

Gesellschaft – Mobilität – Technik: Global unterwegs

Zürich, 22. Juni 2016

Autonomes Fahren – Mobilitätskonzept der Zukunft?

Prof. Dr. Barbara Lenz

DLR Institut für Verkehrsforschung, Berlin-Adlershof

Humboldt Universität zu Berlin

Knowledge for Tomorrow



Autonomes Fahren – Blick auf das „heute“



Das Google-Auto 2014



Mercedes S-Klasse 08/2013

Bildquellen. <http://google.de>; http://s_500_drive_layer-gallery_02_710x396_05-2014.jpg



Die Vision vom automatisierten Fahren ist nicht neu – 1938

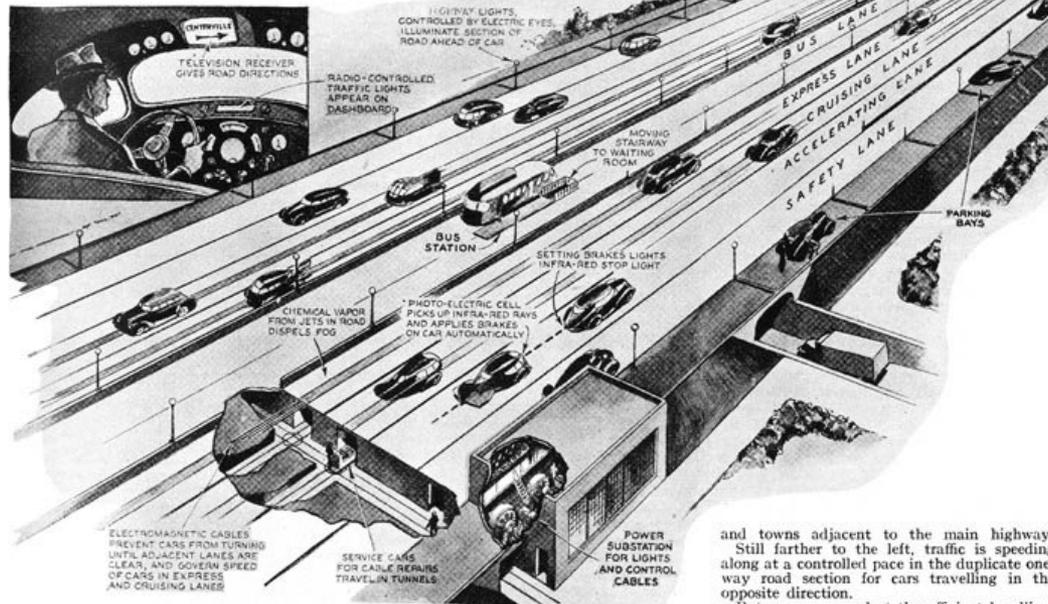
HIGHWAYS OF TOMORROW

PICTURE a fifteen-thousand-mile network of twelve-lane motor speedways spanning the U.S.A.— three of them linking the Atlantic and Pacific coasts, six more crisscrossing the country north and south—and you will have an idea of the vastness of a spectacular highway plan proposed by Senator Robert J. Bulkley of Ohio.

Requiring twenty-five years for com-

safety, accelerating, cruising, and express lanes. Hop into a 1988-model car and take an imaginary spin down one of these amazing, foolproof roads. Perhaps you arrived at the transcontinental artery by plane, swooping down on one of the concrete flight strips lining the boulevard, or settling to an automatic, radio-controlled landing on a spacious airport built close to a major highway intersection.

Driving up the clover-leaf approach on to the elevated highway, you glide first into the slow-speed safety lane, edge over into the



This is how traffic experts envisage the super highway of tomorrow. Careful design, and an elaborate system of electrical safety devices,

and towns adjacent to the main highway. Still farther to the left, traffic is speeding along at a controlled pace in the duplicate one-way road section for cars travelling in the opposite direction.

But as you marvel at the efficient handling, safety, and speed of this 1988 traffic, it suddenly dawns on you that this super-highway has no roadside signposts, no painted warnings

termini to bus platforms for transportation to local stations in city suburbs and villages.

Traffic experts realize that a super-highway similar to the one just described must eventually be constructed—not only to handle an ever-increasing volume of vehicular traffic, but also to end the highway slaughter that in the last fifteen years has taken almost twice as many lives as the total lost in all the wars the United States has fought since the founding of the Republic.

