

# 11. Forum Nachhaltige Energie

20. November 2024, 09.00 bis 17.00 Uhr  
Zentrum Paul Klee

# **11. Forum Nachhaltige Energie**

20. November 2024, 09.00 bis 17.00 Uhr  
Zentrum Paul Klee

# **Eröffnung 11. Forum Nachhaltige Energie**

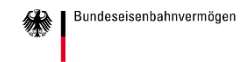
Ueli Stückelberger und Matthias Rücker

**Ueli Stückelberger**

**Direktor Verband öffentlicher Verkehr**



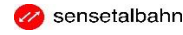
autobus.ag..liestal...



Gratulation

Bravo

Félicitations





# «Innovationen am Laufmeter!»





# Umstellung auf Busse mit umweltfreundlichen Antrieben: Es geht rasant vorwärts

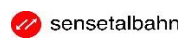




autobus.ag..liestal...



«Wir sind alle zusammen gefordert»  
«Nous sommes tous mis à contribution»



# Schwerpunkte VöV

~~GG 2~~

MODALSPLIT

# CO2/Klima/Energie: Der öV ist Teil der Lösung!

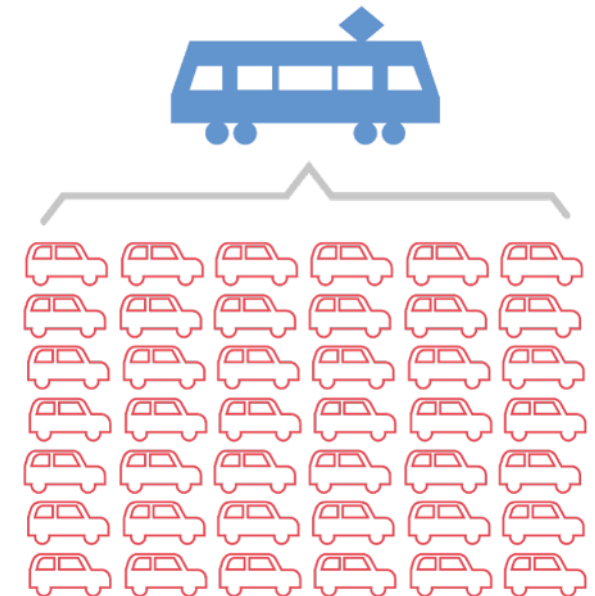
sauber



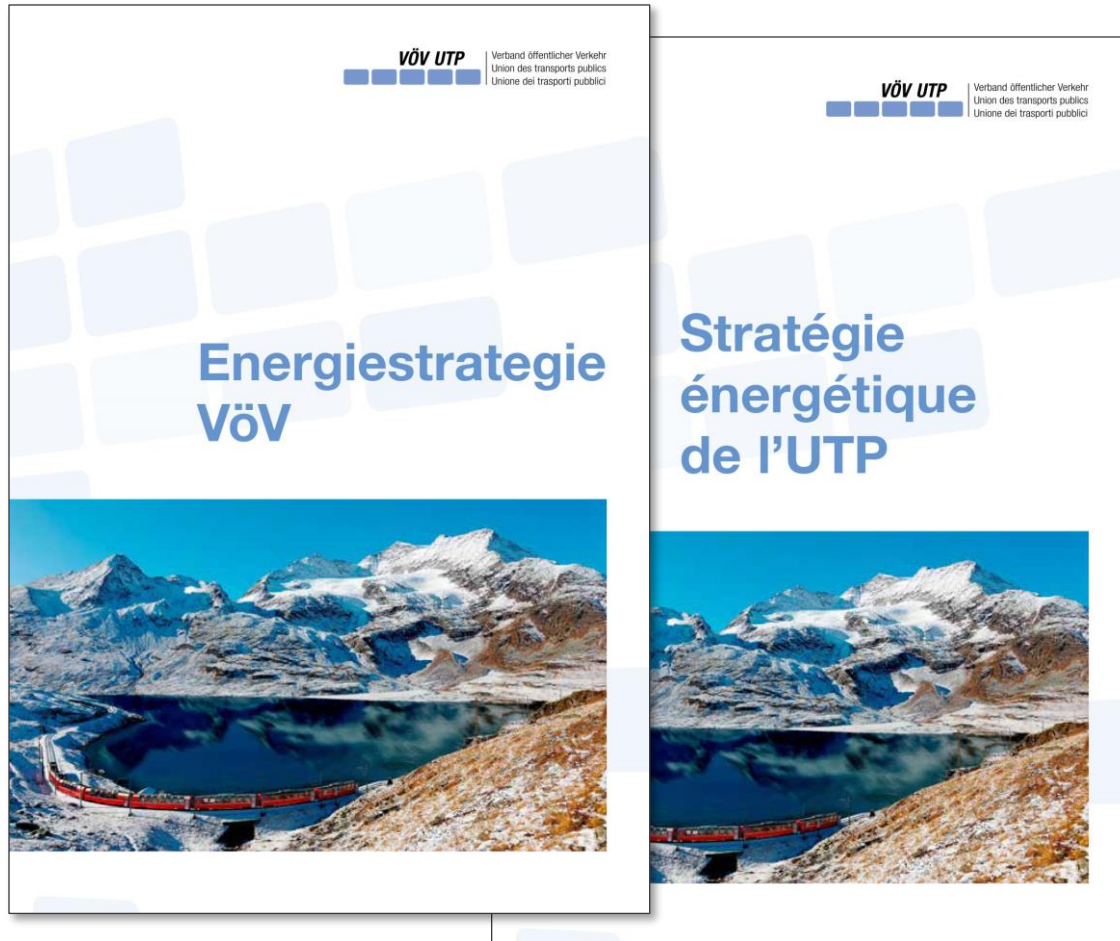
energieeffizient



wenig Raum/Platz



# Die öV-Branche leistet ihren Beitrag zur Energiewende



**Die neue Energiestrategie des VöV**  
Ambition: Klimaneutraler öV ab 2040

# Ambitionen, die uns in Pflicht nehmen

- 1 Steigerung der **Energie-Effizienz** um **30 Prozent**
- 2 **Energiebedarf** öV-Branche wird ab **2040** durch **erneuerbare Energie** gedeckt
- 3 öV-Branche steigert Energieproduktion deutlich
- 4 Im öV sind nach **2040 ausschliesslich umweltfreundliche Antriebe** im Einsatz
- 5 Modalsplit entwickelt sich deutlich zugunsten öV (Personenverkehr und Güterverkehr)



Danke

merc

grazie

VÖV UTP



Verband öffentlicher Verkehr  
Union des transports publics  
Unione dei trasporti pubblici





**Matthias Rücker**

**Leiter der VöV Arbeitsgruppe  
Nachhaltige Energie und  
Leiter Energieeffizienz, SBB**

# Programm - Vormittag

9.00 Uhr

**Beginn der Tagung und Begrüssung**

**Matthias Rücker, SBB und Ueli Stückelberger, VöV**

9.15 Uhr

**Eröffnungsreferat**

**Christoph Schreyer, BFE**

09.45 Uhr

**Best Practice: HVO-Blend: Übergangstechnologie oder langfristige Lösung?**

**Philipp Haudenschild, SBB**

**Best Practice: Pilotprojekt Wasserstoffbusse bei TPF**

**Laura Amaudruz-Andres und Thomas Hans, TPF**

# Programm - Vormittag

11.15 Uhr

**Best Practice: Solarenergiegewinnung auf ASTRA-Infrastrukturen**

**Alain Cuche, ASTRA**

**Best Practice: BIENE - Batterieschwarm auf Schienenfahrzeugen als Reservekraftwerk im Bahnstromnetz**

**Markus Halder, SBB**

**Best Practice: Können Daten zum Energiesparen beitragen?**

**Robert Strietzel, SBB**

12.30 Uhr

**Zusammenfassung des Vormittags und Informationen zum Nachmittag**

# Programm - Nachmittag

**14.00 Uhr**

## **Workshops**

- 1 Photovoltaik auf Haltestellen- & Perrondächern
- 2 Energieversorgung beim Bauzug der Zukunft
- 3 Vollständiges Ausschalten von älterem Rollmaterial mit Eingabe einer Weckzeit
- 4 Koordinationsstelle «umweltfreundliche Busantriebe»
- 5 Energiesparen mit Daten – Use Cases & Synergien in der Branche

**15.30 Uhr**

## **Zusammenfassung Workshops**

**Workshopleitende**

**16.00 Uhr**

## **Fazit der Tagung und Ausblick**

**Matthias Rücker, SBB**

**16.15 Uhr**

## **Apéro**



**Christoph Schreyer**

**Leiter Sektion Energieeffizienter  
Verkehr, Bundesamt für Energie BFE**





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Ufficio federale dell'energia UFE  
Swiss Federal Office of Energy SFOE



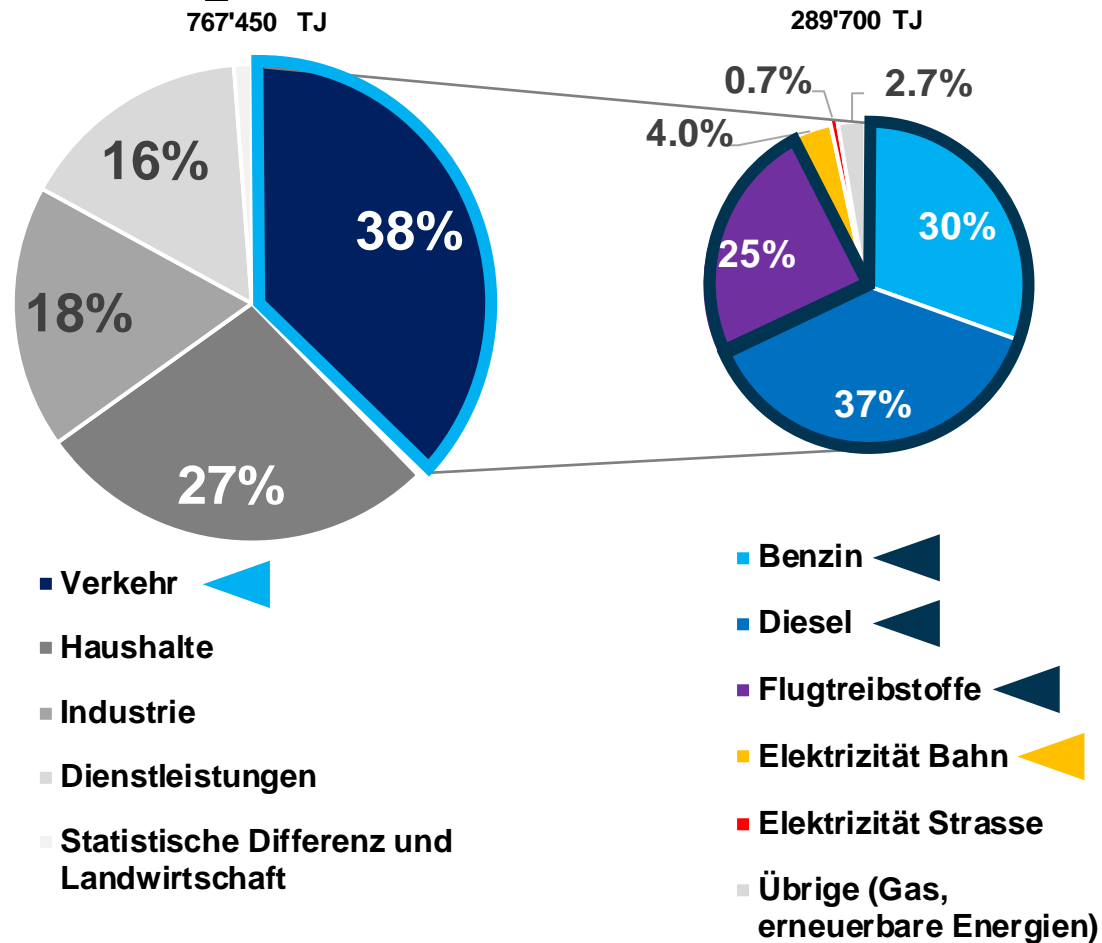
# **DIE BEDEUTUNG DES ÖV FÜR DIE KLIMAZIELE DER SCHWEIZ – CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN**



# ENDENERGIEVERBRAUCH IN DER SCHWEIZ

## VERKEHR 2023 BEDEUTENDSTER SEKTOR

### Endenergieverbrauch 2023



- **Grösster Energieverbraucher:** 38% des gesamten Energieverbrauchs (2022: 36%)
- **Fossil:** basiert zu **über 90%** auf fossilen Energieträgern
- **Teuer:** wir **geben 2023 12.0 Mrd. CHF\*** für Benzin und Diesel aus und sind dabei komplett vom Ausland abhängig (2022: 13.0 Mrd.).

Quelle: BFE Gesamtenergiestatistik 2024. Erl. \*: ohne Flugtreibstoffe

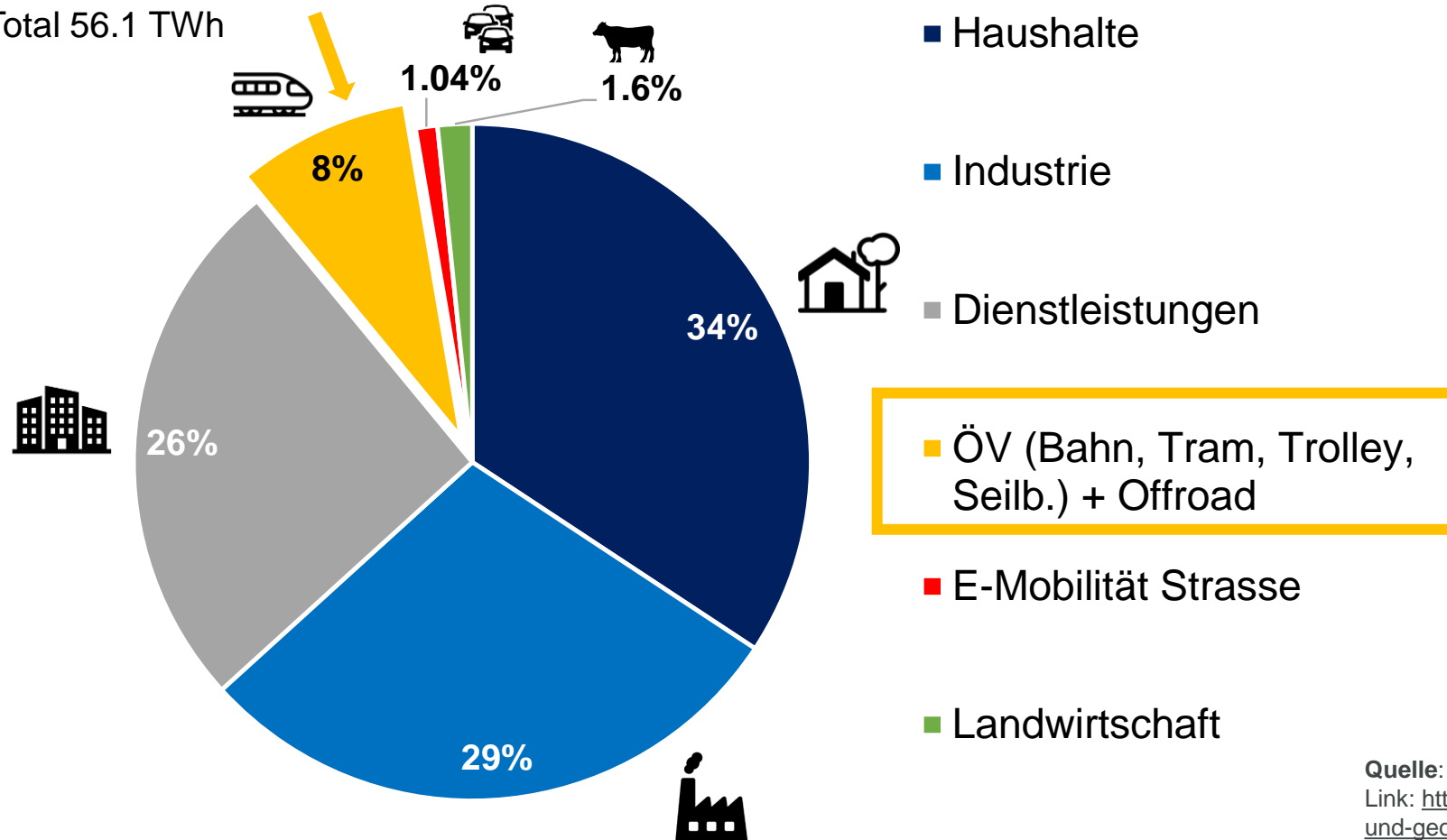


# STROMVERBRAUCH IN DER SCHWEIZ 2023

## BEDEUTUNG DES ÖFFENTLICHEN VERKEHRS

### Stromverbrauch Schweiz 2023

Total 56.1 TWh

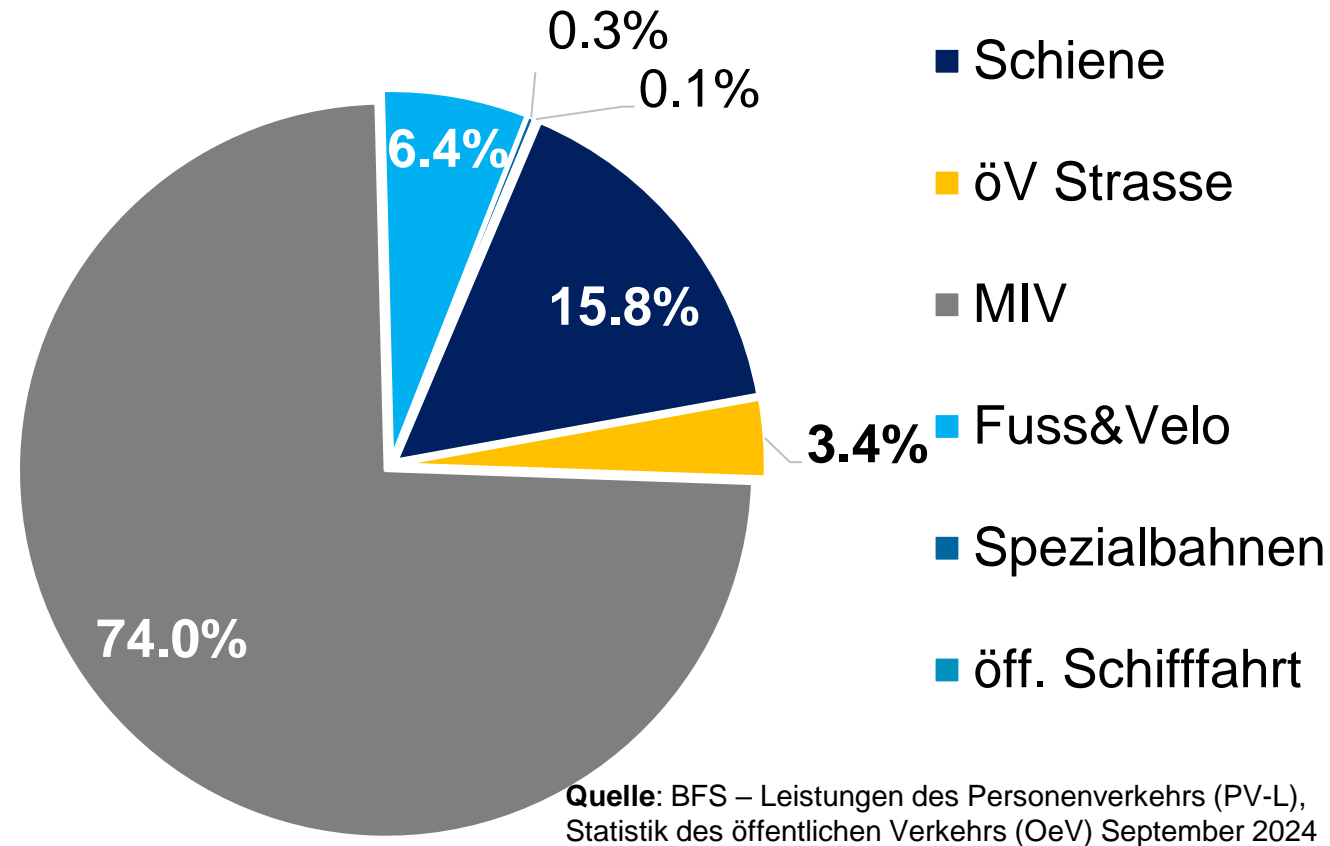


**Quelle:** Bundesamt für Energie BFE, Elektrizitätsstatistik 2023,  
Link: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/elektrizitaetsstatistik.html>

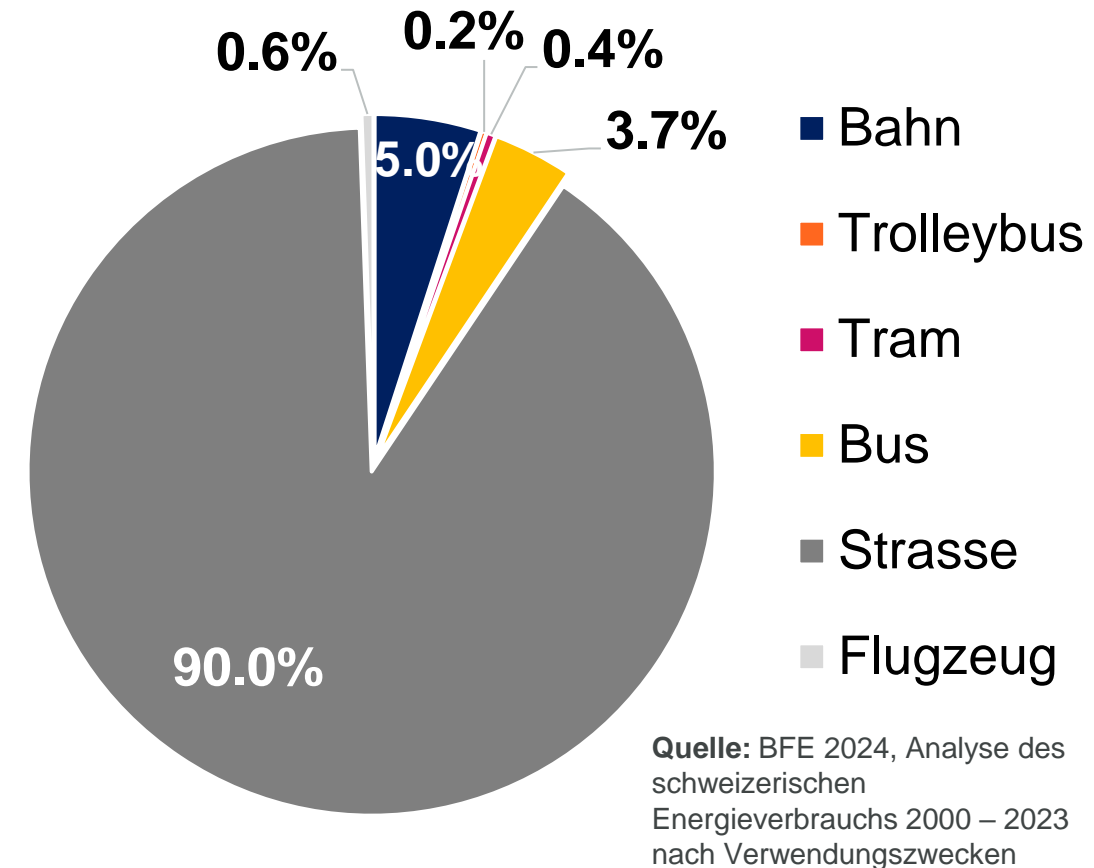


# MODALSPLIT UND ENERGIEVERBRAUCH IM ÖV PERSONENVERKEHR 2022/2023

**Modalsplit Personenverkehr 2022**  
Anteil Personen-km



**Energieverbrauch Personenverkehr 2023**

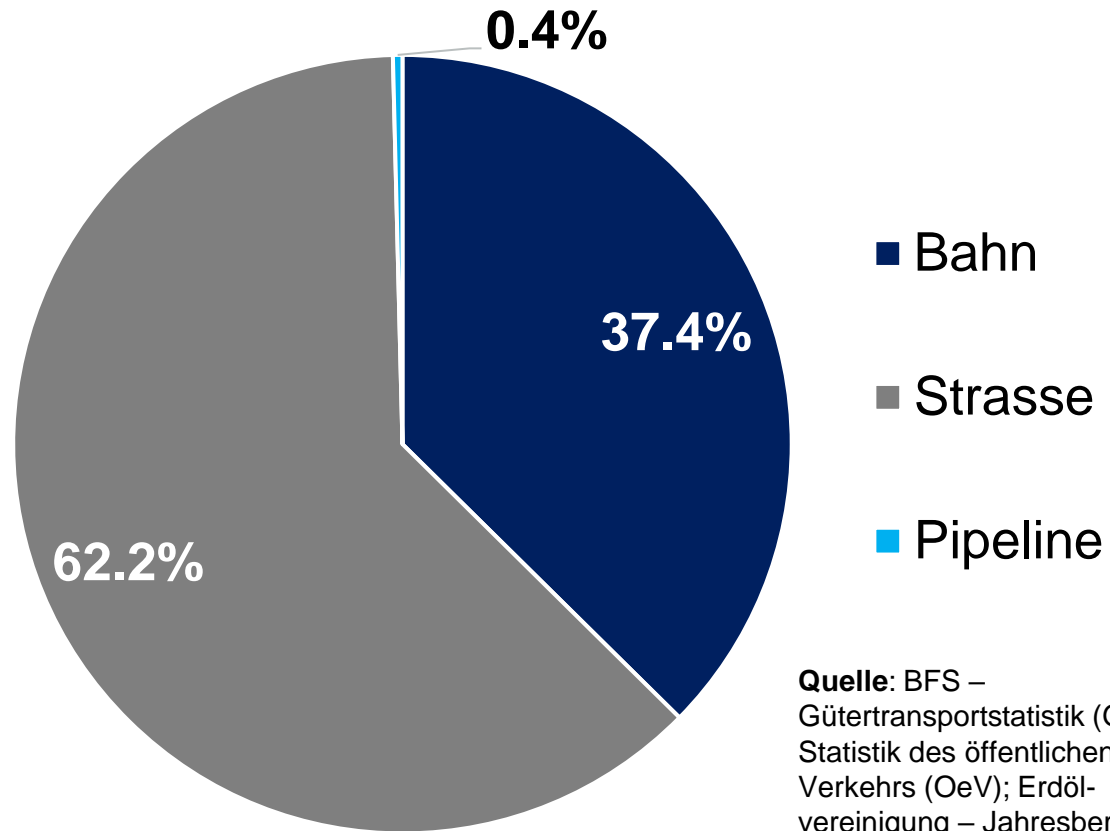




# MODALSPLIT UND ENERGIEVERBRAUCH IM ÖV GÜTERVERKEHR 2022/2023

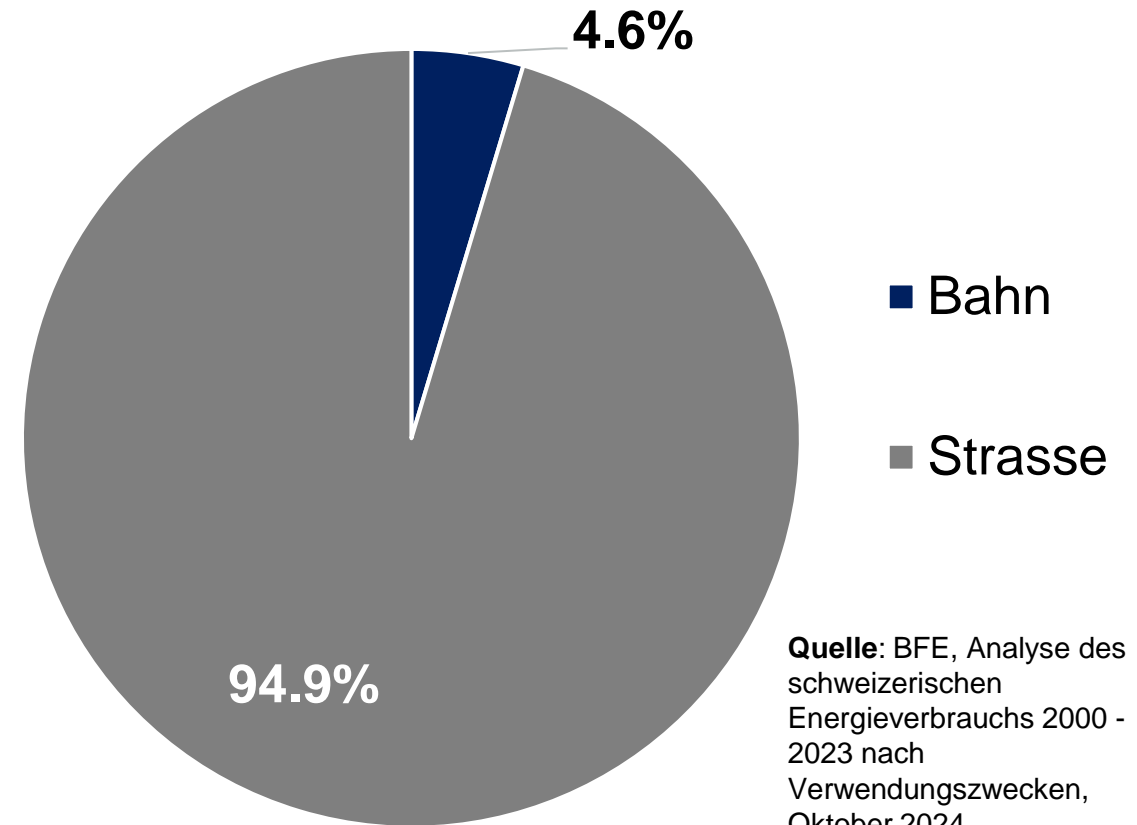
## Modalsplit Güterverkehr 2022

Anteil Tonnen-km



Quelle: BFS –  
Gütertransportstatistik (GTS),  
Statistik des öffentlichen  
Verkehrs (OeV); Erdöl-  
vereinigung – Jahresbericht,  
Stand Juli 2024

## Energieverbrauch Güterverkehr 2023



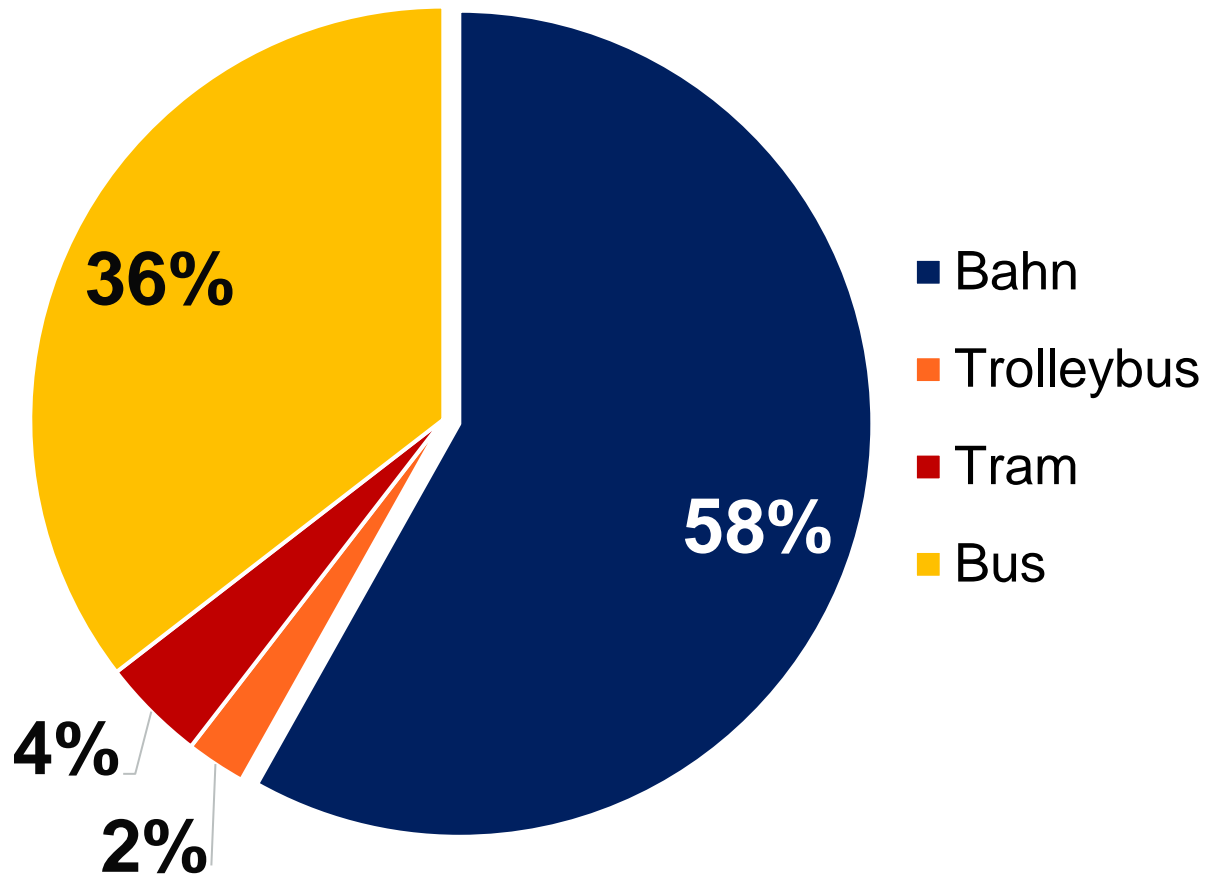
Quelle: BFE, Analyse des  
schweizerischen  
Energieverbrauchs 2000 -  
2023 nach  
Verwendungszwecken,  
Oktober 2024





# ENERGIEVERBRAUCH IM ÖV IN DER SCHWEIZ

## PERSONEN- UND GÜTERVERKEHR 2023

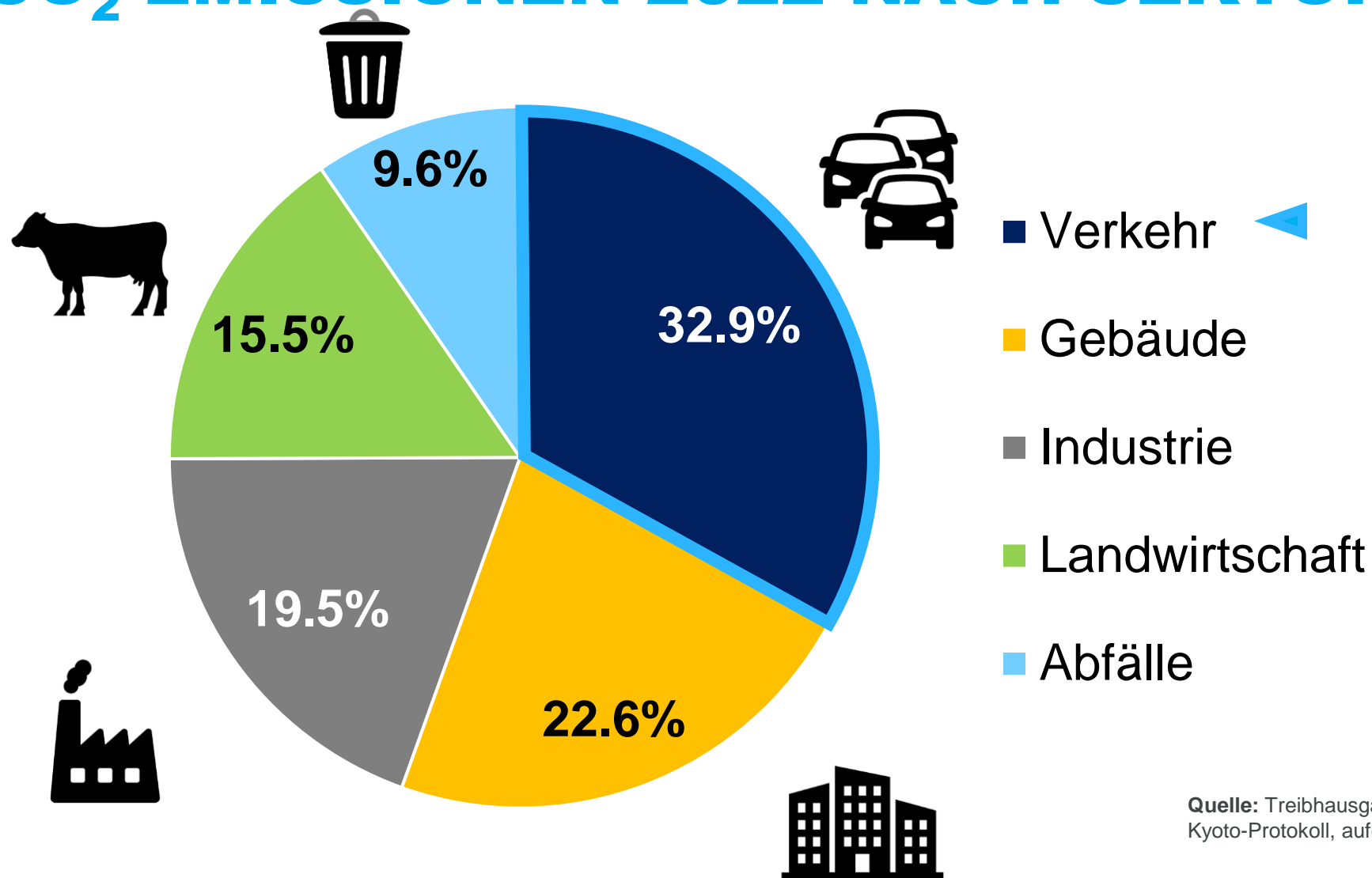


- Der öV macht knapp 8 % des Energieverbrauchs im Verkehr aus, leistet aber rund 20% der Verkehrsleistung im Personenverkehr und rund 37% im Güterverkehr.
- Die **Bahn** verbraucht **rund 58%** der Energie im öV.
- **Dieselbusse** verbrauchen **rund 36%** der Energie im öV.

