

Wie bestellt man Elektrobusse und Ladeinfrastruktur richtig?

Eine Schweizweite Workshopreihe

Inhaltsverzeichnis

1. Wer ist EBP?
2. Markt-, Politik- und Technologietrends
3. Elektrobusbeschaffung Beschaffungsstrategie:
technische, organisatorische und betriebliche Aspekte
4. Finanzierung
5. Juristischer Input
6. «Frequent Mistakes»
7. Interoperabilität
8. SUPSI-Tool
9. Kontaktangaben

EBP In der Schweiz und weltweit zu Hause

Wir unterstützen unsere Kunden von der Strategie über Konzepte bis zur konkreten Umsetzung in einem umfangreichen Themenspektrum.



Unsere Schwerpunktthemen

- Umwelt, Klima und Energie
- Ressourcen, Kreislaufwirtschaft und Lieferketten
- Immobilien, Gebäudetechnik und Infrastruktur
- Raum-, Standort- und Arealentwicklung
- Mobilität und Verkehr
- Risiko und Sicherheit
- Wirtschaft und Gesellschaft
- Informationstechnologie
- Kommunikation

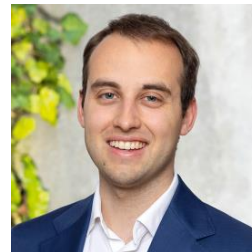
EBP Team Energie + Mobilität



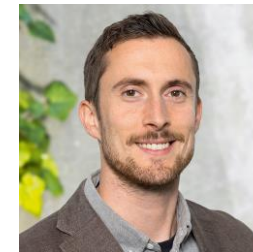
Silvan Rosser
MSc. ETH Umweltnaturwissenschaften
Teamleiter Elektromobilität



Peter de Haan
Dr. sc ETH Physik
Leiter Bereich Ressourcen, Energie + Klima



Alessio Mina
MSc. ETH Maschinenbauing.



Michele Chamberlin
MSc. ETH Energy Science and Technology



Lukas Lanz
MSc. ETH Energy Science and Technology



Tim Trachsel
MSc. ETH Umweltnaturwissenschaften



Daniel Andersen
MSc. ETH Energy Science and Technology



Janis Münchrath
MSc ETH Energy Science and Technology

Neuste Studien von EBP Team Elektromobilität



[Link](#)



[Link](#)

EBP

Fahrerbericht März 2023

Gesamtkosten vor Personewagen

Total Cost of Ownership (TCO)

Die Studie vergleicht alle anfallenden Kosten bei Wagen über die komplette Besitzdauer für verschiedene Arten. Basierend auf den Ergebnissen können nun Fahrer und Autofahrer besser entscheiden, welchen Antriebs...
...bestimmten Antriebs...
 ...bestimmten Antriebs...
 ...bestimmten Antriebs...

Energiesparpotenzial in der Schweizer Fahrzeugflotte

Die Studie berechnet, wieviel Energie und CO₂-Emissionen in der Schweizer Fahrzeugflotte in den Jahren 2023 und 2030 durch reine Verhaltensänderung eingespart werden könnten. Basierend auf den Ergebnissen prüft das Bundesamt für Energie die weitere finanzielle Unterstützung des Programms Ecodrive.

Wer ein Fahrzeug besitzt oder fährt, hat verschiedene Möglichkeiten, dies effizient zu nutzen. Das **neut von der gewählten Fahrzeugauswahl über den optimalen Lenkstil bis hin zum angepassten Fahrverhalten**. Die Studie untersucht, welche Einzelmaßnahmen in diesen drei Bereichen ergriffen lässt.

Dafür ermittelte sie mit einer Hochrechnung das **potenzial für die Schweizer Fahrzeugflotte für die Jahre 2023 und 2030**. Zusätzlich prüfte und ermittelte sie das **Energiesparpotenzial für spezifische Einzelmaßnahmen** (siehe Abbildung 1).

energieschweiz

[Link](#)



[Link](#)



[Link](#)

EBP – Team Energie + Mobilität

Unsere Dienstleistungen und Referenzen zu Elektrobussen

Studien für Bund, Kantone und Unternehmen:

- Studie zur gemeinsamen Nutzung von Ladeinfrastruktur für Elektrobusse
- SBB: Klimaneutrale Lieferketten – Bahnersatz geplant/ungeplant



Strategien: Flottenumstellungen und Prozessbegleitung inkl. Begleitung oder Überprüfung der Ausschreibungen

- Projektbeispiel Aargau Verkehr AG: Elektrifizierung Buslinien und Begleitung Beschaffung

Ladeinfrastruktur in Busdepots und an Haltestellen

- Projektbeispiel VZB: Vorgehensvorschlag «Garagen-Ladeinfrastruktur für Elektrobusse»

Weitere Kunden: Autobus AG Liestal, Bernmobil, BLT, Engadin Bus, Postauto, RBS, SZU, VZB, VZO, ZVB

Markt-, Politik- und Technologietrends

Strategievorgaben Politik



EU:

Nur noch emissionsfreie Linienbusse ab 2035
(final abgestimmt 14. Mai 2024)



Schweiz:

Bundesrat 2023: Umstellung auf einen
fossilfreien Verkehr bis 2050 grundsätzlich im
Gleichschritt und analog zu den Massnahmen
der EU umsetzen

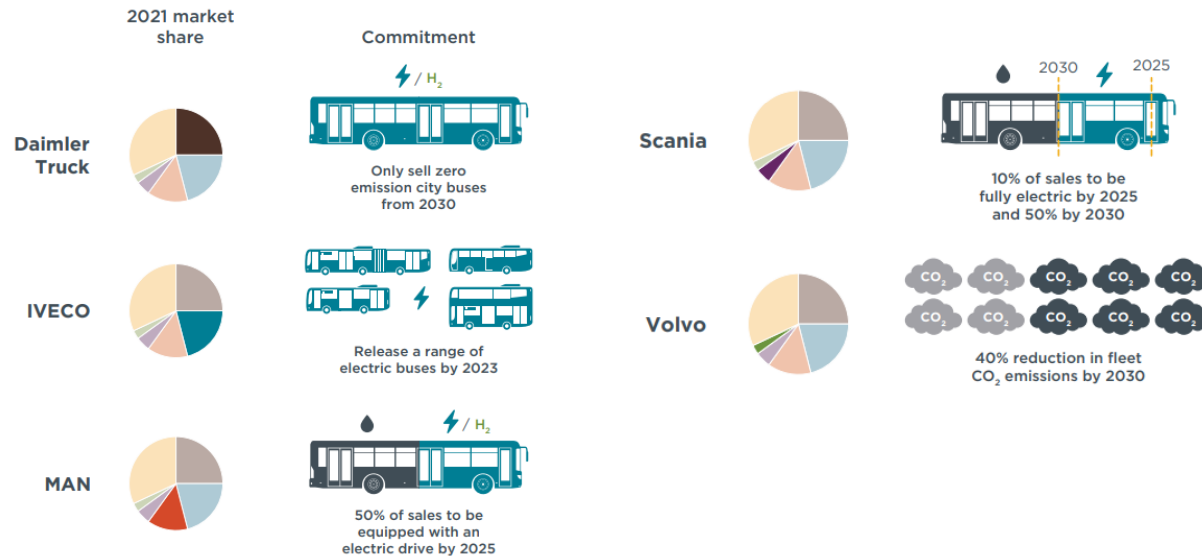
CO₂-Gesetz:

→ Aufhebung Mineralölsteuer für konzessionierte
Linienbusse: ab 2026 für Orts- und
ab 2030 für Regional-Verkehr

Klima- und Innovationsgesetz:

→ bis 2040: um 57%
→ bis 2050: um 100%

Null-Emissions-Verpflichtungen der Bushersteller



Quelle: [International Council on clean transportation, The rapid deployment of zero-emission buses in Europe, September 2022, p. 8](#)

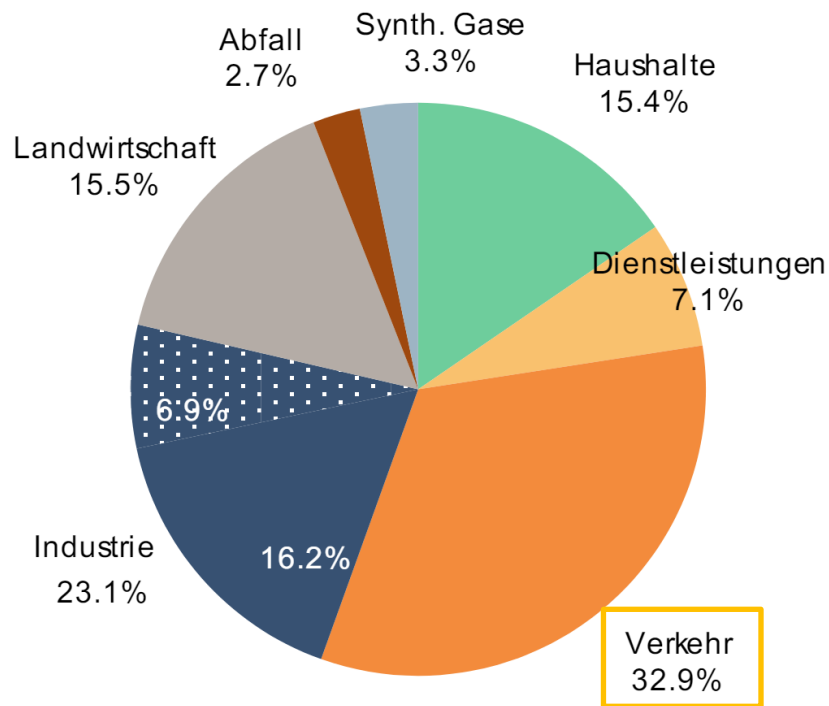
Strategievorgaben Politik



- Die **Energieeffizienz** wird (im Vergleich zum Jahr 2022) auf Ebene der Branche (Transportleistungen, Infrastruktur, Immobilien) **bis 2050 um 30 Prozent** gesteigert.
- Der gesamte Energiebedarf der öV-Branche wird **ab 2040 durch erneuerbare Energiequellen** gedeckt.
- Im öffentlichen Verkehr auf Schiene und Strasse sind **nach 2040 ausschliesslich umweltfreundliche Antriebstechnologien** im Einsatz.

