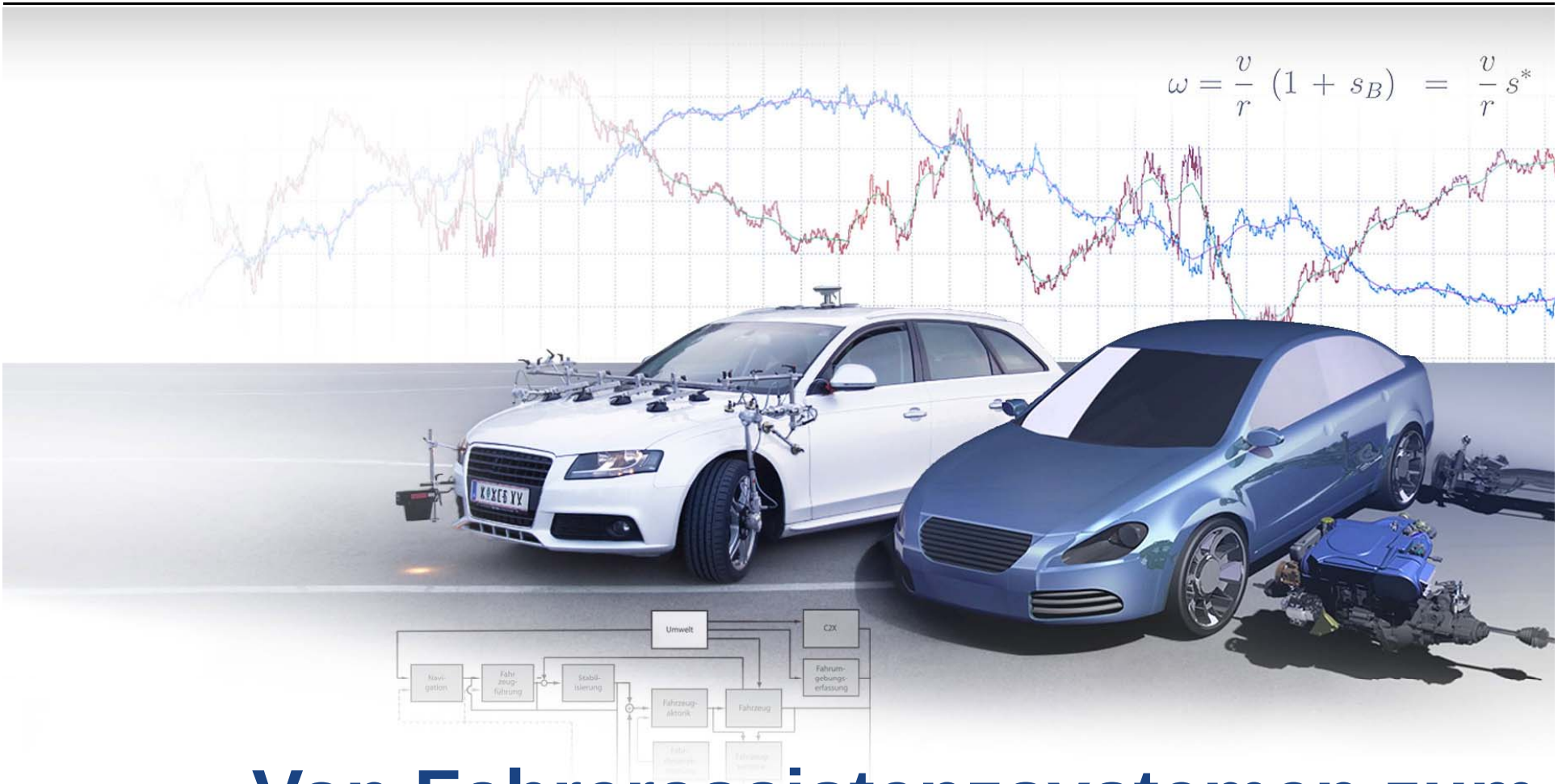
