

Statistische Auswertung zum e-Carsharing-Projekt „will e-fahren“

DI Thomas Wieland ⁽¹⁾

DI Dr. Ernst Schmutzer ⁽¹⁾

Carina Schlintl, Bsc. ⁽¹⁾

Elisabeth Imrek, Bsc. ⁽¹⁾

Univ. Prof. DI Dr. Lothar Fickert ⁽¹⁾

Dr. Iris Absenger-Helmli ⁽²⁾

MMag. Nicole Schuster ⁽²⁾

MMag. Christian Hütter ⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut für Elektrische Anlagen

⁽²⁾ Energieregion Weiz-Gleisdorf GmbH

14. Symposium Energieinnovation
Graz, 11.02.2016

Gliederung

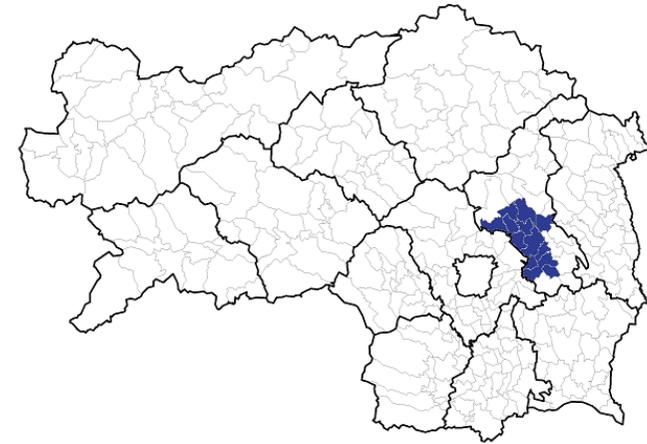
- Ziele / Herausforderungen
- Motivation
- Projektdetails
- Wissenschaftliche Datenerhebung
- Ergebnisse Fragebögen / Fahrtenbücher
- Zusammenfassung

Ziele / Herausforderungen

- Erhebung der Mobilitätsbedürfnisse verschiedener Kundengruppen im ländlichen Bereich
- Ermittlung der Auswirkungen eines e-Carsharing Systems auf das elektrische Stromnetz
- Entwicklung der Grundlagen für ein zielgruppenorientiertes Geschäftsmodell für e-Carsharing

Motivation „will e-fahren“

- **Energierregion Weiz-Gleisdorf**
seit 20 Jahren bestehend
- **Mobilität** – neben *Erneuerbarer Energie & Energieeffizienz* ist die Mobilität das wichtigste Thema in der strategischen regionalen Entwicklung
 - im Speziellen: die **E-Mobilität** in unterschiedlichsten Umsetzungsprojekten direkt **testbar** gestalten – z.B. „will e-fahren“
- **Bewusstseinsbildung** für BürgerInnen
 - Sammeln *eigener Erfahrungen*, Abbau von *Barrieren & Hemmnisse*
 - Aufzeigen von *Potenzialen*



Projektetails

Projekt: **iENERGY 2.0^{*)}** - Teilprojekt „will e-fahren“

- Teilprojektdauer: 09/2015 - 12/2015
- Betreuung, Koordination: Energieregion Weiz-Gleisdorf GmbH
- Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung: IFEA (TU Graz) mit Unterstützung durch ISIS (KF Uni Graz)

Kostenlose Zurverfügungstellung von zwei Elektrofahrzeugen für die TeilnehmerInnen unter folgenden Voraussetzungen:

- Beantwortung mehrteiliger Fragebögen (49 & 39 Fragen - Teil 1 & 2)
- Detaillierte Führung des Fahrtenbuches

*) **iENERGY Weiz-Gleisdorf 2.0** – the power of a vision ! Energie Steiermark (Konsortialführer), Energieregion Weiz-Gleisdorf GmbH, TU Graz, Weizer Energie- Innovations- Zentrum GmbH, Joanneum Research, BM Leitner Planung & Bauaufsicht Gesellschaft mbH (Projektpartner)



Wissenschaftliche Datenerhebung (1)

Mehrteilige Fragebögen zur Erhebung wichtiger Einflussfaktoren:

- sozio-demographisch, ökonomisch, technologisch
- Einstellungen zur Mobilität und Mobilitätsverhalten

Fragebögen

- PKW-Kategorien
- Jährliche Kilometerleistung (PKW)
- Gründe für die Nutzung eines e-Carsharing Fahrzeugs
- Ausgabebereitschaft pro Monat
- Jährliche Kilometerleistung mit dem e-Carsharing Fahrzeug
- Beladeleistung (zu Hause & Öffentlich), Beladeort
- ...

