

# Anforderungen an die E-Tankstelle im Jahr 2025

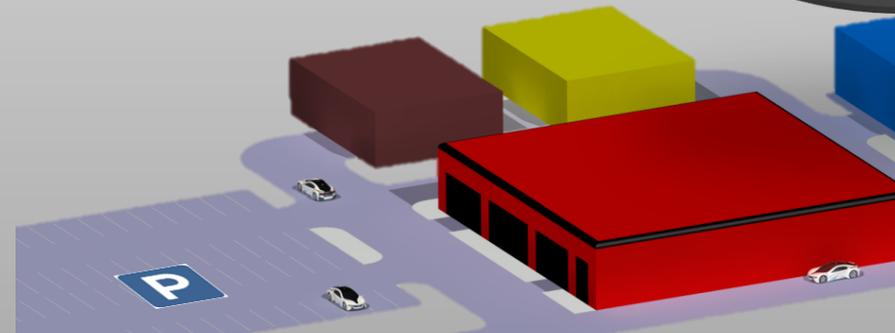
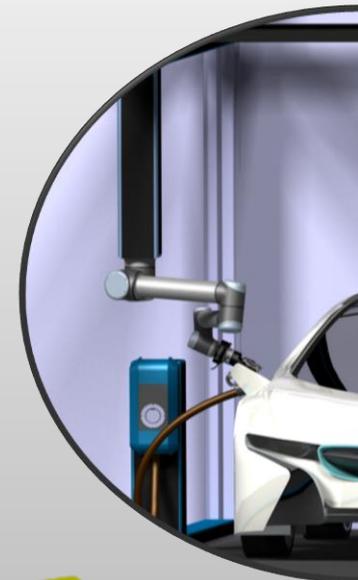
**Bernhard Walzel**

**Helmut Brunner**

**Mario Hirz**

Institut für Fahrzeugtechnik

TU Graz



# Tankstelle 2025

## Herausforderungen

- Ausreichende und flächendeckende Verfügbarkeit von Ladestationen
- Elektromobilität auf Autobahnen und Schnellstraßen (Langstrecken)
- Ausreichende Verteilung der Schnellladenetze
- Hohe Anforderungen an Ladeleistung und Batterietechnologien
- Automatisiertes Parken und Laden

## Zielsetzung und Diskussion

- Auswirkungen auf Tankstellen für E-Mobilität mit Fokus auf Langstreckennutzung
- Analyse und Bewertung des Ladeverhaltens von E-Fahrzeugnutzern
- Abschätzung der infrastrukturellen Anforderungen (autonomes Fahren & Parken & Laden, Service- und Dienstleistungen)

# E-Tankstellen

## Aktuelles Geschehen

- Hohe Auslastungen und Engpässe an beliebten Ladepunkten
- DC-Schnellladung (> 50 kW) nur begrenzt nutzbar (Fahrzeug- wie Infrastruktur-technisch)

## Ausblick

- Steigendes Marktwachstum von PKW mit alternativen Antrieben
- E-Fahrzeuge werden langstreckentauglich
- Kundenwunsch nach kurzen Ladezeiten



Supercharger Schnellladestation



Überfüllte Ladestation in Norwegen, [1]

# E-Tankstellennetz in Österreich

## Villacher Ladestation

- Größte und leistungsfähigste E-Tankstelle in Österreich
- Nähe zu den Autobahnen A2, A10 und A11
- Max. 830 kW Ladeleistung für 16 Fahrzeuge
- Alle gängigen Anschlüsse (Typ-2, CCS, CHdeMO, Tesla-Supercharger)
- Trafostation mit zwei Transformatoren
- Zahlreiche Einkaufs- und Rastmöglichkeiten in der Umgebung



Ladestation in Villach [2]



Ladestation in Villach [3]