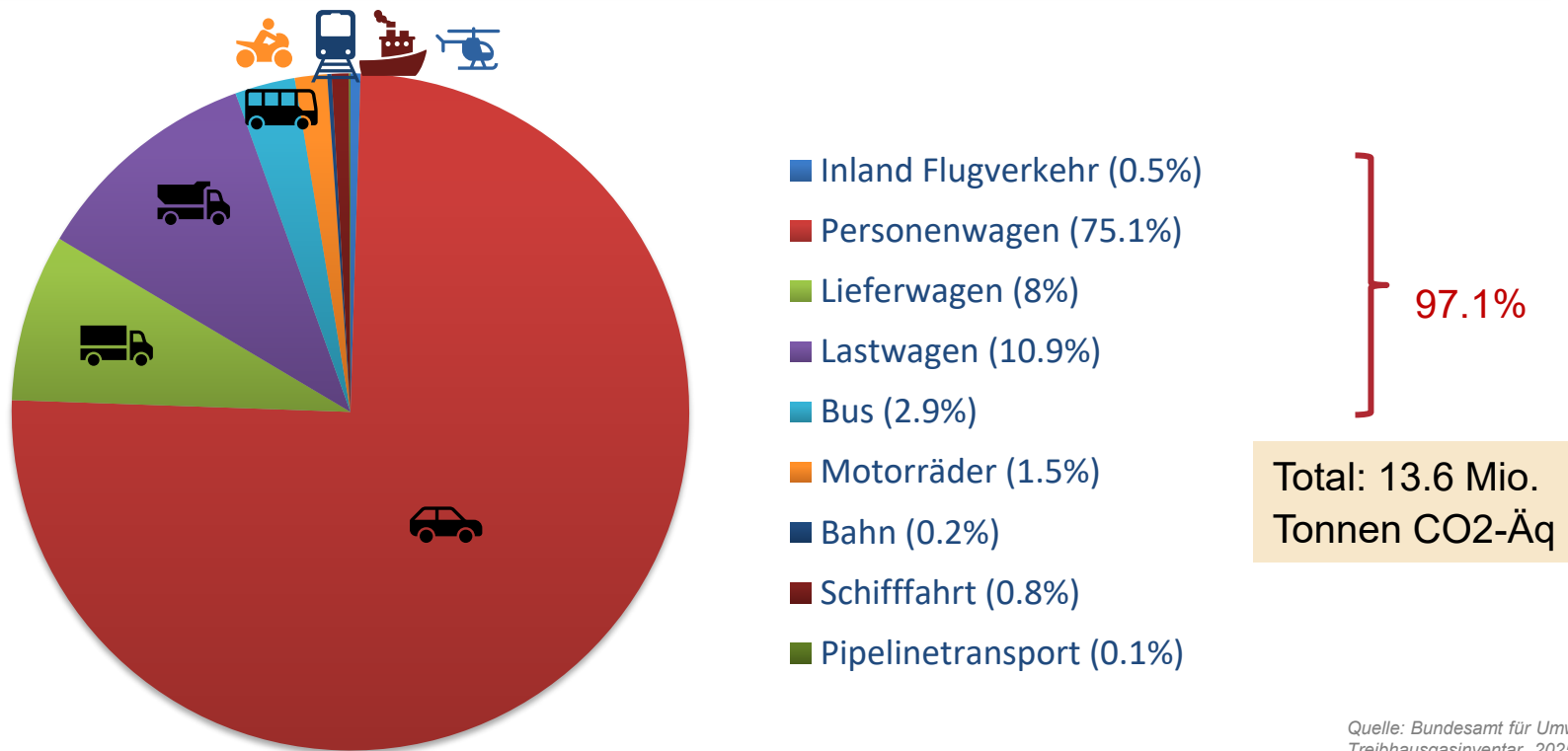
Quelle: Verband öffentlicher Verkehr (VöV) (2023): *Energierstrategie VöV*

Der Verkehr verursacht die meisten Treibhausgasemissionen



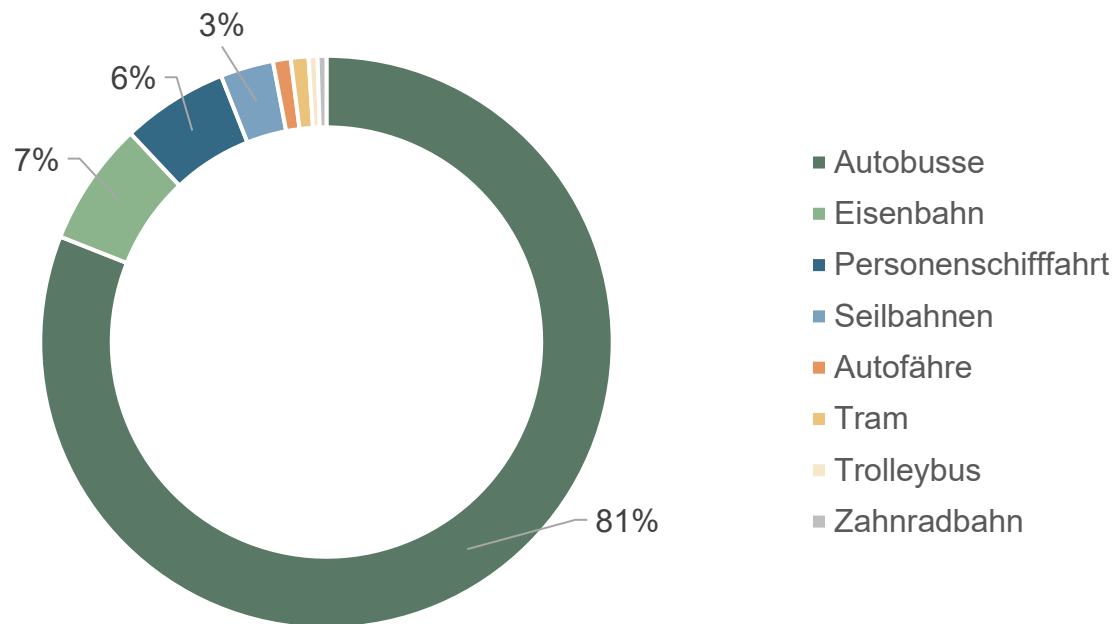
Quelle: BAFU (2024) Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll

CO₂-Emissionen des Verkehrs nach Verkehrsmittel, 2023



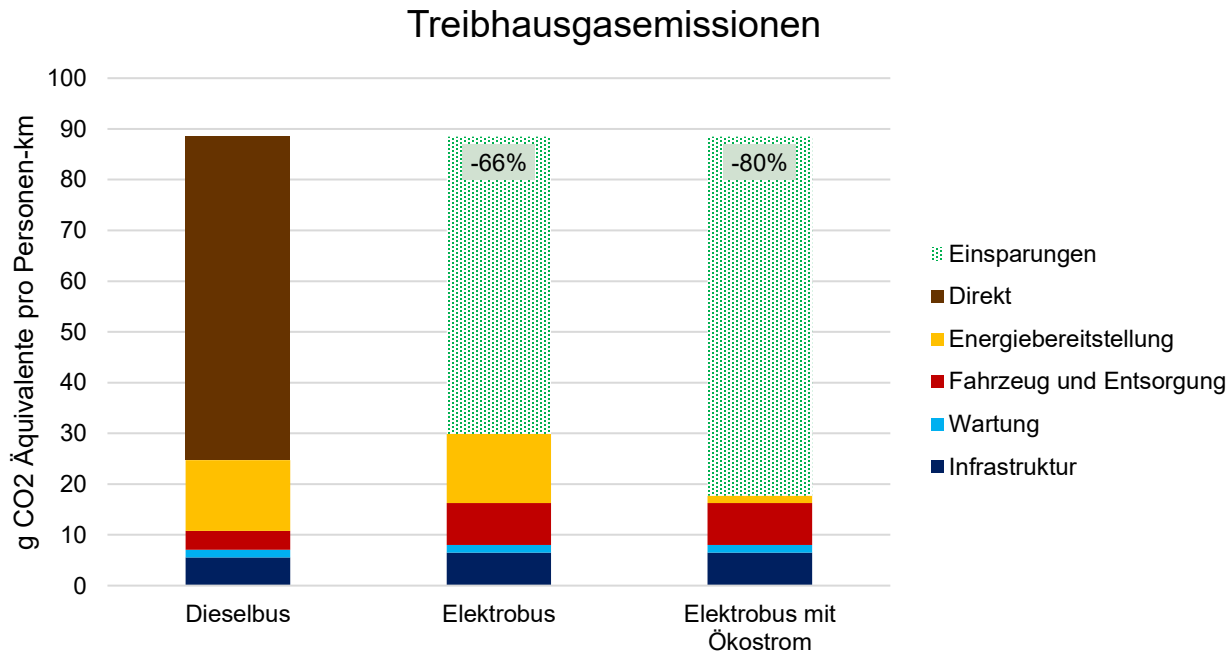
Quelle: Bundesamt für Umwelt,
Treibhausgasinventar, 2025

Treibhausgasemissionen öV Schweiz



Datenquelle: [Energiekennzahlen öV 2022, Bundesamt für Verkehr BAV](#)

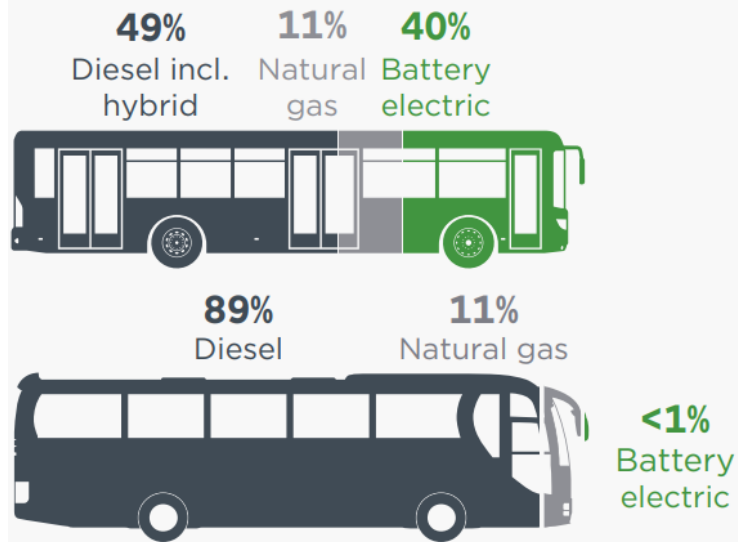
Treibhausgasemissionen öV Schweiz: Umweltrechner Verkehr



