

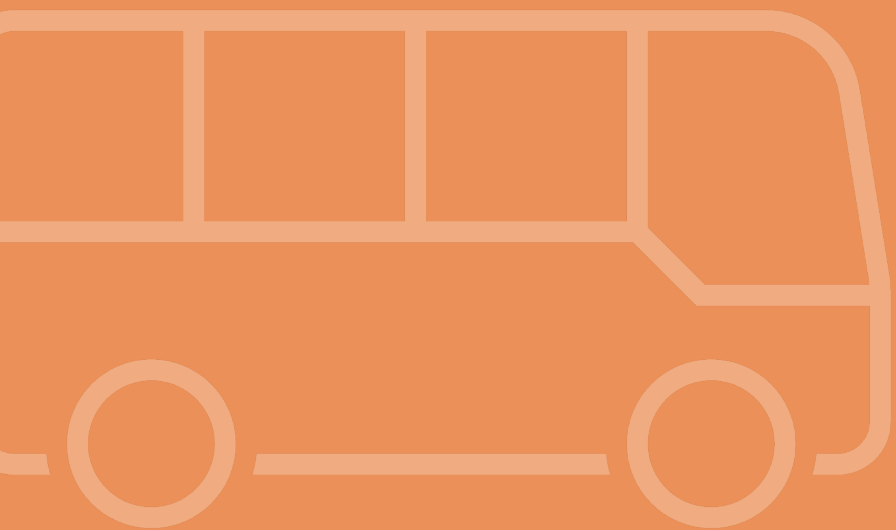
VöV-Bustagung

# Elektrobusse als Schlüssel zur Dekarbonisierung des ÖV

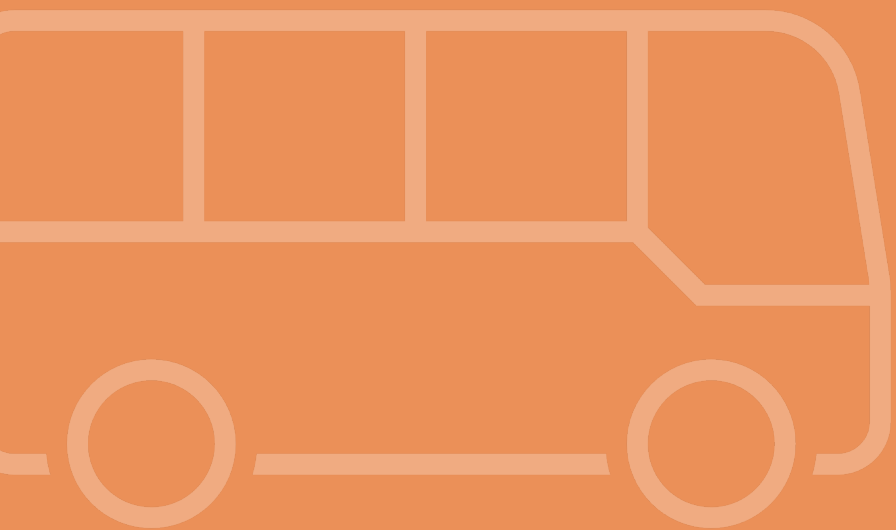
Roberto Bianchetti | Bereichsleiter, Partner

9. Juni 2026, Thun





*80% der Busumläufe können  
heute mit Batteriebussen  
betrieben werden.*



*Braucht es andere Antriebsarten,  
z.B. Wasserstoff, um die letzten  
20% zu dekarbonisieren?*