# E-Tankstellen & Schnellladetechnik: Konzepte und Forschungstätigkeiten

## ChargeLounge

- (inter-) urbane Schnellladeinfrastruktur
- Lounge mit W-LAN, Getränkeautomaten und Business-Bereich
- Pufferbatterie: hohe Ladeleistungen auch bei einem Standard-Stromnetzanschluss möglich
- Geplanter Feldtest mit 10 Prototypen



ChargeLounge, Fraunhofer Institut [4]

## Projekt SLAM (Deutschland)

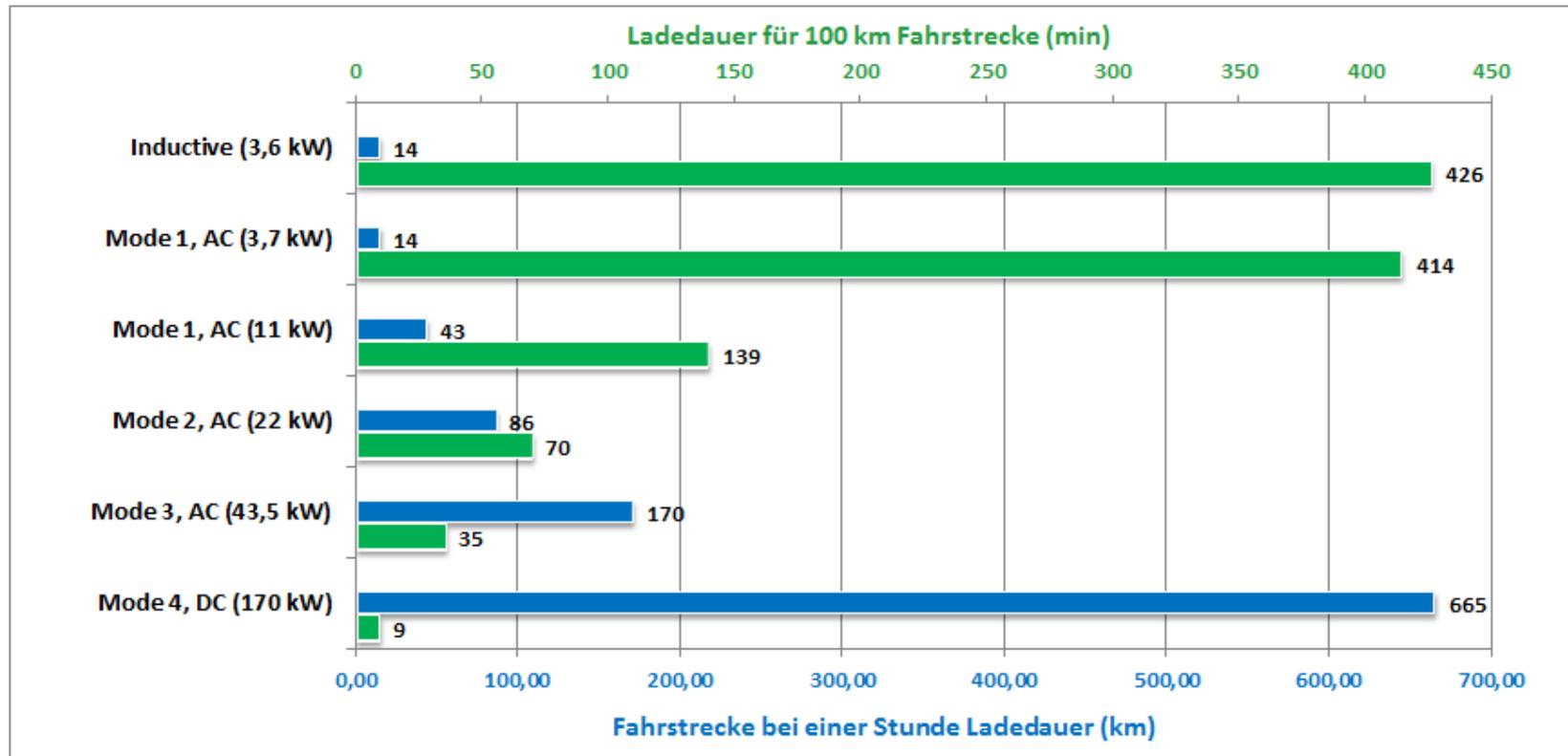
- SLAM (Schnellladenetz für Achsen um Metropolen)
- Hotspots mit bis zu 150 kW Ladeleistung
- Forschungsschnellladenetz zur Ermittlung des zukünftigen Bedarfs
- Projektpartner: BMW, PORSCHE, DAIMLER, VW und Energiekonzerne



