













# Ergebnisse und Schlussfolgerungen zur Begleitforschung der Modellregion Elektromobilität Großraum Graz

Jürgen Fabian, Thomas Wieland, Markus Ernst,
Ernst Schmautzer, Lothar Fickert,
Walter Slupetzky, Robert Schmied

Institut für Fahrzeugtechnik, Institut für Elektrische Anlagen, Quintessenz Organisationsberatung GmbH, e-mobility Graz GmbH





# Agenda

- Vorzüge der elektrischen Energie
- Modellregionen für Elektromobilität
- Ökonomische und ökologische Zielsetzungen
- Nutzerverhalten, -akzeptanz und -bedürfnisse
- PV-Anlagen und Ladestationen
- Auswirkungen der Elektromobilität auf das elektrische Stromnetz
- Zusammenfassung und Ausblick





## Warum Elektromobilität?







# Vorzüge der elektrischen Energie

- Aus jeder Primärenergieform umwandelbar,
- in alle Nutzenergieformen rückwandelbar,
- über weite Distanzen transportier- und verteilbar,
- einfach mess-, regel- und steuerbar,
- für moderne Informations- und Kommunikationstechnik unverzichtbar,
- durch fachgerechte Anwendung eine weitgehend umweltfreundliche und saubere Energieform.





# Modellregionen für Elektromobilität

- 8 Modellregionen E-Mobilität in Österreich,
- vom Klima- und Energiefonds und dem Lebensministerium initiiert,
- Erfahrungen zu allen Aspekten rund um die Elektromobilität sammeln,
- neue Mobilitäts- und Energiedienstleistungskonzepte, basierend auf erneuerbaren Energieträgern,
- Entwicklung von mit nachhaltigen Energiesystemen zu vereinbarenden Verkehrskonzepten, sowie Stärkung der Technologiekompetenz österreichischer Unternehmen.



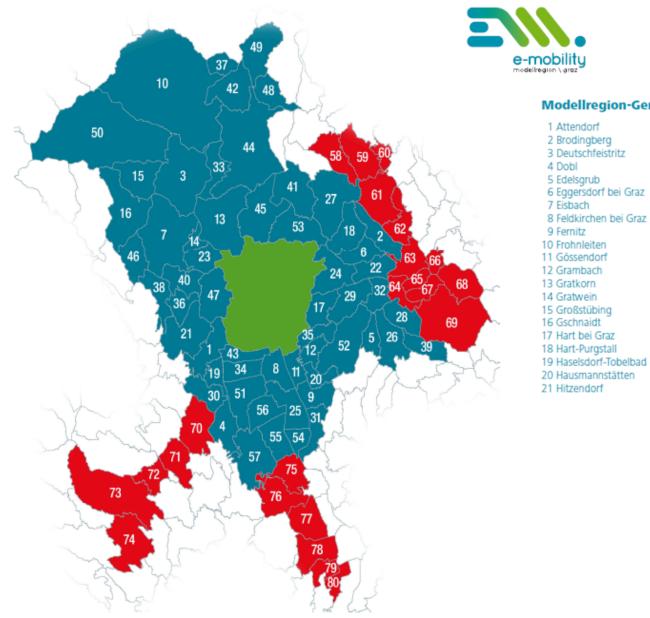
das klima hat zukunft











### Modellregion-Gemeinden im Bezirk Graz-Umgebung

- 6 Eggersdorf bei Graz
- 8 Feldkirchen bei Graz

- 22 Höf-Präbach
- 23 Judendorf-Straßengel
- 24 Kainbach bei Graz
- 25 Kalsdorf bei Graz
- 26 Krumegg
- 27 Kumberg
- 28 Langegg bei Graz
- 29 Laßnitzhöhe
- 30 Lieboch
- 31 Mellach
- 32 Nestelbach bei Graz
- 33 Peggau
- 34 Pirka
- 35 Raaba
- 36 Rohrbach-Steinberg
- 37 Röthelstein
- 38 Sankt Bartholomä
- 39 Sankt Marein bei Graz
- 40 Sankt Oswald bei
  - Plankenwarth
- 41 Sankt Radegund

- 42 Schrems/Frohnleiten
- 43 Seiersberg
- 44 Semriach
- 45 Stattegg
- 46 Stiwoll
- 47 Thal
- 48 Tulwitz
- 49 Tyrnau
- 50 Übelbach
- 51 Unterpremstätten
- 52 Vasoldsberg 53 Weinitzen
- 54 Werndorf
- 55 Wundschuh
- 56 Zettling
- 57 Zwaring-Pöls