# 01 Technologische Entwicklungen

## Marktentwicklungen in Europa: Die Elektrifizierung schreitet weiter voran

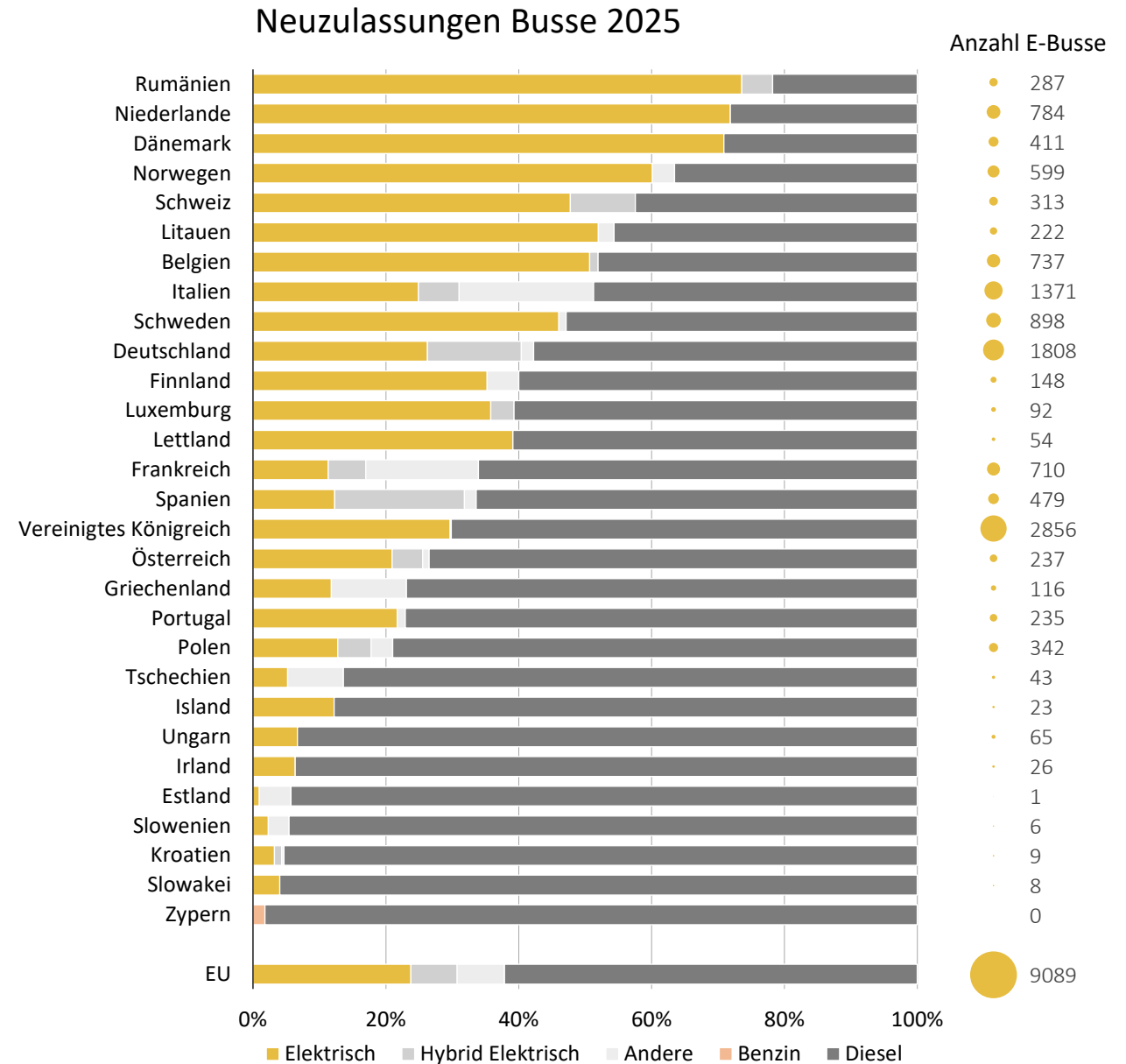
Marktanteil Elektrobusse in EU **26%**

Rumänien, Niederlande, Dänemark,  
Norwegen mit Neuzulassungsanteile von

**>60%**

Grösste E-Bus-Märkte : UK **2856**,

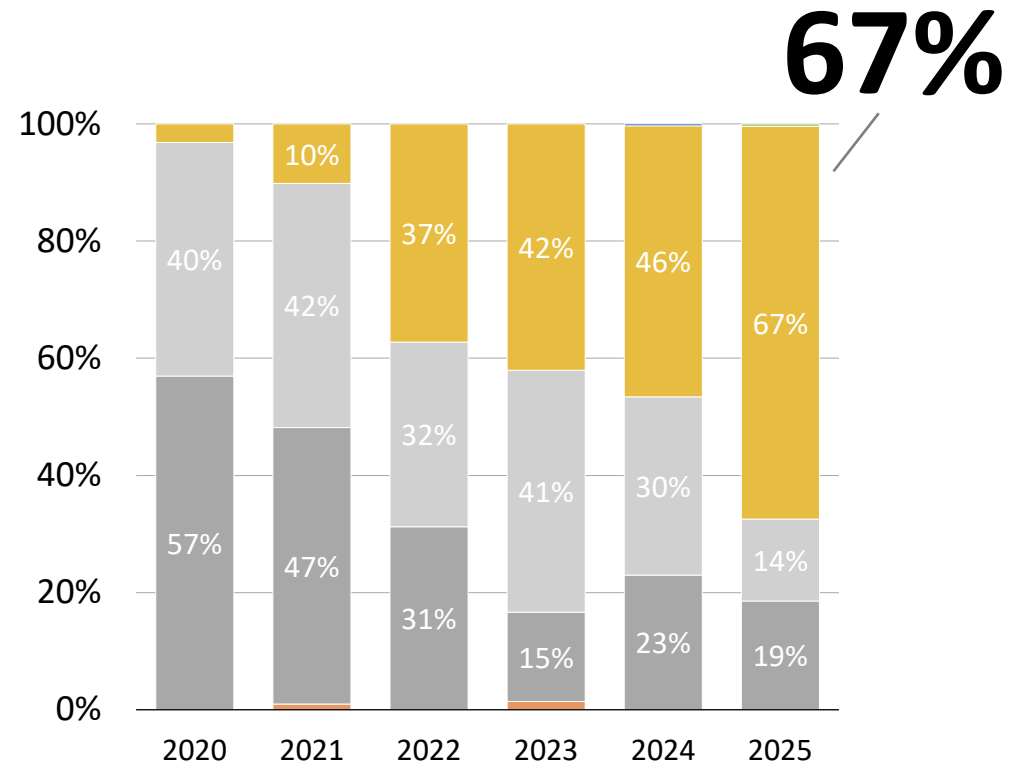
Deutschland **1808**, Italien **1371**



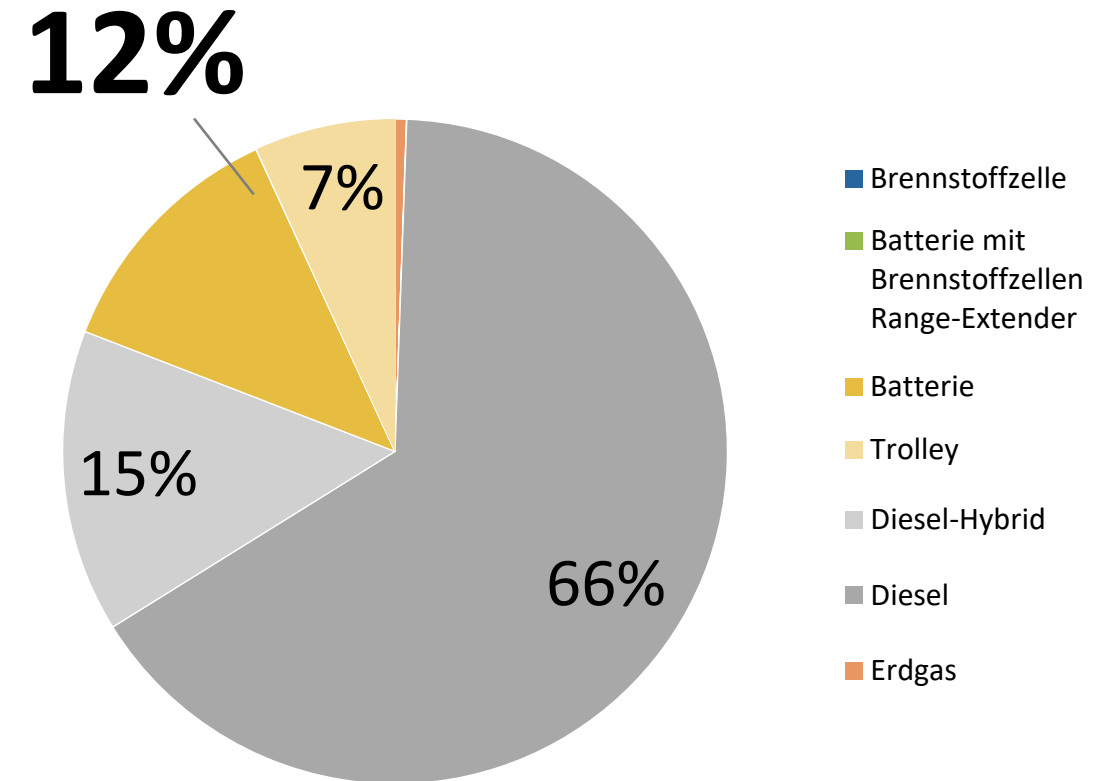
## 01 Technologische Entwicklungen

# Marktentwicklungen in der Schweiz: Brennstoffzellenbusse spielen weiterhin keine Rolle

Marktanteil E-Busse bei Neuzulassungen



Marktanteil E-Busse im Bestand



## 01 Technologische Entwicklungen

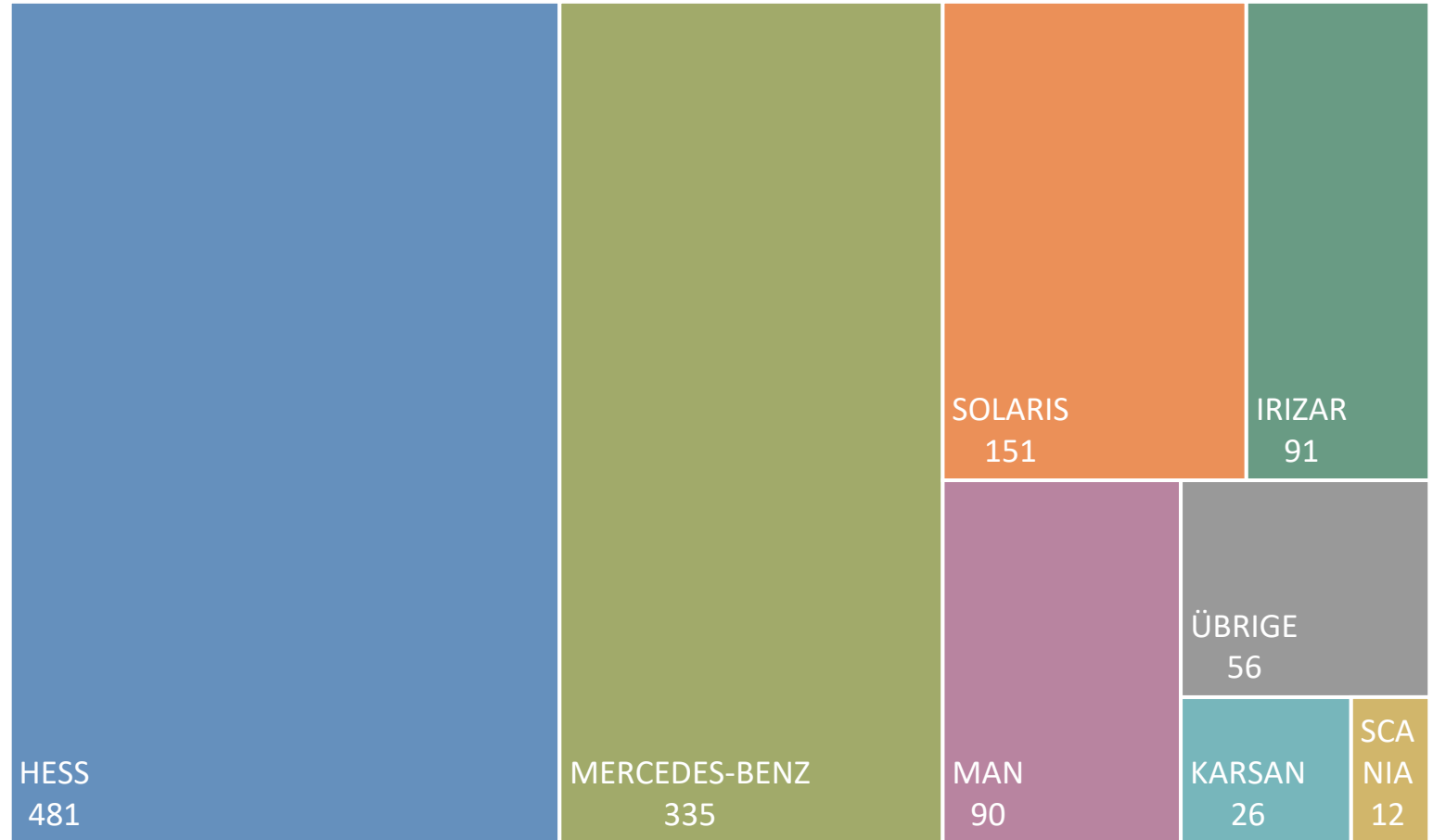
### Aktuelle Marktentwicklungen bei den Elektrobussen: Bisher spielen chinesische Hersteller in der Schweiz (noch) keine Rolle