ChargeLounge, Fraunhofer Institut [4]

# E-Mobilität: Leistungsbedarf und Ladetechniken

Signifikante Verkürzung der Ladedauer durch die Nutzung von hohen Ladeleistungen von bis zu 170 kW (22 kWh/100km bei 100 km/h konstanter Geschwindigkeit).



Vergleich der verschiedenen Ladesysteme (22 kWh/100km Verbrauch bei 100 km/h konstanter Fahrt [5])

# Ladeverhalten von E-Fahrzeugnutzern

Quelle	Jahr	Akzeptable Ladezeit	Anmerkung
Brüninghaus	2015	<b>40 min</b>	Maximum (20 min werden als nicht störend empfunden)
Busch	2013	<b>15-30 min</b>	Mobilitätsbedürfnisse Highway
Commerz Finanz	2012	<b>30 min</b>	Für 15 % der Befragten; 36 % ist der Meinung das der Ladevorgang nicht mehr als 2 Stunden beanspruchen darf

Übersicht einer Untersuchung zur Dauer von Ladevorgängen [6], [7], [8]

Quelle	Ortsbezug	Laden zuhause	Laden öffentlich	Anmerkung
Smart und Schey 2012	USA	<b>82 %</b>	<b>18 %</b>	347.222 Ladevorgänge und 1,05 Ladevorgänge pro Fahrzeug am Tag
Franke und Krems 2013	DE	<b>83,7 %</b>	<b>17,3 %</b>	3,1 Ladevorgänge pro Fahrzeug in der Woche
Robinson et al. 2013	GB	<b>70 %</b>	<b>30 %</b>	-
NPE 2012	DE	<b>80 %</b>	<b>20 %</b>	

Untersuchungen zum Ladeverhalten [9]