Wissenschaftliche Datenerhebung (2)

Detaillierte Führung des **Fahrtenbuches** (Auszug):

- Uhrzeit (Fahrbeginn, -ende / Beginn bzw. Ende Beladung)
- gefahrene Kilometer, Akkuladezustand (vor/nach der Fahrt)
- Art der Wegstrecke (Stadt, Land, Berg)
- Wegzweck (zur Arbeit/Ausbildungsstätte, beruflich, Privat/Freizeit)
- Beladung (Ort, Akkuzustand, nachgeladene Energie, Ladeleistung)
- Zahlungsbereitschaft, zeitliche Verschiebung der Abfahrtszeit
- ...

Wissenschaftliche Datenerhebung (3)

Beiblatt Fahrtenbuch – Auflistung tatsächlicher Kosten PKW lt. ÖAMTC:

- Wertverlust, Kosten für Versicherung, Treibstoffkosten,
- Service und Reparaturkosten,...

Kilometerleistung	monatliche Teilkosten ¹⁾	Treibstoffkosten ^{2),3)}	Gesamtkosten	Gesamtkosten
km/Monat	Kosten / Monat	Kosten / Monat	Kosten / Monat	Kosten / Kilometer
10 km/Monat	€ 383	€ 1	€ 384	€ 38,4
500 km/Monat	€ 383	€ 38	€ 421	€ 0,84
1000 km/Monat	€ 383	€ 77	€ 460	€ 0,46
2000 km/Monat	€ 383	€ 153	€ 536	€ 0,27

¹⁾ Die monatlichen Teilkosten ergeben sich aus den Durchschnittskosten der 25 meistverkauften Autos [7]

²⁾ Der Treibstoffverbrauch wird mit 6,5 Liter/100 km angenommen

³⁾ Treibstoffkosten 1,18 €/Liter (Preisauskunft März 2015)

Wissenschaftliche Datenerhebung (4)

Einflussfaktoren e-Carsharing Geschäftsmodell:

(Potentialabschätzung der Kenndaten mittels Fragebögen, Fahrtenbuch)

- Tägliche Kilometerleistung
- Zeitliche Nutzung (Werktag, Samstag, Sonntag)
- Akzeptanz der Wegstrecke zum e-Carsharing Stellplatz
- Zahlungsbereitschaft für die durchgeführte Fahrt
- Interesse an alternativen Mobilitätskonzepten

e-Carsharing Anbieter:

Direkte Kostentreiber: Investitionskosten, Energie, Leistung, Versicherung, Service, Kredite, Werbung, Standplätze, Ladestationen,...)

Indirekte Kostentreiber: Abhängig von der Anschlussleistung indirekte Auswirkungen auf Schaltanlagen, Trafostationen, Leitungsverstärkung,...

Wissenschaftliche Datenerhebung (5)

Altersgruppen - TeilnehmerInnen

Gruppe	Name	Altersbereich	Anzahl TeilnehmerInnen	Anzahl der Fahrten
Gruppe 1	junge Erwachsene	17 – 30 Jahre	69	156
Gruppe 2	Erwachsene	31 – 50 Jahre	99	268
Gruppe 3	ältere Personen	51 – 80 Jahre	47	96
Summe			215 ⁴⁾	520

⁴⁾ Ein/e TeilnehmerIn hat kein Alter angegeben und wurde in den Auswertungen der Altersgruppen nicht berücksichtigt werden

Wissenschaftliche Datenerhebung (6)

Statistische Tests

Mittels inferenzstatistischer Verfahren kann von dem Stichprobenergebnis auf die Population geschlossen werden