*Quelle: BFE 2024, Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2023  
nach Verwendungszwecken*

# BEDEUTUNG DES VERKEHRS

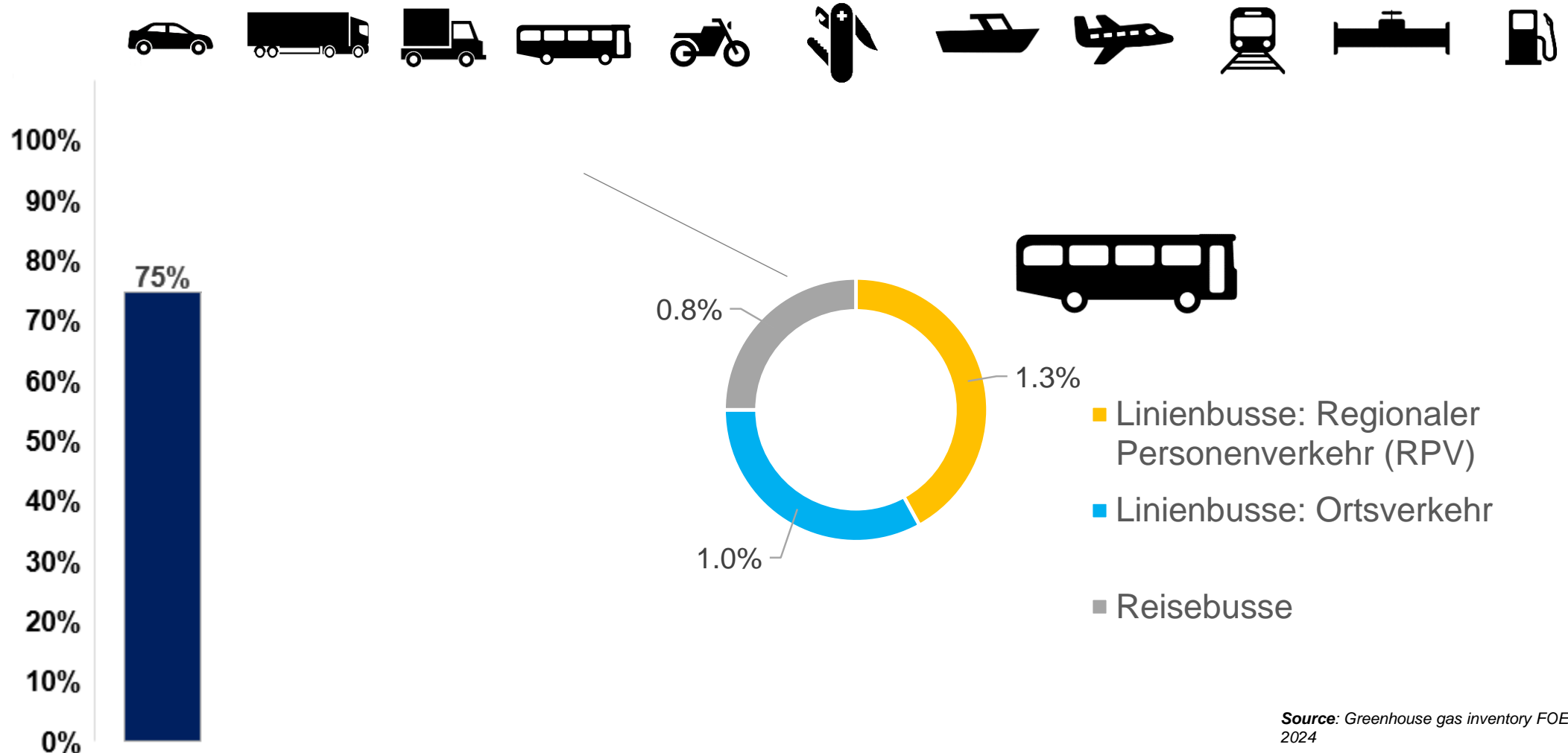
## CO<sub>2</sub> EMISSIONEN 2022 NACH SEKTOR



Quelle: Treibhausgasemissionen gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz und Kyoto-Protokoll, aufgeteilt nach Sektoren, Stand: April 2024



# CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN DES VERKEHRS 2022 NACH VERKEHRSTRÄGER UND -MITTEL



Source: Greenhouse gas inventory FOEN, as of April 2024



# CO<sub>2e</sub> EMISSIONEN DES VERKEHRS 1990-2022

## NACH VERKEHRSTRÄGER UND -MITTEL

### CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs 1990-2022

Mio. Tonnen  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente

18

16

14

12

10

8

6

4

2

0

-2

1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022

**Sektorziel Verkehr  
2020:**  
10% Reduktion im  
Vergleich zu 1990

- Pipelinetransport
- Nationaler Flugverkehr
- Schifffahrt
- Bahn
- Tanktourismus und statistische Differenz
- Motorräder
- Busse
- Lastwagen
- Lieferwagen
- Personenwagen

Quelle: BAFU - Treibhausgasinventar  
Stand April 2024

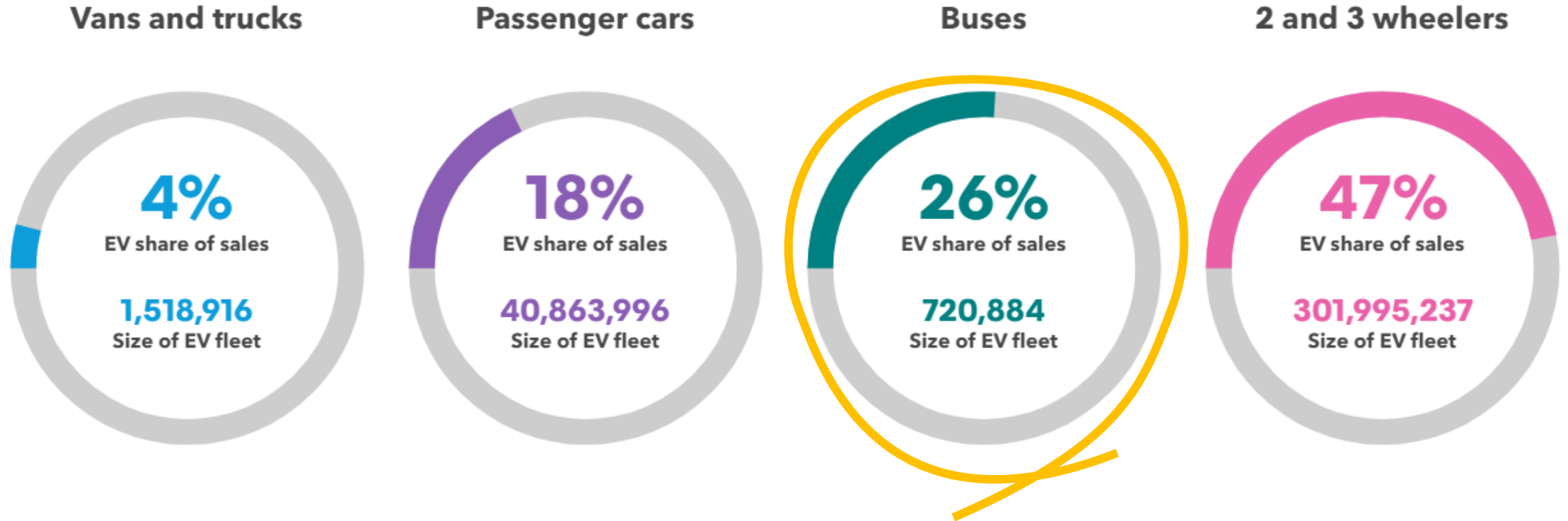


# **ELEKTRIFIZIERUNG ÖV** **INTERNATIONALE ENTWICKLUNGEN**



# ELECTRIC VEHICLE OUTLOOK 2024

## EV SHARES BY SEGMENT



Quelle:  
Electric Vehicle Outlook 2024,  
BloombergNEF, June 12, 2024:  
<https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>



# ELECTRIC VEHICLE OUTLOOK 2024

## OIL DISPLACEMENT BY EV-SEGMENT

Oil displacement by vehicle segment

Vans and trucks



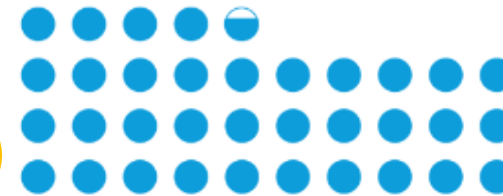
57,790 Barrels per day

Buses



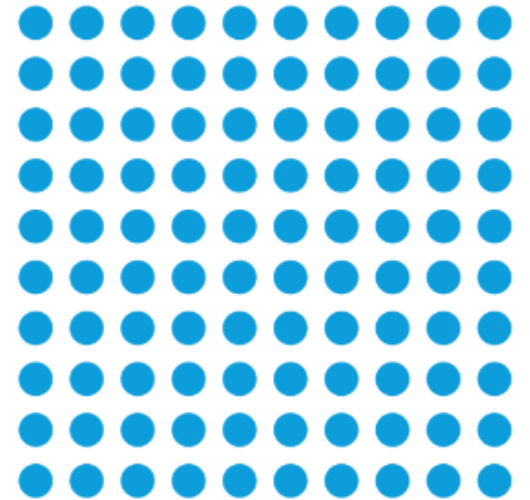
215,517 Barrels per day

Passenger cars



370,574 Barrels per day

2 and 3 wheelers



1,069,487 Barrels per day

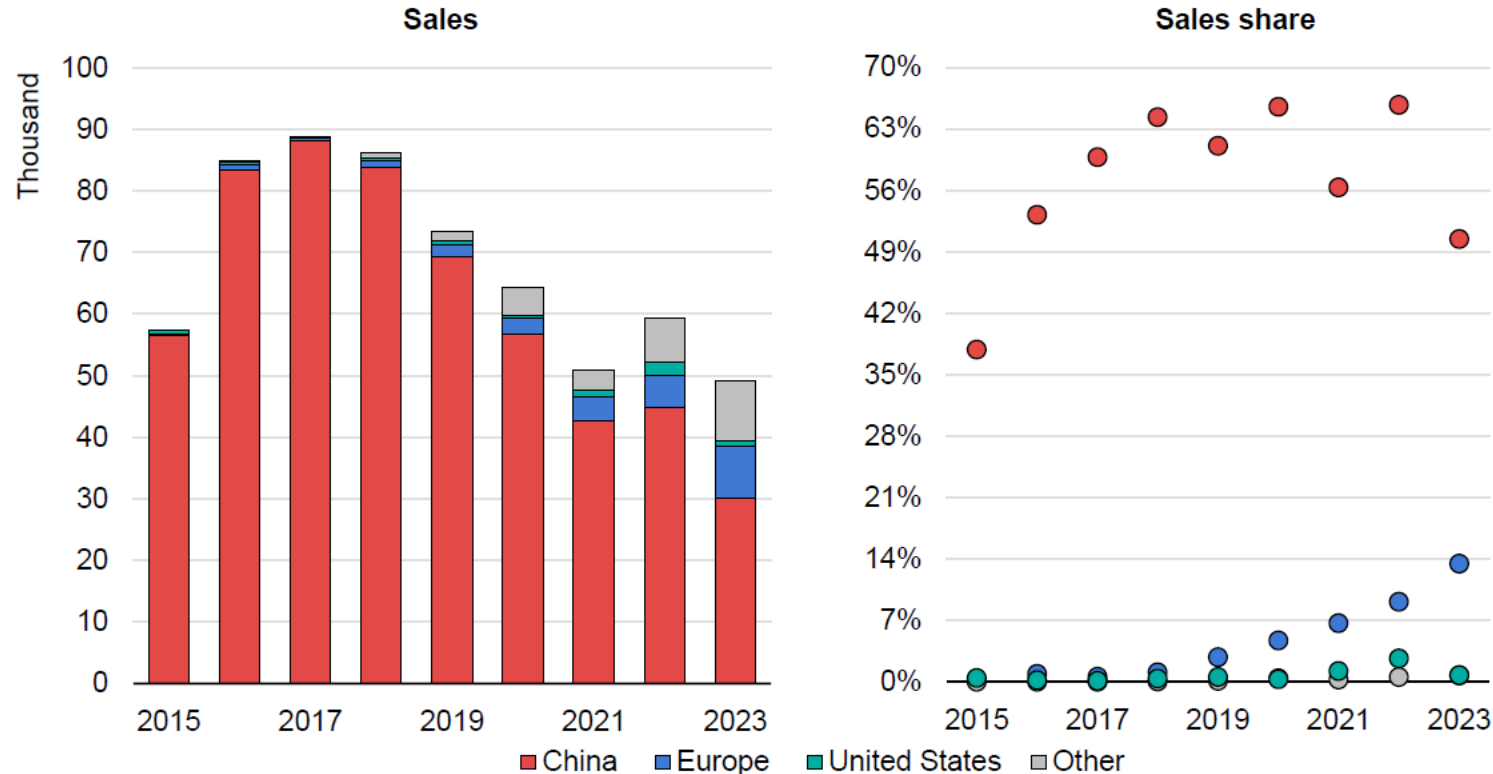
Quelle:  
Electric Vehicle Outlook 2024,  
BloombergNEF, June 12, 2024:  
<https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>



# MARKTENTWICKLUNG E-BUSSE WELTWEIT

## CHINA DOMINIERT, EUROPA HOLT AUF

Electric bus sales and sales share by region, 2015-2023



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Only medium- and large-sized electric buses are included; minibuses and passenger vans are treated as light commercial vehicles.

**Quelle:** Race to Zero: European Heavy Duty Vehicle Market Development Quarterly, ICCT, September 26, 2024, <https://theicct.org/publication/r2z-eu-hdv-market-development-quarterly-jan-june-2024-sept24/>



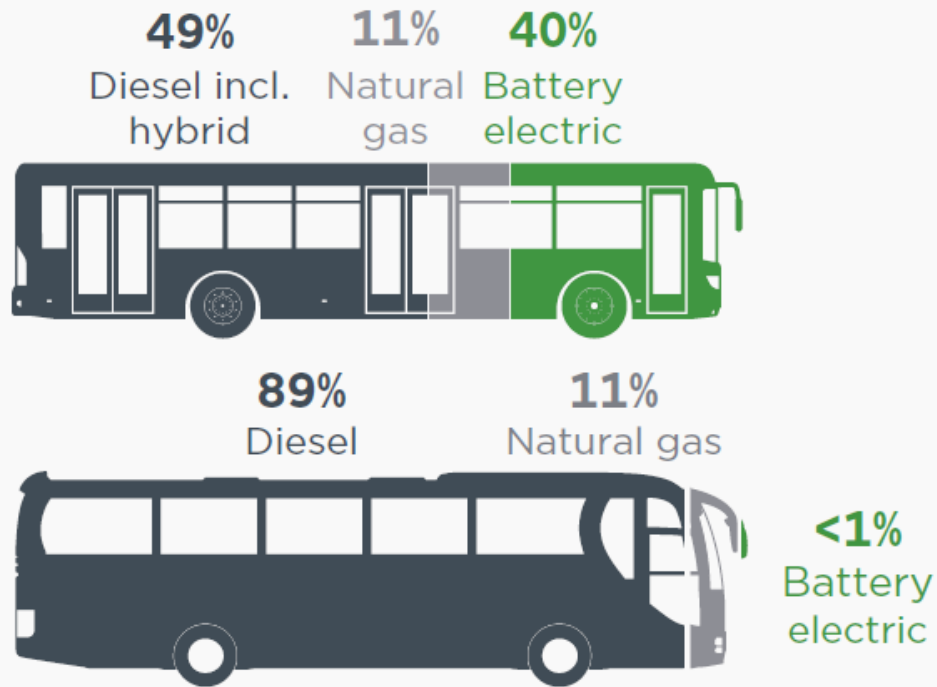


# MARKTENTWICKLUNG BUSSE IN EUROPA

## ANTEILE BEV, CNG UND DIESEL 1. HJ 2024

FIGURE 4.1

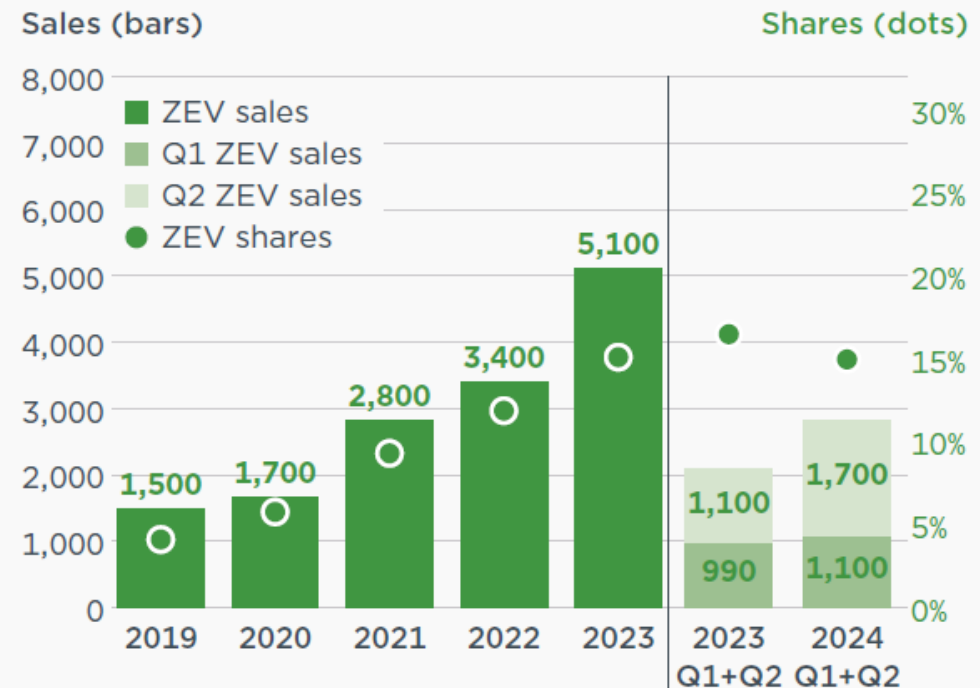
Sales of buses and coaches by powertrain



THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION [THEICCT.ORG](https://theicct.org)

FIGURE 4.2

Historic sales of all zero-emission buses



THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION [THEICCT.ORG](https://theicct.org)

Quelle: Race to Zero: European Heavy Duty Vehicle Market Development Quarterly, ICCT, September 26, 2024, <https://theicct.org/publication/r2z-eu-hdv-market-development-quarterly-jan-june-2024-sept24/>

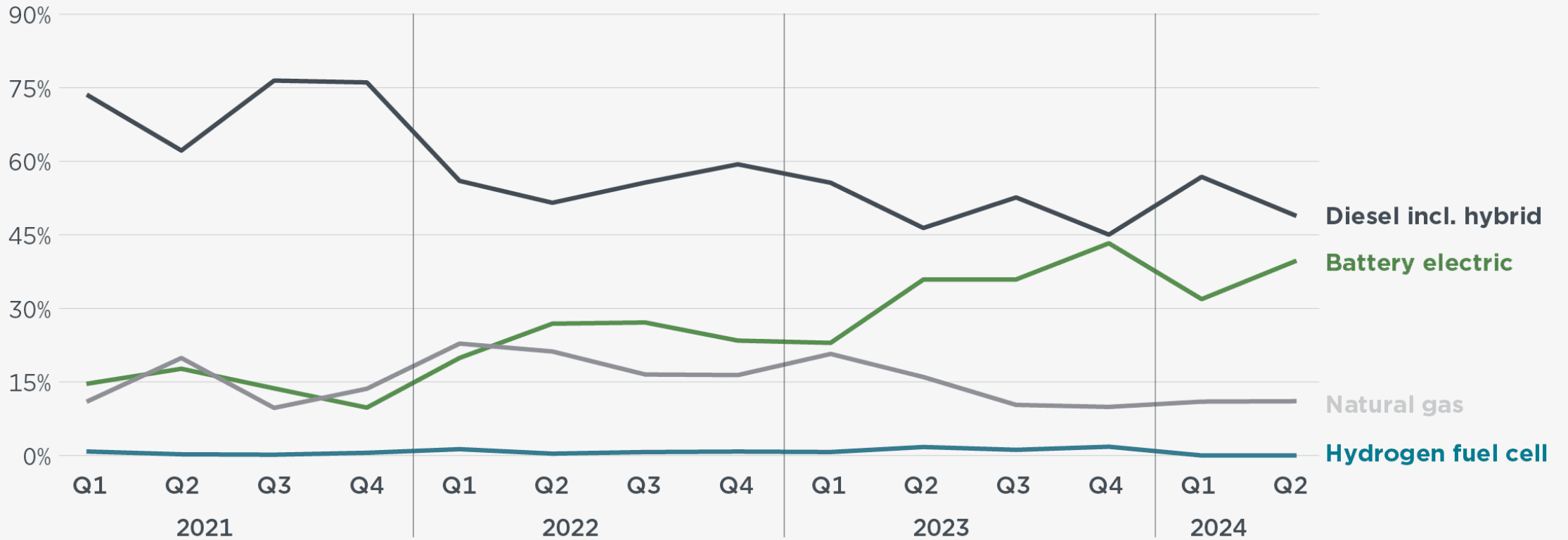


# MARKTENTWICKLUNG BUSSE IN EUROPA

## ANTEILE BEV, CNG UND DIESEL

FIGURE 4.3

Historic sales shares of city buses by powertrain



Quelle: Race to Zero: European Heavy Duty Vehicle Market Development Quarterly, ICCT, September 26, 2024, <https://theicct.org/publication/r2z-eu-hdv-market-development-quarterly-jan-june-2024-sept24/>

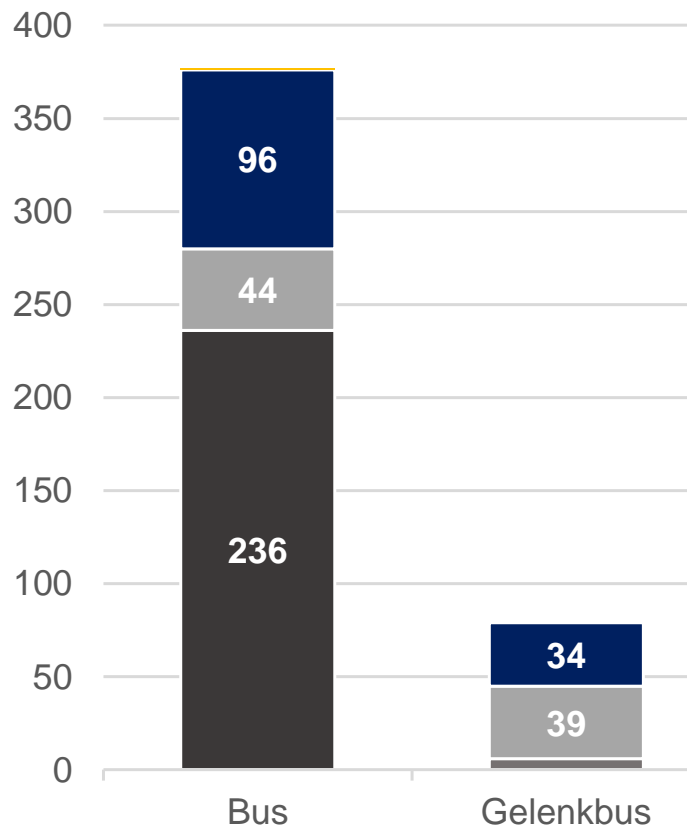


# NEUZULASSUNGEN BUSSE IN DER SCHWEIZ

## CARS UND BUSSE ÖV 2024 – STAND OKTOBER

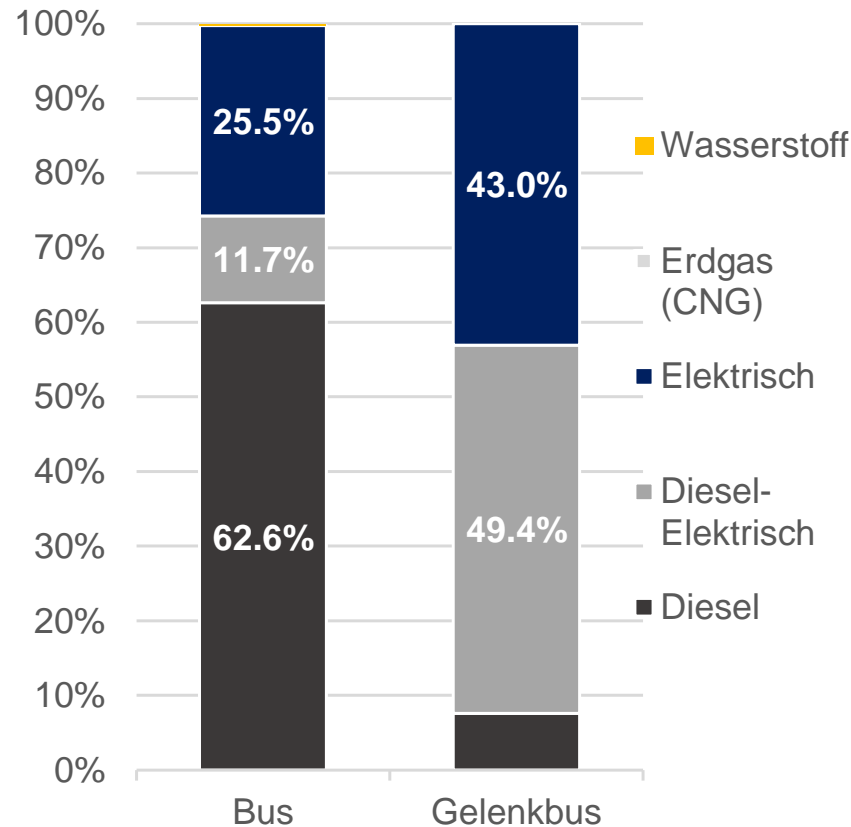
### Neuzulassungen Busse

Anzahl Januar - Oktober 2024



### Neuzulassungen Busse

Anteil Januar-Oktober 2024



Umfasst Busse des öffentlichen Verkehrs sowie Reisebusse (ohne Trolleybusse)

Quelle: Darstellung BFE, Daten ASTRA-IVZ, Stand 1. November 2024, [https://opendata.astra.admin.ch/ivzod/1000-Fahrzeuge\\_IVZ/1200-Neuzulassungen/1220-Neuzulassungsbericht\\_woechentlich/](https://opendata.astra.admin.ch/ivzod/1000-Fahrzeuge_IVZ/1200-Neuzulassungen/1220-Neuzulassungsbericht_woechentlich/)

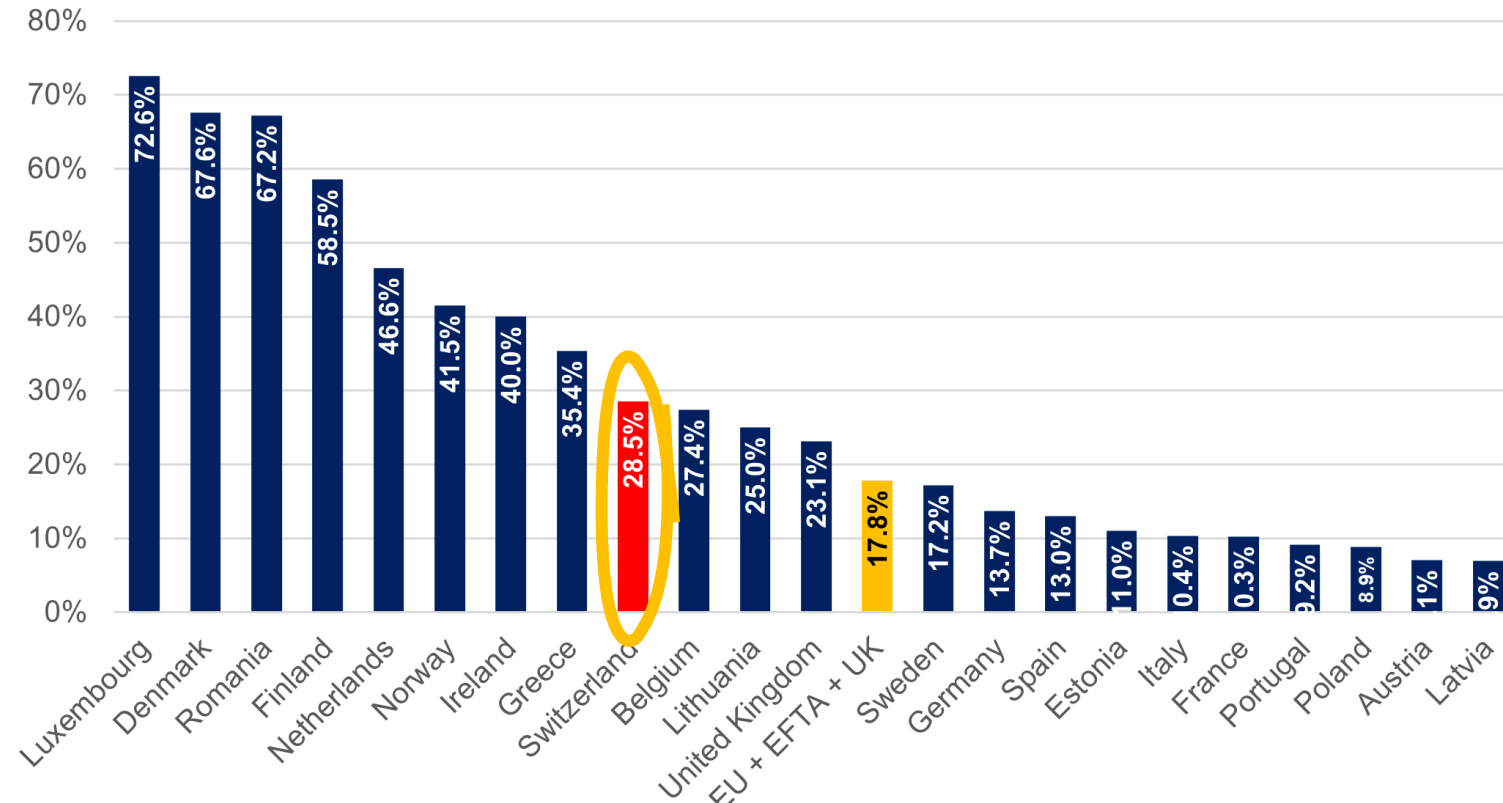




# MARKTENTWICKLUNG E-BUSSE EUROPA JANUAR – SEPTEMBER 2024

## Neuzulassungen Elektrische Busse Januar-September 2024

Schweiz - Europa, Busse > 3.5 Tonnen



**Quelle:** Darstellung BFE, Daten ACEA <https://www.acea.auto/cv-registrations/new-commercial-vehicle-registrations-vans-8-5-trucks-7-5-buses-16-in-the-first-three-quarters-of-2024/>

**Bemerkungen:** Electric Busses: Kategorie umfasst gem. ACEA battery electric and plug-in hybrids

**Quelle:** Darstellung BFE, Daten ACEA, 29. Oktober 2024 <https://www.acea.auto/cv-registrations/new-commercial-vehicle-registrations-vans-8-5-trucks-7-5-buses-16-in-the-first-three-quarters-of-2024/>

