
Busse der Zukunft – welche Trends für welchen Bus?

VöV-Bustagung, 29./30. Mai 2018, Fribourg

Dr. Peter de Haan,

Leiter Ressourcen, Energie + Klima, EBP (vorm. Ernst Basler + Partner)

Dozent ETH Zürich, «Energy and Transport Futures» und

MAS/CAS «Mobilität der Zukunft: Neue Geschäftsmodelle»

Busse der Zukunft – welche Trends für welchen Bus?

1. Bus und Automatisierung:

- Autonome ÖV-Shuttles oder private rollende Wohlfühl lounges?
- ÖV im Zugzwang

2. Bus und Digitalisierung:

- Der neue ÖV: Alles aus einer Hand
- Neue Akteure und neue Aufgaben

3. Bus und Elektrifizierung:

- der Bus wird 100% elektrisch, schneller als der PKW
- Laden: verschiedene Ansätze je nach Einsatzprofil
- Bus und Energiewende: Integration ins Stromnetz und Integration Erneuerbare

1. Automatisierung: Für alle oder nur für den ÖV?

Automatisierung und ÖV

- Fahrplanangebot: Wegfall Fahrerkosten erlaubt neue Linien, längere Betriebszeiten oder Taktverdichtung
- Dynamische, nicht-fahrplanbasierte Angebote
- Grundlage: Ausnahmegewilligungen ASTRA

Automatisierung und MIV

- «Zeit» wird immer wertvoller
- Das Auto wird so attraktiv wie noch nie!
- Die wenigsten werden wirklich arbeiten während der Fahrt...
*...aber kommunizieren, erholen:
die rollende Wohlfühlounge!*
- Jedem Kind sein Child-Bot?
- Auto sucht Parkplatz selber oder «parkiert» im rollenden Verkehr

1. Automatisierung: Für alle oder nur für den ÖV??

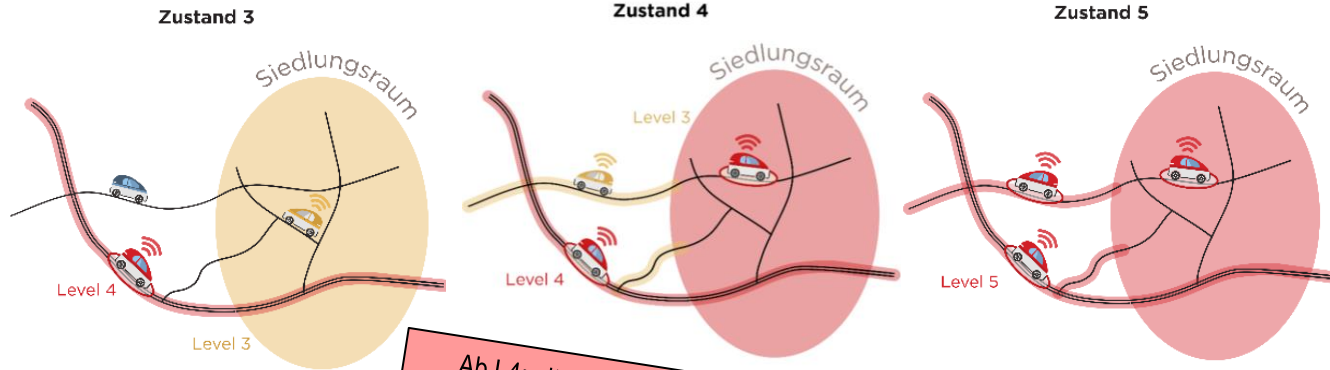
Mobility as a Service (MaaS)

- Technisch möglich, wirtschaftlich herausfordernd (Autohalter ignorieren eigene Kosten)
- Benötigte grössere Einzugsgebiete für hohe Angebotsqualität
- Günstiger, aber auch schlechter als das eigene automatisierte Auto
- Stark dort, wo Parkplatz-Mangel

Automatisierung: ÖV first?