Nullhypothese: Kein Unterschied bzw. Zusammenhang in der Population

Signifikant: Wenn Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 5 \%$

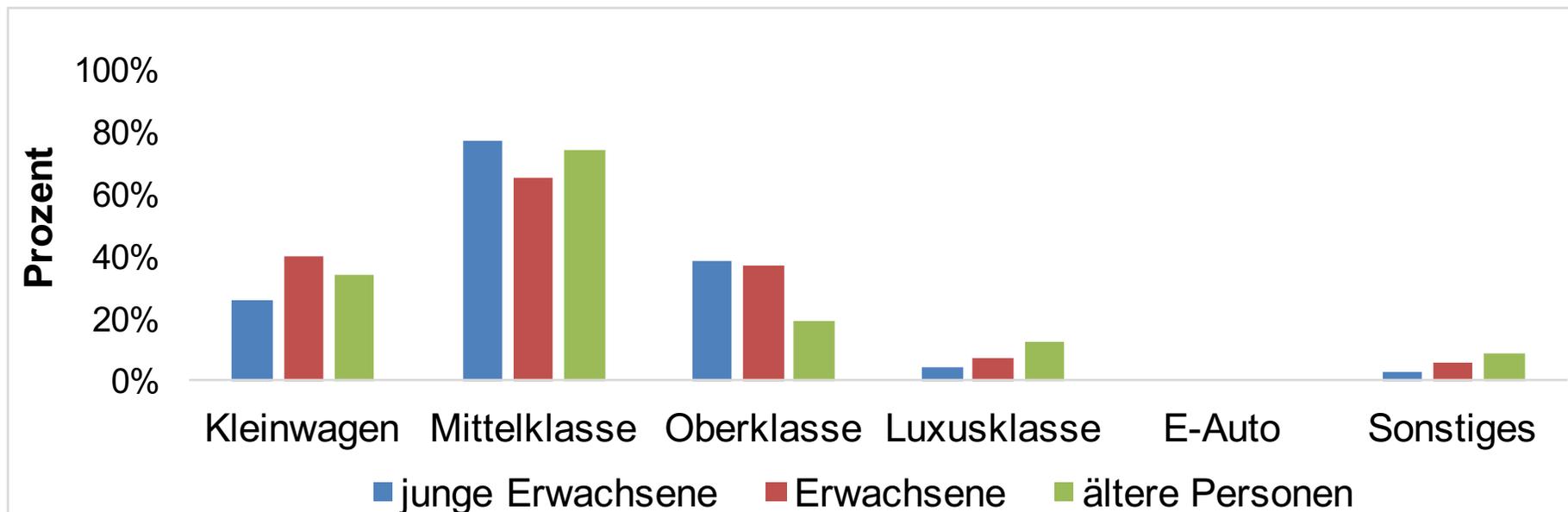
Folgende Testverfahren zur Beantwortung der Fragestellungen wurden verwendet:

- t-Tests, Varianzanalysen, Kruskal-Wallis Test, Mann-Whitney U Test und χ^2 -Verfahren (Auswertung mittels SPSS⁵⁾)

⁵⁾ SPSS Statistical Package for the Social Sciences

Ergebnisse Fragebögen (1)