HESS, Mercedes-Benz, und Solaris

# 78%

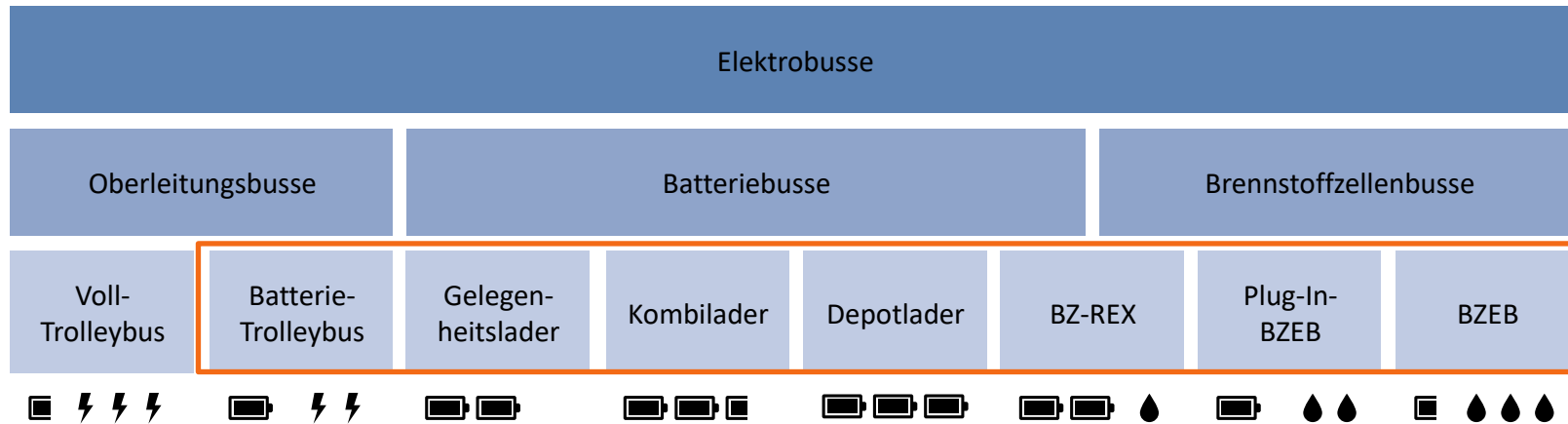
des E-Busbestandes in der CH

Danach kommen Irizar mit **7%**,  
MAN mit **7%**, Karsan mit **2%** und  
Scania mit **1%**.

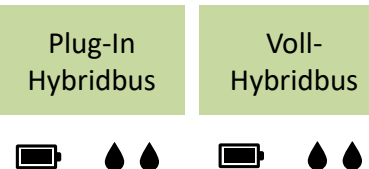
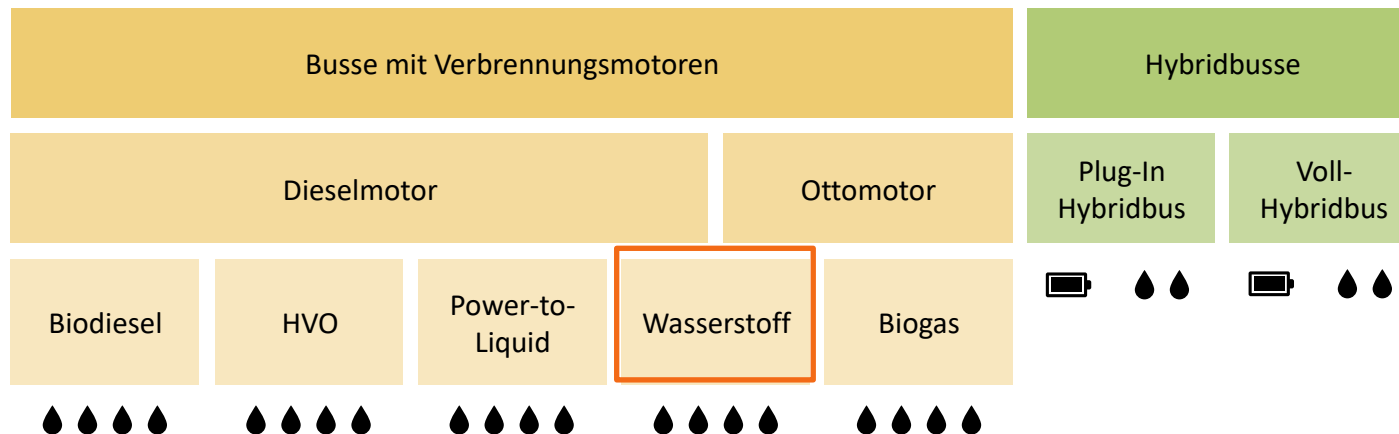


# 01 Technologische Entwicklungen

## Fossilfreie Antriebskonzepte in der Übersicht



*Fokus in den letzten Jahren auf Batteriebusse, Batterie-Trolleybusse, Brennstoffzellenbusse (und Wasserstoff-Verbrenner)*



- Chemischer Energiespeicher
- Elektrischer Energiespeicher
- Dynamisches Laden

# 01 Technologische Entwicklungen

## Ladekonzepte für Batteriebusse

### Depotlader

*Stationäres Laden/Nachladen im Depot*

- Grosse, energieoptimierte Batterie (max. 3 – 3.5 t bei 12 m Bus)
- Reichweite 12 m-Bus pro Ladung: heute ca. 190 km, längerfristig bis 400 km
- Ladeleistung im Depot i.d.R. mit 150 kW
- Ladedauer 3-5 h nachts (je nach Einsatzlänge)

### Kombilader

*Kombination der Konzept Depot- und Gelegenheitslader*

- Grosse, energieoptimierte Batterie
- Stationäres Laden im Depot plus Nachladen an Endhaltestellen
- Grosse Reichweite bereits heute möglich (bei genügend Ladezeit an Endhaltestellen)

### Gelegenheitslader statisch

*Stationäres Laden an End-/Zwischenstationen*

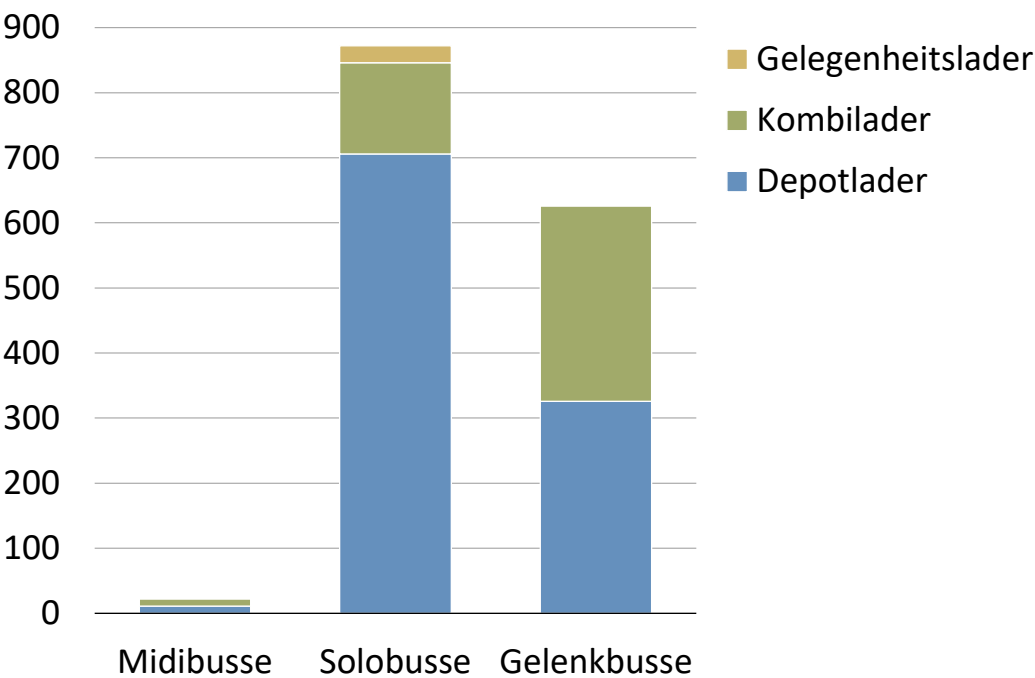
- Kleine, leistungsoptimierte Batterie (< 1 t)
- Reichweite pro Ladung ca. 30 km
- Ladeleistung 450/600 kW
- Ladedauer: i.d.R. 3-5 Min. (abhängig von Linienlänge)