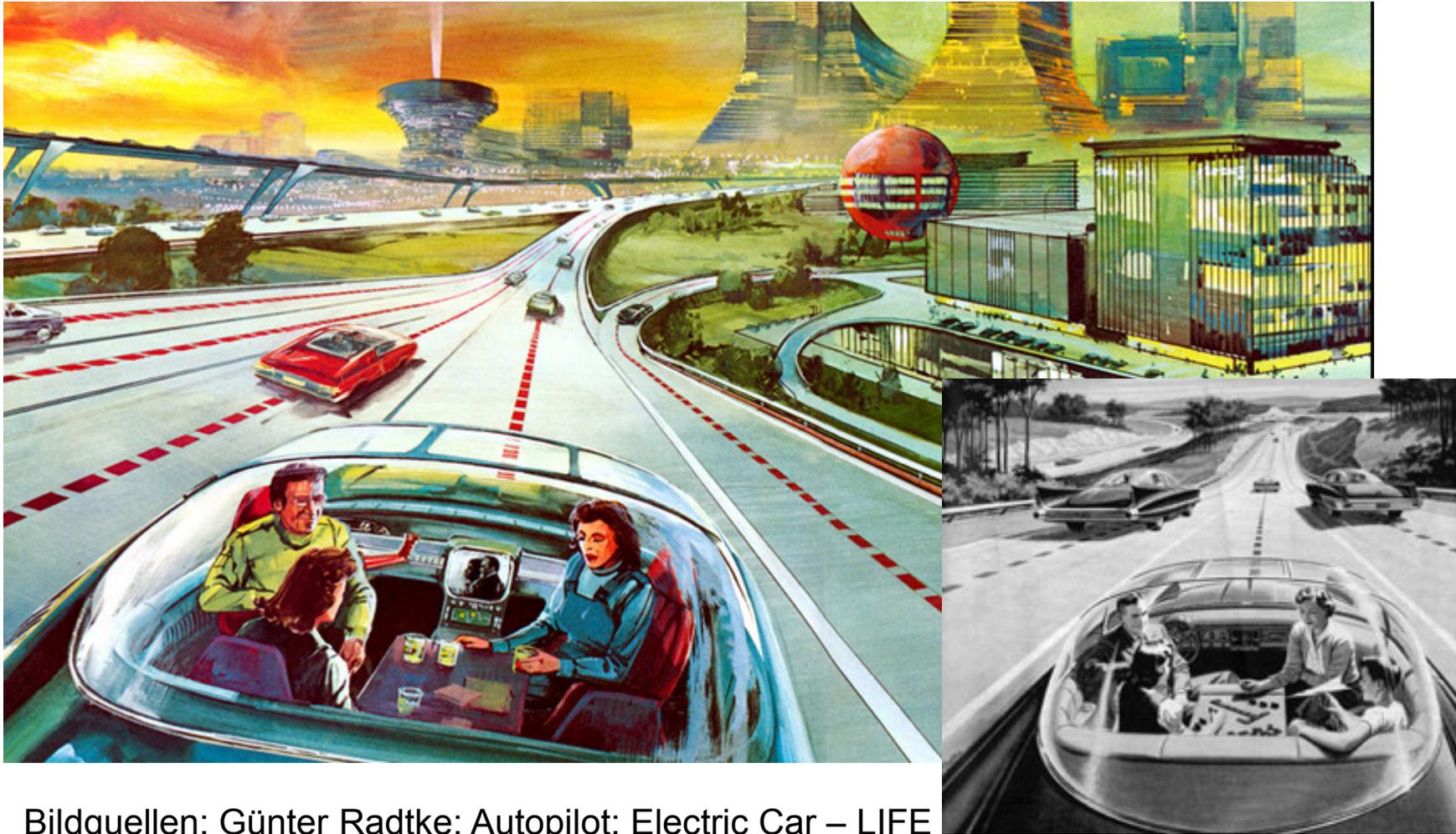
Accident statistics show that in many cases the driver is at fault, but the great majority of crashes can be traced ultimately to the roads over which we drive. Better, safer highways are a vital necessity, and extensive road-development programmes, now being pushed by many different authorities, may lead toward the high-speed super-highways of the future.

Already the State of Pennsylvania is pointing the way by authorizing the construction of what has been called the greatest road engineering project ever undertaken in the United States—a 164-mile, £16,000,000 toll boulevard stretching through the Allegheny Mountains from Harrisburg to Pittsburgh.

The proposed route will follow a £2,000,000

Zeichnung: Seielstad, B.G. (1938); vgl. auch F. Kröger (2014) zum gesellschaftsgeschichtlichen und kulturwissenschaftlichen Kontext des automatisierten Fahrens