### Neue Gemeinden:

- 58 Gutenberg
- 59 Mortantsch
- 60 Weiz
- 61 Mitterdorf
- 62 St. Ruprecht
- 63 Ludersdorf
- 64 Laßnitzthal
- 65 Ungerdorf
- 66 Gleisdorf
- 67 Labuch
- 68 Hofstätten
- 69 St. Margarethen
- 70 Lannach
- 71 Georgsberg
- 72 Stainz
- 73 Gams
- 74 Deutschlandsberg
- 75 Weitendorf
- 76 Hengsberg
- 77 Lang
- 78 Tillmitsch
- 79 Kaindorf
- 80 Leibnitz





# Forschungsschwerpunkte der Modellregionen

- Kundenbedürfnisse und -akzeptanz sowie Nutzerverhalten,
- Bewertung technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte,
- Ladeverhalten und Leistungsbedarf für das Laden (erneuerbarer Strom und Ladeinfrastruktur),
- Auswirkungen auf das Stromnetz (Ortsnetzstationen) und die Energiebereitstellung bei Hochrechnung der Nutzungsdaten,
- Potenzial von Vehicle-to-Grid Modellen,
- Technisches Monitoring hinsichtlich der Fahrprofile.





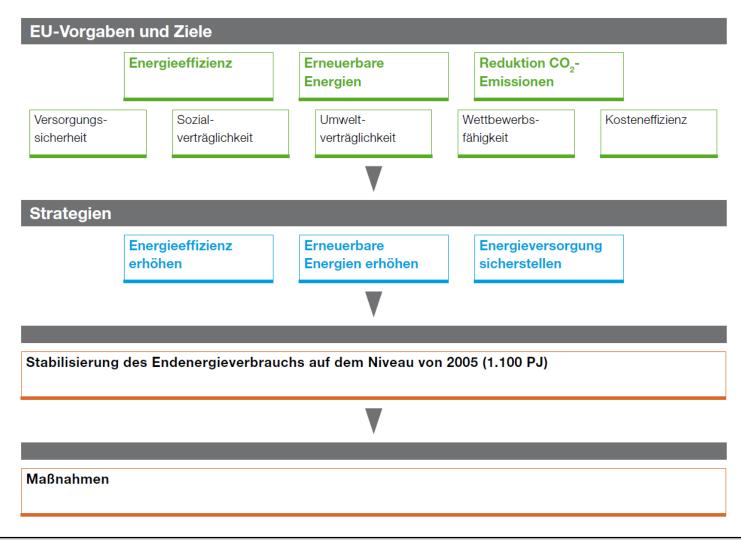
# Ökonomische und ökologische Zielsetzungen

- Stetig ansteigende Bevölkerung bei gleichzeitig zunehmendem Wohlstand in städtischen Großräumen,
- erhöhte Verkehrsdichte sowie ein Engpass an Stellplätzen im urbanen Raum,
- erhöhtes Verkehrsaufkommen,
- die Feinstaub- sowie CO<sub>2</sub>-Belastung vom aktuellen hohen Niveau wird noch weiter ansteigen.





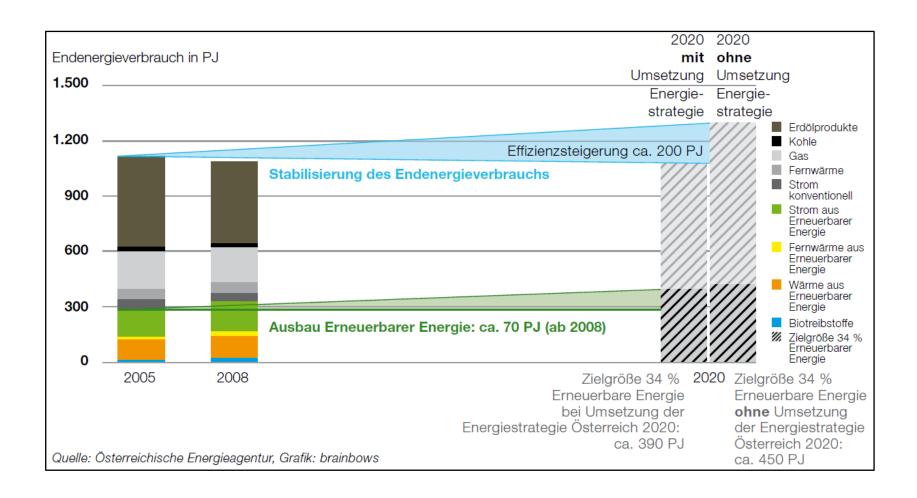
# Ökonomische und ökologische Zielsetzungen







