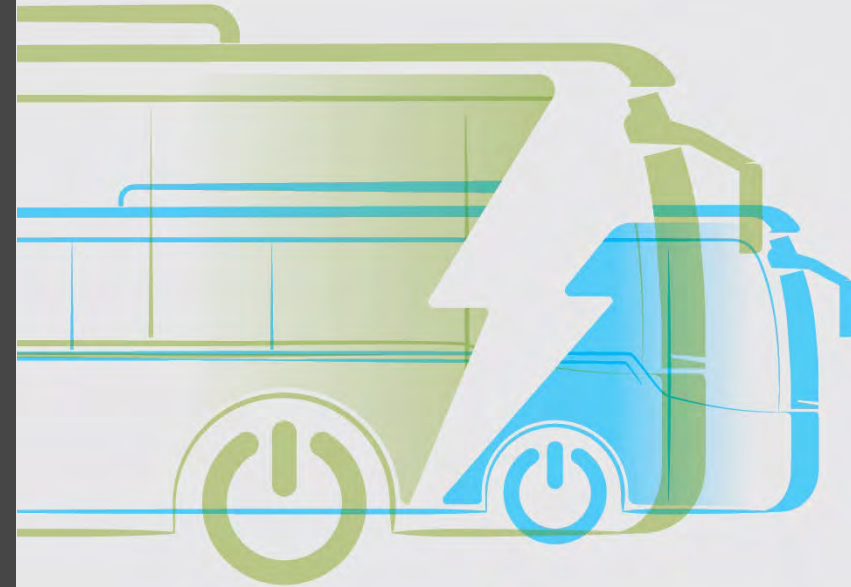


# Begleituntersuchung der BMWK-Förderung von Elektrobussen im ÖPNV

Eine Bilanz der Förderrichtlinie zur Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr für die Jahre 2018 bis 2023

Maximilian Rohs (PwC) & Hinrich Helms (ifeu)

14. November 2024



Begleitforschung:



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

CP//COMPARTNER

prognos



Projektträger:

VDI|VDE|IT

im Auftrag des:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

# Das Förderprogramm des BMWK (vormals BMU) zur Beschaffung von Elektrobussen erstreckte sich über 5 Jahre und bezuschusste die Anschaffung von knapp 1.500 Batteriebussen

## Zeitraum und Umfang

5 Jahre (2018 bis Ende 2023)

1.489 Busse und 1.052 Ladepunkte gefördert

## Fördergegenstand

ausschließl. Busse mit batterieelektrischem Antrieb (auch PHEV) und dazugehöriger Ladeinfrastruktur

**80 %** Investitionsmehrkosten Batteriebusse

**40 %** Investitionskosten Ladeinfrastruktur

+ (anteilige) Förderung von zusätzlich benötigtem Personal, Werkstattausrüstung und Personalschulungen

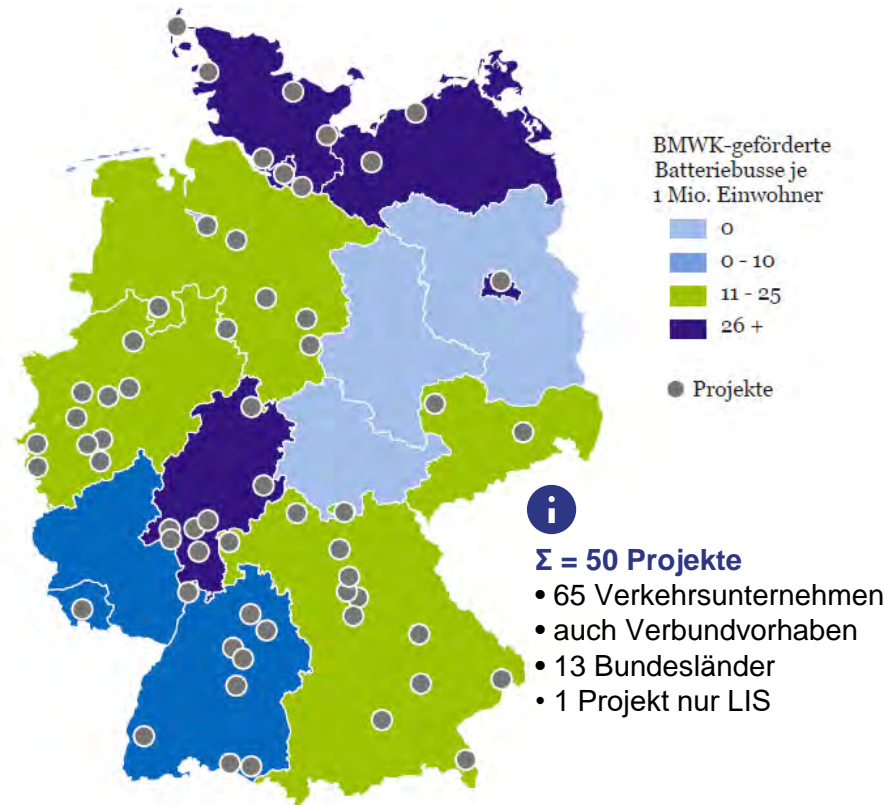
## regulatorischer Rahmen

Verkehrsbetriebe, mind. 5 Busse, Nutzung erneuerbarer Energie, Lieferzusage eines Herstellers

## Fördervolumen

478 Mio. € Fördervolumen,

440 Mio. € für Fahrzeuge + 38 Mio. € für LIS



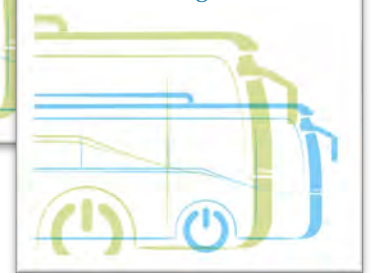
Die **Begleitforschung** ermöglichte die bislang umfangreichste Analyse von realen Fahrzeugeinsätzen und liefert **wertvolle Erkenntnisse**