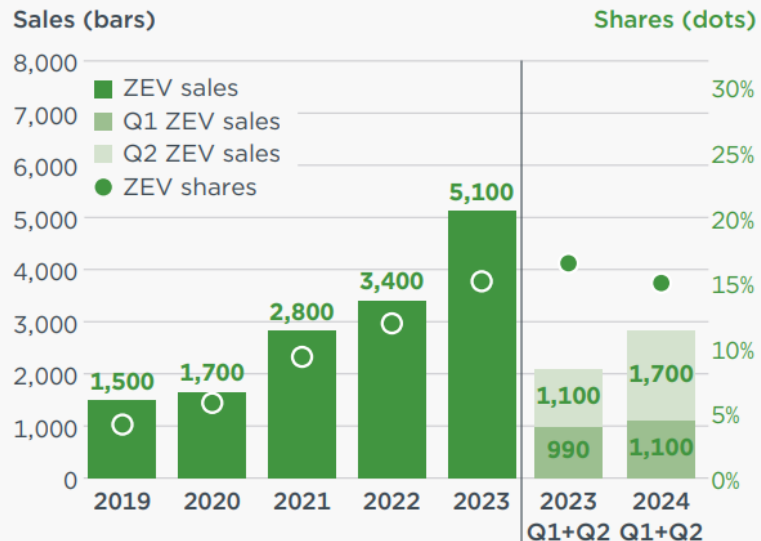
Quelle: [Umweltrechner Verkehr](#), [EnergieSchweiz](#)

Marktentwicklung Europa

Sales of buses and coaches by powertrain



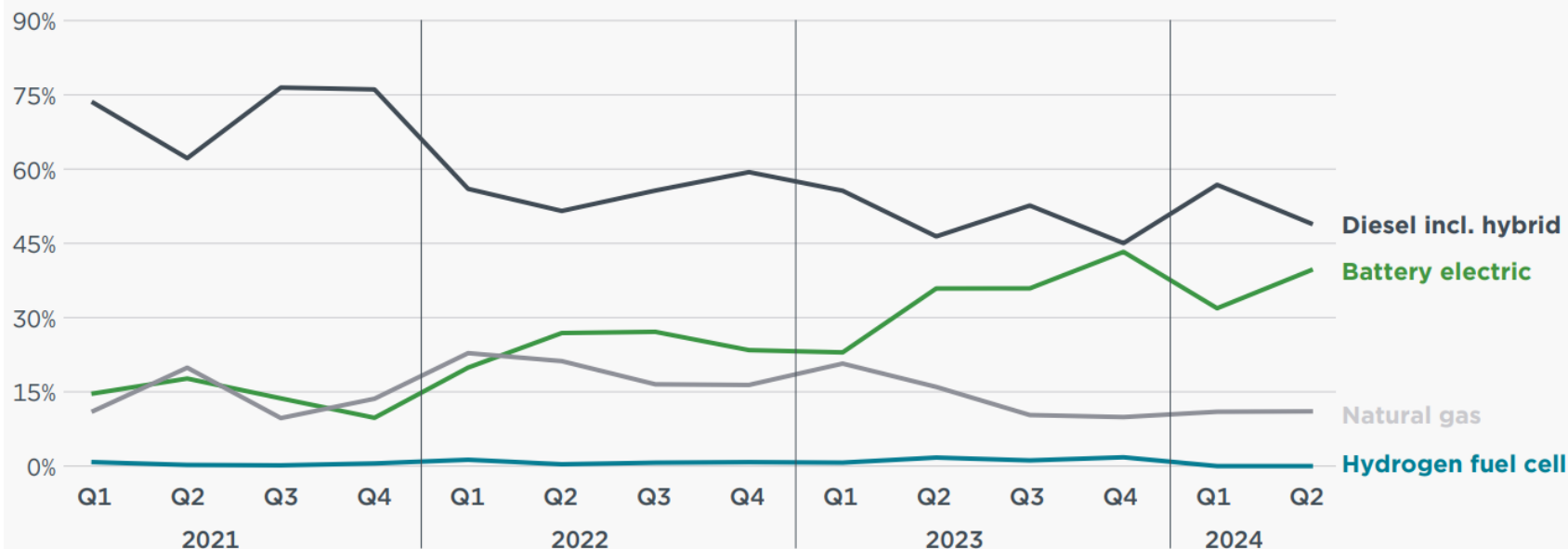
Historic sales of all zero-emission buses



Quelle: [ICCT \(2024\), MARKET SPOTLIGHT RACE TO ZERO, p. 7](#)

Marktentwicklung Europa

Historic sales shares of city buses by powertrain

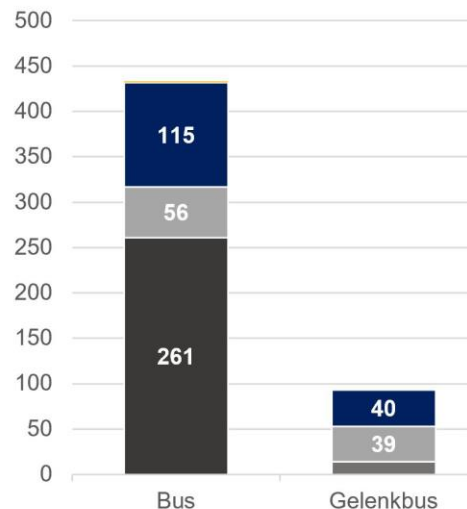


Quelle: [ICCT \(2024\), MARKET SPOTLIGHT RACE TO ZERO, p. 7](#)

Schweizweiter Marktanteil alternative Antriebe 2024

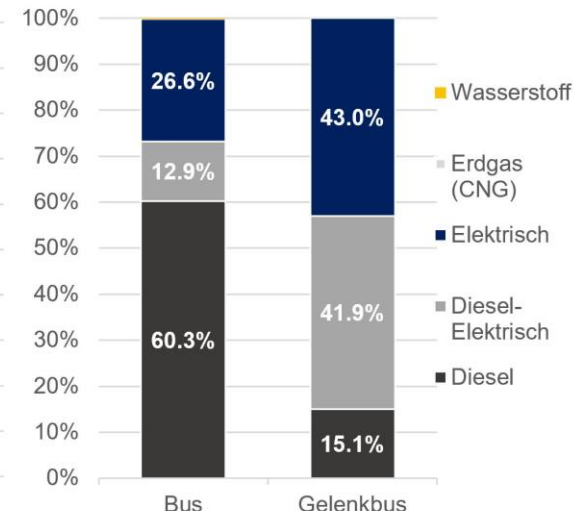
Neuzulassungen Busse

Anzahl 2024



Neuzulassungen Busse

Anteil 2024

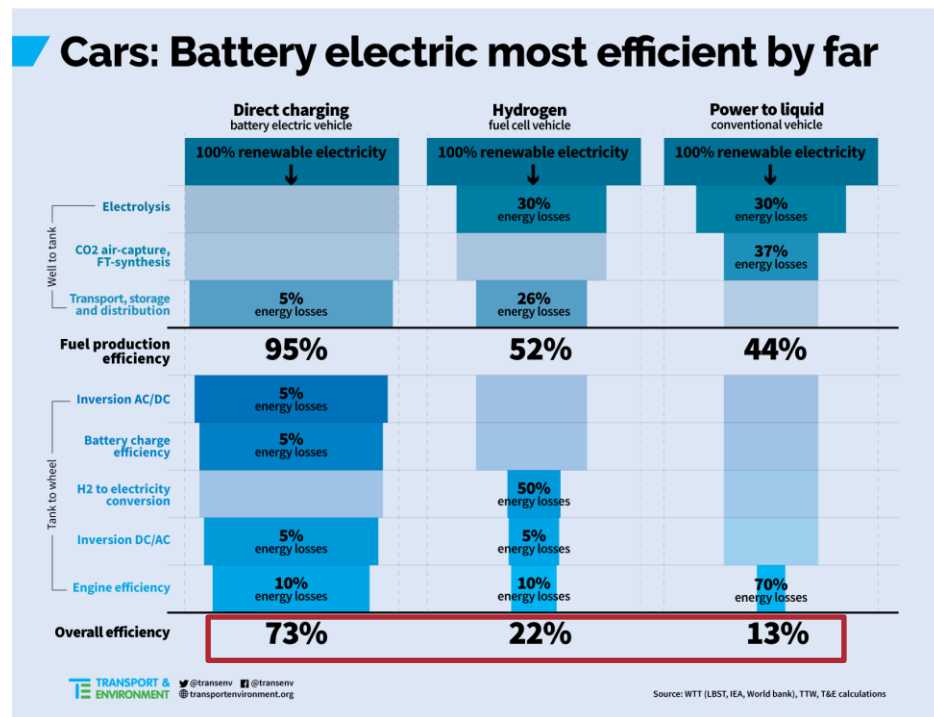


Diese Kategorie umfasst sowohl Busse des öffentlichen Verkehrs (ohne Trolleybusse) wie auch Reisebusse (Cars).

- E-Anteil Gelenkbusse bei über 40%
- E-Anteil bei den anderen Bussen knapp über 25%.
- Über alle Busse hinweg beträgt der Anteil batterieelektrischer Antriebe 29.5%.

Quelle: ASTRA-IVZ, Darstellung BFE, Stand 03.01.2025

Batterieelektrische Fahrzeuge mit der klar höchsten Effizienz



Quelle: Transport & Environnement basierend auf Daten von WTT (LBST, IEA, World bank), TTW, T&E calculations.

