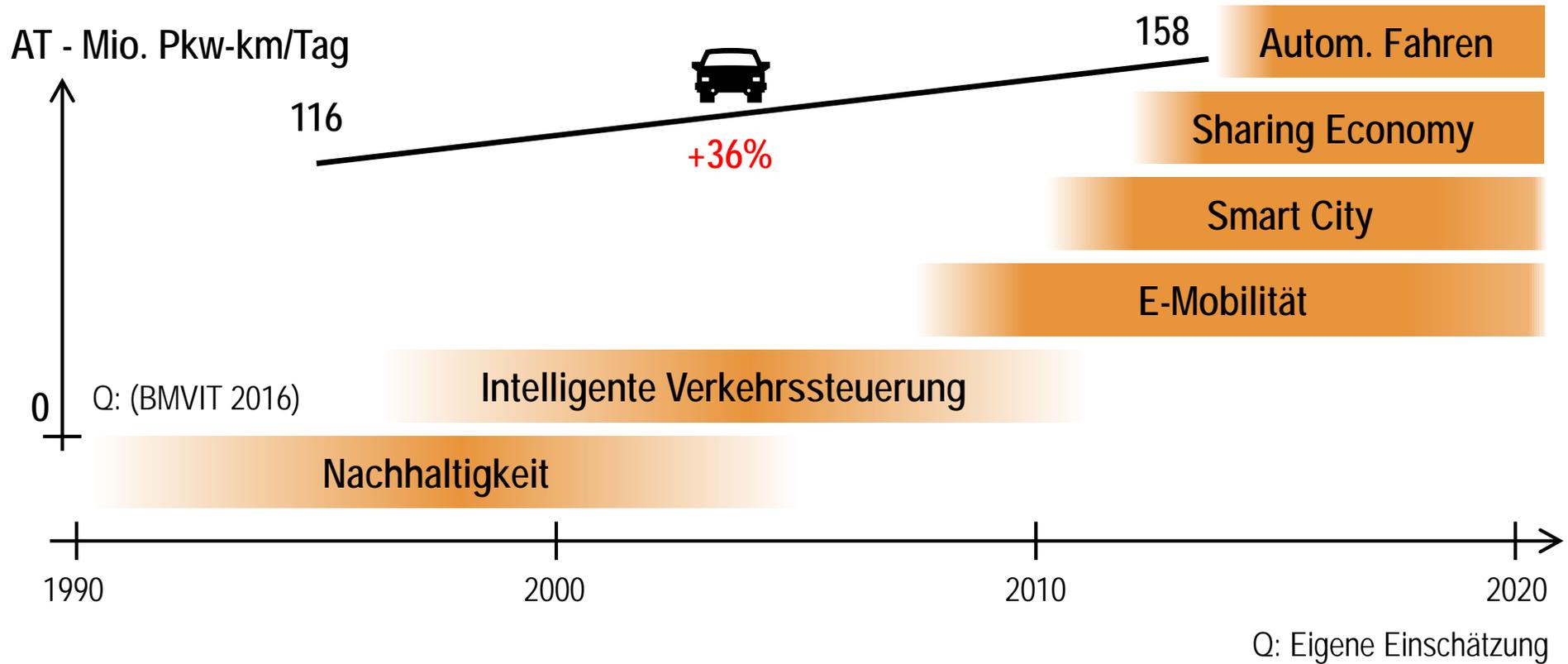


Simulation der Effekte individueller und kollektiver automatisierter Mobilitätsysteme

**Konferenz „Verkehrsökonomik und -politik“
Berlin, 23.-24. Mai 2019**

A. Gühnemann (BOKU), P. Pfaffenbichler, G. Emberger (TU Wien)

Trends und Moden in der Verkehrspolitik und -planung der letzten Dekaden



- *„Vollautonomes Fahren und E-Mobilität sind die wichtigsten Themen der Autoindustrie,...“* DerStandard.at, 28.3.2018
- *„Die autonom fahrenden Autos kommen.“* DerStandard.at, 12.12.2018
- *„Lenken war gestern.“* Zeit Online, 17.12.2018
- *„Zukunftsthema autonomes Fahren: Wer hier zu spät kommt, ist erledigt.“* t-online, 23.1.2019
- *„Autonome Autos sind die große Vision der Automobil- und Technologiekonzerne.“* DerStandard.at, 2.3.2019
- *„Teslas Robotaxi-Pläne - Todsichere Wette oder gefährlicher Größenwahn?“* Süddeutsche Zeitung, 26.4.2019
-

Automatisierungsgrade:

eigene Ausarbeitung nach (SAE 2018)

SAE Level	Name	Steuern, Beschleunigen, Bremsen	Überwachung Fahrumgebung	Fallback dynamische Fahraufgabe	Systemvermögen Fahrzustände
0	Keine Automatisierung	Mensch	Mensch	Mensch	n/a
1	Assistiert	Mensch & System	Mensch	Mensch	Einige Fahrzustände
2	Teilautomatisiert	System	Mensch	Mensch	Einige Fahrzustände
3	Bedingt automatisiert	System	System	Mensch	Einige Fahrzustände
4	Hochautomatisiert	System	System	System	Einige Fahrzustände
5	Vollautomatisiert	System	System	System	Alle Fahrzustände

Entwicklung automatisierter Fahrfunktionen (nach VDV 2015)

Einführung automatisierter Fahr- und Parkfunktionen

Einführungszeiträume: Fahrfunktionen Parkfunktionen

Einführungszeiträume definieren den Zeitraum, wann voraussichtlich die Fahrerassistenzsysteme (FAS) am Markt eingeführt werden.



* Rechtliche Rahmengesetzgebung vorausgesetzt

Vision oder Realität? Fluch oder Segen?



