



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Raum, Landschaft
und Infrastruktur

Marktakzeptanz und -diffusion von E-Fahrzeugen im Personenverkehr

Univ. Prof. Dr. rer. pol. Astrid Gühnemann
Professorin für Verkehrswesen für eine nachhaltige Entwicklung

Institut für Verkehrswesen
<http://www.rali.boku.ac.at/verkehr.html>

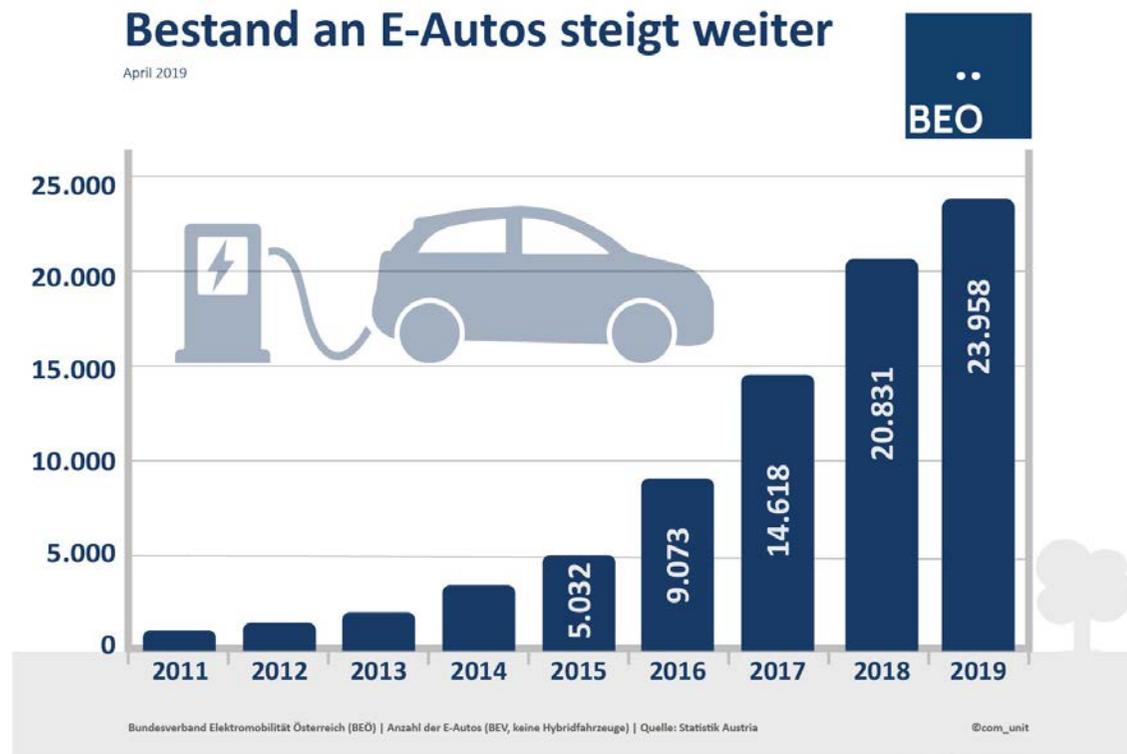
BOKU Energiecluster Elektromobilität auf dem Prüfstand,
Wien, 4.6.20189

Inhalt / Story

- Welche Marktperspektiven haben elektrische Fahrzeuge im Personenverkehr, und wie können wir diese verbessern?
 - Derzeitige Marktdurchdringung bei E-Fahrzeugen
 - Welche Faktoren sind für die Akzeptanz wichtig?
 - Wie ist die prognostizierte Entwicklung und wieviel CO₂-Einsparung bringt sie?
 - Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um eine raschere Marktdiffusion zu erreichen?

DERZEITIGE MARKTSITUATION

Bestand E-Autos in Österreich



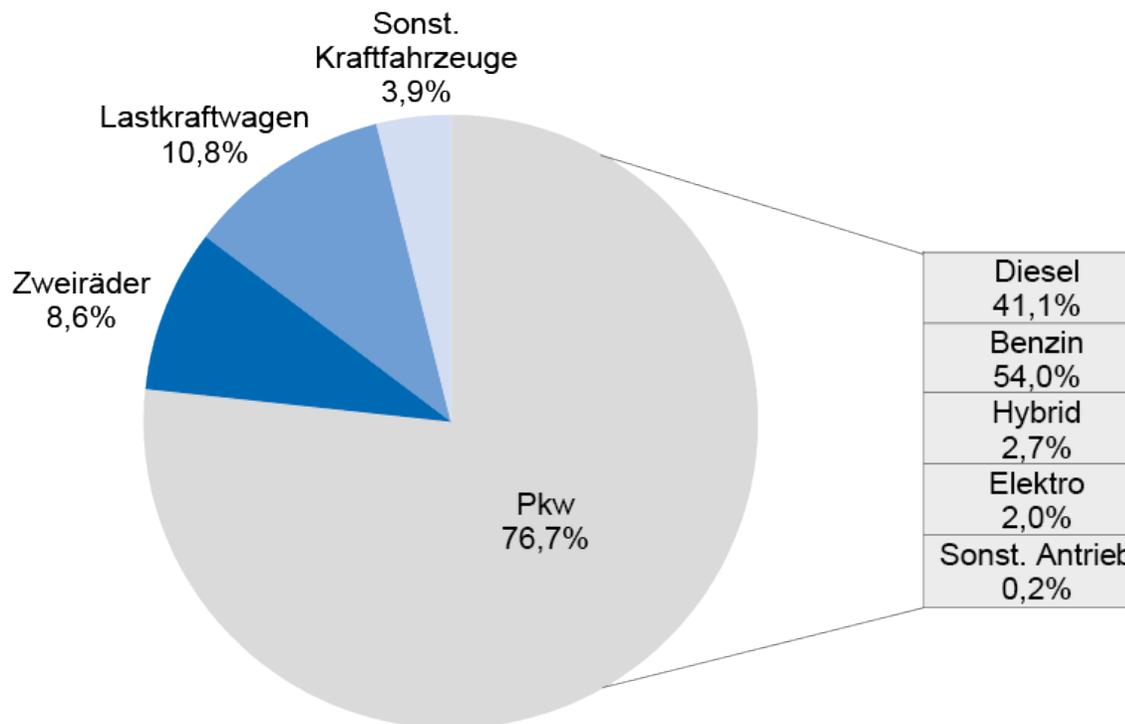
Erfolgsstory?

von knapp 5 Millionen Fahrzeugen im Kfz-Bestand!

Quelle: Bundesverband Elektromobilität Österreich (2019)

Marktanteil Neuzulassungen

Kfz-Neuzulassungen 2018 nach Fahrzeugarten in Prozent



Q: STATISTIK AUSTRIA, Kraftfahrzeuge, Kfz-Neuzulassungen. Erstellt am 09.01.2019.

