

Erfassung des Value of Travel Time Savings beim autonomen Fahren

Viktoriya Kolarova, Felix Steck, Francisco Bahamonde-Birke
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Verkehrsforschung

*Konferenz „Verkehrsökonomik und -politik“
15.06.2018, Berlin*



Wissen für Morgen



Gliederung

1. Einführung und Fragestellung
2. Befragungsdesign
3. Modellschätzungen
4. Value of Travel Time Savings (VTTS)
5. Diskussion



1. Einführung und Fragestellung

Zunehmende Automatisierung von Straßenfahrzeugen



Der Fahrer/die Fahrerin kann während der Fahrt anderen Aktivitäten nachgehen
=> Die Wahrnehmung der Zeit verändert sich



Neue Mobilitätsangebote (z.B. *Vehicle on Demand*)
=> Veränderte Verkehrsmittelwahl

Fokus der Befragung:

Wie wirkt sich das autonome Fahren auf den VTTS und die Verkehrsmittelwahl aus?

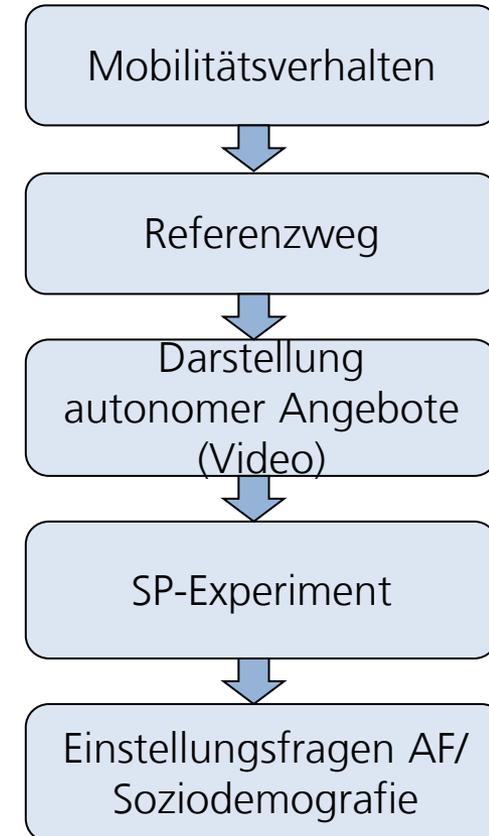


2. Befragungsdesign

Übersicht

- Online-Umfrage, 485 Teilnehmer/innen (repräsentativ für Deutschland nach Alter (über 18 Jahre) und Geschlecht)
- Kombination von Revealed (RP) und Stated Preference (SP) – Methoden
- Zwei SP Experimente, bezogen auf einen Referenzweg:
 - momentane Moduswahl: Fuß, Rad, ÖV, MIV
 - zukünftige Moduswahl: statt MIV automatisierter privater Pkw, (geteilte) fahrerlose Taxis (VoD)
- 8 Wahlsituationen per Proband / Zeitscheibe mit unterschiedlichen Wegezwecken: Arbeit/ Einkauf/ Freizeit
- Analyse: Schätzung diskreter Wahlmodelle (**Mixed Logit**)
- Ergebnis: Moduswahl-Parameter, Value of travel time savings (VTTS) nach Verkehrsmittel, Einkommen und Wegezweck

Befragungsstruktur



2. Befragungsdesign

Berichteter Weg

Welches der folgenden Verkehrsmittel nutzen Sie gewöhnlich auf dem Weg zur Arbeit/ Ausbildungsstätte?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
			
Zu Fuß	Fahrrad	Pkw	ÖV

Wie lange brauchen Sie auf ihrem Weg zur Arbeit/Ausbildungsstätte?