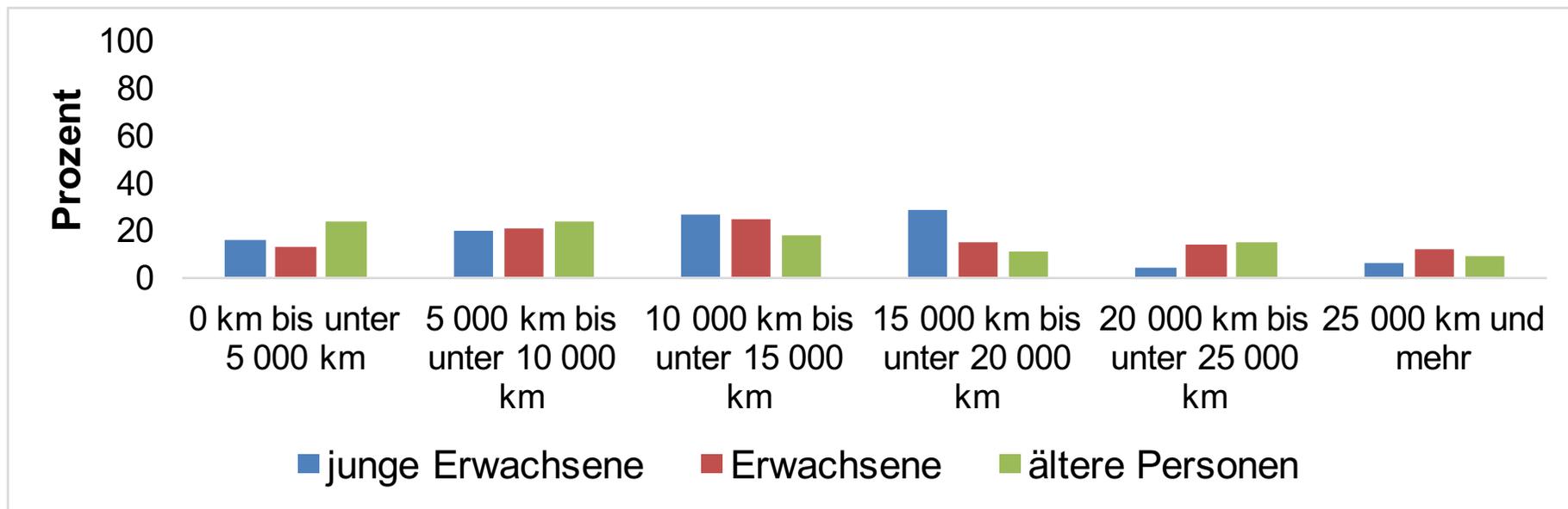
Welche **PKW – Kategorien** nutzen die TeilnehmerInnen?



- Größte Kategorie: **Mittelklasse PKW** (z.B. VW Golf)
- Durchschnittliche Anzahl an PKWs im Haushalt: **2 PKWs** (unabhängig Altersgruppe)

Ergebnisse Fragebögen (2)

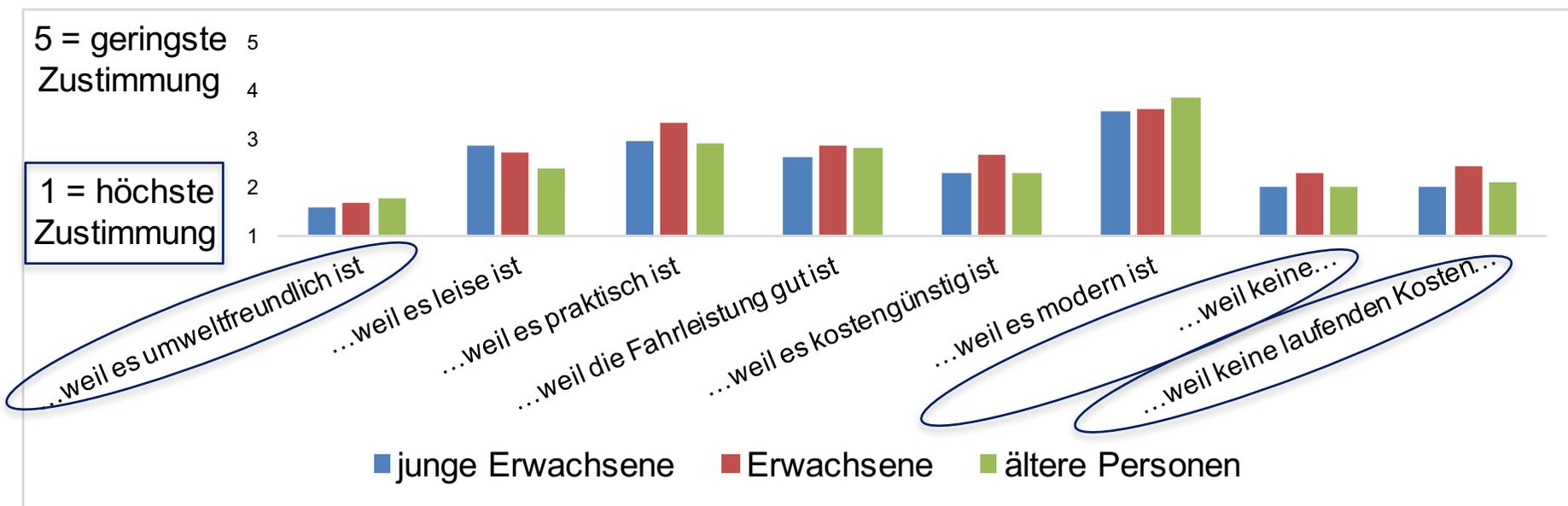
Welche jährliche **Kilometerleistung** legen die TeilnehmerInnen zurück?