Begleituntersuchung zur Förderung von Elektrobussen im ÖPNV  
**Abschlussbericht**



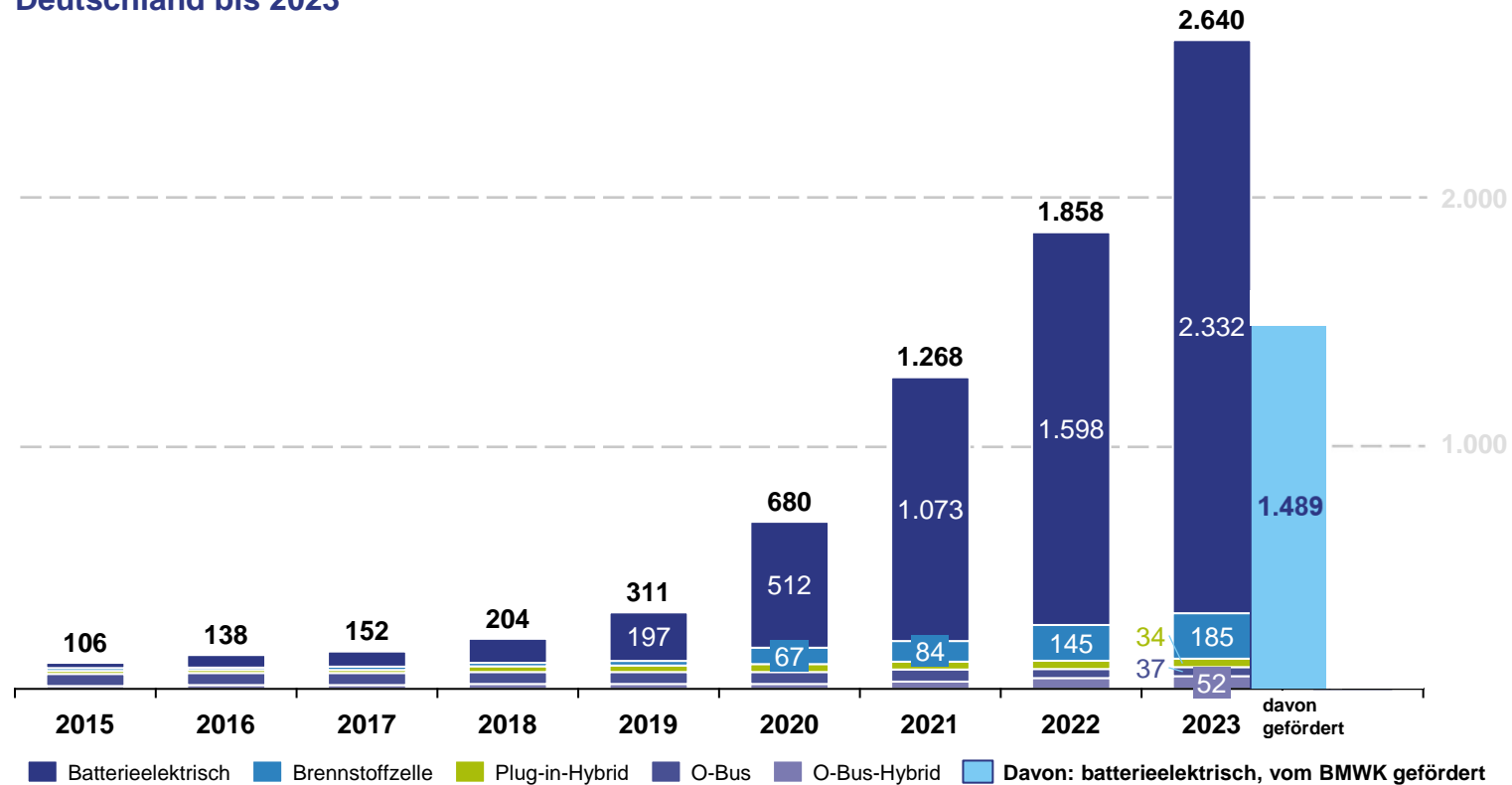
Begleituntersuchung zur Förderung von Elektrobussen im ÖPNV  
**Kurzfassung**



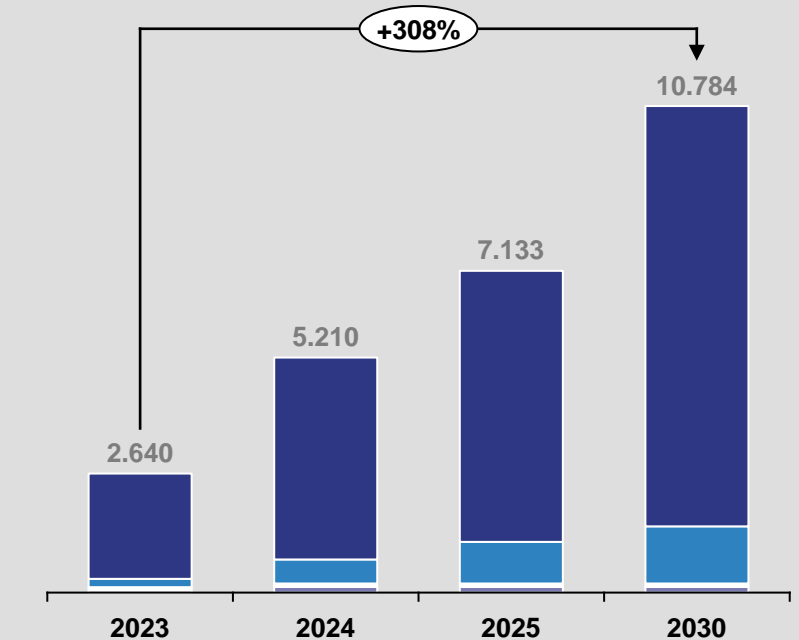
**Abschlussbericht wird zeitnah veröffentlicht**