- **Monitoring** von Leerfahrten und Belegungsgraden
- **Nachweis** des positiven Einflusses auf das **Verkehrssystem**
- ÖV muss sich weiter um den **«Nachhaltigkeitsvorsprung»** kümmern und proaktiv Nachweise erbringen

1. Eine Storyline für die Schweiz



Ab L4: alternative
Nutzung der Fahrzeit

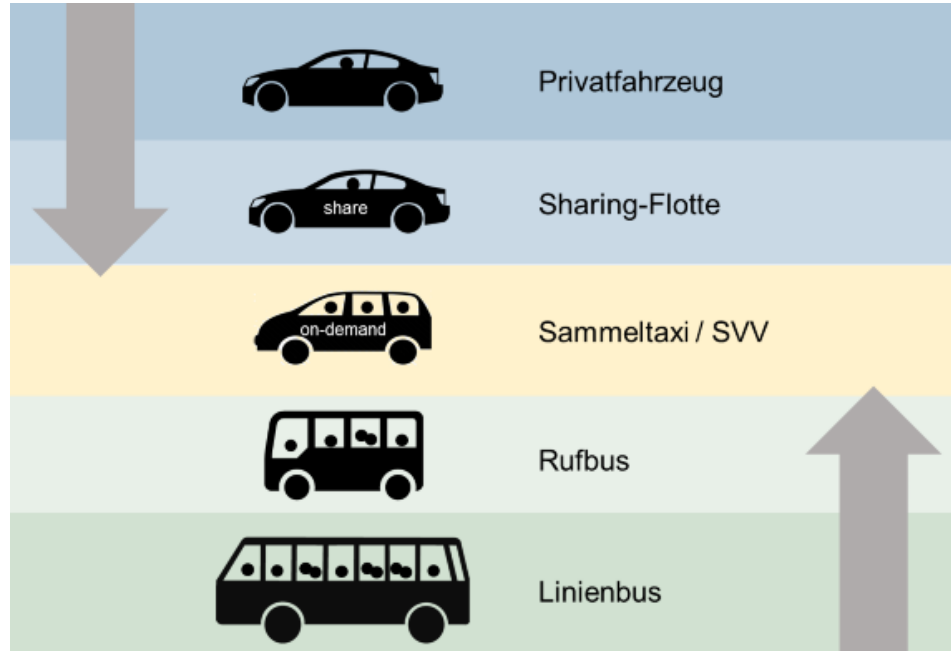
	L2	L3	L4
Autobahn	✓	✓	✓
Siedlungsraum	✓	✓	
Überlandstrassen	✓		

	L2	L3	L4
Autobahn	✓	✓	✓
Siedlungsraum	✓	✓	✓
Überlandstrassen	✓	✓	

	L2	L3	L4	L5
Autobahn	✓	✓	✓	
Siedlungsraum	✓	✓		✓
Überlandstrassen	✓			



1. Übergangsbereich MIV-ÖV: «Sammel-/Verteilverkehre»



Verschmelzung MIV-ÖV
Individualisierung ÖV
Adaptiver ÖV

Neue Angebotsformen zw. dem klassischen ÖV und dem MIV im **Sammel-/Verteilverkehr SVV:**

- Automatisierter Bedarfsbus
- Automatisiertes Sammeltaxi
- Automatisiertes Einzeltaxi



