

# Wird das Auto der Zukunft elektrisch?



Binningen, 6. Juni 2018

Dr. Peter de Haan    EBP, Partner und Mitglied GL; Leiter Gruppe Ressourcen, Energie + Klima  
ETH Zürich, Dozent «Energy and Transport Futures» und  
MAS/CAS «Mobilität der Zukunft: Neue Geschäftsmodelle»

# Inhaltsverzeichnis

---

1. Energiewende und Mobilität – kriegen wir die Kurve?
2. Das Auto wird elektrisch!
3. Elektroauto und Energiewende
4. Autonome Fahrzeuge und Energiewende
5. Handlungsmöglichkeiten für Energiestädte

# Inhaltsverzeichnis

---

1. Energiewende und Mobilität – kriegen wir die Kurve?
2. Das Auto wird elektrisch!
3. Elektroauto und Energiewende
4. Autonome Fahrzeuge und Energiewende
5. Handlungsmöglichkeiten für Energiestädte

# 1. Energiewende und Mobilität – kriegen wir die Kurve?

## Ziele der Energiestrategie bis 2035

Energieverbrauch: – 43 %  
Stromverbrauch: – 13 %  
(pro Kopf)

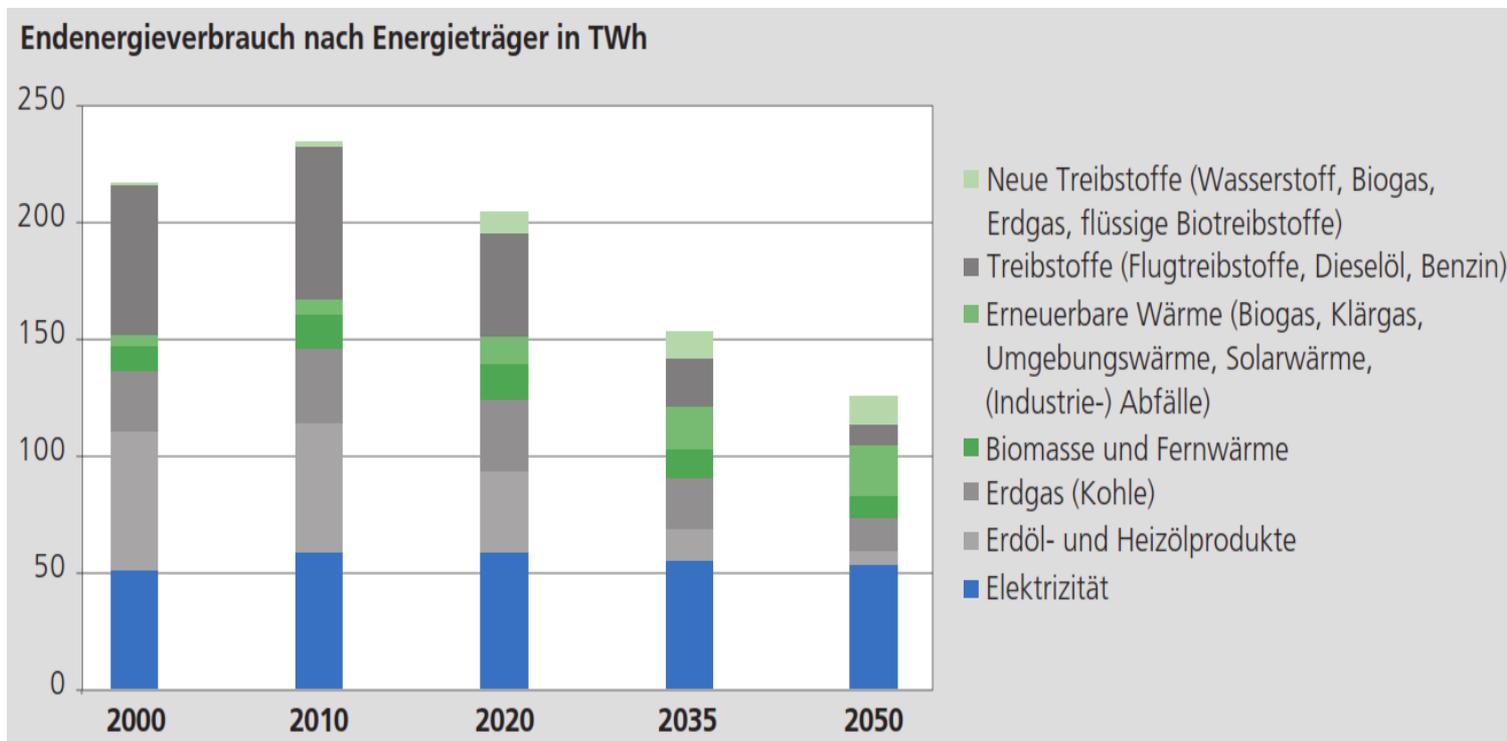


Strom aus neuen erneuerbaren  
Energien: 14,5 TWh

Bis 2050: Reduktion Endenergieverbrauch –  
54%, Strom –18% pro Kopf!

Stromproduktion aus neuen erneuerbaren  
Energien (Wind, Sonnenenergie, Biomasse,  
Geothermie):  
bis 2035 auf 14,5, bis 2050 auf 24,2 TWh

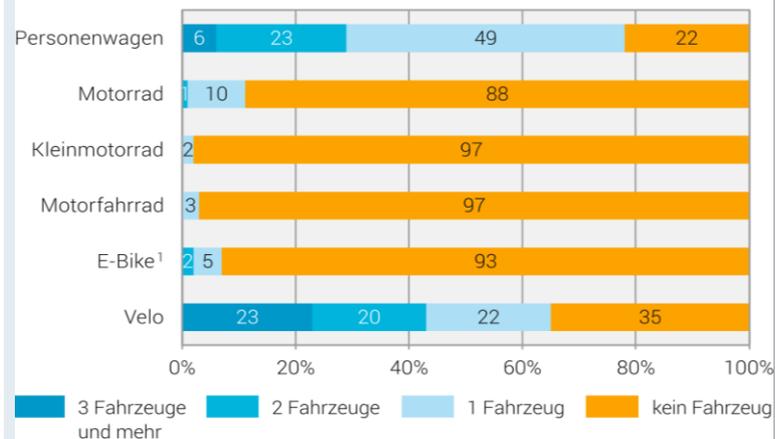
# 1. ENERGIESTRATEGIE 2050: Elektromobilität



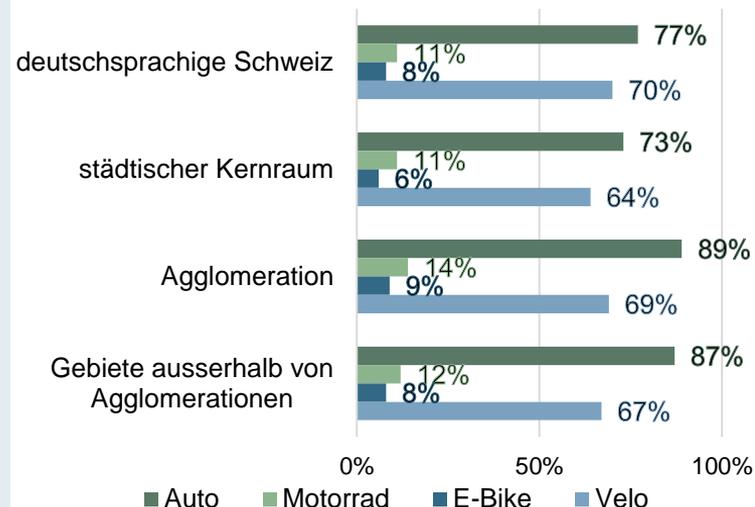
# 1. Mobilität heute: Fahrzeugbesitz pro Haushalt

60% der Autos in Mehr-Auto-Haushalten;  
Velobesitz sinkt: 35% der Haushalte velo-los;  
E-Bike-Besitz seit 2010 verdreifacht auf 7%

