

# Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung

SVI Forschungstagung 2019

Felix Becker  
IVT, ETH Zürich

5. September 2019



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

# Automatische Fahrzeuge?

---

Kostenstrukturen?



Kostenrechner

Nutzerpräferenzen?



Stated preference Befragung

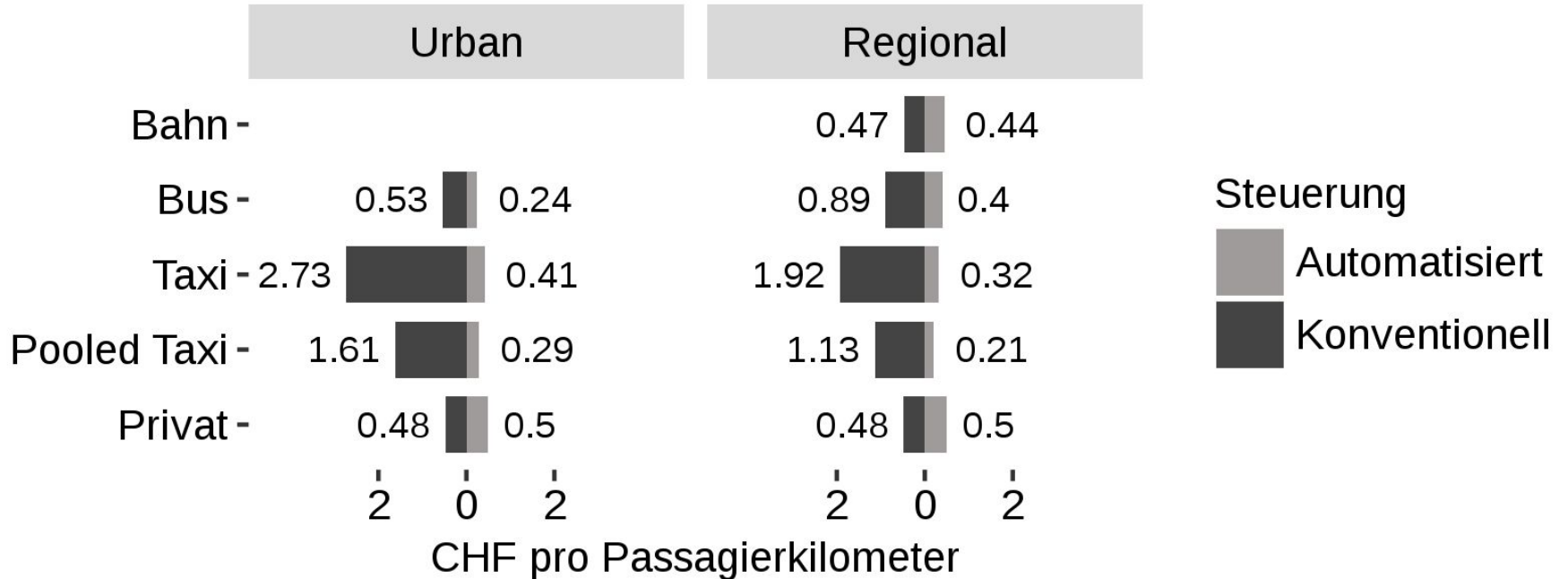
Systemeinfluss?