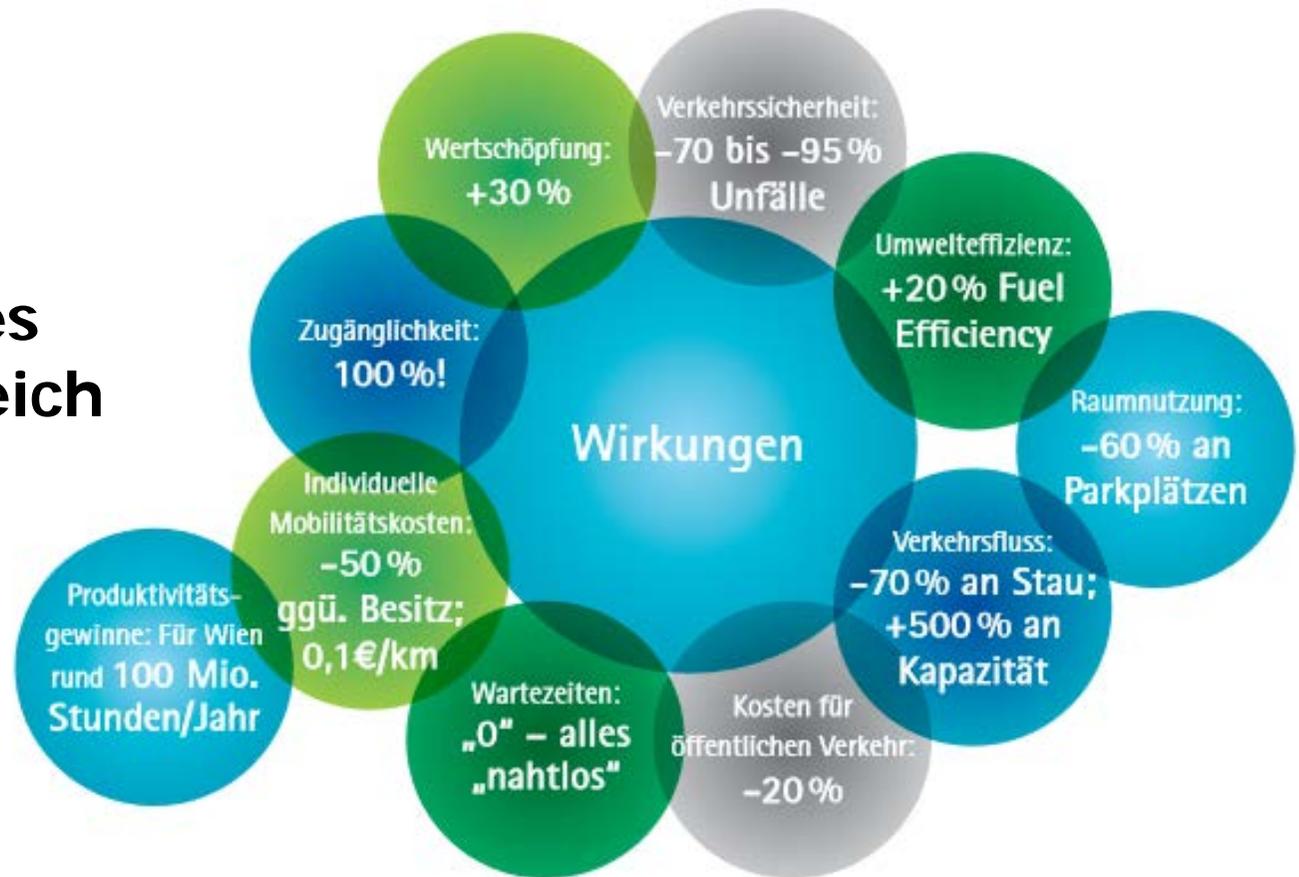
Zwischenfazit - Vision oder Realität?