Fahrzeugbesitz der Haushalte, 2015



Urbane Gebiete: 73% der Haushalte haben Auto;  
Agglomeration: 89%

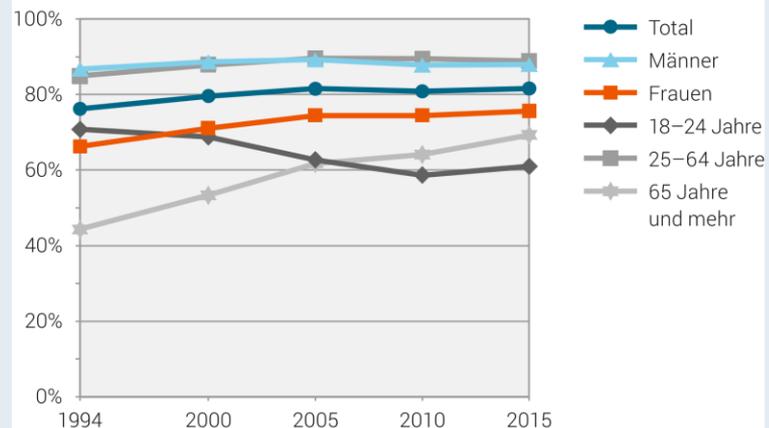


# 1. Mobilität heute: Menschen werden immer mobiler

Führerausweisbesitz aller Alterskategorien höher als im 2010

## Führerausweisbesitz nach Geschlecht und Alter, 1994–2015

in % der jeweiligen Bevölkerungsgruppe

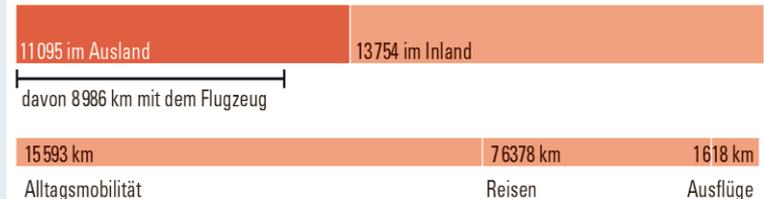


45% aller Personenkilometer im Ausland!  
36% Flugzeug-Kilometer

90,4 Minuten Tagesunterwegszeit pro Person



24 849 Kilometer Jahresmobilität pro Person, im In- und Ausland



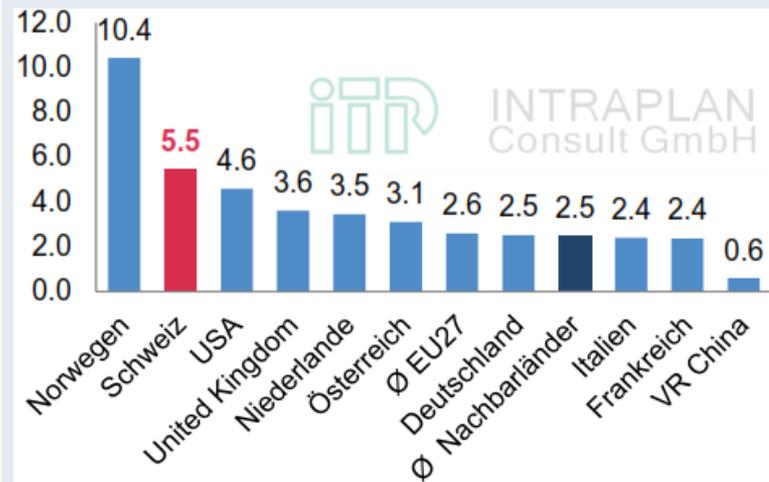
# 1. Mobilität heute: Nimmt Jahresmobilität ab oder zu?

Oft genannte Gründe für Rückgang der Jahresmobilität:

- Leute machen Fahrausweis immer später
  - Autobesitz als Statussymbol geht zurück
  - Sharing-Economy / MaaS
  - Generationen Y+Z weniger materialistisch
  - Motorisierungsgrad stagniert/geht zurück
- ➔ Abbild der Verlagerung Auto>Flugzeug und Zunahme der Mobilität im Ausland
- ➔ Starke Zunahme der Flugzeug-Kilometer (ca. +4% pro Jahr)

Schweizer fliegen 2x so viel wie Nachbarländer

Bereits 2020 50% der Mobilität «exportiert»?

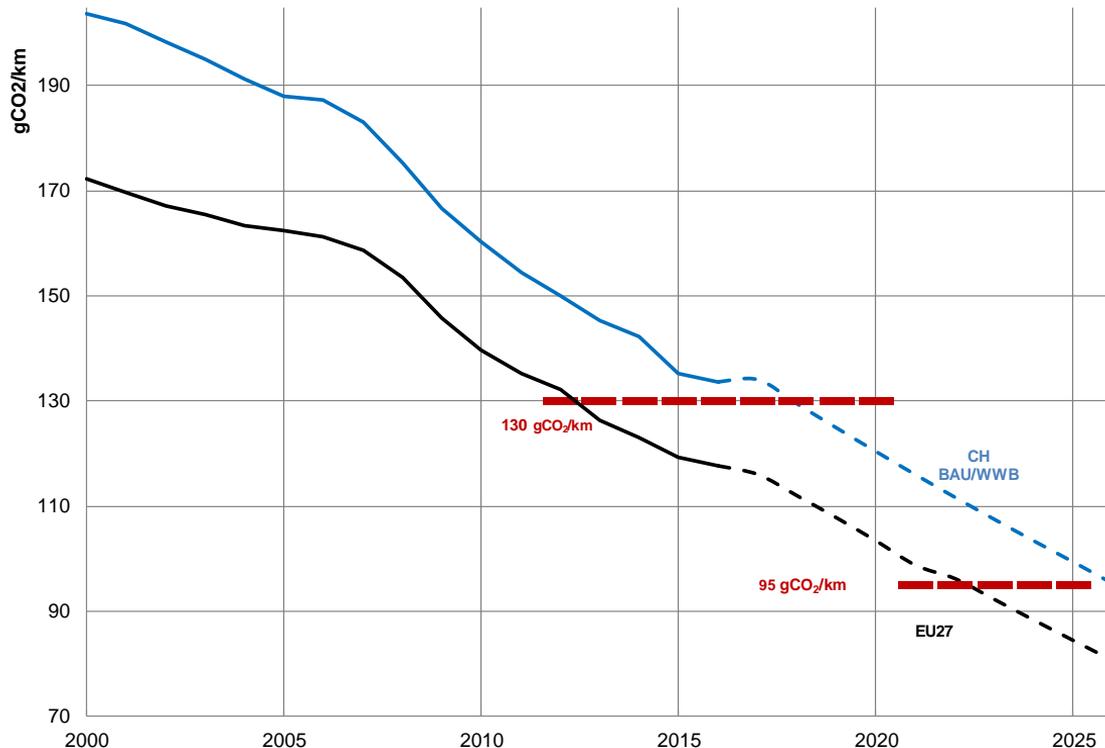


# Inhaltsverzeichnis

---

1. Energiewende und Mobilität – kriegen wir die Kurve?
2. Das Auto wird elektrisch!
3. Elektroauto und Energiewende
4. Autonome Fahrzeuge und Energiewende
5. Handlungsmöglichkeiten für Energiestädte

## 2. Emissionsvorschriften für Neuwagen



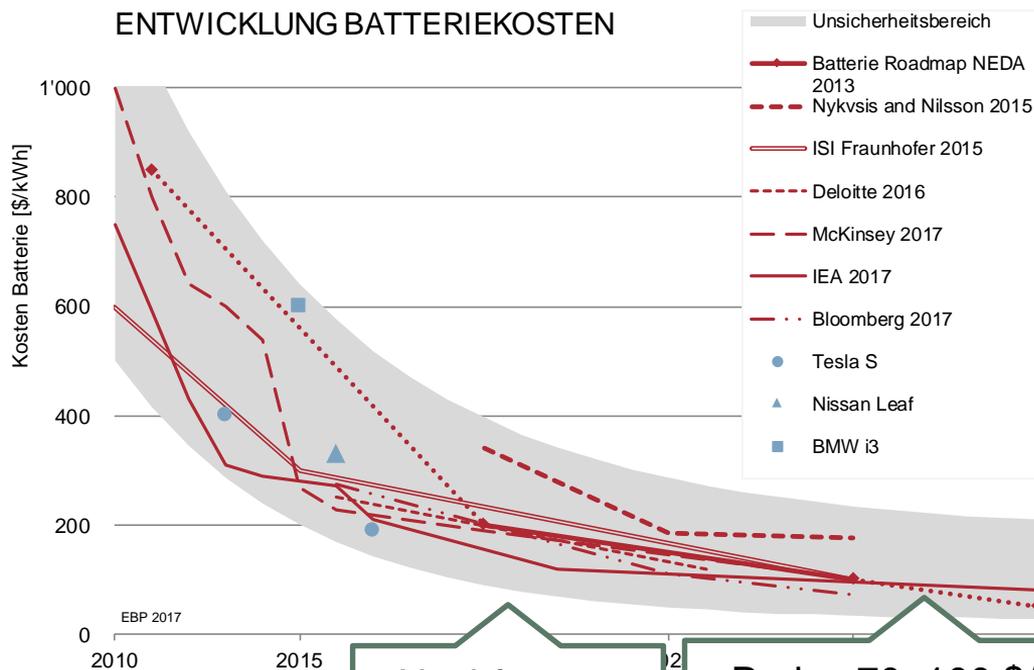
### EU, neue **Personenwagen**:

- Durchschnitt 95 g CO<sub>2</sub>/km, pro Hersteller, ab 2021
- Gilt in der **Schweiz ab 2023**
- EU: Weitere –30% bis 2030 geplant...

China: Quoten für E-Fahrzeuge:  
10% in 2019, 12% in 2020, 100% in 2040

Sehr ambitionöse Vorgaben auch für Lieferwagen!