Vision des automatisierten Fahrens 1974



Bildquellen: Günter Radtke: Autopilot; Electric Car – LIFE Magazine 1950

Vision des autonomen Fahrens 2013

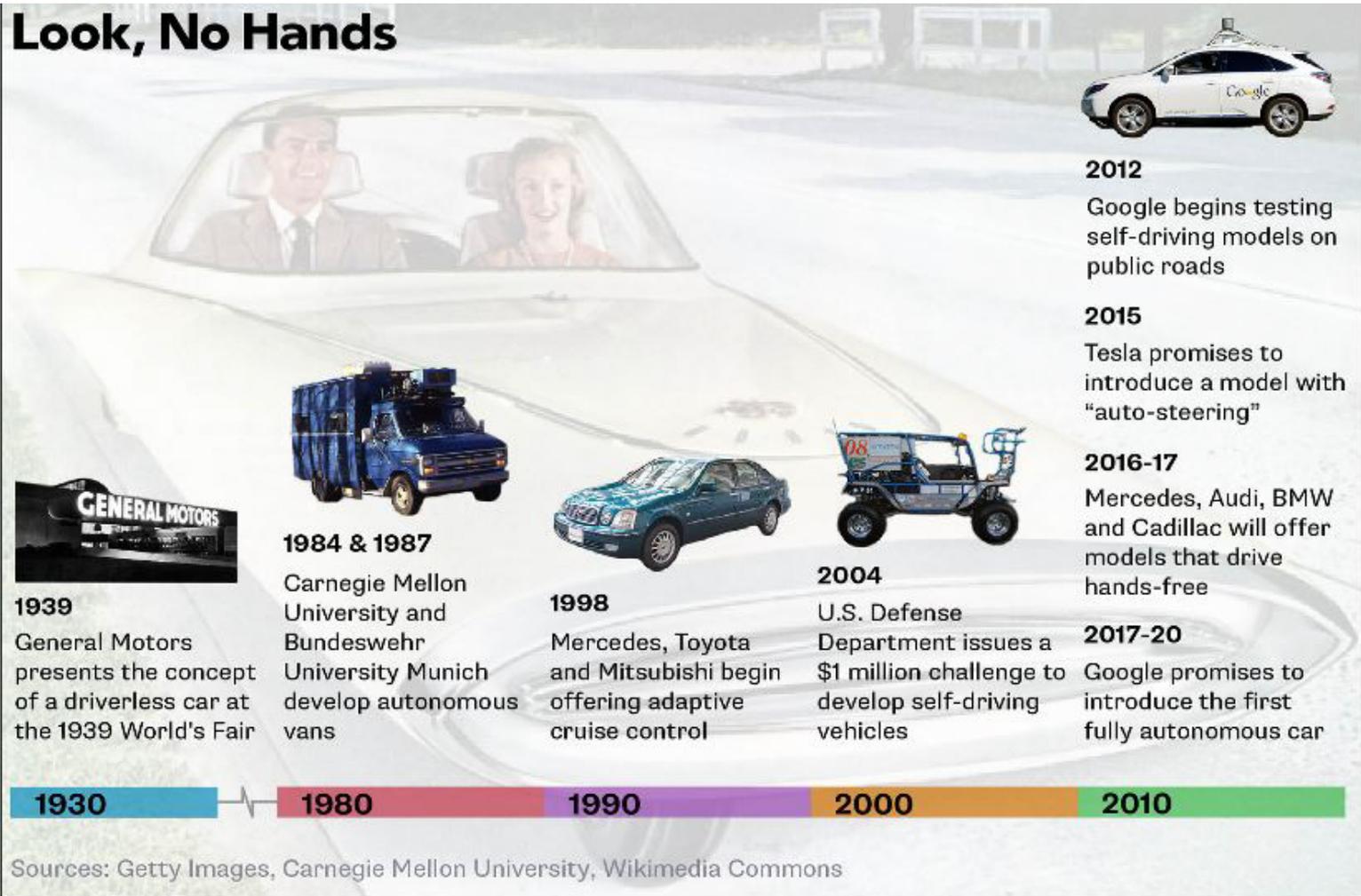


Bildquelle: Continental Mobilitätsstudie 2013



Die lange Geschichte des automatisierten Fahrens

Look, No Hands



Sources: Getty Images, Carnegie Mellon University, Wikimedia Commons



Autonomes Fahren als Mobilitäts-Konzept: Worüber reden wir und welche Optionen gibt es?



Autonomes Fahren im MIV und ÖPV

„Autonomes Fahren bedeutet das selbständige, zielgerichtete Fahren eines Fahrzeugs im realen Verkehr, ohne Eingriff des Fahrers.“

Quelle: <https://www.daimler.com/innovation/autonomes-fahren/special/definition.html>

Grade of Automation	Type of train operation	Setting train in motion	Stopping train	Door closure	Operation in event of Disruption
GoA 1 	ATP with driver	Driver	Driver	Driver	Driver
GoA 2 	ATP and ATO with driver	Automatic	Automatic	Driver	Driver
GoA 3 	Driverless	Automatic	Automatic	Train attendant	Train attendant
GoA 4 	UTO	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