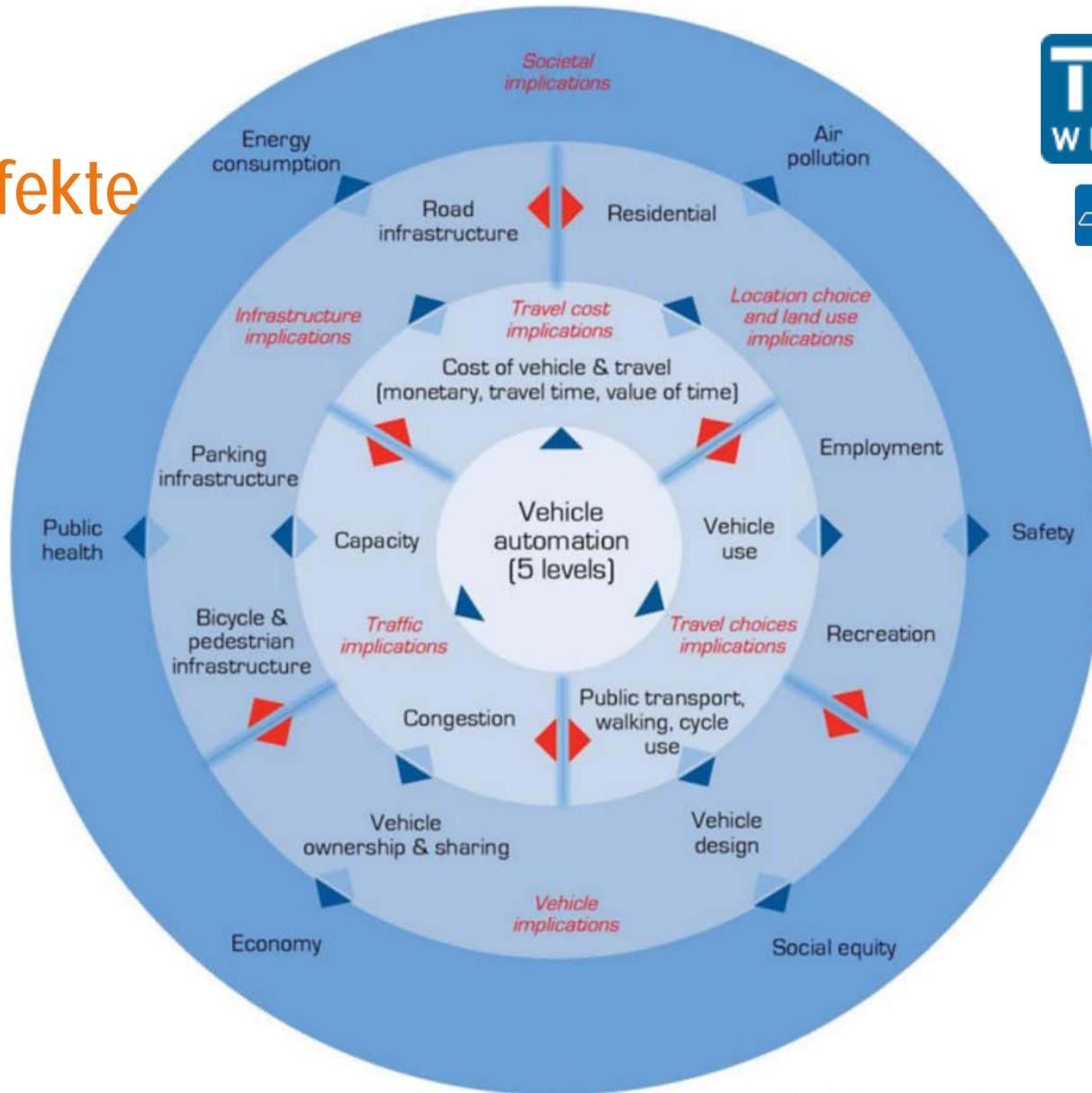
- Der Wunsch/die Vision fahrerloser Mobilität existiert schon länger.
- Forschungseinrichtungen, Beratungsfirmen, IT-Firmen, Automobilhersteller und Zulieferer entwickeln gerade unzählige Visionen wie automatisiertes Fahren in Zukunft aussehen könnte.
- Erste, mehr oder weniger große Schritte in Richtung Realität wurden und werden gemacht.
- Auf dem evolutionären Pfad existieren Level 2 und 3 Fahrzeuge, Level 4 und 5 wurde von namhaften Herstellern für 2020-2021 angekündigt, Prototypen werden getestet.
- Auf dem revolutionären Pfad laufen ebenfalls eine Vielzahl von Pilotversuchen.