1. Entwicklung Fahrleistung: Einflussgrößen

Kapazitätsgrenzen



Leerfahrten



Verflüssigung



Neue Nutzergruppen



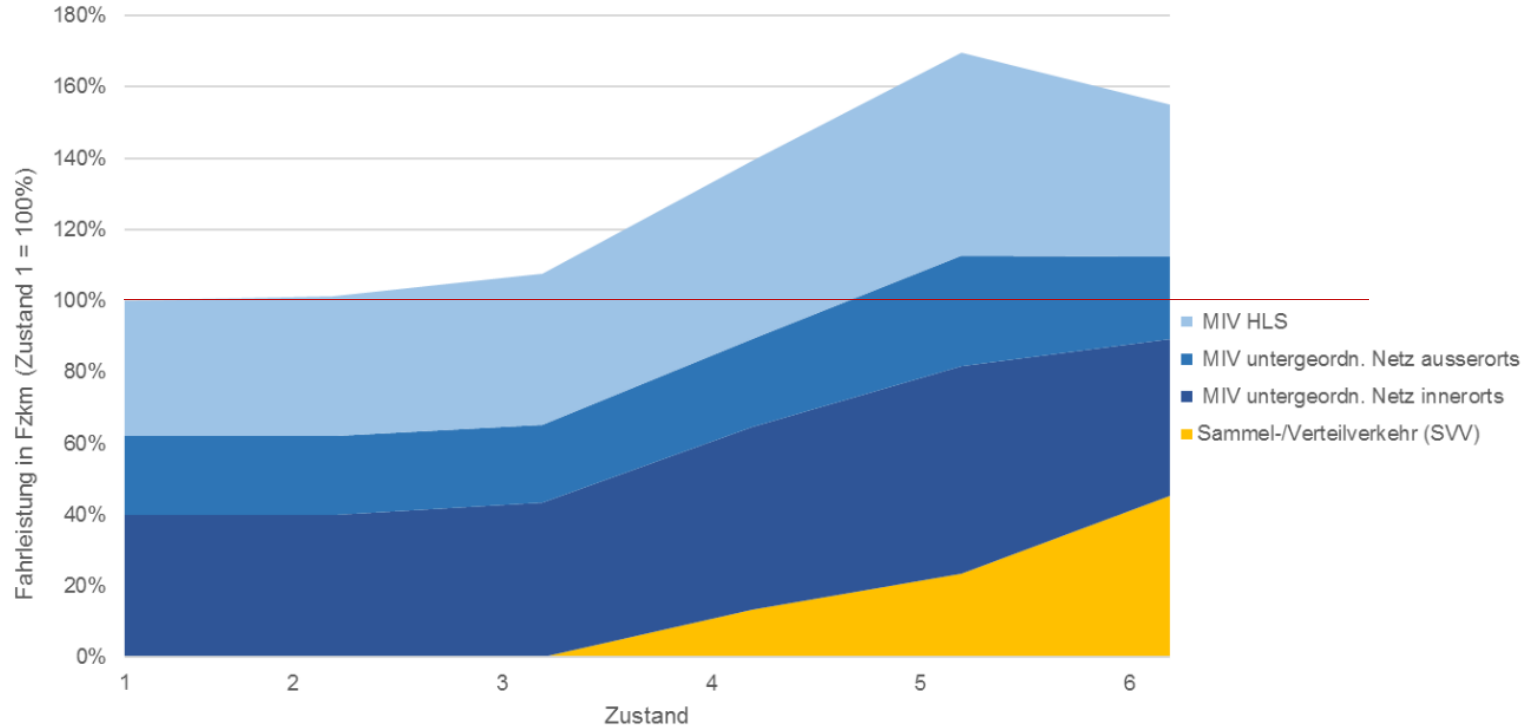
Sammelverkehr



Nutzung Unterwegszeit



1. Entwicklung Fahrleistung



2. Digitalisierung – der neue ÖV

NL: NS, RET, GVB, HTM, Qbuzz arbeiten am «neuen ÖV»:

- Innert 60 Minuten Tür-zu-Tür im ganzen Gebiet
- Max. 15 Minuten zum Bahnhof, Angebot aus einer Hand (Tram, Bus, freefloating BikeSharing, freefloating CarSharing, Rufbusse, shared Taxis)
- Stadt–Stadt 30 Minuten («fahrplanfrei» alle 10 Minuten)
- Amsterdam: Taxi und Bikesharing bereits voll integriert

Hamburg «Switchh»:

- Integration Car2Go, StadtRAD, Europcar. Man kann sie mit einer Karte entriegeln/öffnen (aber noch nicht über ein System bezahlen)