- Signifikanter Unterschied zw. Altersgruppen in den jährlichen Kilometerleistungen
- Kilometerleistung: Erwachsene > junge Erwachsene / ältere Personen

Ergebnisse Fragebögen (3)

Die TeilnehmerInnen würden eine e-Carsharing Fahrzeug nutzen?



- Signifikanter Unterschied in der Zustimmung zu den Gründen ein e-Carsharing Fahrzeugs zu nutzen
- Kein signifikanter Unterschied zu den Gründen in den Altersgruppen

Ergebnisse Fragebögen (4)

Gewünschte Reichweite der TeilnehmerInnen für ein Elektrofahrzeug?

- Signifikanter Unterschied zwischen jungen Erwachsenen & Erwachsenen / ältere Personen

Gruppe	Wunsch-Reichweite
junge Erwachsene	358 km
Erwachsene	320 km
ältere Personen	235 km

Monatliche Ausgabebereitschaft e-Carsharing Fahrzeug?

- Kein signifikanter Unterschied zw. den Altersgruppen
 - Durchschnittlich **57 € pro Monat**

Ergebnisse Fragebögen (5)

Für welchen **Wegzweck** würden die TeilnehmerInnen ein **e-Carsharing Fahrzeug** nutzen?

- Kein signifikanter Unterschied zw. den Altersgruppen
 - Arbeitsplatz/Ausbildungsstätte (**1874 km**)
 - berufliche Erledigungen (**654 km**)
 - private Erledigungen (**723 km**)

Wie weit darf die **maximale Wegstrecke** der TeilnehmerInnen sein, um zu einem **e-Carsharing Parkplatz** zu gelangen?

- Kein signifikanter Unterschied zw. den Altersgruppen
 - Durchschnittlich **3 km**

Ergebnisse Fragebögen (6)

Welches **Beladungssystem** würden sich die TeilnehmerInnen für **zu Hause bzw. im öffentlichen Bereich** wünschen?

- Kein signifikanter Unterschied zwischen den Altersgruppen
 - **3,7 kW** Beladungssystem (**zu Hause**, unabhängig Altersgruppe)
 - **50 kW** Beladungssystem (**öffentlich**, unabhängig Altersgruppe)

An welchem **Ort** würden die TeilnehmerInnen bevorzugt das **Elektrofahrzeug beladen**?