# 01 Technologische Entwicklungen

## Ladekonzepte für Batteriebusse: Gelegenheitslader verliert an Bedeutung

Anzahl geförderter E-Busse 2018-2023  
in Deutschland nach Ladekonzepten



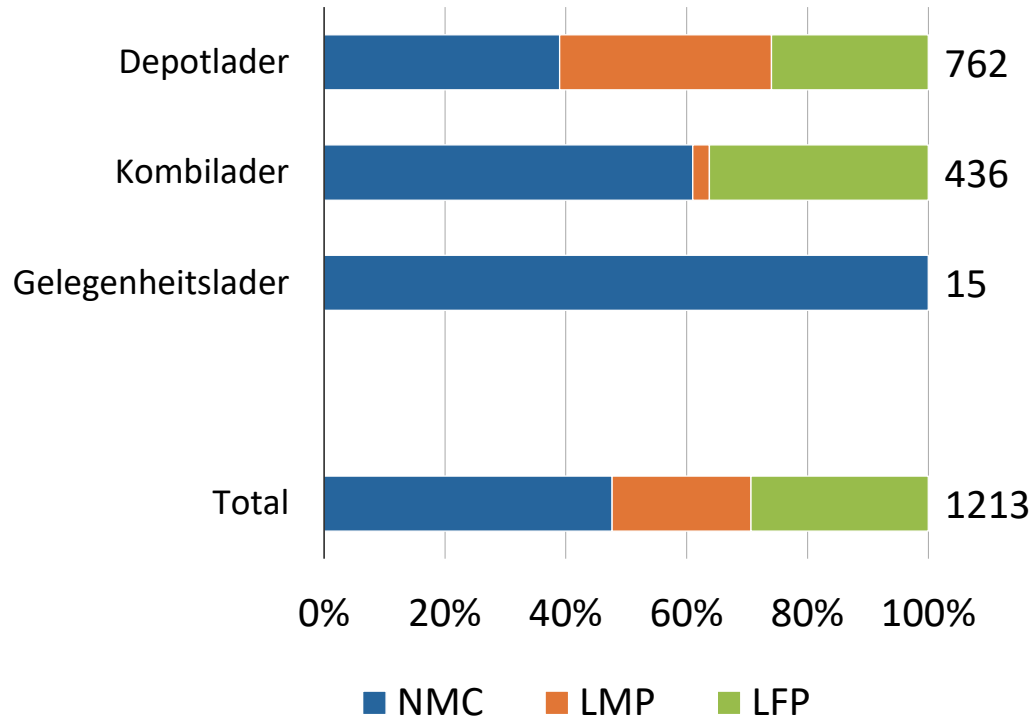
Quelle: PwC 2024

Depotladung sowie Kombilader in der Schweiz  
stark verbreitet

Stand 2025		Depotlader	Kombilader	Gelegenheitslader (statisch)
Rein zentrale Ladeinfrastruktur	VBL			
	VBSG			
	VBZ			
	asm			
	sti			
Sowohl zentrale als auch dezentrale Ladeinfrastruktur	BVB			
	PostAuto AG			
	tl (Lausanne)			
	vbsh			
	VMCV			
	ZVB			
	Bernmobil			
Rein dezentral	TPG			

# 01 Technologische Entwicklungen

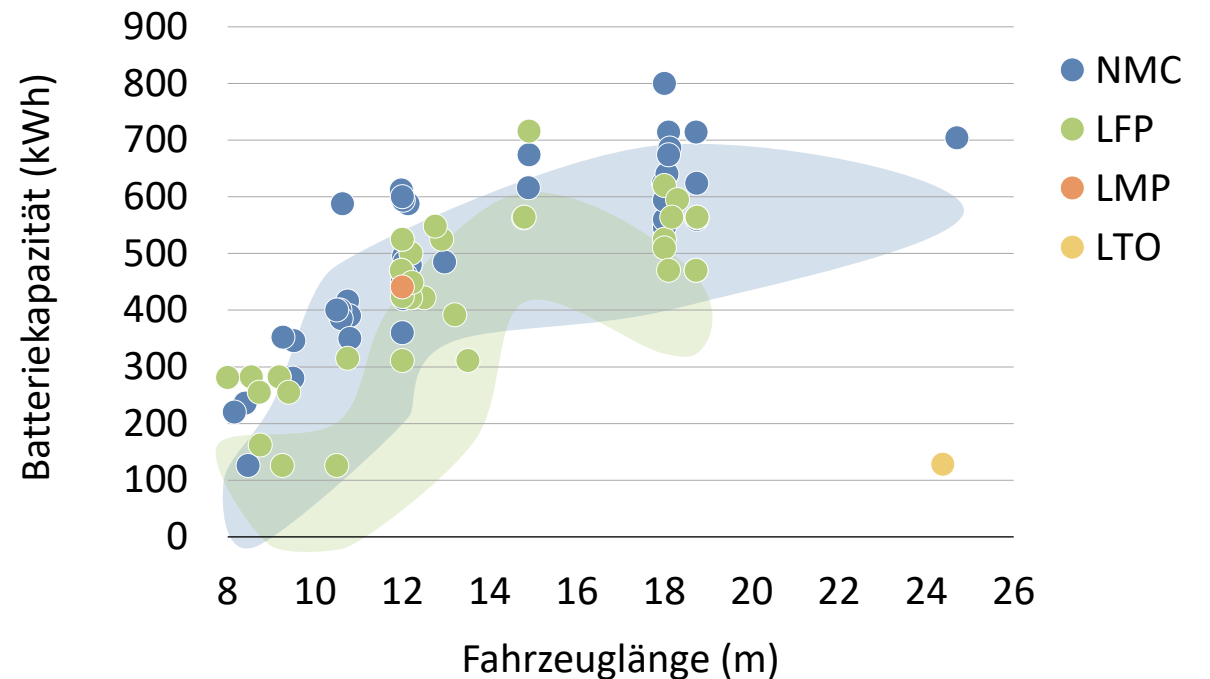
## Batterien: Aktuelle Marktsituation



Verteilung und Anzahl der geförderten Busse 2018 – 2023 nach Zellchemie in Deutschland.

Quelle: PwC 2024

*NMC bisher die dominierende Batteriechemie, LFP gewinnt in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung.*



Graphik INFRAS. Quelle: Omnibusspiegel 2025.

Bemerkung: Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt (NMC), Lithium-Eisenphosphat (LFP), Lithium-Metall-Polymer (LMP), Lithium-Titanat-Oxid (LTO)

## 01 Technologische Entwicklungen

### Batterien: Marktanteil von LFP-Batterien sollte sich in Europa bis 2050 stabilisieren

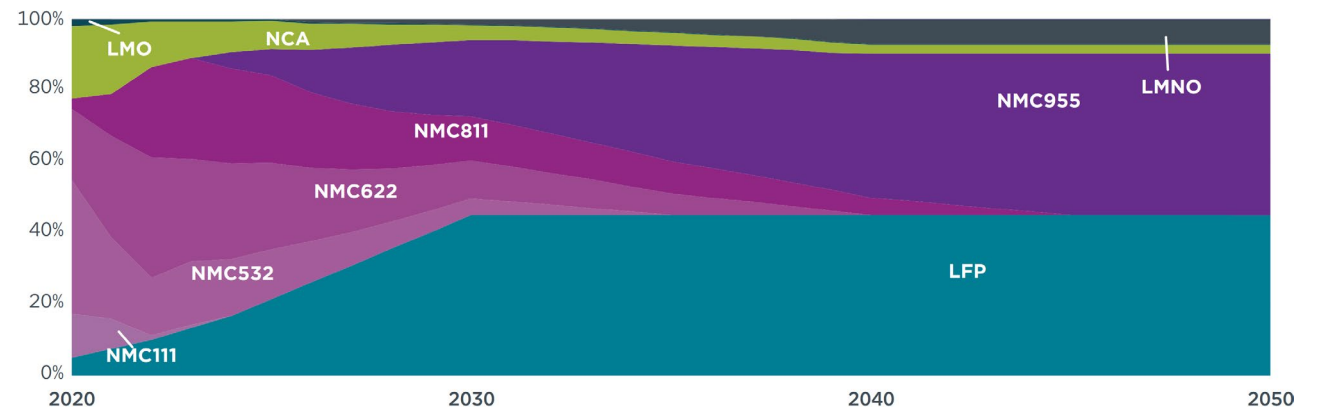
Globaler Marktanteil LFP-Batterien  
2024: **50%**

**95%** der in China verkauften Elektro-LKW, -Busse und leichte Nutzfahrzeuge sind mit LFP-Batterien ausgestattet

Ausserhalb Chinas liegt der Anteil bei  
**30%**

Produktionskapazität in Europa auf NMC  
ausgerichtet: **40 GWh** NMC und **2 GWh** LFP