ATP - Automatic Train Protection ATO - Automatic Train Operation

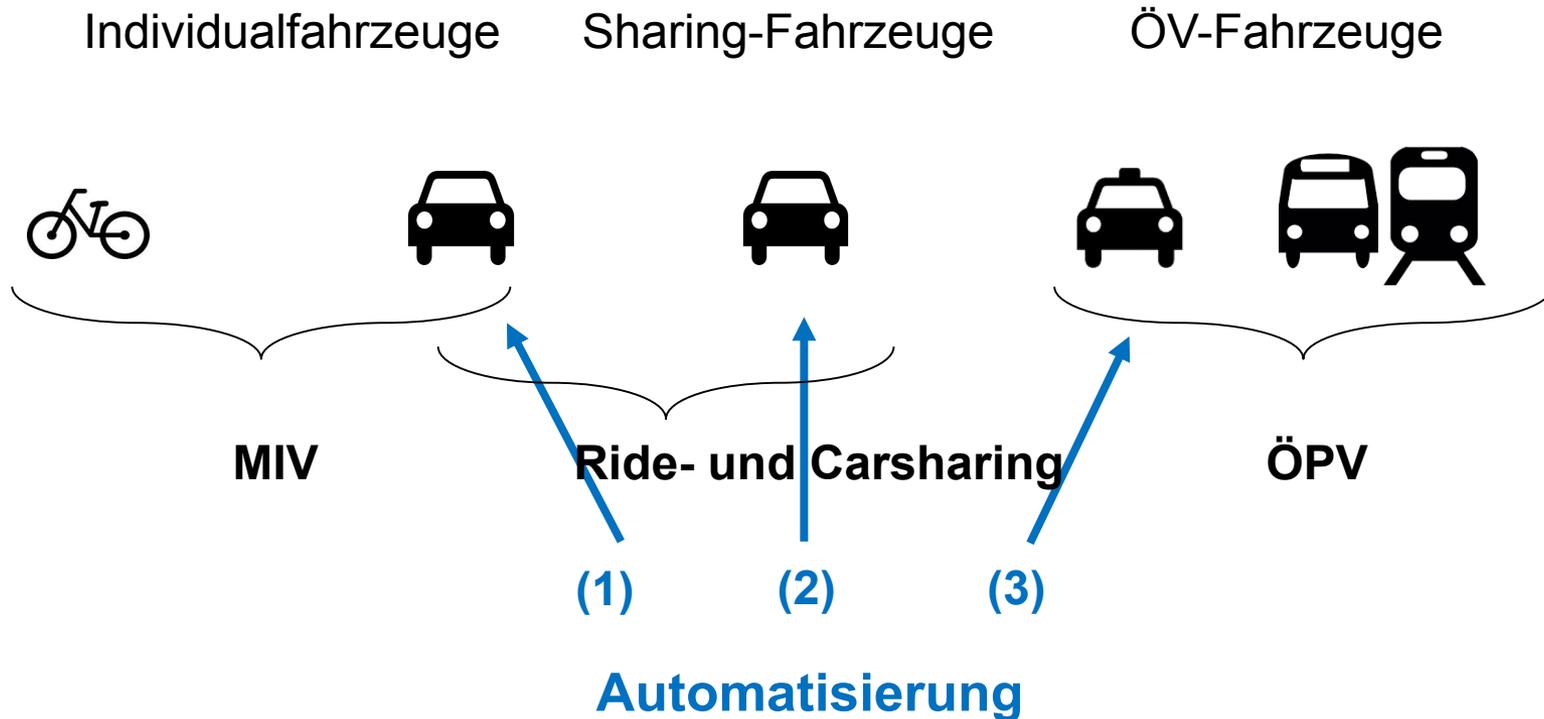
STUFE 0 DRIVER ONLY	STUFE 1 ASSISTIERT	STUFE 2 TEIL-AUTOMATISIERT	STUFE 3 HOCH-AUTOMATISIERT	STUFE 4 VOLL-AUTOMATISIERT	STUFE 5 FAHRERLOS
Fahrer führt dauerhaft Längs- und Querführung aus.	Fahrer führt dauerhaft Längs- oder Querführung aus.	Fahrer muss das System dauerhaft überwachen.	Fahrer muss das System nicht mehr dauerhaft überwachen.	Kein Fahrer erforderlich im spezifischen Anwendungsfall.	Von „Start“ bis „Ziel“ ist kein Fahrer erforderlich.
FAHRER	System übernimmt die jeweils andere Funktion.	System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall*.	Fahrer muss potenziell in der Lage sein, zu übernehmen. System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall*.	System kann im spezifischen Anwendungsfall* alle Situationen automatisch bewältigen.	AUTOMATISIERUNG
		System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall*.	Es erkennt Systemgrenzen und fordert den Fahrer zur Übernahme mit ausreichender Zeitreserve auf.	Das System übernimmt die Fahraufgabe vollumfänglich bei allen Straßentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umfeldbedingungen.	
Kein eingreifendes Fahrzeugsystem aktiv.					

Quellen: UITP (2011): Press Kit. Metro Automation: Facts, Figures and Trends; <https://www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/automatisiertes-fahren/automatisiertes-fahren.html> (18.06.2016)



Automatisierung des Alltagsverkehrs

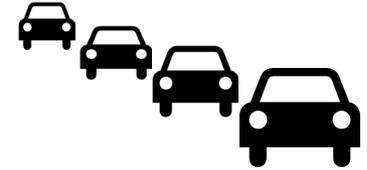
Mobilitätskonzept „Multimodalität“



Mögliche Entwicklungen



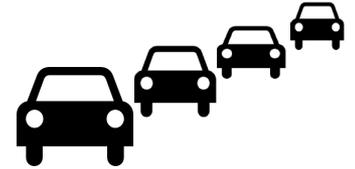
(1) Der Privat-Pkw fährt autonom.