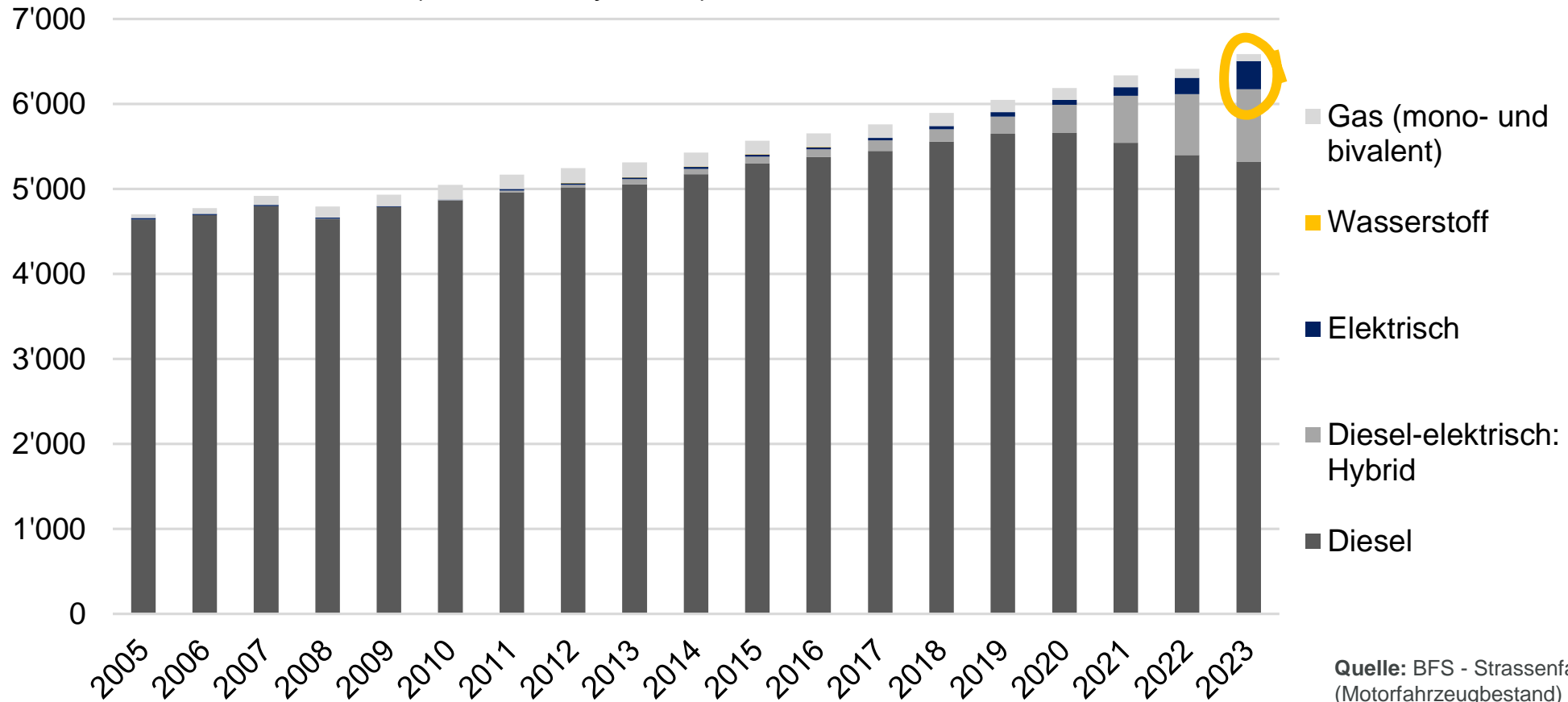


# BESTAND BUSSE DES ÖV IN DER SCHWEIZ

## NACH VERKEHRSTRÄGER UND -MITTEL

### Fahrzeugbestand Autobusse 2005-2023

Autobusse + Gelenkbusse (ohne Trolleybusse)



Quelle: BFS - Strassenfahrzeugbestand  
(Motorfahrzeugbestand) - © BFS, 30. Januar 2024

JA

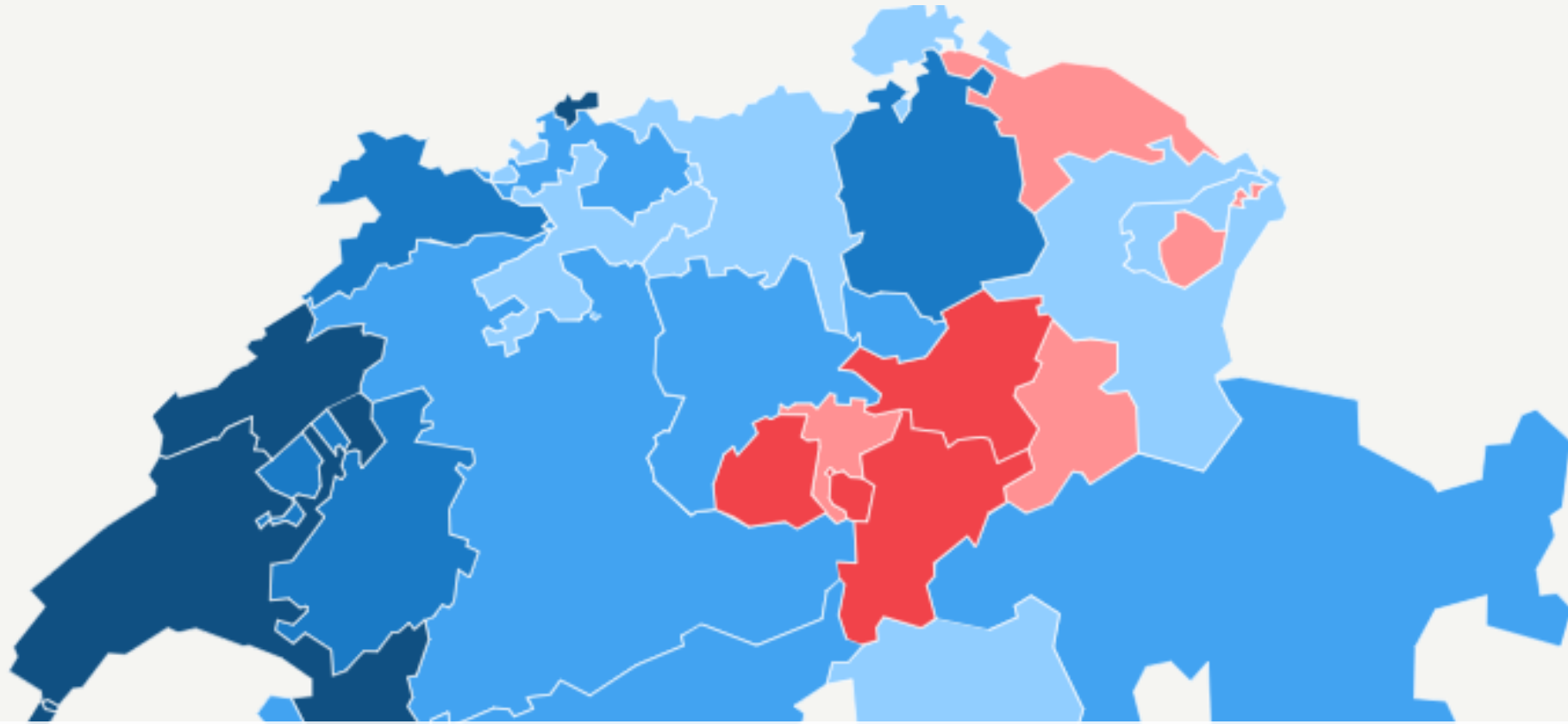
NEIN

59.1%

40.9%

1'381'133 Stimmen

956'814 Stimmen



**WIE WEITER IN DER KLIMAPOLITIK?**  
**KLIMASCHUTZGESETZ + CO<sub>2</sub>-GESETZ**



# KLIMASCHUTZGESETZ + CO<sub>2</sub>-GESETZ

## KERNELEMENTE

### Klimaschutzgesetz (= Rahmengesetz)

- Setzt **Netto-Null-Ziel** für die Schweizer Treibhausgasemissionen **bis 2050**
- **Definiert Zielwerte für einzelne Sektoren.**  
Verkehr: 2040: -57%, 2050: -100%

### Revidiertes CO<sub>2</sub>-Gesetz

- Definiert **konkrete Massnahmen** bis 2030 für CO<sub>2</sub>-Reduktion um 50% gegenüber 1990
- im Verkehrsbereich (u.a.): Fahrzeugzielwerte (in Anlehnung an EU «Fit for 55»)



Quelle: UVEK 21.  
April 2023:  
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/klimaschutzgesetz.html>

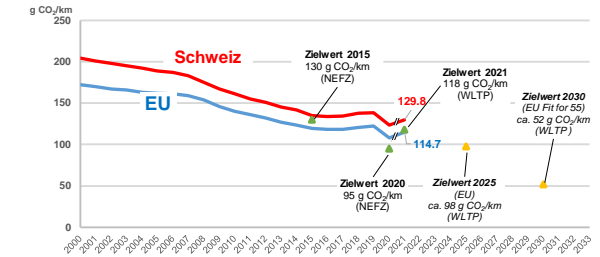






# REVIDIERTES CO<sub>2</sub>-GESETZ ECKWERTE NEUES CO<sub>2</sub>-GESETZ

- **Anpassung CO<sub>2</sub>-Zielwerte für Neufahrzeuge**  
Personenwagen, Lieferwagen, LKW (analog Entscheid EU bis 2030), Busse sind noch nicht reguliert.
- **Ab 2026 stufenweise Aufhebung Steuerprivileg für Dieselbusse im ÖV + Förderung Anschaffung Elektrobusse im Orts- und Regionalverkehr**
- Aktuell läuft die **Auswertung der Vernehmlassung zur CO<sub>2</sub>-Verordnung**
- **Entlastungspaket Bundeshaushalt 20.9.2024**







**AKTUELLES AUS DER EU**



# REGULIERUNG IN DER EU

## STRENGERE CO<sub>2</sub>-EMISSIONSNORMEN AB 2030



[Startseite](#) > [Presse](#) > [Pressemitteilungen](#)

Rat der Europäischen Union | Pressemitteilung | 13 Mai 2024 10:20

### Schwere Nutzfahrzeuge: Rat beschließt strengere CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen

Der Rat hat heute die Verordnung über CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für schwere Nutzfahrzeuge förmlich angenommen und damit die geltenden EU-Vorschriften geändert und verschärft. Dank der aktualisierten Vorschriften werden die **CO<sub>2</sub>-Emissionen** des Straßenverkehrs weiter reduziert werden und neue Zielvorgaben für 2030, 2035 und 2040 festgelegt.

Robustere CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen werden dazu beitragen, den Anteil emissionsfreier Fahrzeuge an der EU-weiten Flotte schwerer Nutzfahrzeuge zu erhöhen, und gleichzeitig sicherstellen, dass Innovation in dem Sektor und seine Wettbewerbsfähigkeit erhalten und verbessert werden.

### Ein erweiterter Anwendungsbereich

Mit den überarbeiteten Vorschriften wird der Anwendungsbereich der geltenden Verordnung ausgeweitet, sodass für nahezu alle neuen schweren Nutzfahrzeuge mit zertifizierten CO<sub>2</sub>-Emissionen – darunter auch kleinere Lastkraftwagen, Stadtbusse, Reisebusse und Anhänger – Emissionsreduktionszielvorgaben gelten.

### Neue Emissionsreduktionszielvorgaben

Mit den neuen Vorschriften wird die bestehende Zielvorgabe für 2025 beibehalten, nach der die Emissionen für schwere Lastkraftwagen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 16 t derzeit um 15 % gesenkt werden sollen. Im Einklang mit den Klimazielen der EU für 2030 und darüber hinaus werden in der Verordnung folgende neue Zielvorgaben festgelegt:

- 45 % Emissionsreduktion ab 2030 (angehoben von 30 %)

**Quelle:** Rat der Europäischen Union, 13. Mai 2024  
<https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2024/05/13/heavy-duty-vehicles-council-signs-off-on-stricter-co2-emission-standards>

Figure 1  
Scope of vehicles covered under the CO<sub>2</sub> standards and their annual sales relative to all HDVs

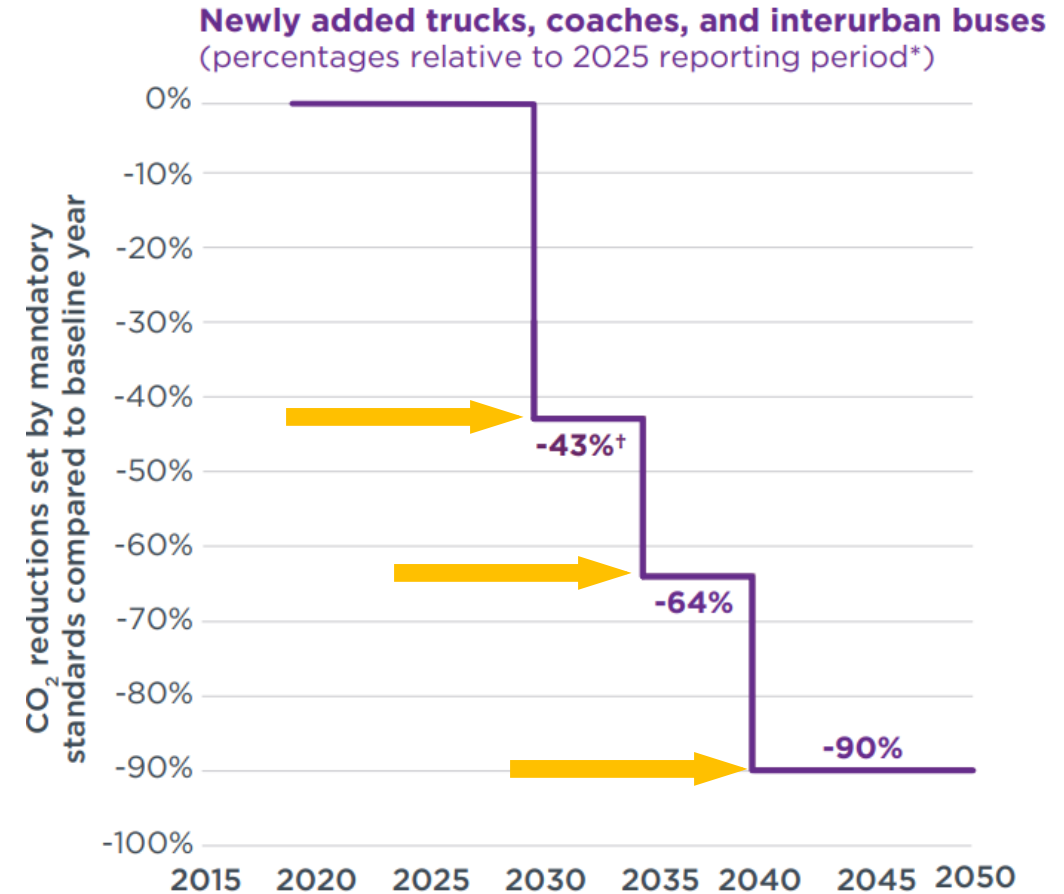
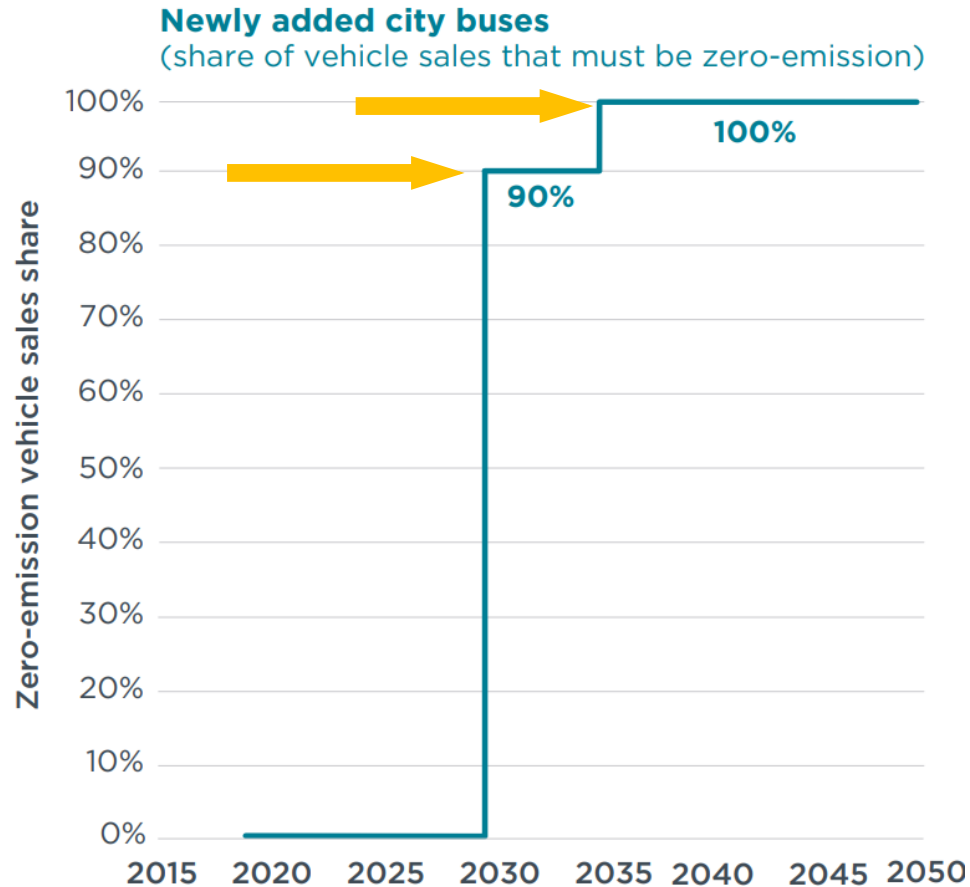


**Quelle:** ICCT, THE REVISED CO<sub>2</sub> STANDARDS FOR HEAVY-DUTY VEHICLES IN THE EUROPEAN UNION, 13. Mai 2024  
<https://theicct.org/publication/revised-co2-standards-hdvs-eu-may24/>



# REGULIERUNG IN DER EU

## STRENGERE CO<sub>2</sub>-EMISSIONSNORMEN AB 2030



Quelle: ICCT, THE REVISED CO<sub>2</sub> STANDARDS FOR HEAVY-DUTY VEHICLES IN THE EUROPEAN UNION, 13. Mai 2024 <https://theicct.org/publication/revised-co2-standards-hdvs-eu-may24/>



**EFFIZIENTER VERKEHR**  
**ROLLE UND BEDEUTUNG DES ÖV**





# UMWELTVERGLEICH VERKEHRSMITTEL DER NEUE UMWELTRECHNER VERKEHR



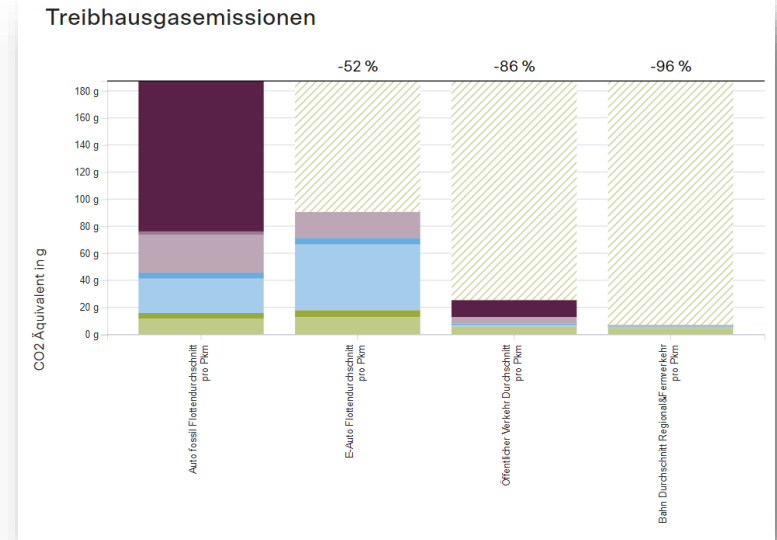
Häufigste Verkehrsmittel

 <b>Zug</b> Wählen →	 <b>Öffentlicher Verkehr</b> Wählen →	 <b>Auto</b> Flottendurchschnitt Wählen →	 <b>Auto</b> Batterieelektrisch Wählen →	 <b>Auto</b> Benzin Wählen →
 <b>Flugzeug</b> Kerosin Wählen →				

Verkehrsmittel

Personenverkehr | Güterverkehr | Sonstige

 <b>Velo</b> Wählen →	 <b>E-Trottinett</b> Wählen →	 <b>E-Bike</b> Wählen →	 <b>Motorrad</b> Wählen →	 <b>Motorroller</b> Wählen →
 <b>Auto</b> Wählen →	 <b>Stadtbus</b> Wählen →	 <b>Tram</b> Wählen →	 <b>Zug</b> Wählen →	 <b>Öffentlicher Verkehr</b> Wählen →
 <b>Reisecar</b> Wählen →	 <b>Kursschiff</b> Wählen →	 <b>Seilbahn</b> Wählen →	 <b>Flugzeug</b> Wählen →	



Daten: BAFU

Verarbeitung: Paul Scherrer Institut PSI

Hosting+Kommunikation: EnergieSchweiz/BFE

Link:

<https://www.energieschweiz.ch/programme/umweltrechner-verkehr/>



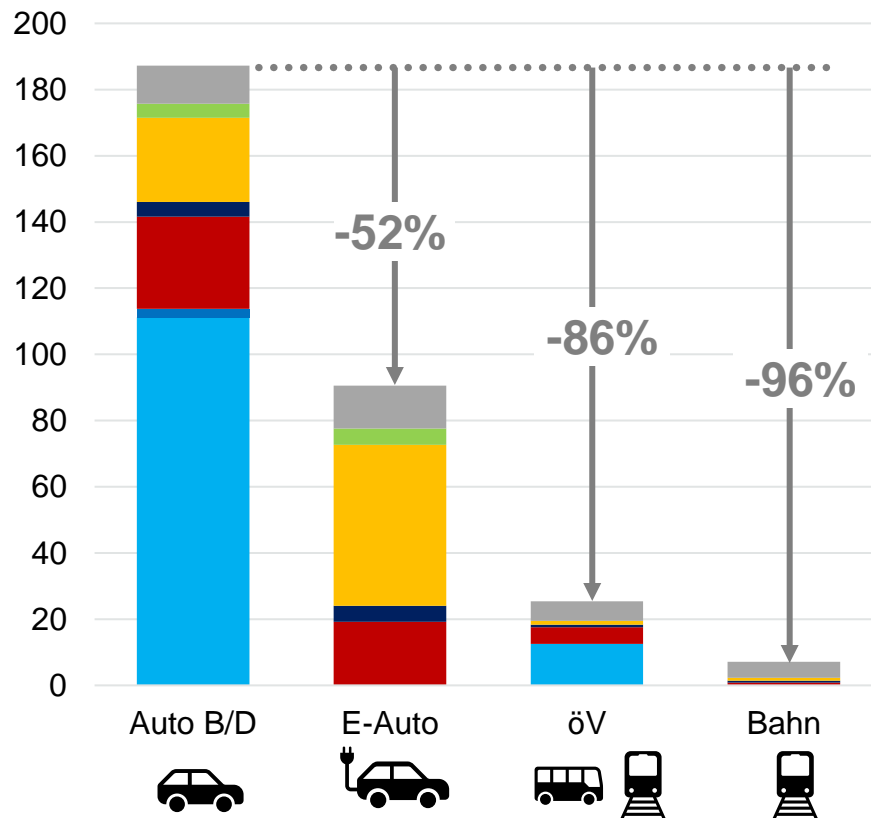
# UMWELTVERGLEICH AUTO/E-AUTO – ÖV – BAHN

## TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN CO<sub>2e</sub>





Treibhausgasemissionen bei durchschnittlicher Auslastung

Personenwagen: 1.6 Personen/Fahrzeug, Bahn: 29%

g CO<sub>2e</sub>/pkm



- Infrastruktur
- Entsorgung
- Fahrzeugherstellung
- Wartung
- Energiebereitstellung
- Nicht-Auspuff Emissionen
- Direkt

 Auto fossil Flottendurchschnitt  <b>Auto</b> Schweiz   Flotten- durchschnitt  Antriebsart Flottendurchschnitt  Auslastung 1.6 Personen (23%)  Verbrauch pro 100 km 7.9 l BÄ  Gewicht -  Emissionsnorm -  Jahr der Herstellung -  Personenkilometer 1	 E-Auto Flottendurchschnitt  <b>Auto</b> Schweiz   Flotten- durchschnitt  Antriebsart Batterieelektrisch  Auslastung 1.6 Personen (23%)  Verbrauch pro 100 km 20.9 kWh  Gewicht -  Emissionsnorm -  Jahr der Herstellung -  Personenkilometer 1	 Öffentlicher Verkehr Durchschnitt  <b>Öffentlicher Verkehr</b> Schweiz   ÖV Durchschnitt für eine  Antriebsart -  Auslastung -  Verbrauch pro 100 km -  Gewicht -  Emissionsnorm -  Jahr der Herstellung -  Personenkilometer 1	 Bahn Durchschnitt Regional&Fernverkehr  <b>Zug</b> Schweiz   Durchschnitt Regional-& Fernverkehr  Antriebsart -  Auslastung 159.0 Personen (29%)  Verbrauch pro 100 km -  Gewicht -  Emissionsnorm -  Jahr der Herstellung -  Personenkilometer 1
---	---	--	--

Quelle:

Umweltrechner Verkehr 7.  
November 2024

[https://www.energieschweiz.ch/  
programme/umweltrechner-  
verkehr/](https://www.energieschweiz.ch/programme/umweltrechner-verkehr/)



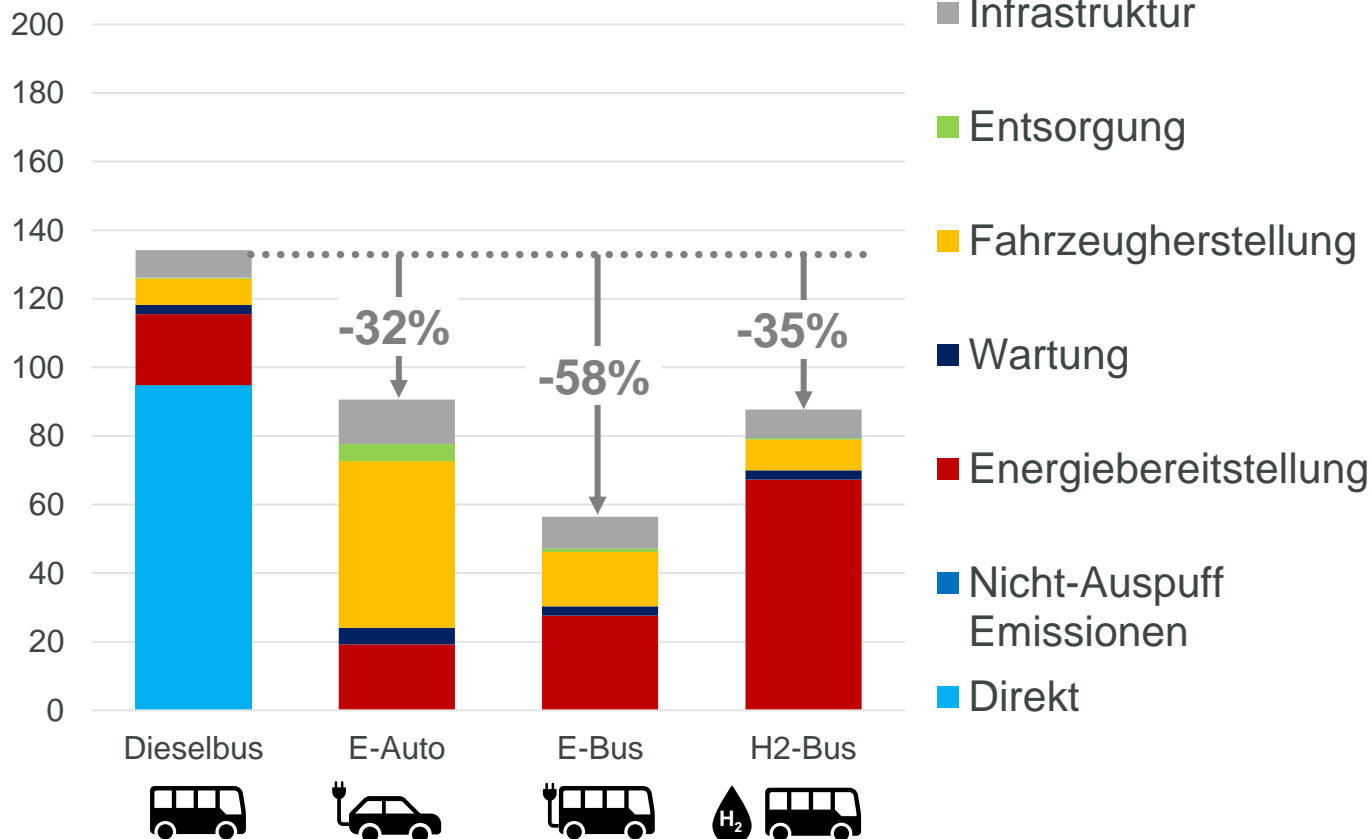
# UMWELTVERGLEICH BUS + E-AUTO

## TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN CO<sub>2e</sub>

Treibhausgasemissionen bei durchschnittlicher Auslastung

Personenwagen: 1.6 Personen/Fahrzeug, Auslastung Bus: 16%

g CO<sub>2e</sub>/pkm



<div></div> <div>Stadtbus 1</div> <div>Stadtbus</div> <div>Schweiz   Eindecker   Eindecker</div> <div>Antriebsart Diesel</div> <div>Auslastung 10.0 Personen (16%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 38.2l</div> <div>Gewicht 11'954.1kg</div> <div>Emissionsnorm EURO-6</div> <div>Jahr der Herstellung 2020</div> <div>Personenkilometer 1</div>	<div></div> <div>Auto 1</div> <div>Auto</div> <div>Schweiz   Flotten-durchschnitt</div> <div>Antriebsart Batterieelektrisch</div> <div>Auslastung 1.6 Personen (23%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 20.9kWh</div> <div>Gewicht -</div> <div>Emissionsnorm -</div> <div>Jahr der Herstellung -</div> <div>Personenkilometer 1</div>	<div></div> <div>Stadtbus 2</div> <div>Stadtbus</div> <div>Schweiz   Eindecker   Eindecker</div> <div>Antriebsart Batterieelektrisch (Aufladen im Depot)</div> <div>Auslastung 10.0 Personen (16%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 170.3kWh</div> <div>Gewicht 14'067.1kg</div> <div>Emissionsnorm -</div> <div>Jahr der Herstellung 2020</div> <div>Personenkilometer 1</div>	<div></div> <div>Stadtbus 3</div> <div>Stadtbus</div> <div>Schweiz   Eindecker   Eindecker</div> <div>Antriebsart Brennstoffzelle</div> <div>Auslastung 10.0 Personen (16%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 8.7kg</div> <div>Gewicht 12'476.5kg</div> <div>Emissionsnorm -</div> <div>Jahr der Herstellung 2020</div> <div>Personenkilometer 1</div>
--	---	--	--

Quelle:

Umweltrechner Verkehr 7. November 2024  
<https://www.energieschweiz.ch/programme/umweltrechner-verkehr/>



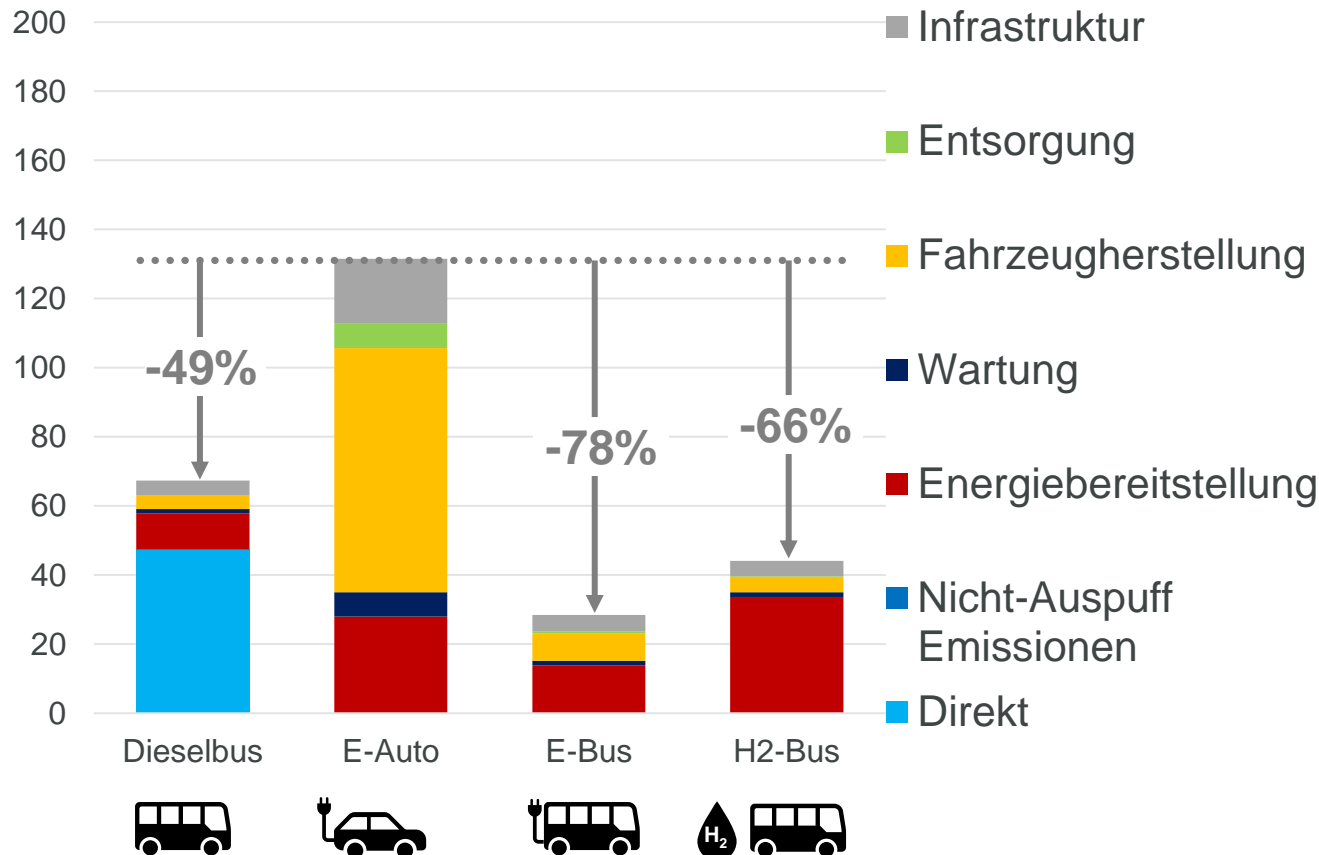
# UMWELTVERGLEICH BUS + E-AUTO

## TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN CO<sub>2e</sub> in der HVZ

### Treibhausgasemissionen Hauptverkehrszeit

Personenwagen: 1.1 Personen/Fahrzeug, Auslastung Bus: 31%

g CO<sub>2e</sub>/pkm



<div></div> <div>Stadtbus 1</div> <div>Stadtbus</div> <div>Schweiz   Eindecker   Eindecker</div> <div>Antriebsart Diesel</div> <div>Auslastung 20.0 Personen (31%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 38.2l</div> <div>Gewicht 11'954.1kg</div> <div>Emissionsnorm EURO-6</div> <div>Jahr der Herstellung 2020</div> <div>Personenkilometer 1</div>	<div></div> <div>Auto 1</div> <div>Auto</div> <div>Schweiz   Flotten-durchschnitt</div> <div>Antriebsart Batterieelektrisch</div> <div>Auslastung 1.1 Personen (16%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 20.9kWh</div> <div>Gewicht -</div> <div>Emissionsnorm -</div> <div>Jahr der Herstellung -</div> <div>Personenkilometer 1</div>	<div></div> <div>Stadtbus 2</div> <div>Stadtbus</div> <div>Schweiz   Eindecker   Eindecker</div> <div>Antriebsart Batterieelektrisch (Aufladen im Depot)</div> <div>Auslastung 20.0 Personen (31%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 170.3kWh</div> <div>Gewicht 14'067.1kg</div> <div>Emissionsnorm -</div> <div>Jahr der Herstellung 2020</div> <div>Personenkilometer 1</div>	<div></div> <div>Stadtbus 3</div> <div>Stadtbus</div> <div>Schweiz   Eindecker   Eindecker</div> <div>Antriebsart Brennstoffzelle</div> <div>Auslastung 20.0 Personen (31%)</div> <div>Verbrauch pro 100 km 8.7kg</div> <div>Gewicht 12'476.5kg</div> <div>Emissionsnorm -</div> <div>Jahr der Herstellung 2020</div> <div>Personenkilometer 1</div>
--	---	--	--