# Ökonomische und ökologische Zielsetzungen







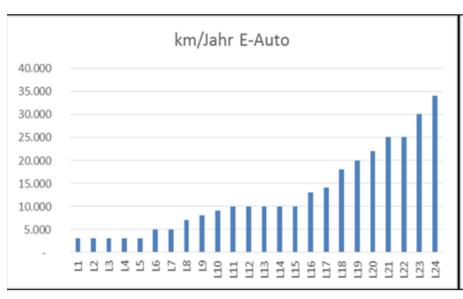
# Nutzerverhalten, -akzeptanz und-bedürfnisse

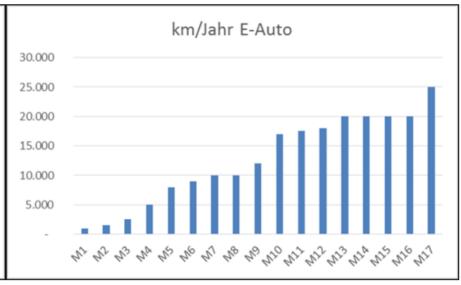
### Fahrleistung:

Summe aus 24 Antworten: 300.000 km pro Jahr
Durchschnitt: 12.500 km pro Jahr
Median: 10.000 km pro Jahr

### Fahrleistung:

Summe aus 17 Antworten: 216.500 km pro Jahr
Durchschnitt: 12.735 km pro Jahr
Median: 12.000 km pro Jahr





gewerblich

jährliche CO2-Reduktion von 40 Tonnen insgesamt und 1,75 Tonnen pro NutzerIn

privat

jährliche CO2-Reduktion von 30 Tonnen insgesamt und 1,75 Tonnen pro Nutzerln

140g/km durchschnittlicher CO<sub>2</sub>-Verbrauch je konventionellem PKW

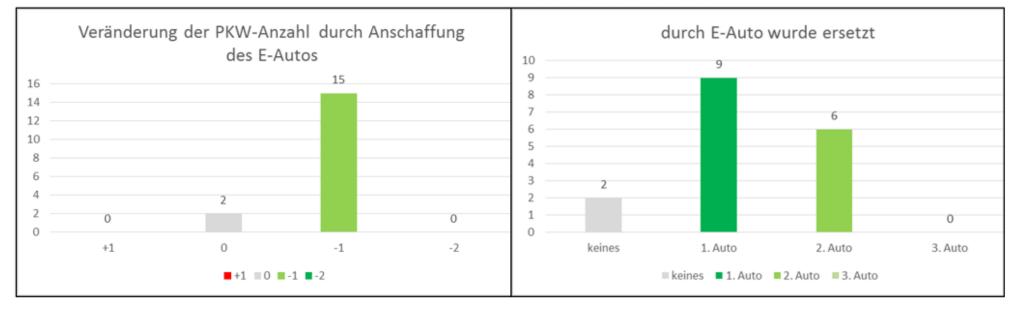




# Nutzerverhalten, -akzeptanz und-bedürfnisse

Hat sich durch das E-Auto die Anzahl der konventionellen PKW in Ihrem Haushalt verändert?

Wenn ein konventioneller PKW ersetzt wurde, welches Auto war das?







# Nutzerverhalten, -akzeptanz und-bedürfnisse

- Motive für den Umstieg auf E-Mobilität:
  - Kostenlose Parken im Stadtgebiet von Graz
  - Förderungen für die Fahrzeuganschaffung
  - Umweltbewusstsein
  - Image als Pionier
  - Strom aus der privaten Photovoltaik-Anlage (Return on Investment)





# PV-Anlagen und Ladestationen

### **Monitoring Photovoltaik-Anlagen:**

- Stromerträge (Tages-, Monats-, Jahresverlauf),
- Deckungsgrad Ökostromanlage Elektrofahrzeug,
- Protokollierung von Störungen sowie Stillstandszeiten.

### **Monitoring Ladestationen:**

- Protokollierung von Störungen sowie Stillstandszeiten
- Aufzeichnung charakteristischer Parameter z.B.:
  - Ladeleistung
  - Ladehäufigkeit und Ladedauer,
  - geladene Energiemenge,
  - Ladebeginnzeitpunkt.

### Auswirkungen der Elektromobilität

auf das elektrische Niederspannungsnetz.