# Der Markthochlauf ist in vollem Gange, insbesondere durch die intensive BMWK-Förderung von rund 2/3 der neubeschafften batterieelektrischen Bussen in den letzten Jahren

Bestandsentwicklung alternativ angetriebener Busse in Deutschland bis 2023



Bereits geplante Bestandsentwicklung bis 2030

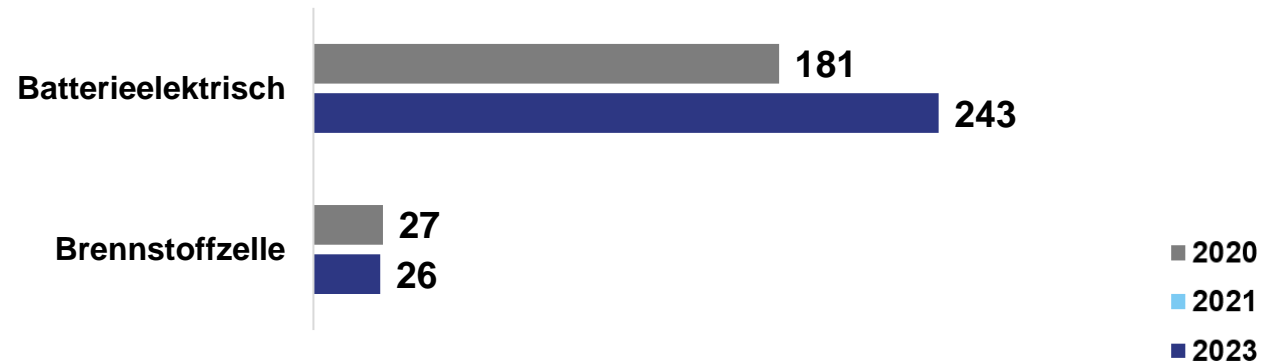


➤ Insbesondere die sogenannten **Übergangstechnologien** spielen zukünftig eine untergeordnete Rolle im Markt

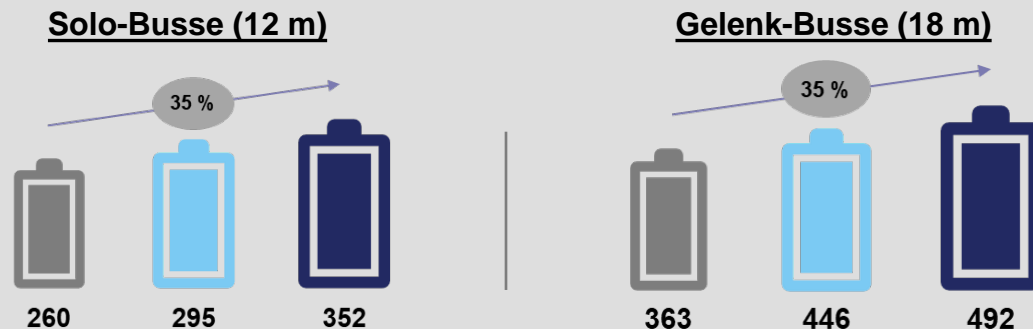
**Planzahlen während Projektlaufzeit bis 31.12.2023 erhoben**

# Ebenso stieg auf der Angebotsseite in den vergangenen Jahren die Modellvielfalt und Leistungsfähigkeit des Produkts „E-Bus“

Entwicklung der Modellvielfalt von E-Bussen nach Bauarten im Zeitverlauf

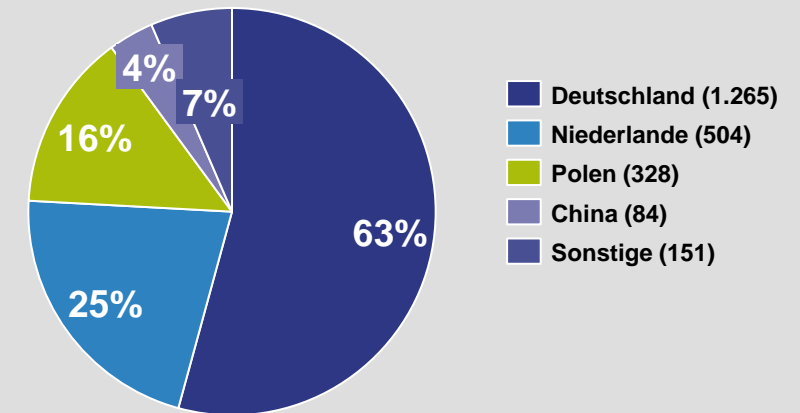


Entwicklung der durchschnittlichen Batteriekapazitäten der angebotenen Fahrzeugmodelle nach Bauarten [in kWh]



Blick auf die Herstellerseite

Deutschlandweiter Batteriebusbestand nach Herkunftsland der Hersteller (n = 2.322)  
(Datenstand 31.12.2023)



96 %

der bis Ende des Jahres 2023 vom **BMWK** geförderten Batteriebusse kamen aus deutscher bzw. europäischer Produktion

# Der batterieelektrische Antrieb dominiert international das E-Bus-Segment – Hauptakteur ist China mit einem Anteil von etwa 95 % an allen Batteriebussen



Mit **rd. 1.900 E-Bussen im Jahr 2022** gehört Deutschland in Europa hinsichtlich der **absoluten Anzahl** an Fahrzeugen **zu den führenden Ländern**, hat aber bei der E-Bus-Dichte je eine Millionen Einwohner sowie den Anteilen am gesamten ÖPNV vergleichsweise noch „**Luft nach oben**“.