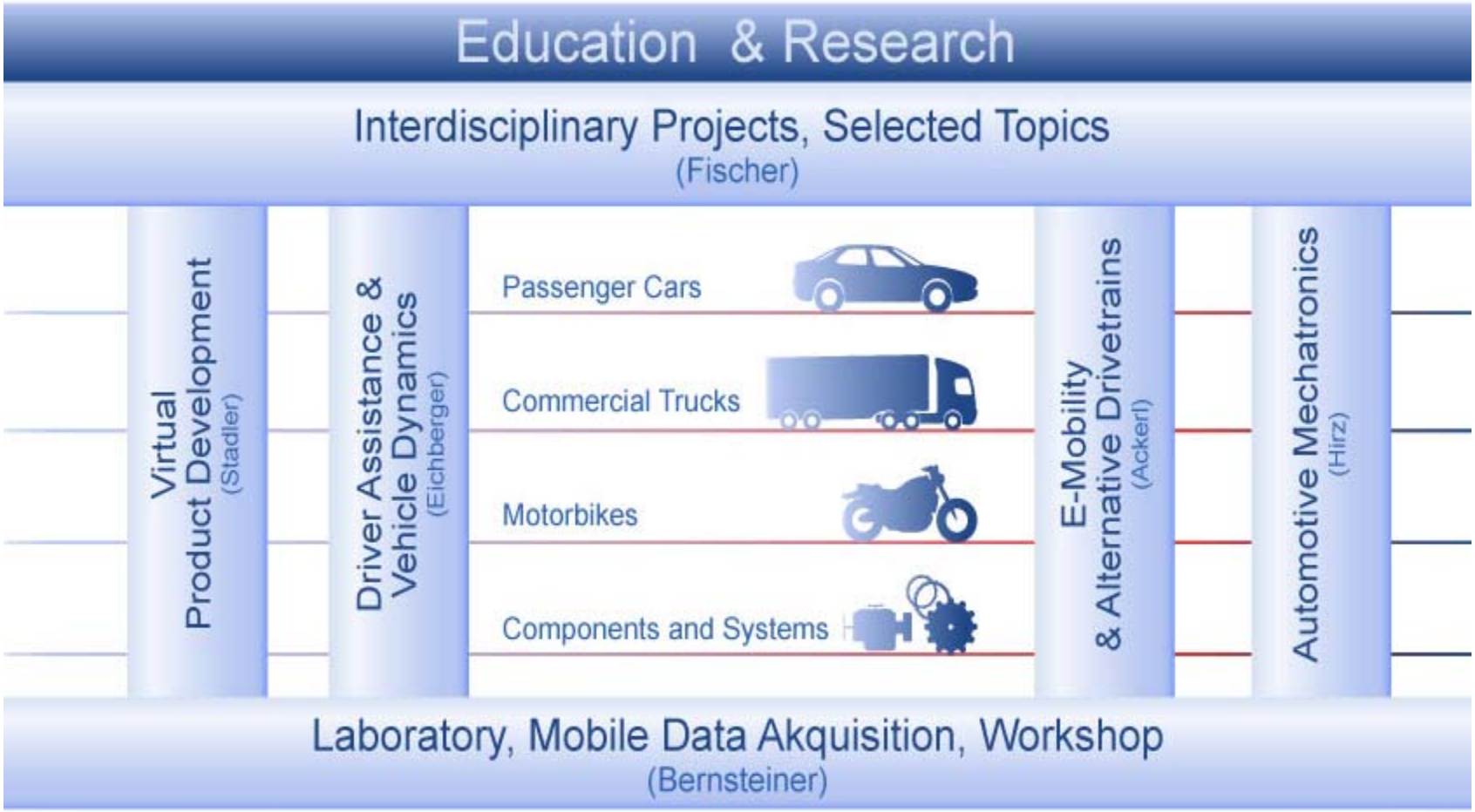


Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren

Medienhype oder technische Realität?

Institut für Fahrzeugtechnik, TU Graz

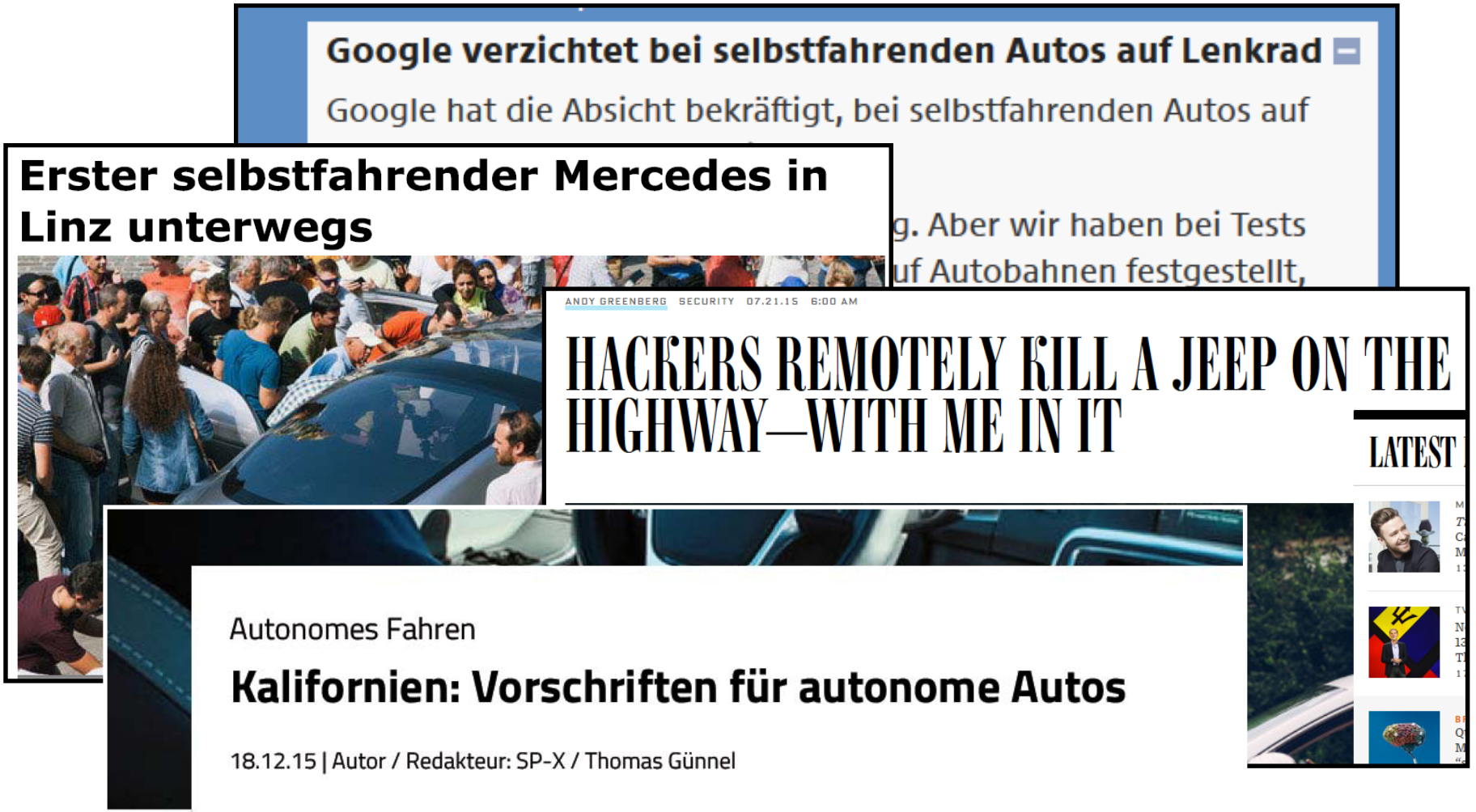


Inhalt

- **Medienhype oder sinnvolle Technik ?**
- **Überblick rechtliche Situation**
- **Technische Herausforderungen**
- **Funktionale Sicherheit, Absicherung**
- **Vernetzung, Datensicherheit**