# PV-Anlagen - Ausfallshäufigkeit

### Dokumentierte Störungsarten (11 PV-Anlagen)

- Keine Leistungsabgabe, Erdschluss
- WR- bzw. Überspannungsableiter-Störung, Allgemeine Störung

### Berechnung der Ausfallshäufigkeit

$$H_{PV-Anlagen}(2011) = \frac{n_{St\"{o}rungstage}}{n_{Betriebstage}} = \frac{33}{1641} \cdot 100\% = 2,0\%$$

	H <sub>PV</sub> 2011	H <sub>PV</sub> 2012	H <sub>PV</sub> 2013	Mittelwert H <sub>PV</sub> (2011-2013)
Störungstage (Tage)	33	18	115	166
Betriebstage (Tage)	1 641	2 569	3 082	7 292
Ausfallshäufigkeit (%)	2,0 %	0,7 %	3,7 %	2,3 %

Vergleichswert lt. Literatur:

Ohne galvanische Trennung 0,02 Defekte pro WR-Betriebsjahr Mit galvanische Trennung 0,18 Defekte pro WR-Betriebsjahr





# Ladestationen - Ausfallshäufigkeit (1)

### Dokumentierte Störungsarten (halb- & öffentliche Ladestationen)

Notabschaltung, interne Fehlermeldung, Hauptsicherung

### Berechnung der Ausfallshäufigkeit

$$H_{Ladestationen}(Gesamt) = \frac{n_{St\"{o}rungen}}{n_{durchg. Beladungen}} = \frac{29}{2218} \cdot 100 \% = 1,3 \%$$

	Ladestation A	Ladestation B	Ladestation C	Gesamt (Ladestation A – C)
Registrierte Beladungen	2 369	39	336	2 744
Störungen	28	1	0	29
Durchgeführte Beladungen	2 185	15	18	2 218
Ausfallshäufigkeit %	1,3 %	6,7 %	0 %	1,3 %





# Ladestationen – Ausfallshäufigkeit (2)

### Störungsaufzeichnungen angefragt bei:

 Netzbetreiber, Ladestellenbetreiber, Mobilitätsregionen, Elektrizitätsunternehmen

### Störungsmeldungen sind

- mit einem Information-/Datenmanagementsystem mit IKT-Infrastruktur detektierbar
  - automatische Meldung an technische Überwachungsstelle => Techniker => Prüfung vor Ort durch Entstördienst
- **ohne einem Information-/Datenmanagementsystem** mit IKT-Infrastruktur nicht detektierbar
  - Meldung durch bspw. Kunden an Callcenter => Meldung an Techniker => Prüfung vor Ort durch Entstördienst





# Auswirkungen auf elektrisches Stromnetz (1)

### Städtische Haushaltslasten – probabilistische Basis:

- Modellierung: Log-Normal (Wirkleistung)
- Typtage: Werktag, Sa, So | Jahreszeiten (Wi / Üb / So) Jahressimulation
- Leistungsfaktor:  $\cos \varphi = 0.97$
- Auflösung: 15 Minuten

### Ladeleistungsprofile Ladestationen EV – probabilistische Basis:

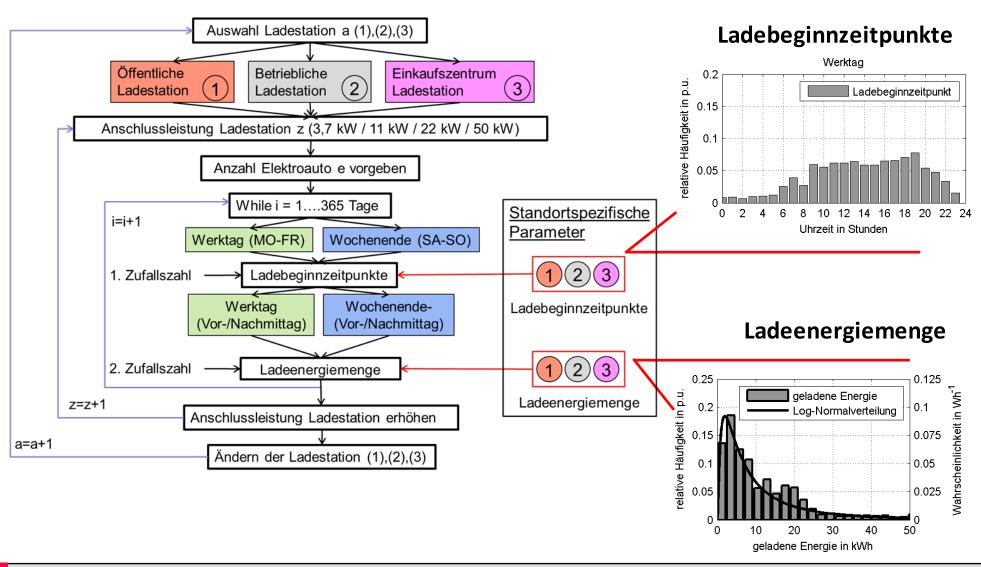
- Lademuster: öffentliche Ladestationen / betriebliche Ladestationen
- Modellierung: Log-Normal (Energie), lineare Interpolation (Ladezeitpunkt)
- Typtage: Werktag (Vo/Na), Sa & So (Vo/Na) Jahressimulation
- Leistungsfaktor  $\cos \varphi = 1.0$