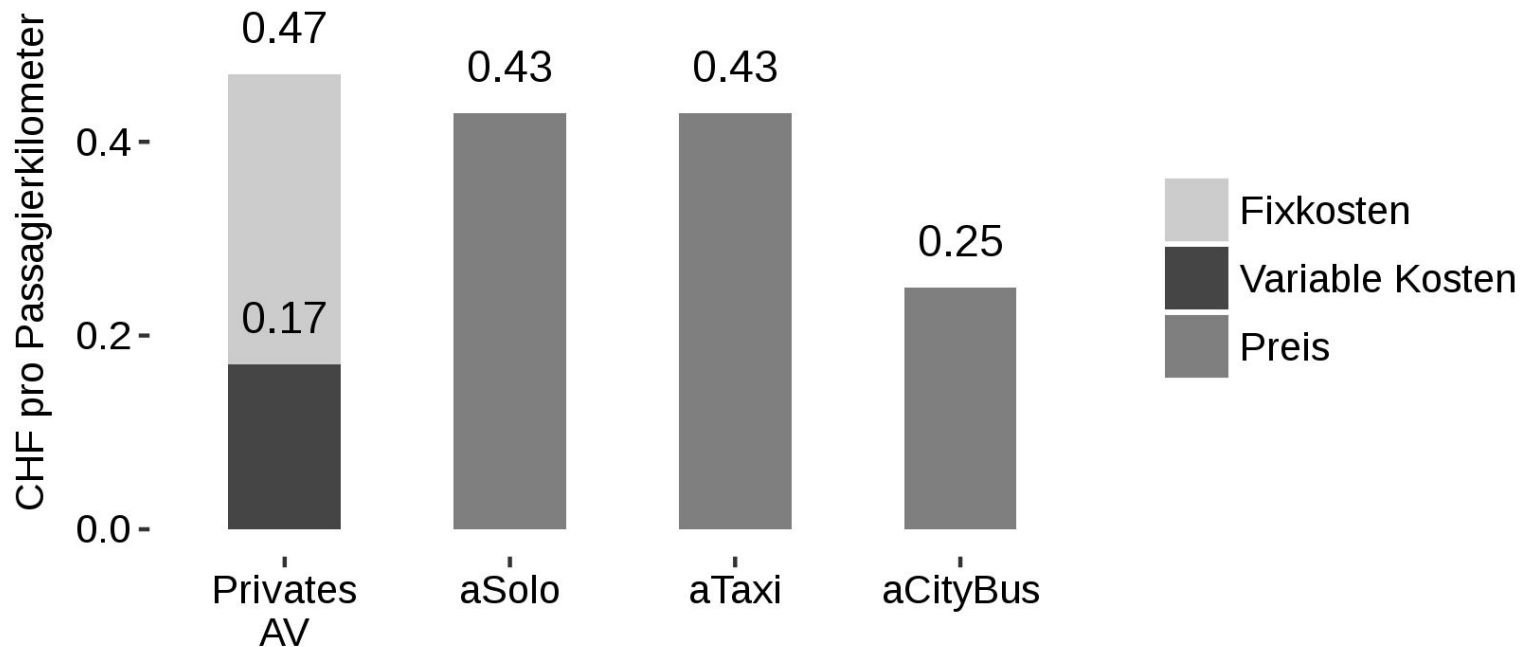
MATSim Simulationen

# 1. Kostenrechner

# Kosten: Effekt der Automatisierung



# Kosten: Automatisiert und elektrisch



# 2. Befragung

# Befragung: Struktur der Umfrage

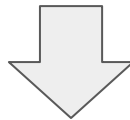
---

- 1. Stufe
  - Soziodemographie
  - zwei gewöhnliche Wege
  - Anpassung Mobilitätswerkzeuge - AV-Flotte
- 2. Stufe
  - Verkehrsmittelwahlexperiment - AV-Flotte
  - Fragen zu den Einstellungen
  - Anpassung Mobilitätswerkzeuge - AV-Flotte und privates AV
- 3. Stufe
  - Verkehrsmittelwahlexperiment - AV-Flotte und privates AV

# Befragung: Stated Choice Experiment

Flotte eingeführt	Wetter	Mobilitätswerkzeuge	Angegebener Weg
Vor zwei Wochen	20°C	Auto, Halbtax	Arbeitsweg

	Autonom		Autonom	Autonom	Bisher gewählt
	 + A	 + 	A + 	A	
Hauptverkehrsmittel	Zug	Zug	Pooled-Service	Taxi-Service	Derzeitiges Auto
Zubringer	Autonomer Taxi-Service	Bus / Tram			