Steigende Beliebtheit Elektrofahrräder

Fahrradverkäufe in Österreich

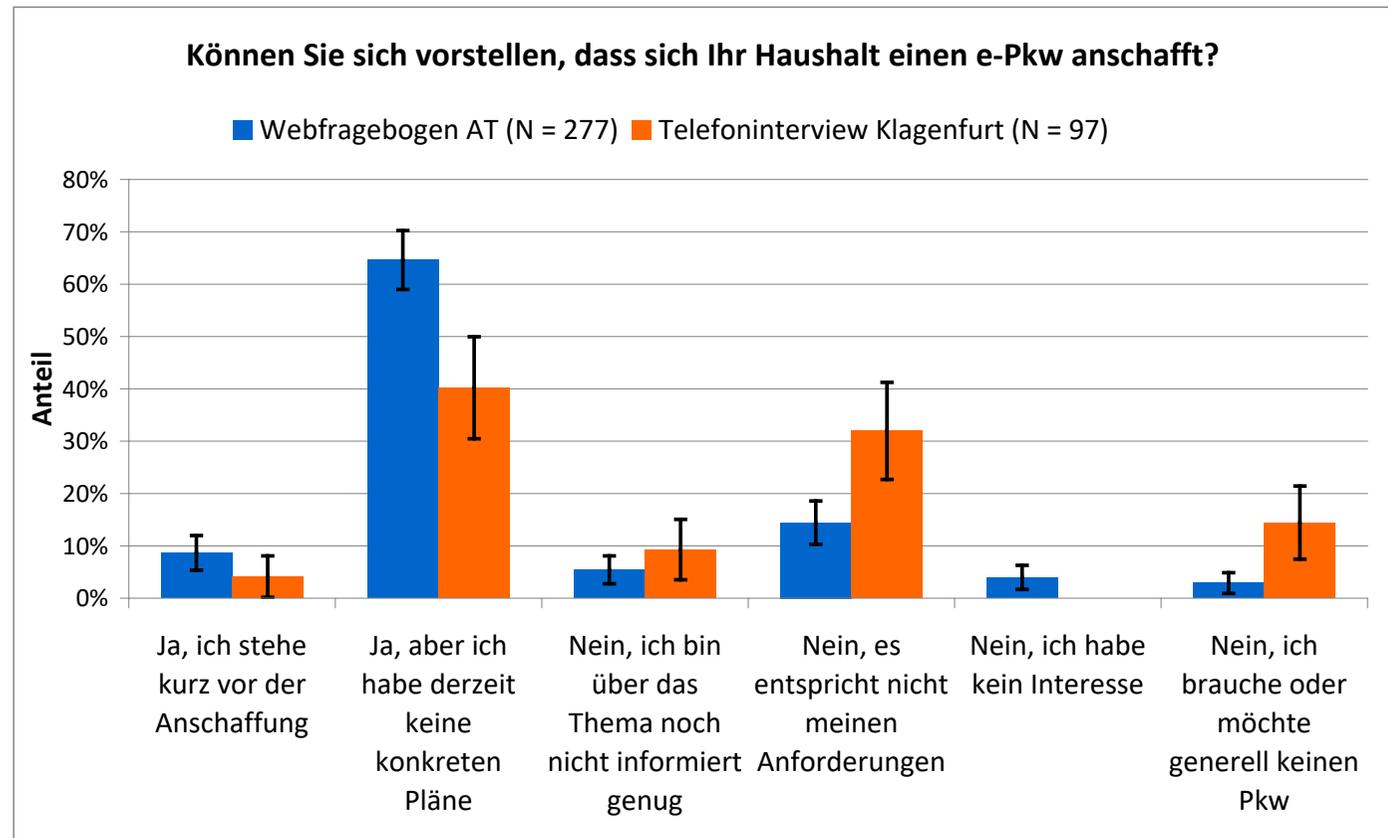


Grafik © APA, Quelle: Verband der Sportartikelhersteller und Sportausrüster

AKZEPTANZ VON E-FAHRZEUGEN

Einstellungen der Österreicherinnen und Österreicher zum Thema E-Mobilität

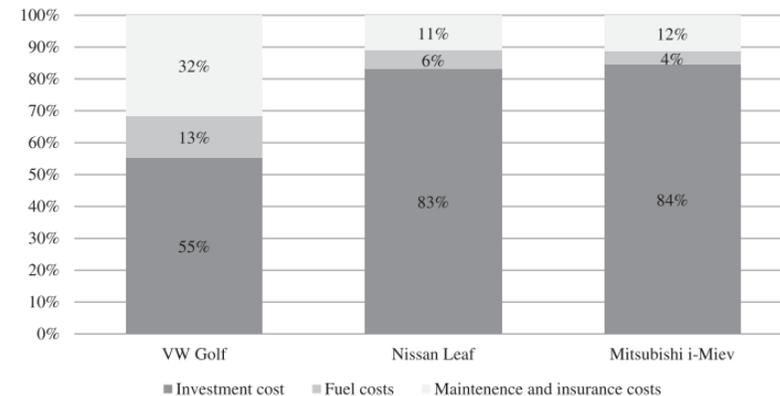
- Grundsätzliche Akzeptanz vorhanden
- Was beeinflusst Kaufentscheidung?



Quelle: Projekt COMPETT, Jellinek et al. (2015)