# Mobilitätsverhalten und Marktpenetrations-szenarien

## Langstreckenmobilitätsverhalten

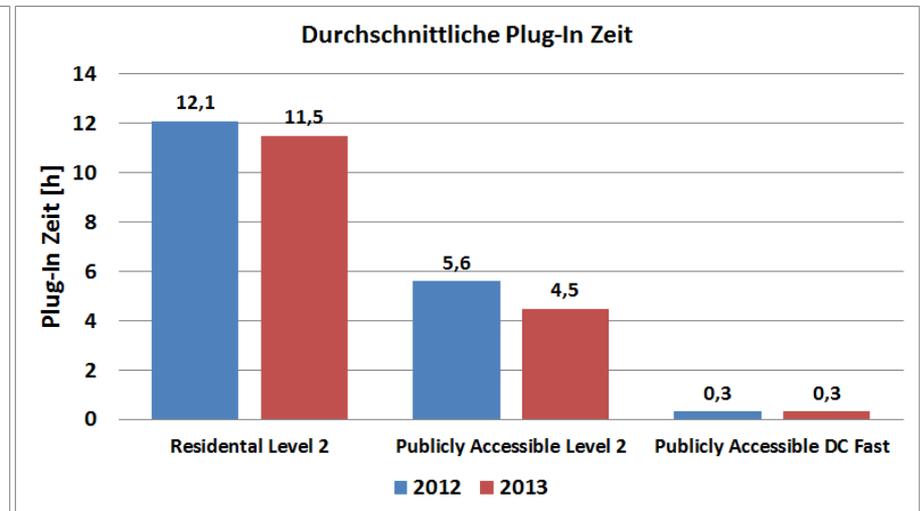
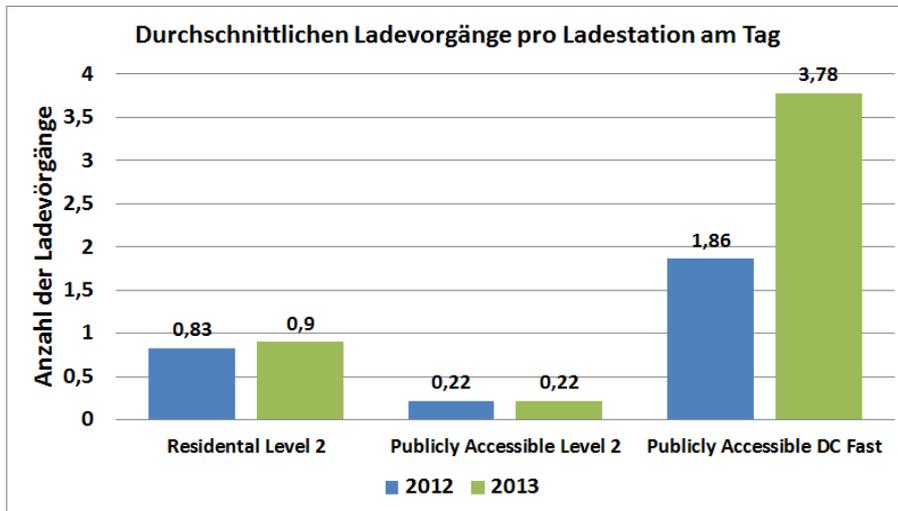
- 10 % der Fahrten über 100 km, 1,2 % über 250 km, 5 mal im Jahr über 500 km [11]
- Zukünftig nötige Verhaltensänderungen von E-Mobilität-Nutzern im Vergleich zu konventionell betriebenen Fahrzeugen.
- Kombination der Ladevorgänge mit Fahrpausen (ca. 30 min) bei Langstreckenfahrten.

## E-Fahrzeug-Marktpenetrationsszenarien für 2025 [9]

- Basisszenarien mit 2,5 % bis 20 % Anteil an Neuzulassungen
  - Visionäre Szenarien mit 40 % bis 80 % Anteil an Neuzulassungen
- 
- Trotz geringer Langstreckenfahrten gelten hohe Anforderungen der Kunden an die Langstreckentauglichkeit von Fahrzeugen
  - Zukünftige Steigerung der E-Fahrzeugzahlen und -reichweiten → mehr E-Fahrzeug-Autobahnkilometerleistungen → stärkere Auslastung der Schnellladenetze
  - Ziel bei Tankstellen-Pausen: Für Kunden sinnvoll, für Tankstellenbetreiber lukrativ

