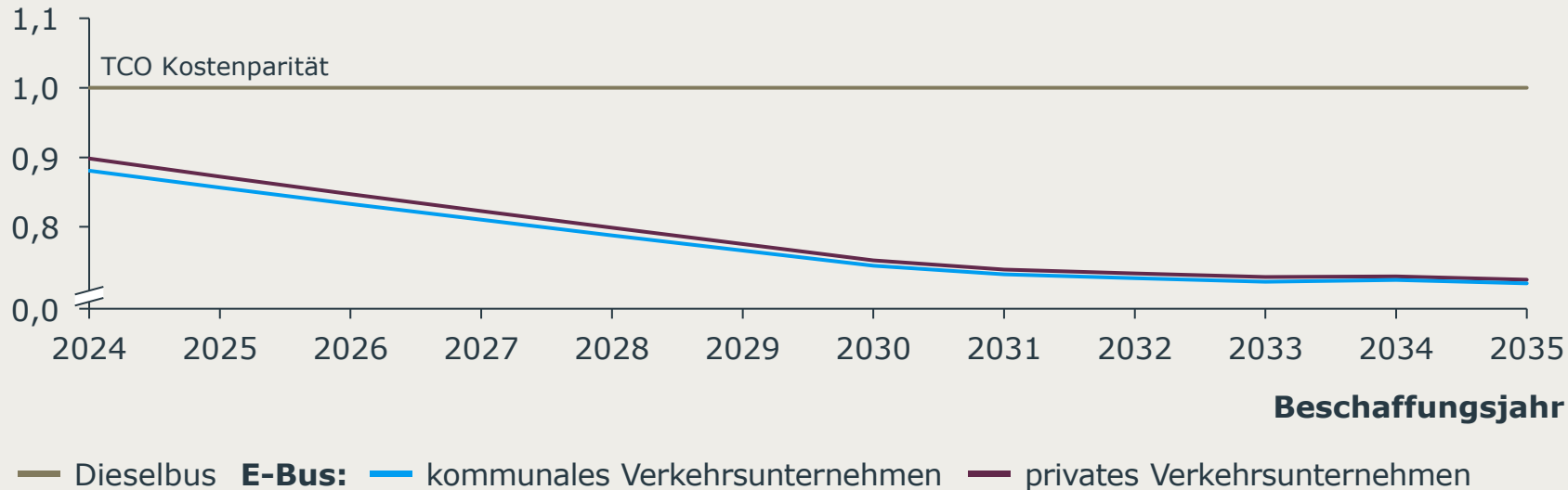
Der optimale Fördersatz ist unternehmensindividuell zu bestimmen, um bei limitierten Fördermitteln den größtmöglichen Nutzen zu erzielen

Bei der Förderung der Fahrzeugbeschaffung von privaten Betreibern ist der Kostenunterschied zwischen kommunalen und privaten Betreibern marginal

Generalisierter Kostenvergleich BEV- vs. Dieselbus (Solobus)

Private vs. Kommunale Verkehrsunternehmen, inkl. Fahrzeugförderung

Kostenverhältnis



Erläuterung

- Die **Fahrzeugförderung reduziert** die **Kapitalkosten** für der Fahrzeugbeschaffung
- Dies **mindert** den **Einfluss** der erwarteten **Kapitalrendite** auf die Gesamtkosten
- Dadurch **gleichen** sich die **TCO zwischen privaten und kommunalen Verkehrsunternehmen** unter Berücksichtigung von Fördermitteln deutlich **an**



Für eine wirtschaftliche Transformation der Fahrzeugflotten privater Verkehrsunternehmen bedarf es weiterhin ausreichend Fördermittel für private Busunternehmen

Entscheidend für die tatsächliche Kostenentwicklung und eine wirtschaftliche Beschaffungsstrategie ist die jeweilige Ausgangslage der Verkehrsunternehmen