## 2. Wie wird sich das Angebot an Elektroautos entwickeln?

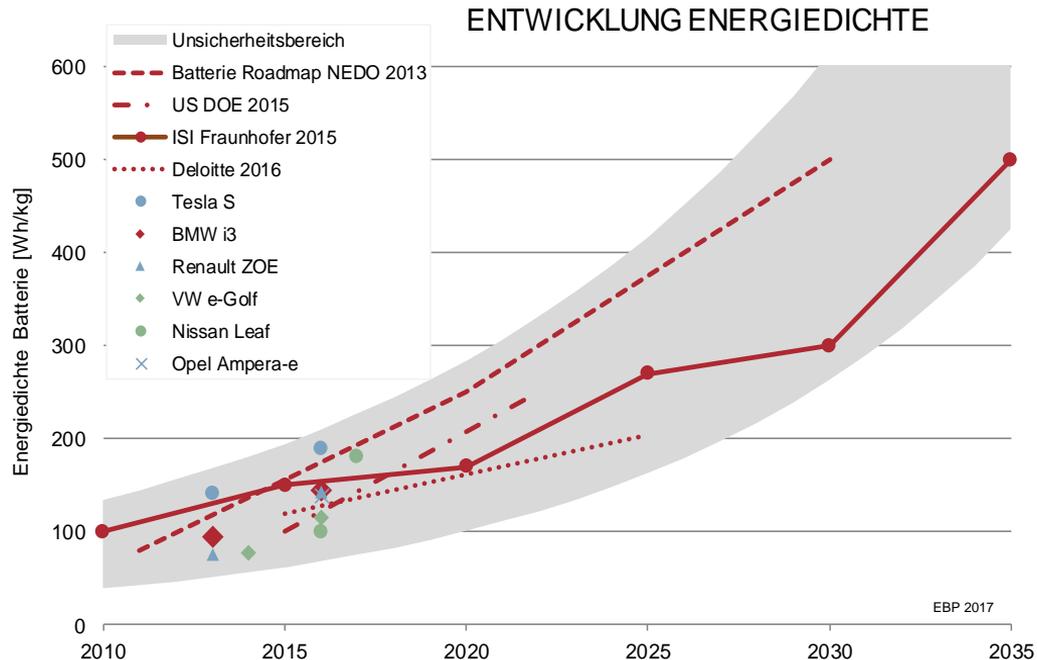


- Lithium-Ionen-Batterien kosten 70% weniger als 2010
- Preise sinken nochmals um 75% bis 2030
- Preisreduktion durch technischen Fortschritt und Skalenfaktoren („Gigafactory“ von Tesla)

Nachfrage > Angebot?

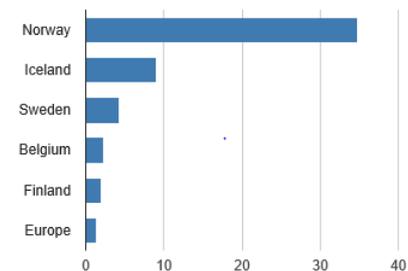
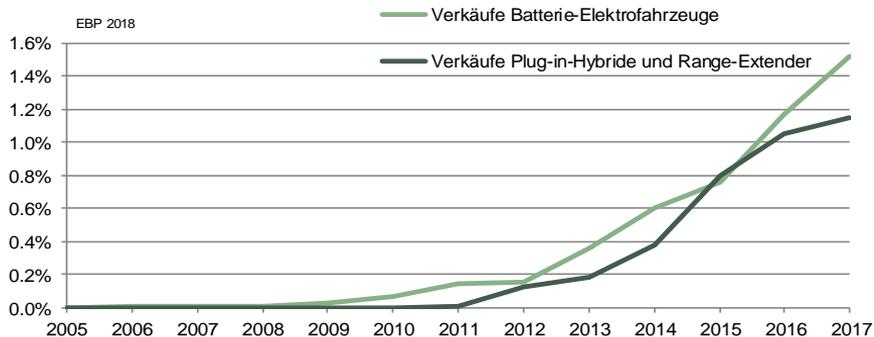
Preise 70–100 \$/kWh > viele Anwendungen...

## 2. Wie wird sich das Angebot an Elektroautos entwickeln?



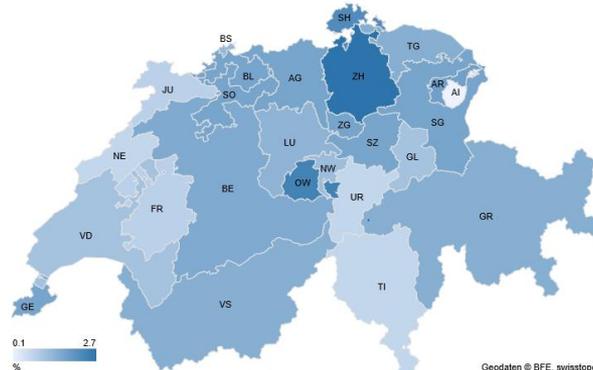
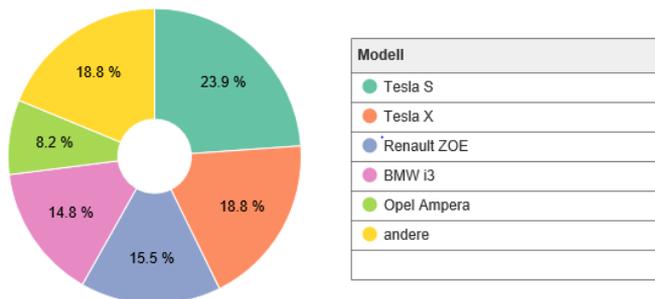
- Lithium-Ionen-Batterien bleiben die dominierende Speichertechnologie
- In 2020 mehrere Modelle mit Reichweite > 400 km (v.a. Oberklasse)
- Zunahme Reichweite
  - ▶ Auswirkungen auf Ladeverhalten

## 2. Elektroautos auf Kurs: Im 2017 2.7 % der Neuwagen elektrisch



Kennzahlen nach Kantonen - 2017  
Anteil von batterie-elektrischer Personnenwagen (BEV) an allen Neuzulassungen

Die beliebtesten batterie-elektrischen Fahrzeuge (BEV) - 2017

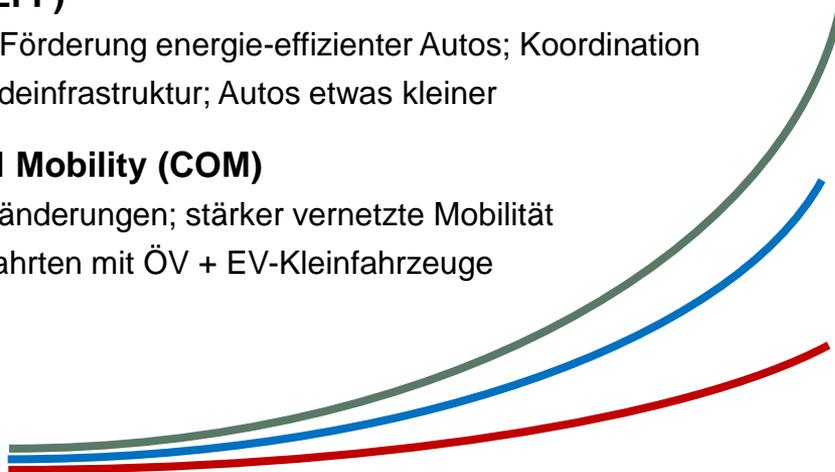


Quelle: EBP, BFE (2018), European Alternative Fuels Observatory (2018)

## 2. EBP-Elektromobilitätsszenarien für die Schweiz

3 zur bundesrätlichen Energiestrategie kompatible Szenarien:

- **Business-as-Usual (BAU)**
  - Fortsetzung bisherige Verkehrs- und Energiepolitik, Autos werden effizienter, aber nicht wesentlich kleiner
- **Effizienz (EFF)**
  - Verstärkte Förderung energie-effizienter Autos; Koordination Schnell-Ladeinfrastruktur; Autos etwas kleiner
- **Connected Mobility (COM)**
  - Verhaltensänderungen; stärker vernetzte Mobilität
  - Längere Fahrten mit ÖV + EV-Kleinfahrzeuge



## 2. Disruptive Entwicklung der Elektromobilität: 2 Szenarien

### – **DIB (Partial Diesel Ban):**

- Partielle **Fahrverbote** älterer Dieselfahrzeuge im Ausland  
→ starke Verunsicherung am Schweizer Neuwagenmarkt
- Rückgang Dieselanteil Neuwagen: heute 36% > 10% im 2030
- Viele zurück auf Benzin, aber auch Plug-in-Hybrid und Elektro



### – **DEC (Decarbonisation):**

- Pariser Klimaübereinkommen:  
Treibhausgasemissionen bis 2030 –50% gegenüber 1990;  
nach 2050 schlägt der Bundesrat –100% (Klimaneutralität) vor
- vollständige Dekarbonisierung neuer Personenwagen bis 2050  
> **Verkaufsverbote**
- Machbarer Pfad, Politikmassnahmen (Quoten? Teilverbote?) offen