# Analysen zum Ladeverhalten (Studie des US-Departments of Energy 2012 und 2013)

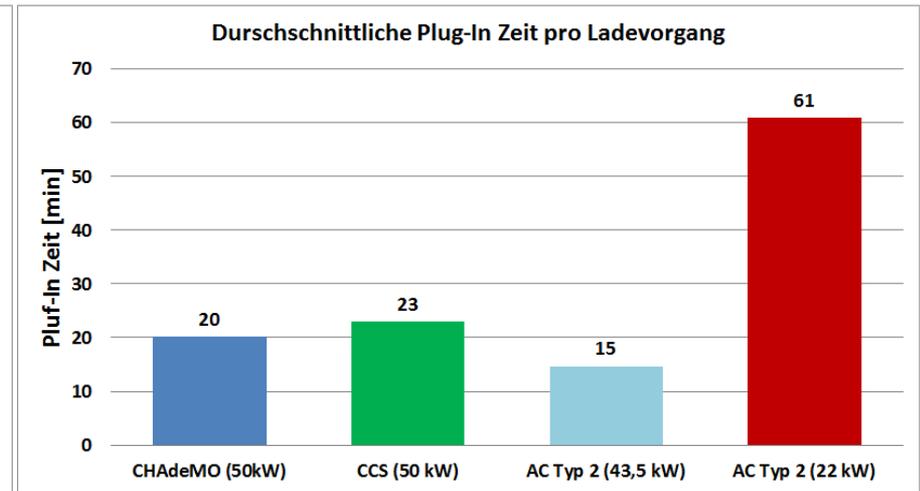
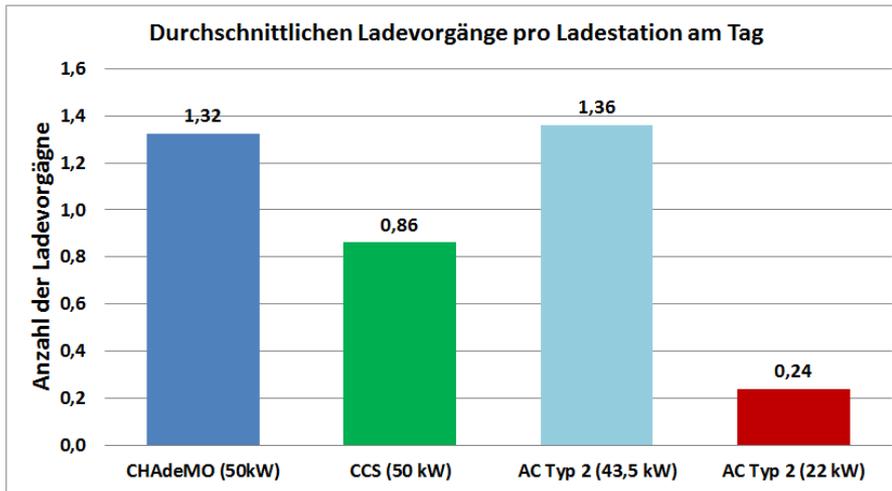
- Anteil der entnommenen Gesamtenergie (2012: 1,82 % und 2013: 4,82 %)
- Kein Anstieg beim Gesamtenergieanteil der Typ-2 Ladestationen mit 3,2 kW (2012: 9,5 % und 2013: 9,6 %)
- Durchschnittliche Schnelllader-Zeiten von 20 min
- Schnelllader bevorzugt



Durchschnittliche Ladevorgänge pro Ladesäule und Plug-In Zeit pro Ladevorgang in den Jahren 2012 und 2013 [12]

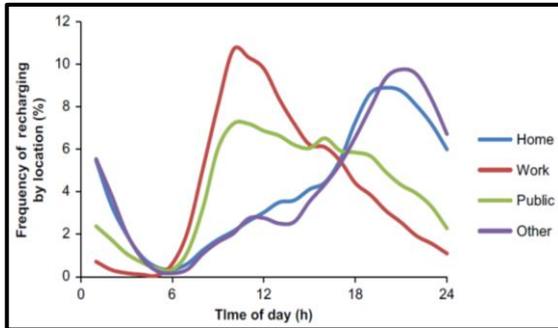
# Analysen zum Ladeverhalten (Aufzeichnungen der Villacher Ladestation, 2015)

- 918 Ladevorgänge mit 8,2 MWh entnommener Energie
- Nur 6,56 % der entnommenen Gesamtenergie an Typ-2 Ladestationen 22 kW
- Ein 50 kW-Schnellladeranschluss ersetzt bis zu 9 Typ-2 22 kW-Anschlüsse
- Geringe tägliche Nutzung der “Langsamlader”
- Durchschnittliche Ladedauer zwischen 15 und 23 min (> 43,5 kW)



Durchschnittlichen Ladevorgänge pro Ladestation und Plug-In Zeiten pro Ladevorgang