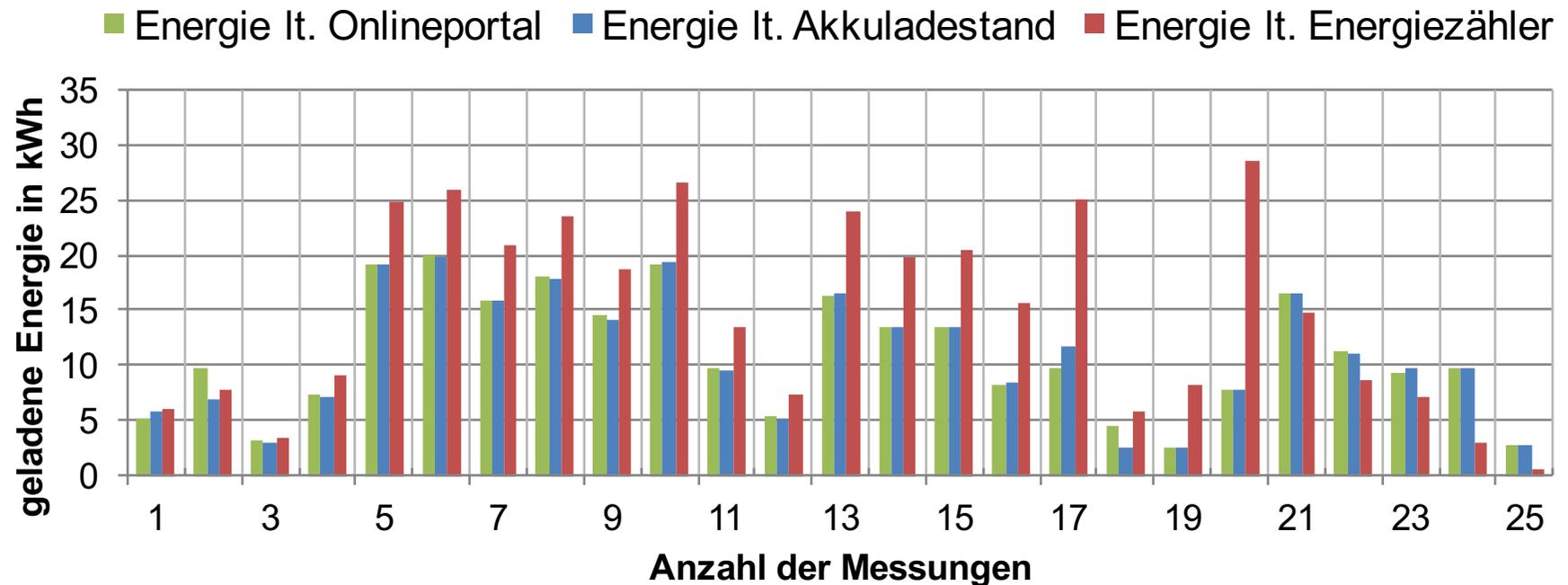
- Zu Hause, Arbeitsplatz, Supermarkt, Parkplatz

Ergebnisse Fragebögen (7)

Unterscheiden sich die Kundengruppen von der angegebenen **jährlichen Kilometerleistung**, die sie mit dem **e-Carsharing Fahrzeug** zurücklegen würden?

- Kein signifikanter Unterschied zwischen den Altersgruppen
 - Durchschnittliche Kilometerleistung: **4317 km pro Jahr**
(unabhängig Altersgruppe)

Ergebnisse Vergleichsmessung (1)



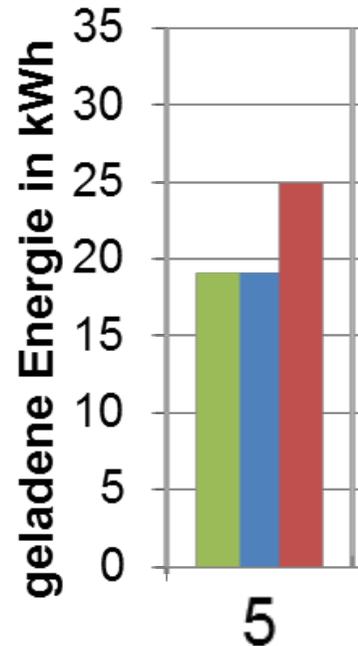
Abweichungen Energiebedarf

- Geringste Abweichungen zw. Akkuladestand und Onlineportal
- Abweichungen (Mittelwert) zw. Akkuladestand und Energiezähler

Renault ZOE: -23 % bzw. Smart fortwo electric drive: -14 %

Ergebnisse Vergleichsmessung (2)

■ Energie lt. Onlineportal ■ Energie lt. Akkuladestand ■ Energie lt. Energiezähler