Ursprüngliche Optimistische Erwartungen der Wirkungen

Beispiel: Aktionsplan Automatisiertes Fahren Österreich Juni 2016

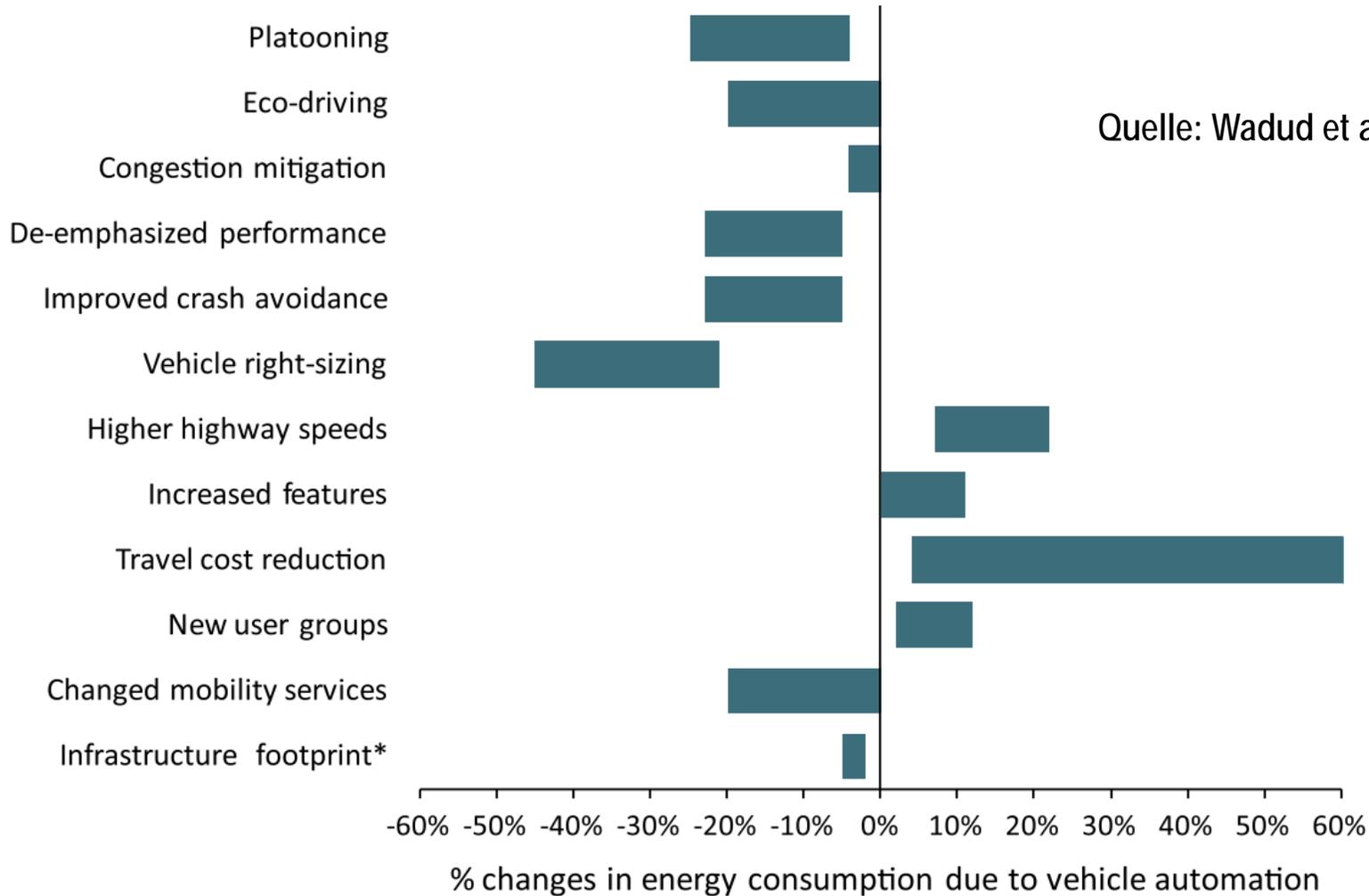


Aber: „Ripple“-Effekte

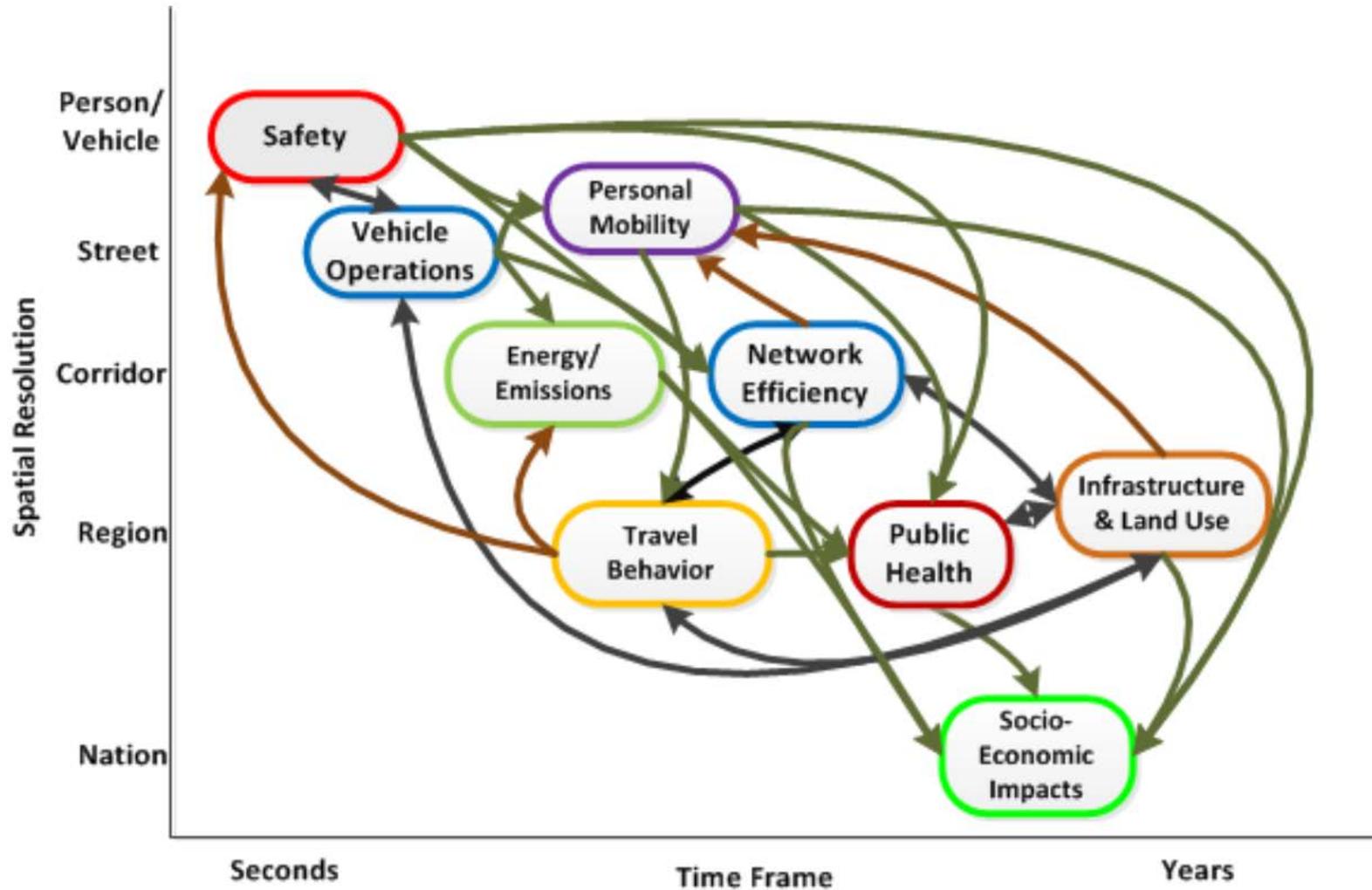


Milakis et al., 2016, p. 326

Geschätzte Auswirkung der Automatisierung auf den Energieverbrauch durch verschiedene Mechanismen



Vernetzte Wirkungsebenen (Smith, 2016)



- Pkw-Besitz & Automatisierungsanteile an Flotte
 - Diffusionsmodelle, ökonometrische Modelle, Szenarien
- Verkehrsnachfrage(kurz- mittel-, langfristig)
- Verkehrsfluss / Kapazitäten
 - Mikro-/mesoskopische Simulationsmodelle,
- Umweltwirkungen (lokal, regional, global)
- Flächeninanspruchnahme (vor allem Parkraum)
- Integrierte Flächennutzungs- und Verkehrsmodelle (langfristig)