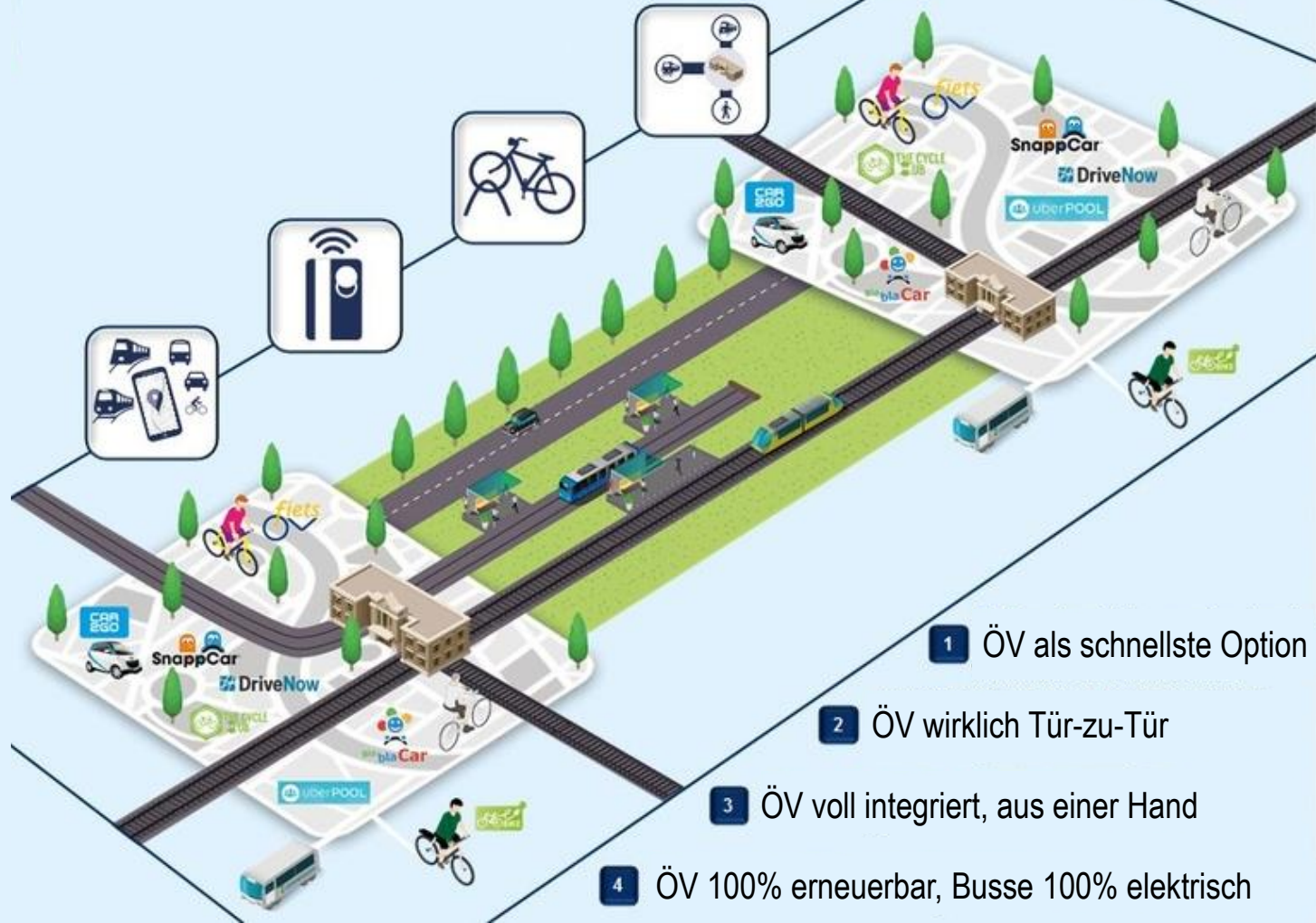


Service Level

Verkehrsmittel

Bündlung

Zentrale App
(Routing,
Tracking,
Billing)



1 ÖV als schnellste Option

2 ÖV wirklich Tür-zu-Tür

3 ÖV voll integriert, aus einer Hand

4 ÖV 100% erneuerbar, Busse 100% elektrisch

2. Digitalisierung – der neue ÖV

Neue Akteure und neue Aufgaben:

- Festlegung des angepeilten Service-Levels
- Ausschreibung ÖV-Leistungen:
Bisher nach Angebot/Fahrplan,
neu nach erbrachter Transport-Leistung
- «Bündler» betreibt zentrale Software (Routing, Billing, Tracking), Verträge mit einzelnen Mobilitätsunternehmen
- Tracking und Monitoring:
Wer legt welche Route wie zurück?



