

# PRÄFERENZEN, GESCHÄFTSMODELLE UND MARKTPOTENTIAL DER V2G-TECHNOLOGIE

13. Symposium ENERGY INNOVATION  
12.-14.2.2014, Graz/Österreich

14. Februar 2014 | Joachim Geske

# Einleitung

- **Elektromobilität:** ggf. CO<sub>2</sub> emissions-arme Antriebe
- Zulassungsziele: (Bundesregierung, Energie-konzept): 1 (6) Mio. Elektrofahr-zeuge bis 2020 (2030). 2012: 7114 + 64995 (Hybrid )

- **„V2G-Techno-logie“:** Hohe Stand-zei-ten → Nutzung des Speichers zu „Nicht-Mobilitätszwecken“ → Senkung der Anschaffungskosten, Effizienzsteigerung
- Stand: Ladeinfrastruktur serienreif, Stromerzeugungskapazität und Übertragungs-netz-Infrastruktur für Zulassungsziel ausreichend.
- Unsicherheiten: Geschäftsmodell, Preis, Alterung, potentielle Reichweite-Einbußen, Verteilnetz-Infrastruktur

**„Netzintegration mobiler Energiespeicher: Testbasierte Evaluierung, technische Potentiale und Bereitschaft von Fahrzeughaltern (NET-INES)“, (BMWI)**

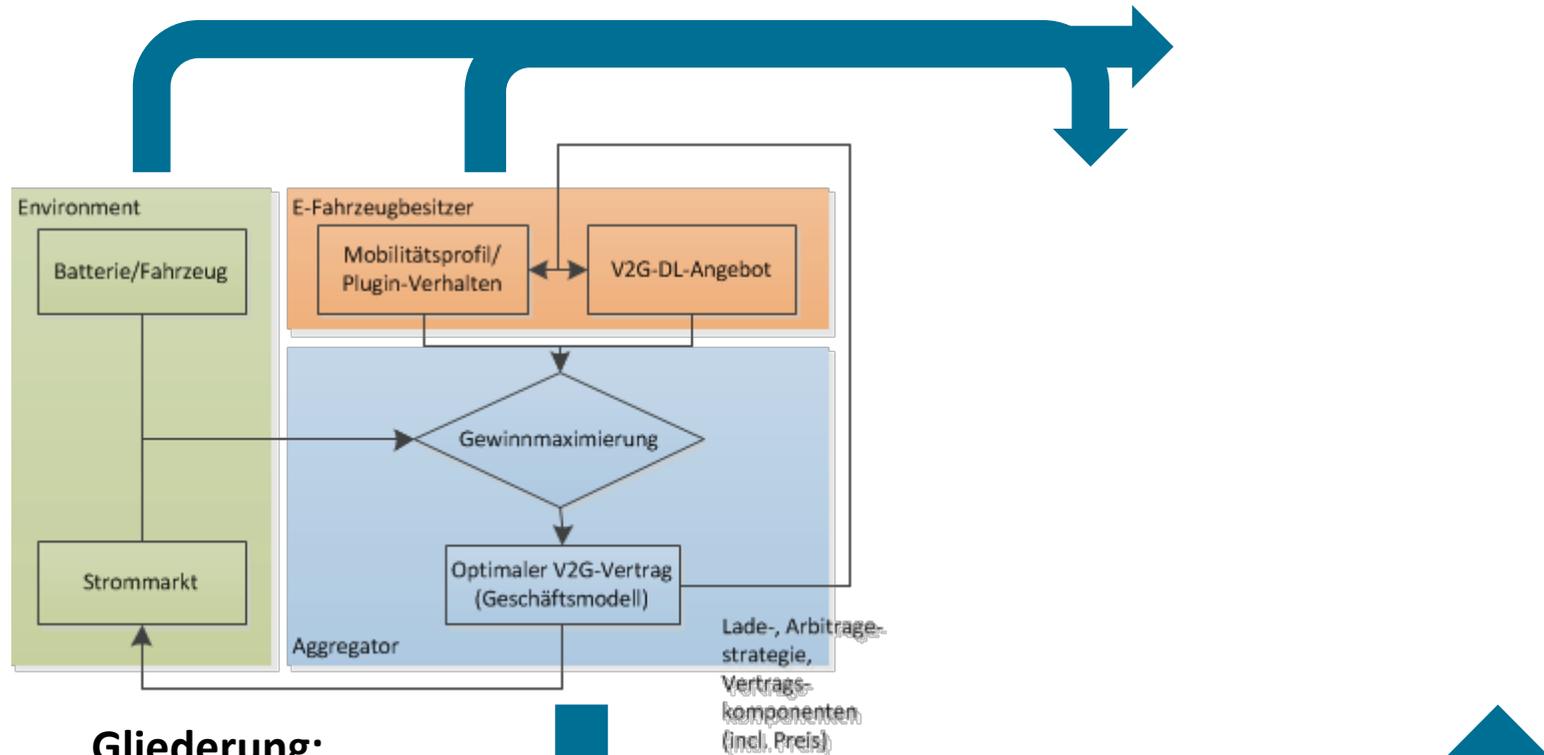
→ **Motivieren Zahl-ungen durch die Einnahmen aus Netzdienstleistungen hinreichend?**