Grafik abgerufen von [La voiture électrique à batterie est la plus efficiente – Acti-VE.org](https://www.acti-ve.org)

Marktentwicklung – Ladetechnologien

Energiezuführung				
Elektrisch				Chemisch
Stationär			dynamisch	Stationär
Batterie-wechsel	Induktive Ladung	Konduktive Ladung		Konduktive Ladung
	Induktions-schleife	Docking-System	Plug-In-System	Oberleitung
				Diesel, Erdgas, Wasserstoff

Depotlader

- Vorwiegend nachts
- Längere Ladezeiten
- Bedeutet bei Bussen: grosse kapazitätsorientierte Batterie mit geringerem Leistungsanspruch
- Ladeleistung mit 50-150kW DC (bald bis 350 kW)

Gelegenheitslader

- *Stets in Kombination mit Depotladen*
- Tagsüber
- Kurze Ladezeiten
- Bedeutet bei Bussen: kleine, leistungsorientierte Batterie mit geringer Kapazität
- Sehr hohe Ladeleistung 450-600+ kW DC via Pantographen

Quelle: TU-übergreifende Nutzung von Ladeinfrastruktur für Elektrobusse, Herausgeberin: BAV

Welcher Batterietyp setzt sich aktuell durch?

Lithium-Ionen-Batterien (NMC-, NCA- und LFP-Batterien) sind heute dominant im Bereich der Traktionsbatterien

	Batterietyp	Energiedichte	Lebensdauer	Kosten	Umweltauswirkung	Sicherheit	Temperatur-Sensitivität
Depotlader	NMC und NCA	Hoch – bis zu 200 Wh/Kg (sehr schnell geladen)	+	\$\$	Starke Abhängigkeit von seltenen Rohstoffen	Erhöhte Gefahr von Überhitzung und Bränden bei Batteriebeschädigung	Abnahme des nutzbaren Energieinhalts und der Leistung mit sinkender Temperatur
	LFP	Mittel – bis zu 160 Wh/Kg	+++	\$ (32% tiefere Kosten als NMC/NCA)	20%-30% geringere Umweltbelastung als NMC und NCA.	Thermisch stabiler, geringere Anforderungen an das Wärmemanagement	Leicht ausgeprägtere Abnahme des nutzbaren Energieinhalts und der Leistung mit sinkender Temperatur
Opp.	LTO	Höhere Leistungsdichte (x2), dafür geringere Energiedichte (bis zu 100 Wh/Kg)	+++ (15 – 20 Jahre)	\$\$\$	Tief, da hohe Lebensdauer.	Extrem sicher	

Quelle: Batterien für Elektrofahrzeuge, EnergieSchweiz, BFE

Technologietrends – Entwicklung der Batterien im Überblick

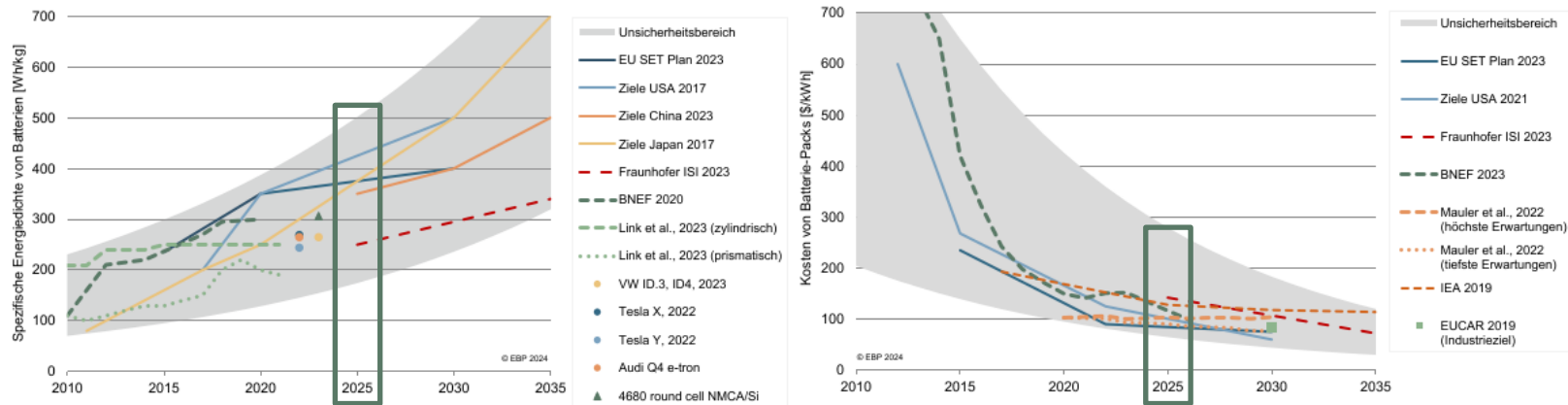


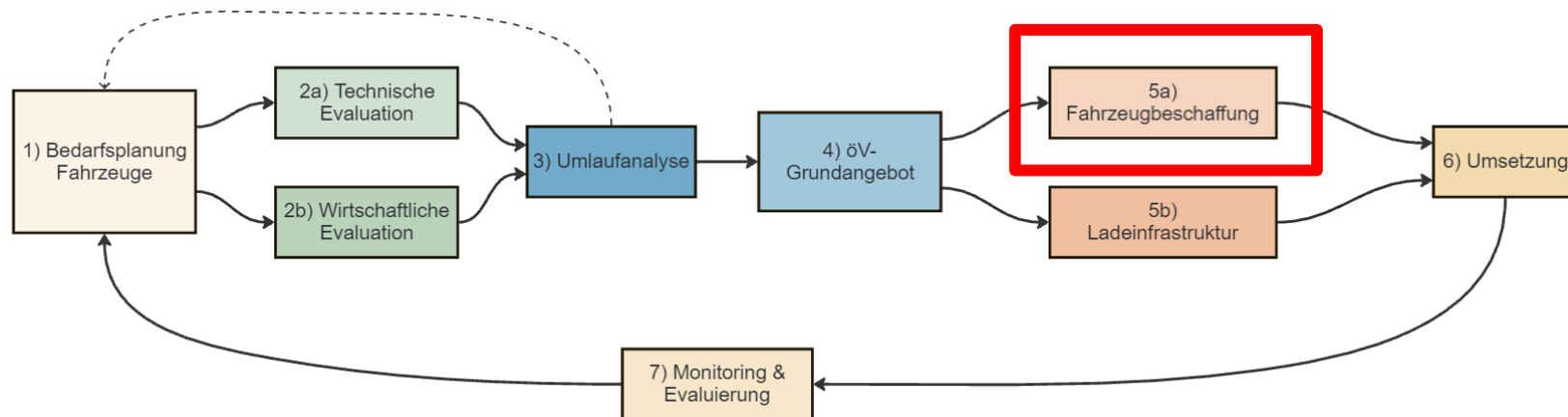
Abbildung 5 Entwicklung der gewichtsbezogenen Energiedichte (links) und der spezifischen Kosten (rechts) der Batterien bis 2035 (eigene Darstellung EBP).

- Batterien werden immer günstiger
- Energiedichte und Lebensdauer nimmt zu (**Heute: ~200-300 Wh/kg, 2030: ~500 Wh/kg (+66%)**)
- → günstigere, leichtere und kleinere Batterien mit mehr Reichweite für Fahrzeuge

Quelle: [Electric and Hydrogen Mobility Scenarios Switzerland 2050, EBP](#)

Elektrobusbeschaffung Beschaffungsstrategie: technische, organisatorische und betriebliche Aspekte

Überblick



Strategie



Planung



Umsetzung

Depotlader vs. Gelegenheitslader

Welche Grundlagen für die Entscheidung bezüglich Gelegenheits- oder Depotlader sind relevant?

- Entscheidung basiert auf **Umlaufanalyse und Wirtschaftlichkeit** der Alternativen
- **In der Schweiz gehen die meistens** in Richtung **Depotlader**

Ladekonzepte

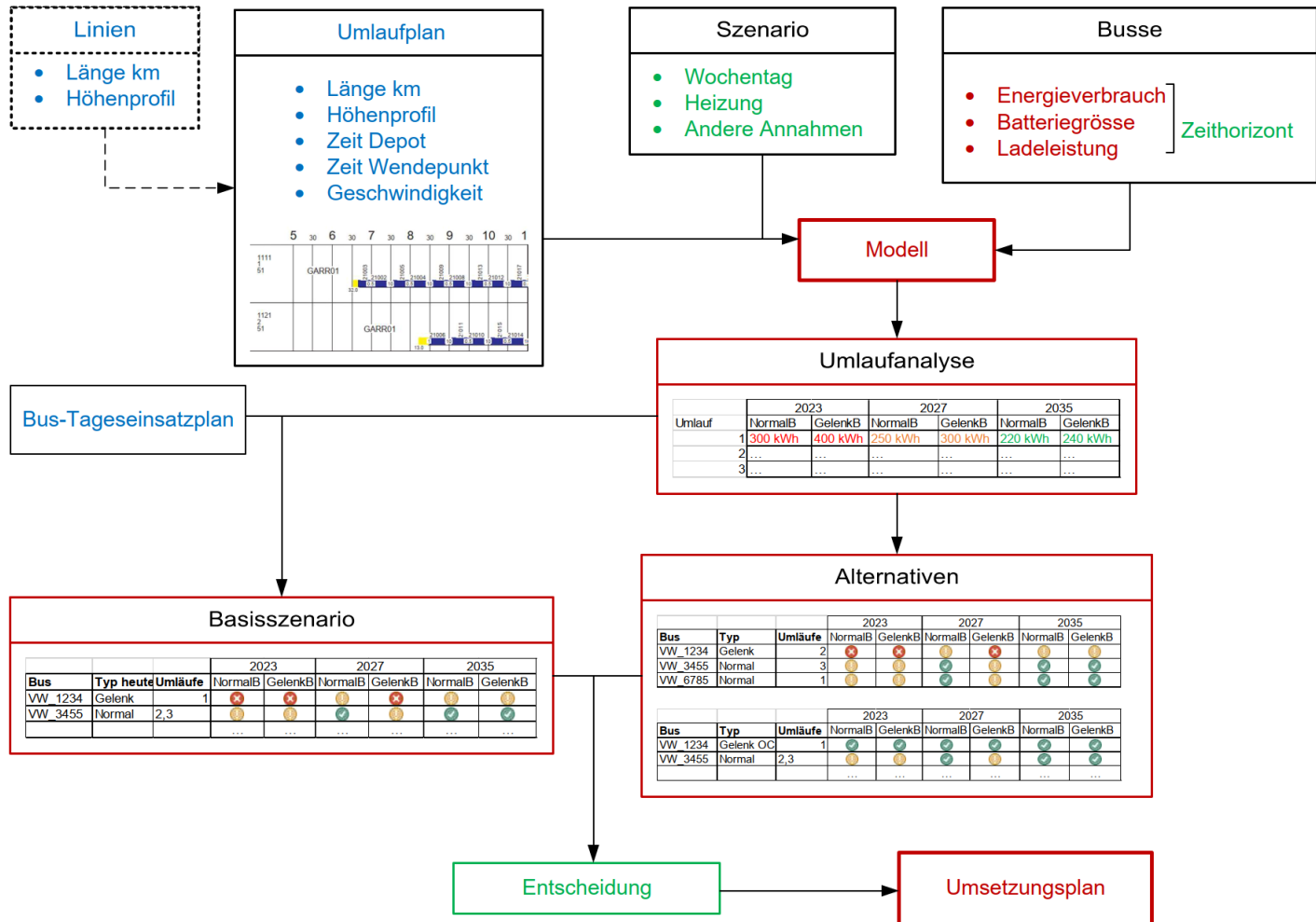
Aus EBP Studie «Shared Opportunity Charging: TU-Übergreifende Nutzung von Ladeinfrastruktur für Elektrobusse ([link](#))