Angekündigte Produktionsstandorte bis 2030: etwa  
700 GWh für NMC und 100 GWh für LFP



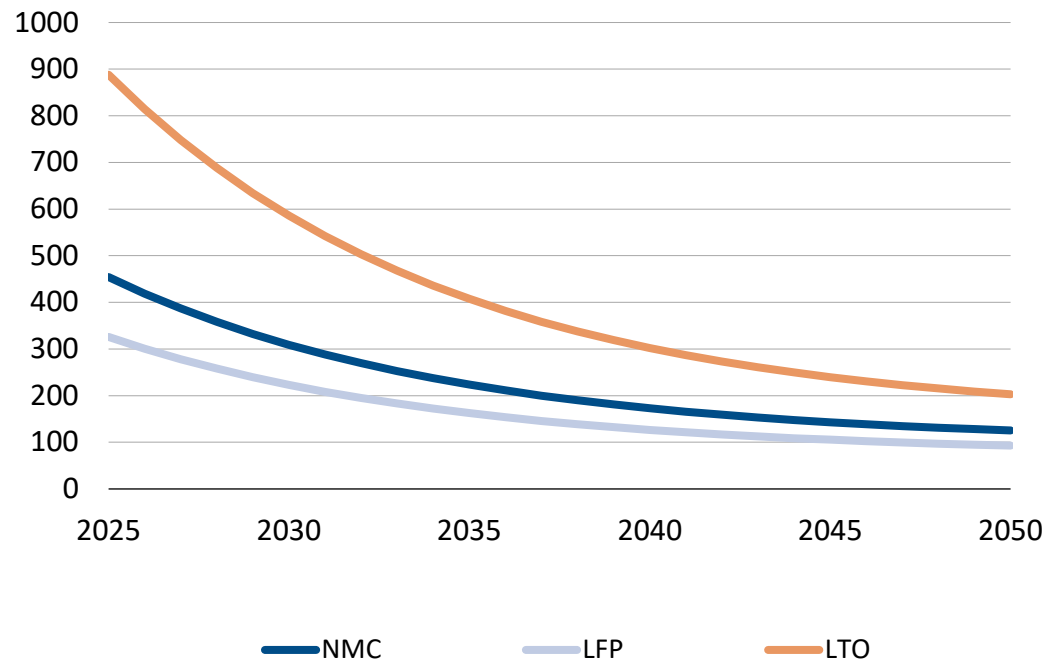
Prognose der Batteriechemien für E-Fahrzeuge aller Grössen für Länder, in denen NMC derzeit dominiert.

Quelle: ICCT 2024b

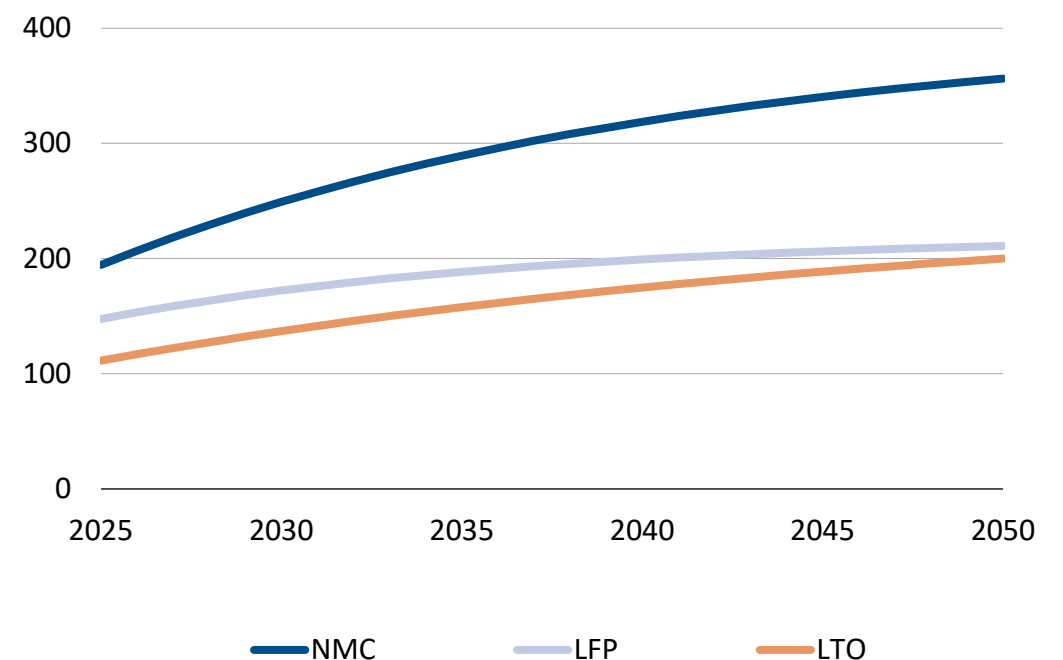
## 01 Technologische Entwicklungen

# Künftige Entwicklungen der Batterien: Kosten sinken, Energiedichten steigen weiter

Batteriekosten (CHF / kWh)



Energiedichte (Wh / kg)