Automatisiertes Fahren

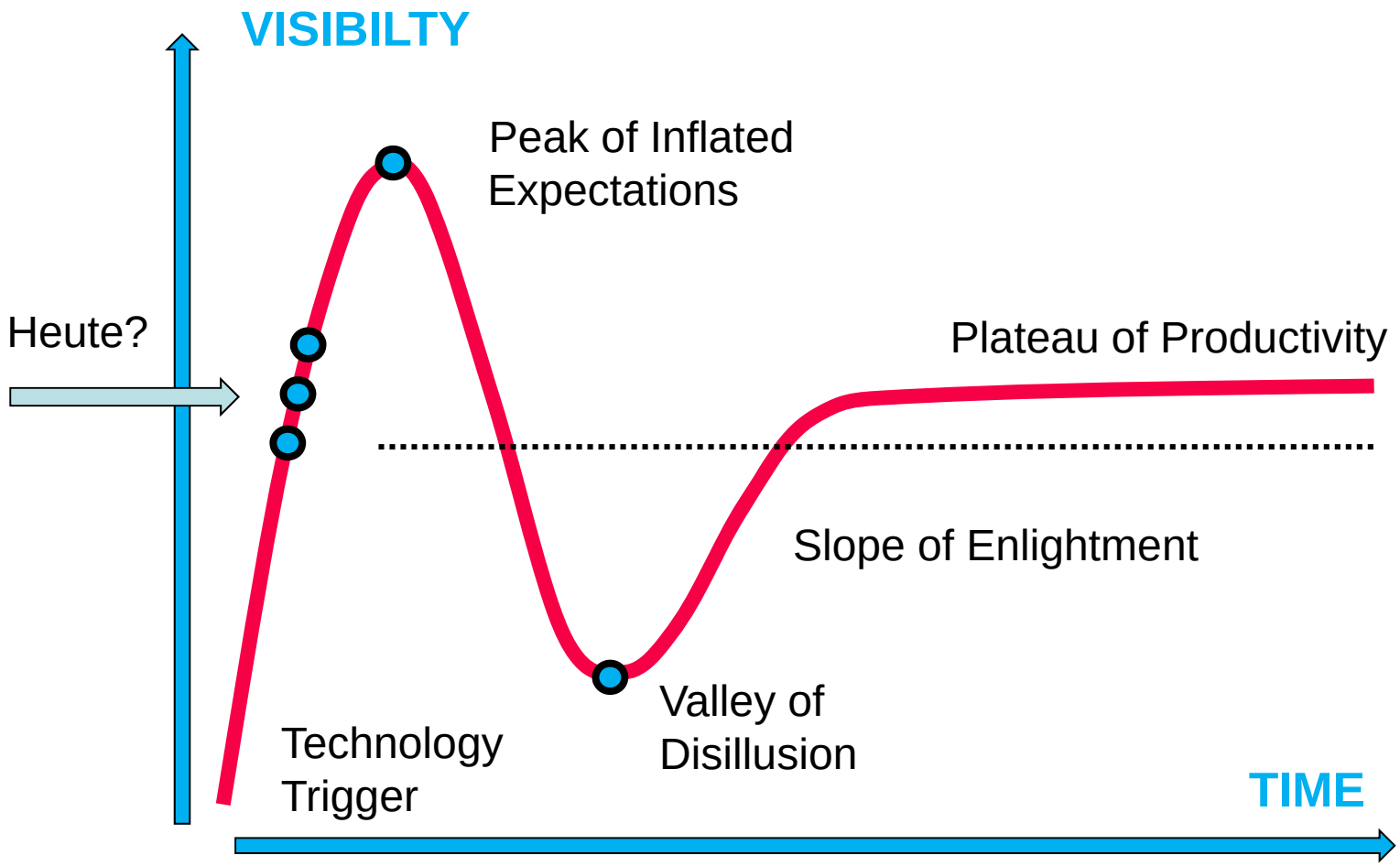
Medienhype oder Realität?



Bildquellen: ORF, Kronen Zeitung, Andy Greenberg Security, Automobilindustrie-Vogel (Zugriffe Dez.2015)