	Depotlader	Gelegenheitslader
Geeignet bei	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeugumläufe bis 350 km (2030 bis 400 km) Tiefe Taktfrequenz (ungünstiges Kosten-Nutzen-Verhältnisse) Depot nah an der Linie oder Einsatzort Die Raumplanung spricht sich gegen Ladeinfrastruktur auf dem öffentlichen Grund Tagsüber lange Taktlücken vorhanden, welche für das Nachladen im Depot genutzt werden können 	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeugumläufe über 250 km Hohe Betriebsstabilität (bei einer Verspätung kann man während Pufferzeit nicht nachladen) Genügend Wartezeit bei den Wendepunkten Ungünstige bauliche Voraussetzungen in den Depots (abgelegene Standorte, enge Verhältnisse) Grosse Gefässgrössen (Gelenkbus oder Doppel-Gelenkbus)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Tiefere Infrastrukturkosten Zentralisierte Ladeinfrastruktur Hohe Flexibilität wegen schwachen Linien- und Fahrplanbindung 	<ul style="list-style-type: none"> Tiefere Batteriekapazitäten führen zu weniger Gewicht im Fahrzeug und weniger Kosten bei der Beschaffung Mit Tagesüber laden kann man Lastspitzen in der Nacht vermeiden
Möglich Konsequenzen	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzliche Fahrzeuge nötig, um Zwischenladung während dem Tag zu decken Ausbau oder Neubau von den Garagen wegen dem Bedarf von mehr Höhe oder breiter Seitenabstand im Depot Erhöhung Anzahl Fahrten Einsatzort – Garage 	<ul style="list-style-type: none"> Reservebus nötig im Fall von einem Ausfall der Ladestation. Der Reservebus muss mit Depotlader oder Diesel angetrieben werden Ladezeit zu berücksichtigen bei der Fahrplanerstellung und konsequente Verschlechterung von Fahrplaneffizienz

Batterieauslegung und Leistungsbedarf

- Die notwendige Batteriegröße kann mit Hilfe einer **Umlaufanalyse** abgeschätzt werden
- **Wichtige Parameter** sind dabei:
 - **Umlaufplan** (Höhenprofil, Haltedauern, Länge, usw.)
 - **Möglichkeit für Zwischenladungen** oder nur über Nacht im Depot?
 - **Energieverbrauch**: Welche Klima-/Heizsysteme werden verbaut? Wie hoch ist der zusätzliche Stromverbrauch? Aussentemperatur?
- Die notwendige Batterieleistung ist abhängig vom **Ladekonzept**
 - Gelegenheitslader benötigen kurzzeitig hohe Ladeleistungen und setzen darum teils auf andere Zellchemien (LTO – Lithium-Titanat-Oxid)

Reichweite im Pflichtenheft angeben:
siehe Folien «Frequent Mistakes»



Garantiemodelle für Batterien

- **Leasing** der Batterie senkt die Anschaffungskosten, indem sie über die Haltdauer verteilt werden.
 - Tendenziell erhöht dies die Vollkosten über die Haltdauer.
- Technologische Fortschritte haben die **Lebensdauer der Batterien** bereits signifikant erhöht.
- Hersteller gehen heute davon aus, dass mit einer überdimensionierten Batterie **kein Ersatz** notwendig ist.
 - Kapazität ca. 75-80% nach 14 Jahren / 1 Mio. km
- Viele Transportbetriebe rechnen mit einem Batterieersatz nach 7 Jahren
- LCC-Vertrag Batterie erwägen

Garantiemodelle für Batterien

- Verschiedene Hersteller bieten **standardmässig eine Batteriegantie** an mit Laufzeit von 5-10 Jahren, je nach Batterietechnologie und Hersteller.
 - Erweiterungen von Garantie- und Servicepaketen müssen individuell geprüft werden
- Damit kann einem Batterieersatz aufgrund Degradation vorgebeugt werden.
- Durch **Überdimensionierung** der Batterie, kann bei Degradation Einsatz immer noch garantiert werden.
- Gelegenheitslader: **LTO-Batterien** weisen nur geringe Degradation auf, ein Ersatz ist generell nicht notwendig.
 - Laut Toshiba bisher kein einziger Sicherheitsvorfall und kein altersbedingter Ersatz bei über 3'000 Bussen in Europa, die teilweise bereits 10 Jahre im Einsatz sind

Der Markt entwickelt sich schnell...

CATL kündigt besonders langlebige Batterie für E-Busse an

Der chinesische Batteriehersteller CATL hat eine Batterie mit besonders langer Lebensdauer speziell für Elektrobusse vorgestellt. Sie soll bis zu 15 Jahren oder 1,5 Millionen Kilometern durchhalten.



1.5 Mio. km und
15 Lebensdauer

[Electrive.net](https://www.electrive.net),
[September 2024](#)

Bei Personenwagen ist die Alterung langsamer als erwartet

Elektroautos: Stanford-Studie sagt 40% längere Batterie-Lebensdauer voraus

US-Wissenschaftler der Stanford University haben herausgefunden, dass die Batterien von Elektrofahrzeugen bis zu 40 Prozent länger halten könnten als bisher angenommen. Der Grund: Das Fahr- und Ladegewohnheiten in der realen Welt sollen die Batterien weniger stark belasten als es Labortests nahelegen.

[Electrive.net](https://www.electrive.net),
November 2024

Neue P3-Studie zeigt: Elektroauto-Batterien halten deutlich länger als gedacht

Während der Diesel läuft und läuft und läuft, gehen Elektroauto-Batterien schnell kaputt und verwandeln den teuren Neuwagen in einen wirtschaftlichen Totalschaden – so etwas ist immer wieder in Sozialen Medien zu lesen. P3 hat Daten von über 7.000 E-Autos analysiert und liefert Erkenntnisse zur realen Batteriealterung in der Praxis. Und diese Felddaten zeichnen ein anderes Bild als die Social-Media-Posts.

[Electrive.net](https://www.electrive.net),
November 2024

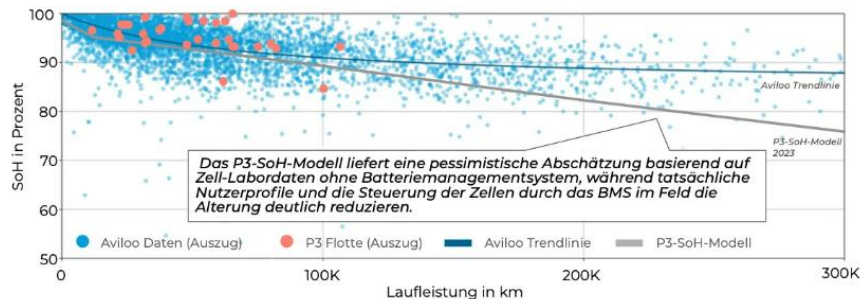
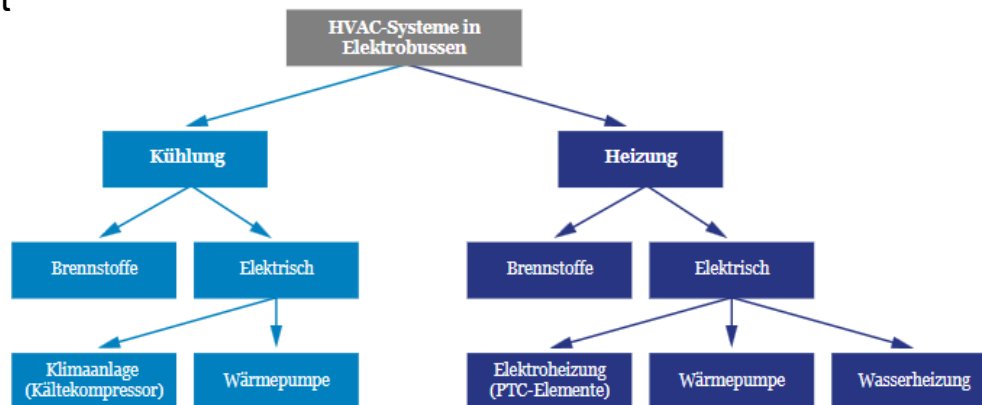


Abb. 1: SoH vs Fahrleistung für EVs mit Batterien >30 kWh.