Soteropoulos et al., 2018

Grundlagen der Prognose der Auswirkungen



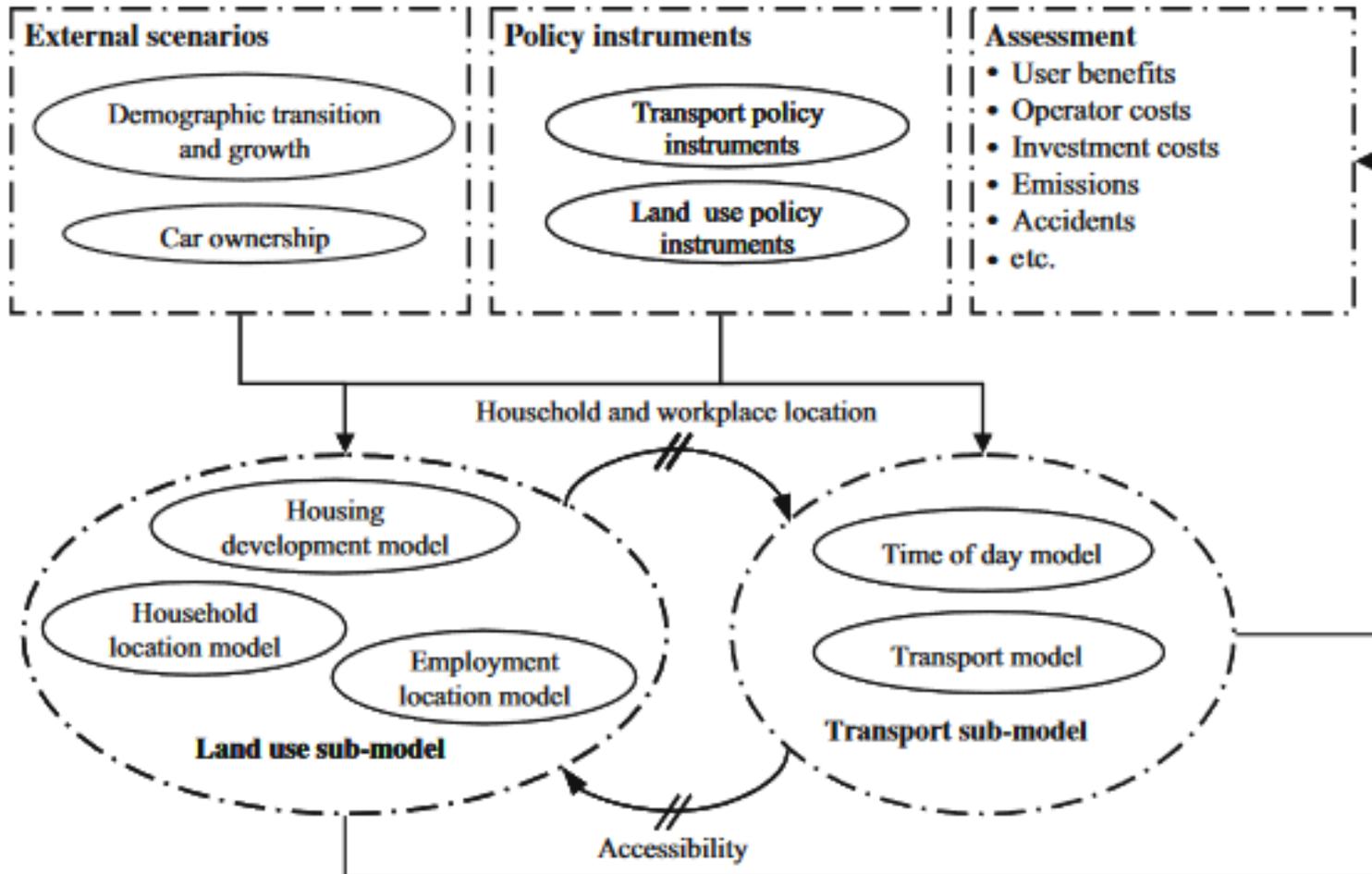
- In der Vorhersage der Entwicklung der Marktdurchdringung und Nutzung des automatisierten Fahrens müssen drei unterschiedliche Aspekte betrachtet werden:
 1. die Entwicklung der notwendigen Technologien und deren Kosten,
 2. die Akzeptanz der neuen, fahrerlosen Fahrzeuge durch Kundinnen und Kunden und
 3. die Änderung der Nutzungsmuster.
- Jeder dieser drei Aspekte ist derzeit noch mit sehr großen Unsicherheiten behaftet!

Systemdynamischer Modellierungsansatz



1. Erstellung eines qualitativen Modells
(Causal-Loop-Diagramm CLD)
 - Identifikation von Wirkungsmechanismen und Rückkopplungsschleifen
2. Adaption des integrierten Flächennutzungs- und Verkehrsmodells MARS
 - Quantifizierung und Simulation von Szenarien