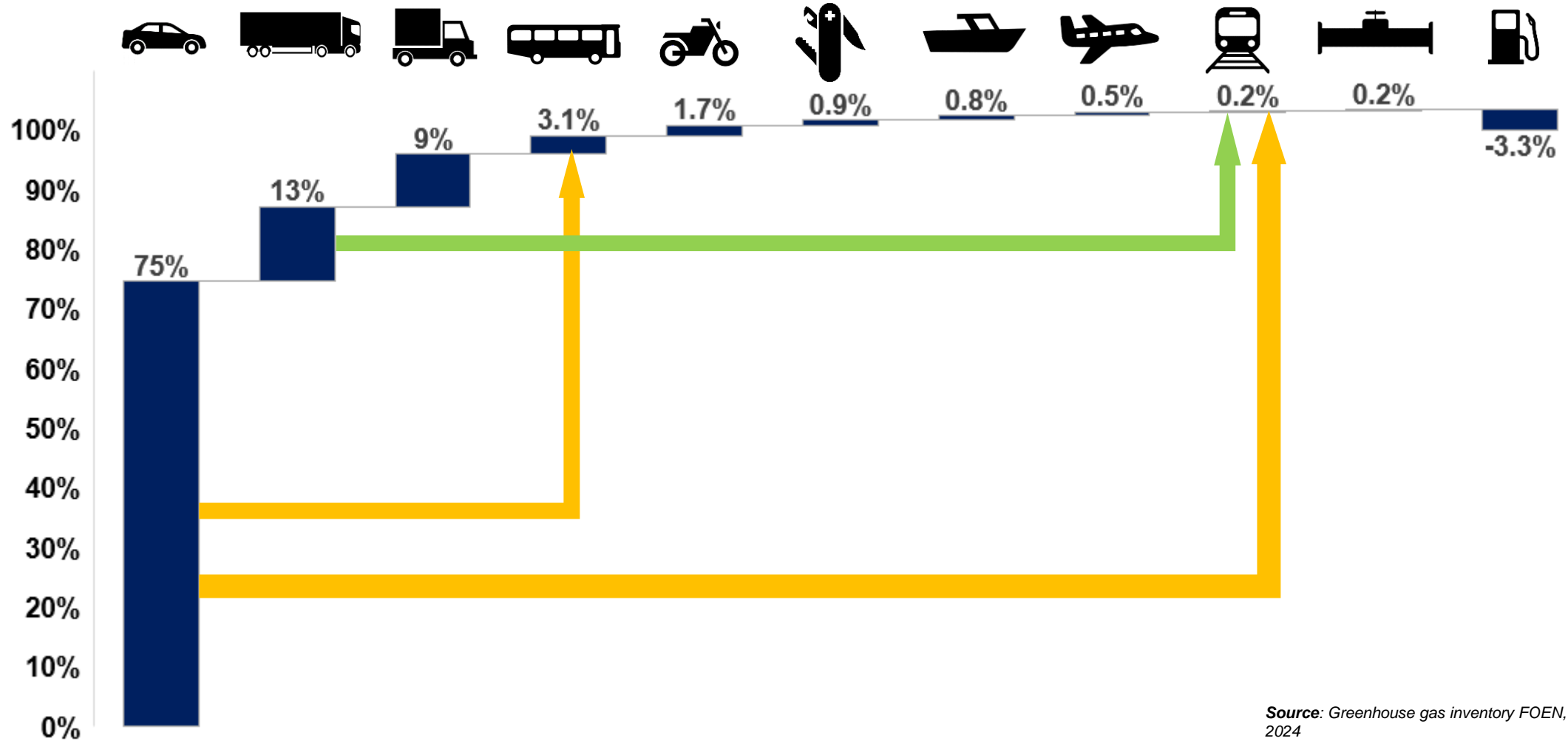
#### Quelle:

Umweltrechner Verkehr 7.  
November 2024

<https://www.energieschweiz.ch/programme/umweltrechner-verkehr/>



# CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN DES VERKEHRS 2022 NACH VERKEHRSTRÄGER UND -MITTEL







# BEDEUTUNG DES ÖV FÜR DIE KLIMAZIELE

## FAZIT

---

- **Grosser Teil des öV ist bereits heute elektrifiziert:** spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen des öV pro Personenkilometer sind um über 86% tiefer als MIV
- Daran **ändert auch nichts grundsätzlich** durch die zunehmende Elektrifizierung des MIV. Hauptgrund: hoher Bahnanteil des öV
- **Jedoch:** bei **durchschnittlicher** Auslastung MIV und öV weisen Dieselbusse höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen pro pkm als E-Autos auf
- **Elektrifizierung der Dieselbusflotten** wichtigste Massnahme im Bereich CO<sub>2</sub>
- **Auslastung ist der sensitive Parameter**, je höher die Auslastung im öV, desto grösser die Umweltvorteile
- **Verlagerung** von der Strasse auf öV und Schiene (Güterverkehr) **sind der zentrale Hebel**, ein **attraktives öV Angebot die zentrale Voraussetzung**.



# Vielen Dank

**Christoph Schreyer**

Leiter Sektion Energieeffizienter Verkehr

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Energie BFE, Sektion Energieeffizienter Verkehr

Pulverstrasse 13, 3063 Ittigen, Postadresse: Bundesamt für Energie, 3003 Bern

Tel. +41 58 463 04 76

[christoph.schreyer@bfe.admin.ch](mailto:christoph.schreyer@bfe.admin.ch)

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch) / [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)





# **Best Practices aus der Welt des öffentlichen Verkehrs (1/2)**

**Philipp Haudenschild**

**Fachspezialist alternative Antriebe  
und Kraftstoffe, SBB**



# HVO-Blend: Übergangstechnologie oder langfristige Lösung?

Philipp Haudenschild, Projektleiter Einführung HVO  
Technology Office SBB Infrastruktur  
VöV Forum Nachhaltige Energie, 20.11.2024



## Die HVO-Beimischung ersetzt fossilen Diesel.

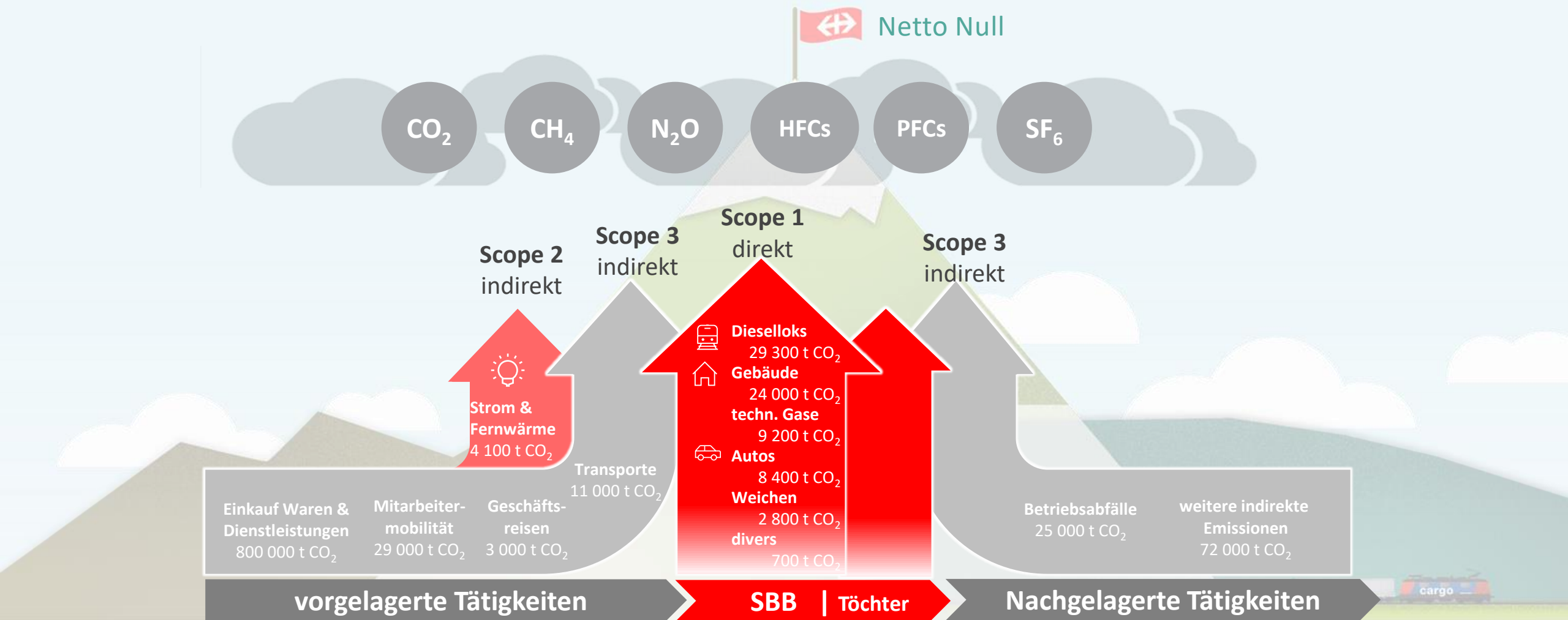


- 7500 t CO<sub>2eq</sub>

Reduktion pro Jahr.

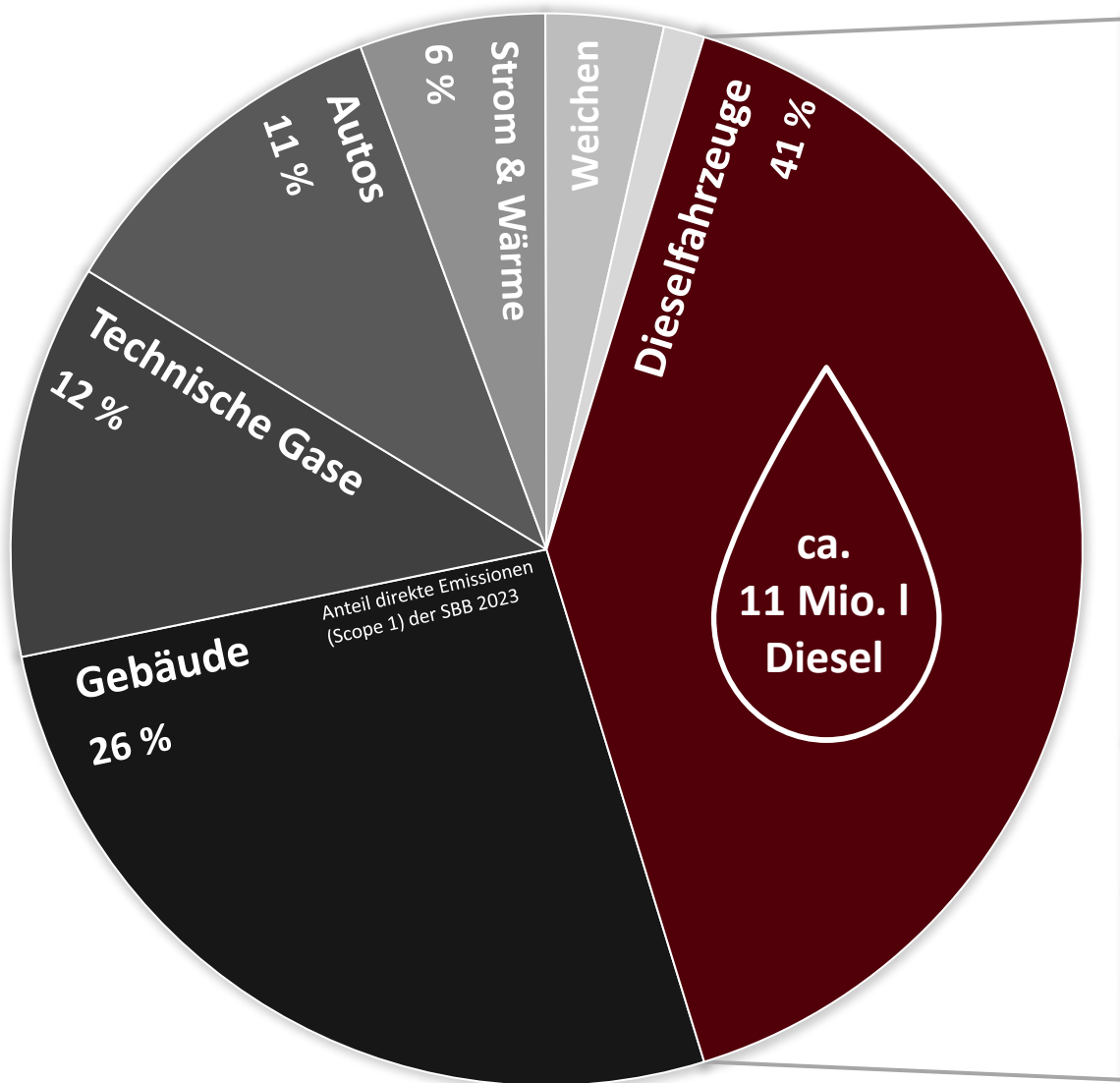
≈ 2.5 - 3 Mio. l Diesel

# CO<sub>2eq</sub>-Emissionen der SBB.





# Wo genau verbrauchen wir den Diesel?



Anteil Dieserverbrauch  
Schienentraktion 2023

**Davon**  
**68 %**

**14 %**

**9 %**

**9 %**

**Schwere  
Rangierloks**

z.B. Am 843



**Baustellen- und  
Unterhaltsfahrzeuge**

z.B. Tm 234-x



**Lösch- und  
Rettungszüge**

LRZ



**Sonstige**

z.B. Dienstwagen mit  
Generatoren, leichte  
Rangierloks, usw.



# Die Vorteile von HVO sind erkennbar.

- 20% Partikelemissionen
- 85% CO<sub>2eq</sub>-Emissionen
- Kein Schwefel und Aromaten



**HVO (hydrotreated vegetable oils)**  
paraffinischer Diesel aus Rest- und  
Abfallstoffen **EN15940**

**Fossiler Diesel**  
Standard-Diesel aus Erdöl  
(B0, 10ppm Schwefelgehalt)  
**EN590**

HVO ist ein sogenannter **Drop-in-Kraftstoff**: Er kann als **Beimischung (Blend)** und **pur** verwendet werden.

- Der **Blend mit bis zu 30 % Beimischung** zu herkömmlichem Diesel **kann in allen Dieselmotoren verwendet werden.**
- Die Verwendung von **100% HVO** ist für viele Dieselmotoren bereits freigegeben. Bei der SBB für über 70% der Dieselmotoren.



# Zahlen und Fakten zur Einführung HVO-Blend.



**- 7500 t CO<sub>2eq</sub>**  
Reduktion pro Jahr.  
≈ 2.5 - 3 Mio. l Diesel



**6 Personen**  
im Kernteam  
CFT-Kraftstoffe.



**4 Jahre**  
Vorlaufzeit von Idee bis  
Rollout.



**Bis zu 20 %**  
Partikelreduktion in den  
Abgasen - schont die  
Partikelfilter.



**5 - 10%**  
Erwartete Mehrkosten  
gegenüber fossilem  
Diesel.



**04.04.2024**  
Erste Tankstelle mit  
HVO-Blend beliefert.



**> 80%**  
Der Schientankstellen  
der SBB sind bereits auf  
HVO-Blend umgestellt.  
(Stand 31.10.2024)

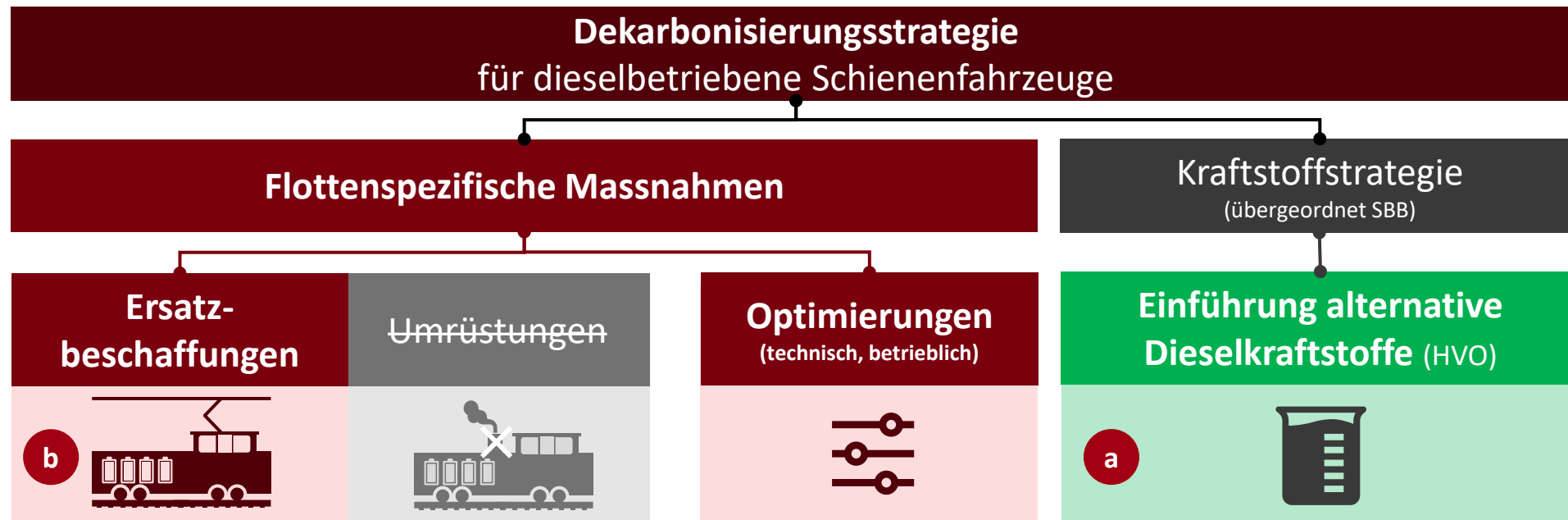


**2.3 Mio. Liter**  
HVO-Blend wurden  
bereits verbraucht in  
diesem Jahr.  
(Stand 31.10.2024)

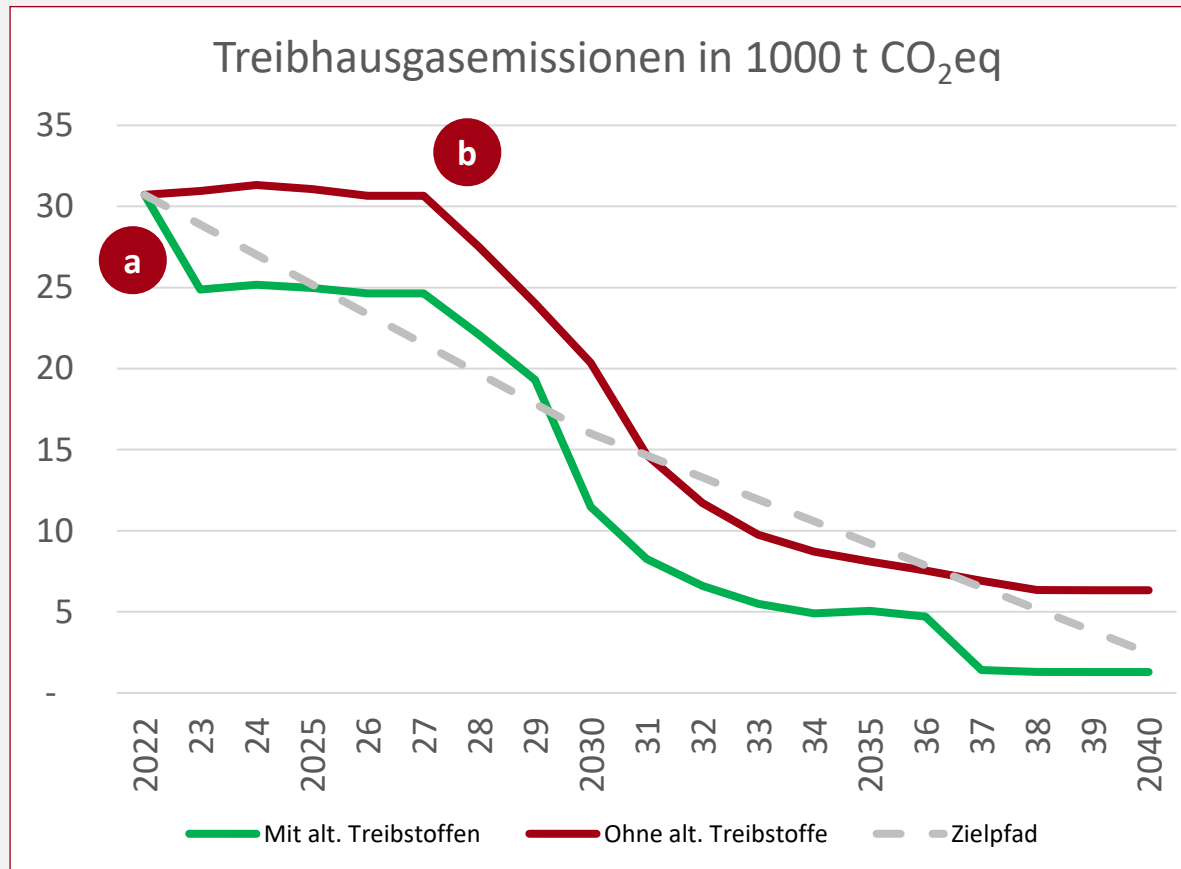


**100% HVO**  
Daran arbeiten wir. Das  
ist der nächste Schritt.

# Strategie: Übergangsphase und Elektrifizierung von dieselbetriebenen Schienenfahrzeugen.



# Die Wirkung von HVO-Blend als Übergangslösung.



fossiler Diesel

HVO-Blend bis 30%

100% synth. Kraftstoffe

## Mengengerüst heute:

- Rund 11 Mio. Liter Diesel / a für ~ 1000 dieselbetriebene Schienenfahrzeuge von SBB I, G und P

## Dekarbonisierung in zwei Schritten:

- a** Alternative Dieselkraftstoffe als Übergangslösung (HVO-Blend)
- b** Elektrifizierung der wesentlichen Flotten durch Ersatzbeschaffung mit batterieelektrischem Antrieb

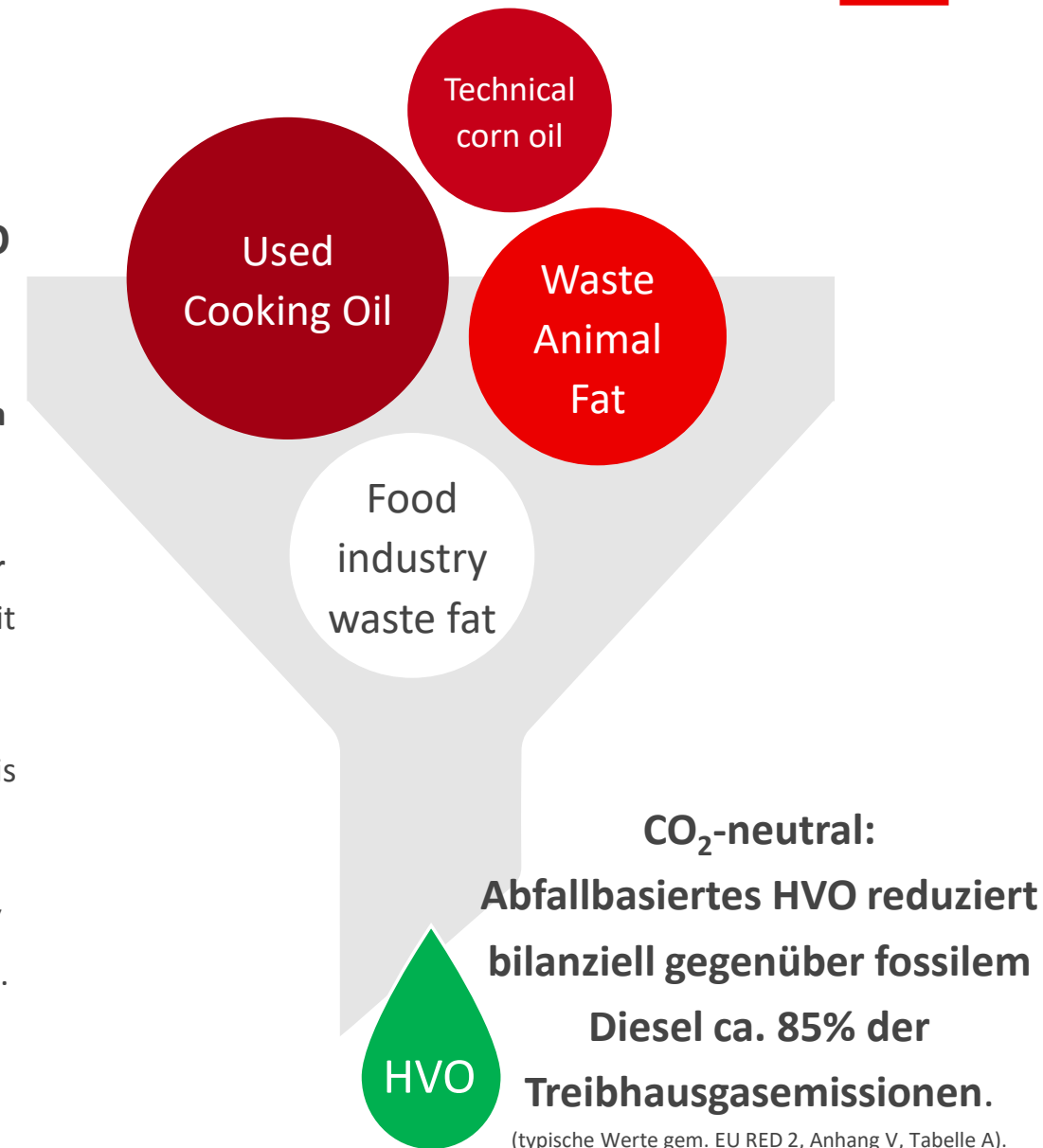
# Herausforderung: Nachhaltigkeit.

**Die Wahl der Rohstoffe zur Herstellung von HVO ist entscheidend. Rund 70% der Rohstoffe für abfallbasierte HVO stammen von ausserhalb Europas.** (INFRAS, 2021)

**Die Regulationen in der Schweiz unterscheiden sich entscheidend von denen in der EU** (Massenbilanzierung vs. Segregation). Zertifizierungsstandard ist BTCert.

**Das Produkt muss vom Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit (BAZG) von der Mineralölsteuer (MinÖSt) befreit sein.** Biotreibstoffe, die von der MinÖSt befreit sind, werden aus ökologischer und sozialer Perspektive gemeinhin als unbedenklich betrachtet. Ihre Herkunft ist transparent dokumentiert und überprüfbar. Die MinÖSt-Befreiungs-Regelung ist befristet und voraussichtlich bis 2030 gültig.

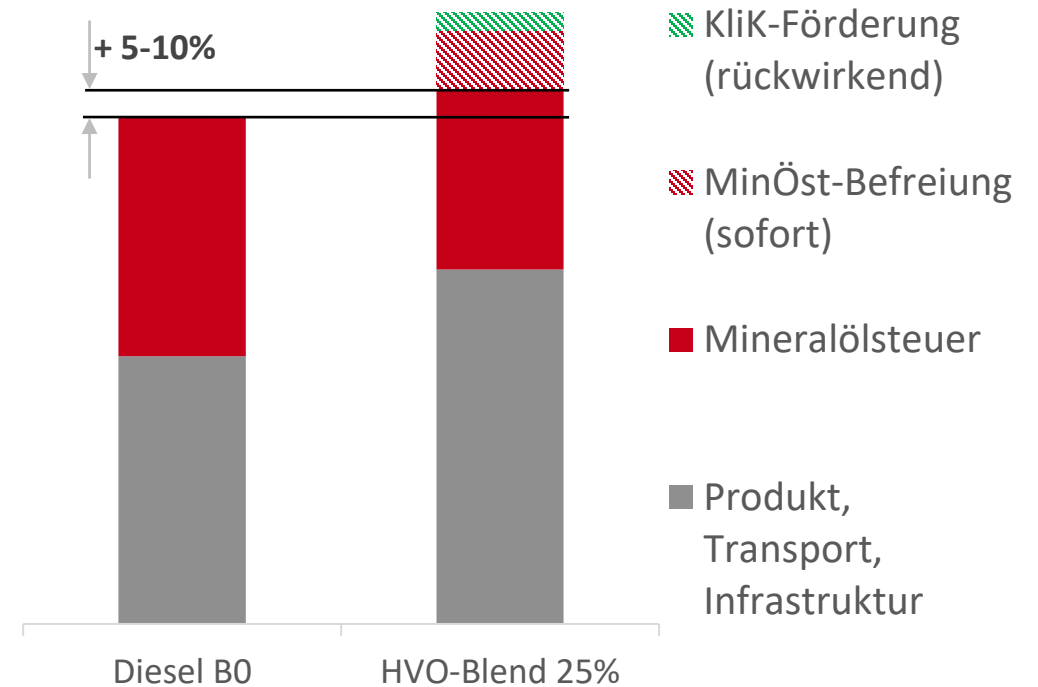
Vergleichbar ist die Erfüllung der **Kriterien der «fortschrittlichen Biotreibstoffe» gemäss EU RED** welche keine indirekte Landnutzungsänderung verursachen (z.B. Palmölderivate wie PFAD). Dieser Nachweis ist in der Schweiz nicht anerkannt.



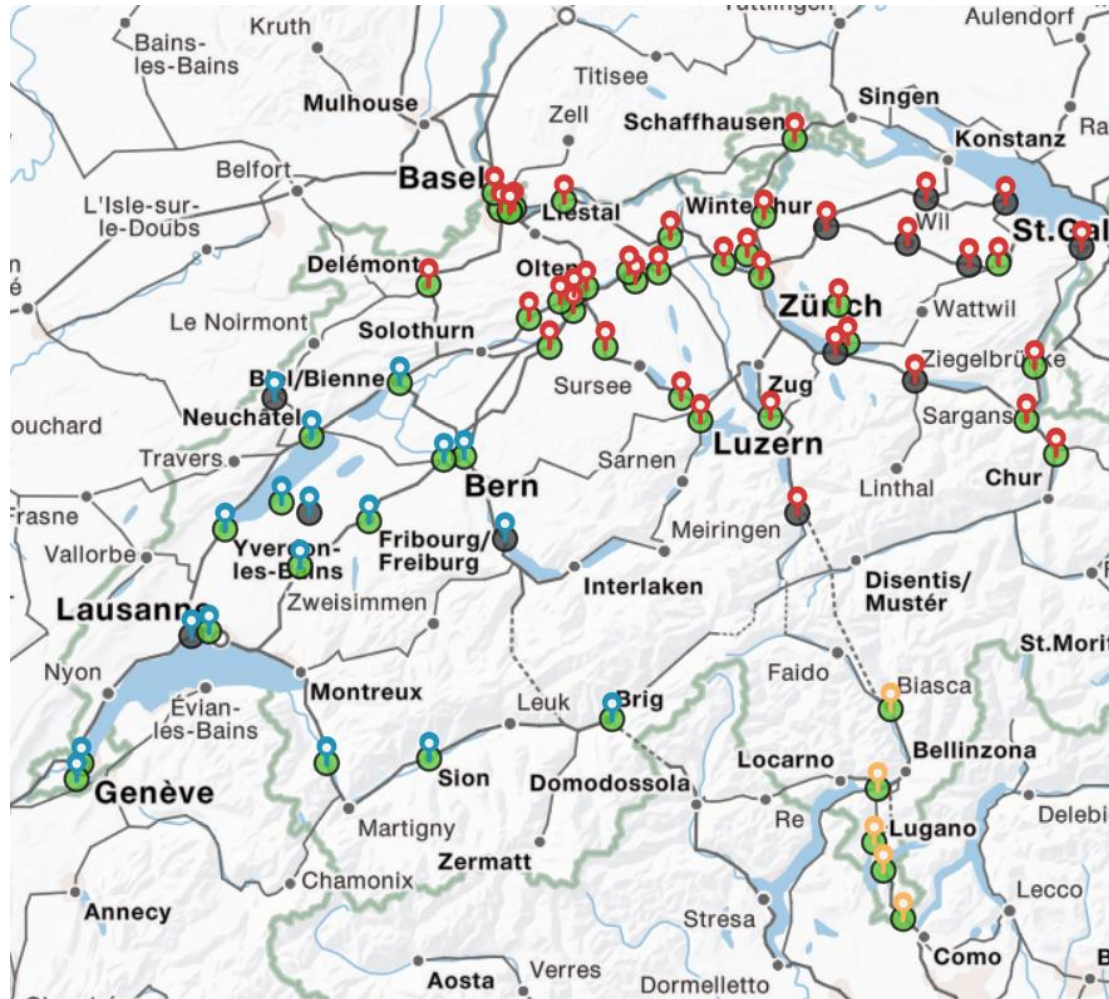
# Herausforderung: Wirtschaftlichkeit.

- Die SBB bezahlt grundsätzlich die volle Mineralölsteuer auf fossilen Treibstoffen.
- Ökologisch und sozial Nachhaltiger HVO ermöglicht anteilmässig die Mineralölsteuerbefreiung (hier 25%).
- Der HVO-Importeur erhält rückwirkend eine Vergütung aus dem Förderprogramm Biotreibstoffe (KliK). Einen Anteil davon kann er dem Endkunden weitergeben.
- Somit ergeben sich aktuell Mehrkosten zwischen 5-10% für HVO-Blend-25% gegenüber Diesel B0 für die SBB.