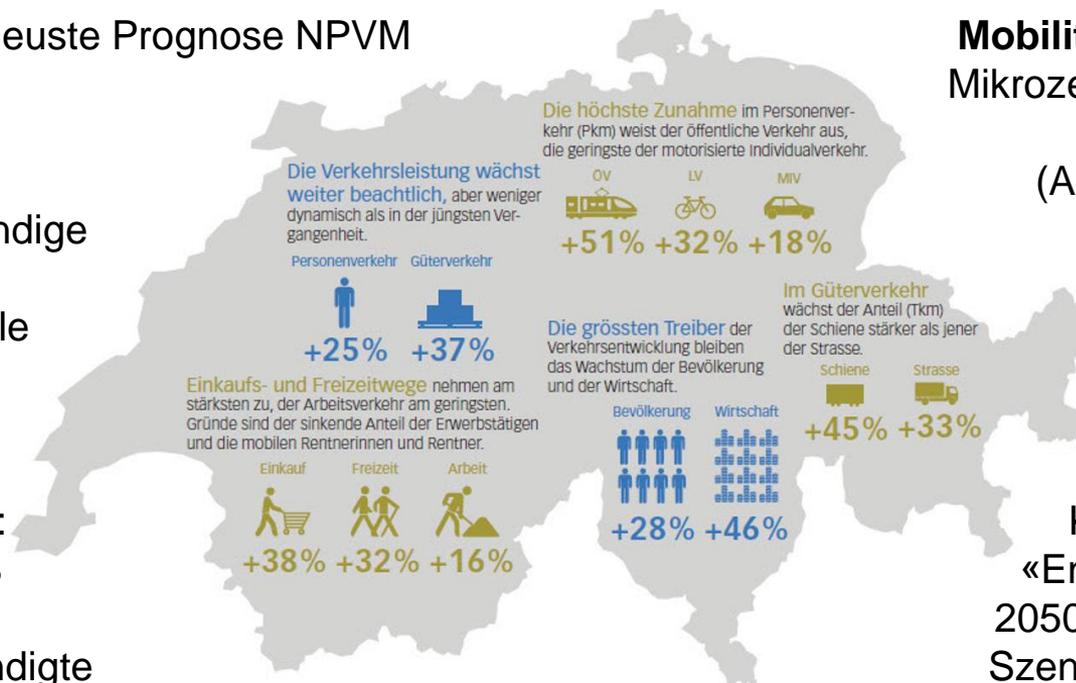
## 2. Szenarien Elektromobilität – alle verfügbaren Datenquellen

**Fahrleistungen:** Neuste Prognose NPVM  
(ARE 2016)

**Bevölkerung:** Ständige  
Wohnbevölkerung  
(BFS 2017), aktuelle  
Prognosen  
(BFS 2016)

**Fahrzeugbestand:**  
BFS per Feb. 2018

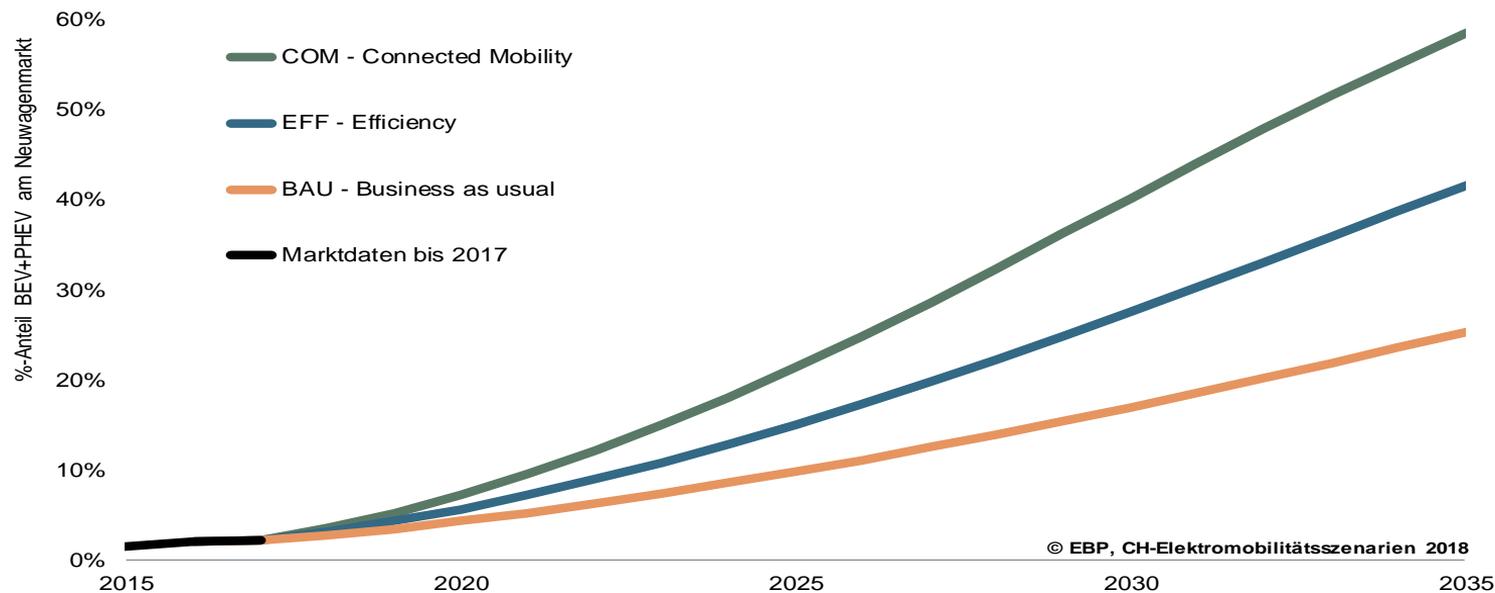
**Angebot:** angekündigte  
Fahrzeuge 2018–2021



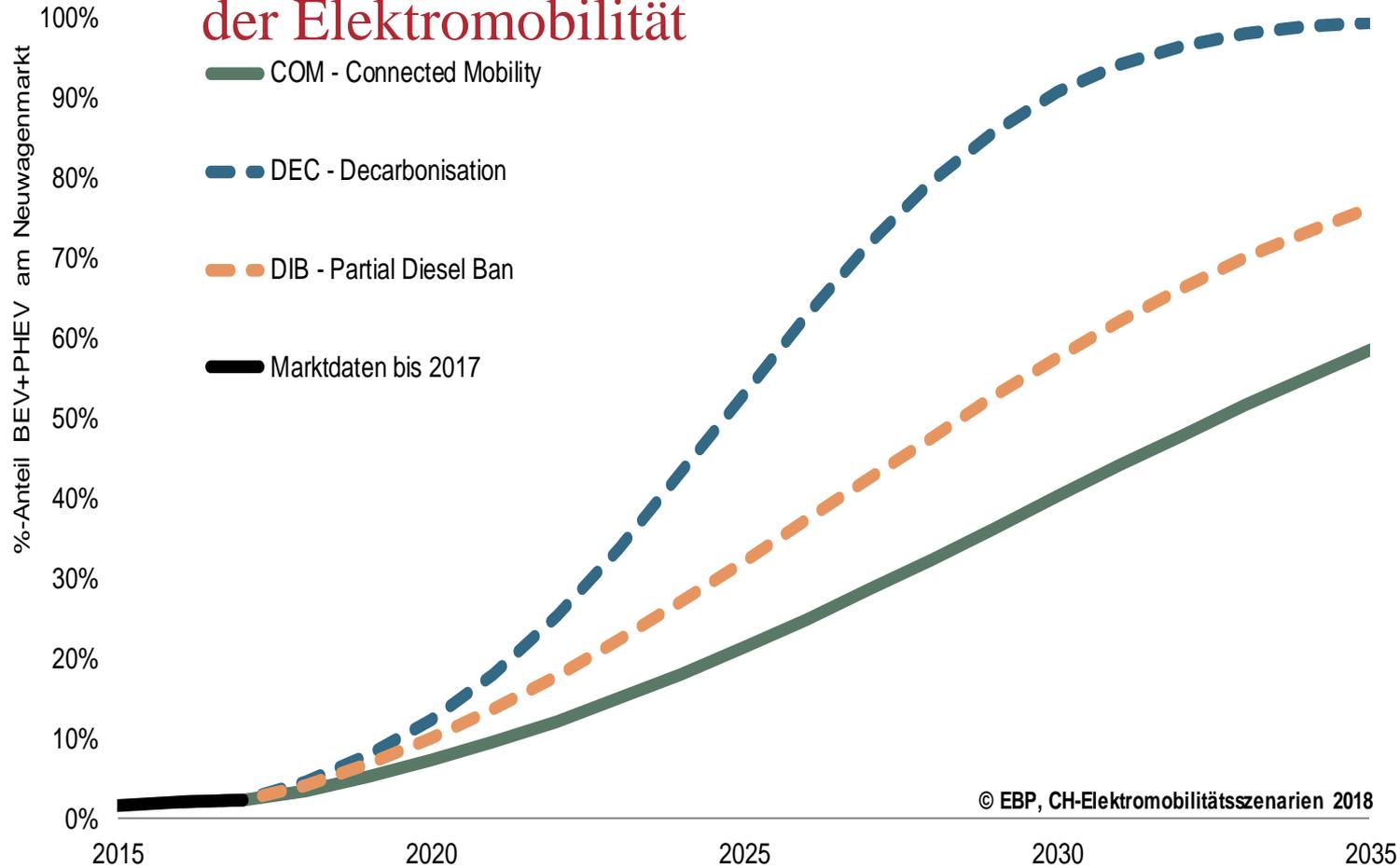
**Mobilitätsverhalten:**  
Mikrozensus Mobilität  
und Verkehr  
(ARE/BFS 2017)