Wegedauer

Minuten

Wegelänge

Kilometer



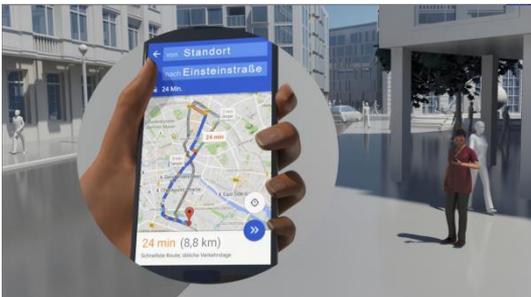
2. Befragungsdesign

Betrachtete automatisierte Angebote

Privater vollautomatisierter Fahrzeug



Fahrerloses Taxi – individuell oder geteilt genutzt



2. Befragungsdesign

Beispiel einer Wahlsituation (zukünftige Alternativen)



Stellen Sie sich vor, dass Ihnen alle unten angegebenen Verkehrsmittel für Ihren **Weg zur Arbeit/Ausbildung** zur Verfügung stehen. Die Dauer und die Kosten für den Weg mit den verschiedenen Alternativen sind wie angegeben.

Bitte kreuzen Sie an, für welche Option Sie sich in dieser Situation entscheiden würden.

	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	Alternative 5
Verkehrsmittel	<u>zu Fuß</u>	<u>Fahrrad</u>	<u>ÖPNV</u>	<u>Autonomes Auto</u>	<u>Fahrerloses Taxi</u>
Fahrzeit	2 Std. 45 Min.	42 Min.	27 Min.	30 Min.	30 Min.
Zu- und Abgangszeit		2 Min.	5 Min.		
Wartezeit			10 Min.	5 Min.	2 Min.
Fahrgäste im Taxi					Allein unterwegs
Kosten			3.15 €	1.98 €	4.05 €
	Gesamte Wegezeit: 2 Std. 45 Min.	Gesamte Wegezeit: 44 Min.	Gesamte Wegezeit: 42 Min.	Gesamte Wegezeit: 35 Min.	Gesamte Wegezeit: 32 Min.
	davon nutzbar*: keine	davon nutzbar*: keine	davon nutzbar*: 22 Min.	davon nutzbar*: bis zu 25 Min.	davon nutzbar*: 25 min
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*Zeit auf dem Weg ohne Fahraufgabe, d.h. die Zeit, in der man anderen Tätigkeiten nachgehen kann

zurück

0% 100%

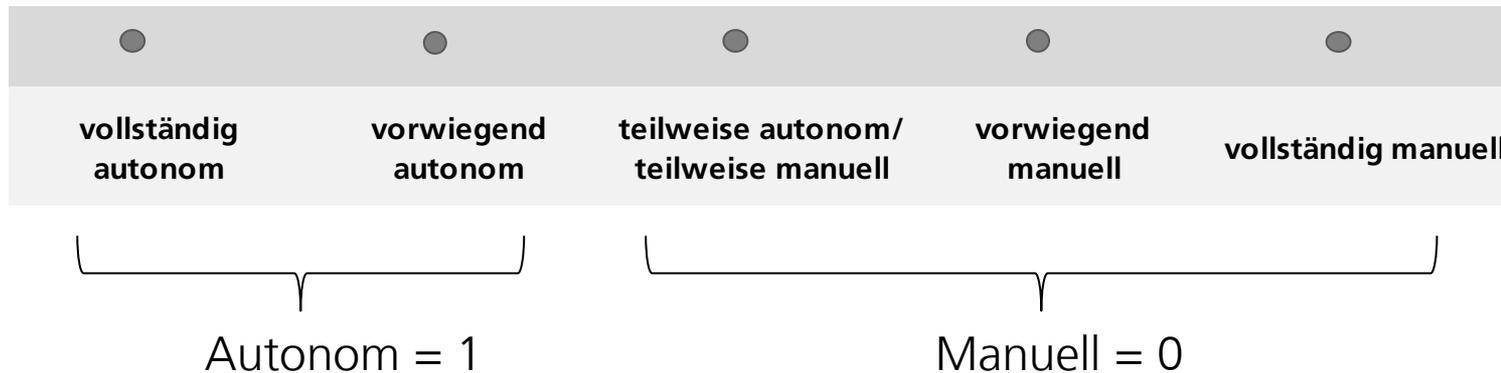
weiter

2. Befragungsdesign

Bevorzugter Fahrmodus - autonom vs. manuell

Likert-Skala:

Für den Fall, dass Sie ein autonomes Auto besitzen, auf welche Weise würden Sie den von Ihnen beschrieben Weg zurücklegen?