3. Elektrifizierung – der Bus wird 100% elektrisch

- Egal, was die Energiewende macht – der Verkehr wird elektrisch!
Elektromotoren sind weit überlegen, und Batterien werden langsam erträglich.
- Innerorts: Schlechter Wirkungsgrad Verbrennungsmotor, Feinstaubbelastung, Lärmbelastung, Sichtbarkeit, Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum
>> zuallererst sollte man Busse, Taxis und Kehrlichwagen elektrifizieren
- 100% elektrisch möglich bis ca. 2030!
- Integration ins Stromnetz und Integration Erneuerbare: Busse laden «viel mehr» als PKW

3. China als Vorreiter, Shenzhen bereits 100% elektrisch

- Luftverschmutzung als Treiber
- 2015 bereits 20% Bus-Bestand (100'000 Fahrzeuge) elektrisch
- 2016 weitere 110'000 Batteriebusse
- Shenzhen (11.9 Mio. Einwohner) seit Anfang 2018: Nur noch Elektrobusse (16'500 Busse), davon 80% Marke BYD
- Anfänglich grosse Batterien (Night Charging), nun vermehrt kleinere Batterien (Opportunity Charging)
- TCO günstiger als Dieselbusse



3. Ausland – Niederlande (1/2)

- 2013: Arriva 6 BYD-Standardbusse (Schiermonnikoog)
- 2015: Connexxion 35 BYD-Standardbusse (Flughafen Amsterdam)
- 2016: Arriva 5 VDL-Standard- + 2 VDL-Gelenkbusse (Terschelling)
- 2017: Arriva 16 VDL-Standardbusse (Venlo, Maastricht),
Connexxion 43 VDL-Standardbusse (Eindhoven, Helmond)
- 2018: Synthus 7 BYD-Standardbusse (Amersfoort, Almere),
Connexxion 8 BYD-Standardbusse (Haarlem),

2018: Connexxion Amsterdam 100 VDL-Gelenkbusse:

Endhaltestellen: 20 Minuten mit 450 kW, nachts 30 kW.

Fahrplan teils 24/24 durchgehend.

Anschaffungskosten: Doppelt so hoch (inkl. Ladeinfrastruktur),
Betrieb günstiger, längere Lebensdauer, geringe Energiekosten



3. Ausland – Niederlande (2/2)

2018 Arnhem (Trolleybusnetz):

Linienverlängerung bis 10km mit Batterie-Trolleybussen

2018 Amsterdam (GVB), Den Haag (HTM), Utrecht (U-OV):

Tests mit **Pantograf-Bussen**, welche Strom vom
Tram(!)- oder Trolleybus-Stromsystem beziehen

2019 Weitere 156 E-Busse, Bestand dann insgesamt 300 E-Busse...

Nationale Vorgabe:

**Ab spätestens 2025 nur noch E-Busse beschaffen,
bis 2030 alle Busse elektrisch.**

Ähnliche Entwicklungen in Belgien (Ziel: ab 2019 nur noch E-Busse beschaffen, städtische Busse ab 2025 elektrisch), Schweden

3. Entwicklung in der Schweiz

- Genf 12 Hess-Gelenkbusse
(jede Haltestelle 15–20 Sek., 600 kWh)
- Zürich elektrische Quartierbusse + SwissTrolley
- Bern ab Herbst 2018: 5 Hess-Gelenkbusse,
Ladung an End-Haltestellen (Standzeit 7 bis 10 Minuten)
- Luzern SwissTrolley+LightTram;
Verlängerung Trolleybuslinie