**Energie:**  
Kompatibel zu  
«Energienstrategie  
2050» (BFE 2012):  
Szenarien EFF und  
COM für 2020/30/35

## 2. Szenarien Elektromobilität in der Schweiz – Update 2018

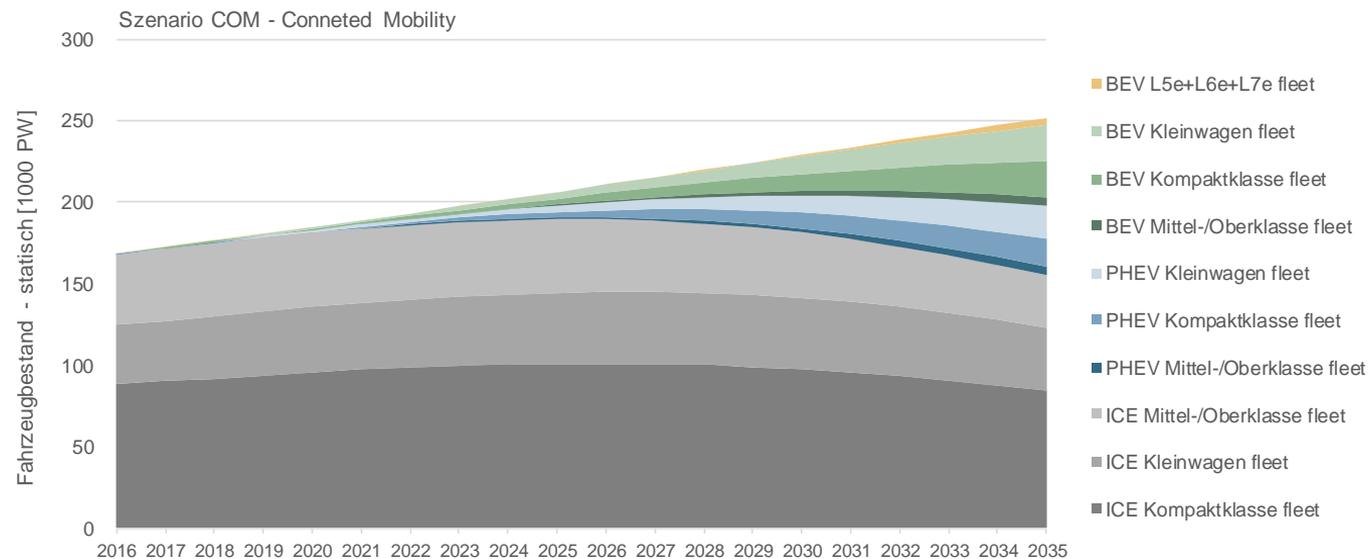


# Disruptive Entwicklungen der Elektromobilität



© EBP, CH-Elektromobilitätsszenarien 2018

## 2. Neuzulassungen > Gesamtbestand, Beispiel Kanton TG



Es dauert noch...

- Im Bestand 7–10 Jahre später als bei den Neuwagen
- ABER: Im Vergleich zu Gebäude-Erneuerungszyklen geht es schnell!
- Schon heute müsste jeder neue/renovierte Parkplatz auf Elektromobilität vorbereitet werden

## 2. Nicht nur der Personenwagen wird elektrisch!

---

- Elektro-Busse
- Elektro-Lieferwagen
- Elektro-Motorräder und Elektro-Roller
- Elektro-Lastwagen

# Inhaltsverzeichnis

---

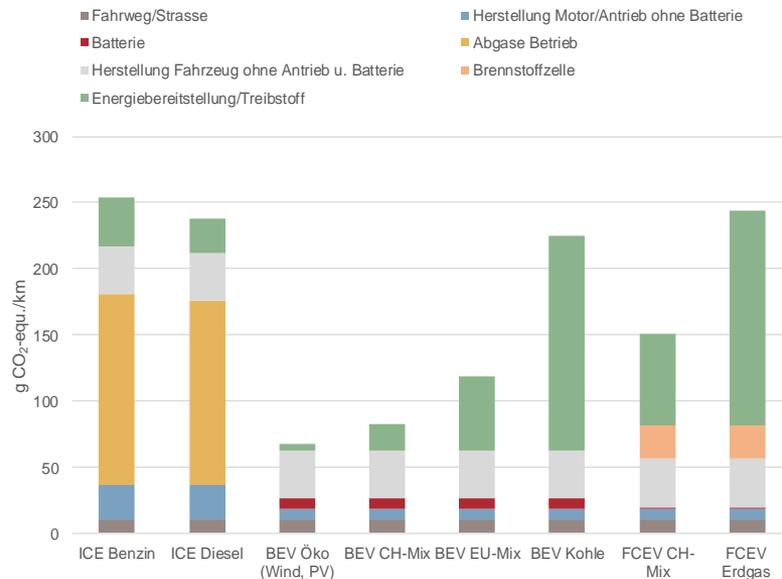
1. Energiewende und Mobilität – kriegen wir die Kurve?
2. Das Auto wird elektrisch!
3. Elektroauto und Energiewende
4. Autonome Fahrzeuge und Energiewende
5. Handlungsmöglichkeiten für Energiestädte

### 3. Ökologische Auswirkungen

Die ökologische Belastung des Fahrens hängt vom verwendeten Strom ab:

- CH-Ökostrom: Einsparung 80 %
- CH-Produktionsmix: Einsparung 70 %
- EU-Verbrauchsmix: Einsparung 50 %
- Kohlestrom: vergleichbare Emissionen

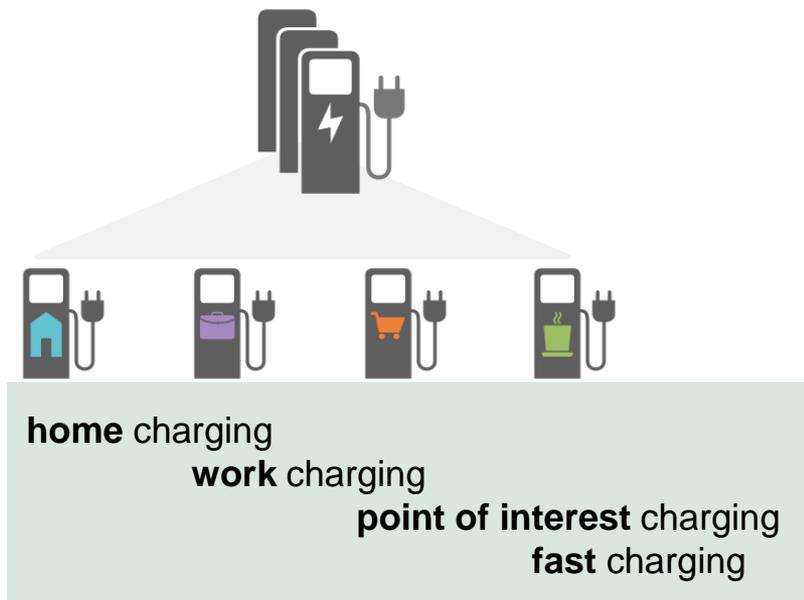
Elektroautos sind im Vergleich zu Benzin/Dieselfahrzeugen in der Produktion belastender, im Betrieb weniger. Damit sind kleinere Batterien und hohe Fahrleistungen für die Ökobilanz der Elektrofahrzeuge besser.



Nicht dargestellt: Plug-in Hybride

Quellen: ETHZ/PSI/EMPA (2016), Frischknecht R. (2014)