- Die Attraktivität des Fahrens mit dem Pkw wächst dank der umsteigefreien Tür-zu-Tür-Verbindung.
- Damit sinkt gleichzeitig die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs.
- Die Zahl der Fahrten mit dem Pkw nimmt zu.
- Die Anzahl der Fahrzeuge bleibt gleich oder nimmt weiter zu.



(2) Das Sharing-Fahrzeug fährt autonom.

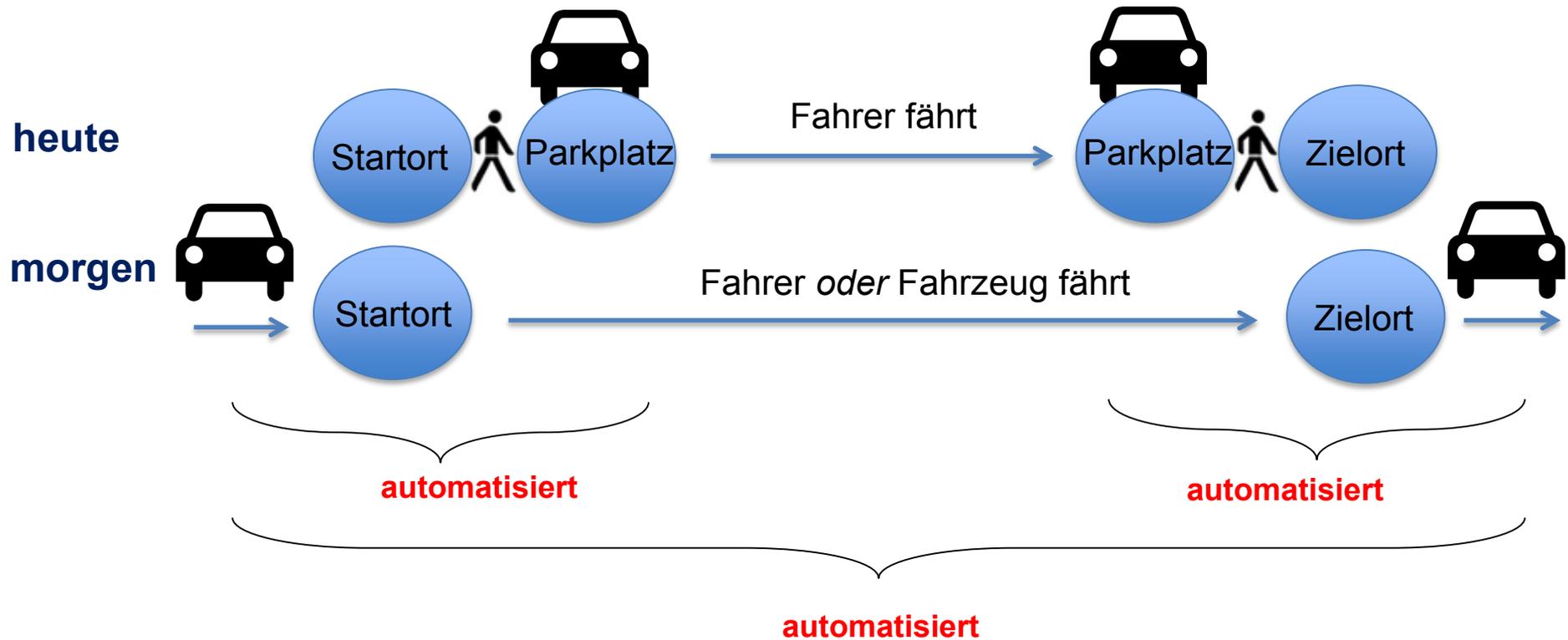


- Die Attraktivität des Fahrens mit dem Pkw mittels Carsharing oder Ridesharing wächst dank der umsteigefreien Tür-zu-Tür-Verbindung.
- Damit sinkt gleichzeitig die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs.
- Die Zahl der Fahrten mit einem Sharing-Pkw nimmt zu.
- Die Anzahl der Sharing-Fahrzeuge bleibt gleich oder nimmt weiter zu; in der Folge nimmt die Zahl der privaten Pkw (allmählich) ab*.

**Im Falle des Carsharing geht man derzeit davon aus, dass ein Carsharing-Auto vier bis acht private Pkw ersetzt (bcs 2008).*



(2a) Das Carsharing-Fahrzeug fährt autonom.