Elektrische Lasten	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
Städtische Haushaltslast (HH)	100 %	100 %	100 %	100 %
Elektromobilität (EV)	0 %	50 %	<b>75</b> %	100%





# Auswirkungen auf elektrisches Stromnetz (2)





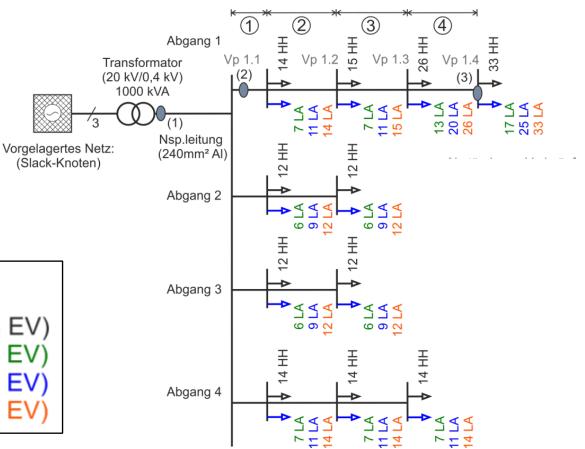


# Auswirkungen auf elektrisches Stromnetz (3)

### **Probabilistisch generierte Lastdaten:**

- a) Haushalte (178 HH)
- b) Elektromobilität (EV)





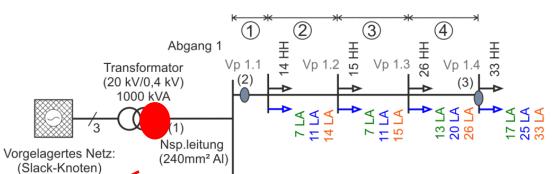




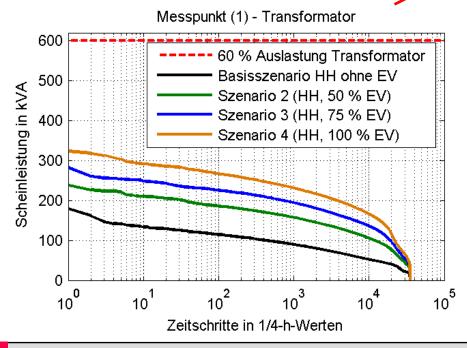
# Auswirkungen auf elektrisches Stromnetz (4)

### Probabilistisch generierte Lastdaten:

- a) Haushalte (178 HH)
- b) Elektromobilität (EV)



### **Ergebnisse**





100

Λ

10

10



# Auswirkungen auf elektrisches Stromnetz (5)

### **Probabilistisch generierte Lastdaten:** Vp 1.3 Se HH 92 Abgang 1 Haushalte (178 HH) Transformator (20 kV/0,4 kV) Elektromobilität (EV) 1000 kVA Nsp.leitung Vorgelagertes Netz: (240mm<sup>2</sup> AI) (Slack-Knoten) **Ergebnisse** Messpunkt (1) - Transformator Messpunkt (2) - Abgangsleitung 1 450 600 60 % Auslastung Transformator 60 % Auslastung Leitung 400 Basisszenario HH ohne EV Basisszenario HH ohne EV 500 350 Scheinleistung in kVA Szenario 2 (HH, 50 % EV) Szenario 2 (HH, 50 % EV) Szenario 3 (HH, 75 % EV) 300 Szenario 3 (HH, 75 % EV) 400 Strom in A Szenario 4 (HH, 100 % EV) Szenario 4 (HH, 100 % EV) 250 300 200 200 150 100