Beispiel Verkaufspreis ohne MwSt. in CHF / Liter

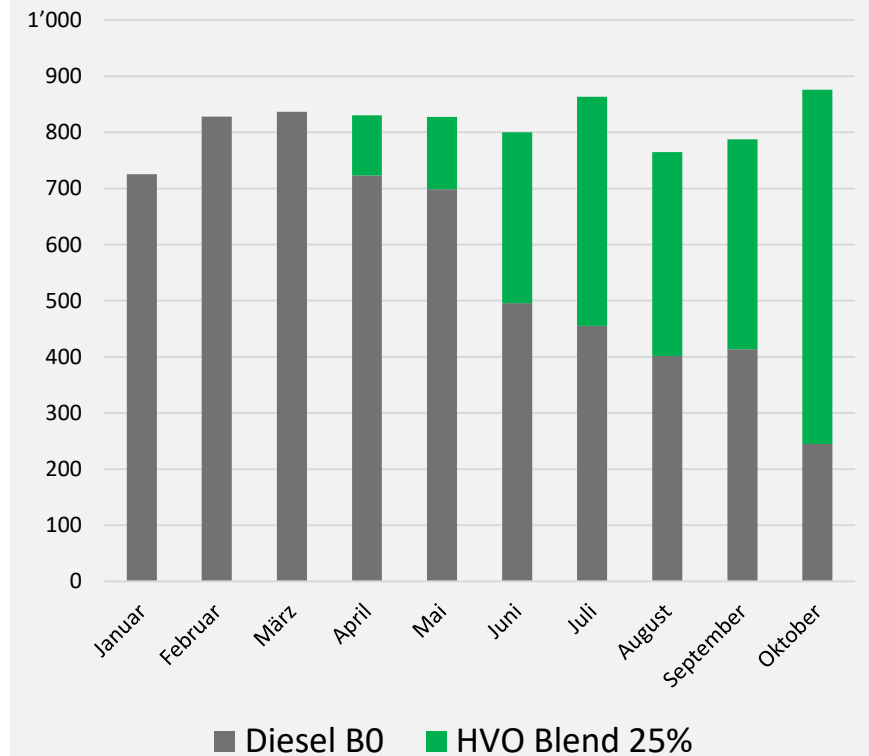


# Herausforderung: Rollout-Logistik.



Stand Rollout per 22.10.2024

Verkaufter Kraftstoff an SBB  
Schiententankstellen 2024 in 1000  
Liter



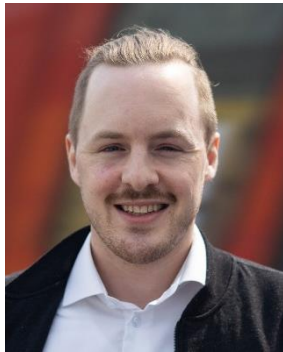




## Best Practice HVO-Einführung.

- Inventar Dieselmotoren und Kraftstofffreigaben aktualisieren.
- Disposition abgestimmt auf Betankungsinfrastruktur.
- HVO-Produkte sind noch nicht an öffentlichen Tankstellen verfügbar. Kundenlösungen sind möglich.
- Vorlaufzeit bei neuem Versorger einplanen.
- MinÖst-Befreiung und KliK-Förderung sind für die Wirtschaftlichkeit relevant.

# Bei Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.



**Philipp Haudenschild**

Fachspezialist alternative Antriebe und Kraftstoffe

*Projektleiter Einführung HVO*

Mobil +41 79 296 39 74

philipp.haudenschild@sbb.ch



**Roland Aeschbacher**

Fachspezialist Energieeffizienz und erneuerbare Energien

*Projektleiter im Energiesparprogramm*

Mobil +41 79 333 37 46

roland.aeschbacher@sbb.ch





Danke, merci & grazie.





# Immer mehr umweltfreundliche Busse – auch auf dem Land

**Laura Amaudruz-Andres**  
**Leiterin Innovation und**  
**Netzwerkentwicklung, TPF**

**Thomas Hans**  
**Verantwortlicher Technik Strasse,**  
**TPF**





# Pilotprojekt H2 - TPF

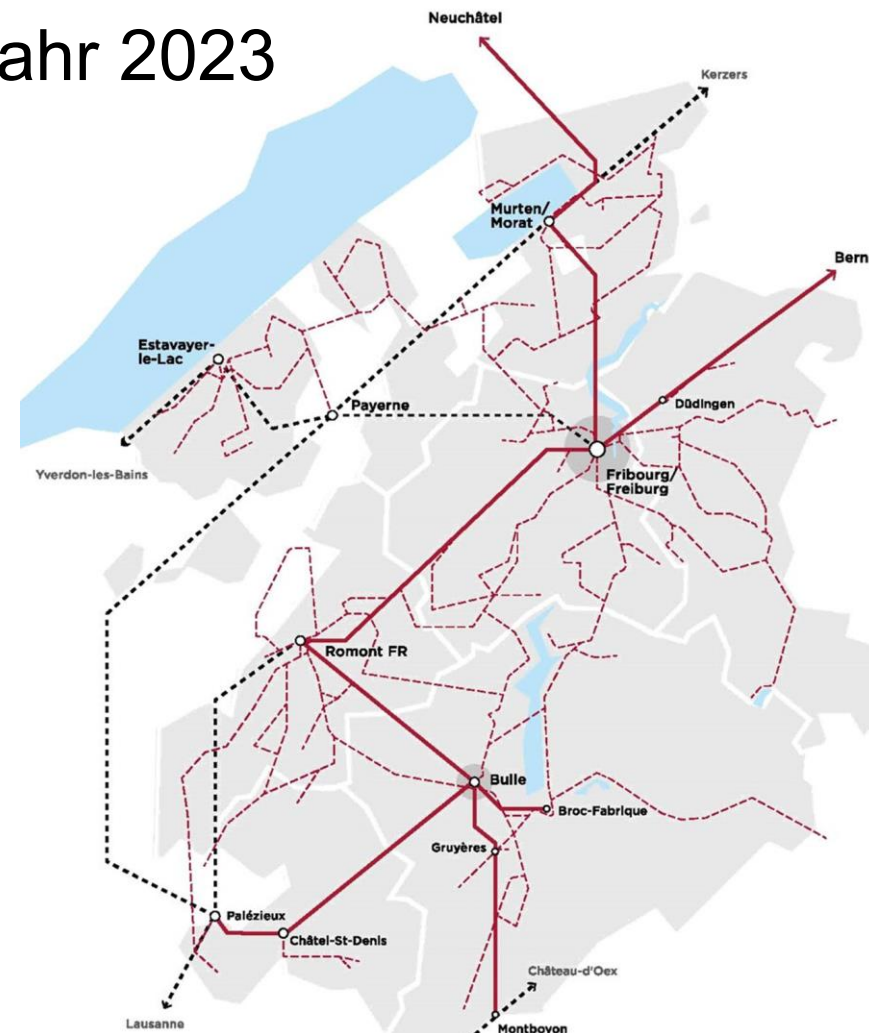
Forum Nachhaltige Energie – VöV  
Laura Amaudruz und Thomas Hans  
20. November 2024

# Inhalt

- Wesentliche Informationen über die TPF
- Analyse und Simulationen
- Warum H2 ?
- Unser Pilotprojekt
  - Fahrzeuge
  - Infrastrukturen
  - Ziele und Berichterstattungen
  - Herausforderungen

# Wesentliche Informationen über die TPF

- 37'512'777 Fahrgäste auf 16'817'011 km im Jahr 2023
- 3 Busnetze
  - Agglo von Freiburg : 13 Linien
  - Agglo von Bulle : 3 Linien
  - Regionales Netz : 57 Linien
  - Nachtnetz : 17 Linien
- 11 regionale Depots





# Wesentliche Informationen über die TPF

- Flotte
- Grösse der Busse
  - 9 Meter
  - 10.5 Meter
  - 12 Meter
  - 18 Meter
- Technologien
  - Diesel
  - Elektrisch
  - Trolleybus



32 Zugkompositionen  
22 NS und 12 SS



167 Regionalbusse



65 Stadtbusse  
(24 Trolleybusse)



5 Batteriebusse



89 Schulbusse



1 Funiculaire

# Analyse und Simulationen

- Jedes Netzwerk/jeder Betreiber hat seine eigenen Einschränkungen.
- Beispiele für zu berücksichtigende Aspekte
  - Grösse der Flotte und des Netzes
  - Homogenität der Flotte zur Optimierung der Wartung und des Betriebs
  - Technische Einschränkungen der Hersteller
  - Topografien der Strecken
  - Produktion des Angebots
  - Position der Depots
  - Budget-Einschränkungen

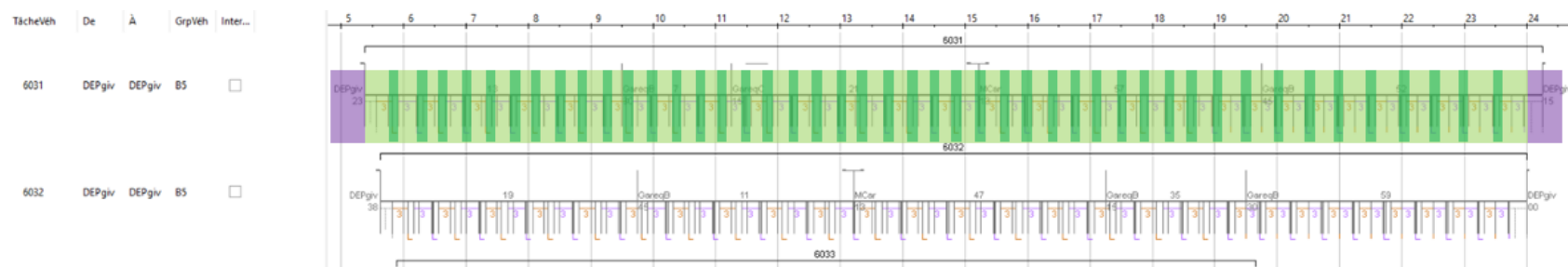




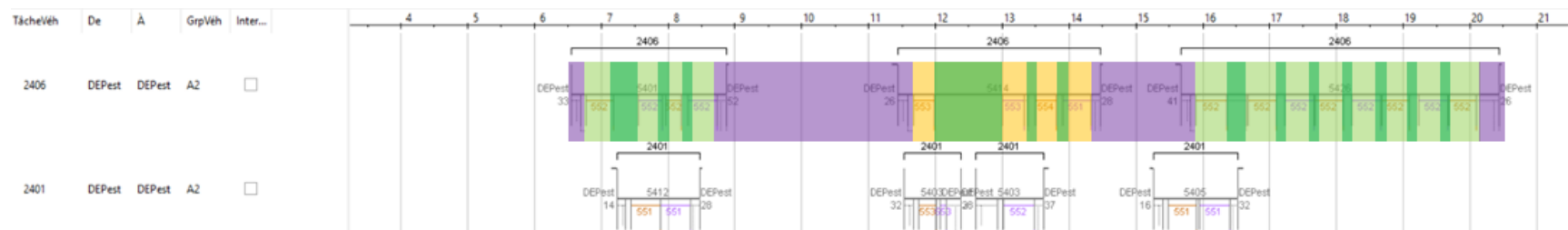
# Analyse und Simulationen

- Aktuelle Produktion des Angebots

- Städtisches Netz



- Regionales Netz



### Ein-/Ausfahrt und Wartezeit im Depot

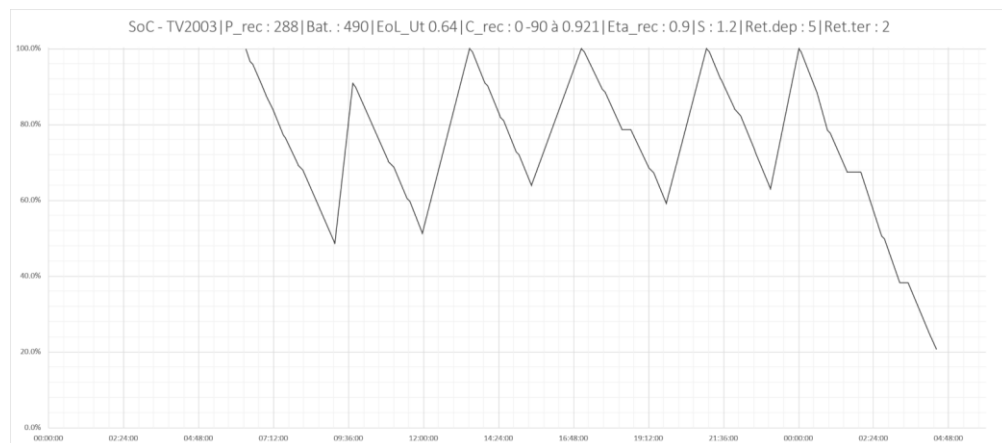
## Hin- und Rückfahrten auf den Linien

## Taktzeiten an den Endstationen

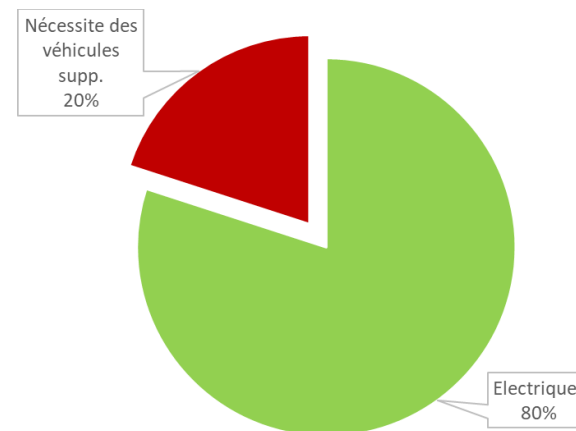
## Hin- und Rückfahrten auf den Zwischenlinien

# Analyse und Simulationen

- Grundlegende Annahmen
  - Aktueller Wissensstand: Technologie und Kosten
  - Produktion der aktuellen Angebote
  - Worst case : tiefe Temperaturen, Verspätungen, Batteriekapazität am Ende der Lebensdauer, etc...



Batteriestatus über einen Tag



Machbarkeit der aktuellen Aufgaben mit Elektrofahrzeugen (ohne TBB)

# Warum H2 ?

- Energieeffizienz elektrisch vs. H2 für ein Fahrzeug, das jährlich 60'000 km zurücklegt.

140 MWh  
45  VS 350 MWh  
112   
**ABER**

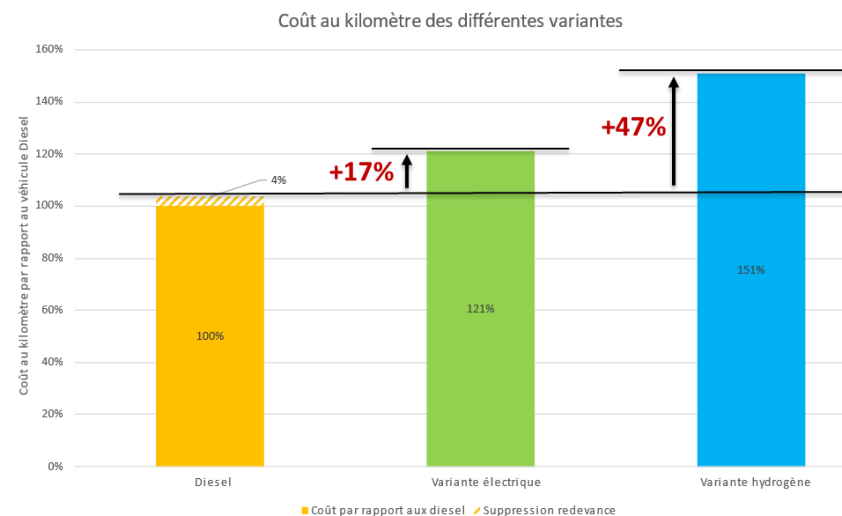


- Kompromisse mit H2-Hybridbussen
- Längerfristige Speicherung von überschüssiger Photovoltaikenergie
- Finanzieller Anreiz in bestimmten Nutzungsfällen
- Lokale Produzenten im Kanton Freiburg

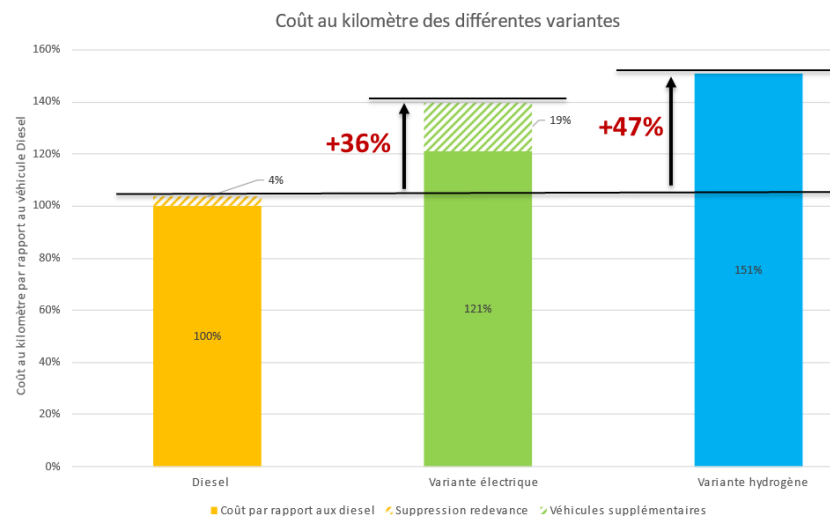
→ Start eines H2-Pilotprojekts, um unsere eigenen Erfahrungen zu sammeln

# Warum H2 ?

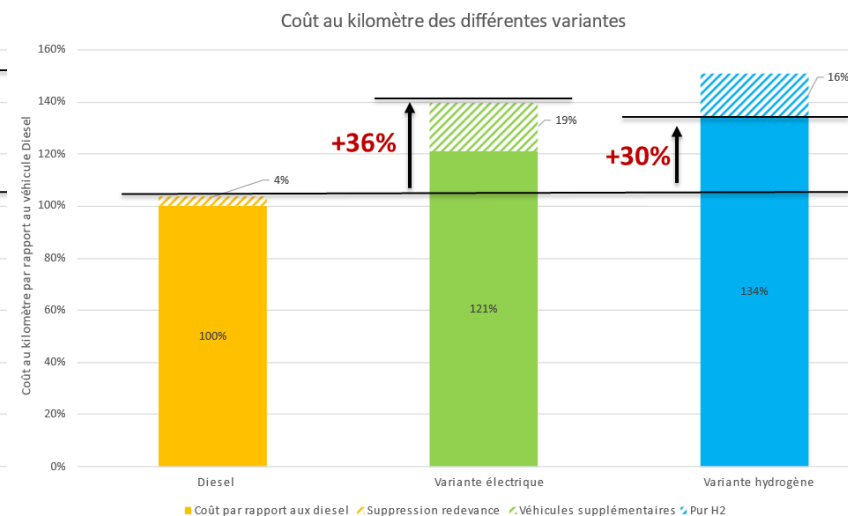
- H2-Busse vermeiden in bestimmten Fällen den Einsatz zusätzlicher Elektrobusse
  - Beispiel : Netz von 20 Bussen, die auf 4 städtischen Linien verkehren



Betrieb von 20 Bussen



Unzureichende Taktzeiten = 1  
zusätzlicher Elektrobus pro Linie.



H2-Hybridbusse

# Unser Pilotprojekt

- Fahrzeuge
  - 2x Mercedes-Benz eCitaro Fuel Cell Hybride (Range EXtender)

4 Batterien für eine elektrische Reichweite von 75 km bis 175 km

6 H<sub>2</sub>-Tanks für eine Gesamtreichweite von 350 km bis 600 km



Projet soutenu par



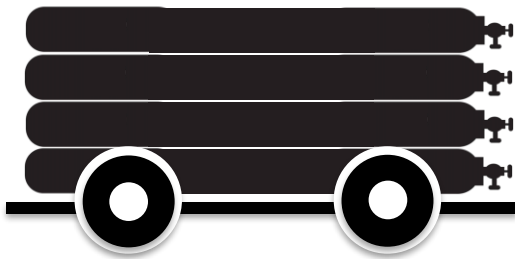
Stiftung Klimaschutz  
und CO<sub>2</sub>-Kompensation  
KliK



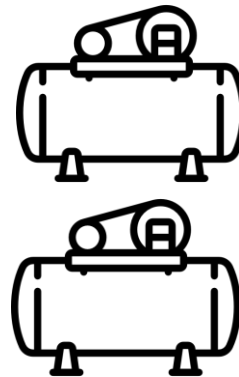
# Unser Pilotprojekt

- Infrastruktur
  - Befüllstation «slow filling»
  - Busparkplätze zur derzeitigen Tankstelle
  - Anpassung der Werkstatt für die Wartung und Reparatur

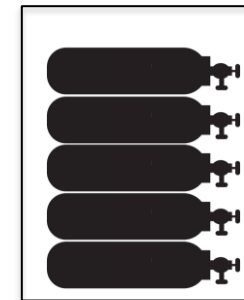
Trailer (Niederdruckspeicher)



Kompressoren



Hochdruckspeicher



Verteilung



# Unser Pilotprojekt

- Ziele
  - Erste Erfahrungen mit einer möglichen Technologie von morgen sammeln
  - Kennenlernen der Betriebskosten
  - Die Stärken und Schwächen dieser Technologie definieren
  - Beurteilen, ob es sinnvoll ist, vor Ort Wasserstoff zu produzieren
  - Austausch von Erfahrungen
- Berichterstattung
  - Fahrzeuge (Reichweite, Verbrauch, Zuverlässigkeit, etc...)
  - Infrastruktur (Zuverlässigkeit der Station und der Ladegeräte, abgegebene H<sub>2</sub>-Menge, Anzahl der Betankungen, aufgetretene Probleme, etc...)
  - Durchgeführte Fahrten
  - Kosten
  - Zufriedenheit des Personals und der Fahrgäste



# Unser Pilotprojekt

- Herausforderungen

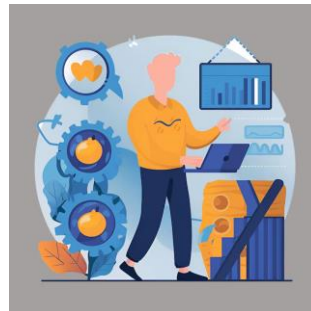
**Finanzierung und  
Kosten**



**Baugenehmigung**



**Technische  
Herausforderungen**



**Mangel an  
Gesetzen/Verordnungen**



**Veränderungen für die  
Mitarbeiter**







# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit







**Pause bis 11.15 Uhr**

# **Best Practices aus der Welt des öffentlichen Verkehrs (2/2)**

**Alain Cuche**

**Fachspezialist Investitionsplanung  
und Stellvertreter der Bereichsleiterin  
Investitionsplanung Stab West,  
Bundesamt für Strassen ASTRA**



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 routes OFROU

# Solarenergieproduktion auf Infrastrukturen von Nationalstrassen



20.11.2024  
Alain Cuche





# Inhalt

- 1. Neue Herausforderungen des ASTRA: vom Klimapaket zur Vorbildfunktion, zur netto-null Emissionen CO<sub>2</sub> bis 2040 und Energiestrategie 2050**
2. Potential Produktion auf Nationalstrassen
3. PV-Anlage des ASTRA
4. Projektaufruf PV-Anlage Dritten
5. Fazit und Fragen



# 1. Klimapaket Bundesverwaltung 2020-2030

**Juli 2019:** Verabschiedung des Energiepakets durch den Bundesrat

**Ziel 2030:** 50% Emissionsreduktion im Vergleich zu 2006



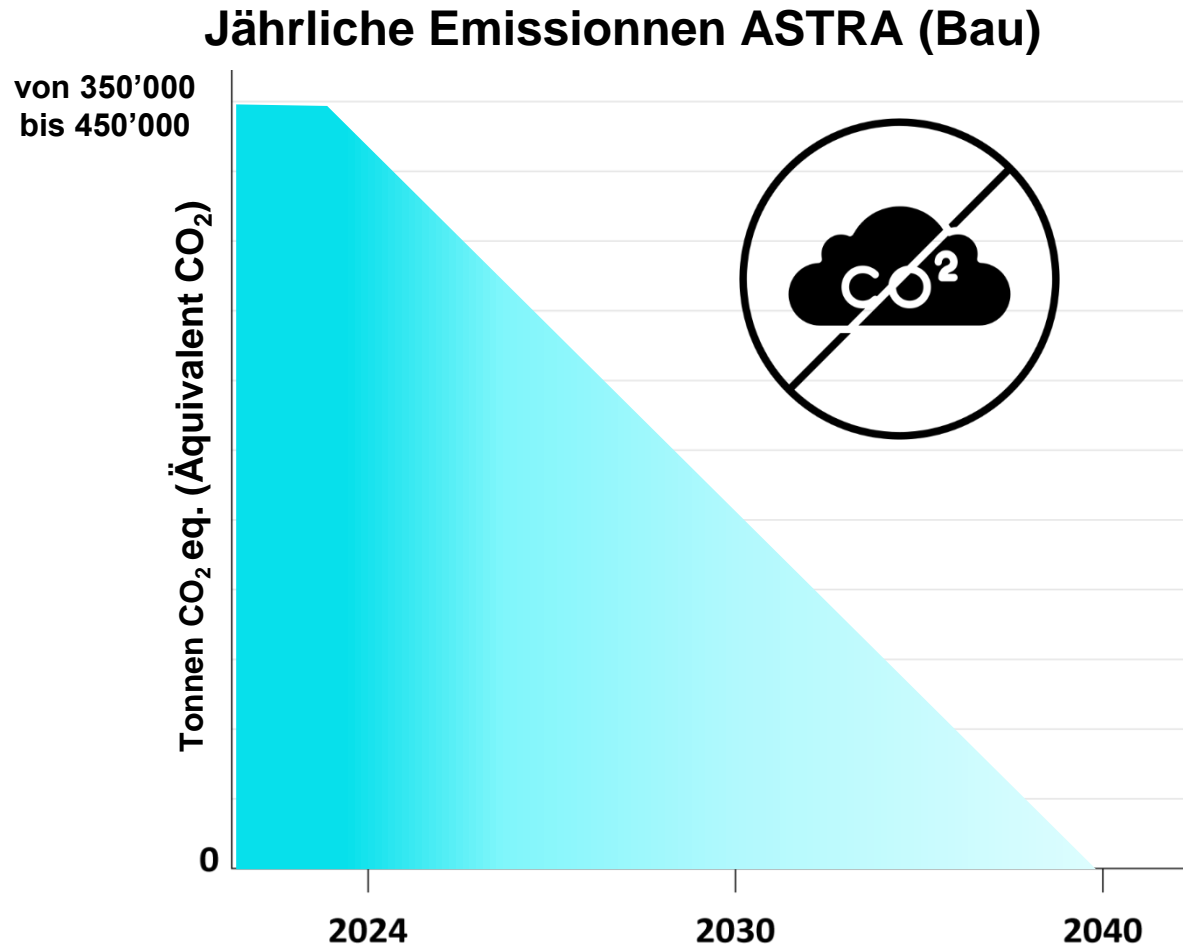
## **ASTRA-Massnahmen:**

- **Gebäudesanierung:** Isolierung von Gebäuden
- **Gebäudetechnik:** Austausch der Heizungen
- **Stromerzeugung:** Nutzung von Dächern und Strasseninfrastrukturen
- **Ladestationen:** Einrichtung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge
- **Förderung der Nutzung von Elektrofahrzeugen** für den betrieblichen Unterhalt



# 1. Abstimmung über das Klima- und Innovationsgesetz

## Der Bund als Vorbild



**Nettoreduktion  
der Treibhausgasemissionen  
auf null bis 2050**

**Netto-Null ASTRA: 2040**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

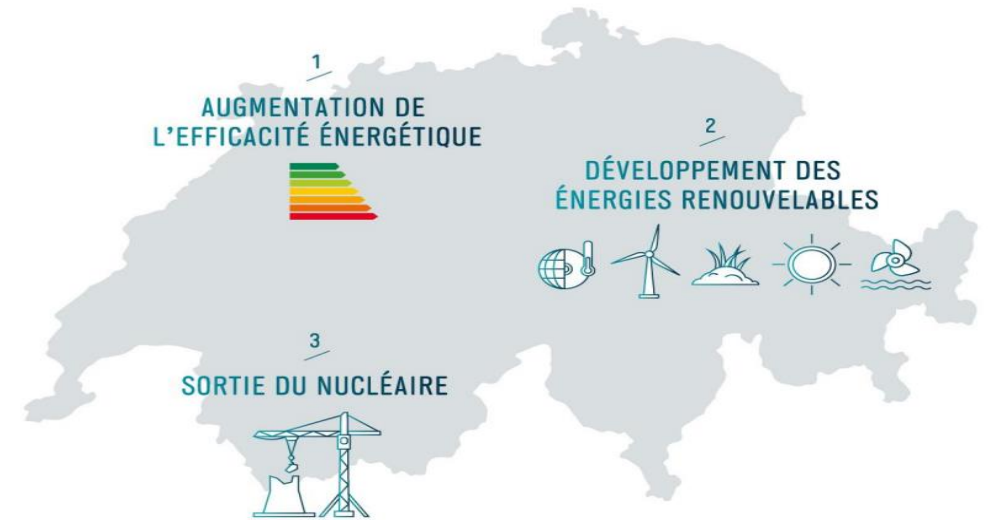
Vorbildfunktion  
Art. 10 Klimagesetz



# 1. Energiestrategie 2050

Energiestrategie des Bundes:

1. Energie- und Klimaeffizienz  
(Gebäude, Verkehr usw.)
2. Entwicklung erneuerbarer Energien
3. Ausstieg aus der Kernenergie



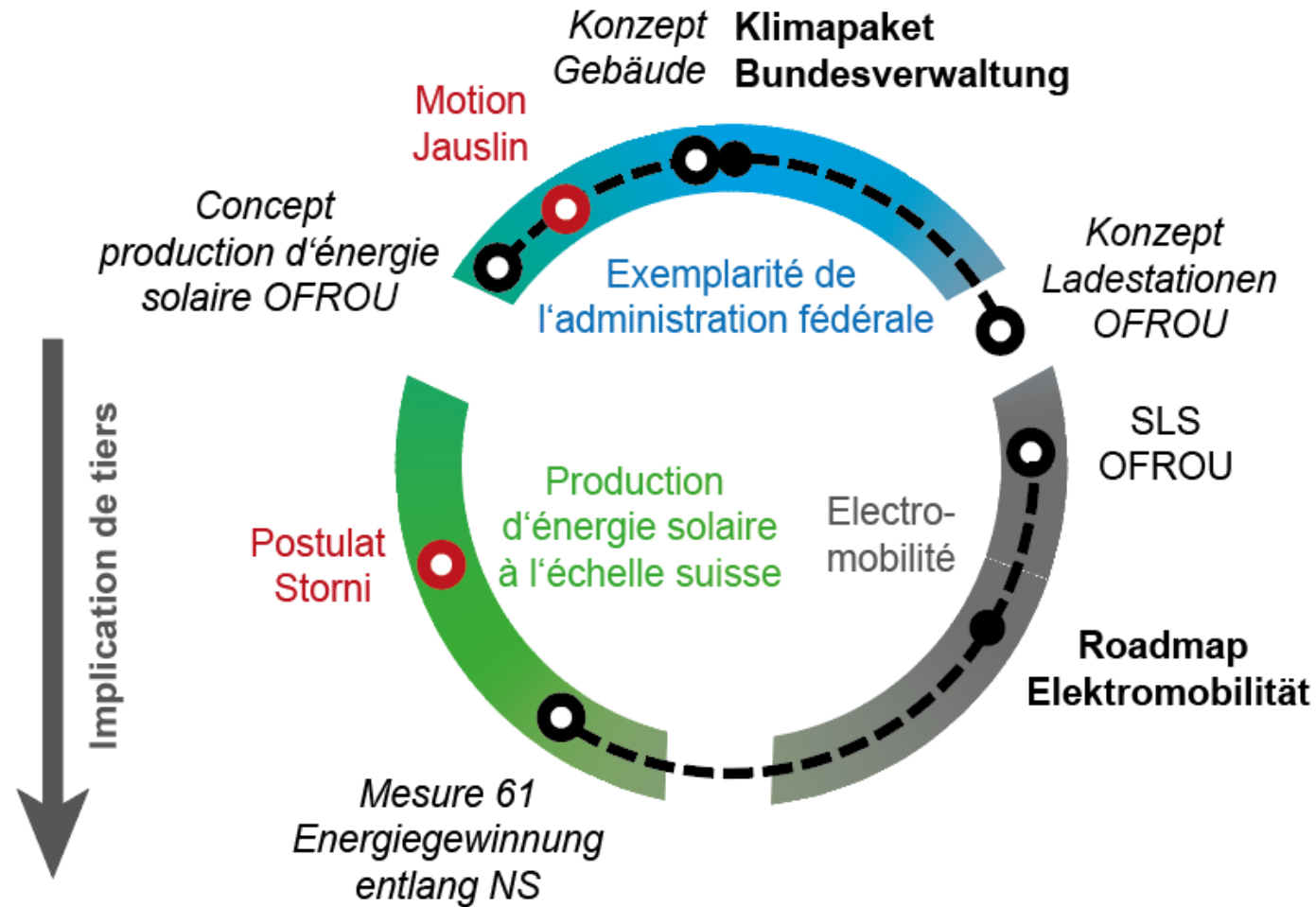
## ASTRA-Massnahmen Scope 3 Klima- und Innovationsgesetz:

- Reduzierung der CO<sub>2</sub> **baubedingten** Emissionen
- Elektrifizierung von Baustellen
- Einführung von **Nachhaltigkeitskriterien** bei der öffentlichen Beschaffung





# 1. ASTRA-Massnahmen – Energiestrategie 2050



1. Elektromobilität
2. Infrastrukturpotenzial für die Erzeugung von Solarenergie



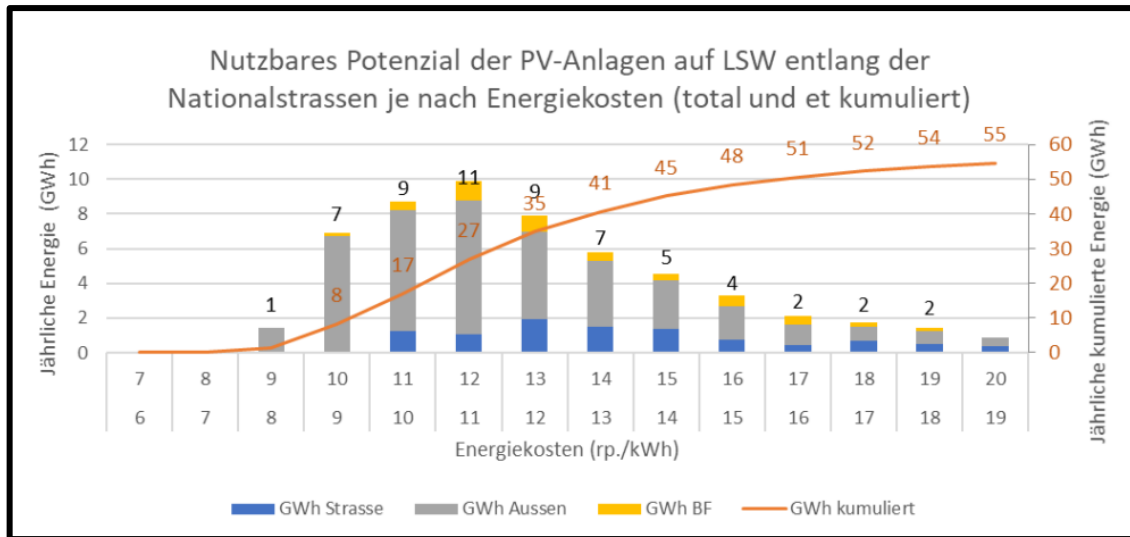
# Inhalt

1. Neue Herausforderungen des ASTRA: vom Klimapaket zur Vorbildfunktion, zur netto-null Emissionen CO<sub>2</sub> bis 2040 und Energiestrategie 2050
- 2. Potential Produktion auf Nationalstrassen**
3. PV-Anlage des ASTRA
4. Projektaufruf PV-Anlage Dritten
5. Fazit und Fragen

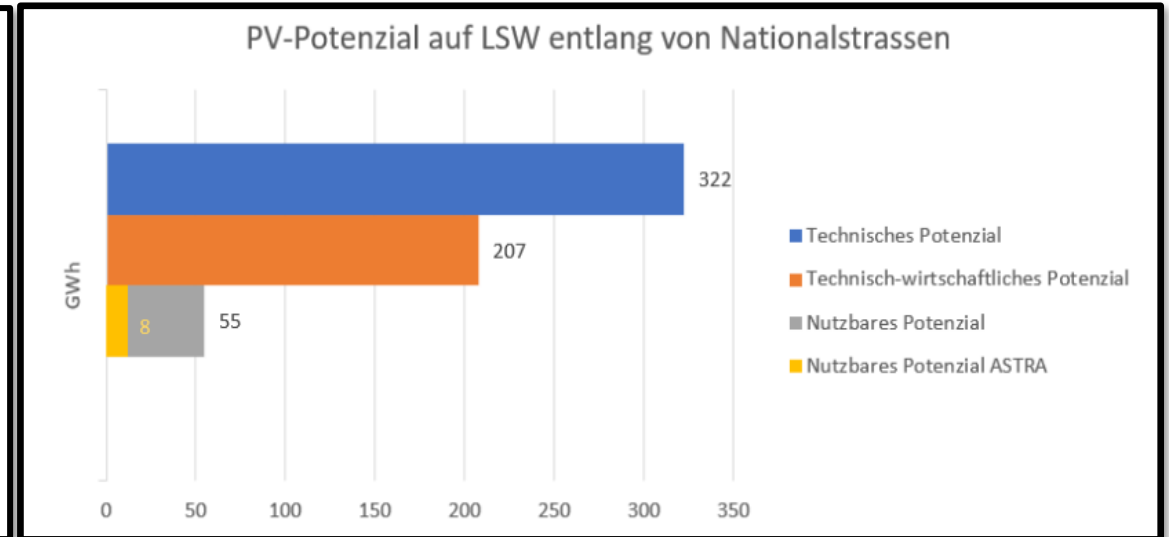


## 2. Juni 2020: Po. Storni: Potenzial von Lärmschutzwänden

Der Bundesrat wird beauftragt, eine Potenzialstudie entlang von Autobahnen und Eisenbahnstrecken zu erstellen



**55 GWh nutzbar auf Lärmschutzwänden**



**Nur ein kleiner Teil ist für die Nationalstrassen nutzbar**



## 2. Gewinnung von Solarenergie auf Nationalstrassen

### 2 Produktionstypen



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

1.