→ Erste Schätzungen: geringes Einnahmepotential (NET-ELAN)

# Aufbau

Vision:

Modell:



## Gliederung:

1. Identifikation der Auslegungsparameter der V2G-Technologie
2. Messung des V2G-DL-Angebots durch ein Choice-Experiment
3. Vertragsoptimierung / Optimaler Vertrag
4. Conclusion

# 1. V2G-Auslegungsparameter

## Komplexitätsreduktion:

1. Das Mobilitätsverhalten verändert sich nicht durch Abschluss eines V2G-Vertrags.
2. Plug-In Heuristik
3. Marktform: Monopol
4. technische und ökonomische Auslegungsparameter aus:
  - a. Kempton et al. (1996): Controller für Mindestreichweite, Zeitpunkt und Länge der Folge-Fahrt.
  - b. Guille und Gross: Rabatt auf Anschaffungspreis der Batterie. Netzanschluss zu vereinbarten Zeiten → ex post Zuschüsse zu Ladekosten, Parkgebühren.

## → ökonomische + technische Auslegungsparameter:

1. Mindestreichweite,
2. Angabemöglichkeit für die Folge-Fahrt (Bordcomputer),
3. Mindestanschlusszeit je Werktag,
4. Mindestanschlusszeit je Woche,
5. monatliche Prämie und
6. Einmalzahlung.

## 2. Choice-Experiment: Durchführung

- Repräsentative, webbasierte Umfrage durch MAFO-Institut unter 1243 Teilnehmern
- Einschränkung auf „elektrisch betriebenes Fahrzeug im Besitz oder Kaufabsicht“ (611)

20 Km  
Mindestreichweite

- $8 \times (3 \text{ Verträge} + \text{„Optout“}) \times 611 = 4880 \text{ Datensätze}$

# 2. Choice-Experiment: Auswertung

## Multinomial Logit Model

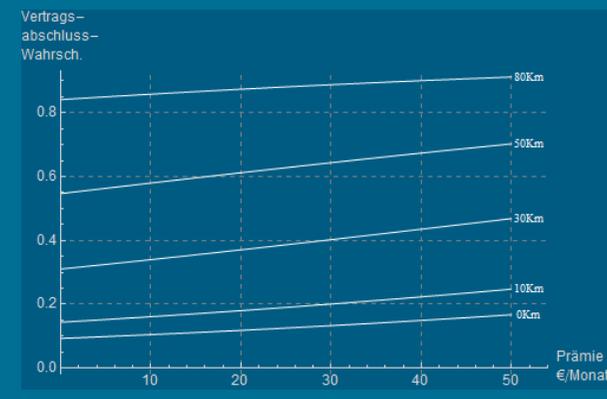
$$Pr(u_{lj} \geq u_{lr}) = \frac{\exp(x_{lj} \beta)}{\sum_{r=1}^J \exp(x_{lr} \beta)}$$

Variablen		MNL Model				
		Coefficient	Standard Error	z	95% Confidence Interval	
Mindestreichweite	$\beta \downarrow$ $m$	0.04393***	0.00150	29.26	0.04099	0.04687
Bordcomputer	$\beta \downarrow$ $P$	0.34828***	0.03799	9.17	0.27381	0.42274

- Fit: 48% - 35% der Entscheidungen werden richtig „vorhergesagt“
- Hausmanntest: IIA Hypothese nicht verworfbar
- Demographische Parameter: nicht signifikant

### Intuition:

- Mindestreichweiten Prämie < + 25 %-Punkte  
Mindest-reichweite > + 40%-Punkte  
→ Mindestreichweite dominiert
- Monatliche Auszahlung bevorzugt



$\beta \downarrow$   
 $Pm$

# 3. Vertragsoptimierung/Optimaler Vertrag

## Unternehmenskalkül (Monopol):

$$\max_{P,R,d,t, \bar{d}} \pi = P \downarrow accp (P[\text{€}], R[\text{Km}]) (\sum_{t=0}^{T-1} P \downarrow t [\text{€/kWh}] [L \downarrow t d \downarrow t [\text{kW}] + F \downarrow t V] - P[\text{€/d}])$$