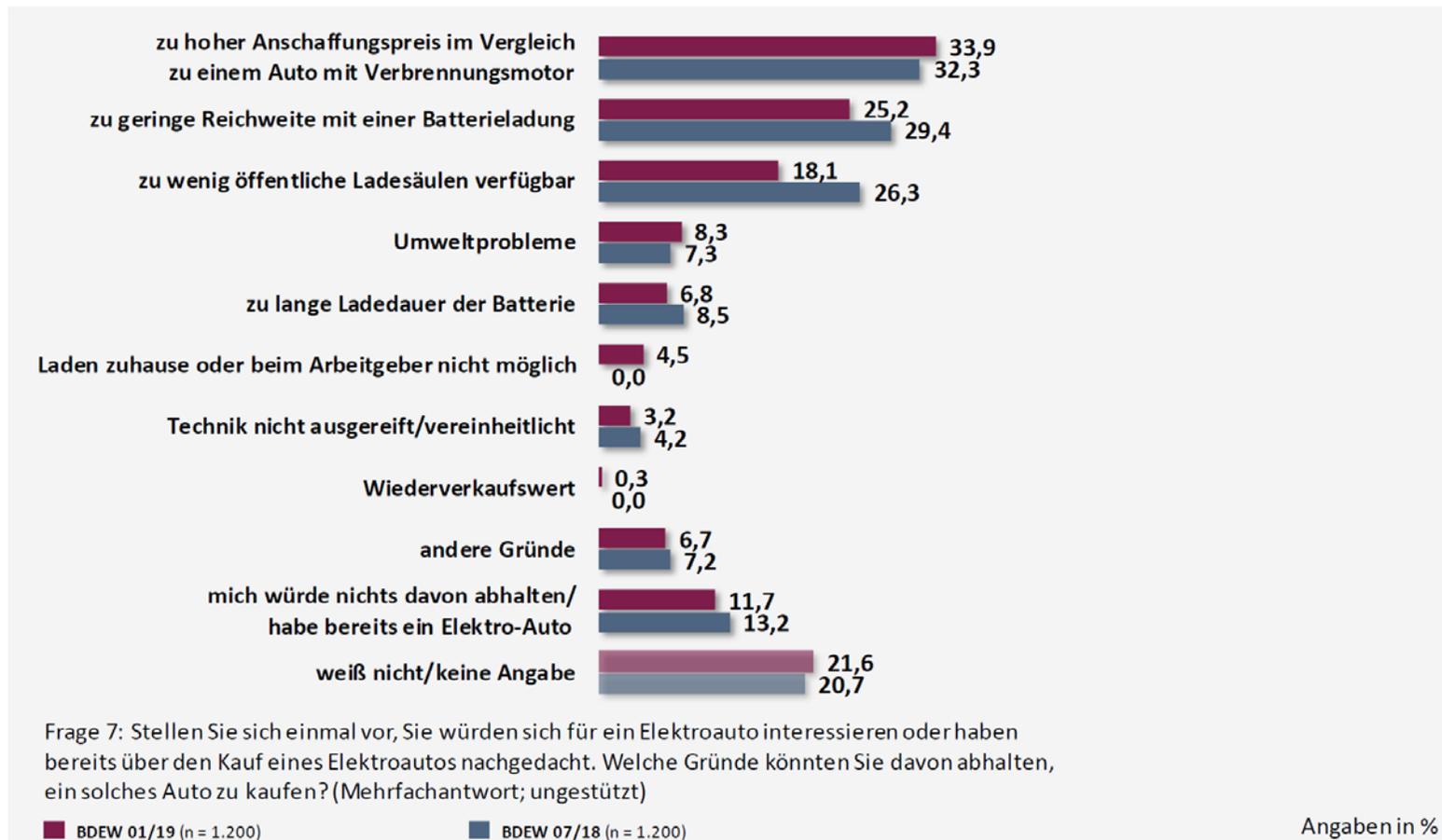
Faktoren Kaufentscheidung

- Kosten (Total Cost of Ownership (TOC))
 - Anschaffungspreis (minus Förderungen)
 - Betriebskosten
 - Wiederverkaufswert
- Technische und Fahreigenschaften
 - Reichweite
 - Verfügbarkeit von Tank-/Ladestationen
 - Tank-/Ladedauer
 - Zuverlässigkeit (Technische Reife)
 - Fahrspaß
 - Lebensdauer
- Umweltfreundlichkeit
- Status / Image / Lebensstil



Gass et al., 2014

Bsp: Gründe gegen den Kauf eines Elektroautos



BDEW, 2019

Bsp.: Gründe für Elektro-Roller

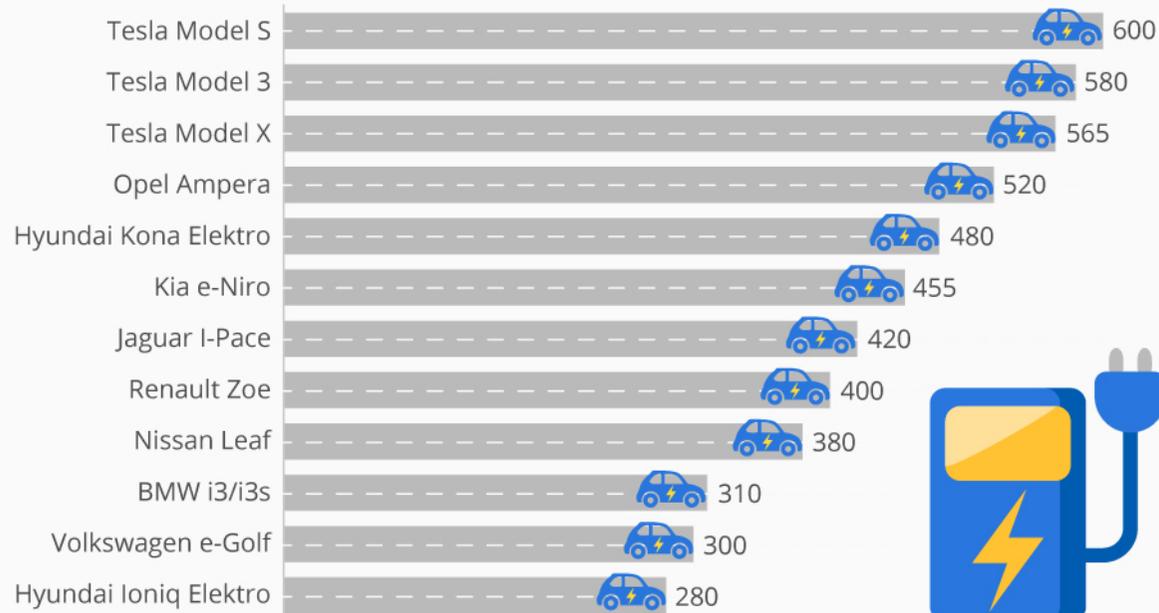
ARGUMENTE FÜR KAUF DER E-VARIANTE	15- bis 17-Jährige		18- bis 25-Jährige	
	STADT	LAND	STADT	LAND
Umweltfreundlichkeit	31%	45%	32%	27%
niedrige Betriebskosten	24%	28%	19%	23%
gute Beschleunigung	23%	25%	22%	22%
hoher Fahrspaß	17%	7%	15%	10%
finanzielle Förderung beim Kauf	14%	18%	7%	11%
hohe Lebensdauer	14%	11%	11%	13%
niedrige Wartungskosten	11%	10%	13%	13%
einfaches Handling beim Fahren	10%	5%	6%	3%
geringes Betriebsgeräusch	3%	11%	9%	8%
interessantes Image	3%	2%	3%	1%
passt zu Lebensstil	3%	2%	5%	1%

Quelle: Energieagentur, 2017

Reichweite aktueller Modelle

Diese Elektroautos rollen am weitesten

Elektroautomodelle nach Reichweite 2019 (in km)