Klimakomfort und Heizungssysteme

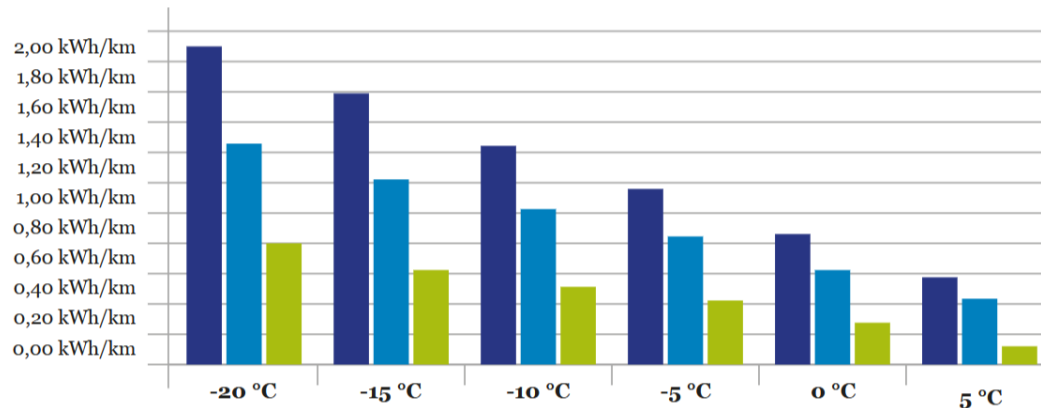
- Elektrifizierung des Klima-/Heizungssystems ist notwendig für Scope 1 **Klimaneutralität**
- Laut Förderdaten BMWK (DE)¹:
 - 99% von 1'200 Bussen mit Wärmepumpen ausgestattet
 - Davon 47% vollelektrisch beheizt, 53% zusätzlich noch mit Kraftstoffzusatzheizung ausgestattet



⁽¹⁾ [Begleituntersuchung zur Förderung von Elektrobussen im ÖPNV \(BMWK, 2024\)](#). Grafik von S. 162

Klimakomfort und Heizungssysteme

- Wärmepumpen weisen die **höchste Energieeffizienz** auf
 - Umstieg auf CO₂ als Kältemittel verspricht noch verbesserte Effizienz bei kalten Aussentemperaturen (<5°C) und reduziertes Treibhauspotenzial



Rahmenbedingungen: Stadtbus 12 m / Sollwert innerhalb = 20 °C
Passagiere = 35 Personen / Geschwindigkeit = 15km/h / Wetter: bewölkt

■ Dieselheizung ■ Elektroheizung ■ CO₂-Wärmepumpe

[Begleituntersuchung zur Förderung von Elektrobussen im ÖPNV \(BMW, 2024\). Grafik von S. 167](#)

Leistungsspezifikationen von Elektromotoren

- Ein Elektromotor liefert das **maximale Drehmoment sofort beim Anfahren** (bei Drehzahl = 0) und behält es über einen weiten Drehzahlbereich nahezu konstant bei.
- Elektromotor: Breites Range Drehzahl → typischerweise keine Gänge
- Elektromotoren ermöglichen eine **kraftvolle und ruckfreie Beschleunigung**.
- Bei elektrischen Motoren wird zwischen Spitzen- und Dauerleistung unterschieden.
 - Bei der Ausschreibung sollte darum spezifiziert werden, welche Leistung gemeint ist.
- Die **Spitzenleistung** kann kurzzeitig bei Beschleunigungsvorgängen oder Anfahrten von Steigungen abgerufen werden. Bei längerer Fahrt mit Spitzenleistung droht Überhitzung.
- Die **Dauerleistung** kann über längere Zeit abgerufen werden, ohne dass Schäden oder Effizienzverluste entstehen.

Leistungsspezifikationen von Elektromotoren

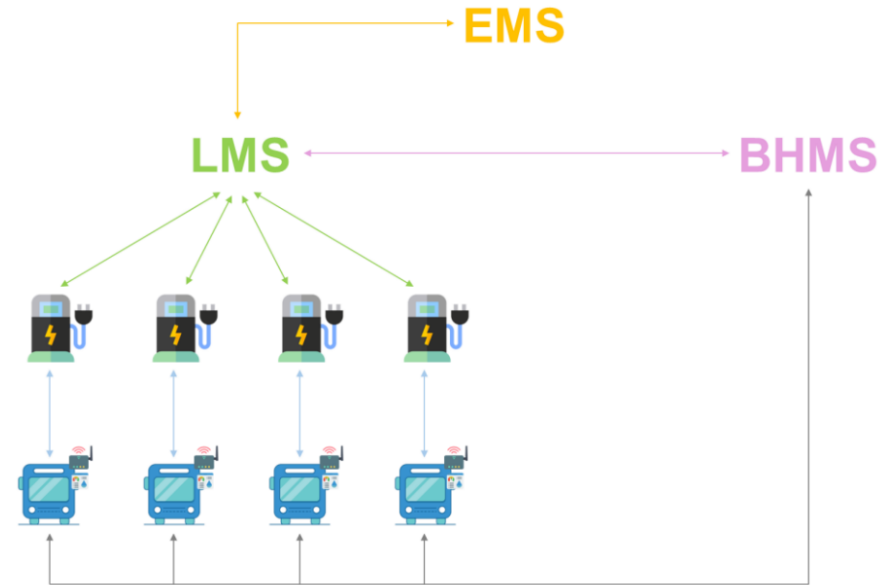
- Bei E-Bussen liegt die Dauerleistung im Vergleich zur Spitzenleistung höher als bei PW.
- Typische Motorleistungen für Gelenkbusse:
 - Dauerleistung: 250-380 kW
 - Spitzenleistung: 400-550 kW

IT-Schnittstellen (Digitalisierung der Ladeinfrastruktur)

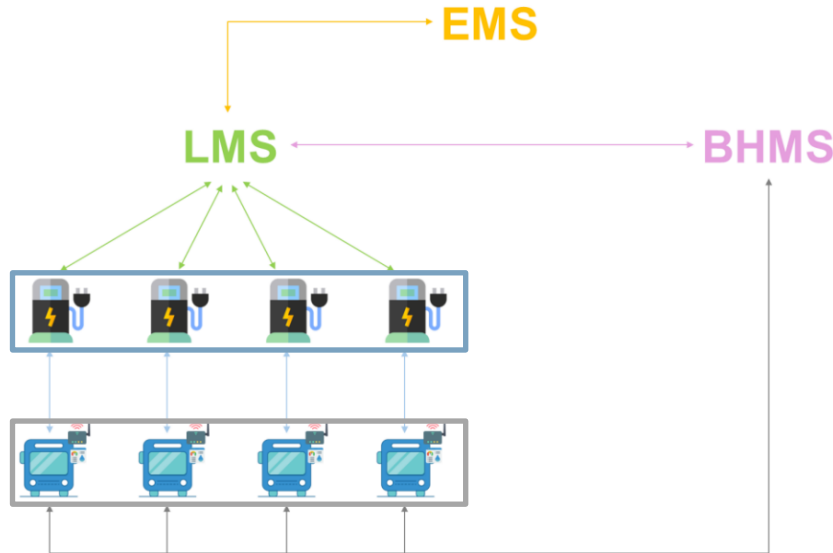
- Umstieg auf E-Busse bedingt die **Digitalisierung verschiedener Geschäftsprozesse**
- Eine **reibungslose Kommunikation** zwischen allen betroffenen Systemen (intern & extern) ist essenziell für effizienten Betrieb
- **Open-Source oder Standard-Kommunikationsprotokolle** sind zu bevorzugen, um die Langlebigkeit und Ausbaufähigkeit des Systems zu garantieren.
- **Cybersicherheit** ist ein wichtiges Thema
 - Besonders die **Schnittstellen** sollten auf Sicherheitslücken geprüft werden.
 - Auch **Fernzugriff** und **VPN-Architektur** sind hier oft relevante **Schwachstellen**.

IT-Schnittstellen (Digitalisierung der Ladeinfrastruktur)

- **Betriebshofmanagement (BHMS):**
Einsatzplanung der Busse
- **Lastmanagementsystem (LMS):** Management der Ladevorgänge bzgl. Einsatzplan, verfügbare Leistung und Strompreis
- **Energiemanagementsystem (EMS):** Monitoring des verbrauchten (und evtl. erzeugten) Stroms, Überwachung Strompreise
- **Ladestationen:** Steuerung der Ladevorgänge
- **Telemetrie:** Austausch der Betriebsdaten zwischen Bussen und Managementsystemen



IT-Schnittstellen (Digitalisierung der Ladeinfrastruktur)



von	zu	Daten
BHMS	LMS	Für jedes Fahrzeug: + Zeiten in der Garage (inkl. verbleibende Zeit bis zur nächsten Abfahrt) + Batteriezustand
EMS	LMS	Verfügbare Stromleistung/Kapazität Strompreis: IST und Vorhersagen

von	zu	Daten
LMS	Ladestationen	Freigabe Ladevorgang Leistungsvorgabe Unterbruch Ladevorgang (Pause) Ende Ladevorgang
Telemetrie	BHMS	Gefahrenre Kilometer Zustand des Fahrzeuges Diagnose Havarie-/Problemmeldung Batteriezustand des Fahrzeuges

Finanzierung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral des transports OFT
Division Sécurité

Finanzielle Unterstützung des Bundes beim Umstieg auf Elektrobusse

Unterstützung gemäss CO2-Gesetz

- Gemäss CO2-Gesetz (Art. 41a) unterstützt der Bund bis 2030 die Umstellung auf elektrische Busse und Schiffe (2025: 36 Mio. / provisorisches Budget 2026: 30 Mio.)
- Regionalverkehr (gemeinsam vom Bund und den Kantonen in Auftrag gegeben): 75 % der Mehrkosten
- Nahverkehr + übriger konzessionierter Verkehr: 30 % der Mehrkosten
- Nach Abzug der übrigen Fördermittel
 - Pauschalen pro Jahr je nach Bustyp/Verkehrsart

Pauschalen 2025+2026 (CO₂-Gesetz)

Pauschalen pro Fahrzeugtyp und Sparte

Fahrzeugtyp	Regionaler Personenverkehr	Weiterer konzessionierter Verkehr
Kleinbus	CHF 70'000	CHF 30'000
Minibus	CHF 90'000	CHF 40'000
Midibus	CHF 120'000	CHF 40'000
Standardbus	CHF 140'000	CHF 50'000
15-Meter-Bus / Doppelstockbus	CHF 170'000	CHF 70'000
Gelenkbus	CHF 210'000	CHF 80'000
Doppelgelenkbus	CHF 290'000	CHF 110'000

Ab 2027:
wahrscheinlich nur noch RPV

Verfahren (CO2-Gesetz)

- Transportunternehmen und Betriebsleiter, die Eigentümer der Fahrzeuge sind, können einen Antrag stellen
- Link zur Antragsplattform auf der BAV-Seite [Förderung elektrischer Antriebe von Bussen und Schiffen im öV - BAV](#)
- Verfahren gemäss [Richtlinie](#)
- Anträge für 2026 bis zum 31.12.2025
- Auszahlung bei Inbetriebnahme

Finanzierungsgrenzen (CO₂-Gesetz)