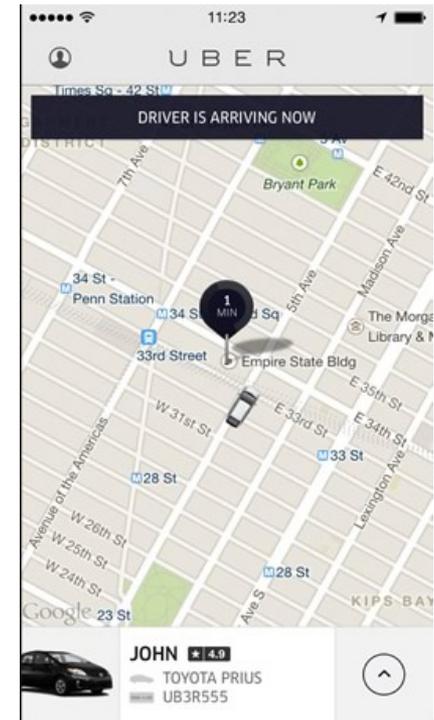
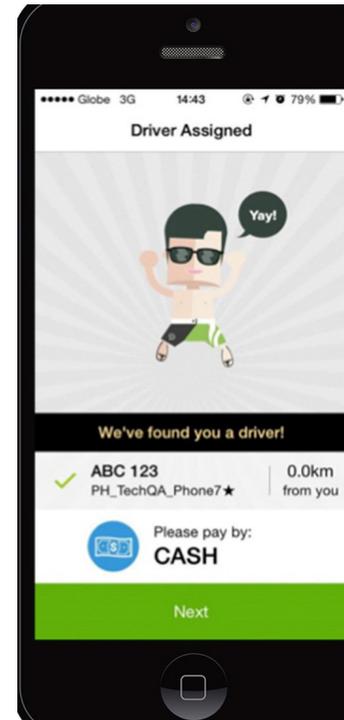
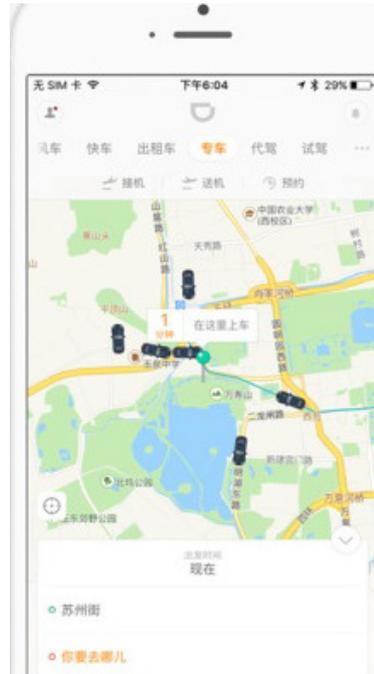
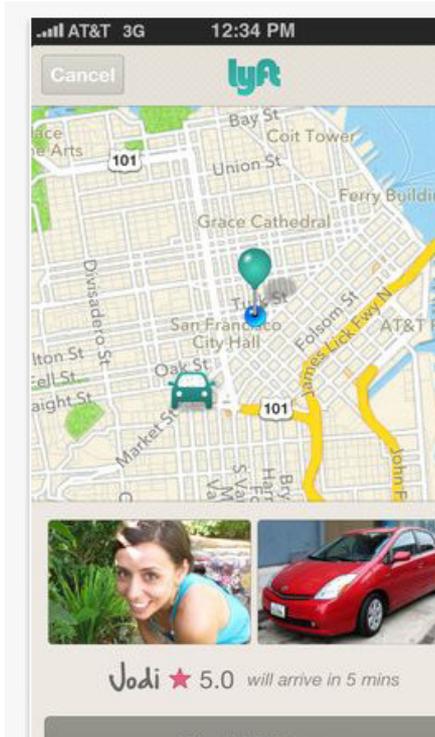


Quelle: eigene Darstellung



(2b) Das Ridesharing-Fahrzeug fährt autonom.

- Taxifahren ebenso wie die Nutzung von Diensten wie UBER, Lyft, GrabTaxi oder Didi Chuxing sind für den Fahrgast wie autonomes Fahren – nur eben (noch) mit Fahrer.



Bildquellen: <http://i.bnet.com>; <http://zdnet.de>; <http://i.bnet.com>; <http://alloverlban.com>;



(3) Das Fahrzeug im öffentlichen Verkehr fährt autonom.



Im hoch verdichteten städtischen Umfeld:

- Die Attraktivität des Fahrens mit dem öffentlichen Verkehr steigt insbesondere dank der hohen Taktfrequenz und steigenden Kapazität.

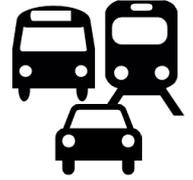
In Stadtrandbereichen, kleineren Städten und weniger verdichtetem Umfeld:

- Die Attraktivität des Fahrens mit dem öffentlichen Verkehr steigt dank der hohen zeitlichen Flexibilität.