Gesamtreisezeit	00:56 h	00:52 h	00:34 h	00:40 h	00:45 h
davon Fahrzeit in Hauptverkehrsmittel	00:30 h	00:18 h	00:30 h	00:35 h	
davon Fahrzeit in Zubringer	00:25 h	00:16 h			
davon Gesamtwartzeit	00:01 h	00:04 h	00:04 h	00:05 h	
davon Zugangs- und Abgangszeit		00:14 h			
Anzahl Umsteigen	1	1			
Takt	00:18 h	00:18 h			
Variable Kosten	8 CHF	7 CHF	12 CHF	20 CHF	18 CHF
Ihre Auswahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



# Befragung: PW-Besitz pro Haushalt

---

	Konventionell	Privates AV	Gesamt
Derzeit	1.37		1.37
AV Flotte	0.95***		0.95***
AV Flotte & priv. AV	0.68	0.66	1.34
Gepaarter zweiseitiger T-Test: *** : $p < 0.01$ , ** : $p < 0.05$ , * : $p < 0.1$			

# Befragung: Besitz von Mobilitätswerkzeugen

---

- Insb. ÖV-Güteklassen besitzen hohe Erklärungskraft
- **Szenario AV-Flotte & priv. AV**
  - #Minderjährige in Haush. für Besitz priv. AV signifikant positiv
  - Preis priv. AV für Besitz priv. AV signifikant negativ

# Befragung: Value of Travel Time Savings

---

Konv. Verkehrsmittel	VTTS in CHF/h
Zug	9.64
Bus	18.71
Bus (Zubringer)	36.41
Konv. Personenwagen	18.21
Zu Fuss	22.52
Velo	39.92

Automat. Verkehrsmittel	VTTS in CHF/h
Pooling AV	14.64
Privates AV	14.77
Taxi AV	17.33
Taxi AV (Zubringer)	23.77