### 3. Strom laden ist anders als Benzin tanken!

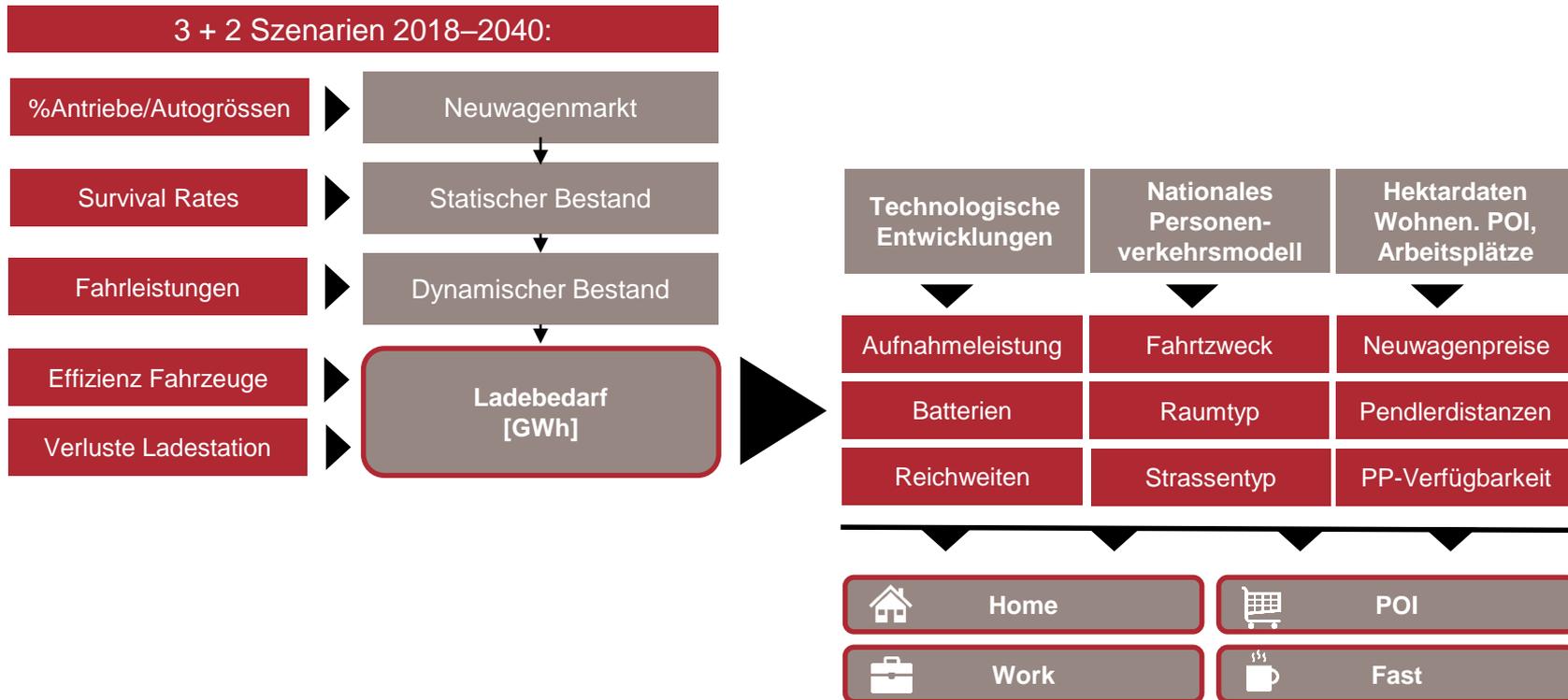


7 **verschiedene** Arten, Strom zu laden!

- Zuhause (privat)
- Zuhause (shared)
- Arbeit (Mitarbeiter)
- Arbeit (Flotte)
- P.O.I. (regelmässig)
- P.O.I. (sporadisch)
- Schnellladen

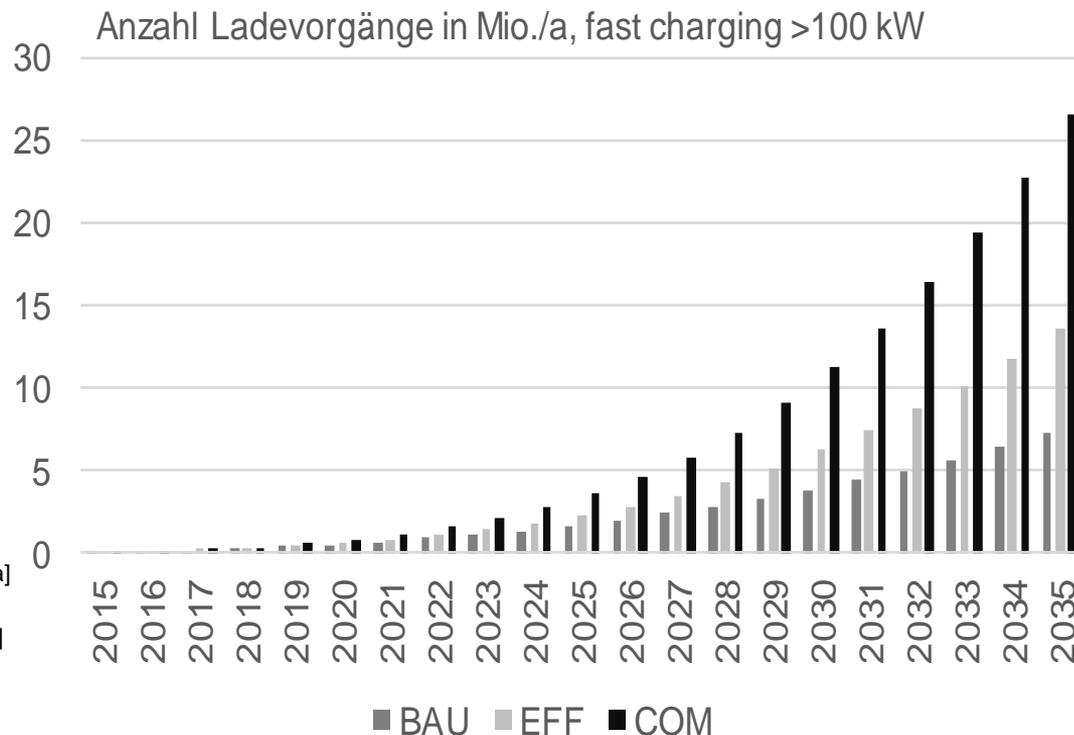
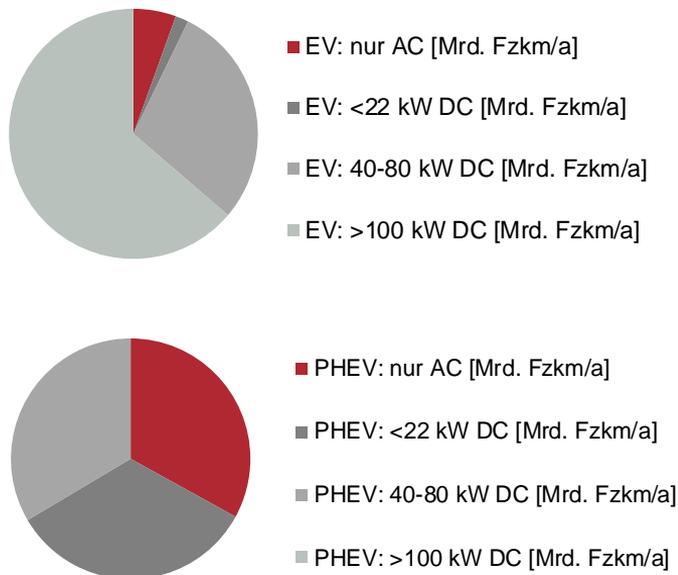
für Autofahrer ist schnell laden gut ↔ für Energiewende ist langsam laden gut  
 zuwenig Lademöglichkeiten zuhause ↔ Chance für P.O.I.?

### 3. Elektromobilität Schweiz → Ladebedarf regional+nach Ladetyp



### 3. Beispiel – Ladevorgänge an Schnellladestationen bis 2035

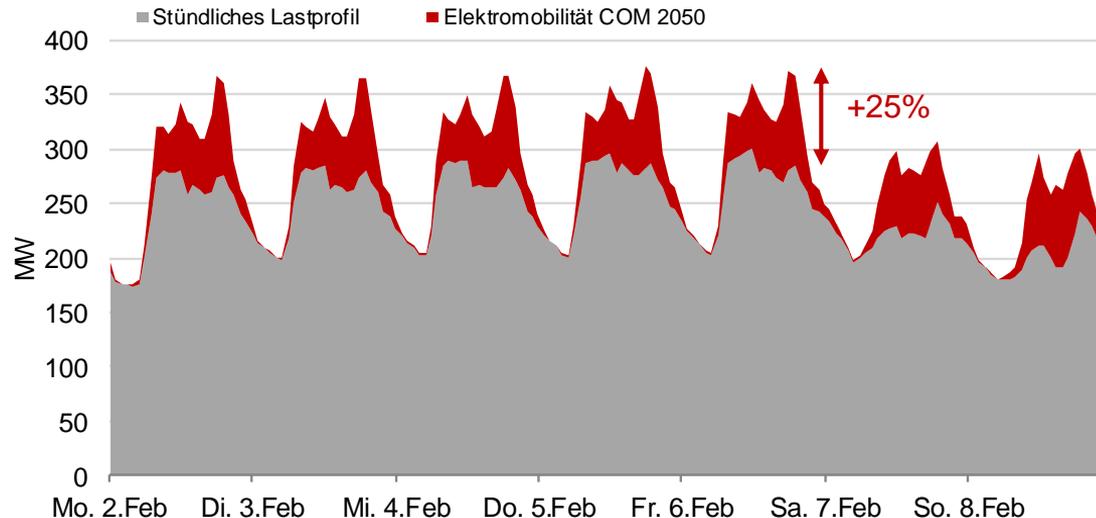
2035, EFF-Szenario:





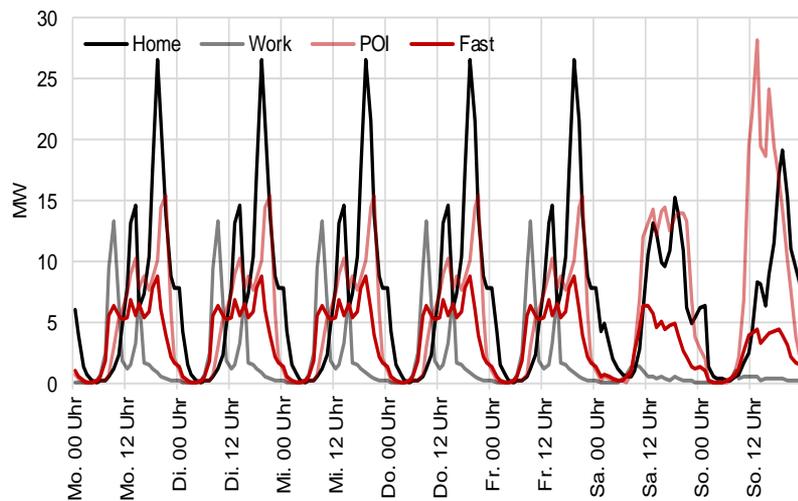
### 3. Smart Charge zur Reduktion der Lastspitzen