## Anzahl der Elektrobusse im Jahr 2022 Wachstum im Vergleich zu 2021

### Nordamerika

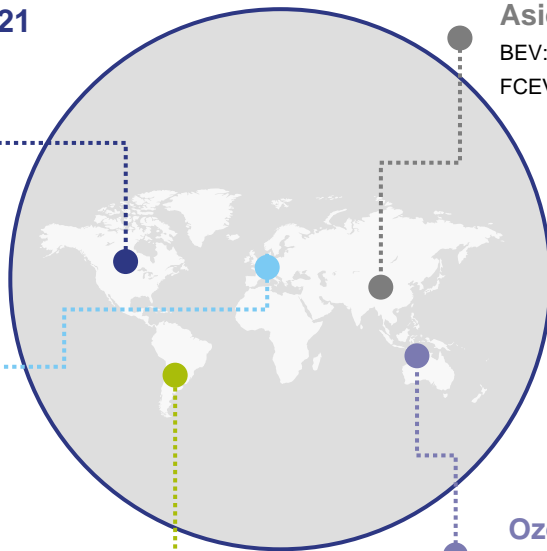
BEV: **6.304** (+61%)  
FCEV: **221** (+/- 0%)

### Europa

BEV: **13.627** (+44%)  
FCEV: **347** (+29%)

### Südamerika

BEV: **2.572** (+76%)  
FCEV: **0** (+/-0%)



### Asien

BEV: **681.015** (+19%)  
FCEV: **270** (+100%)

### Ozeanien

BEV: **94** (+84%)  
FCEV: **0** (+/-0%)

China ist nicht nur weltweit führend bei der **Nutzung von Fahrzeugen**, sondern auch beim **Marktanteil der Hersteller**.



## Ausgewählte internationale Beispiele



➤ In Europa sind die Niederlande mit 1.442 Batteriebussen (entspricht Anteil von ca. 26,7 % am ÖPNV) bei E-Bussen führend.



➤ Rund 1.750 Batteriebusse sind im Vereinigten Königreich im Einsatz, fast 50 % davon in London (866).



➤ In Norwegen ist eine einzigartig hohe „E-Bus-Dichte“ vorzufinden, jedoch sind bisher keine Brennstoffzellenbusse im Einsatz.



➤ Mit mehr als 1.800 Bussen sind etwa ein Drittel der US-amerikanischen E-Busse (5.270) in Kalifornien im Einsatz.



➤ Chile besitzt nicht mehr die größte E-Bus-Flotte in Südamerika. Die Busse stammen hierbei ausschließlich von chinesischen Herstellern.



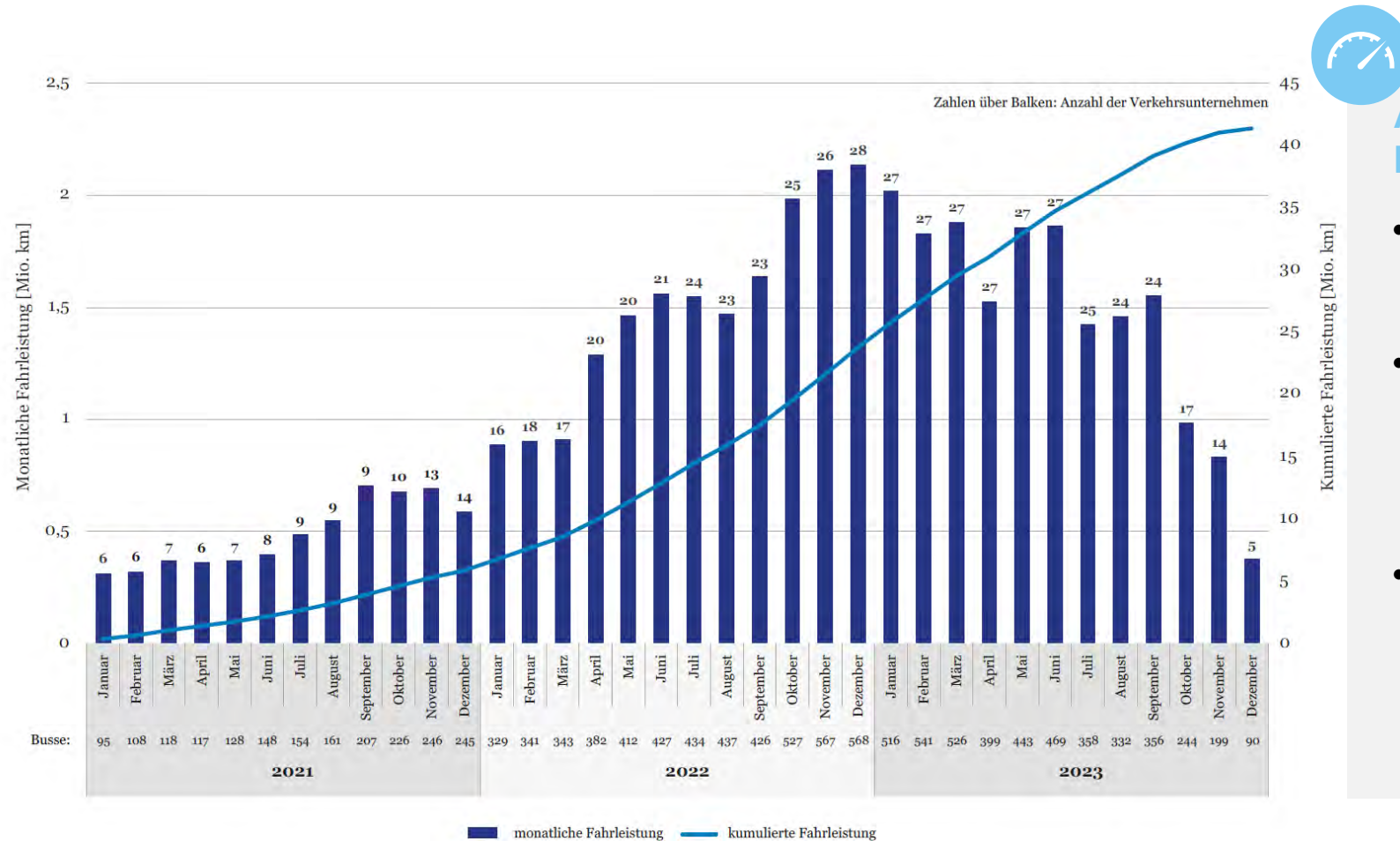
➤ 95 % der weltweiten Batteriebusse sind in China im Einsatz. Ein fortgeführtes starkes Wachstum ist auch zukünftig zu erwarten.