# Befragung: Zusammenfassung

---

## **Besitz**

- Reduktion PW Besitz nur bei Sz. AV-Flotte

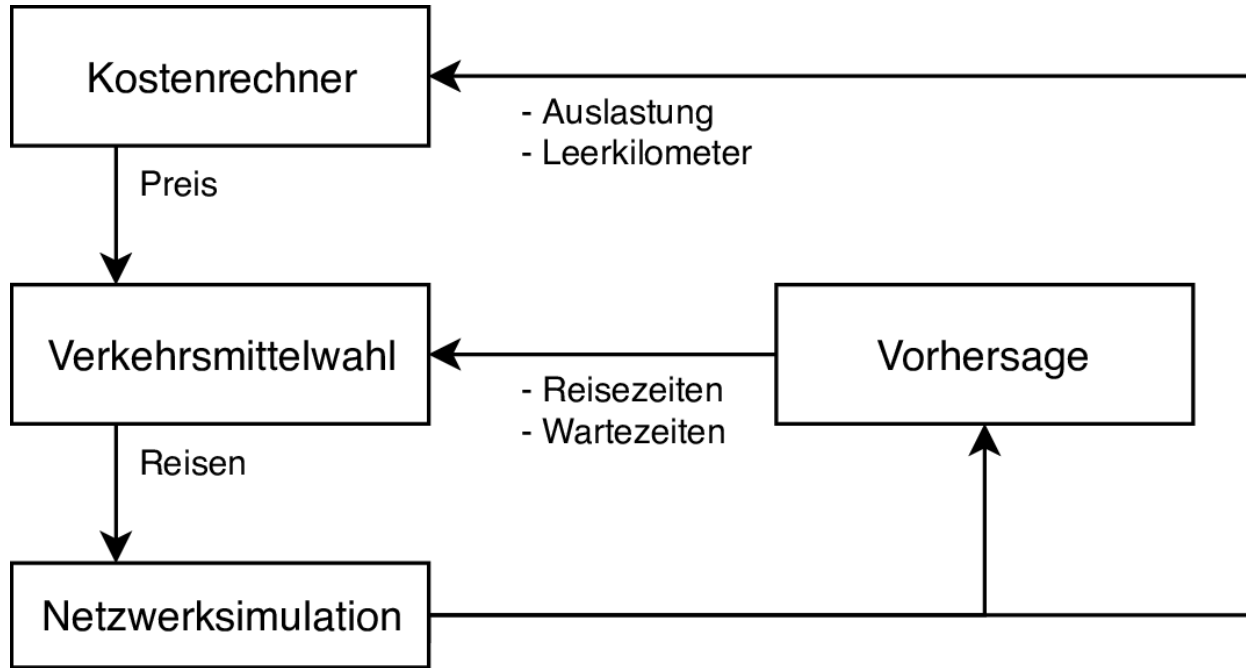
## **Nutzung**

- Befragte sehen einen Komfortgewinn im Vergleich zum PW
- Vor allem das konventionelle Fahrzeug wird durch automatisierte Alternativen ersetzt

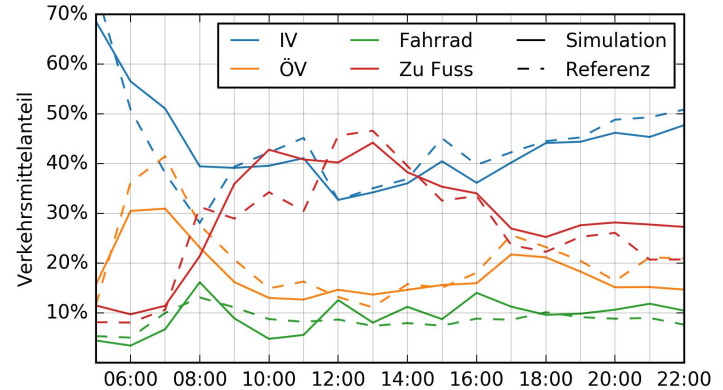
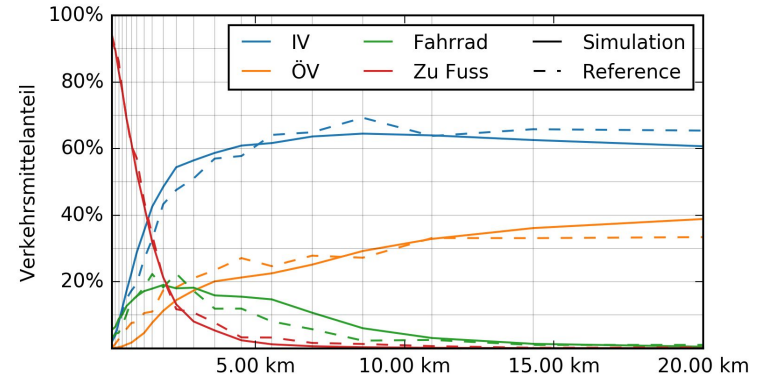
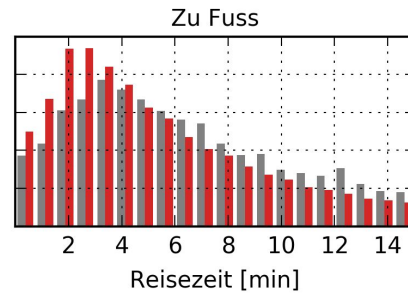
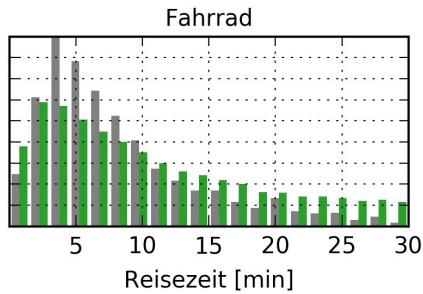
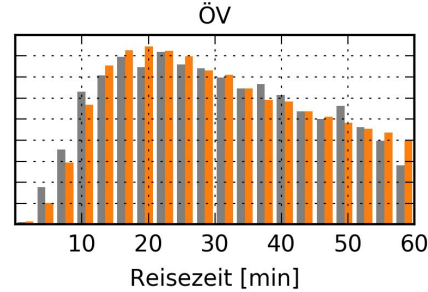
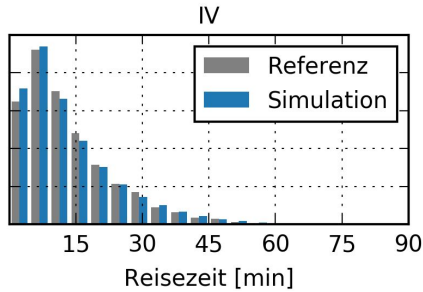
# 3. Simulationen