(4) Integration von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr

Integration des autonomen Fahrens in den öffentlichen Verkehr, insbesondere durch Individualisierung der Feinverteilung



Bildnachweis: Höweler+Yoon Architecture, "Shareway On The Platform" <http://audi-urban-future-initiative.com/articles/neue-mobilitaetstraume>

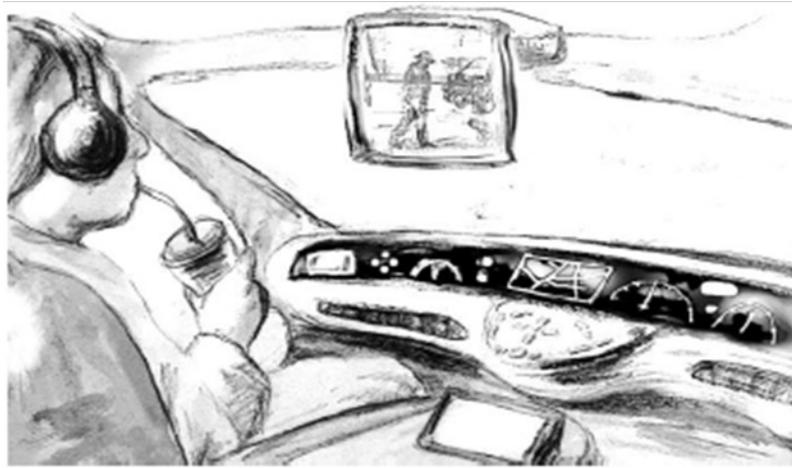
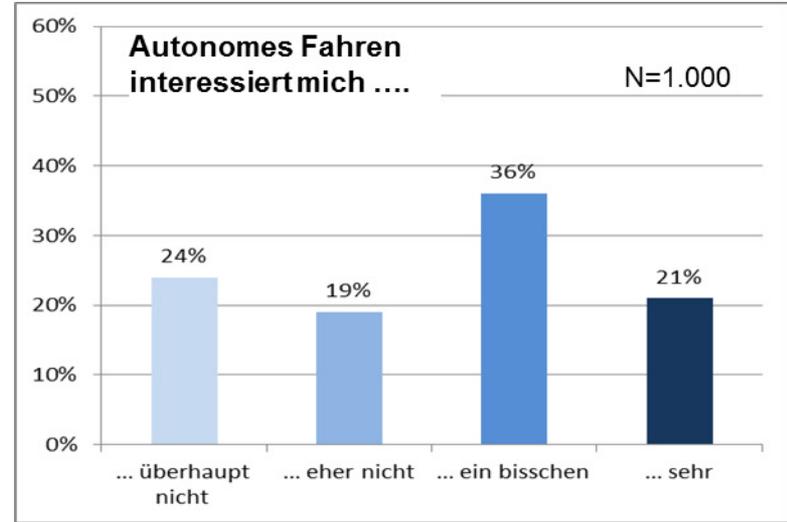
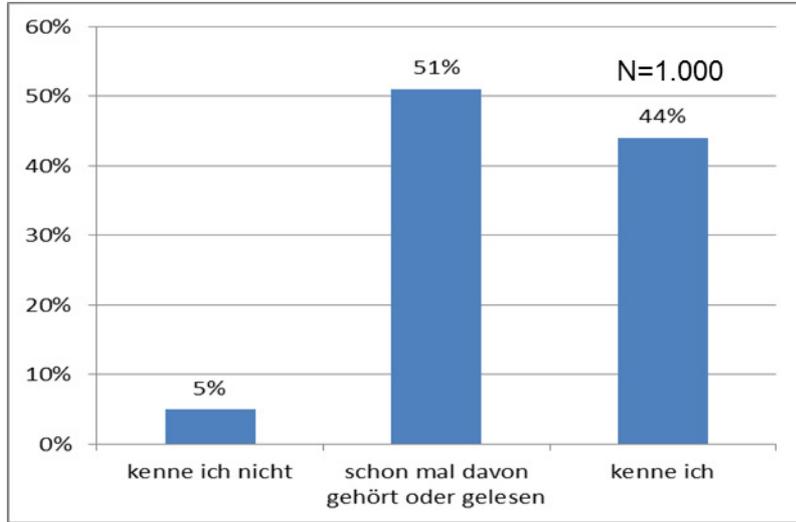


Forschungsansätze:

- Interesse, Erwartungen, Akzeptanz
- Was wäre, wenn ?



Kenntnis und Interesse sind durchaus vorhanden.



Quellen: Cyganski, Fraedrich, Lenz (2015); Zeichnungen: Joachim Lenz ; TOTAL: Self-driving Venture Boat



Vertrauen in die Technologie ist noch schwach.

Gründe dafür, ein autonom fahrendes Fahrzeug nicht zu nutzen.