Nicht gefördert werden:

- (Lade-)Infrastrukturen
- Der Ersatz bestehender Elektrobusse (einschliesslich Trolleybusse)
- Der Ersatz vorzeitig ausgemusterter Busse
- Busumbauten (nur Neukäufe)

Weitere Finanzierungsmöglichkeiten

Angebote / Entschädigung RPV

KLiK (Info via [myclimate](#))

Agglomerationsprogramme ([ARE](#))

Kantone

Industrielle Dienstleistungen



Nützliche Links

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des transports OFT

- **Aktuelle Informationen + Link Einreichung eines Gesuchs:**
[Förderung elektrischer Antriebe von Bussen und Schiffen im öV – BAV](#)
- [Richtlinie finanzielle Förderung elektrischer Antriebstechnologien](#) (Richtlinie BAV vom 1.5.2025)
- [Bundesgesetz über die Reduktion der CO2-Emissionen](#) (Stand 1.1.2025)
- [Anreiz- und Förderprogramme - voev.ch](#)



Kontakt BAV



Stany Rochat

Verantwortlicher ESöV2050 (*Forschung & Innovation*)

stany.rochat@bav.admin.ch



Jonas Baumgartner

Verantwortlicher für Subventionen gemäss CO2-Gesetz (*Erwerb und Betrieb*)

personenverkehr@bav.admin.ch

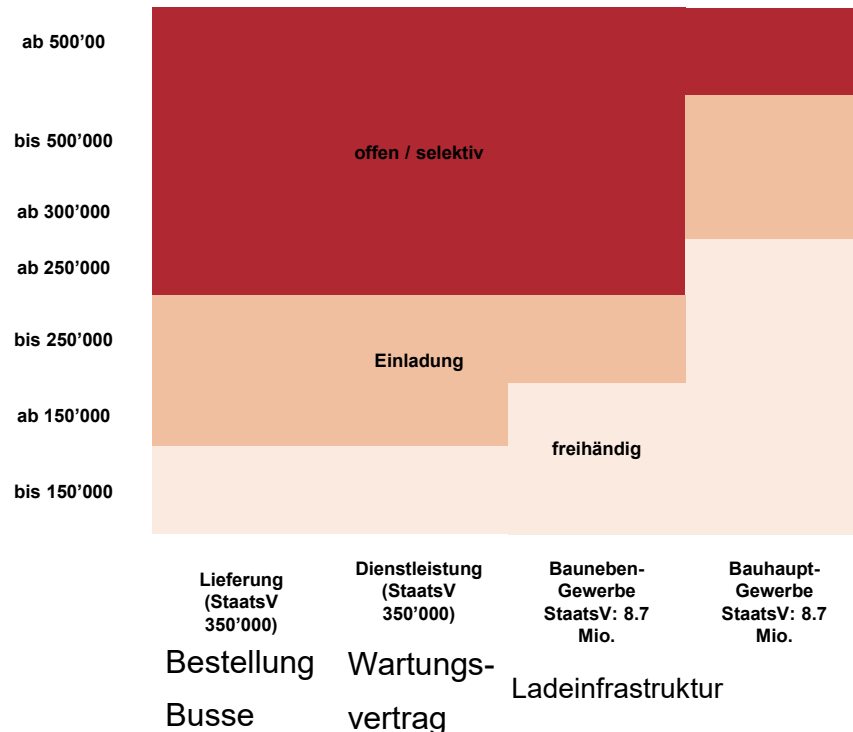


Juristischer Input

Beschaffungsverfahren

- Verfahrensart festlegen
 - Freihändiges Verfahren
 - Einladungsverfahren
 - **Offenes Verfahren**
 - Selektives Verfahren (zwei Stufen)

- Falls über Schwelle: Staatsvertragsbereich
 - längere Mindestfristen Angebot
 - Übersetzung Zusmfg. Ausschreibung
 - keine Diskriminierung ausl. Anbieter etc.



Vorbereitung Beschaffungsverfahren

- Bestimmung Beschaffungsgegenstand
 - Teilaufträge oder Gesamtaufträge
(Ladeinfrastruktur, Netzbau, Lieferung E-Busse)
rechtlich möglich → Achtung Berechnung
Schwellenwert und Auftragsart
 - Soll z.B. Wartung mitofferiert werden?
- Gemeinsame Beschaffung?
 - Koordinationsaufwand/Regelung Innenverhältnis
vs. Effizienzgewinn und Rabatte
 - Anwendbares Recht (Art. 5 IVöB, evtl.
Rechtswahl)
 - Grenze: Kartellrechtliche Schranken (darf nicht
der einzige Auftragnehmer werden)

Vorbereitung Ausschreibung

- Wichtig bei Vorbereitung Ausschreibung und Bewertung:
 - Grundsatz der Transparenz
 - Grundsatz der Gleichbehandlung der Anbieter
 - Empfehlung: Vertragsentwurf als Beilage in den Ausschreibungsunterlagen publizieren
- Bestimmung der relevanten Kriterien und Spezifikationen:
 - Technische Spezifikationen: Welche Eigenschaften muss das Lieferobjekt zwingend aufweisen, welches sind die Anforderungen, die zwingend erfüllt werden müssen
 - EK (Muss): Welche Eigenschaften muss der Anbieter zwingend haben, um als Lieferant für den Auftrag in Frage zu kommen (etwa Umsatz, Erfahrung, bespielte Märkte, Lieferzeit, etc.)
 - ZK (Kann): Nach welchen Kriterien bewerten wir, welches Angebot das vorteilhafteste ist?

Kosten als Zuschlagskriterien

- Lebenszykluskosten als ZK: Wartung, Batterieersatz, ...
 - Keine Vorgaben für Hochrechnung, z.B. Teuerungsklausel
 - Bekanntgabe der Berechnungsmethoden / einkalkulierte Kosten (Batterie, Wartung, ...)
 - Klare Beschreibung der Berechnungsmethode und Bewertung (Vergleichbarkeit der Angebote muss gewährleistet sein)
- ZK-Preis
 - Min. 20%-Gewichtung je nach Komplexität der Beschaffung gemäss Bundesgerichtsurteil 143 II 553 (allenfalls kantonale Regelung für obere Grenze)

Sonderfragen: Eignungs- und Zuschlagskriterien

Bestimmung Umkreis/zeitliche Verfügbarkeit für
Wartung/Service?

- Anfahrtsweg/Ortsansässigkeit unzulässig, sofern nicht sachlich begründbar
- Empfehlung: intern dokumentieren

Durchführen Testfahrt

- Einheitliche Bedingungen, klare Angaben, wie in Bewertung einfließt (Kriterien genau bestimmen)

Sonderfragen: Technische Spezifikationen

- Bestimmte Kriterien können mehrmals vorkommen:
 - Z.B. Die Lieferfrist darf maximal 2 Jahre betragen als zwingende techn. Spezifikation und für schnellere Lieferungen gibt es Punkte bei den ZK (aber Verbot Doppelprüfung von EK und ZK)
- Markenvorgaben: Technische Spezifikationen
 - Keine markenspezifischen Vorgaben, so offen wie möglich
 - Funktionale Beschreibungen
 - Komponenten (z.B. Sesam Gerät) wenn möglich offen halten. Man kann aus Kompatibilitätsgründen aber ein bestimmtes Produkt vorschreiben

Vertragsgestaltung & Konventionalstrafen

- Sämtliche Leistungen sollten im Vertrag abgebildet sein (z.B. Wartung, Datenlieferungen, ...)
- Sämtliche kalkulationsrelevanten Bestimmungen sollten im Vertragsentwurf enthalten sein
 - insb. Vorgaben zu Haftungen, Konventionalstrafen z.B. für verspätete Leistung
- Keine starre Regel für Höhe Konventionalstrafen
 - Verhältnismässig in Bezug auf Gesamtvergütung Vertrag, Umfang der Vertragsverletzung, Verschulden, Entstandene Verluste für TU, etc.

Frequent Mistakes

- Erfahrungen aus Interviews mit Transportunternehmen und Fahrzeugherstellern

Auf was achten bei einer E-Bus-Beschaffung?

1. Als erste **langfristige Strategie** für die nächsten zwei Fahrzeuggenerationen
 - Mit TUs, die bereits Erfahrungen gemacht hatten, in Kontakt treten:
Was kann ich und wo brauche ich Hilfe von wem?
 - Know-How intern aufbauen: Autonomie vs. Effizienz
 2. **Planung Depot-Ladeinfrastruktur**: bis 10 Jahre Vorlaufzeit, dabei Überdimensionierung vermeiden: Zukünftiger Strombedarf kalkulieren
 3. **Finanzierung**: Fixe Fristen im Programm Agglomerationsverkehr wichtig zu beachten, bei nachträglichen Änderungen fällt man wieder raus. Finanzierung über CO2-Gesetz voraussichtlich einfacher
- Vorausdenken: Was könnte in den nächsten Schritten nicht funktionieren und wie könnten wir reagieren (Plan B)
 - **Koordination mit anderen TU: nicht genau gleichzeitig ausschreiben**

Ausschreibungsunterlagen



Einfach

- Dossier auf ein Minimum reduzieren und wo überall möglich auf Standards / Normen / Richtlinien verweisen (anstatt eigener interner Richtlinien)
- günstiger & mehr Angebote
 - weniger, dafür konkrete und übersichtliche Kriterien, möglichst standardisiert zwischen TUs
 - Ausschreibungen mit mehreren Fahrzeugtypen hat häufig eine unklare Trennung
 - Keine bestimmten Technologie-Vorgaben machen, sondern Anforderungen an das Produkt (Streckenprofil statt Anz. angetriebene Achsen)



Detailliert

- Komplexe, detaillierte Ausschreibung
- Verschiedene Bustypen (12m, 18m, Ortsverkehr, Regionalverkehr...) in Ausschreibung genommen
 - TU verpflichtet sich, min. X Fahrzeuge zu bestellen, der Typ des Fahrzeugs können sie auswählen, Option auf ca. 6x mehr Fahrzeuge nachbestellen
 - Flexibilität des TUs, allenfalls höhere Preise

Eignungs- und Zuschlagskriterien

Muss- / Eignungskriterien: Möglichst wenige und einfache Eignungskriterien (min. 250 km), dafür starke Gewichtung bei Zuschlagskriterien (>250 km)

- Teilweise **unrealistisch kurze Lieferzeiten**
- Strenge Kriterien bevorzugen gewissen Hersteller
- Servicestelle innerhalb von einer Autofahrstunde (schriftlich interne Begründung dokumentieren)

Optionen für Folgeaufträge

- Praktische Erfahrungen sammeln
- schwankende Batterie- & Fahrzeugpreise

Kann- / Zuschlagskriterien

- Preis: 30-50% (z.B. 25% Fahrzeugpreis, 25% Wartungskosten) > Kostenschätzung für Batterietausch in 8 Jahren unrealistisch
- 25-35% technische Kriterien
- ~10% Fahrzeugkonzept / Fahrgastaspekte
- ~10% Referenzprojekte und Produktionskapazität (teilweise sehr stark gewichtet)
- 5-10% Umweltkriterien (Kobaltanteil in Batterie, Recycling, Labels und Mitarbeitende entlang Lieferkette): Anforderungen oft nur mit sehr hohem Aufwand erfüllbar (z.B. Rohstoffabbau oder zukünftiges Recycling)
- Teilweise Ausschreibungen ohne Probefahrt!