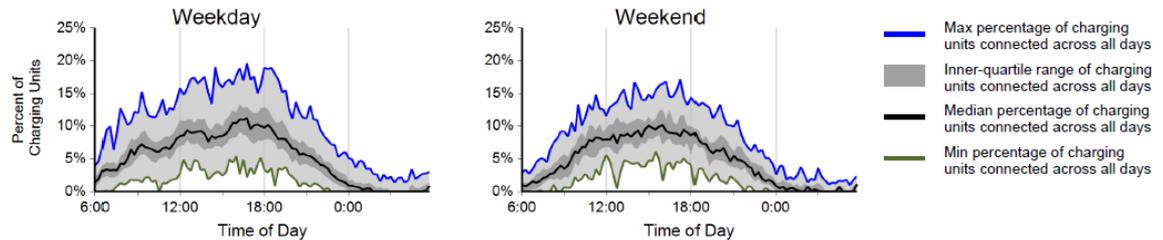
# Analysen zum Ladeverhalten (Nutzung der öffentl. Ladestationen)



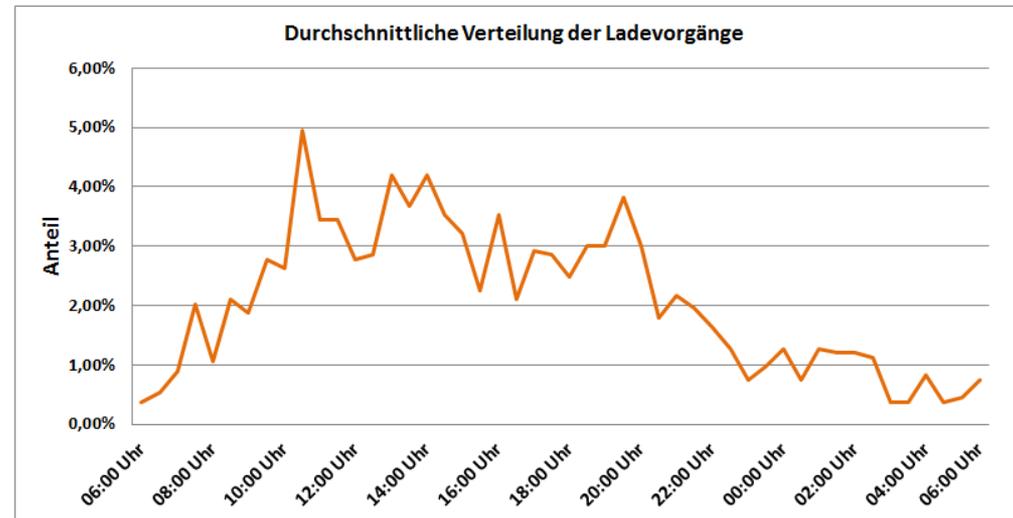
Verteilung der Ladevorgänge nach Ladetyp [13]

- Täglich Nutzung der öffentlichen Ladestationen zwischen 7 Uhr morgens und 20 Uhr abends annähernd gleich
- Tägliche Nutzung der verschiedenen Ladestation-Typen deckt sich mit der Auswertung der Villacher-Ladestation

Charging Availability: Range of Percent of Charging Units with a Vehicle Connected versus Time of Day<sup>3</sup>



Verteilung der Ladevorgänge über den Tag (öffentliche Schnellladestationen) [12]



Verteilung der Ladevorgänge der Villacher Ladestationen

# Beobachtungen (Supercharger-Ladestation)

## Tesla

- Hohe elektrische Reichweite des Tesla-Model S
- Supercharger-Ladestationen ermöglichen über 120 kW Ladeleistung (Ladedauer ca. 30 min für 250 km)
- ... und somit Langstreckentauglich
- Hohe Nutzung der Schnellladestationen (nicht nur für lange Reisen)
- 684 Fahrzeuge österreichweit, im Durchschnitt 14 Fahrzeuge pro Supercharger-Säule

## Erkenntnisse aus Beobachtungen

- Hohe Auslastung um die Mittagszeit
- Fahrzeuge größtenteils aus fernerer Umgebung
- Längste Ladedauer 1h 25 min, kürzeste Ladedauer 15 min