10<sup>5</sup>

50

Λ

10<sup>0</sup>

10<sup>1</sup>

102

Zeitschritte in 1/4-h-Werten

10<sup>3</sup>

Zeitschritte in 1/4-h-Werten

10<sup>3</sup>

104

102

104

10<sup>5</sup>





# Zusammenfassung und Ausblick (1)

- Elektromobilität zeigt großes Potenzial, die Verringerung der verkehrsbedingten Probleme in Ballungsräumen zu unterstützen.
- Keine Insellösung, sondern Bündel an Maßnahmen: Ausbau öffentlicher und privater Ladestationen, Anpassung des elektrischen Versorgungssystems und Bereitstellung neuer Mobilitätskonzepte.
- Neue Mobilitätskonzepte: Gesamtheit des Mobilitätsbedarfs durch eine Kombination aus individualer Transportleistung und öffentlichen Verkehrsmitteln abbilden.
- Große inhaltliche Breite der Forschungsthemen lässt auf Komplexität der Gestaltung der Mobilität der Zukunft schließen: effizientes Zusammenspiel aller Beteiligten – Fahrzeugindustrie, Energieversorger, öffentliche Hand, Gesetzgebung und Nutzer selbst.





# Zusammenfassung und Ausblick (2)

### **PV-Anlagen**

- Gemessene und geplante Erträge lt. Betreiber stimmen gut überein
- Geringe Ausfallshäufigkeiten der PV-Anlagen (2,3 %, 2011-2013)

### Ladestationen

- Geringe Ausfallshäufigkeiten der Ladestationen (1,3 %, 2010-2015)
- Aussagekräftige Störungsstatistik erst bei vorhandenem Datenmanagementsystem & IKT möglich
- Bei hoher zeitlicher Ausnutzung der Stromtankstellen ergibt sich ein absehbarer Break-Even-Point (>10 Jahre)





# Zusammenfassung und Ausblick (3)

### Auswirkungen auf das Stromnetz (probabilistische Netzsimulationen)

- Hohe Durchdringung der Elektromobilität verursachen möglicherweise Stromüberlastungen bei Betriebsmitteln
- Betriebliche Lademuster besitzen geringere Stromauslastungen als öffentliche Lademuster
- Versorgungsspannung innerhalb der Grenzen der ÖVE EN 50160
- Weitere Simulationen unter Berücksichtigung der Lademuster (häuslich, öffentlich,...) in unterschiedlichen Verteilernetzstrukturen (urban, ländlich,...) für qualifizierte Aussagen notwendig

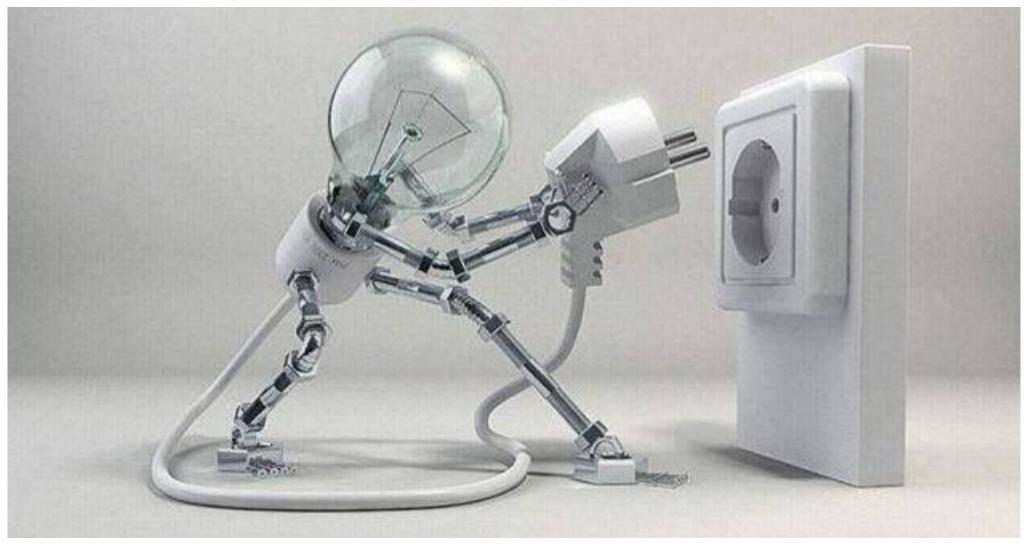
### **Ausblick**

Begleitendes Monitoring wichtig für eine kundenorientierte Weiterentwicklung sowie essentiell für eine Planungssicherheit im Stromnetz & für Ladestationen.