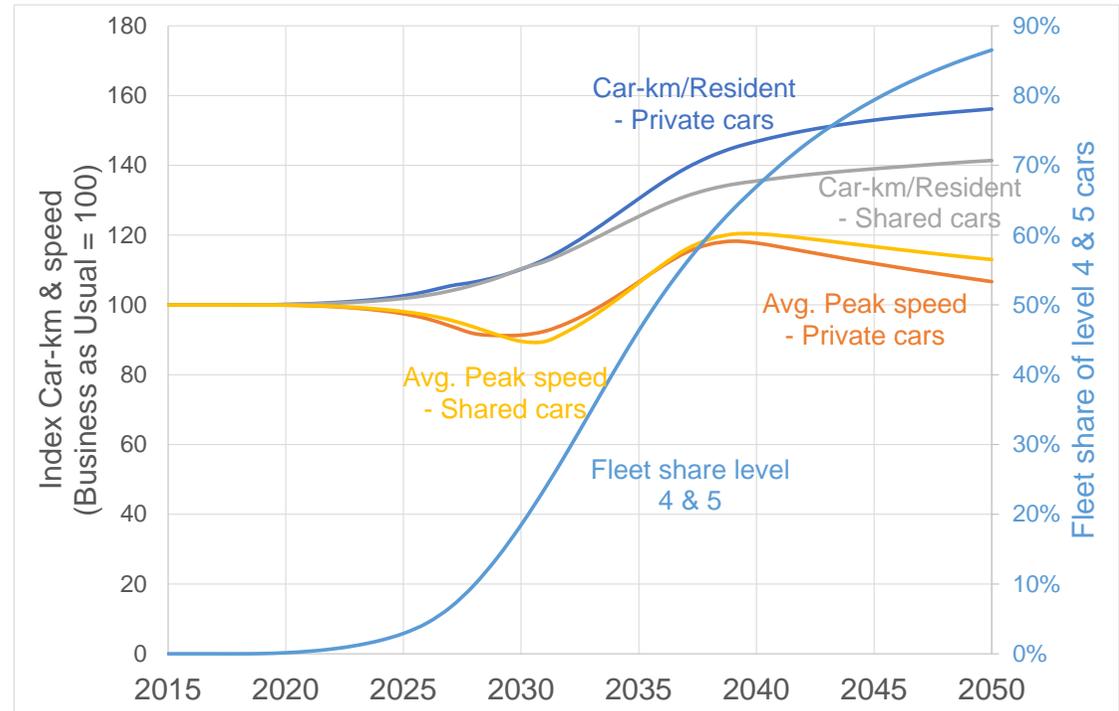
MARS-Modell



Pfaffenbichler et al., 2008

Marktanteil AF und Wirkungen

- Überblick vorläufige Ergebnisse Leeds, UK
- 2 Szenarien:
 - private Nutzung (—, —)
 - shared Nutzung (—, —) mit steigendem Marktanteil hochautomatisierter Fahrzeuge (—)

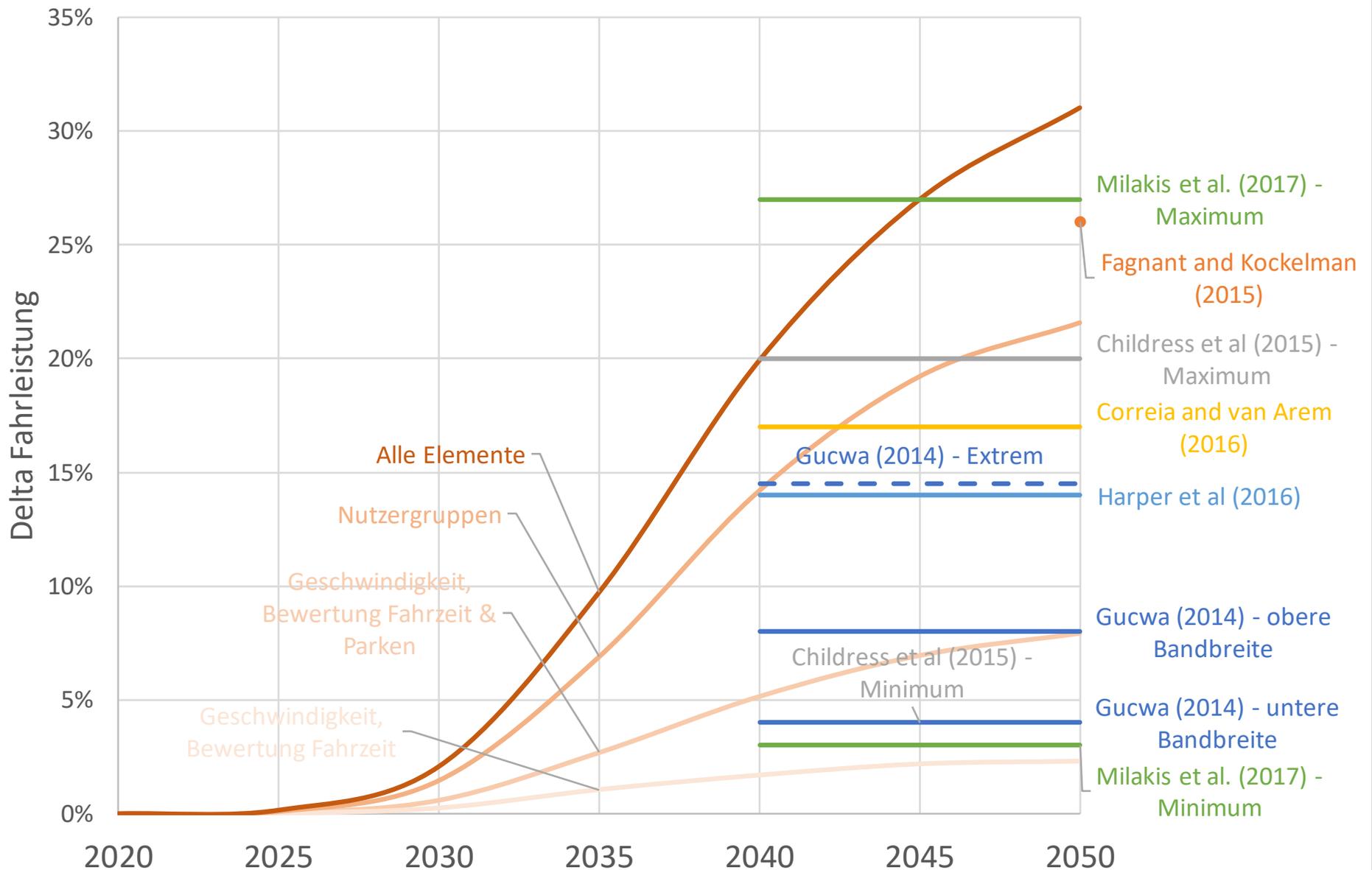


Ergebnisse Österreich - Vergleich Einzelelemente nach Region

- Veränderung des Kfz-Verkehrsaufwands (Kfz-km/a) bei 90% Level 4 & 5 Kfz im Jahr 2050 relativ zum Szenario ohne automatisierte Kfz.