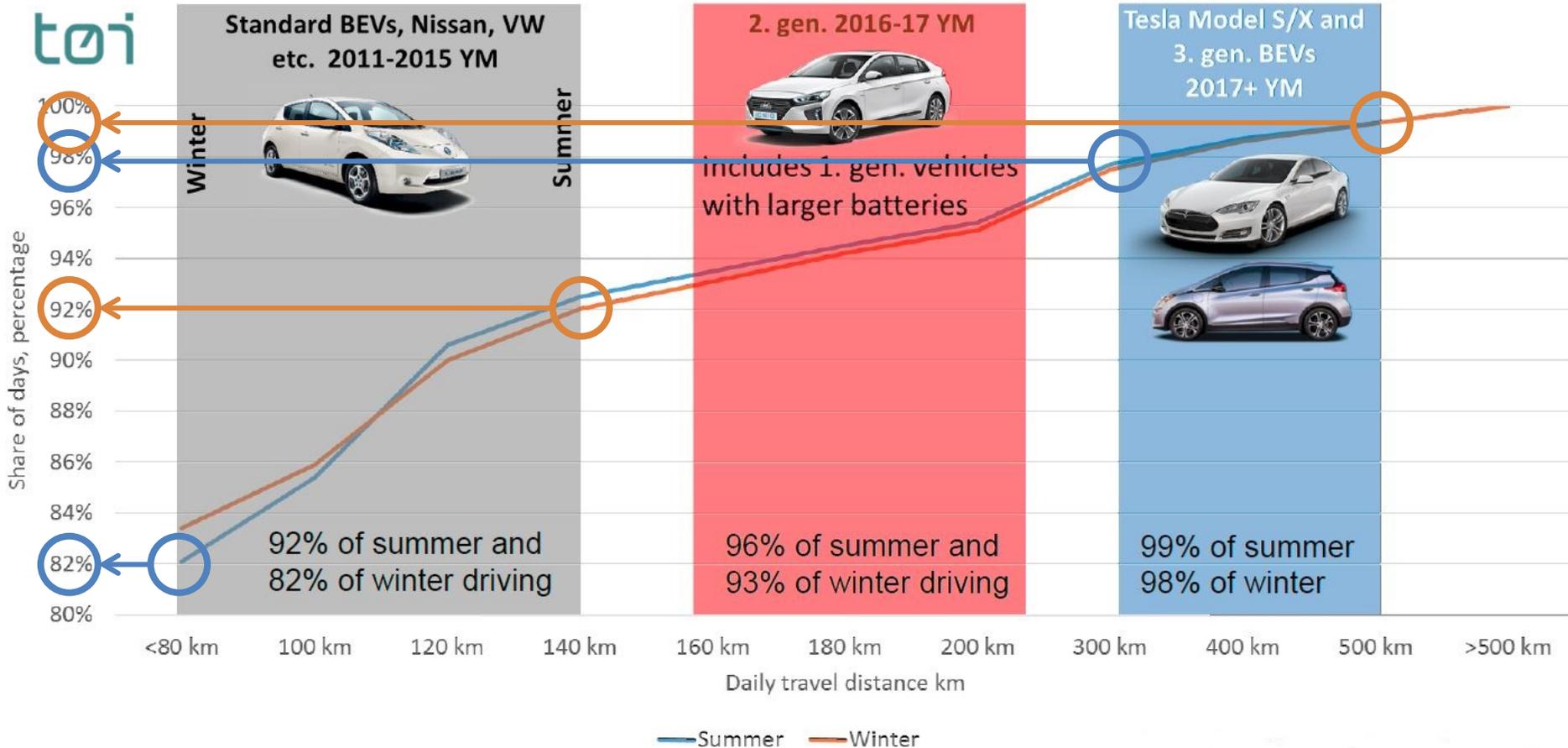


@Statista_com

Quelle: Utopia

statista

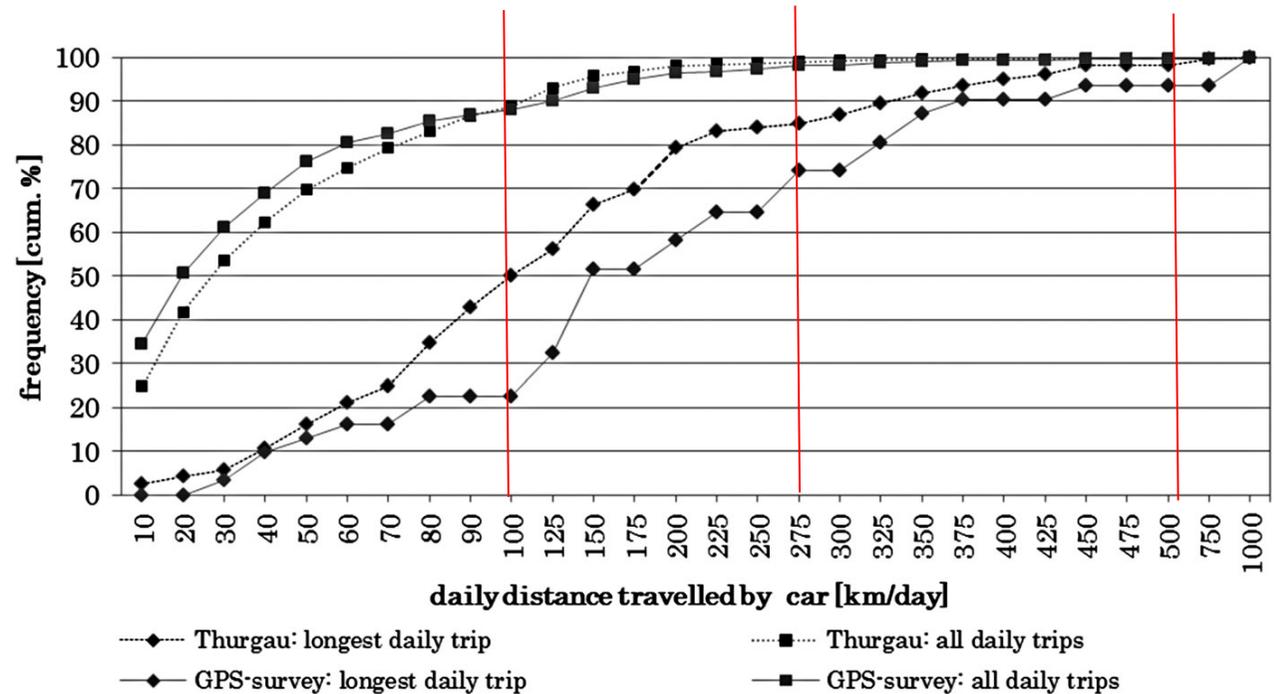
Beispiel Norwegen – Alltagsverkehr ist möglich



Norwegian PEV survey. 3111 BEV owners, 2065 PHEV owners, 3080 ICEV owners. March 2016, TOI report 1492/2016. 2014 survey: TOI report 1329/2014

ABER: Durchschnittliche vs Maximaldistanzen

- Reichweite von 100 km reicht **91%** von Nutzern basierend auf **durchschnittlichen** täglichen Fahrdistanzen
- Basierend auf **maximalen** Distanzen, sind es nur 25-50%
- **Optionswert** wichtig

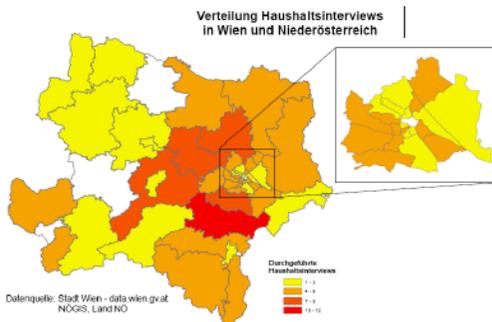


Stark et al., 2014

Stated Preference Erhebung zur Wahl zwischen Pkw-Alternativen (Projekt SEM)



- Haushaltsbefragung
220 TeilnehmerInnen,
179 Haushalte,
273 Pkws
- 1.905 Kauf-
entscheidungen
(2.115 Experimente
inkl. „electric-cars-
only“)



Nr. 1a	Auto-Kauf	Pkw Nr. 2	Kontakt-ID 2131610	Auskunftgeber/in
Stellen Sie sich vor, Sie kaufen sich ein Auto. Für welches der folgenden Autos – das ihrem eigenen Entsprechende oder				
Annahme: Flächendeckende Ladeinfrastruktur für Elektromobilität vorhanden, Ladeweggang zu Hause mit bekk				
Bis zu 7 Attribute		3 Fahrzeugtypen		
Reichweite bei Vollladung bzw. Vollarbeiten	km	Ihr Pkw: VW Golf Kombi Benzin/Diesel	Alternative: VW Golf Kombi Elektro	Alternative: VW Golf Kombi Hybrid
Kaufpreis	Euro	km	km	km
Leistung	PS	Euro	Euro	Euro
Umweltbelastung (Herstellerangabe)	Gramm CO2/km	PS	PS	PS
Tank-/Ladedauer für 100 km in Stunden	Übliche Dauer	Gramm CO2/km	Gramm CO2/km	Gramm CO2/km
Laufende Kosten je 100 km (Energie/Treibstoff, Steuer, Reparatur, Versicherung)	Euro/100 km	Std	Std	Wie Diesel/Benzin-Pkw
		Euro/100 km	Euro/100 km	Euro/100 km
IHRE WAHL <input type="checkbox"/> Keines		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahlreihenfolge der Autos:	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Bitte begründen Sie Ihre Wahl	Entscheidung			