- Lastprofil Elektromobilität: Smart Charging!
- Ermöglicht Integration der erneuerbare Energien

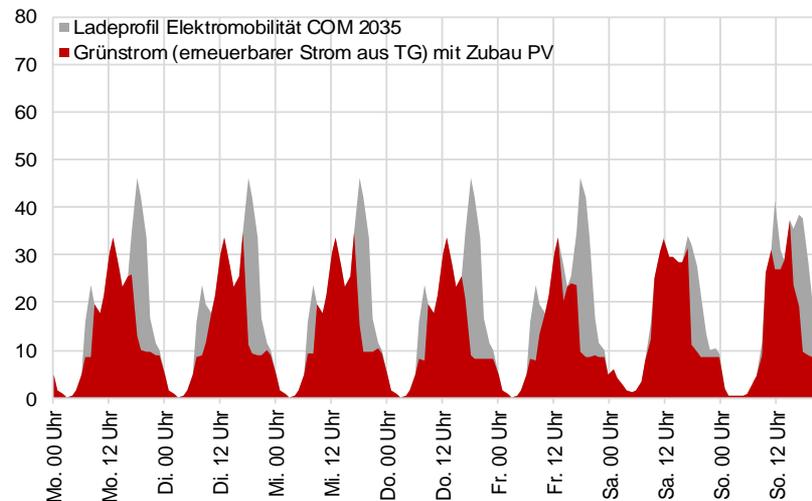


Stündliches Lastprofil einer Februarwoche aus dem Basisjahr 2015 mit Elektromobilität im Jahr **2050** im Szenario COM. Hier ohne «smart charge».

## 4. Smart Charge zur Erhöhung Erneuerbare-Energie-Anteil



Stündliche Ladeprofile der Elektromobilität im Kanton Thurgau je Ladestationstyp in einer Maiwoche im Jahr 2035 gemäss Szenario COM.



Grünstrom-Anteil der Elektromobilität im Thurgau in einer Februarwoche im Jahr 2035 im Szenario COM mit Zubau von Photovoltaik gemäss 1. Massnahmenpaket der Energiestrategie.

## 4. Rückspeisung ins Netz?

---

### Warum Smart Charge:

Smart charge kann wesentliche Beiträge liefern zur Integration erneuerbarer Energie im Netz

!Smart charge ist KEINE Rückspeisung!



### Warum keine Rückspeisung?

- Benötigt bidirektionales Ladegerät im Auto
- Stromversorger muss immer wissen, wo das Fahrzeug ist, ob es dort rückspeisen kann, ob Fahrzeughalter das erlaubt

Rückspeisung aus stationären Batterien:  
immer verfügbar,  
günstiger,  
brauchen nicht crashsicher +  
gewichtsoptimiert zu sein

## Inhaltsverzeichnis

---

1. Energiewende und Mobilität – kriegen wir die Kurve?
2. Das Auto wird elektrisch!
3. Elektroauto und Energiewende
4. Autonome Fahrzeuge und Energiewende
5. Handlungsmöglichkeiten für Energiestädte

## 4. Automatisierte Fahrzeuge: Für alle oder nur für den ÖV??

---

### RideSharing (Mobility as a Service)

- 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



### Das automatisierte, eigene Auto

- «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!*
- Die Sicherheits-Nanny...  
*...jedem Kind sein Child-Bot?*
- Auto holt Pizza oder Gäste ab, bringt mich zum Bahnhof, sucht Parkplatz selber oder «parkiert» im rollenden Verkehr...

## 4. Entwicklung Fahrleistung: Einflussgrößen

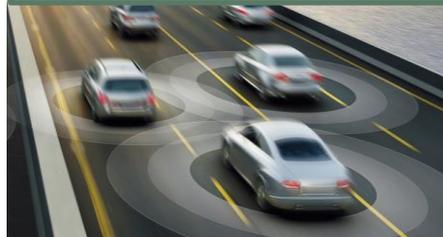
Kapazitätsgrenzen



Leerfahrten



Verflüssigung



Neue Nutzergruppen



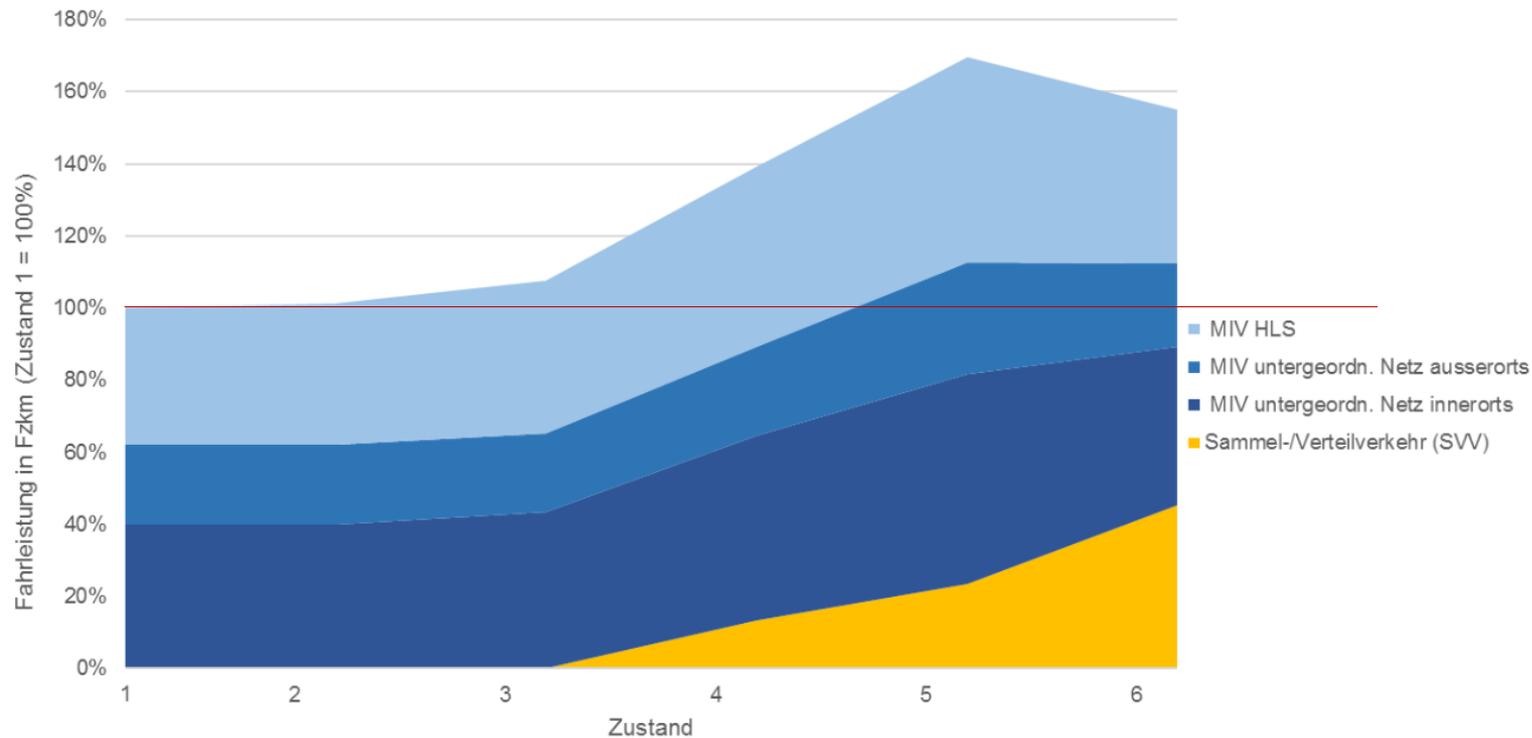
Sammelverkehr



Nutzung Unterwegszeit



## 4. Entwicklung Fahrleistung



## 4. Autonome Fahrzeuge und Energiewende

---

Es braucht starke Regulierung, damit automatisierte Fahrzeuge einen positiven Beitrag zur Energiewende leisten würden  
*(Konzessionspflicht, Monitoring von Leerfahrten, Parkplatz-Bewirtschaftung, Mobility Pricing, ...)*

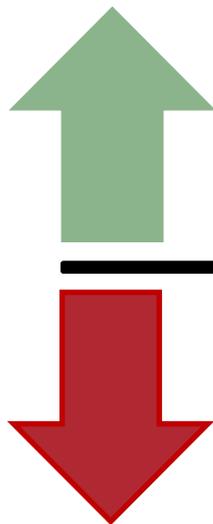
## Inhaltsverzeichnis

---

1. Energiewende und Mobilität – kriegen wir die Kurve?
2. Das Auto wird elektrisch!
3. Elektroauto und Energiewende
4. Autonome Fahrzeuge und Energiewende
5. Handlungsmöglichkeiten für Energiestädte

## 5. Wann ist die Elektromobilität „gut“?

- Chancen wahren, Risiken vermeiden
- Elektromobilität-Förderung einbetten in Gesamtpaket: Kombinierte Mobilität + Ökostrom
- Gesamtbilanz positiv oder negativ? **entscheidet sich auf kantonaler + städtischer Ebene**