Region	Automatisches Parken	Geschwindigkeit, Straßenkapazität	Bewertung Fahrzeit	Neue NutzerInnengruppen		
				Individuelle Pkws	Car-sharing	Car- und Ride-sharing
Wien	16,7%	-2,7%	8,7%	16,1%	22,4%	18,1%
Großstädte (ohne Wien)	9,0%	-3,0%	5,4%	17,2%	11,4%	6,5%
zentrale Bezirke	4,4%	-2,6%	3,5%	19,6%	0,7%	-3,6%
periphere Bezirke	1,4%	-1,6%	5,8%	21,0%	5,1%	-0,3%
Österreich	4,5%	-2,1%	5,1%	16,8%	7,0%	3,0%

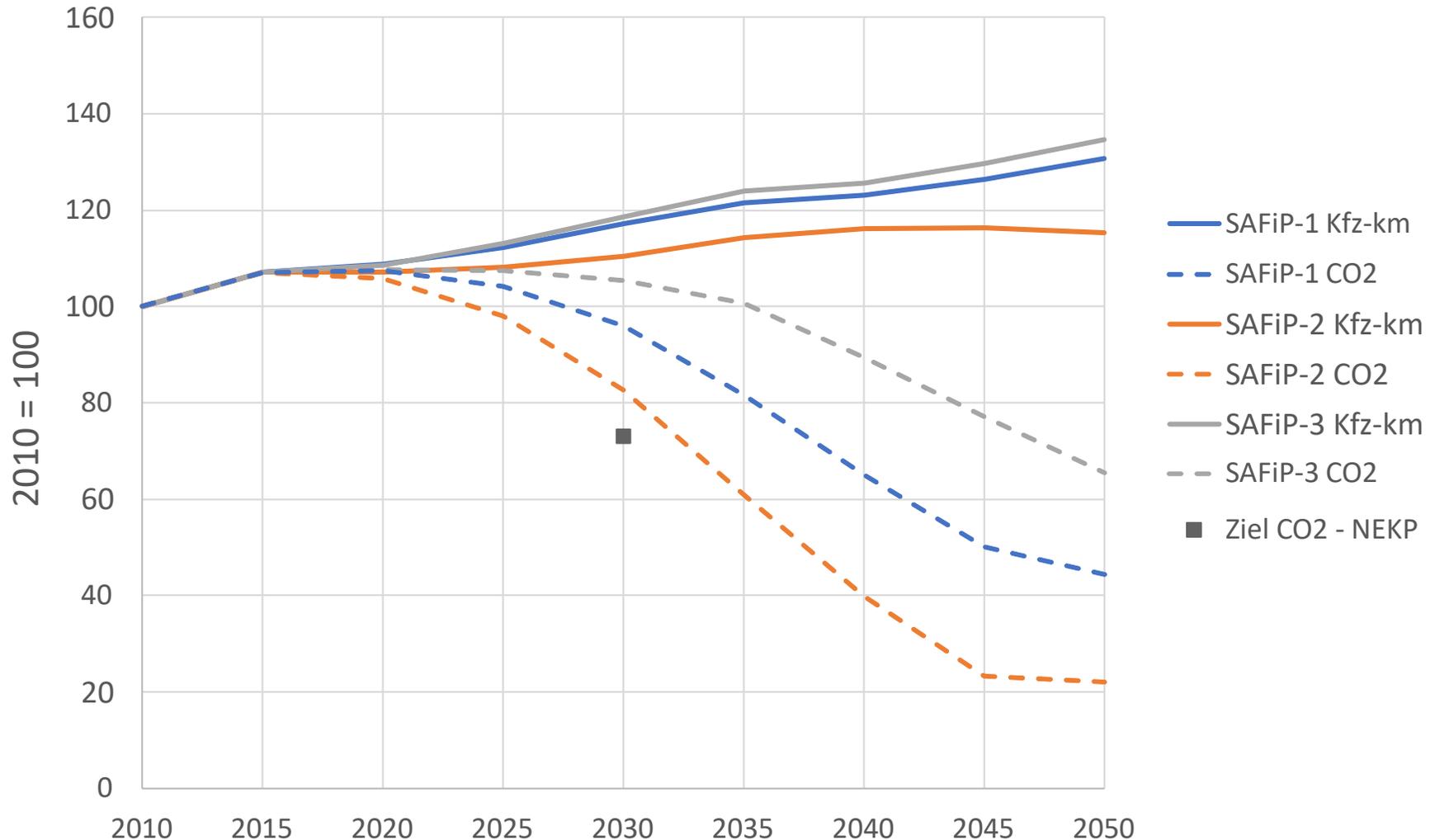
Vergleich mit Ergebnissen aus der Literatur



SAFiP-Szenarien: Entwicklung Fahrleistung und THG-Emissionen in Österreich



Vergleich Fahrleistung - THG-Emissionen



Schlussfolgerungen - Fluch oder Segen?