Ergebnisse SEM

Independent variable	Transf.	Electric car	Hybrid car	Conventional car
Alternative specific constant	-	- 4.22 (-4.70)	- 0.36 (-0.55)	4 .58 (5.17)
Range [km]	Logarithm	0.79 (6.22)	-	-
Charging time [hours per 100 km]	Square	- 0.03 (-2.90)	-	-
Running costs [Euro per 100 km]	Logarithm	- 1.38 (-5.40)	- 2.70 (-9.20)	- 3.45 (-7.76)
Yearly running costs [Euro per year]	-	- 0.0002 (-3.3)	- 0.0002 (-3.3)	- 0.0002 (-3.3)
Running costs in life time	Square root	- 0.03 (-3.08)	- 0.03 (-3.08)	- 0.03 (-3.08)
CO ₂ emission performance [Gram per 100 km]	-	- 0.01 (-3.48)	-	-
Purchase price [Euro]	Square root	- 0.04 (-9.93)	- 0.04 (-9.93)	- 0.04 (-9.93)
Engine power [PS]	Square root	0.40 (5.77)	0.40 (5.77)	0.40 (5.77)

$$\begin{aligned}
 U_{EPkw} &= - 4,222 + 0,790 * \\
 &Ln(RW) - 0,031 * LD^2 - 1,383 * \\
 &Ln(LK) - 0,0002 * JLK ...
 \end{aligned}$$

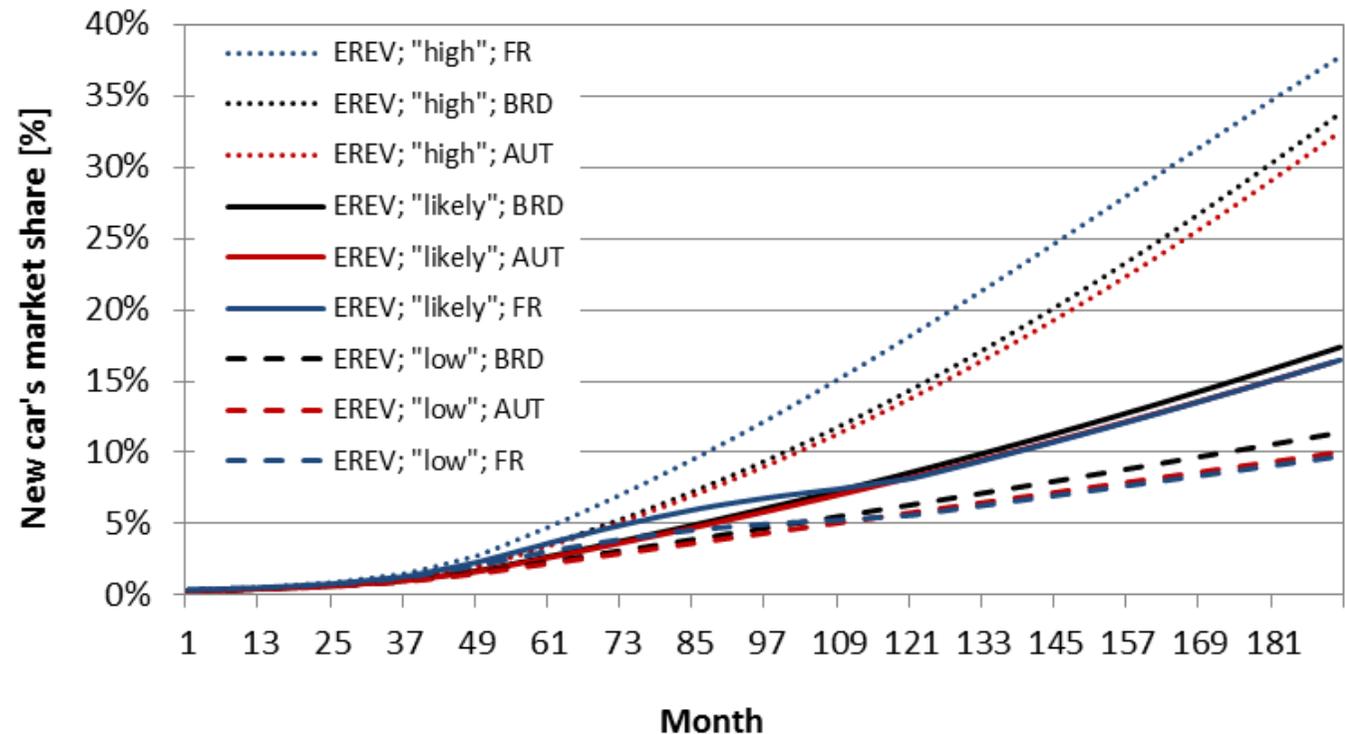
Adjusted Rho-square	0.355
Ratio of right predicted values	71.1 %

MARKTPROGNOSEN UND SZENARIEN

Diffusionsszenarien (Projekt EVREST)



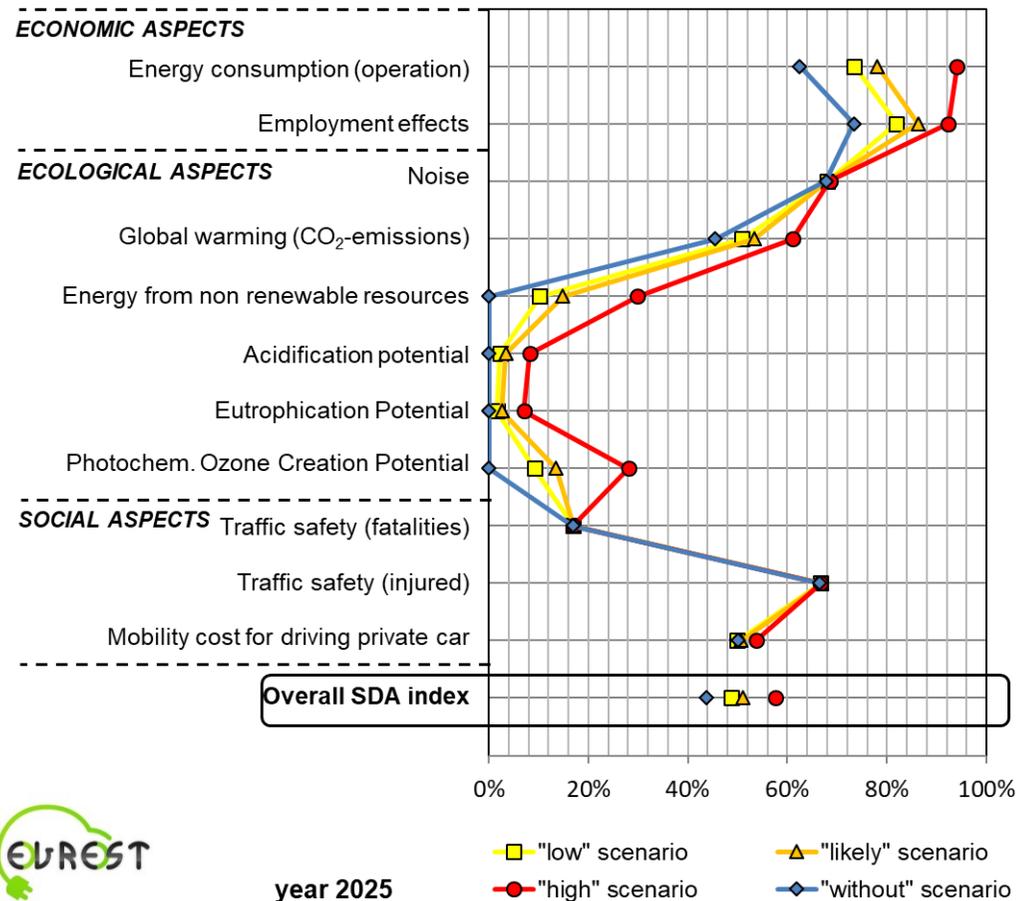
- 3 Szenarien
- 3 Länder
- BEV mit extended range