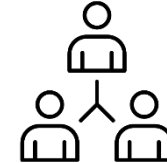
#### **Das ASTRA produziert Strom für den Eigenbedarf.**

In der Nähe von ASTRA-Verbraucherstandorten (Priorität bei Gebäude, Tunnelportale, Lärmschutzwände; weiter bei Stützmauern, evtl. Böschungen).

In ASTRA-Projekte eingebunden.

**ASTRA-Ziel: 47 GWh/a im Jahr 2035.**

2.



#### **Das ASTRA stellt die verbleibenden Flächen Dritten zur Verfügung.**

Nicht strategische Orte für den Eigenverbrauch (Lärmschutzwände, Rastplätze, isolierte Überdeckungen).

**Kostenlose Bereitstellung der verfügbaren Flächen der Nationalstrassen (Art. 29 Abs. 2a lit. b NSV).**

Diese Anlagen werden von Dritten geplant, gebaut und finanziert.

Baugenehmigung nach kantonalem Recht.





## 2. Produktionspotenzial auf Nationalstrassen

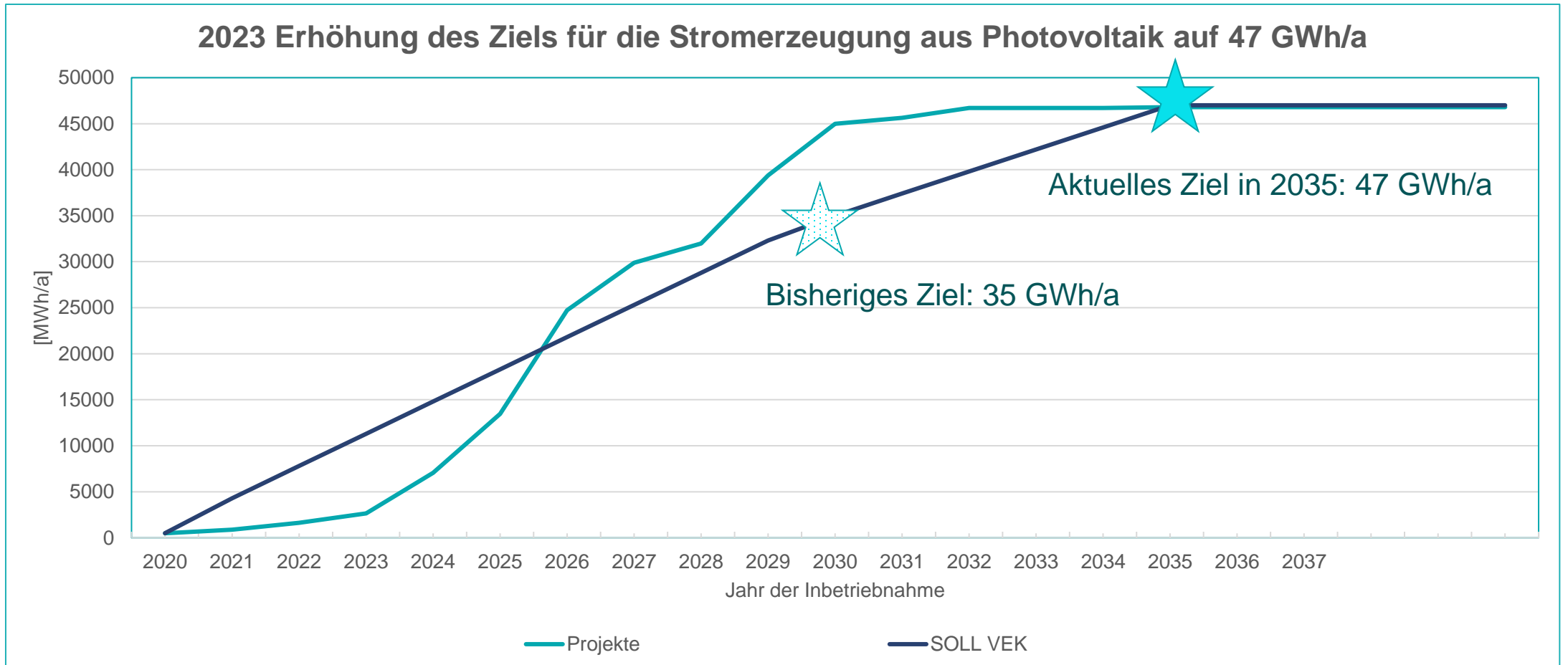
Art des Objekts	Verbrauch des ASTRA	Produktionspotenzial des ASTRA	Produktionspotential von Dritten
Werkhöfe	16 GWh/a	25 GWh/a	-
Parkplätze von Werkhöfe, einschliesslich LKW-Kontrollzentren		5 GWh/a	
Tunnelzentralen	Tunnel : 136 GWh/a  von Abschnitten unter freiem Himmel: 12 GWh/a	3 GWh/a	-
Autobahnüberdeckungen		9 GWh/a	
Lärmschutzwände		5 GWh/a	50 GWh/a
Rastplätze		-	27 GWh/a
Böschungen		<b>Pilotprojekte</b> <i>Nicht bewertetes Potenzial</i>	
Stützmauern			
Kunstbauten			
Gesamt	164 GWh/a	47 GWh/a	77 GWh/a



## 2. Ziel des ASTRA



**Ziel: Produktion von 47 GWh/a bis 2035**





## 2. Statistiken 2023: Energie ASTRA

- **Gesamtstromverbrauch ASTRA:** ca. 147 GWh/a
- **Ziel:** 47 GWh im Jahr 2035 aus Photovoltaik-Anlagen
- **Wachstum der photovoltaischen Energieproduktion:** 2020: 0,3 GWh/a; 2022: 1,3 GWh/a; 2023: 2,6 GWh/a; 2024 5.6 GWh/a
- **Einkauf von Strom (Bund) :** ausschliesslich aus Wasserkraft
- **Derzeit:** 26 ASTRA-Photovoltaikanlagen und ungefähr zehn von Dritten

ASTRA	Stromvolumen / Jahr
Strombedarf im Jahr 2023	147 GWh
Eigene Photovoltaik-Produktion im Jahr 2023	2,6 GWh (26 Einrichtungen)
Eigene Photovoltaik-Produktion bis 2030	35 GWh (90 Anlagen)
Eigene Photovoltaik-Produktion bis 2035	47 GWh (116 Anlagen)
Photovoltaikproduktion von Dritten im Jahr 2023	3 GWh (13 Anlagen)



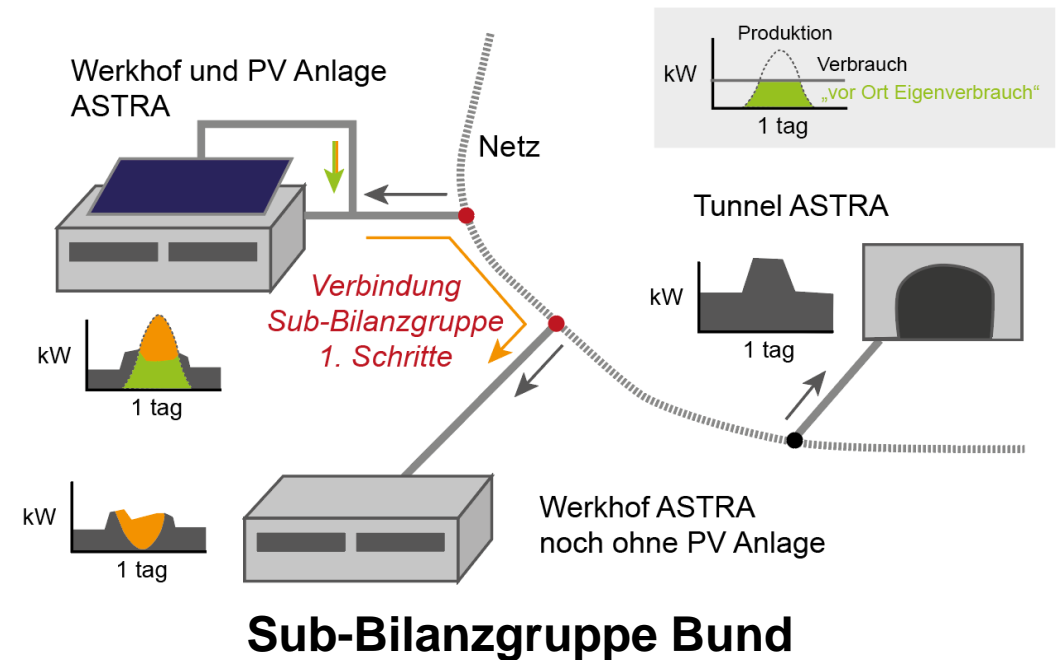
## 2. Auf dem Weg zu einer autonomen Produktion

### Änderung der Praxis des ASTRA

- Das ASTRA muss seine Anlagen in erster Linie selbst bauen und betreiben.
- Die Anlagen zielen auf der Abdeckung des Eigenbedarfs ab.
- Überschüssiger Strom wird in die Subbilanz des Bundes eingespeist.



Karlihof Tunnel, 130 kW, 2022





# Inhalt

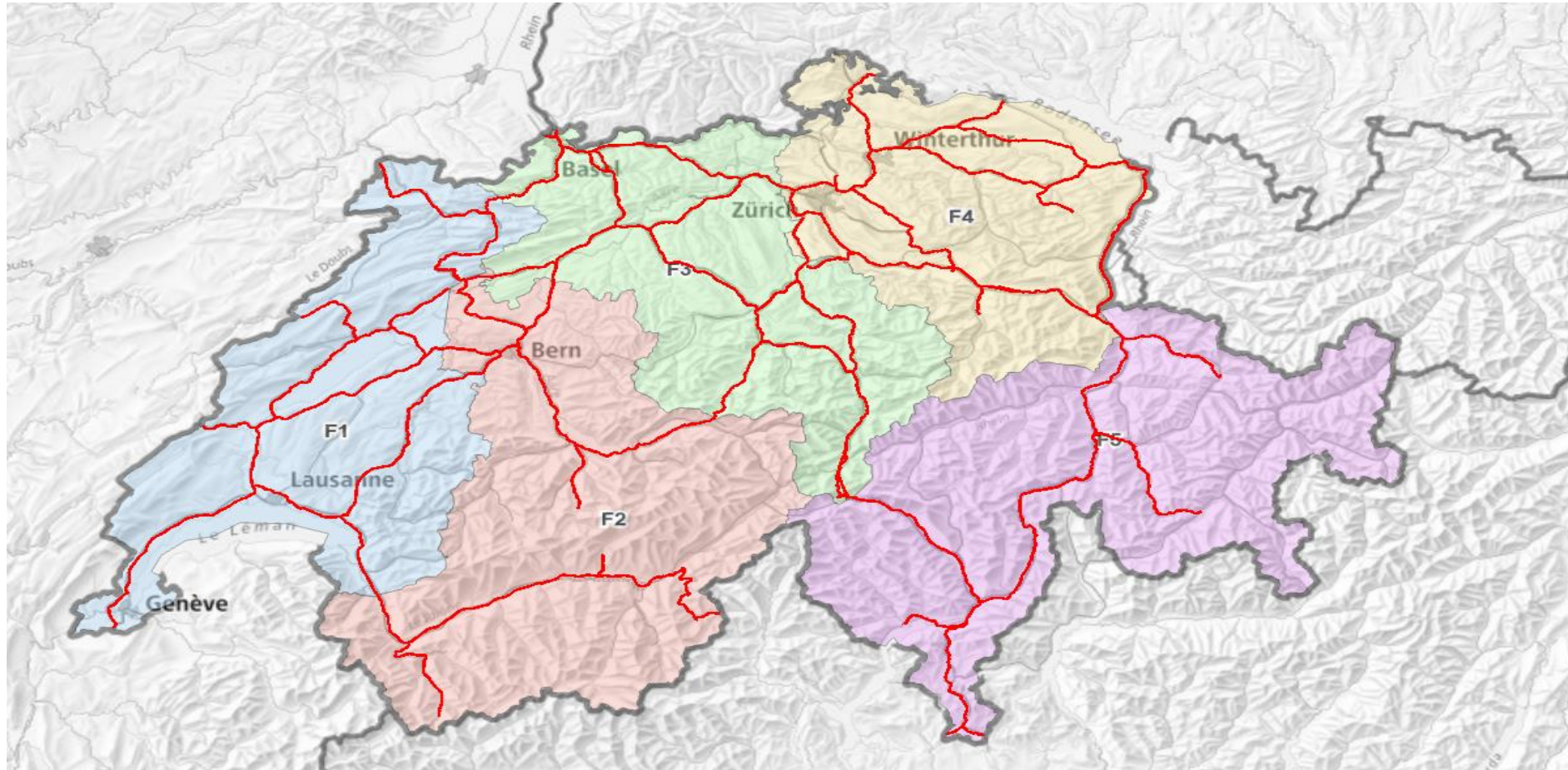
1. Neue Herausforderungen des ASTRA: vom Klimapaket zur Vorbildfunktion, zur netto-null Emissionen CO<sub>2</sub> bis 2040 und Energiestrategie 2050
2. Potential Produktion auf Nationalstrassen
- 3. PV-Anlage des ASTRA**
4. Projektaufruf PV-Anlage Dritten
5. Fazit und Fragen





### 3. Photovoltaikanlagen Filiale Thun

Potenzial der Filiale Thun (F2): 6 GWh





### 3. Allmend Tunnel Thun



#### Kennwerte

Genutzte Fläche

Installierte Leistung

Erwartete jährliche Produktion

#### Kennzahlen

ca. 500 m<sup>2</sup>

ca. 50 kWp

ca. 48'000 kWh





### 3. Rüdtligen-Alchenflüh



#### Kennwerte

Genutzte Fläche

Installierte Leistung

Erwartete jährliche Produktion

#### Kennzahlen

ca. 3'500 m<sup>2</sup>

ca. 233 kWp

ca. 233'000 kWh



### 3. Gedeckter Einschnitt Turtmann



#### Kennwerte

Genutzte Fläche

Installierte Leistung

Erwartete jährliche Produktion

#### Kennzahlen

ca. 700 m<sup>2</sup>

ca. 120 kWp

ca. 120'000 kWh





### 3. Biel Ostast



#### Kennwerte

Genutzte Fläche

Installierte Leistung

Erwartete jährliche Produktion

#### Kennzahlen

ca. 1'600 m<sup>2</sup>

ca. 150 kWp

ca. 140'000 kWh





### 3. Überdeckung Sonnenhof Bern



#### Kennwerte

Genutzte Fläche

Installierte Leistung

Erwartete jährliche Produktion

#### Kennzahlen

ca. 2'400 m<sup>2</sup>

ca. 452 kWp

ca. 452'000 kWh



### 3. Photovoltaik und Biodiversität - vereinbar?

- Das ASTRA muss alle **geeigneten** Flächen nutzen.
- Vorrang auf Dächern, Stützmauern, Überdeckungen usw.
- Installation auf Flächen mit geringer Biodiversität.
- Die Installation von Photovoltaikanlagen **auf geeigneten Grünflächen** kann vernachlässigbare negative oder sogar positive Auswirkungen auf die Biodiversität haben.
- Nutzung von Grünflächen derzeit im Rahmen von Pilotprojekten beim ASTRA .







# Inhalt

1. Neue Herausforderungen des ASTRA: vom Klimapaket zur Vorbildfunktion, zur netto-null Emissionen CO<sub>2</sub> bis 2040 und Energiestrategie 2050
2. Potential Produktion auf Nationalstrassen
3. PV-Anlage des ASTRA
- 4. Projektaufruf PV-Anlage Dritten**
5. Fazit und Fragen

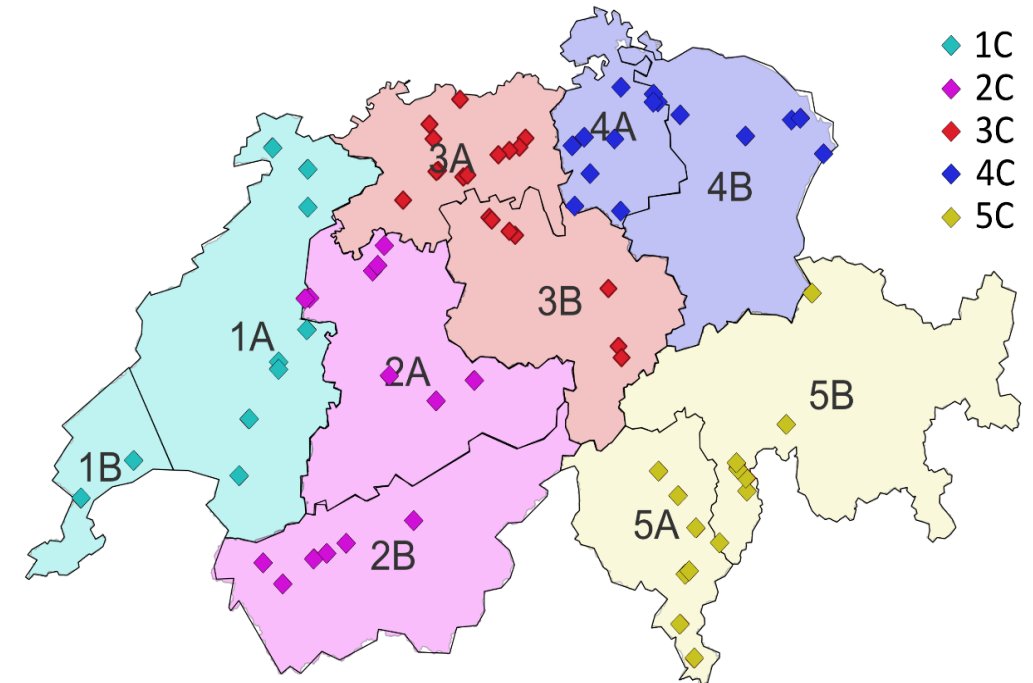


## 4. Aufruf zur Einreichung von Projekten 19.09.2022

- 2 Arten von Objekten:
  - **Lärmschutzwände**
  - **Rastplätze**
- Nach geografischen Zonen aufgeteilt: **15 Lose**
- Max. **3 Lose / Unternehmen**

**Ziel:** das Potenzial für Photovoltaik entlang der Nationalstrassen bestmöglich zu nutzen.

- 350 Lärmschutzwände und 100 Rastplätze in 15 Losen
- **14 der 15 Lose wurden vergeben**





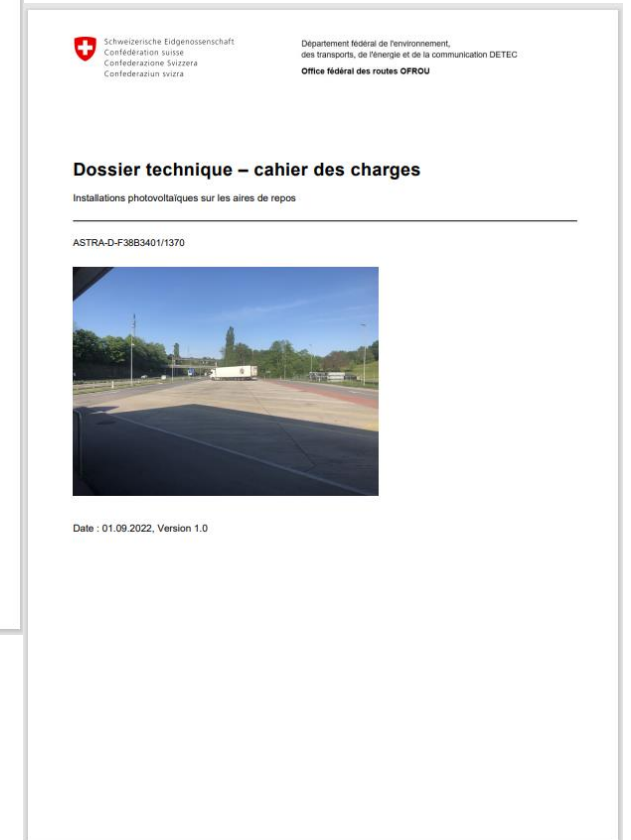
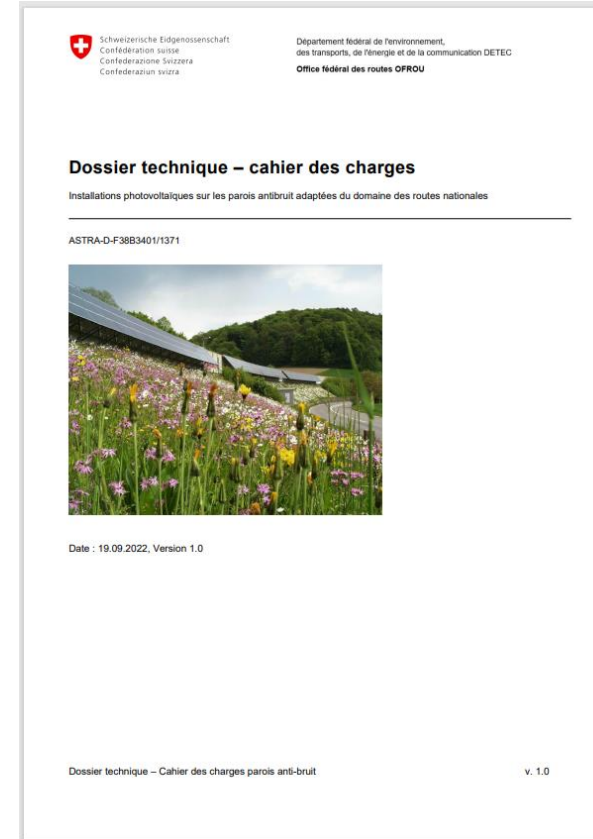


# 4. Aufruf zur Einreichung von Projekten 19.09.2022

In **Pflichtenheften** werden die Rahmenbedingungen für die Betreiber solcher Drittanbieteranlagen festgelegt.

**3-Jahresfrist** für die Planung und Beantragung einer Baugenehmigung (Reservationsvereinbarung).

**Dritte** sind für die Planung, die Finanzierung, den Bau, den Anschluss, den Betrieb und den Unterhalt von Photovoltaikanlagen verantwortlich.





## 4. Aktueller Stand

- Mehrere parallele Drittprojekte (Schnellladestationen, Autos und LKW), Ladehubs, etc.
- Planung von PV- und Pilotprojekten
- Koordination erforderlich
- Antizipation der Bedürfnisse der Nationalstrassen und der Betreiber
- Strategische Vision erforderlich
- Ein Projekt Dritter hat eine Baugenehmigung seitens der Gemeinde bekommen.

Ausschreibung und Vergabe von Rastplätzen für den Bau von Schnellladestationen



Bewerbungsverfahren für den Bau von Photovoltaikanlagen Dritter



ASTRA fördert Ausbau von Schnellladehubs entlang der Nationalstrassen



# Inhalt

1. Neue Herausforderungen des ASTRA: vom Klimapaket zur Vorbildfunktion, zur netto-null Emissionen CO<sub>2</sub> bis 2040 und Energiestrategie 2050
2. Potential Produktion auf Nationalstrassen
3. PV-Anlage des ASTRA
4. Projektaufruf PV-Anlage Dritten
- 5. Fazit und Fragen**





## 5. Fazit

- Die Nationalstrassen arbeiten an der Energiewende
- Sanierung der Werkhöfen (Öl- und Gasheizung wird ersetzt, Isolierung, PVA auf Dächern und an Fassaden)



- 2 Projekte von Dritten in Zürich wurden öffentlich aufgelegt. Ein davon hat die Baugenehmigung bekommen!
- Dekarbonisierung in verschiedenen Bereichen: z.B elektrifizierten LKW für Winterdienst



The background of the slide is an aerial photograph of a dense green forest. A light-colored, paved road winds through the trees in a large, sweeping S-curve. The sunlight filters through the canopy, creating a dappled effect on the road and the surrounding foliage.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

# Fragen?



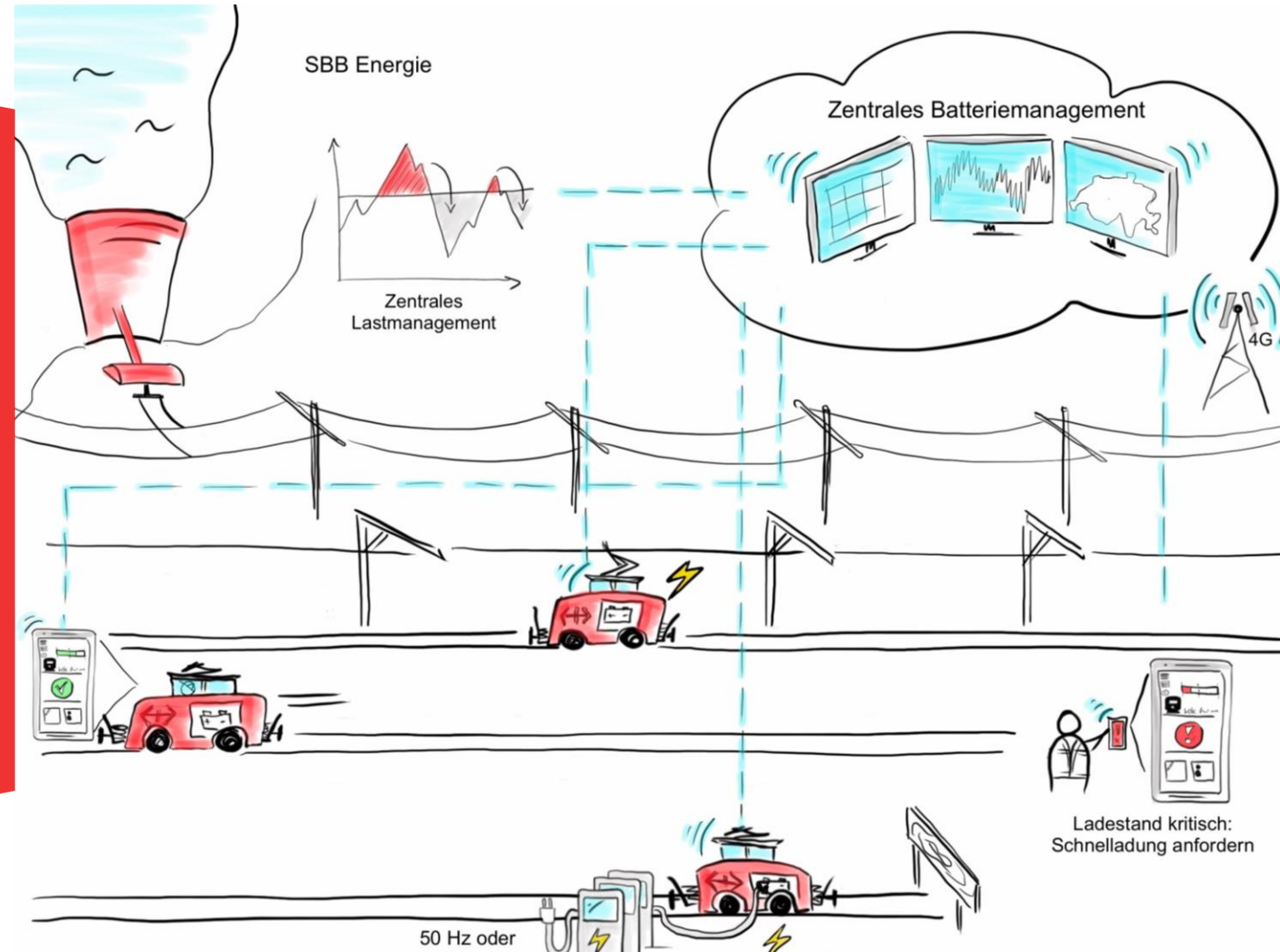


**Markus Halder**

**Programmleiter Lastmanagement,  
SBB**

# BIENE - Batterieschwarm auf Schienenfahrzeugen als Reservekraftwerk im Bahnstromnetz

VöV Forum Nachhaltige Energie, 20.11.2024  
Markus Halder, SBB Energie



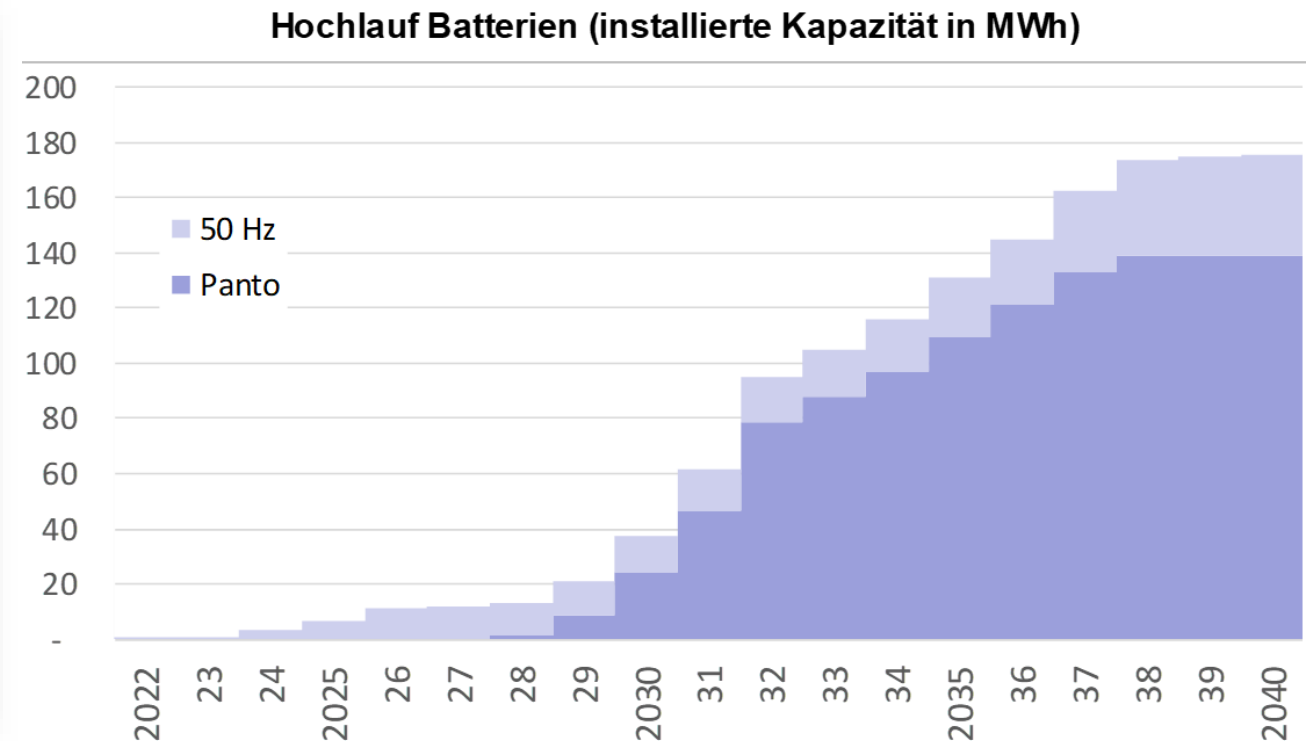


Einstiegsfrage: Wieviel Liter Diesel brauchen die dieselbetriebenen Schienenfahrzeuge der SBB pro Jahr?