- Dichotome Variable dient zur Schätzung verschiedener Zeitkoeffizienten für manuelles (konventionelles) Fahren und autonomes Fahren



3. Modellschätzungen – Mixed Logit

Parameter	Gegenwart	Zukunft
	Geschätzter Wert	Geschätzter Wert
ASC _{Fuß}	8.66 [*]	9.4 [*]
ASC _{Fahrrad}	1.03 [*]	0.069
ASC _{ÖV}	0.993	-2.240
ASC _{Fahrerloses Taxi}	–	-0.241
β _{Zeit zu Fuß}	-0.330 [*]	-0.390 [*]
β _{Zeit Fahrrad}	-0.203 [*]	-0.247 [*]
β _{Zeit ÖV}	-0.069 [*]	-0.053 [*]
β _{Zeit Autonomes Fahren - Arbeit}	–	-0.063 [*]
β _{Zeit Autonomes Fahren - Freizeit/ Einkauf}	–	-0.060 [*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Arbeit}	-0.107[*]	-0.094[*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Freizeit/ Einkauf}	-0.063[*]	-0.057[*]
β _{Zeit Taxi - Alleine nutzen}	–	-0.102 [*]
β _{Zeit Taxi - Fahrt teilen}	–	-0.105 [*]
...

➤ Beim konventionellen Fahren wird die Fahrzeit auf Freizeit/ Einkaufswegen weniger negativ als auf Arbeitswegen wahrgenommen

Anmerkung: * = signifikant

es werden nur die β -Koeffizienten dargestellt



3. Modellschätzungen – Mixed Logit

	Gegenwart	Zukunft
Parameter	Geschätzter Wert	Geschätzter Wert
ASC _{Fuß}	8.66 [*]	9.4 [*]
ASC _{Fahrrad}	1.03 [*]	0.069
ASC _{ÖV}	0.993	-2.240
ASC _{Fahrerloses Taxi}	–	-0.241
β _{Zeit zu Fuß}	-0.330 [*]	-0.390 [*]
β _{Zeit Fahrrad}	-0.203 [*]	-0.247 [*]
β _{Zeit ÖV}	-0.069 [*]	-0.053 [*]
β_{Zeit Autonomes Fahren - Arbeit}	–	-0.063[*]
β_{Zeit Autonomes Fahren - Freizeit/ Einkauf}	–	-0.060[*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Arbeit}	-0.107 [*]	-0.094 [*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Freizeit/ Einkauf}	-0.063 [*]	-0.057 [*]
β _{Zeit Taxi - Alleine nutzen}	–	-0.102 [*]
β _{Zeit Taxi - Fahrt teilen}	–	-0.105 [*]
...

➤ Beim autonomen Fahren **(AV)** wird die Zeit bei allen **Wege Zwecken gleich** wahrgenommen

Anmerkung: * = signifikant

es werden nur die β -Koeffizienten dargestellt



3. Modellschätzungen – Mixed Logit

Parameter	Gegenwart	Zukunft
	Geschätzter Wert	Geschätzter Wert
ASC _{Fuß}	8.66 [*]	9.4 [*]
ASC _{Fahrrad}	1.03 [*]	0.069
ASC _{ÖV}	0.993	-2.240
ASC _{Fahrerloses Taxi}	–	-0.241
β _{Zeit zu Fuß}	-0.330 [*]	-0.390 [*]
β _{Zeit Fahrrad}	-0.203 [*]	-0.247 [*]
β _{Zeit ÖV}	-0.069 [*]	-0.053 [*]
β _{Zeit Autonomes Fahren - Arbeit}	–	-0.063 [*]
β _{Zeit Autonomes Fahren - Freizeit/ Einkauf}	–	-0.060 [*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Arbeit}	-0.107 [*]	-0.094 [*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Freizeit/ Einkauf}	-0.063 [*]	-0.057 [*]
β _{Zeit Taxi - Alleine nutzen}	–	-0.102[*]
β _{Zeit Taxi - Fahrt teilen}	–	-0.105[*]
...