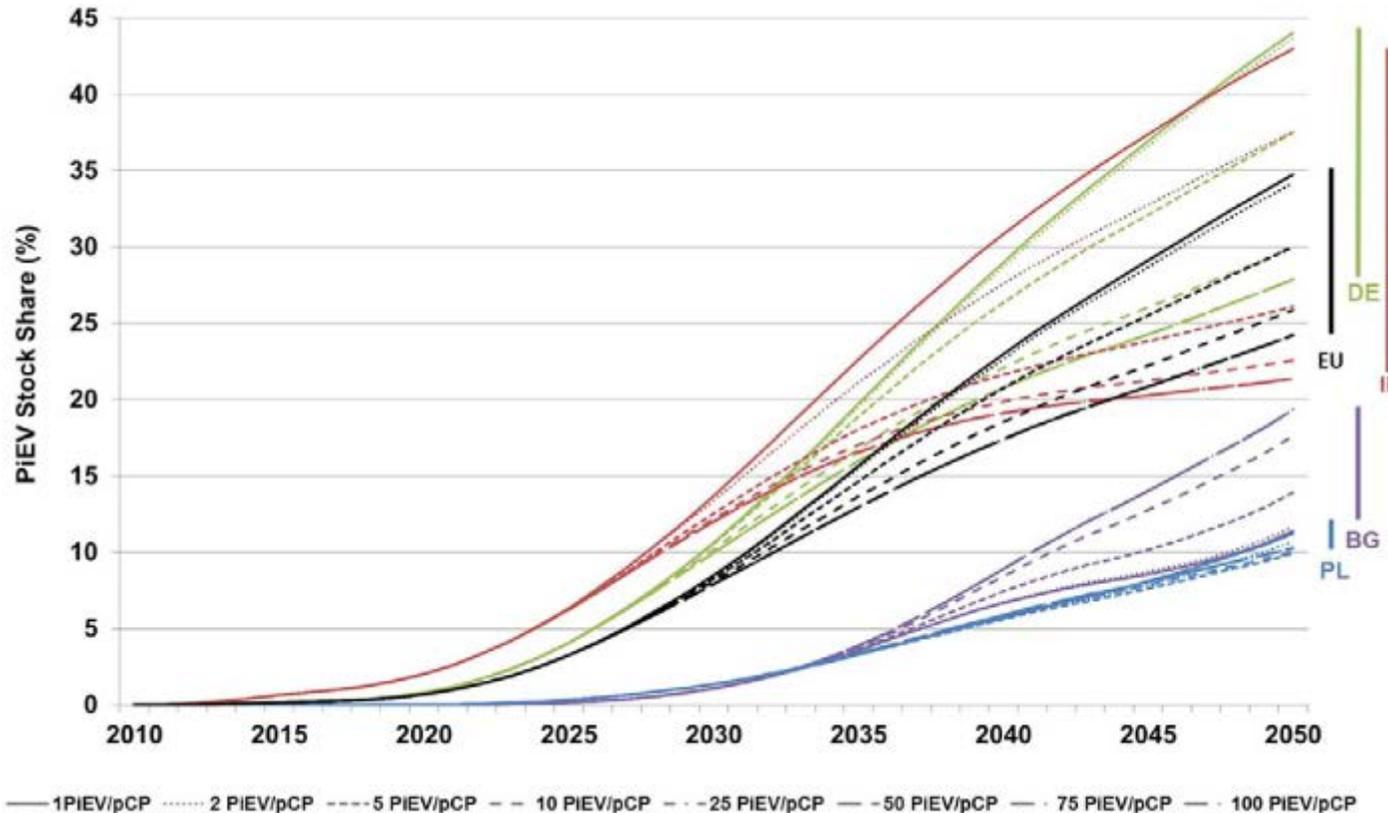
Nachhaltigkeitsanalyse (Projekt EVREST)



- für Stuttgart
- Szenarienvergleich



Einfluss Ladepunktverfügbarkeit auf Marktanteil E-Pkw



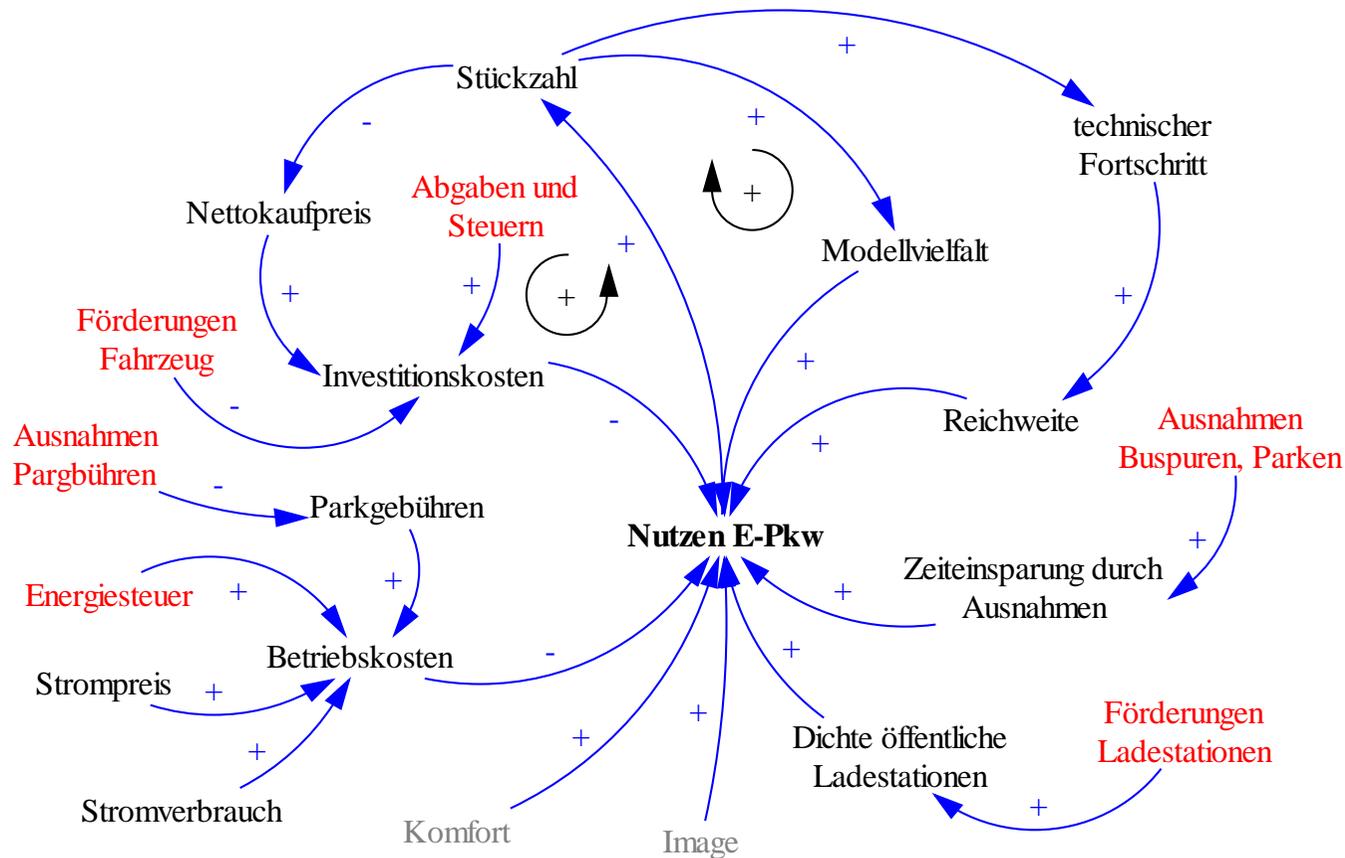
Österreich 2019:
BEV+PHEV
pro NLP: 6,4
pro SLP: 38,7