➤ Indien bietet starke staatliche Förderung. Der Großteil der 3.750 Batteriebusse wurde durch die Programme FAME I & II unterstützt.



# Die Datenauswertung ist die bislang umfangreichste Analyse von realen Fahrzeugeinsätzen und liefert wertvolle Erkenntnisse



## Auswertung der Stamm- und Betriebsdaten

- die Stammdatenauswertung beruht auf Daten zu insgesamt 1.220 Bussen und 1.012 Ladepunkten von 50 Verkehrsunternehmen
- die Betriebsdatenauswertung beruht auf Daten zu insgesamt 901 Bussen von 37 Verkehrsunternehmen – es wurde eine Gesamtfahrleistung von 41 Mio. Kilometer analysiert
- Stamm- und Betriebsdaten ergeben ein umfassendes Bild des aktuellen Stands der Technik und konnten auch in den Klimabilanzen berücksichtigt werden

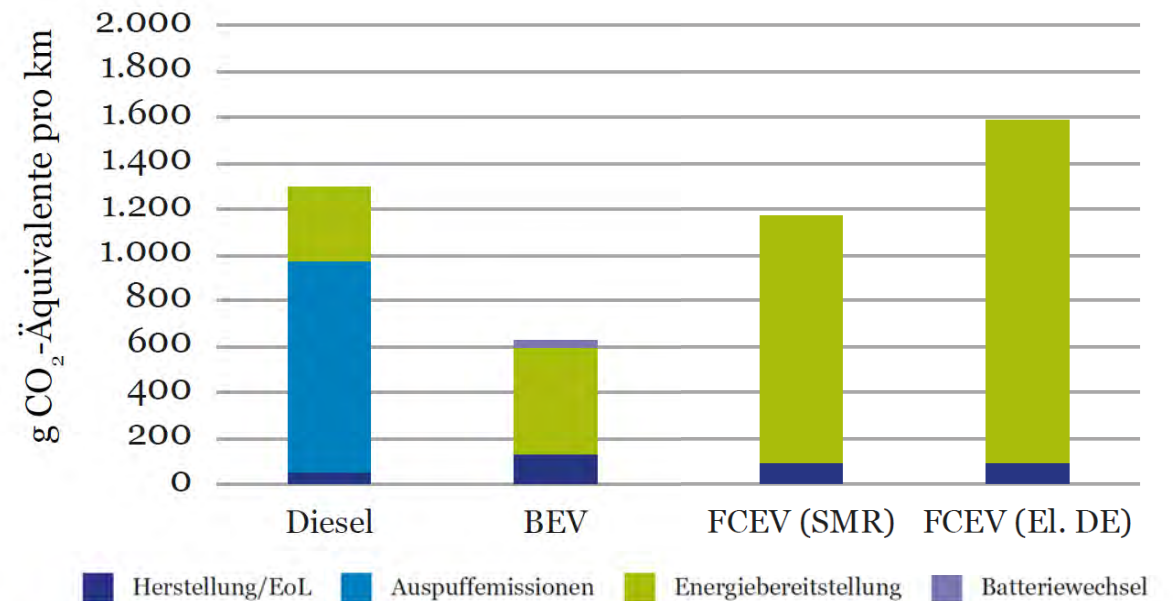
# Der Fokus auf Batteriebusse war ökologisch richtig - Batteriebusse haben aktuell die mit Abstand beste Klimabilanz

## Vergleich der Klimabilanz über den Lebensweg



- heute zugelassene Batteriebusse haben über ihren Lebensweg eine nur halb so große Klimawirkung wie Dieselbusse
- dabei sind die Fahrzeugherstellung und Strombereitstellung über einen Nutzungszeitraum von 12 Jahren berücksichtigt
- Brennstoffzellenbusse mit heute üblicher Wasserstoffgewinnung über Erdgasdampfreformierung haben nur geringe Vorteile gegenüber Dieseln
- elektrolytisch hergestellter Wasserstoff ist heute noch selten und braucht große Mengen erneuerbaren Stroms