➤ Es ist **kein Unterschied** zwischen der Nutzung von einem fahrerlosen Taxi (**VoD**) **alleine vs. geteilt** festzustellen

Anmerkung: * = signifikant

es werden nur die β -Koeffizienten dargestellt



3. Modellschätzungen – Mixed Logit

Parameter	Gegenwart	Zukunft
	Geschätzter Wert	Geschätzter Wert
ASC _{Fuß}	8.66 [*]	9.4 [*]
ASC _{Fahrrad}	1.03 [*]	0.069
ASC _{ÖV}	0.993	-2.240
ASC _{Fahrerloses Taxi}	–	-0.241
β _{Zeit zu Fuß}	-0.330 [*]	-0.390 [*]
β _{Zeit Fahrrad}	-0.203 [*]	-0.247 [*]
β _{Zeit ÖV}	-0.069 [*]	-0.053 [*]
β _{Zeit Autonomes Fahren - Arbeit}	–	-0.063 [*]
β _{Zeit Autonomes Fahren - Freizeit/ Einkauf}	–	-0.060 [*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Arbeit}	-0.107 [*]	-0.094 [*]
β _{Zeit Konventionelles Fahren - Freizeit/ Einkauf}	-0.063 [*]	-0.057 [*]
β _{Zeit Taxi - Alleine nutzen}	–	-0.102 [*]
β _{Zeit Taxi - Fahrt teilen}	–	-0.105 [*]
...

➤ Die Zeit in einem privaten Auto (**AV**) wird **weniger negativ** als in einem fahrerlosen Taxi (**VoD**) wahrgenommen

Anmerkung: * = signifikant

es werden nur die β -Koeffizienten dargestellt



3. Modellschätzungen

- Wartezeit / Zu- und Abgangszeit => um 1,2 bis 2 Mal höher als Unterwegszeit
- Koeffizienten für die Kosten **unterscheiden** sich nach **Einkommensklassen** => in höheren Einkommensklassen werden Kosten weniger negativ wahrgenommen
- **Keine Effekte des Alters und Geschlechts** auf Modalwahlpräferenzen für AV / VoD festgestellt
- Kein Effekt beim fahrerlosen Taxi zwischen Nutzung alleine vs. geteilt festgestellt
- Fahrzeugverfügbarkeit und ÖPNV-Zeitkarte haben signifikanten Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl



4. Berechnete VTTS Mittlere Einkommensklasse

Gegenwart

Zukunft

Arbeit



Pkw = 8,60 €/h



AV manuell = 5,80 €/h



AV autonom = 3,80 €/h

Freizeit/
Einkauf



Pkw = 5,10 €/h



AV manuell = 3,50 €/h



AV autonom = 3,70 €/h



VoD = 6,20 €/h



VoD = 6,40 €/h



ÖV = 5,50 €/h



ÖV = 3,20 €/h



Verkehrliche Wirkungen

- Gesteigerte Attraktivität des Pkw auf Arbeitswegen
- Potentieller **Modal Shift** von nicht-motorisierten VM zu motorisierten VM
- Potentieller Modal Shift von **ÖV zu MIV**
- Weitere Wegelängen mit Veränderungen bei der Zielwahl (langfristig Wohnortswahl)
- Resultiert in **höheren VMT** mit den negativen Externalitäten
- Konflikt zwischen verbesserter individueller Mobilität und dem gesellschaftlich optimierten Verkehrssystem



Zusammenfassung

- Autonomes Fahren **reduziert** den **VTTS auf Arbeitswegen** um 34%
- **Keine Reduktion** des VTTS durch das autonome Fahren auf **Freizeit- und Einkaufswegen**
- Zeit in privaten autonomen Fahrzeugen (**AV**) wird **attraktiver** wahrgenommen als in fahrerlosen Taxis (**SAV**)
- Autonomes Fahren führt insgesamt zu einer gesteigerten Attraktivität des MIV



Bisherige Publikationen

- 1) Felix Steck, Viktoriya Kolarova, Francisco Bahamonde-Birke, Stefan Trommer und Barbara Lenz (2018). **How Autonomous Driving May Affect tthe Value of Travel Time Savings for Commuting.** *Transportation Research Record.*
- 2) Viktoriya Kolarova, Felix Steck, Rita Cyganski und Stefan Trommer (2017). **Estimation of value of time for autonomous driving using revealed and stated preference method.** *European Transport Conference, 2017.*
- 3) Viktoriya Kolarova, Felix Steck und Francisco Bahamonde-Birke. **Assessing the effect of autonomous driving on value of travel time savings: a comparison between current and future preferences.** *Transportation Research Part A (under review).*