Einflussfaktoren / Rahmenbedingungen



Fahrzeugflotte und **Flottenstruktur**



Alter und Rahmenbedingungen **Betriebshof**



Werkstatt- und Instandhaltungskapazitäten



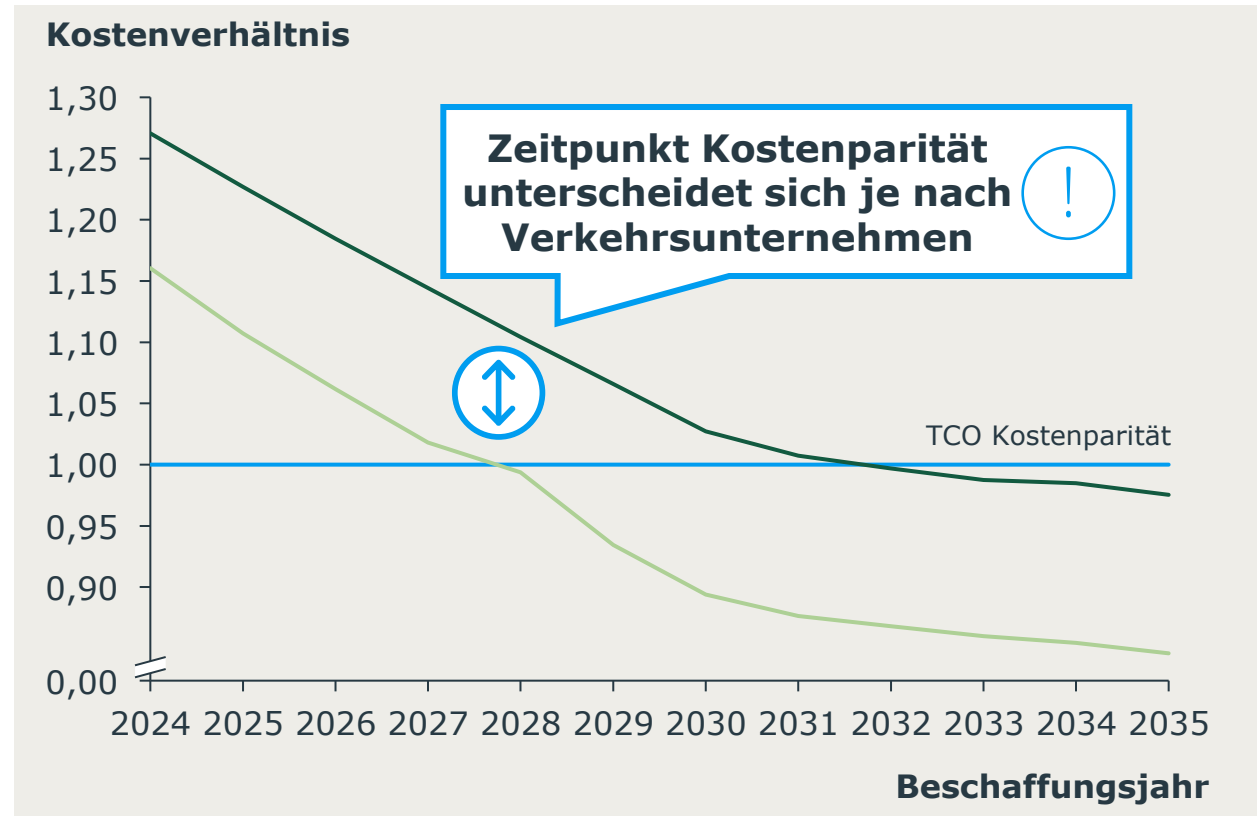
Umläufe, Betriebsplanung und Topografie



Energiekosten und Konzernstrukturen



Beispielhafter Kostenvergleich BEV- vs. Dieselbus



Betriebliche Einflussfaktoren und individuelle Rahmenbedingungen müssen Basis für Umstellungsplanung und Entwicklung der Transformationsstrategie sein

1

Betriebliche Faktoren der Umstellungskosten

Fahrzeuge und Infrastruktur

- Flottenstruktur und Beschaffungszyklen
- Alter der Betriebshöfe, Zukunftsfähigkeit bestehender Betriebshöfe und Werkstätten

Planung und Personal

- Umlaufstrukturen in Bezug auf elektrischen Betrieb
- Energiemanagement
- Ladeinfrastrukturbedarf im Depot sowie ggf. außerhalb
- Personalbedarf und Schulung

2

Individuelle Rahmenbedingungen

Energieversorgung und Stadtwerkekonzern

- Möglichkeiten zur eigenen Energieerzeugung
- Synergien im Konzern, bspw. als konzernweiter Ladeinfrastrukturbetreiber

Finanzierungskapazität und Zielsetzung

- Finanzierungssituation im Konzern und kommunaler Haushalt
- Konzernweite und politische Ambitionen zur Elektrifizierung



Umstellungsplanung



Szenarien

Wie sehen mögliche Umstellungspfade aus?



Umstellungskosten

Welcher Finanzierungsbedarf entsteht je nach Pfad



Um die Elektrifizierung wirtschaftlich zu gestalten, bedarf es jetzt die Entwicklung eines strukturierten Umstellungsplans in den Verkehrsunternehmen

Fazit

- Der **Dieselbus** im städtischen Verkehr wird aufgrund der Kostenstrukturen sowie aus regulatorischen Gründen **ab 2031 nur noch für private Betreiber ohne Förderung kostengünstiger** sein
- Je **nach Marktentwicklung** könnte der **E-Bus bereits vor 2030** auch ohne Förderung die **wirtschaftlichere Alternative** sein – die konkreten Kostenvorteile hängen von der Ausgangslage und Rahmenbedingungen der Verkehrsunternehmen ab
- Für **Beschaffungen in den kommenden fünf Jahren** gilt es daher wirksam abzuwägen – individuelle **Kalkulation der TCO zwischen Diesel- und E-Bus** ist **als Entscheidungsgrundlage** notwendig
- Die **Entwicklung einer Umstellungsplanung** hilft in wirtschaftlich angespannten Zeiten Gesellschaftern und Öffentlichkeit gegenüber **Transparenz herzustellen** und **Finanzbedarfe zu quantifizieren**



Ein einseitiges stoppen von E-Bus Programmen zur kurzfristigen Cash-Flow-Optimierung bzw. Bilanzoptimierung könnte langfristig insbesondere für kommunale Unternehmen teurer sein



Beratung aus Begeisterung



Kontakt



Friedemann Brockmeyer

Kopenhagener Straße 60-68
13407 Berlin

T +49 40 302 020-0
M +49 160 740 56 56

friedemann.brockmeyer@ramboll.com
www.ramboll.com



Jan Weschke

Kopenhagener Straße 60-68
13407 Berlin

T +49 40 302 020-0
M +49 151 186 867 66

jan.weschke@ramboll.com
www.ramboll.com