# Simulationen: Grundaufbau

---



# Simulationsszenario



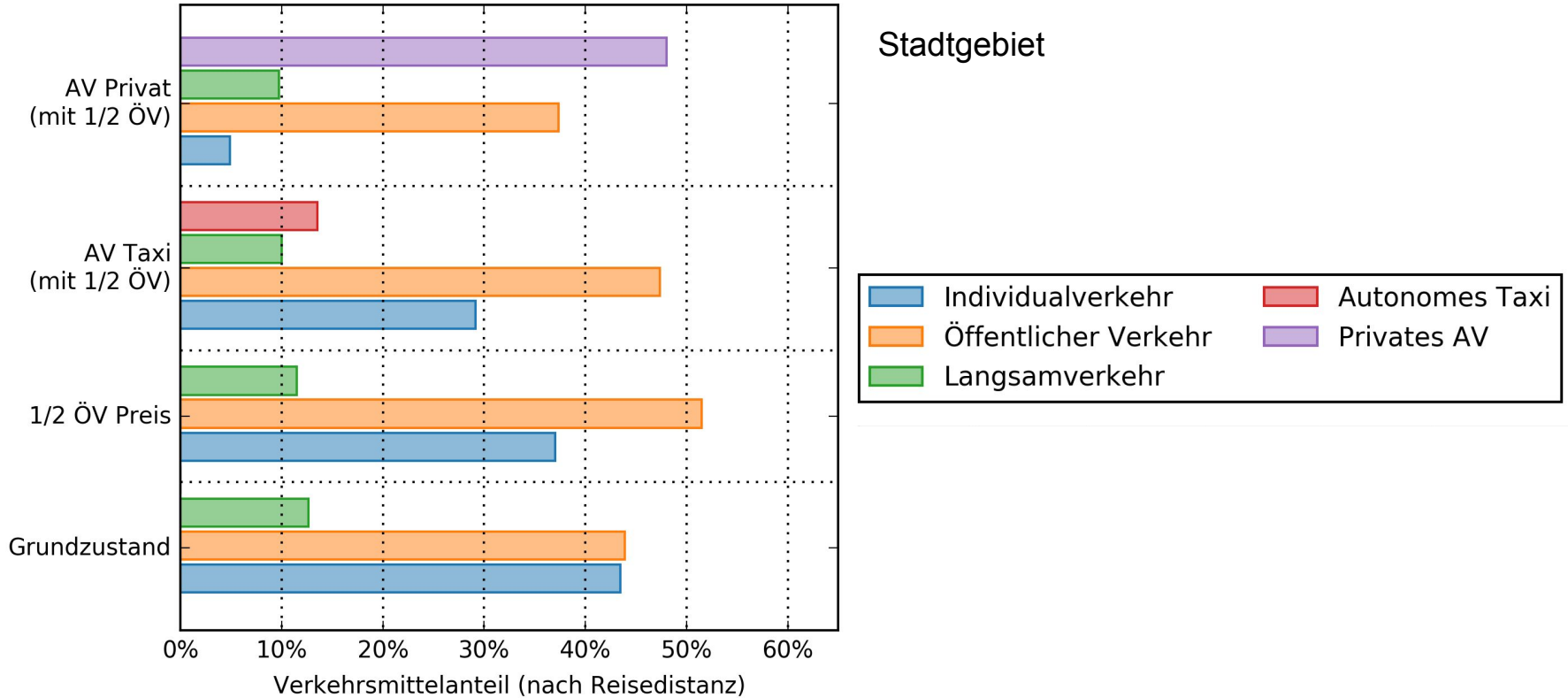
# Simulationen: Szenarien

---

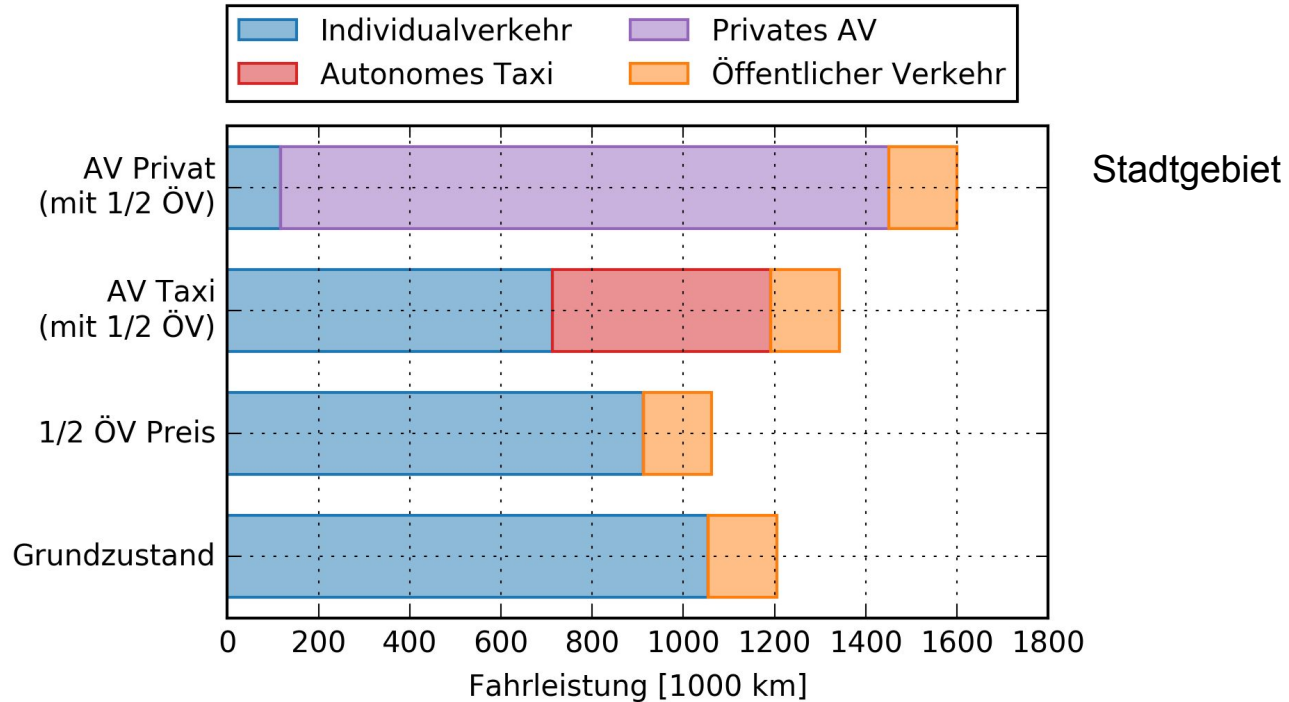
- Untersuchungsgebiete
  - Zürich Stadtkern
  - Zürich Umgebung (30km)
  
- Drei Effekte des automatisierten Fahrens
  - Automatisierter ÖV (Preisreduktion)
  - Automatisierte Taxis
  - Automatisierte Privatfahrzeuge