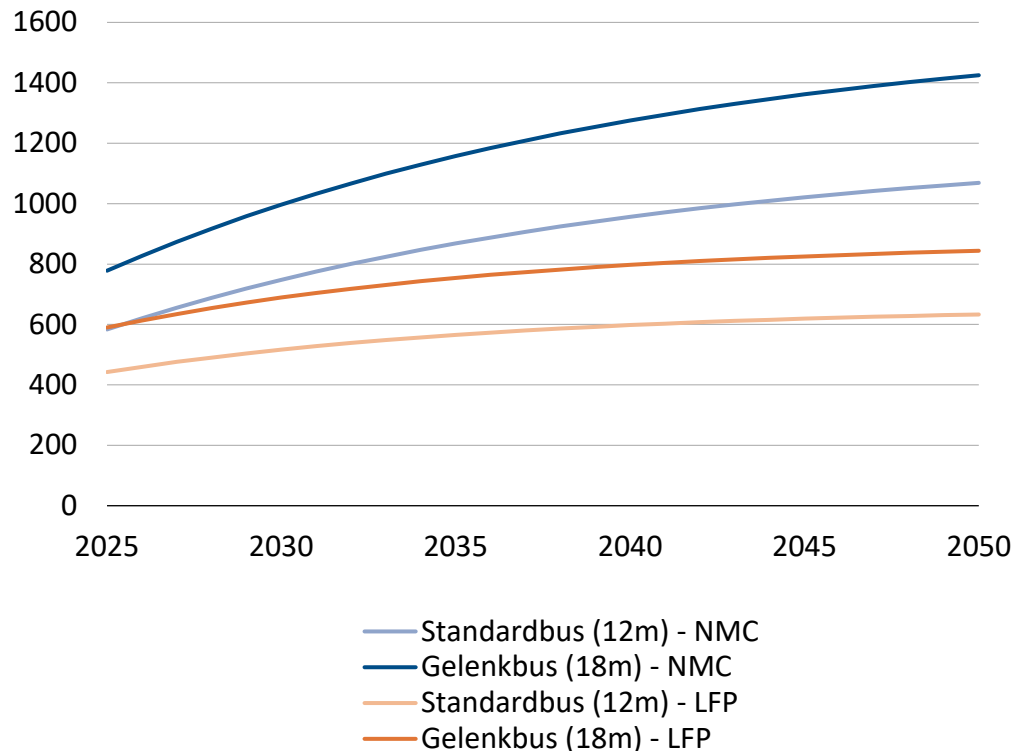


# 01 Technologische Entwicklungen

## Entwicklungen der Batterien: Höhere (reale) Reichweiten erwartet

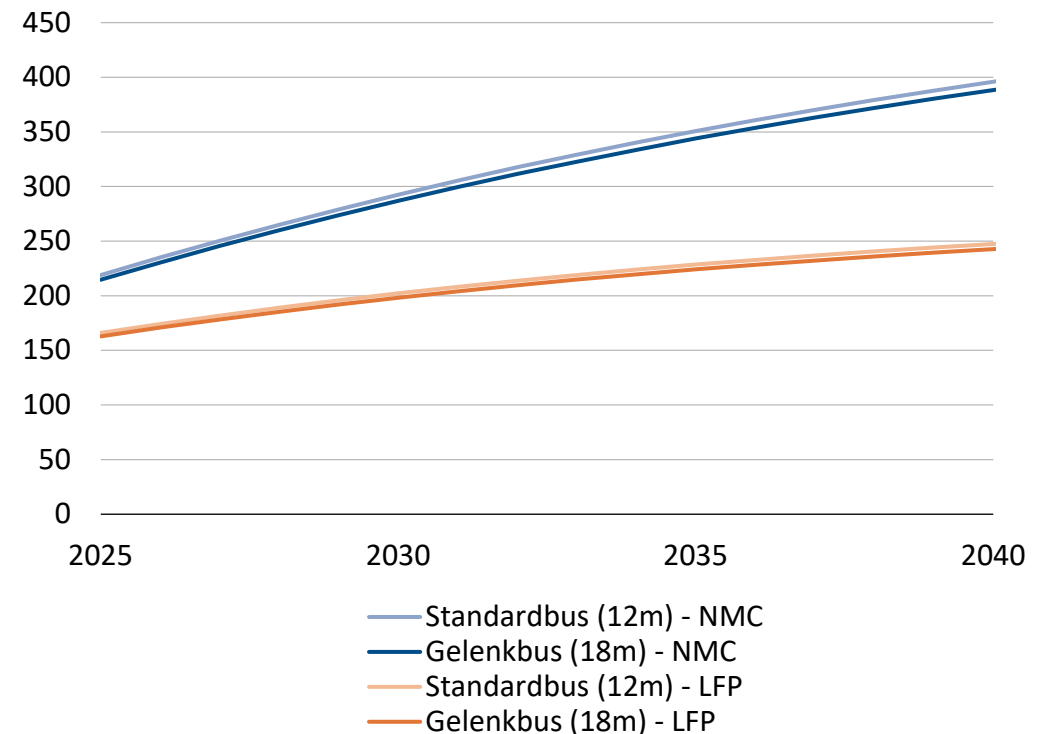
*Zu erwartende Entwicklung der Brutto-Batteriekapazität von Standard- und Gelenkbussen*

Batteriekapazität (kWh)



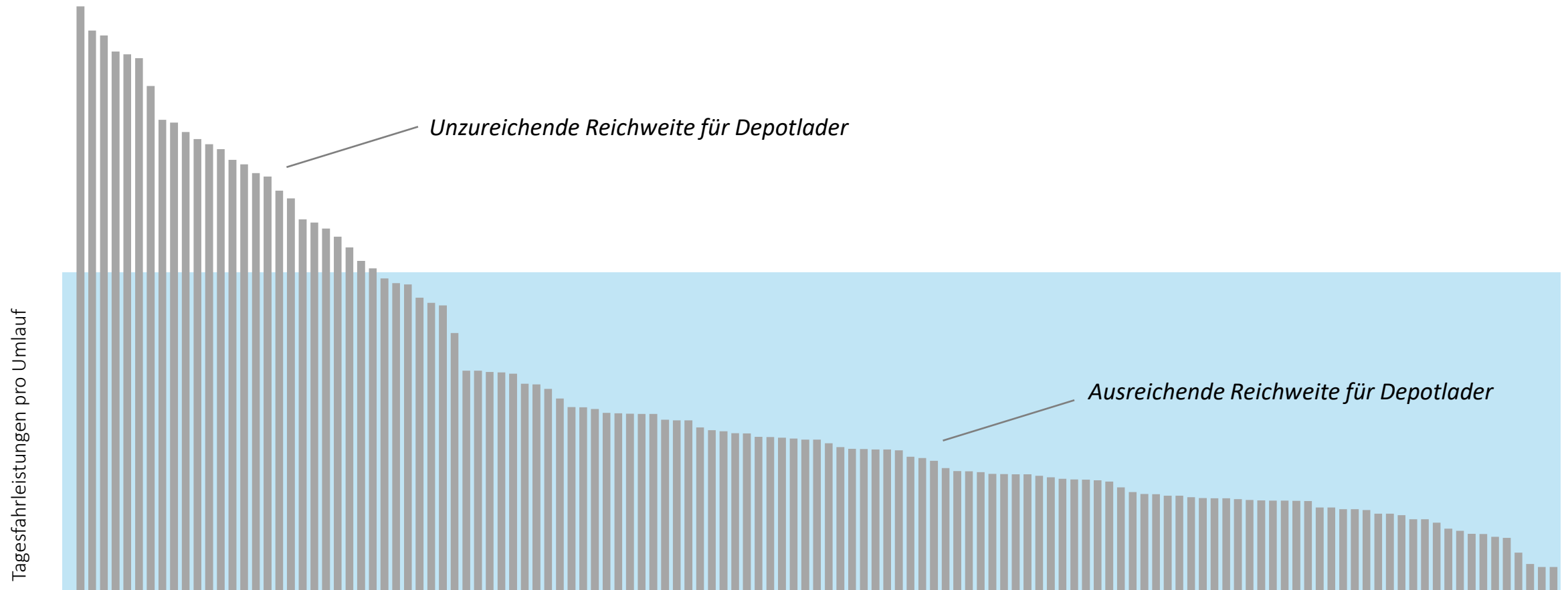
*Unter Berücksichtigung des Spitzenverbrauchs in einer durchschnittlichen schweizerischen Verkehrssituation*

Reale Reichweite pro Ladung (km)



## 01 Technologische Entwicklungen

# Braucht es Wasserstoff, um die letzten 20% zu dekarbonisieren?



Verteilung der Umläufe (beispielhaft)

## 02 Fossilfreie Antriebstechnologien im Vergleich

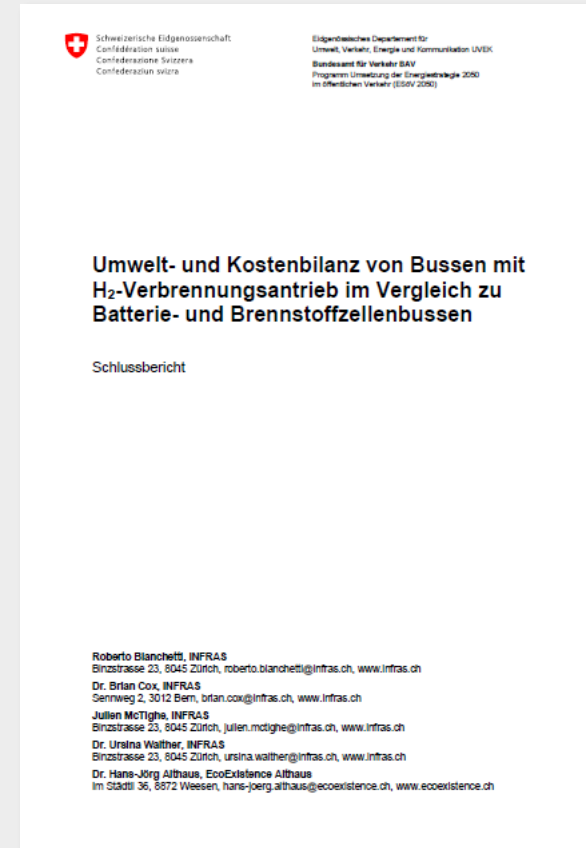
# Umwelt- und Kostenbilanz von H2-Verbrennerbussen, Brennstoffzellenbussen und Batteriebusen

**Grundlage:** Modellierte Fahrprofile in städtischen, regionalen und alpinen Einsatzszenarien

Fokus auf **herausfordernden Einsatzprofilen**, die sich schwerer elektrifizieren lassen:

- hohe Tagesfahrleistungen
- hoher spezifischer Energiebedarf (Strecken mit hohen Geschwindigkeiten und Höhendifferenzen)

Vergleich der Varianten für **Umweltauswirkungen**, **Energiebedarf** und **Gesamtkosten** für 2030