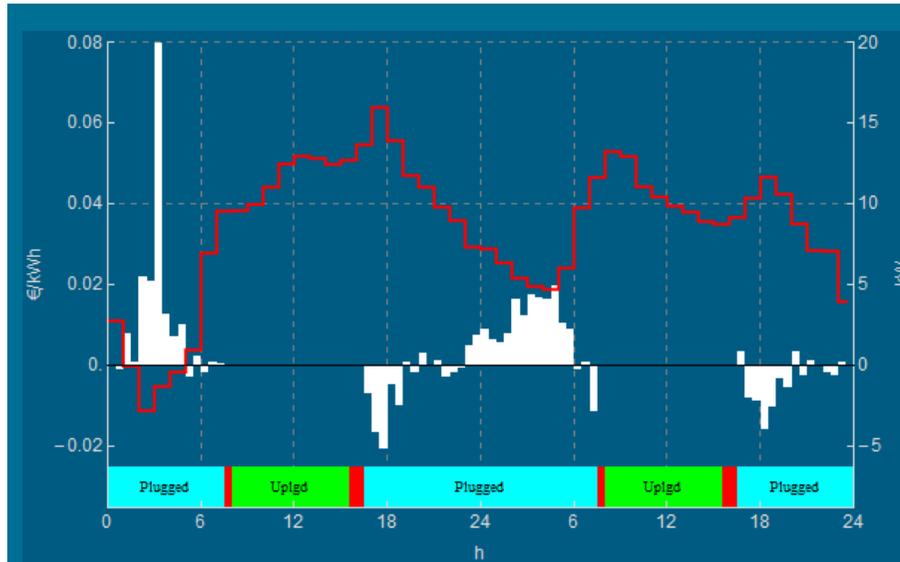
## Technisches Betriebsmodell Fahrzeug/Batterie:

$$\bar{S} [kWh] \geq S \downarrow t+1 [kWh] = S \downarrow t [kWh] + (L \downarrow t d \downarrow t [\text{kW}] - F \downarrow t V [kWh/Km] v [Km/h]) 1 [h] \geq V [kWh/Km] R [Km]$$

Parameter		
Tage	2	
Zeitliche Auflösung	30	Min
Verbrauch	0.15	kWh/Km
Geschwindigkeit	50	Km/h

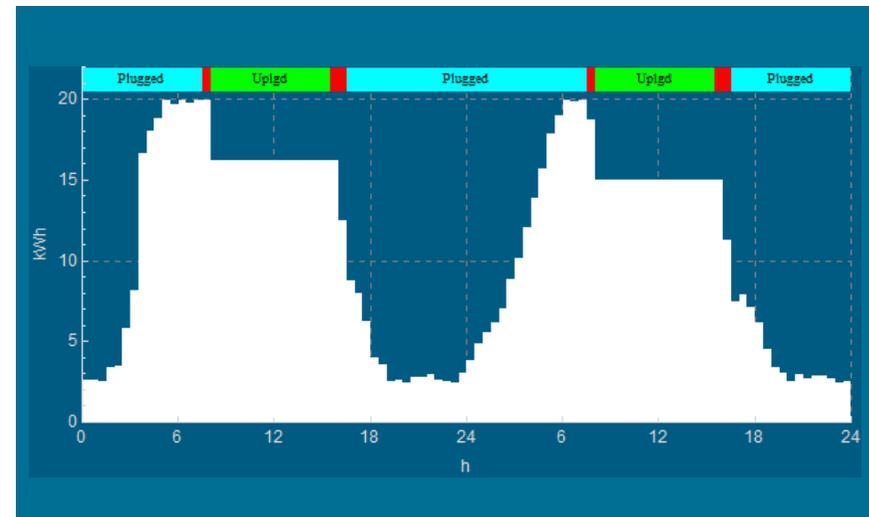
Parameter		
Batteriekapazität	20	kWh
Verluste	0.097	%
MinPlugin	15	h
Strompreis	Det.	Day ahead 2013
Mobilitätsprofil		

# 3. Vertragsoptimierung/Optimaler Vertrag



- Optimaler Vertrag:  
Mindestreichweite 23 Km,  
keine Prämie,  
Ladeleistung 20 kW.
- E-Fahrzeugbetreiber:  
Vertragsabschlusswahrscheinlichkeit  
40%.

- Gesamtladung 20.42 kWh/Tag  
(davon Mobilität: 11.25 kWh/Tag )  
1 Volllastzyklus / Tag
- Aggregator: netto Profit von 0.25 €/Teilnehmertag
- Batterieladestrategie: billiger  
Nachtstrom wird für den frühen Abend  
gespeichert



## 4. Conclusion

- Der Aggregator erhöht die Mindestreichweite solange, bis die Steigerung des Marktvolumens den sinkenden Grenzeinnahmen aus der Ladestrategie entspricht.
  - Der Aggregator befriedigt 1. die Nachfrage nach Energie für Mobilitätszwecke zum optimalen Zeitpunkt und tätigt 2. Arbitragegeschäfte.
  - Obgleich keine Prämie gezahlt wird, bietet eine signifikante Zahl von Elektrofahrzeugbesitzern V2G-Dienstleistungen an,
  - da sie sich durch die Nutzung durch den Aggregator nicht beeinträchtigt fühlen, solange ihre Mindestreichweite hoch genug ist.
- Selbst wenn die Arbitrage-Einnahmen für den Aggregator gering ausfallen, heißt das nicht unbedingt, dass die V2G-Technologie nicht breite Anwendung finden kann.

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**