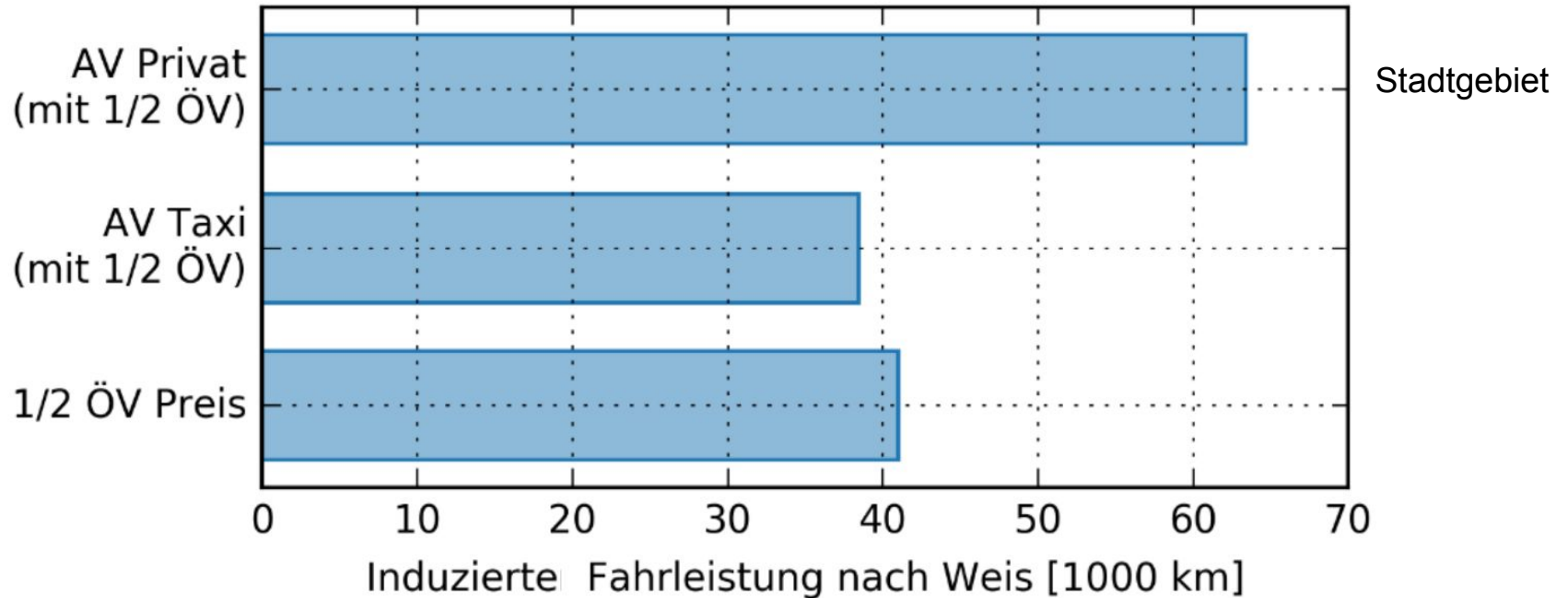
# Simulationen: Verkehrsmittelanteile



# Simulationen: Fahrzeugkilometer



# Simulationen: Induzierter Verkehr (Personenkilometer)



# Simulationen: Interpretation der Effekte

---

- Berücksichtigte Effekte
  - **Verkehrsmittelwahl**
  - Leerfahrten
  - Induzierter Verkehr (nach makroskopischer Regression)
  
- Nicht berücksichtigt
  - Anpassung der Tagespläne (bisher ungelöst)
  - Intermodale Reisen (in Arbeit)
  - Parkierungsverkehr / Servicefahrten (in Arbeit)
  - Pooling (in Arbeit)

# Simulationen: Fazit

---

- Potential zur Unterstützung der Verkehrssysteme durch automatisierte Taxis in der Stadt
- Substantieller Anstieg der Fahrzeugkilometer durch private autonome Fahrzeuge möglich

# Fragen?

---

# Befragung: ÖV- Abo Besitz pro Teilnehmer

---

	GA	ZVV	Gesamt
Derzeit	0.18	0.29	0.47
AV Flotte	0.20	0.29	0.49
AV Flotte & Priv. AV	0.19	0.24	0.43
McNemar's Test: *** : $p < 0.01$ , ** : $p < 0.05$ , * : $p < 0.1$			