- Vollautomatisiertes Fahren hat Potential, das Mobilitätssystem disruptiv zu verändern.
- In jüngerer Vergangenheit gab es aber einige tödliche Unfälle mit automatisierten Fahrzeugen, die z.B. auch zu einem zumindest temporären Rückzug von Uber aus diesem Feld geführt haben. D.h. zumindest in der Übergangsphase können die Versprechen hinsichtlich Sicherheit noch nicht eingelöst werden.
- Fahrerlose Fahrzeuge können als Privatfahrzeuge, in Carsharing- bzw. Taxiflotten oder als Bestandteil des öffentlichen Verkehrs eingesetzt werden.
 - In den ersten beiden Fällen gehen alle dzt. verfügbaren Wirkungsabschätzungen von einer Zunahme der Fahrleistungen aus.
 - Als Teil des öffentlichen Verkehrs kann automatisiertes Fahren dagegen einen wichtigen Beitrag zu verkehrs- und umweltpolitischen Zielen liefern.
 - Ohne einen Wechsel der Antriebstechnologie ist die Automatisierung damit kontraproduktiv hinsichtlich der Emissionsziele.



Universität für Bodenkultur

Institut für Verkehrswesen
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur
Prof. Dr. Astrid Gühnemann

Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien
Tel.: +43 1 47654-4416, Fax: +43 1 47654-1005
astrid.guehnemann@boku.ac.at , www.rali.boku.ac.at/verkehr/

Projekt SAFiP powered by



Referenzen



1. Folie: -

2. Folie:

- 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.
- BMNT. 2018. "Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes für Österreich." Wien. https://www.bmnt.gv.at/dam/jcr:25575560-8cba-489a-94dc-9109e9ae7648/Entwurf_NEKP_Österreich_20.12.2018_pdf.pdf.

3. Folie:

- <https://derstandard.at/2000093015267/Autonom-in-den-Stau>
- <https://www.zeit.de/2018/52/autonomes-fahren-umsetzung-sicherheit-arbeitsplaetze-zukunft>
- https://www.t-online.de/auto/technik/id_85135520/autonomes-fahren-deutsche-autobauer-vw-bmw-und-daimler-vor-grosser-allianz-.html
- <https://derstandard.at/2000098380546/Hyperloop-Autonome-Taxis-FahrradWas-kommt-nach-dem-Auto>
- <https://www.sueddeutsche.de/auto/tesla-robotaxi-musk-1.4418681>

4. Folie

- SAE International. *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. 2018. J3016_20609.
- Kleine Zeitung. *Autonomes Fahren: Wettrennen zwischen BMW und Mercedes*. [Online] 4. 4 2017. [Zitat vom: 15. 11 2017.] http://www.kleinezeitung.at/wirtschaft/wirtschaftktnhp/5195402/Ab-2020-marktreif_Autonomes-Fahren_Wettrennen-zwischen-BMW-und.
- Auto Bild. *Alle Infos zum neuen A8*. [Online] 6. 10 2017. [Zitat vom: 23. 11 2017.] <http://www.autobild.de/artikel/audi-a8-d5-2017-test-5698059.html>.

5. Folie:

- VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen) (2015). Zukunftsszenarien autonomer Fahrzeuge - Chancen und Risiken für Verkehrsunternehmen. Positionspapier / November 2015. Abgerufen am 22.5.2019 von <https://www.vdv.de/position-autonome-fahrzeuge.pdf>

6. Folie:

- <https://www.continental-automotive.com/en-gl/Passenger-Cars/Technology-Trends/Seamless-Mobility-Experience>
- <https://www.youtube.com/watch?v=KTQLuIPUowE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=4B7mZFU2sB4>
- Par Frank Schwichtenberg — Travail personnel, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57764776>
- www.citymobil2.eu
- Von Grendelkhan - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56611386>
- Von Grendelkhan - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47467048>
- Jha A. (2005) Robot car: streets ahead in cities of the future, The Guardian, 29 Dec 2005, <https://www.theguardian.com/uk/2005/dec/29/transport.highereducation>
- Dllu [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)], https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Waymo_Chrysler_Pacifica_in_Los_Altos,_2017.jpg

7. Folie

- Kleine Zeitung. Autonomes Fahren: Wettrennen zwischen BMW und Mercedes. [Online] 4. 4 2017. [Zitat vom: 15. 11 2017.] http://www.kleinezeitung.at/wirtschaft/wirtschaftktnhp/5195402/Ab-2020-marktreif_Autonomes-Fahren_Wettrennen-zwischen-BMW-und.
- Auto Bild. Alle Infos zum neuen A8. [Online] 6. 10 2017. [Zitat vom: 23. 11 2017.] <http://www.autobild.de/artikel/audi-a8-d5-2017-test-5698059.html>

8. Folie:

- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016). Automatisiert - Vernetzt - Mobil Aktionsplan Automatisiertes Fahren. Juni 2016. Wien. Abgerufen am 22.5.2019 von <https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/verkehr/automatisiert/downloads/automatisiert2016.pdf>

9. Folie:

- Milakis, D., van Arem, B., & van Wee, B. (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), 324–348.

10. Folie:

- Wadud, Z., MacKenzie, D., & Leiby, P. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 86, 1–18.

11. Folie

- Smith S (2016). Benefits Estimation for AV Systems. Presentation at the November 2016 SIP-adus meeting. Available at: http://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2016/file/evt_ws2016_s6_ScottSmith.pdf

12. Folie:

- Soteropoulos, A., Berger, M., Ciari, F. (2019). Impacts of automated vehicles on travel behavior and land use: an international review of modelling studies. *Transport Reviews*, 39:1, 29-49.

13. Folie:

- Projekt SAFiP (System szenarien Automatisiertes Fahren in der Personenmobilität), <https://projekte.ffg.at/projekt/2929372>, Zugriff: 16.05.2019.

14. Folie:

- Projekt SAFiP

15.Folie:

- Projekt SAFiP
- Gühnemann, 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

- Gühnemann, 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

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