Europäisches Modell PTTMAM

Harrison & Thiel, 2017

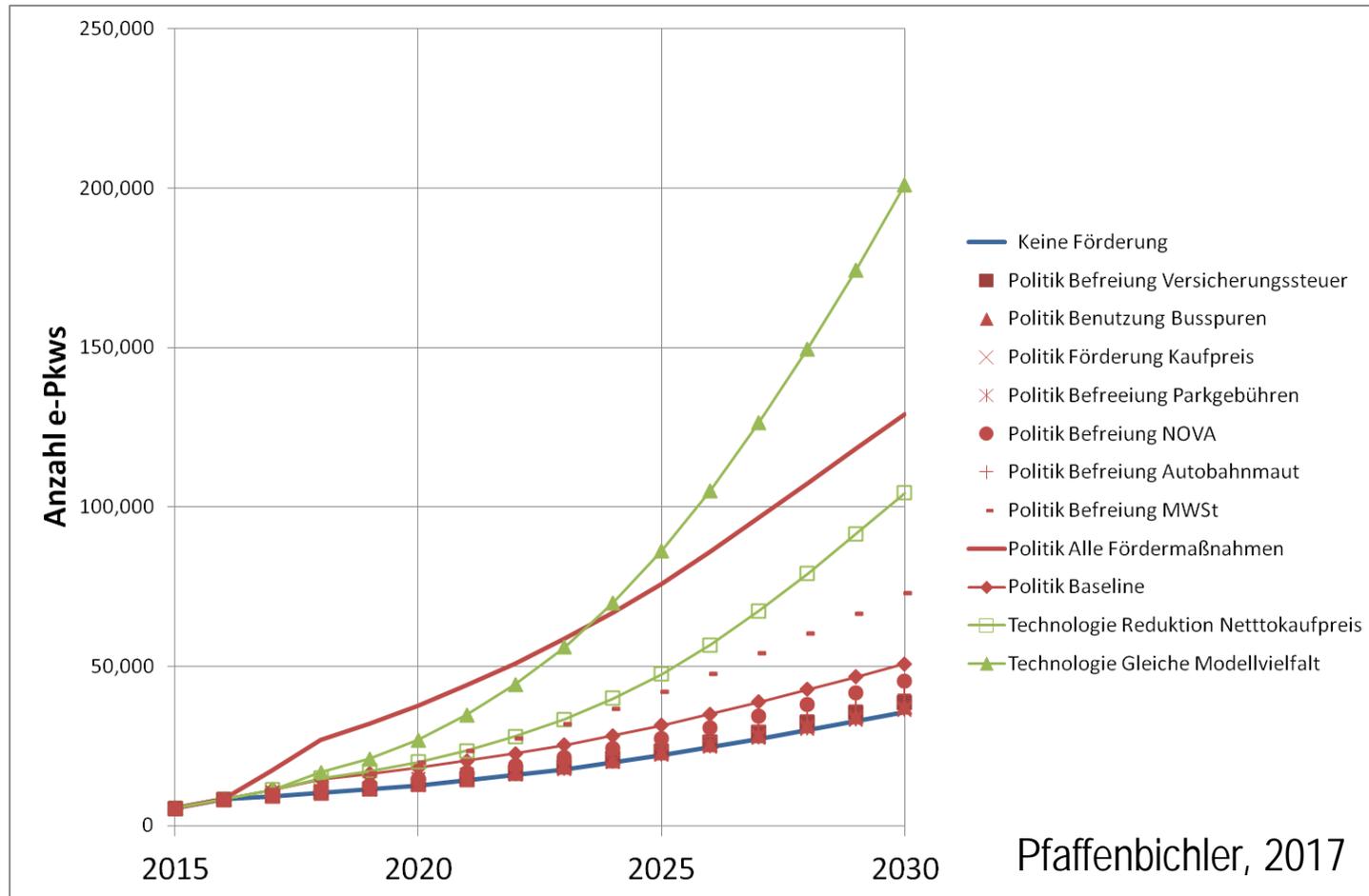


Kausalmodell des Wahlverhaltens



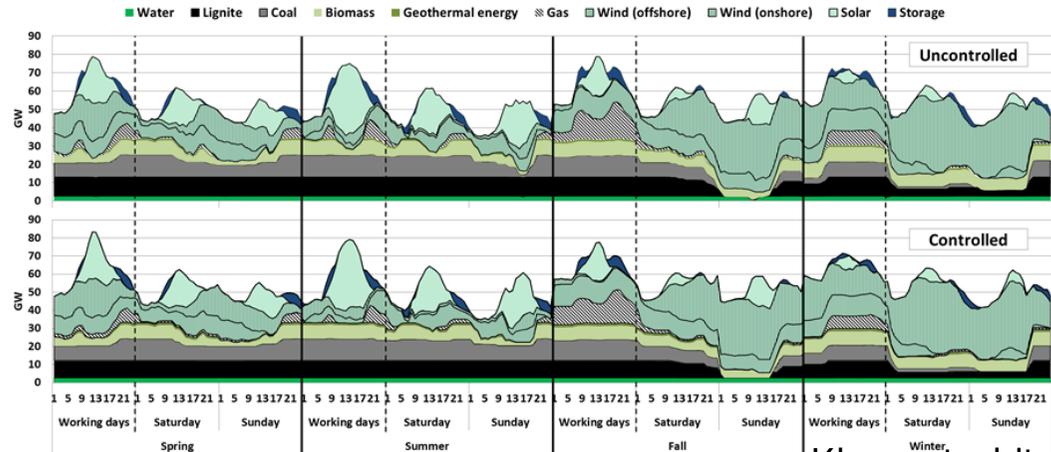
Pfaffenbichler, 2017

Wirkung Einzelmaßnahmen (Projekt COMPETT)

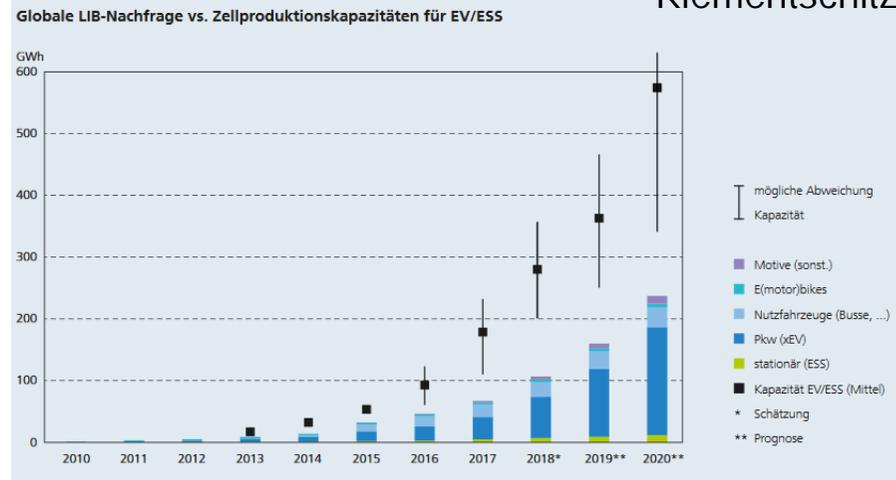


Weitere Systemeffekte der Einführung von E-Fahrzeugen

- Stromnachfrage
- Nachfrage nach LI-Batterien
- Potentieller Rebound-Effekt von Förderungen
- Fiskale Effekte
- Industrie + Arbeitsmarkt