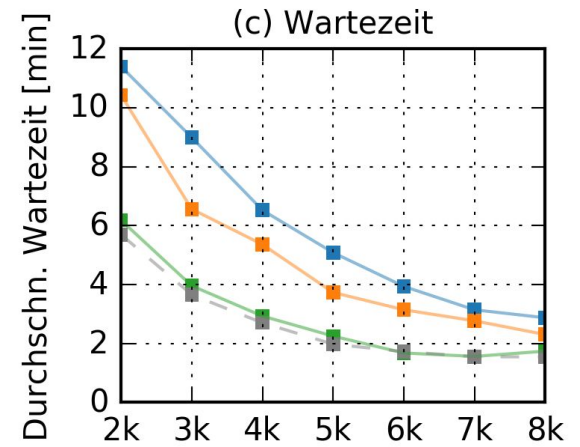
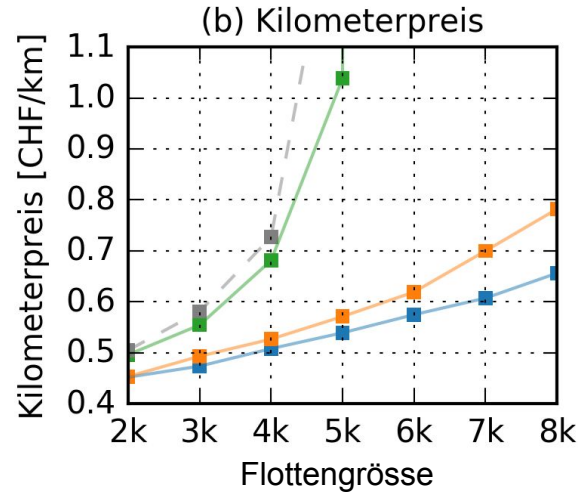
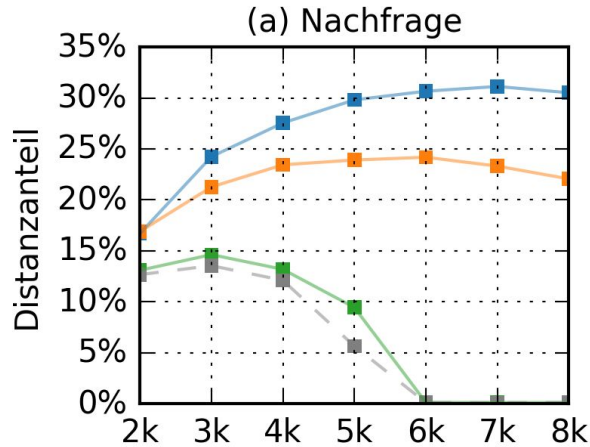
# Befragung: Soziodemographie der Stichprobe

---

	Hauptstudie	MZ Zürich 2015
Altersdurchschnitt	46.11	49.32 (Volljährige)
Durchschnittl. monatl. Bruttohaushaltseinkommen	12400 CHF	8000 CHF
Durchschnittl. Anzahl PW pro Haushalt	1.36	0.99
Anteil mit ZVV-Abo (ohne Streckenabo)	29.11%	13.65%
Anteil mit GA	17.71%	9.66%
Anteil Frauen	41.79%	51.05%
N	347	-



# Simulationen: Flottenauslegung



# Simulation: Nutzerperspektive

Gebiet: Stadt						
Szenario	Grundszenario		Taxi-AVs		Private AVs	
ÖV-Preis	Voll	1/2	Voll	1/2	Voll	1/2
Nutzerperspektive						
Tageskosten						
Kumulativ [MCHF]	2.38	2.87	4.75	3.64	2.56	2.92
Durchschnitt [CHF]	1.96	2.19	4.19	2.98	2.34	2.55
Median [CHF]	1.07	2.3	3.03	2.3	1.59	2.29
Tagesreisezeit						
Kumulativ [kh]	164.41	163.9	166.92	166.74	147.29	145.42
Durchschnitt [min]	34.04	33.94	34.56	34.52	30.49	30.1
Median [min]	24.87	25.45	25.98	26.28	21.97	22.12