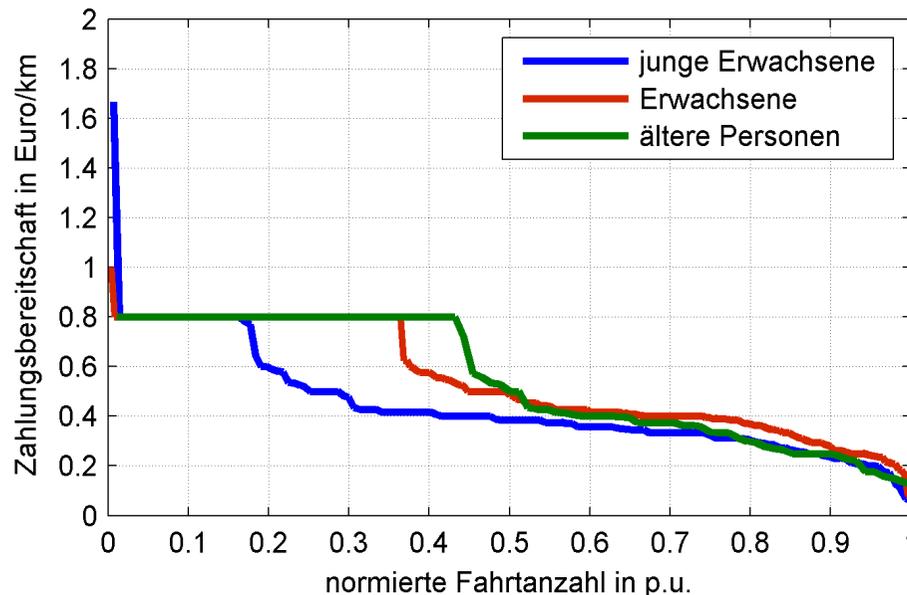
Abweichungen Energiebedarf

- Geringste Abweichungen zw. Akkuladestand und Onlineportal
- Abweichungen (Mittelwert) zw. Akkuladestand und Energiezähler

Renault ZOE: -23 % bzw. **Smart fortwo electric drive: -14 %**

Ergebnisse Fahrtenbuch (1)

Zahlungsbereitschaft der TeilnehmerInnen pro Fahrt



Notwendige Zahlungsbereitschaft für ein erfolgreiches Geschäftsmodell

Kilometerabhängige Kosten 0,8 €/km:

< 16 % junge Erwachsene

< 36 % Erwachsene

< 43 % ältere Personen

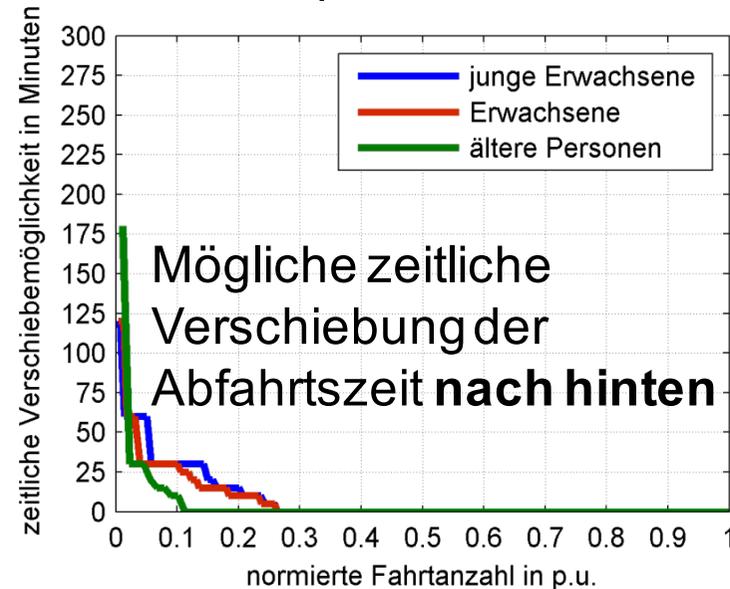
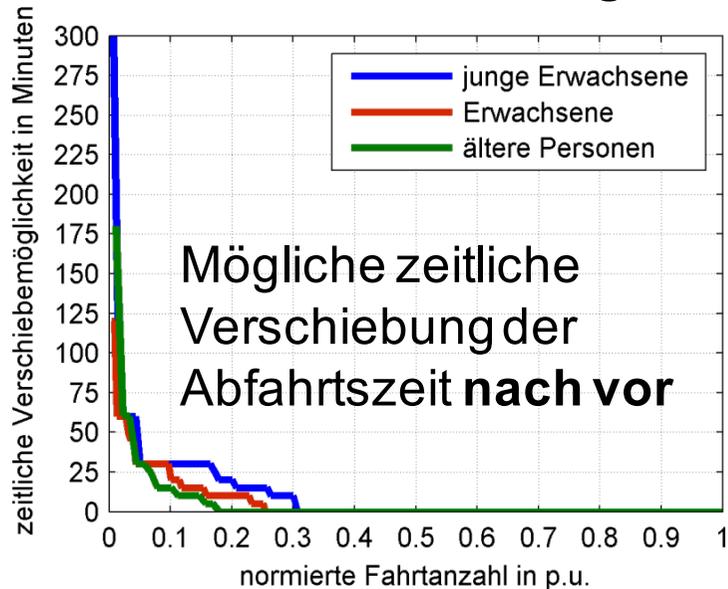
Mittelwert der Zahlungsbereitschaft