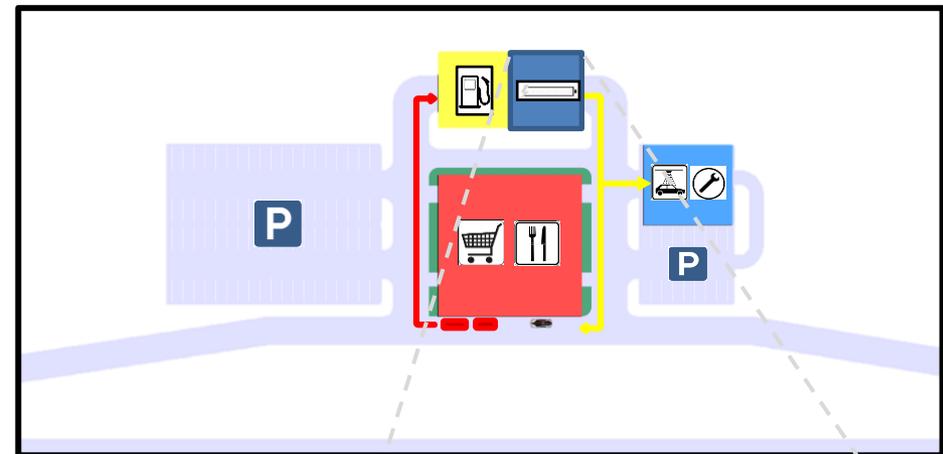


Supercharger Schnellladestation in Graz

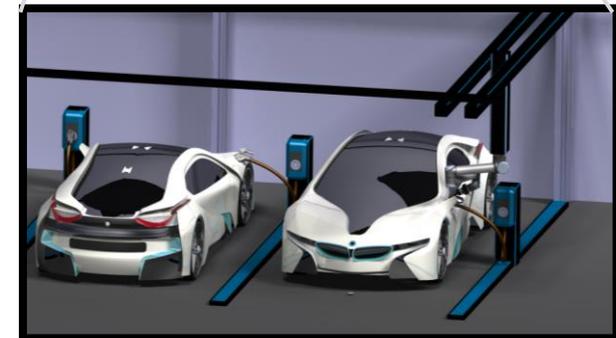
➤ **Anforderungen an das öffentliche Schnellladenetz 2025?**

# Ausblick: E-Tankstelle 2025

- Vernetzung: Fahrer - Fahrzeug - Infrastruktur
- Neue Chancen und Möglichkeiten (Geschäftsideen, Servicedienstleistungen)
- Mögliches Szenario:
  - Kunde parkt vor Einkaufszentrum
  - Fahrzeug parkt und betankt automatisiert
  - Anschließend Fahrzeugwäsche und – Service möglich
  - Zeit- und Wegeersparnis für den Kunden



Schematische Darstellung einer Tankstelle 2025



Konzept für automatisiertes Laden von verschiedenen E-Fahrzeugtypen [14]

## Automatisiertes Parken und Tanken (elektrisch wie fossil)

- eigenständige Parkplatzsuche wird von Kunden von zukünftigen Fahrzeugtechnologien erwartet

# Zusammenfassung und Resümee

- Zukünftige E-Tankstellen sind Service- & Einkaufszentren in strategisch günstigen Lagen.
- Schon heute werden Schnellladestationen bevorzugt, und im Durchschnitt für ca. 20 min genutzt.
- Auf Langstrecken werden (Lade-) Pausen bis zu 30 min akzeptiert.
- Die zukünftige Nutzung von E-Fahrzeugen ist nicht mehr auf urbane Bereiche beschränkt.
- An zukünftigen E-Tankstellen wird autonomes Laden und Parken den Komfort für Nutzer deutlich erhöhen.