## 02 Fossilfreie Antriebstechnologien im Vergleich

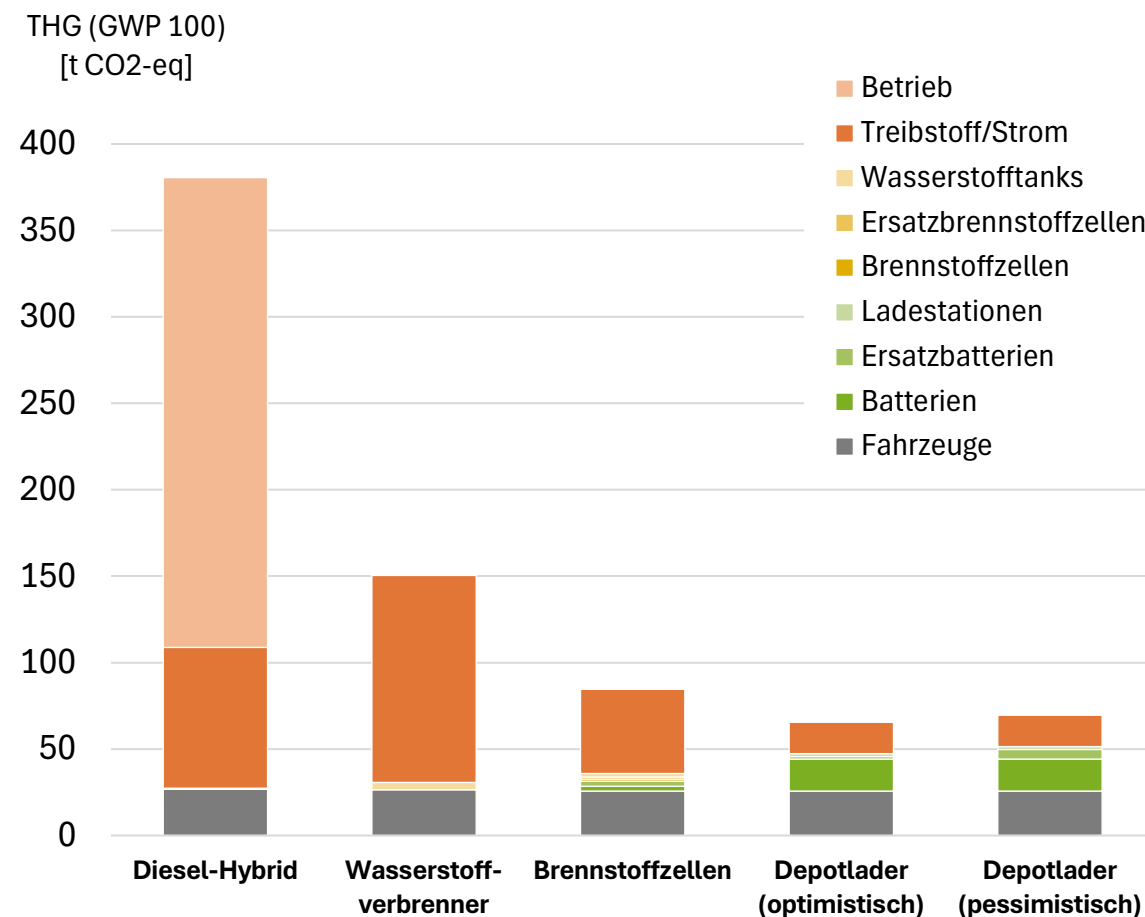
### Ergebnisse der Studie

**Batteriebusse** im Vorteil gegenüber Wasserstoff:  
Umwelt (THG, Energie) und Gesamtkosten

**Batteriebusse** = beste Lösung, trotz geringerer  
Reichweite und ggf. Mehrbedarf Busse

**Brennstoffzellenbusse:** ähnliche Klimabilanz wie  
Batteriebusse, aber höherer Energiebedarf und  
Umweltbelastung

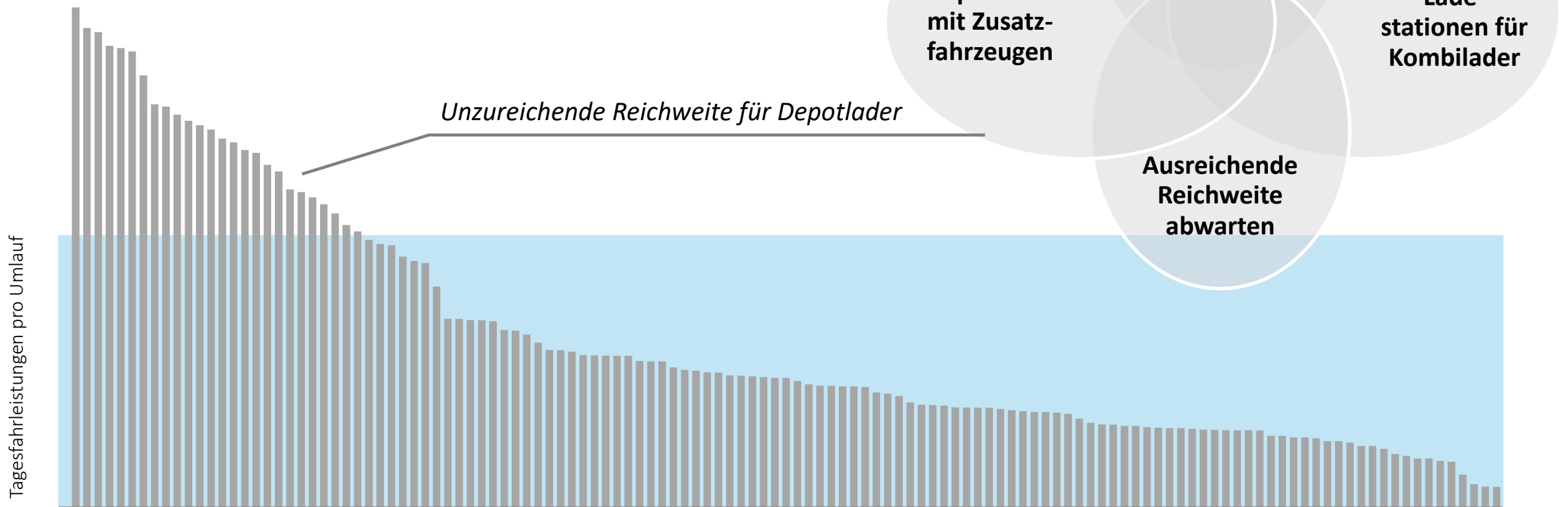
**H<sub>2</sub>-Verbrennerbusse:** deutlich schlechter,  
v. a. wegen geringer Effizienz





### 03 Umstellungsstrategien mit Batteriebusen

## Für die Elektrifizierung der anspruchsvolleren Umläufe bestehen 4 Strategien, die sich auch kombinieren lassen



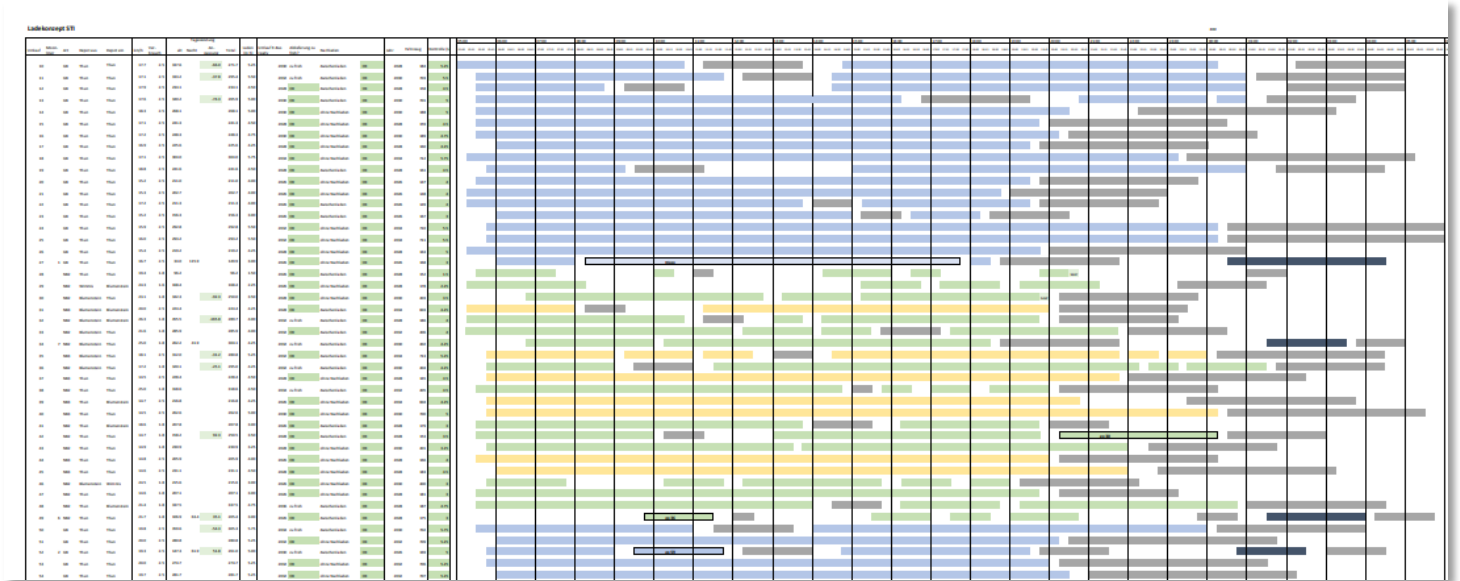
## 03 Umstellungsstrategien mit Batteriebusen

### Anpassung und Optimierung der Umläufe

1 Bisherige, für Dieselbusse konzipierte Umläufe so angepasst, dass sie **besser für den Einsatz von Elektrobusen** geeignet sind.