Konventionalstrafen

- Für verspätete Lieferungen (pro 24h, 250-1'000.- Fr. pro Tag mit Obergrenze)
- Bei Nichteinhalten der minimalen Reichweiten über Lebensdauer
- Wenn Fahrzeuge länger als geplant in der Werkstatt stehen und nicht eingesetzt werden können VS. bei zu später Lieferung von Ersatzteilen
- Bei Überschreitung des offerierten Verbrauchs (Differenz offerierter vs. tatsächlicher Verbrauch als Strafe)

Ladeinfrastruktur & Busse: Gemeinsam Ausschreiben?

Separat ausgeschrieben

- Die beste Ladeinfrastruktur (LIS) und der beste Bus: es müssen keine Kompromisse gemacht werden
- Mischbetrieb bei mehreren Ausschreibungen sowieso unvermeidbar
- In Ausschreibung festhalten: «verpflichten sich, mit dem Bus / LIS – Hersteller konstruktiv zusammenzuarbeiten»
- Fahrzeuganbieter wollen nicht für Ladeinfrastruktur verantwortlich sein

Zusammen ausgeschrieben

- Kommunikation zwischen Ladestation und Fahrzeuge müssen die Hersteller sicherstellen
- TU hat nur einen Ansprechpartner, Verantwortung für funktionierenden Betrieb ist bei diesem

Resilienz der Ladeinfrastruktur



Depotschnelllader noch nicht
jetzt benötigt, diese als
Backup trotzdem jetzt schon
beschafft



Mit anderem TU in gleichem
Gebiet Vereinbarung über
Beschaffung des gleichen
Ladesystems



Bei grösstem Depot
beginnen > mehr Platz um
Fehler zu korrigieren

Datenschnittstellen & Betriebsmanagementsystem BMS

Datenschnittstelle

Komplexe Datenschnittstelle für Fahrzeugdaten wie Batteriekapazität zur Leitstelle, Vorkonditionierung, Energieverbrauch, Ladezeiten, Wartungshistorie, etc.

- Bei Ausschreibung berücksichtigen, da einige Anbieter teure Abos dafür verlangen.
 - Klar definieren, welche Daten in welchem Format wie oft übermittelt werden müssen
- Benötigt vertragliche Basis, nicht nur «freier Zugang» in Ausschreibung schreiben

- Umlauf-Planung, Lademanagement, Abstellplätze **alles im gleichen Tool (BMS)** planen, um weitere Schnittstellen zu vermeiden.
- Lademanager allenfalls separat
- **Genügend Zeit** für Testen von IT-Schnittstellen einplanen: gibt immer Fehler
- möglichst **genaue Beschreibung von Kommunikationsprotokolle**, nicht auf Standards vertrauen
- In Ausschreibung ergänzen: «wird erst gekauft, **wenn Ladevorgang läuft**»

Batteriekapazitäten

- Die schwierigste Linie als Vorgabe oder versch. Referenzlinien, Streckenprofil mit min./max Temperatur und Anzahl Fahrgäste > fehlt häufig ein vollständiger Linienbeschreibung für die Akku-Simulation
- Auf schwieriger Strecke mit vielen Zwischenladung gibt es erhöhte Degradation: Überdimensionierung und Eingeschränkte Nutzung der Batteriekapazität, so können sie nach 7-8 Jahre diese Batterie erst ersetzen. Sonst Batterieersatz nach dieser Zeit üblich.
- Servicevertrag für Batterie abschliessen > technologische Risiko beim Hersteller.
- Garantiertechnisch sind kWh-Angaben besser, für einfachere Offerte km-Angaben. Klar sagen, worauf die Batteriekapazität bezogen ist (installierte vs. nutzbare Kapazität!)
- Vorteil von km-Angaben ist, dass auch der Fahrzeugverbrauch berücksichtigt wird > besserer Vergleich zwischen versch. Fahrzeugen

Ablauf der Ausschreibung

- Längeres Zeitfenster für Fragenstellung
- Ehrliches, ausführliches Debriefing: Nutzen für die ganze Branche & eigene, zukünftige Ausschreibungen
- Hersteller möchten mehr Beraten und nicht nur Liefern (haben Erfahrungen von anderen TU)
- Treffen mit Hersteller während Ausschreibung:
 - **Gleichbehandlungsprinzip:** in Ausschreibung vorankündigen, dokumentieren und allen Anbietern die Infos zur Verfügung stellen

Neuer Betrieb: Angestellte mitnehmen

Betrieb wird komplexer

- Brandschutz
- Überwachung mit Softwares für Störungsmanagements
- Interne Organisation anpassen, z.B. für Pikett in der Nacht
- Mechaniker wird zum Elektriker = neue Ausbildungen
 - Leute mitnehmen und nah begleiten.
 - Erklären mit umwelt- und finanziellen Aspekten, nicht als gegebener Management-Entscheid präsentieren
 - Leute an der Front (Vorgesetzte) müssen Umstellung mittragen

Gutes, motiviertes, kreatives, lösungsorientiertes Team **ist am wichtigsten** für erfolgreiche Umstellung, «Angestellte müssen auf diese Reise mitgenommen werden»!

Interoperabilität

Was ist Interoperabilität?

«die Fähigkeit verschiedener Systeme,
Technologien und Akteure nahtlos
zusammenzuarbeiten»

Ausgangslage

- Grosse **Heterogenität** bezüglich der **Strategien** und Umsetzungsplänen zum Einsatz von Elektrobussen
- **Verschiedene Technologien** unterschiedlicher Hersteller und mit unterschiedlichen Spezifikationen
- Eine vollständige Vereinheitlichung ist schweizweit nicht mehr möglich, aber es können Grundlagen geschaffen werden, um dies **(inter)regional** zu erreichen

Relevanz und Motivation

- **Einfaches Laden** von Bussen unterschiedlicher TUs an gleichen Haltestellen
- **Kostenreduktion** durch koordinierte Beschaffungen, gemeinsame Aus- und Weiterbildungen, Kooperation bei Wartung und Reparatur, Ersatzteilen sowie Reservefahrzeugen, Sharing von Ladeinfrastruktur
- **Erleichterter Marktzugang** für Energiedienstleister > mehr Angebote
- **Erleichterter Einsatz von E-Bussen** in besonderen Fällen (geplanter oder nicht geplanter Ersatzverkehr, Übergabe von Bussen an ein anderes TU)

Welche Aspekte müssen interoperabel sein

Um die Interoperabilität zu gewährleisten, müssen physikalische und kommunikative Schnittstellen mitgedacht werden.

Technologie	Kompatibilität der Depot-Infrastruktur	Kommunikative Schnittstellen	Regionsübergreifende Planung und Zusammenarbeit
Docking-Station-System: Pantograph-Konzepte (top-down, bottom-up)	Unterschiedliche Anforderungen durch Fahrzeuggrößen- und typen	Leitsysteme und deren Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • BHMS • EMS • Ladestationen • Telemetrie 	Sicherstellung der Diskriminierungsfreiheit (wem gehört die zeitliche Flexibilität, Koordination bei der Fahrplanerstellung)
Plug-in-System: Steckertypen			Klare Definition der Kantenzuweisung und der Zeitfenster für das Laden
			Aufbau von Know-How bei Energiedienstleister, Verteilnetzbetreiber, Besteller und TU

Notwendigkeit für ein übergeordnetes Konzept

«Damit die Interoperabilität erreicht werden kann benötigt es zum einen **Richtlinien aus einer System- und Kosteneffizienz**sicht und zum anderen eine **institutionalisierte Trägerschaft**.»

Diskussionsfragen

- Wie beurteilen Sie die Interoperabilität in Ihrem Einsatzgebiet / Ihrem Kanton?
- Was sollte zuerst verbessert werden, um die Interoperabilität zu erhöhen?
- Wer sollte für die Interoperabilität zuständig sein als diese institutionalisierte Trägerschaft?

SUPSI-Tool

Link zum Tool: <https://pvxte.isaac.supsi.ch/>

SUPSI-Tool

Kostenlos & Open Source, Entwicklung vom Programm ESöV 2050 unterstützt.

[Ausführliche Dokumentation in Englisch verfügbar](#)

Input

- Infos zum Bus
- Ladeinfrastruktur
- Streckenprofil und Umlauf

Output

- Kann dieser Umlauf batterieelektrisch gefahren werden (mit welcher Batteriegröße)
- Zusätzliche Investitionskosten und Einsparungen dank E-Bus, Amortisationsdauer

Tool wird laufen weiterentwickelt > Feedback an Entwicklungsteam gewünscht

Kontakt für Fragen

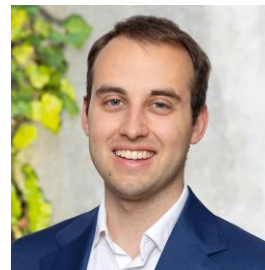


Daniel Andersen

daniel.andersen@ebp.ch

+41 44 395 14 95

<https://www.linkedin.com/in/danieltandersen/>



Alessio Mina

alessio.mina@ebp.ch

+41 44 395 13 30

<https://www.linkedin.com/in/alessiomina/>

Website: <https://www.ebp.ch/de/thema/energie/elektromobilitaet>