- a) 1 Million Liter
- b) 7 Millionen Liter
- c) 11 Millionen Liter



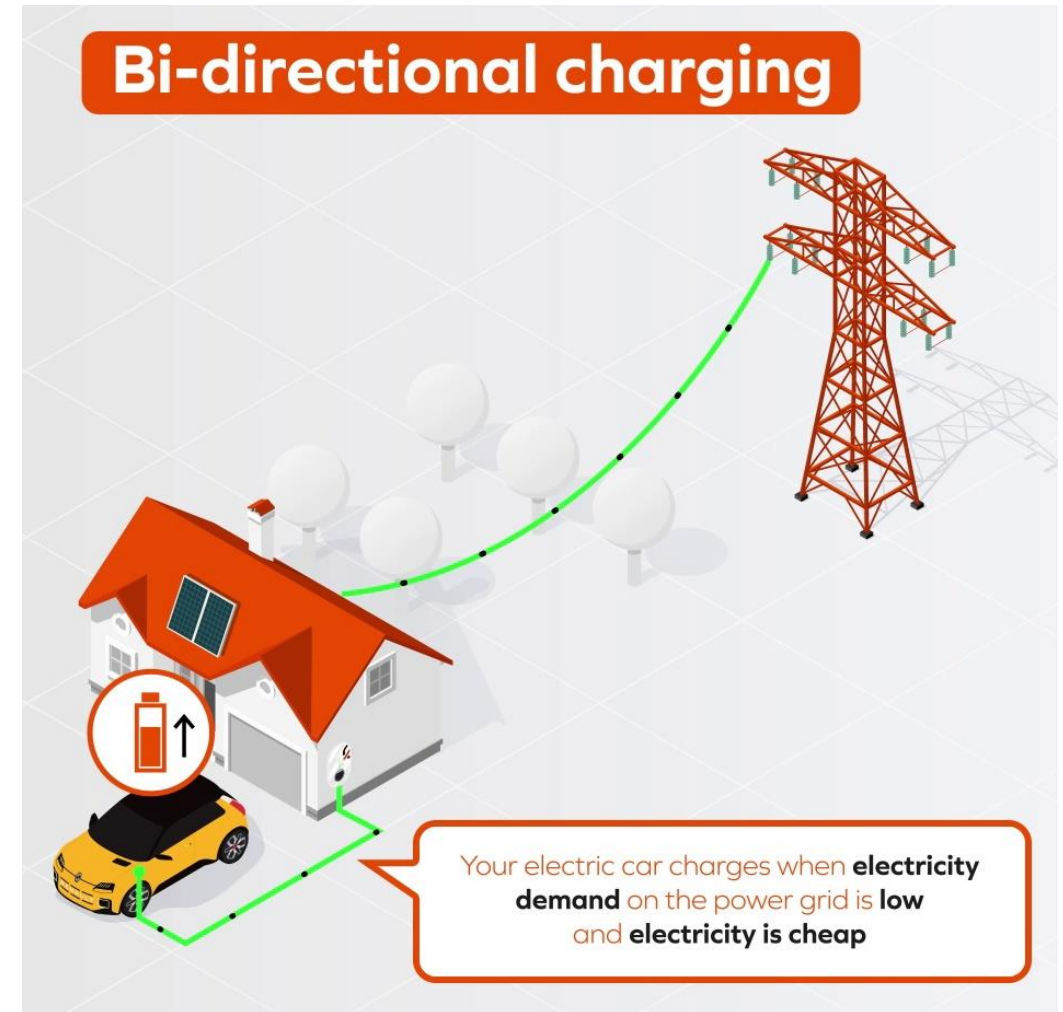
# Klimaziel: Netto Null ab 2040 bedeutet Elektrifizierung bei Neubeschaffung der Dieselflotte.



## Zukunftsthema: Flexibilität von Fahrzeugbatterien nutzen.



Source: Rémi Jeanney, Energy services, mobilize.com, V2G conference, Münster 10-11. April 2024

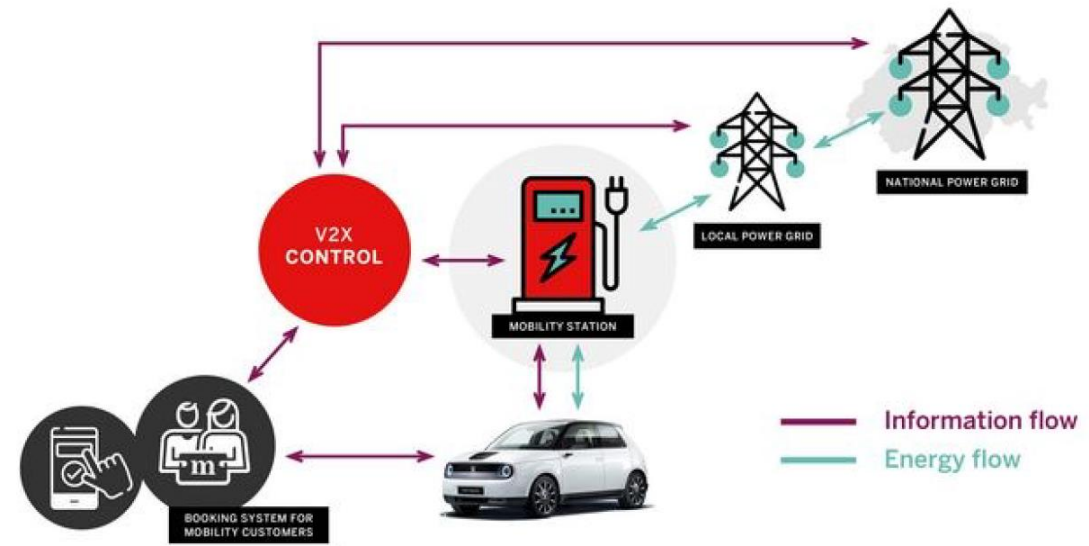


Source: Renault Mobilize ([Link](#))



# Zukunftsthema: Flexibilität von Fahrzeugbatterien nutzen.

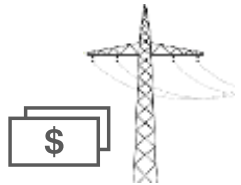
“V2X Suisse” pilot project to find out...



Source: Marco Piffaretti, sun2wheel, V2G conference, Münster 10-11.April 2024



# Flexibilität von Fahrzeugbatterien nutzen. Bessere Ausgangslage für Bahnen im Vergleich zur Strasse.



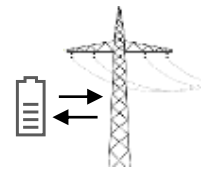
## Nutzenpotenzial:

Preisschwankungen durch erneuerbare Energien, Ausbaubedarf Netz



## Umsetzungspotenzial:

- Komplexität durch Anzahl Player
- Technische Voraussetzungen



Grosses Potenzial.

Sehr grosses Potenzial  
(Dynamik  
Bahnstromnetz)

Viele individuelle  
Player

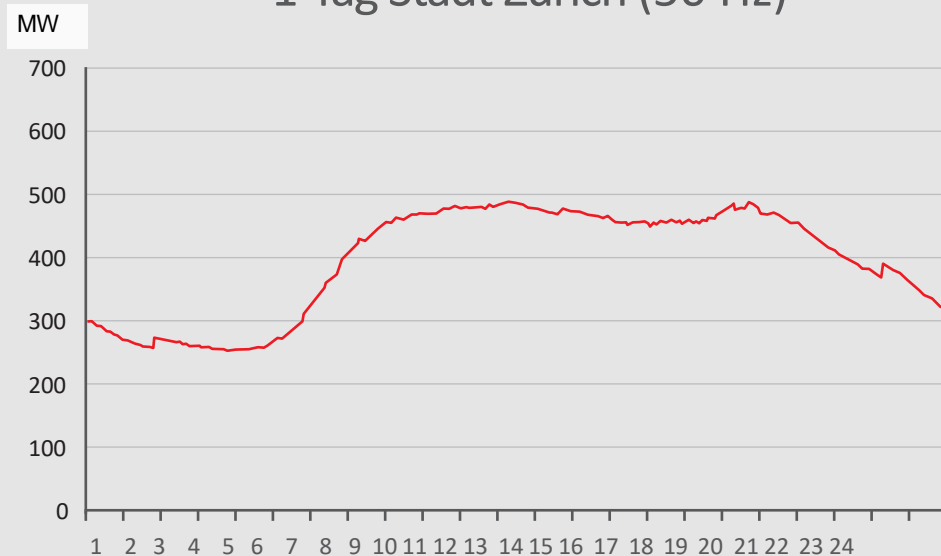
Wenige Player, meist  
im gleichen  
Unternehmen

Rückspeisefähige  
Ladestationen und  
Fahrzeuge.

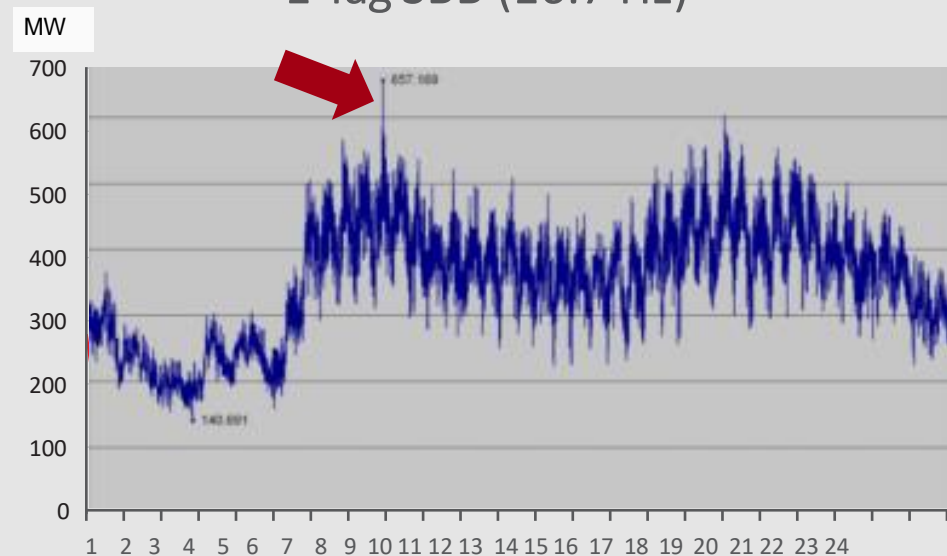
Bahnstromnetz und  
Fahrzeuge  
rückspeisefähig.

# Die Herausforderung im Bahnstromnetz. Dynamisches Lastprofil mit kurzzeitigen Lastspitzen.

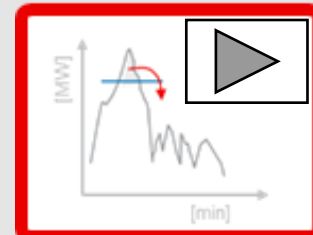
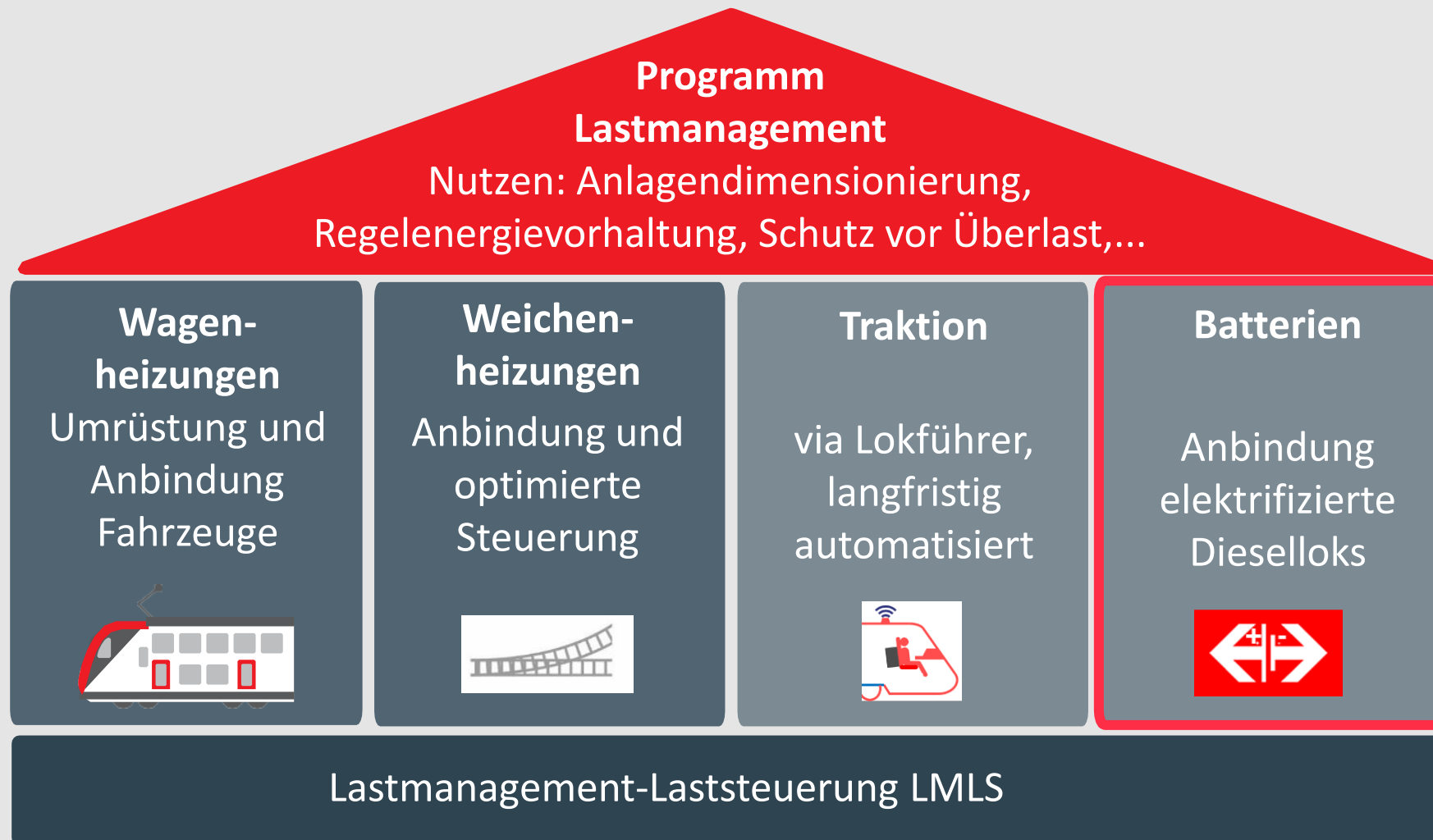
1 Tag Stadt Zürich (50 Hz)



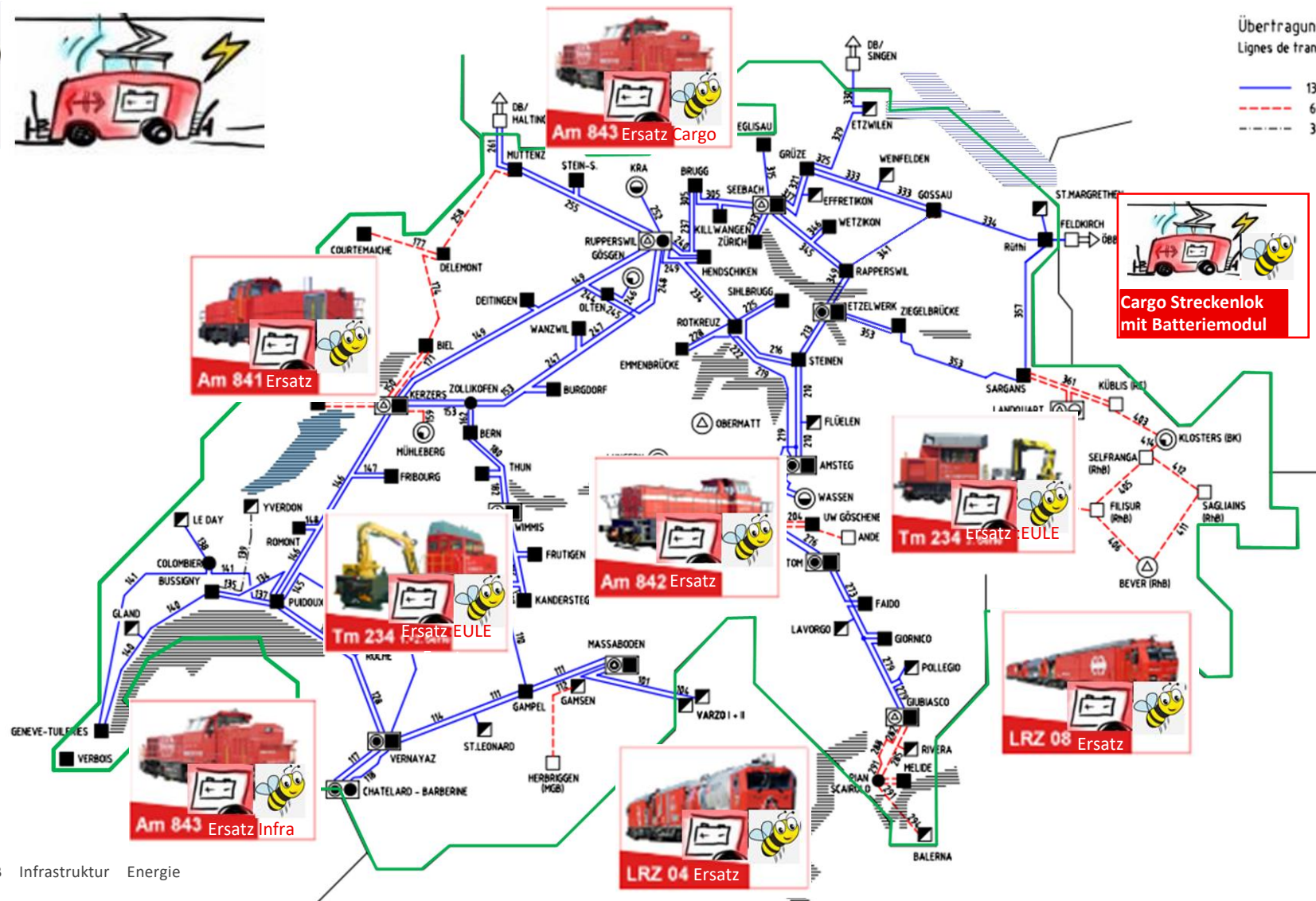
1 Tag SBB (16.7 Hz)



# Das Programm Lastmanagement der SBB.

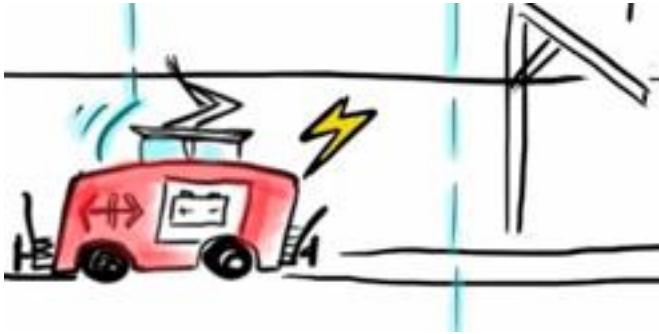


# BIENE – BatteriEschwarm im BahnstromNEtz





# BIENE Studie (= BatterIeschwarm im BahnstromNetz)



## Ladeinfrastruktur via Oberleitung vorhanden.

- Schnellladung mit hoher Leistung auch während Fahrt.
- Günstiger als 50 Hz Strom, sehr viel günstiger als Diesel.
- Zusatzlast unkritisch: max. 1 % der Maximallast.

## Batterieschwarm als Reservekraftwerk.

- > 60 MWh immer erreichbar.
- Teure Lastspitzen schneiden
- Reservequelle bei kritischer Bahnstromversorgung.
- > Potential SBB >1 Mio. CHF/a durch Reduktion Reserven.

## Batterieschonendes Laden durch zentrales Lademanagement.

- Erhöhte Batterielebensdauer
- Nutzer können Ladung remote planen, überwachen und beeinflussen.
- > Potential SBB >1 Mio. CHF/a durch reduzierte Batteriealterung.

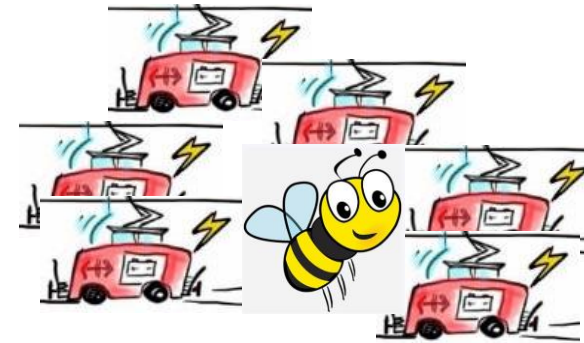
# Vergleich Kraftwerk zu „Reservekraftwerk BIENE“



60 MW

(neue 16.7Hz Turbine & Generator)

- Kontinuierlicher Einsatz zur Energieproduktion und Regelenergie.



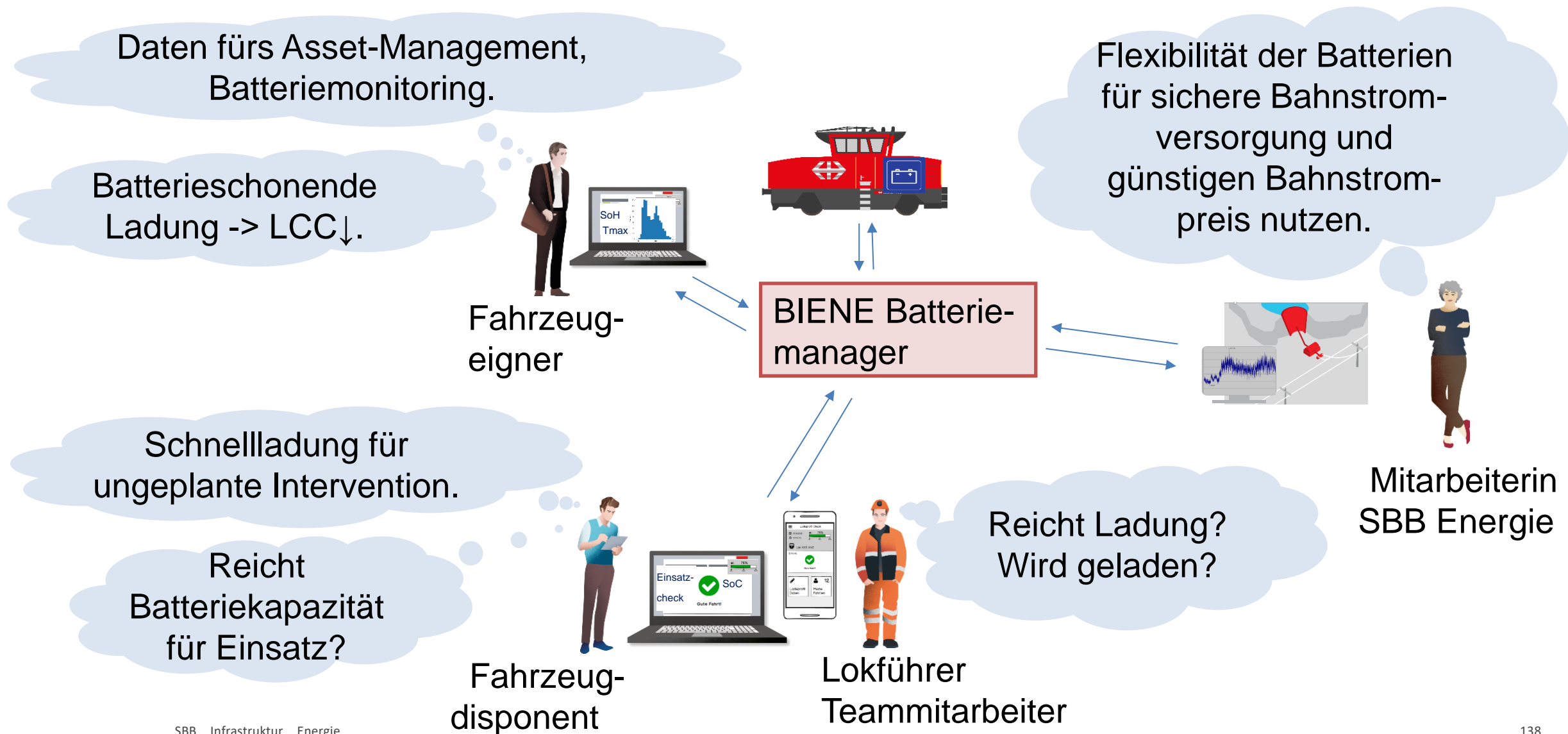
60 MW für 1h

120 MW für ½ h

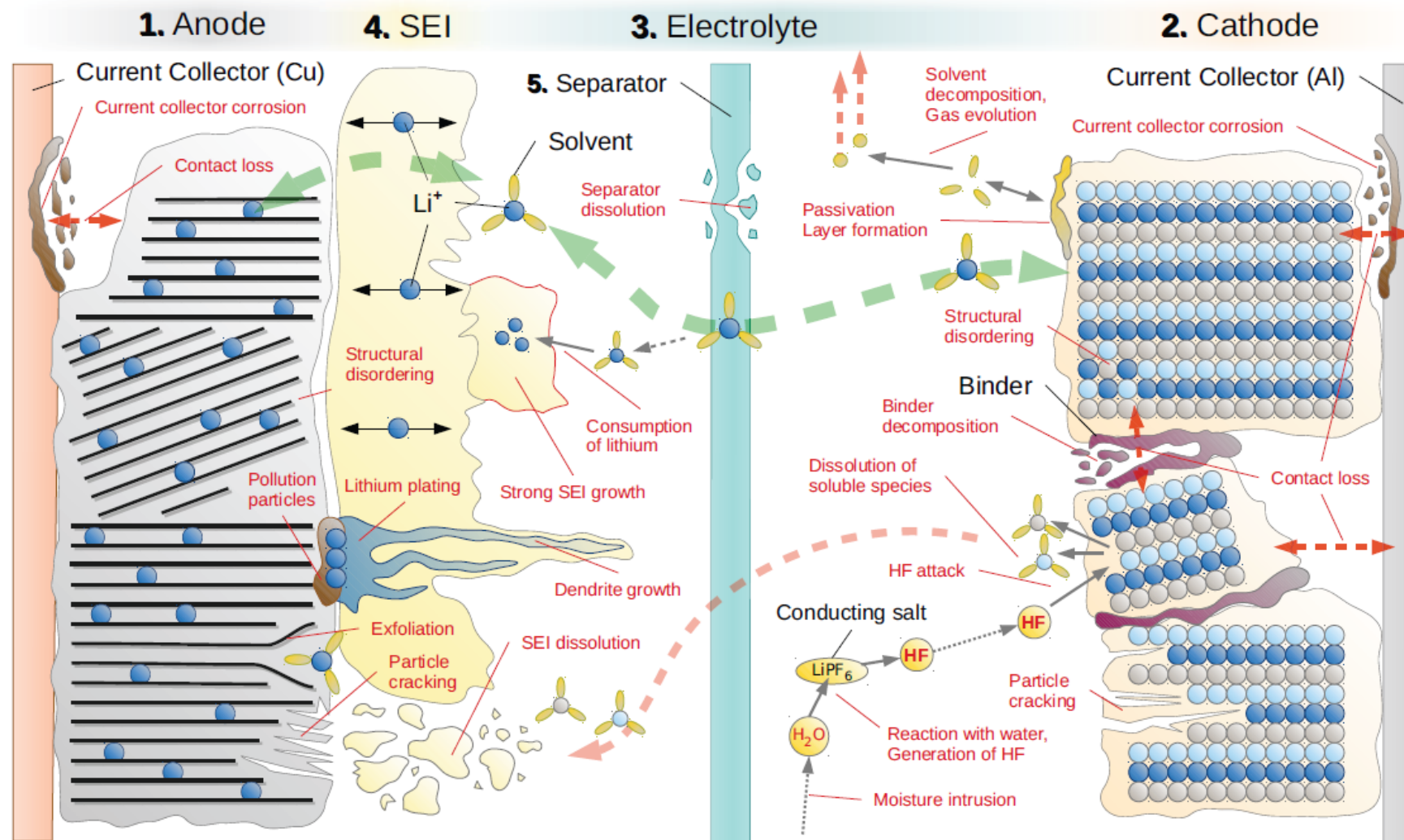
(bei erfolgter Elektrifizierung Dieselflotte)

- Einsatz als Reserve
  - Sehr selten: bei kritischer Überlast durch gravierenden Anlagenausfall.
  - Sehr kurz: zur Abdeckung extremster Lastspitzen von einigen Sekunden.
- -> Vernachlässigbarer Einfluss auf Batteriealterung und Betrieb.

# Nutzerbedürfnisse zentrales Lade-/Batteriemanagement.



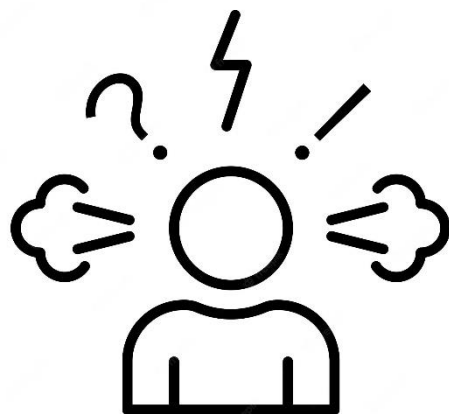
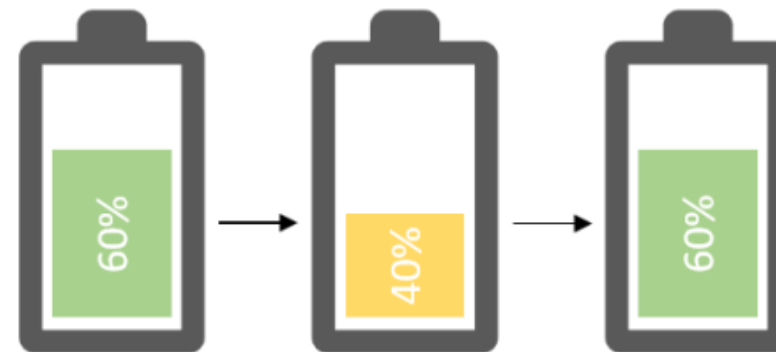
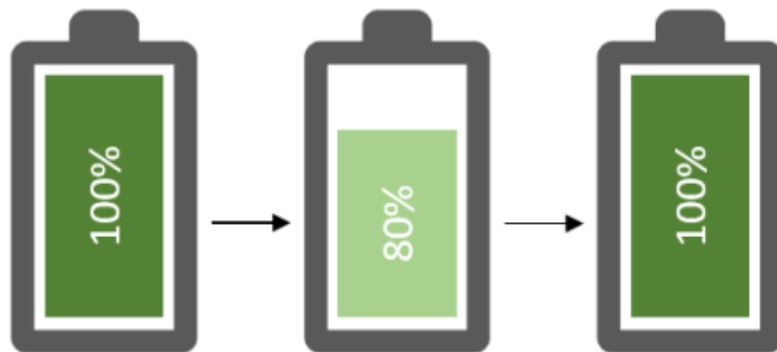
# Alterungsmechanismen einer Lithium-Ionen Batteriezelle.



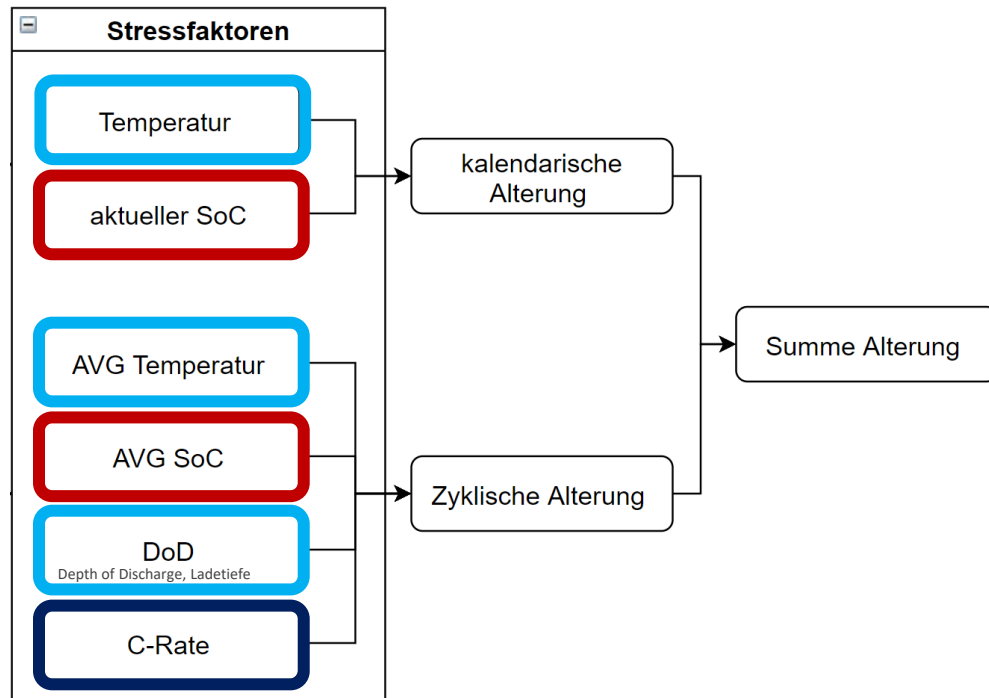
Quelle: BIENE-Abschlussbericht, 2022



Beispiel: Entladetiefe von 20 % der Kapazität stresst die Batterie mehr bei hohem Speicherfüllstand (SoC).