Basel 100% erneuerbar innert 10 Jahren

Schaffhausen: 100% elektrisch innert 10 Jahren

3. Welcher Ansatz für welchen Bus?

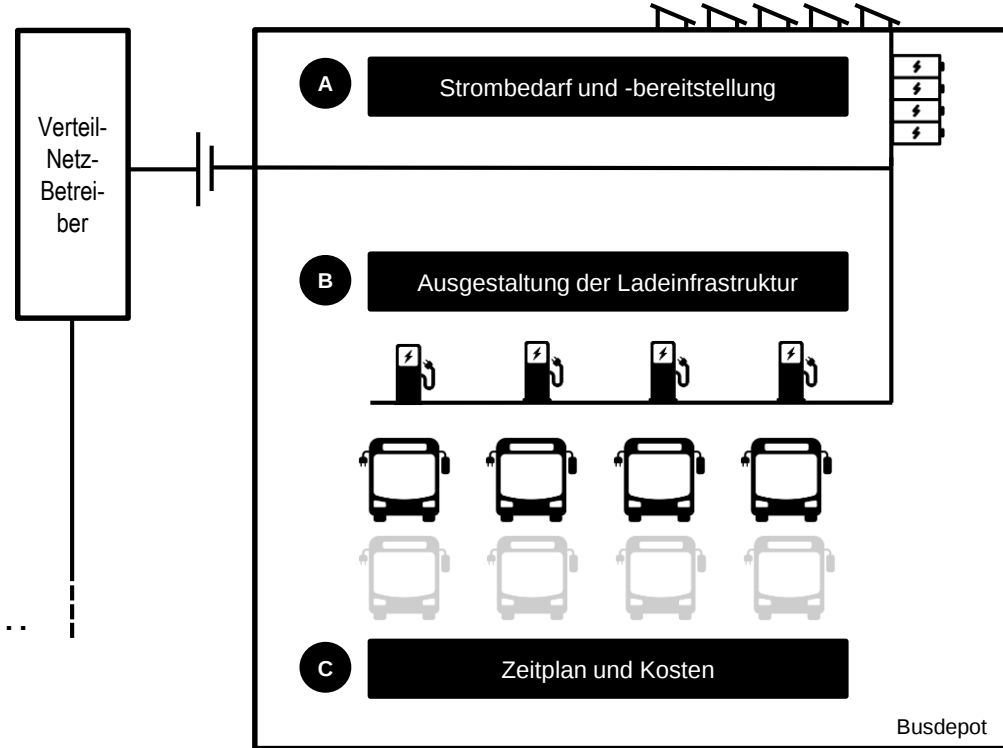
- A. Trolleybusse vorhanden? > Batterie-Trolleybusse (partielle Oberleitung)
- B. Wartezeit an Endhaltestelle (z.B. Taktknoten Bahnhof) > Laden an Endhaltestellen
- C. Busse in grösseren Städten:
 - Quartierbusse > Laden im Busdepot
 - Standardbusse > Laden im Busdepot oder Laden (Zwischen- und) Endhaltestellen
(Ladeinfrastruktur an vielen Haltestellen
vs. Verlängerung Standzeit Endhaltestelle
vs. grössere/schwerere Akkus)
- (Doppel-)Gelenkbusse: Nur Laden im Busdepot noch nicht ausreichend
- D. Falls 24-h-Einsatz > Laden Zwischen- oder Endhaltestellen



3. Herausforderung Laden im Busdepot



- **PKW:** 40 km/Tag =
2h Laden mit 3.7 kW,
Schnellladung (z.B. 50 kW)
nur selten nötig...
- **Busse/LKW:**
400 km/Tag =
bis zu **6h Laden**
mit bis zu **150 kW**
- Teil-elektrifizierte Busdepots:
Anschlussleistungen 2–8 MW!
- PV + stationäre Batterien prüfen...
- Laden tagsüber prüfen...



3. Induktives Laden?

Was ist beim induktiven Laden anders:

- Genaue Positionierung erforderlich
- Geringere Stromstärken möglich
- Höhere Energieverluste
- Infrastrukturkosten vergleichbar mit induktiven Ladepunkten

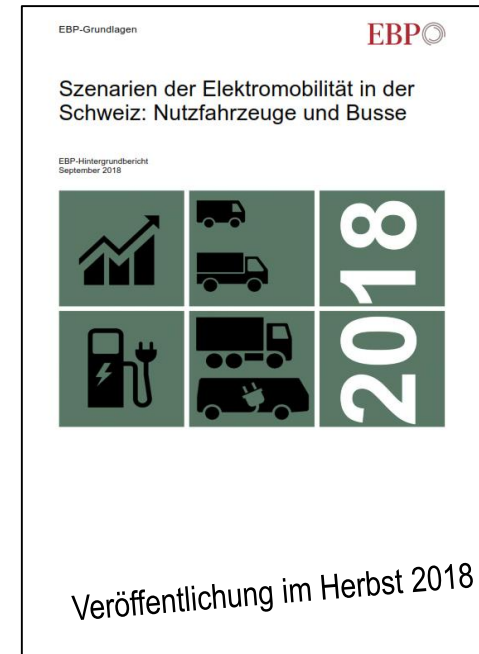
Brugge, Belgien:

Seit Okt. 2017 drei Standardbusse (van Hool)
Induktives Laden 12 Minuten (Endhaltestelle)
> 45 Minuten Fahrt (Bombardier/Primove).
+ ergänzend induktives Laden.