- Unabhängigkeit von fossiler Energie
- Integration von Sonnen- und Windstrom
- Dezentrale Strom-Speicherung, Netz-Stabilisierung
- Verbesserung Luftreinhaltung, Reduktion Lärmbelastung
- Diversifizierung Fahrzeugtypen
- Förderung kombinierter Mobilität

Chance

- Einsatz nicht-erneuerbarer Energie
- Verlagerung Schadstoffemissionen
- Überforderung Stromnetz
- Zunahme Nachfrage nach kritischen Rohstoffen
- Zunahme Auto-Besitz und –Fahrten (Rebound-Effekte)
- Abnahme Einnahmen Mineralölsteuer
- Konkurrenzierung ÖV

Risiko

# 5. Massnahmenpläne auf kantonaler und kommunaler Ebene

Verkehrspolitik	Umwelt- und Klimapolitik	Energiepolitik	Luftreinhaltung
Massnahme 1			
	Massnahme 2		
Massnahme 3			
	Massnahme 4		
<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachhaltiger Modalsplit</li> <li>- Abnahme Verkehrsaufkommen</li> </ul>	<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs</li> <li>- Reduktion Einsatz kritischer Ressourcen</li> </ul>	<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhöhung Energieeffizienz des Verkehrs</li> <li>- Reduktion Stromverbrauch</li> </ul>	<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduktion Lärm-Emissionen</li> <li>- Reduktion Luftschadstoffe</li> </ul>

**Stadt Winterthur, Amt für Mobilität und Umwelt- und Gesundheitsförderung**

**Positionspapier Elektromobilität Stadt Winterthur**

Erklärungsbericht 04.02.2019

Ernst Basler + Partner

**Amt für Energie und Umwelt (AEU), Amt für Natur und Umwelt (AMU)**

**Chancen der Elektromobilität für den Kanton Graubünden**

Finalstudie, Schlussbericht 10. Juni 2019

Ernst Basler + Partner

**Department für Verkehr und Infrastrukturlösungen**

**Thurgau**

**Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau**

Ernst Basler + Partner

**Region Lüneburg**

**EBPO**

**Studie Elektromobilität in der Region Lüneburg**

Ein Verkehrsprojekt der Landesregierung und LÜNBW-V-L-Regionen 3. Fachkonferenz vom 02.02.2019

Ernst Basler + Partner

**Amt für Umwelt und Energie (AEU), Amt für Mobilität (AM), Amt für Wirtschaft und Energie (AW), Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR), Verkehrsverbund Rhein-Saar (VRS)**

**Elektromobilität Region Basel: Massnahmenkonzept für die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur**

Schlussbericht, 28. Oktober 2019

Ernst Basler + Partner

**Elektromobilität – Studie Ladeinfrastruktur Region Basel**

Schlussbericht

Basel, 17.10.2019

**sustainserve**

Ernst Basler + Partner

## 5. Fördermassnahmen: Kantone und Gemeinden

- Handlungsleitfaden «Elektromobilität für Gemeinden» (EBP/Synergo 2017)
- Kantonale Elektromobilitätskonzepte (BS, BL, GR, TG, GE)
- Je nach Kanton: Rabatt Motorfahrzeugsteuer
- Förderprogramme: Kt. GR, Kt. BS  
Städte: GE, SG, ZH, usw.



# Kontakt

---



Peter de Haan  
Gruppenleiter Energiepolitik+Mobilität  
Dozent ETH Zürich für Energie+Mobilität

Zollikerstrasse 65  
8702 Zollikon  
Switzerland

---

Direktwahl +41 44 395 11 14  
[peter.dehaan@ebp.ch](mailto:peter.dehaan@ebp.ch)  
[www.ebp.ch](http://www.ebp.ch)



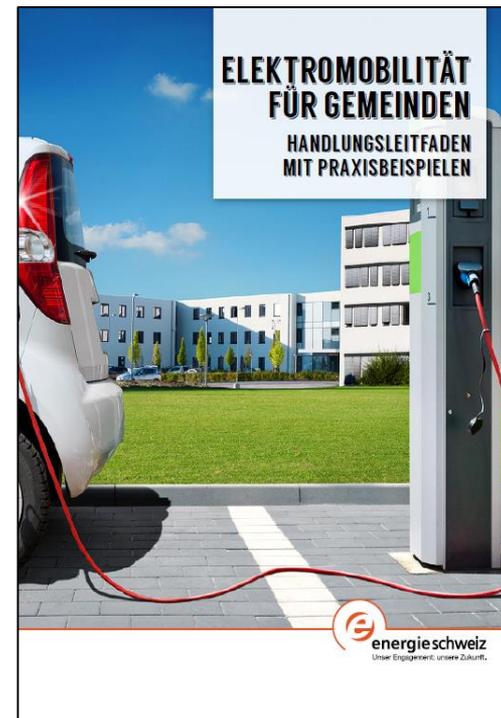
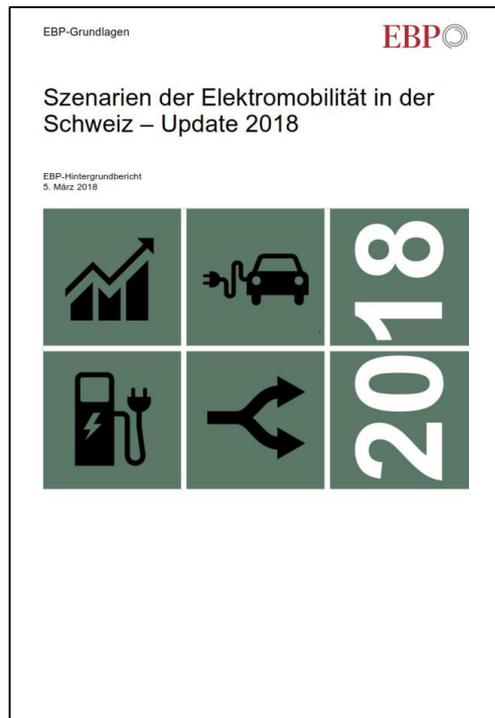
Isolde Erny  
Projektleiterin Energiepolitik+Mobilität, Expertin  
Abfallbewirtschaftung und ökologische Submission

Zollikerstrasse 65  
8702 Zollikon  
Switzerland

---

Direktwahl +41 44 395 11 81  
[isolde.erny@ebp.ch](mailto:isolde.erny@ebp.ch)  
[www.ebp.ch](http://www.ebp.ch)

# Bereits verfügbare Studien...



# Bereits verfügbare Studien...

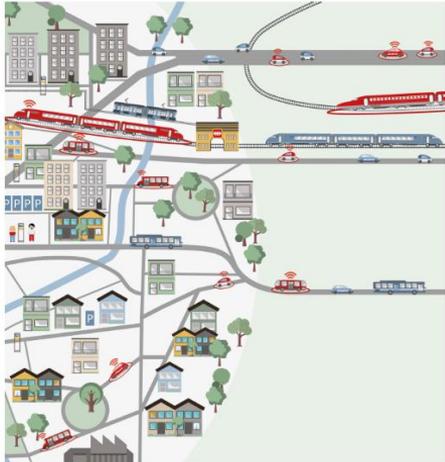
[Download-Link \(108 Seiten, 3.4 MB\)](#)

BaslerFonds, Schweizerischer Städteverband und weitere Partner

**EBP**

## Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz

Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A)  
Definitive Fassung vom 24.10.2017



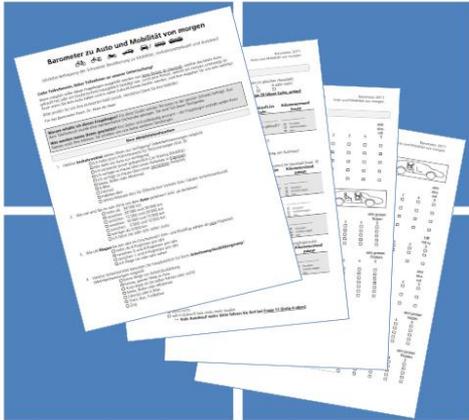
[Download-Link \(21 Seiten, 1.1 MB\)](#)

asut - Schweizerischer Verband der Telekommunikation

**EBP**

## Automatisierte und voll-autonome Fahrzeuge: Akzeptanz verschiedener Anwendungen in der Bevölkerung

Kurzbericht, Entwurfsfassung  
17. November 2017

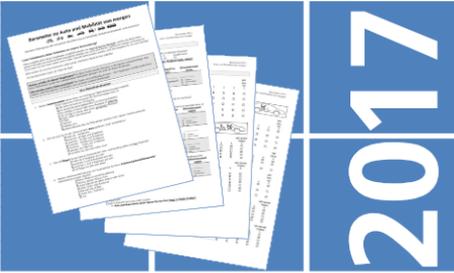


[Download-Link \(54 Seiten, 2.1 MB\)](#)

Jährliche Erhebung zu Mobilität, Verkehrsmittelwahl und Autokauf in der Schweiz

## Barometer Auto und Mobilität von morgen 2017

EBP-Grundlagenbericht  
4. Oktober 2017



**EBP**