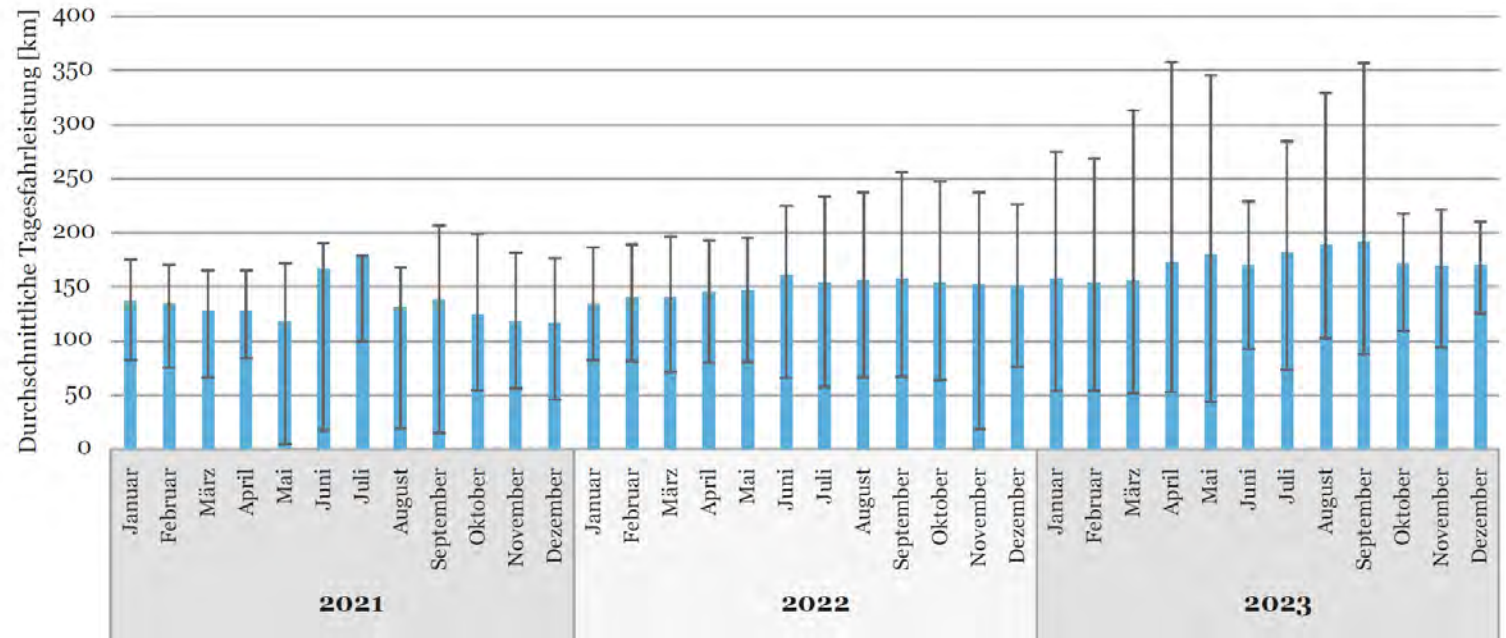
## 12-m-Standardbus, Inbetriebnahme 2023



# Das Vertrauen in den Elektrobuss steigt - die tägliche Fahrleistung der Elektrobusse nähert sich der von Dieselbussen

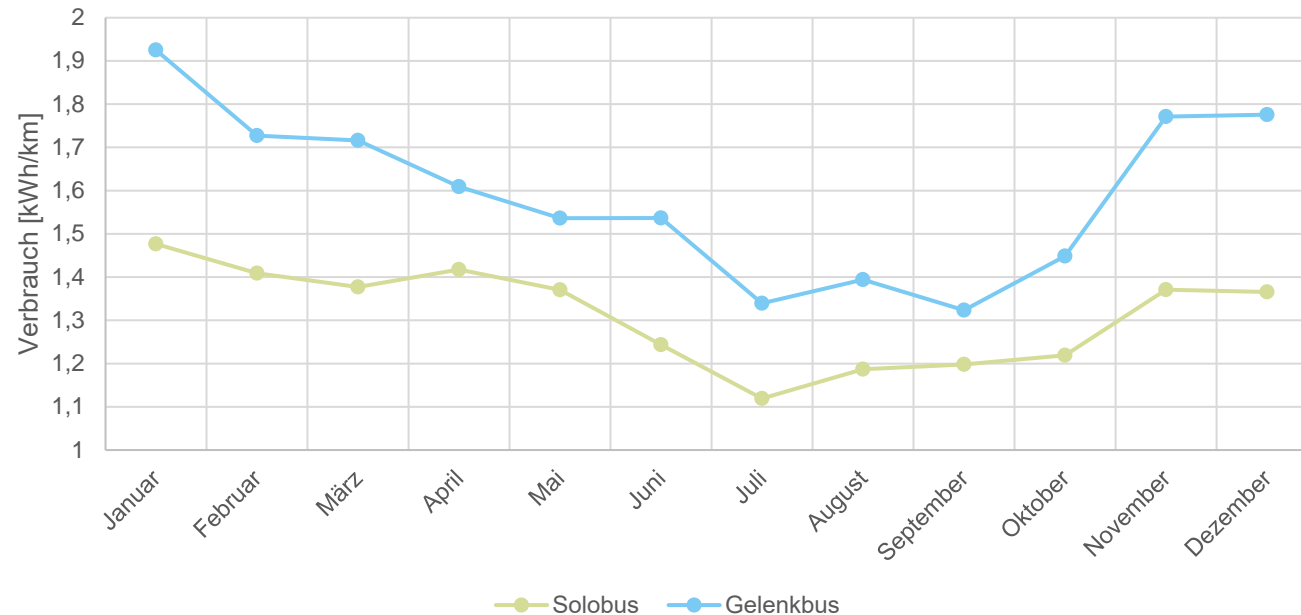
## Auswertung der Tags und Jahresfahrleistung

- die mittlere Tagesfahrleistung steigt über den Untersuchungszeitraum an:
  - 2021 überwiegend unter 150 km
  - 2023 durchweg über 150 km
- die durchschnittliche Jahresfahrleistung lag 2023 bei etwa 55.000 km
- große Bandbreite der Nutzungsintensität (zwischen 50 und 350 km pro Tag)
- jahreszeitliche Schwankungen: Im Winter tendenziell etwas geringere Fahrleistung