# Danke für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit!



**Kontakt:** DI Dr. Jürgen FABIAN, TU Graz, Institut für Fahrzeugtechnik, Inffeldgasse 11/II, 8010 Graz, juergen.fabian@tugraz.at





# Literatur- und Bildquellen

- [1] e-connected, Plattform des Klima- und Energiefonds, www.e-connected.at, heruntergeladen am 27.01.2014
- [2] e-mobility Graz GmbH, http://www.emobility-graz.at
- [3] J. Fabian, H. Brunner, M. Hirz, T. Wieland, E. Schmautzer, L. Fickert, H. Wegleiter, W. Slupetzky, R. Schmied: "Aktuelle Forschungsthemen und innovative Trends der Elektromobilität in Österreich", 13. Symposium Energieinnovation, Graz, Österreich, 2014
- [4] J. Fabian, T. Wieland, E. Schmautzer, L. Fickert, W. Slupetzky, R. Schmied: "Forschungserkenntnisse zum technischen Monitoring und Mobilitätsverhalten anhand der Modellregion für Elektromobilität im Großraum Graz", Internationale Energiewirtschaftstagung, Wien, Österreich, 2015
- [5] Joint Research Centre: "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)", European Commission, Joint Research Centre Institute for Energy, Renewable Energy Unit, Ispra, Italien, 2012
- [6] R. Schmied, "Ziele der Modellregion Großraum Graz", Telefonische Besprechung R. Schmied und T. Wieland, 01/2015.
- [7] Umweltbundesamt, "Elektromobilität in Österreich Szenario 2020 und 2050," Report, Wien, Österreich, 2010.
- [8] e-mobility Graz GmbH, "Statusbericht der E-Mobilitätsmodellregion Großraum Graz", Bericht, Graz, Österreich, 2015
- [9] H. Häberlin, "Langzeitverhalten von Photovoltaik-Anlagen über bis zu 18 Jahren," Berner Fachhochschule, Energie-Apéros 2011, Burgdorf, Schweiz, 2011.
- [10] T. Wieland: "Neuartige probabilistische Methode zur Dimensionierung elektrischer Betriebsmittel anhand aktueller Verbraucher und Erzeuger in urbanen Niederspannungsverteilernetzen", Arbeitstitel Dissertation, Institut für Elektrische Anlagen, Technische Universität Graz, geplante Fertigstellung 2016
- [11] SEM: "Smart-Electric-Mobility Speichereinsatz für regenerative elektrische Mobilität und Netzstabilität", Publizierbarer Endbericht, 2. Ausschreibung Neue Energien 2020, Wien, Österreich, 2011
- [12] M. Litzlbauer: "Erstellung und Modellierung von stochastischen Ladeprofilen mobiler Energiespeicher mit MATLAB", Diplomarbeit, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, TU Wien, Wien, Österreich, 2009
- [13] M. Herry, N. Sedlacek, I. Steinacher, "Verkehr in Zahlen Österreich," Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, Österreich, 2007
- [14] T. Wieland, M. Reiter, E. Schmautzer, L. Fickert, J. Fabian, R. Schmied: "Probabilistische Methode zur Modellierung des Ladeverhaltens von Elektroautos anhand gemessener Daten elektrischer Ladestationen Auslastungsanalysen von Ladestationen unter Berücksichtigung des Standorts zur Planung von elektrischen Stromnetzen", e&i Elektrotechnik und Informationstechnik, Springer-Verlag, Wien, Österreich, 2015
- [15] T. Wieland, M. Reiter. E. Schmautzer, L. Fickert, M. Lagler, S. Eberhart: "Gleichzeitigkeits–faktoren in der elektrischen Energieversorgung Konventioneller & probabilistischer Ansatz", e&i Elektrotechnik und Informationstechnik, Springer-Verlag, Wien, Österreich, 2014