junge Erwachsene: **0,44 €/km**

Erwachsene & ältere Personen: **0,54 €/km**

Ergebnisse Fahrtenbuch (2)

Zeitliche Verschiebbarkeit der Abfahrtszeit pro Fahrt



	Zeitliche Verschiebbarkeit der Abfahrtszeit	
	nach vor (Mittelwert)	nach hinten (Mittelwert)
junge Erwachsene	10 Minuten	8 Minuten
Erwachsene	6 Minuten	7 Minuten
ältere Personen	5 Minuten	4 Minuten
Alle Gruppen	0 Minuten (Median)	0 Minuten (Median)

Zusammenfassung (1)

Fragebögen

- Durchschnittliche Kilometerleistung e-Carsharing Fahrzeug: 4316 km/a
- Durchschnittlich akzeptierter max. Weg e-Carsharing Parkplatz: 3 km
- Zukünftige Nutzung e-Carsharing Fahrzeug:
junge Erwachsene zeigen höhere Bereitschaft zur Nutzung
- Öffentliche Anbindung:
junge Erwachsene zufriedener als ältere Personen
- Gründe zur Nutzung e-Carsharing Fahrzeug:
Umweltfreundlichkeit, keine laufenden und keine Anschaffungskosten
- Veränderung getesteter Parameter (Fragebogen Teil 2):
keine Unterschiede feststellbar

Zusammenfassung (2)

Vergleichsmessung

- Akkuladestand vs. Onlineportal: geringste Abweichungen
- Akkuladestand vs. Energiezähler:
Renault ZOE -23 % bzw. Smart fortwo electric drive -14 %
(Abweichungen erklärbar durch unbekannte Brutto-Akkumulatorkapazität und sowie vorhandener Verluste bei Beladung)
- Leistungsfaktor bei 1-phasiger Beladung des Elektrofahrzeuges:
 $\cos \varphi = 0,82$ (Renault ZOE),
 $\cos \varphi = 0,99$ (Smart fortwo electric drive)

Zusammenfassung (3)

Fahrtenbuch

- Durchschnittlicher Energiebedarf: 3,8 – 4,2 kWh pro Fahrt
- Nutzung: vorwiegend privater Wegzweck
- Verschiebemöglichkeit Abfahrtszeit: < 10 min (nach vor bzw. hinten)
- Ankunftszeiten: höherer Auslastungsfaktor bei jungen Erwachsenen
- Ort, Beladeleistung: Privat, vorwiegend 3,5 kW Beladeleistung (>80 %)
- Zahlungsbereitschaft: € 57 pro Monat, höhere Bereitschaft bei den älteren Personen als Erwachsenen sowie jungen Erwachsenen

Ziel für ein erfolgreiches Geschäftsmodell:

Anhebung der Zahlungsbereitschaft mittels interessanter Mehrnutzen (z.B. Komfort, Parkplatzangebot, Kombination öff. Verkehrsmittel,...)

Statistische Auswertung zum e-Carsharing-Projekt „will e-fahren“

DI Thomas Wieland ⁽¹⁾

DI Dr. Ernst Schmutzer ⁽¹⁾

Carina Schlintl, Bsc. ⁽¹⁾

Elisabeth Imrek, Bsc. ⁽¹⁾

Univ. Prof. DI Dr. Lothar Fickert ⁽¹⁾

Dr. Iris Absenger-Helmli ⁽²⁾

MMag. Nicole Schuster ⁽²⁾

MMag. Christian Hütter ⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut für Elektrische Anlagen

⁽²⁾ Energieregion Weiz-Gleisdorf GmbH

14. Symposium Energieinnovation
Graz, 11.02.2016