# Der Verbrauch ist niedriger als oft gedacht – allerdings gibt es große saisonale Schwankungen



## Auswertung der Verbrauchswerte

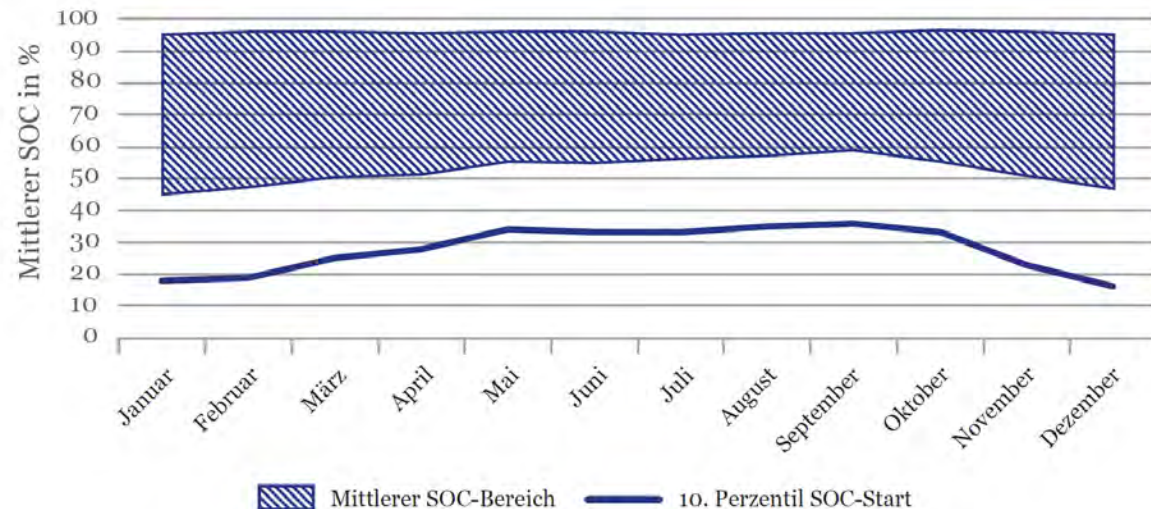
- der mittlere Verbrauch konnte über eine große Anzahl an Bussen bestimmt werden:
  - beim mittleren **Solobus 1,3 kWh/ km**
  - beim mittleren **Gelenkbus 1,7 kWh/km**
- eine kilometerbezogene Auswertung zeigt deutliche Schwankungen im Jahresgang:
  - Deutlich höhere Verbräuche durch Heizen im Winter
  - im Sommer ist der Verbrauch trotz Kühlung am niedrigsten

# Die verbaute Batteriekapazität bietet ausreichend Sicherheit und wird nur selten voll ausgeschöpft

## Auswertung des SOC vor- und nach Ladevorgängen

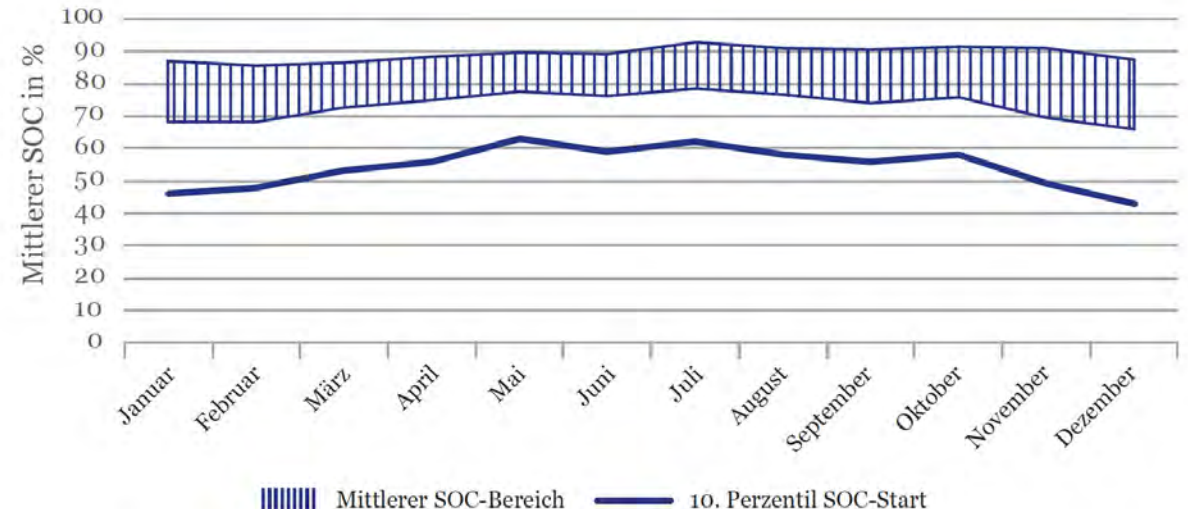
- bei **Depotladern** wird die Batteriekapazität im Mittel nur bis **53 % SOC** ausgeschöpft
- im Winter gibt es jedoch seltene Fälle von tieferen Entladungen

Depotladen (n = 241.973, 9 VU)



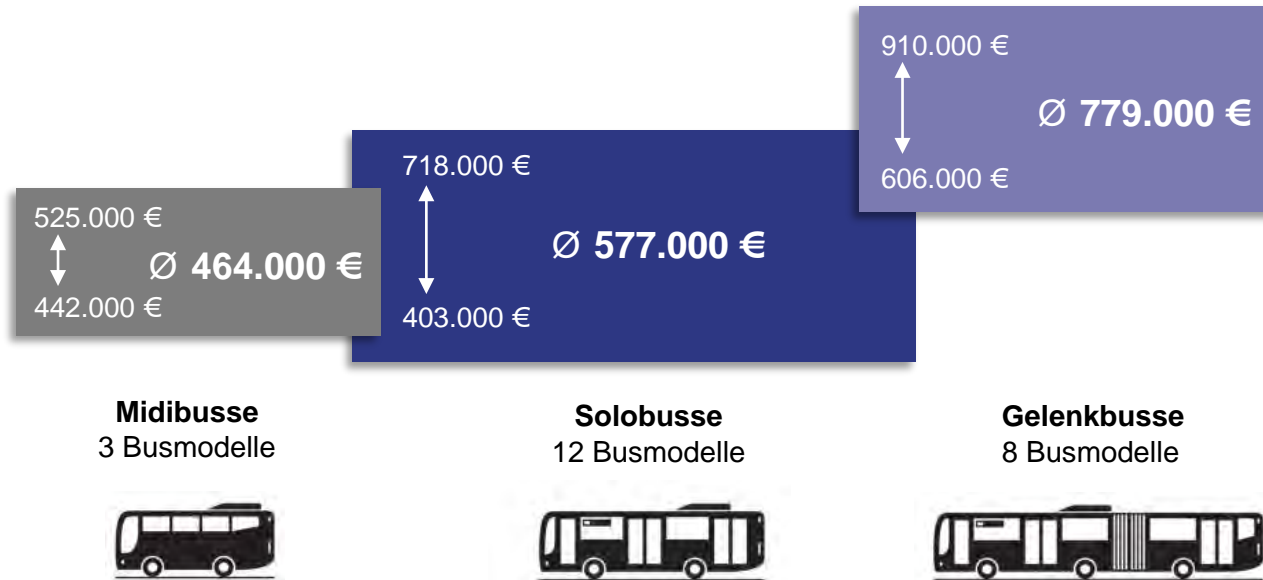
- bei **Mischkonzepten** wird die Batteriekapazität im Mittel nur bis **73 % SOC** ausgeschöpft – es finden auch keine tieferen Entladungen statt
- mit Opportunity Charging können Batterien entsprechend kleiner ausgelegt werden