3. Elektrobusse und Energiewende

1. 100% E-Busse möglich bis 2030, realistischer 2040
(Ausnahme Überlandbusse/Fernbusse)
2. Nachts laden: Lastwagen, Lieferwagen, Busse, Taxis...
Nur der Personenwagen kann – oder muss? – tagsüber laden
3. Investitions- und Netzanschlusskosten für Ladeinfrastruktur in Busdepots
> Laden an Endhaltestellen kann wirtschaftlich günstiger sein
4. Hohe erforderliche Anschlussleistungen
> Einsatz von stationären Batterien kann wirtschaftlich sein
5. Umstellung auf Elektro wird beim Bus schneller gehen als beim PKW



Team Elektrobusse



Peter
de Haan
044 395 11 14



Roberto
Bianchetti
044 395 11 25



Hanspeter
Abegg
044 395 16 75

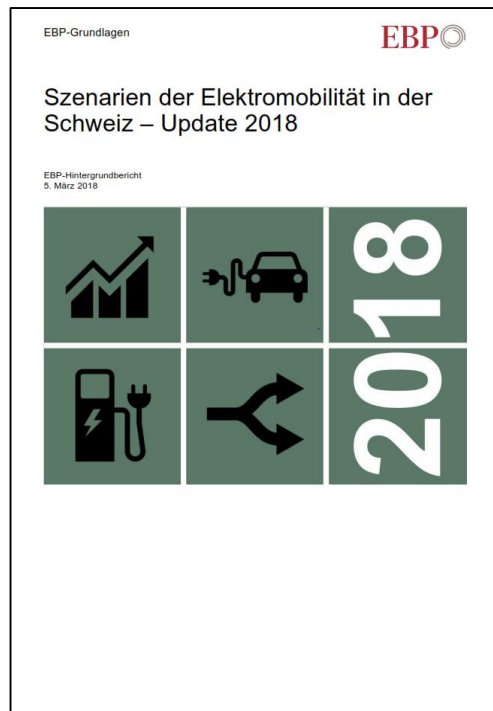


Alexandra
Märki
044 395 11 59



Salem
Blum
044 395 17 07

Bereits verfügbare Studien...

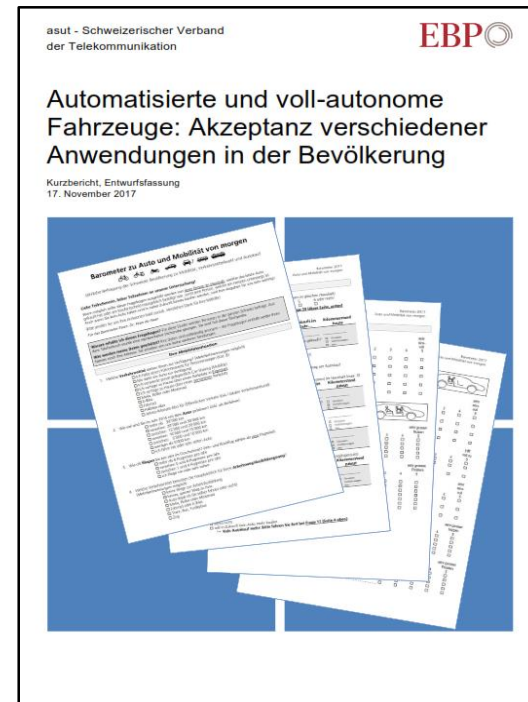


Bereits verfügbare Studien...

Download-Link (108 Seiten, 3.4 MB)



Download-Link (21 Seiten, 1.1 MB)



Download-Link (54 Seiten, 2.1 MB)