# Betriebliche Einflüsse auf Batteriealterung – Ansatzpunkte für zentrales Batteriemanagement.



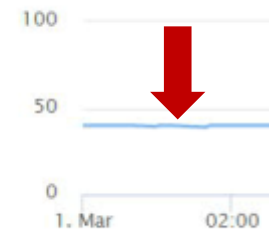
BIENE Batterie-  
management-Plattform

State of Charge (SoC)  
absenken

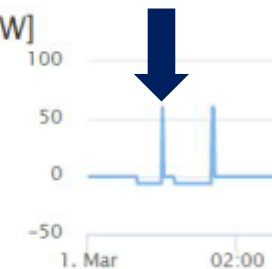
Ladeleistung (C-Rate)  
absenken

Temperaturen, etc....  
überwachen

SOC [%]



Batterieleistung [kW]



**BIENE-Studie: Potenzial > 1 Mio. CHF/a  
durch alterungsoptimiertes Laden.**

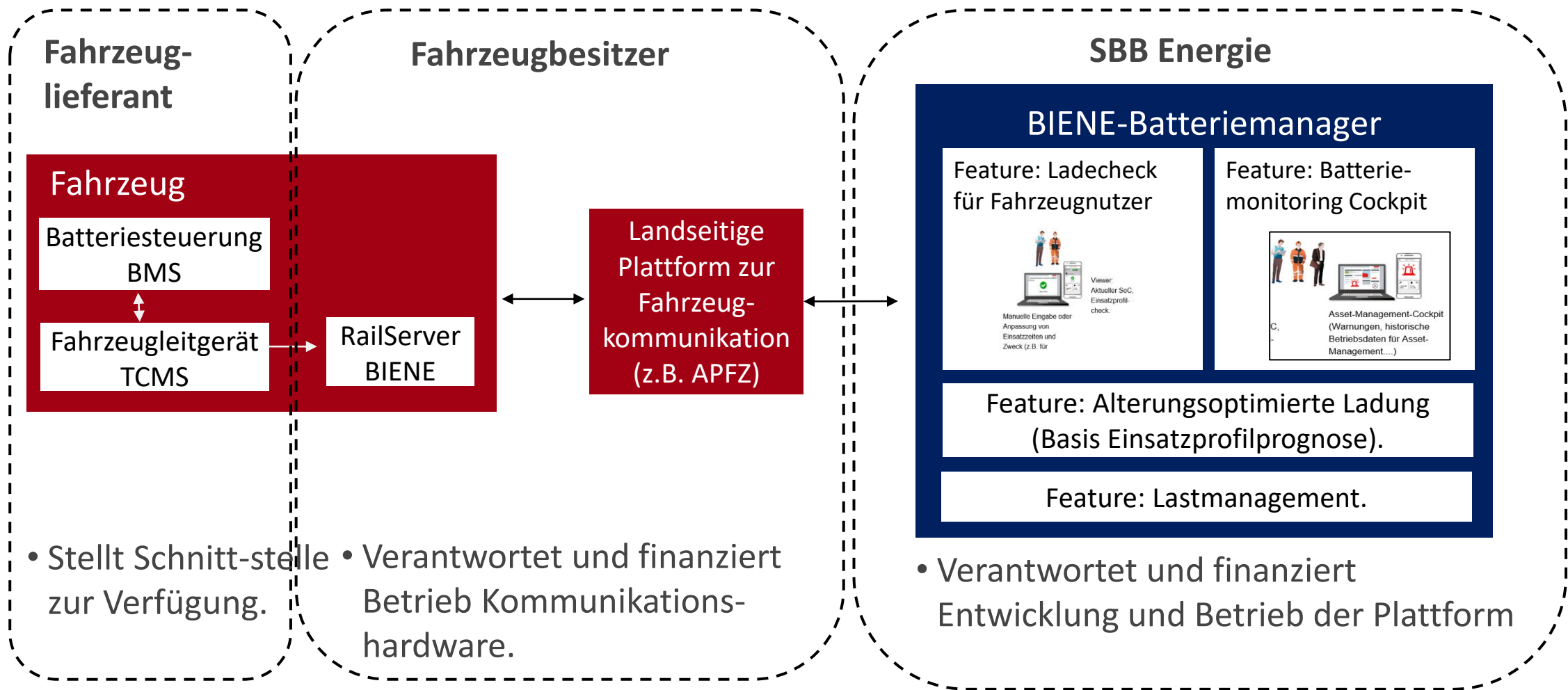
Quelle: BIENE-Abschlussbericht, 2022

# Pilotprojekt «BIENE Batteriemanager».

- Projektlaufzeit: 2023-2026, gefördert durch das Bundesamt für Energie BFE mit 920'000 CHF.
- Projektpartner:
  - SBB: Softwareentwicklung, Pilotfahrzeug Hocharbeitsbühne (Tafag)
  - BFH-Zentrum Energiespeicherung: wissenschaftliche Begleitung, Batteriemodelle, Laborsimulation,...
  - RhB: Pilotfahrzeug Rangierlok Geaf 2/2 (Stadler)
- Zwischenergebnisse im ersten Zwischenbericht: [Link auf BFE-Projektseite](#).
  - Erste Mockups der Software erstellt, Ladealgorithmen entwickelt und getestet.
  - 3 von 12 Pilotfahrzeugen connected, restliche Flotte bis Anfang 2026.



# BIENE-Batteriemanager, Rollen/Verantwortung (Vorschlag)



*BIENE-Anforderungen in Beschaffung  
Garantievereinbarungen.*



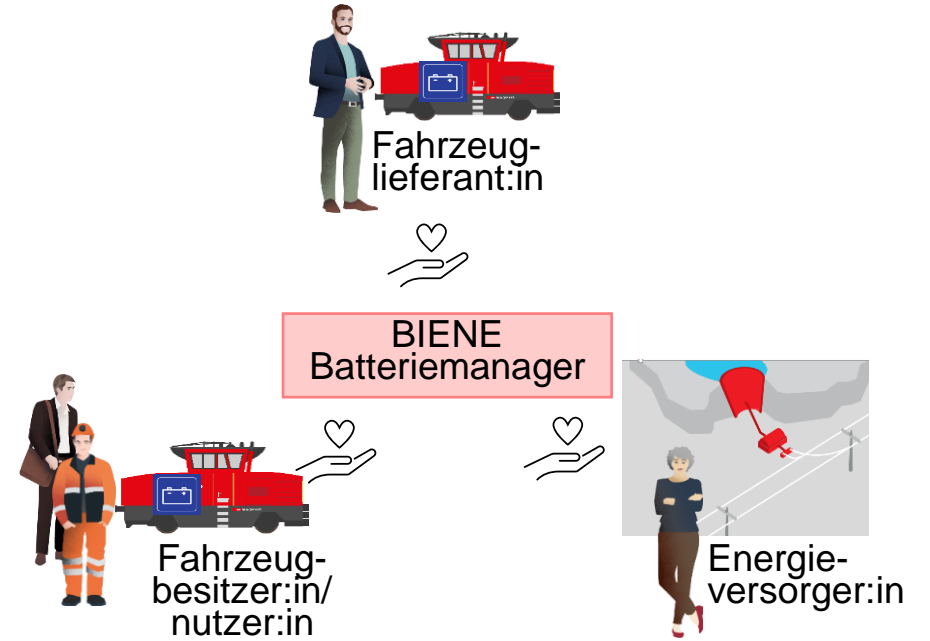
*Vereinbarung zur Nutzung der BIENE-Plattform  
und Bedingungen zur Nutzung der Flexibilität.*



# BIENE-Batteriemanager als Branchenlösung

- Synergien nutzen: eine Lösung für alle. Kostengünstige standardisierte Lösungen statt teurer Nachrüstungen.
- SBB Energie will als Systemführer Bahnstrom die Energiewende unterstützen:
  - Effiziente Elektrifizierung
  - Sichere, wirtschaftliche und nachhaltige Bahnstromversorgung.

-> Batteriemanager soll als Service zur Verfügung gestellt werden  
(Gegenleistung: Nutzung der Flexibilität unter definierten Bedingungen)



# Generisches Lastenheft zur Beschaffung

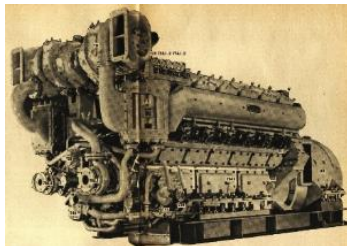
- Entwurf Lastenheft erarbeitet: vgl. BFE-Projektseite
- Basis für Anforderungen für SBB-Hyperion und EULE-Projekt.  
Weitergabe an BLS und RhB.
- Wird sich mit Projekterkenntnissen weiterentwickeln.  
Wird auf Pilotfahrzeugen aktuell getestet.  
Soll als Branchenstandard für die Beschaffung aller Batteriefahrzeuge dienen (RTE-Norm?).
- Definiert fahrzeugseitige Anforderungen, z.B.
  - Bidirektionalität/Rückspeisefähigkeit
  - Schnittstellen/Daten inkl. Format



# Diesel



# Strom-/Batterie







**Robert Strietzel**

**Programmleiter Energieeffizienz und  
Klima, SBB**

# Können Daten zum Energiesparen beitragen?

Robert Strietzel  
Bern, 20.11.2024



Daten und deren Verarbeitung verschlingen grosse Mengen an Energie.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie

## Stromverbrauch der Rechenzentren in der Schweiz steigt weiter an

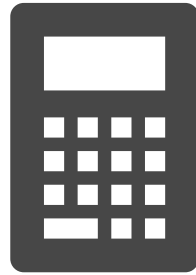
Bern, 13.04.2021 - Ob im Privatleben oder in der Wirtschaft: Digitale Anwendungen verbreiten sich immer mehr. Parallel zu den Datenmengen wächst auch der dafür nötige Strombedarf. So verbrauchten die Rechenzentren und Serverräume in der Schweiz im Jahr 2019 rund 2.1 Milliarden Kilowattstunden Strom. Durch Effizienzmassnahmen liessen sich davon fast eine Milliarde Kilowattstunden oder rund 46% einsparen. Das zeigt die neue Studie «Rechenzentren in der Schweiz -

Aber Daten sind auch ein wichtiger Bestandteil bei der Umsetzung von Energiesparmassnahmen.

Verbrauch  
analysieren



Effizienz-  
potenzial  
ermitteln



Massnahmen  
umsetzen



Einsparung  
verifizieren



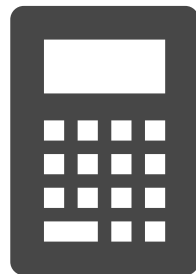


# Identifikation der grossen Energieverbraucher.

Verbrauch  
analysieren



Effizienz-  
potenzial  
ermitteln



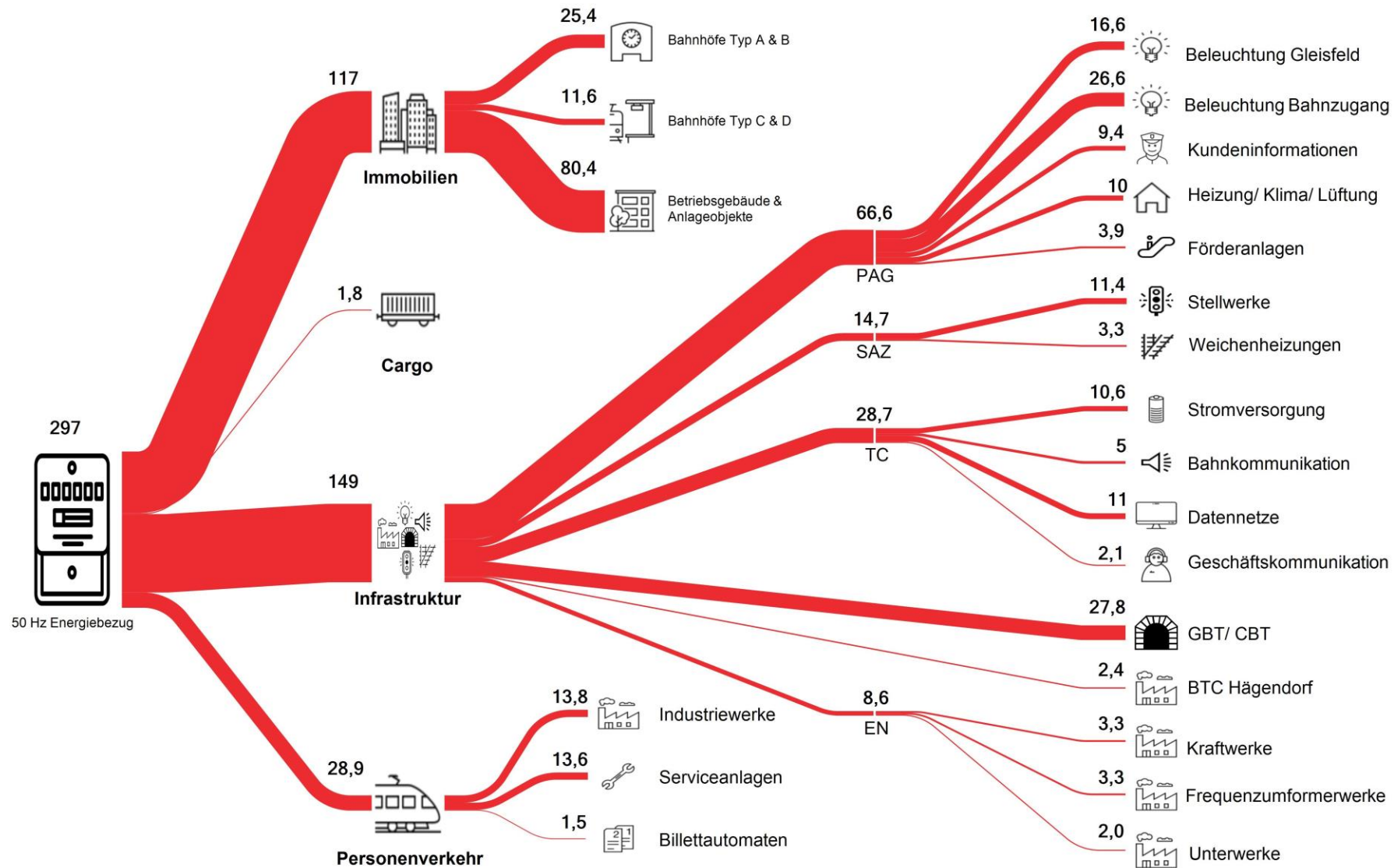
Massnahmen  
umsetzen



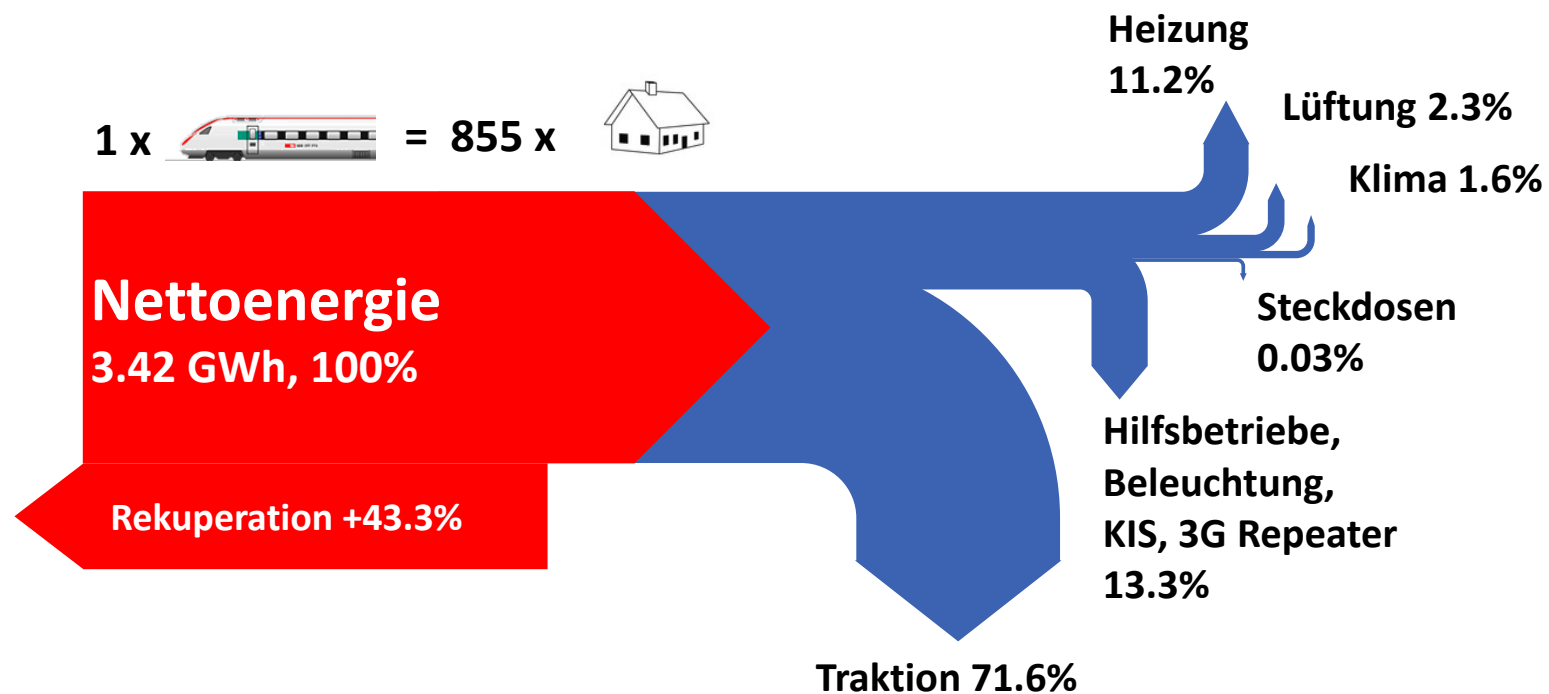
Einsparung  
verifizieren



# SBB Stromverbrauch 50 Hz (Daten Stand 2021)



# Energiebilanz eines ICN-Triebzugs



Datengrundlage ist die gemessene Energie aus dem Leitsystem (Mitrac Orbita, Zeitraum 1.12.2015 – 31.08.2015, interpoliert auf 365 Tage) und den HLK-Messungen des Klimamesszugs ICN 016 der Uni Basel im Zeitraum 1.12.2014 – 30.11.2015.

# Ressourcenpriorisierung basierend auf Potenzialschätzungen.

Verbrauch  
analysieren



Effizienz-  
potenzial  
ermitteln



Massnahmen  
umsetzen

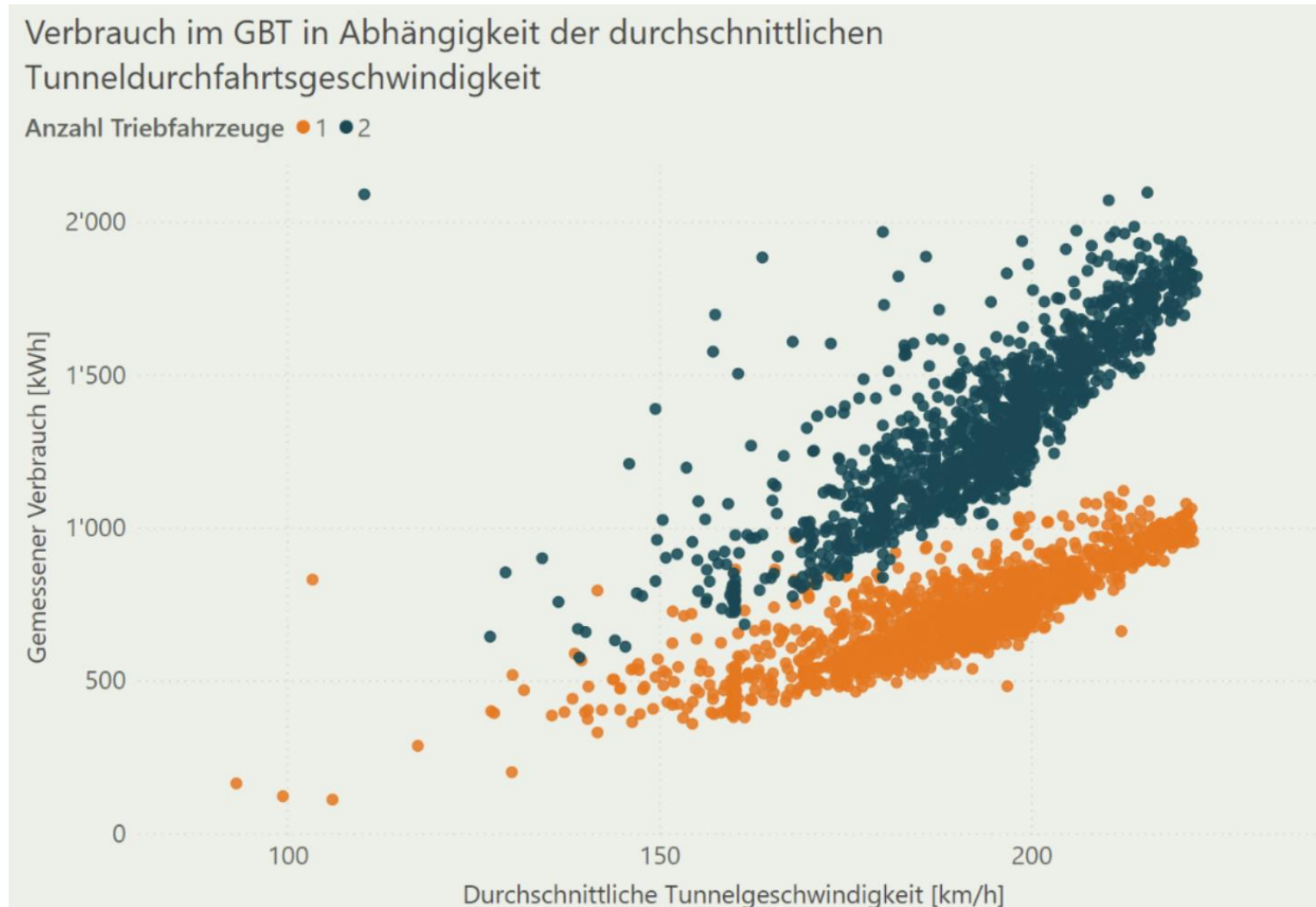


Einsparung  
verifizieren

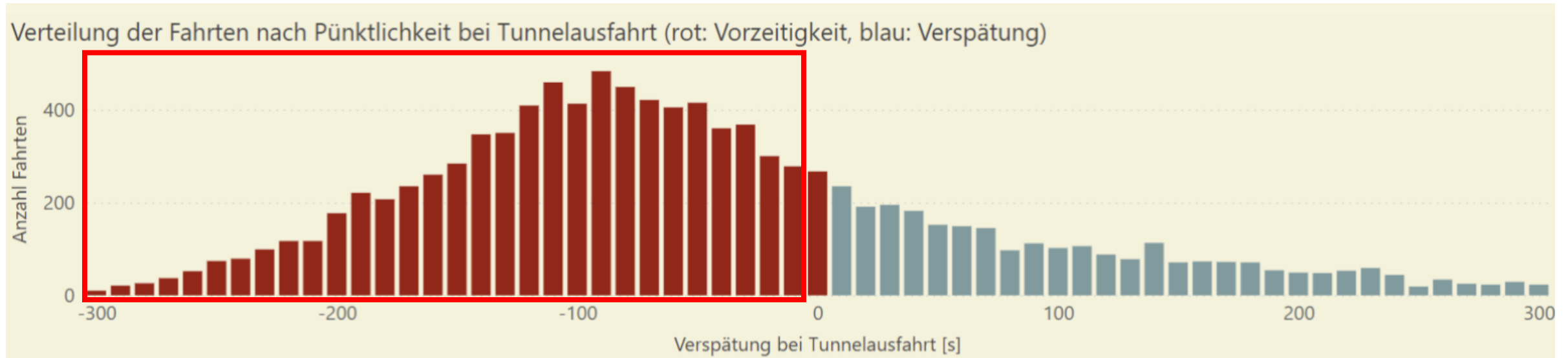




# Analyse des Energieverbrauchs im Gotthard-Basistunnel



# Analyse des Energieverbrauchs im Gotthard-Basistunnel



## Theoretisches Potenzial

Potentielle durchschnittliche Energieersparnis pro Monat

178'078 kWh

Jährliches Spapotential

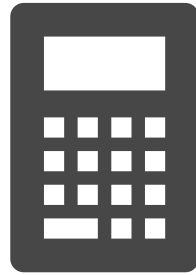
2'136'937 kWh

# Effizienzsteigerungen durch Anpassungen oder Ersatz von Anlagen.

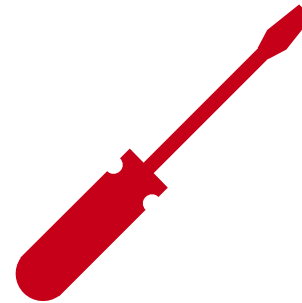
Verbrauch  
analysieren



Effizienz-  
potenzial  
ermitteln



Massnahmen  
umsetzen



Einsparung  
verifizieren



# Betriebliche Optimierung

Energiesparen mit Echtzeitdaten



# Prädiktives Heizen und Klimatisieren



Digitales Abbild erstellen und optimieren

Historische  
Daten

Simulations-  
modell

Optimierte  
Steuerung

Optimierte Steuerung aufs  
reale Objekt übertragen

Prognosen

Betriebsdaten

Optimierte  
Steuerung

Effizienzgewinne

# Energieeffizienz in der Beschaffung

Lifecyclekosten statt Investkosten als relevantes Kriterium

# Das Wissen über die Nutzung von Assets ist wichtig um (energie-)effizient Beschaffen zu können.

## Beschaffung Strassenfahrzeuge

⇒ Analyse des Nutzungsprofil als Basis  
wieviele Fahrzeuge mit welchen  
Anforderungen benötigt werden (4x4,  
Batteriegrösse, etc)



## Energieeffizienz bei der Rollmaterialbeschaffung

1. Analyse zukünftigen Einsatzstrecken der Flotte
2. Ableiten von kurzen, verifizierbaren Fahrprofilen, für die der Hersteller den Energiebedarf angeben muss
3. Energiebedarfs der Fahrprofile verifizieren



# Überprüfen der Wirksamkeit für Skalierung oder weitere Schritte.

Verbrauch  
analysieren



Effizienz-  
potenzial  
ermitteln



Massnahmen  
umsetzen



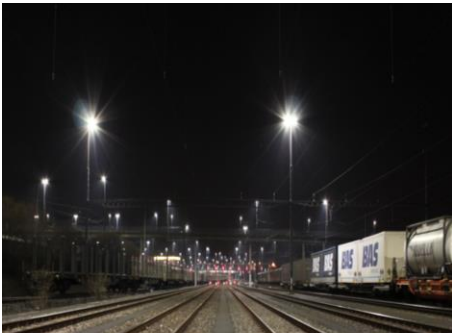
Einsparung  
verifizieren





# Die Verifizierung von Energiesparmassnahmen kann sehr komplex sein.

Schwierigkeit der Verifizierung / Datenbedarf



## Statische Verbraucher

- Verbraucher mit kontinuierlichem Verbrauch oder einfachem Verbrauchsmuster (z.B. zeitabhängig)



## Umfeldabhängige Verbraucher

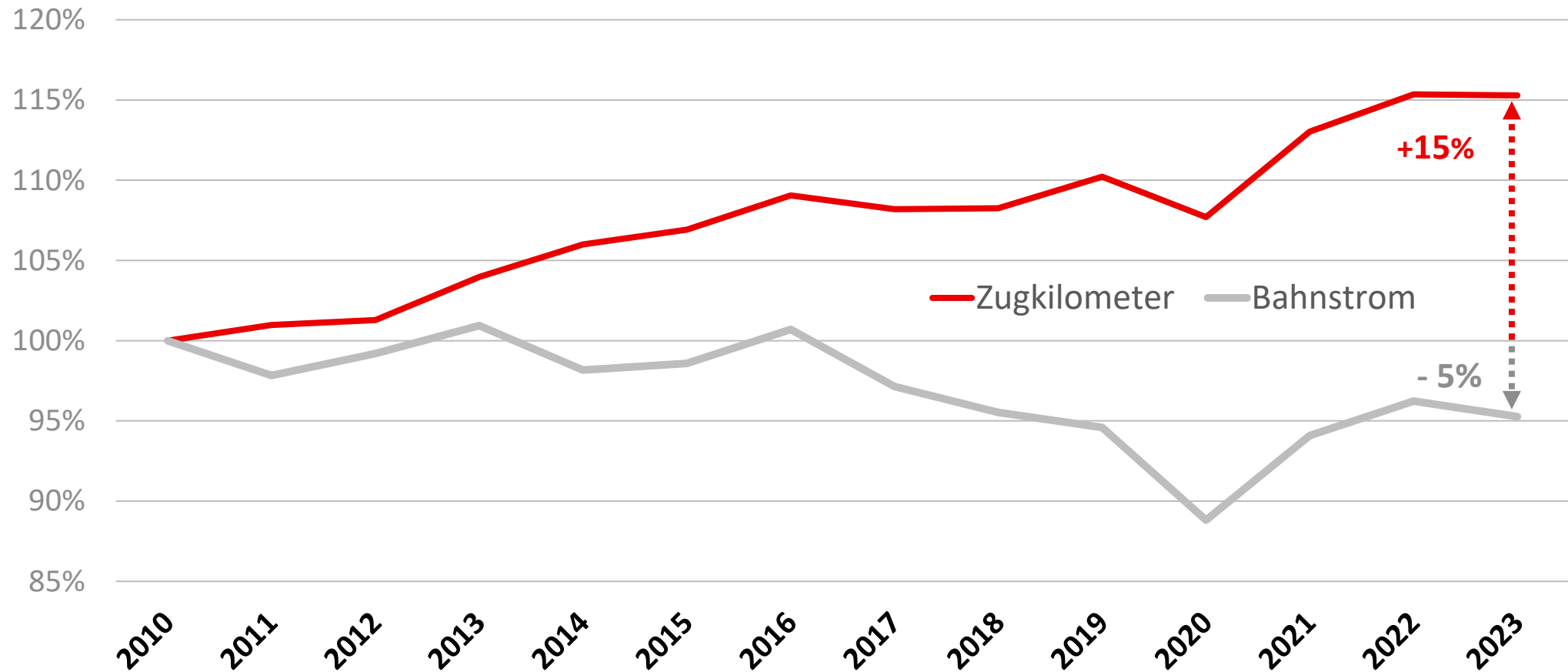
- Wetterabhängige Verbraucher (Temperatur, Niederschlag, Sonneneinstrahlung)



## Verhaltensabhängige Verbraucher

- Fahrzeuge
- Manuell gesteuerte Systeme

# Verifizierung des Gesamtprogramms





Vielen Dank.





# Informationen zum Nachmittag

**12.45 Uhr**

**Stehlunch**

**14.00 Uhr**

Workshop 1

**Workshops**

Photovoltaik auf Haltestellen- & Perrondächern

Marcel Reinhard (SBB), André Guidi (BLS), Markus Allenspach (SOB), Rolf Frömcke (BVB)

Workshop 2

Energieversorgung beim Bauzug der Zukunft

Jürg Bolliger (BLS)

Workshop 3

Vollständiges Ausschalten von älterem Rollmaterial  
mit Eingabe einer Weckzeit

Thomas Hürzeler (BLS)

Workshop 4

Koordinationsstelle «umweltfreundliche Busantriebe»

Beat Hinni (VöV), Thomas Hans (TPF) und Luc Ryffel (VB)

Workshop 5

Energiesparen mit Daten – Use Cases & Synergien  
in der Branche

Robert Strietzel, Alexandre Mazaud, Cyrill Meier und Matthias Rücker (SBB)

**Raum**

Plenum

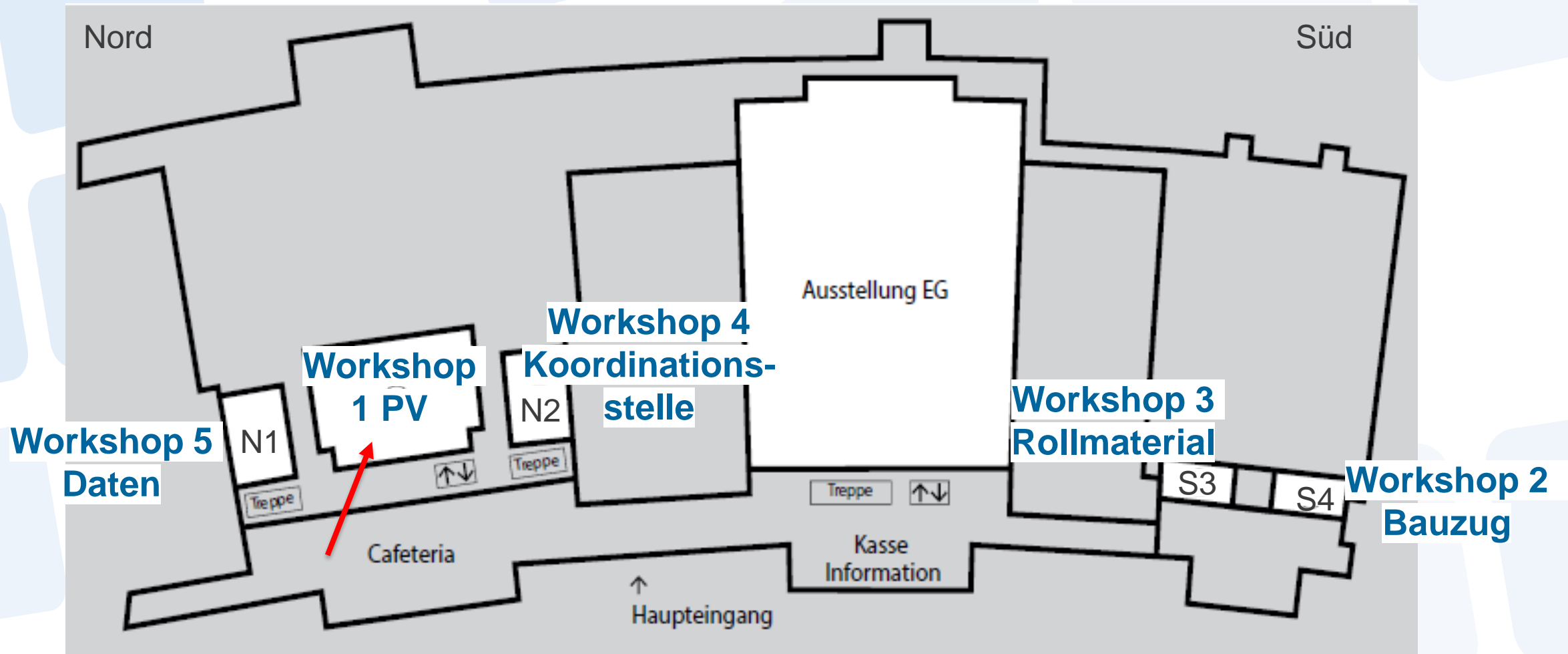
Süd IV

Süd III

Nord II

Nord I

# Workshops



**Lunchpause bis 13.55 Uhr**

**Workshops starten um  
14.00 Uhr**





# Zusammenfassung Workshops

- Marcel Reinhard (SBB), André Guidi (BLS), Markus Allenspach (SOB) und Rolf Frömcke (BVB)
- Jürg Bolliger (BLS)
- Thomas Hürzeler (BLS)
- Beat Hinni (VöV), Thomas Hans (TPF) und Luc Ryffel (VB)
- Robert Strietzel (SBB)

# Zusammenfassung Workshops

# Fazit und Ausblick

# Apéro



**Vielen Dank und  
kommen Sie gut  
nach Hause!**