Mischkonzept (n = 89.730, 4 VU)

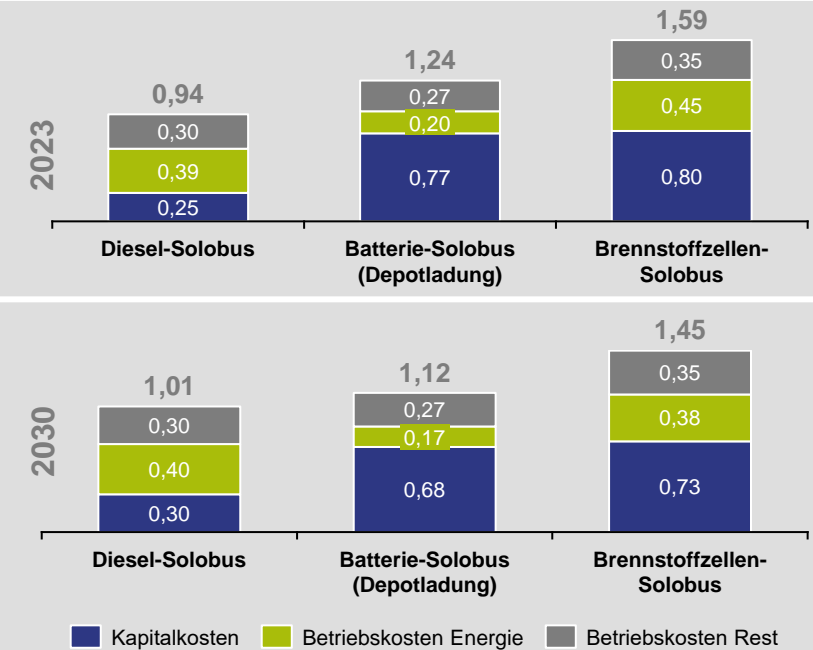


# Trotz zukünftig erwarteter sinkender Kosten für Batteriebusse ist die Kostenparität zum Dieselbus derzeit und absehbar nur mit Förderung zu erreichen

Anschaffungskosten (netto) nach Fahrzeugsegment  
Jahre 2018 - 2023



Vollkostenvergleich der Solobusse  
(in Mio. €, diskontiert, ohne Förderung)



Zwar zeigen Batteriebusse aktuell deutliche Kostenvorteile gegenüber Brennstoffzellenbussen - für die Kostenparität zum konventionellen Dieselbus bedarf es jedoch weiterhin einer Förderung. Das BMWK-Förderprogramm entfaltet in diesem Kontext einen wirksamen Hebel für den Markthochlauf.

# Und nach der Förderung?

## Der E-Bus-Markt entwickelt sich in eine neue Phase

**Deutschland hat den Markthochlauf des E-Busses im ÖPNV im Sinne des Umwelt- und Klimaschutzes in den vergangenen Jahren erfolgreich angestoßen. Diese Strategie gilt es zu sichern und fortzuführen.**

### Risiko:

Beeinträchtigung des ÖPNV-Angebots ohne zusätzliche Unterstützungsangebote

### langfristiger Blick:

Fokus nicht nur auf kurzfristige Umstellungskosten, Langfristsperspektive zeigt deutliche Chancen

Zukunftsmarkt E-Mobilität **nicht** den außereuropäischen Herstellern überlassen

### jetzt notwendig:

gemeinsames Zielbild mit angemessener Lastenteilung zwischen allen relevanten Akteuren + akteurs- und sektorübergreifende Verzahnung der Transformationsprozesse

Flottendekarbonisierung = **langfristige Aufgabe**  
→ erfolgreicher Markthochlauf muss fortgeführt werden

### Vorschlag:

degressiver Finanzierungspfad und Entlastung bei Betriebskosten (z. B. reduzierter „Traktionsstrompreis“) zur weiteren Unterstützung der Transformation

# Ihre Ansprechpartner



**Maximilian Rohs**  
Director / Public Transport Leader

PwC Düsseldorf

Georg-Glock-Str. 22  
40474 Düsseldorf

Tel. +49 211 9814-252  
Mobil +49 170 2210268

[maximilian.rohs@pwc.com](mailto:maximilian.rohs@pwc.com)



**Hinrich Helms**

ifeu - Institut für Energie- und  
Umweltforschung

Wilckensstr. 3  
69210 Heidelberg

Tel. +49 6221 4767-33

[hinrich.helms@ifeu.de](mailto:hinrich.helms@ifeu.de)



## Begleitforschung:



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

CP//COMPARTNER

prognos



## Projektträger:



## im Auftrag des:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

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

© 2024 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.