# Vielen Dank!

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Bernhard Walzel  
Scientific Project Researcher  
Research Area for Automotive Mechatronics  
Institute of Automotive Engineering  
Graz University of Technology  
A-8010 Graz, Inffeldgasse 11/II  
p. +43 (0) 316 873 35278  
f. +43 (0) 316 873 35202  
[bernhard.walzel@tugraz.at](mailto:bernhard.walzel@tugraz.at)  
[www.ftg.tugraz.at](http://www.ftg.tugraz.at)



# Quellenverzeichnis

- [1] T. Norbeck: „Input to the national strategy for EV charging infrastructure“, 2013, online unter: <http://www.transnova.no/wp-content/uploads/>, heruntergeladen am 20.01.2016
- [2] G. Habich: „KELAG-Kärntner Elektrizitäts Aktiengesellschaft: Villacher E-Tankstelle“, 2016, Villach
- [3] Wirtschaftskammer Österreich: „Autobahnnetz Österreich“, 2015, online unter: [http://www.wkoratgeber.at/expert/bilder/lkw\\_fv\\_autobahnnetz\\_at\\_gross.gif](http://www.wkoratgeber.at/expert/bilder/lkw_fv_autobahnnetz_at_gross.gif), heruntergeladen am 25.01.2016
- [4] Das Fraunhofer Institut: „Chargelounge: schnelles Laden neu erfunden!“, 2014, [http://www.chargelounge.de/download/chargelounge\\_presetexte.zip](http://www.chargelounge.de/download/chargelounge_presetexte.zip), heruntergeladen am: 20.01.2016
- [5] B. Geringer, W. Tober: „Batterieelektrische Fahrzeuge in der Praxis“, 2012, Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik und ÖAMTC, Wien
- [6] C. Brünglinghaus: „Sind Elektrofahrzeuge langstreckentauglich?“ 2015, online unter: <http://www.springerprofessional.de/sind-elektrofahrzeuge-langstreckentauglich/5842358.html>, letzter Zugriff am: 30.12.2015
- [7] Commerz Finanz: „Europa Automobilbarometer 2012“, 2012, online unter: [http://www.automobilbarometer.com/Automobilbarometer\\_2012.pdf](http://www.automobilbarometer.com/Automobilbarometer_2012.pdf), heruntergeladen am: 25.01.2016
- [8] C. Busch: „DC-Schnellladetechnologie - Schlüssel für eine optimierte und effiziente Ladeinfrastruktur im öffentlichem Raum“, 2013, ABB GROUP, online unter: [https://www.kim.tu-berlin.de/fileadmin/fg280/veranstaltungen/kim/konferenz\\_2013/](https://www.kim.tu-berlin.de/fileadmin/fg280/veranstaltungen/kim/konferenz_2013/), heruntergeladen am: 30.01.2016
- [9] A. Siegrist, P. Schnabl: „Elektromobilität - Studie Ladeinfrastruktur Region Basel“, 2014, Zürich, online unter: <https://www.baselland.ch/fileadmin/baselland/files/docs/>, heruntergeladen am: 15.01.2016
- [10] S. Beiker: „Mobility Behaviour vs. Vehicle Specifications“, Center for Automotive Research at Stanford, online unter: <http://web.stanford.edu/group/peec/cgi-bin/docs/events/2013/5-31-13%20Beiker.pdf>, heruntergeladen am: 15.01.2016

# Quellenverzeichnis

- [11] K. Bozem, A. Nagl: „Elektromobilität: Kundensicht, Strategien, Geschäftsmodelle“, 2013, Springer Verlag, Wiesbaden, ISBN 978-3-658-02627-1
- [12] US Department of Energy: „EV Project Electric Vehicle Charging Infrastructure Summary Report“, 2013, online unter: <http://energy.gov/sites/prod/files/>, heruntergeladen am: 15.01.2016
- [13] A. P. Robinson: „Analysis of electric vehicle driver recharging demand profiles and subsequent impacts on the carbon content of electric vehicle trips“, 2013
- [14] B. Walzel, „Neue Fahrzeugkonzepte und Technologien welche die Parksituation verbessern“, Zwischenbericht, 2015, Institut für Fahrzeugtechnik, Technische Universität Graz, Graz