# Literatur- und Bildquellen

- [16] T. Wieland, M. Reiter, E. Schmautzer, L. Fickert, S. Eberhart: "Urbane Netzplanung unter Berücksichtigung probabilistischer Haushaltslastgänge in Kombination mit dezentralen Erzeugungsanlagen im Niederspannungsnetz", 9. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, Wien, Österreich, 2015
- [17] T. Wieland, M. Reiter, E. Schmautzer, L. Fickert, S. Eberhart: "Urbane Netzplanung unter Berücksichtigung probabilistischer Haushaltslastgänge in Kombination mit dezentralen Erzeugungsanlagen im Niederspannungsnetz", 9. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, Wien, Österreich, 2015
- [18] T. Wieland, F. Otto, L. Fickert: "Analyse, Bewertung und Steigerung möglicher Einspeisekapazität dezentraler Energieerzeugungsanlagen in der Verteilnetzebene", 8. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, Wien, Österreich, 2013
- [19] ÖVE/ÖNORM E 8200-603, "Energieverteilungskabel mit Nennspannung 0,6/1 kV," OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien, Österreich, 2011
- [20] Meinhart Kabel Österreich GmbH, "Kabel und Leitungen Preisliste und technischer Katalog," St. Florian, Österreich, 2009
- [21] ÖVE/ÖNORM EN 50160: "Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen, Norm, OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien, Österreich, 2011
- [22] T. Wieland, E. Schmautzer, L. Fickert: "Begleitenden Forschung/Monitoring Modell-region für Elektromobilität Großraum Graz Endbericht AP 3 und AP 4", Institut für Elektrische Anlagen, Technische Universität Graz, 2015
- [23] Universität für Bodenkultur, Abteilung Raum, Landschaft und Infrastruktur: "Grundlagen der Verkehrsplanung", Wien, Österreich, 2010
- [24] Umweltbundesamt: "Zehnter Umweltkontrollbericht", 2013, http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/umweltkontrollbericht/ukb/, heruntergeladen am: 02.10.2013
- [25] BMVIT: "Verkehrsprognose 2025+", 2009, http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/verkehrsprognose\_2025/index.html, heruntergeladen am: 25.09.2013
- [26] Umweltbundesamt: "Energie in Europa", 2013, http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/energie/energie\_eu/, heruntergeladen am: 25.09.2013
- [27] Europäische Kommission: "Action Plan on Urban Mobility", 2009, http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban\_mobility/action\_plan\_en.htm, heruntergeladen am: 27.01.2014
- [28] Europäische Kommission, Weißbuch: "Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem", 2011, http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:DE:PDF, heruntergeladen am: 27.01.2014





# Literatur- und Bildquellen

- [29] Europäische Kommission: "Energy Roadmap 2050", 2011, http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index\_de.htm, heruntergeladen am: 27.01.2014
- [30] BMWFJ und Lebensministerium: "Energiestrategie Österreich", 2010, http://www.bmwfj.gv.at/Ministerium/Staatspreise/Documents/energiestrategie\_oesterreich.pdf, heruntergeladen am: 25.09.2013
- [31] Lebensministerium: "Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008-2013", 2007, http://www.lebensministerium.at/publikationen/umwelt/archiv/anpassung\_der\_klimastrategie\_oesterreichs\_zur\_erreichung\_des\_kyoto-ziels\_2008-2012.html, heruntergeladen am: 27.01.2014
- [32] BMVIT: "Strategie und Instrumente sowie prioritäre Anwender- und Einsatzbereiche für den Nationaler Einführungsplan Elektromobilität", 2012, http://www.bmvit.gv.at/bmvit/verkehr/strasse/elektromobilitaet/index.html, heruntergeladen am: 25.09.2013
- [33] Land Steiermark: "Klimaschutzplan", 2010, http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11514048\_67473811/a74a6e78/KSP-Steiermark-201101-low.pdf, heruntergeladen am: 02.10.2013
- [34] Land Steiermark: "Road Map Elektromobilität Steiermark 2025", 2012, http://www.grazer-ea.at/cms/upload/intelekt/roadmap\_vnwsii\_stadtschreiber\_2012-09-04.pdf, heruntergeladen am: 19.08.2013
- [35] Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typengenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6), 2007, http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:171:0001:0001:DE:PDF, heruntergeladen am: 25.09.2013
- [36] Commission of the European Communities, Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament: "An Energy Policy for Europe", Brüssel, Belgien, 2007,
  http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0001:FIN:EN:PDF, heruntergeladen am: 25.09.2013
- [37] Intergovernmental Panel on Climate Change, Klimaänderung 2007: Ein Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen, 2007, http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/deutch/IPCC2007-SYR-german.pdf, heruntergeladen am: 25.09.2013
- [38] J. Fabian, T. Wieland, E. Schmautzer, L. Fickert, W. Slupetzky: "Endbericht zur begleitenden Forschung/Monitoring Modellregion für Elektromobilität Großraum Graz", Forschungsbericht, Technische Universität Graz, 2015.
- [39] T. Wieland, E. Schmautzer, C. Schlintl, E. Imrek, I. Absenger-Helmli, L. Fickert: "Statistische Auswertung zum e-Carsharing-Projekt "will e-fahren", 14. Symposium Energieinnovation, Graz, Österreich, 2016