Klementsitz, 2017



Thielmann et al., 2018

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Schlussfolgerungen

- Signifikante E-Kfz-Flotte in naher Zukunft erreichbar
- Kritische Parameter der Akzeptanz:
 - Anschaffungskosten, Reichweite, Verfügbarkeit von Ladestationen
 - Modellangebot muss erweitert werden
- Unterstützende Maßnahmen (Marktanreizprogramme) bekannt, sie müssen nur (weiter) umgesetzt werden
- Weitere Systemeffekte müssen beachtet werden
- Zur Erreichung der Dekarbonisierungsziele sind weitere politische und technologische Anstrengungen nötig
- E-Pkw lösen nicht andere Umweltprobleme, vor allem in Städten (Platz, Sicherheit, Abrieb)

Referenzen

1. Folie: -
2. Folie: -
3. Folie: -
4. Folie:
 - <http://www.beoe.at/statistik/>
5. Folie:
 - http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_neuzulassungen/index.html
6. Folie
 - <https://www.oe24.at/businesslive/E-Bike-Boom-befluegelt-Fahrradbranche/375715915>
7. Folie: -
8. Folie:
 - Jellinek, R., Emmerling, B., Pfaffenbichler, P. (2015). "Electromobility in Austria – Results from COMPETT – an Electromobility+ project". AEA, Mai 2015.
9. Folie:
 - Gass, V., Schmidt, J., & Schmid, E. (2014). Analysis of alternative policy instruments to promote electric vehicles in Austria. *Renewable Energy*, 61, 96–101. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2012.08.012>
10. Folie:
 - BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.) Meinungsbild E-Mobilität. Berlin 27. Mai 2019.

Referenzen

11.Folie:

- Österreichische Energieagentur. 2017. "E-MOTO – Aktions- und Motivationsplan zur Etablierung der E-Mobilität bei jungen ZweiradlenkerInnen." Wien.

12.Folie:

- https://infographic.statista.com/normal/infografik_17104_elektroautomodelle_nach_reichweite_n.jpg

13.Folie

- Pfaffenbichler, P. (2017) Elektromobilität - E-Taxis - selbstfahrende Autos. Taxizentralenkongress Wien, June 2017. DOI: 10.13140/RG.2.2.14099.07204

14.Folie

- Stark, J., Link, C., Simic, D., & Bäuml, T. (2014). Required range of electric vehicles – an analysis of longitudinal mobility data. *IET Intelligent Transport Systems*, 9(2), 119–127. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2013.0019>

15.Folie

- Klementschtz R., Stark J., Link C. (2017): Electromobility scenarios and their impacts on sustainable development. [Vortrag gehalten durch Klementschtz R. am 8. 9. 2017 im Rahmen der Konferenz: Doprava v košickom regióne do roku 2020, 3. medzinárodná odborná konferencia, Košice, 7.-8. September 2017] In: Ladislav Olexa, Brigita Salaiova (Ed.), Zborník prednášok konferencie s Doprava v košickom regióne do roku 2020; ISBN: 978-80-971246-6-3

16.Folie: siehe Folie 15

17.Folie -

18.Folie: siehe Folie 15

19.Folie: siehe Folie 15

Referenzen

20.Folie:

- Harrison, G., & Thiel, C. (2017). An exploratory policy analysis of electric vehicle sales competition and sensitivity to infrastructure in Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 165–178. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2016.08.007>

21.Folie:

- Pfaffenbichler, Paul. 2017. "E-Mobilität und zukünftige Entwicklung der E-Kfz Flotte." XIV Kfz-Symposium "Neue Technologien und Innovationen in der Fahrzeugtechnik", Steyr, AT.

22.Folie: siehe 21

23.Folie:

- Klementsitz R., Stark J., Link C. (2017). Siehe Folie 15
- Thielmann, A., Neef, C., Fenske, C., & Wietschel, M. (2018). *Energiespeicher-Monitoring 2018 Leitmarkt- und Leitanbieterstudie : Lithium-Ionen-Batterien für die Elektromobilität*. Fraunhofer ISI. Retrieved from https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/lib/Energiespeicher-Monitoring_2018.pdf

24.Folie: -

25.Folie: -

Referenzen

15.Folie:

- Projekt SAFiP
- Gühneemann, Astrid, Günter Emberger, Paul Pfaffenbichler, and Simon Shepherd. 2018. "Simulating Transport and Societal Effects of Automated Vehicles." In 36th International Conference of the System Dynamics Society. Reykjavík, Iceland.
https://www.researchgate.net/publication/326989739_Simulating_transport_and_societal_effects_of_automated_vehicles

16.Folie:

- Projekt SAFiP

17. Folie:

- Pfaffenbichler, P., Emberger, G., Shepherd, S. (2008) The Integrated Dynamic Land Use and Transport Model MARS. Networks and Spatial Economics 2008 vol: 8 (2-3) pp: 183-200.

18.Folie:

- Pfaffenbichler, P., G. Emberger, and S. Shepherd. 2010. "A System Dynamics Approach to Land Use Transport Interaction Modelling: The Strategic Model MARS and Its Application." System Dynamics Review 26 (3).
<https://www.fvv.tuwien.ac.at/forschung/mars-metropolitan-activity-relocation-simulator/overview/>

19.Folie

- Gühneemann, Astrid, Günter Emberger, Paul Pfaffenbichler, and Simon Shepherd. 2018. "Simulating Transport and Societal Effects of Automated Vehicles." In 36th International Conference of the System Dynamics Society. Reykjavík, Iceland.
https://www.researchgate.net/publication/326989739_Simulating_transport_and_societal_effects_of_automated_vehicles

Referenzen

20.Folie:

- Projekt SAFiP
- McKinsey & Company. 2016. “Automotive Revolution – Perspective towards 2030.” <https://doi.org/10.1365/s40112-016-1117-8>.
- BMVIT (2016) Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“. Wien. Verfügbar unter: https://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/statistik/oesterreich_unterwegs/downloads/oeu_2013-2014_Ergebnisbericht.pdf.
- Gruber, Christian Joachim, Stefan Flucher, Iris Eisenberger, Gerd Sammer, and Sophia San Nicoló. 2018. “Forschungsprojekt AUTO-NOM Analyse , Evaluierung und Anforderungen an innovative Anwendungen von autonomen Fahrzeugen aus verkehrspolitischer Sicht - Teil 1 : Verkehrliche Auswirkungen und Verkehrspolitische Aussagen.” Graz.

21.Folie:

- Projekt SAFiP
- Nach Milakis, Dimitris, Bart van Arem, and Bert van Wee. 2017. “Policy and Society Related Implications of Automated Driving: A Review of Literature and Directions for Future Research.” *Journal of Intelligent Transportation Systems* 21 (4): 324–48. <https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1291351>.

22.Folie:

- Projekt SAFiP; Szenarien: <https://mobilitaetderzukunft.at/de/highlights/safip-zukunftsbilder-mit-automatisierter-mobilitaet-in-oesterreich.php>
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018) Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes für Österreich. Periode 2021-2030. Wien, Dezember 2018