*Je höher der **Elektrifizierungsgrad**, desto geringer die Flexibilität zur Umlaufoptimierung bzw. die Redundanz durch Dieselbusse.*

Beispiel Ladekonzept Verkehrsbetriebe Thun (STI)



Graphik INFRAS

### 03 Umstellungsstrategien mit Batteriebusen

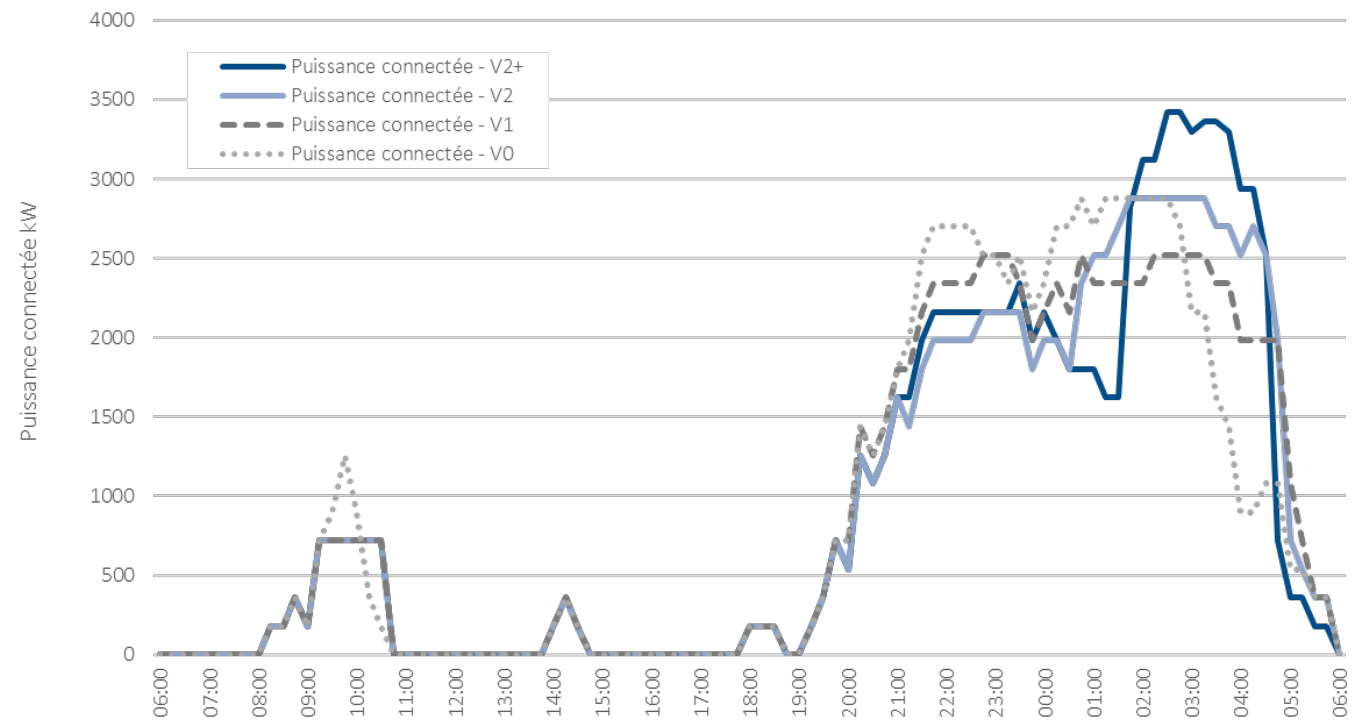
## Anpassung und Optimierung der Ladezeitfenster → Peak Shaving

1

Anpassung und Optimierung der Ladezeitfenster zur Glättung von Lastspitzen

→ Potenzial: bis zu **25%**  
weniger Anschlussleistung

Beispiel Anschlussleistung Depot VMCV



Graphik INFRAS

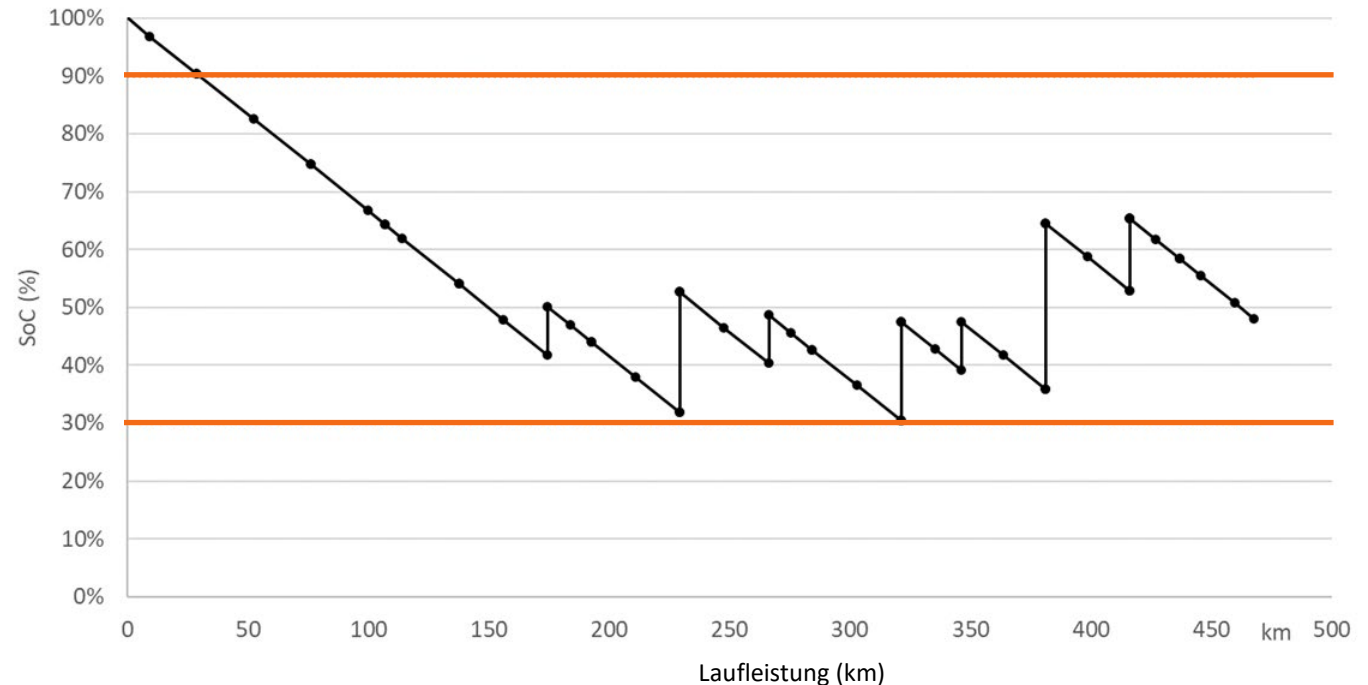
## 03 Umstellungsstrategien mit Batteriebussen

### Einsatz von Kombiladern mit dezentralen Ladestationen

2 Die restliche benötigte Energie wird während des Einsatzes an **strategisch platzierten Ladestationen** nachgeladen.

*Flottenhomogenität / Zukünftige Automatisierung Depot: alle E-Busse mit **Pantographen** ausstatten.*

Beispiel Dimensionierung dezentrale Ladeinfrastruktur  
Verkehrsbetriebe Schaffhausen (vbsh)



Graphik INFRAS

## 03 Umstellungsstrategien mit Batteriebusen

### Weitere Strategien

**3** Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge als **Depotlader**: Fahrzeuge während des Tages ausgetauscht bzw. im Depot geladen, um Reichweitenanforderungen zu erfüllen.


*Fahrzeugmehrbedarf:  
1 Mio. CHF pro zusätzlichen E-Gelenkbus vs.  
1 Mio. CHF pro Ladestation (dezentral)*

→ höhere Flexibilität z.B. für Bahnersatz

**4** Ausreichende Reichweiten abwarten: Elektrifizierung der anspruchsvolleren Linien auf spätere Phase der Umstellungsstrategie, um die Entwicklung der Batterietechnologie abzuwarten.

*Ausblick: Neue VöV-Studie zur  
**Elektrifizierung des Bahnersatz**  
in der Schweiz*

→ Veröffentlichung Herbst 2026



*Die restlichen 20% sind mit Batteriebussen durch kombinierte Umstellungsstrategien elektrifizierbar.*

*Wasserstoff ist zentral, um die Klimaziele zu erreichen, sollte jedoch prioritär in schwer dekarbonisierbaren Sektoren eingesetzt werden.*

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Roberto Bianchetti | Bereichsleiter und Partner**

INFRAS AG, Binzstrasse 23, 8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 11

[roberto.bianchetti@infras.ch](mailto:roberto.bianchetti@infras.ch)