Reason	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Lack of trust in this technology	117	41%	41%
Safety concerns	69	24%	65%
Cost concerns	61	22%	87%
Like to drive	20	7%	94%
Desire for control of vehicle	6	2%	96%
Insurance/liability uncertainties	2	1%	97%
Anti-technology in general	2	1%	98%
Lack of information about it	2	1%	99%
No need for it	2	1%	100%
	282	100%	

Quelle: Zmud et al. 2015



OECD / ITF-Szenario 2015: Robotaxis ersetzen Busse in Lissabon: Annahmen

- Reproduktion der aktuell gemessenen Nachfrage (Anzahl der Modus-unabhängigen Fahrten) durch selbstfahrende Fahrzeuge (Wege ≤ 1 km mit Fuß oder Fahrrad)
- Bei Ermittlung der Fahrten im Szenario-Modus Berücksichtigung von (1) Besetzungsgrad der Fahrzeuge, (2) Standort der Kunden (Kunden in U-Bahn-Nähe und mit max. 1 Umstieg fahren U-Bahn), (3) Wartezeit (max. 5min), (4) Verlängerung der Fahrtdauer (max. 20%)
- Ermittlung der „Pfade“ mit den geringstmöglichen Kosten*
- Zwei Szenarien – mit/ohne leistungsfähigem öffentlichem Verkehr: Im Szenario ohne U-Bahn Zuweisung aller Wege > 1 km an die Flotte von selbstfahrenden Sharing-Fahrzeugen

*generalisierte Kosten

Quelle: OECD / ITF , Upgrade Urban Mobility System. 2015



OECD / ITF-Szenario 2015: Robotaxis ersetzen Busse in Lissabon

Wesentliche Effekte:

- Weniger Autos (10% der derzeitigen privaten und gewerblichen Flotte)
- Mehr Fahrten mit dem Auto
- Geringere Inanspruchnahme von Abstellflächen für Autos
- Je weniger Öffentlicher Verkehr, desto größer der Bedarf an Fahrzeugen für die autonomen Dienste
- „Gemischter Verkehr“ (autonom und nicht-autonom) reduziert die Effekte in signifikanter Weise

Quelle: OECD / ITF , Upgrade Urban Mobility System. 2015



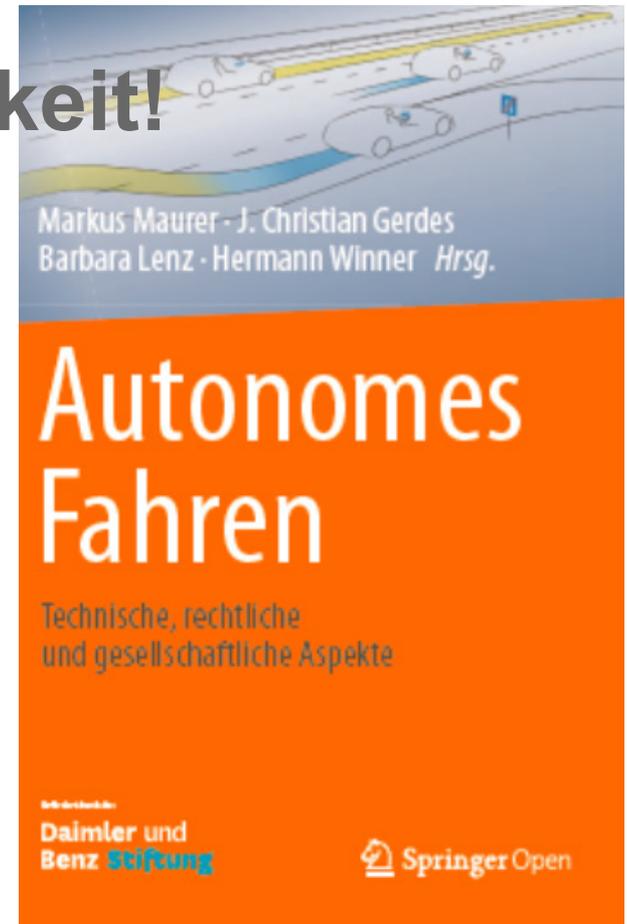
Fazit und Fragen

- Die aktuelle **Diskussion** bleibt verkehrsträgerspezifisch und **ohne systemische konzeptionelle Ausrichtung**.
- **Technische Machbarkeit** gilt als gegeben; Implementierung in der Abfolge Autobahn – städtischer Raum – Landstraße.
- (Potenzielle) **Nutzerinnen und Nutzer** interessieren sich für die Technologie; der konkrete Nutzen für die und den Einzelnen ist noch richtig sichtbar.
- Die **Rahmenbedingungen** werden einen entscheidenden Einfluss auf die Implementierung und deren Geschwindigkeit ausüben:
Was wäre beispielsweise, wenn
 - Versicherungen das autonome Fahren „belohnen“?
 - Sharing allein schon aus Kostengründen die deutlich interessantere Alternative zum privaten Pkw wird?
 - die Zufahrt mit dem privaten Pkw in Innenstädte eingeschränkt wird?
 - die Mobilitätszeit vom Arbeitgeber als Arbeitszeit angerechnet wird?



**Vielen Dank für Ihre
freundliche Aufmerksamkeit!**

Prof. Dr. Barbara Lenz
DLR Institut für Verkehrsforschung
Rutherfordstraße 2
12489 Berlin-Adlershof
Telefon: +49 (30) 670 55 -206
Telefax: +49 (30) 670 55 -283
Email: Barbara.Lenz@dlr.de
Internet: www.dlr.de/vf



<http://www.springer.com/de/book/9783662458532>