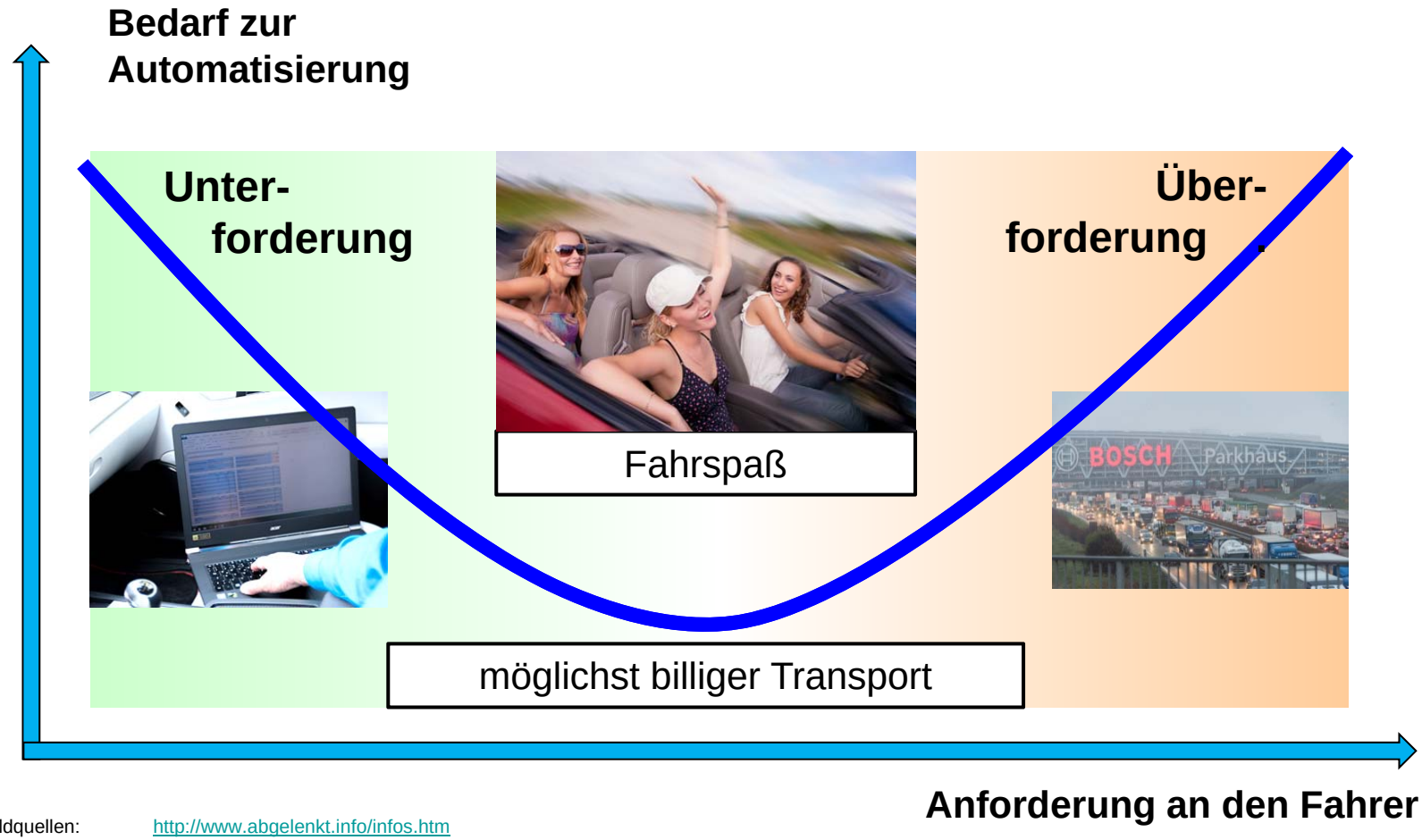
Automatisiertes Fahren
Forschungsfahrzeug FTG

Hype Cycle


VISIBILTY
Peak of Inflated Expectations
Heute?
Plateau of Productivity
Slope of Enlightment
Valley of Disillusion
Technology Trigger
TIME

Übernahme Fahraufgaben

Dann, wenn Fahrer Hilfe braucht



Bildquellen: Zugriff 12.1.2016
http://www.abgelenkt.info/infos.htm
https://mietwagen-mallorca.org/mietwagen-mallorca-cabrio/
http://www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.verkehrschaos-in-stuttgart

Warum automatisiert Fahren?

Dann, wenn Hilfe Vorteile bringt

Erhöhte Sicherheit

- *Kritische Situationen meistern, Überforderung an Informationen, …*

Erhöhter Komfort

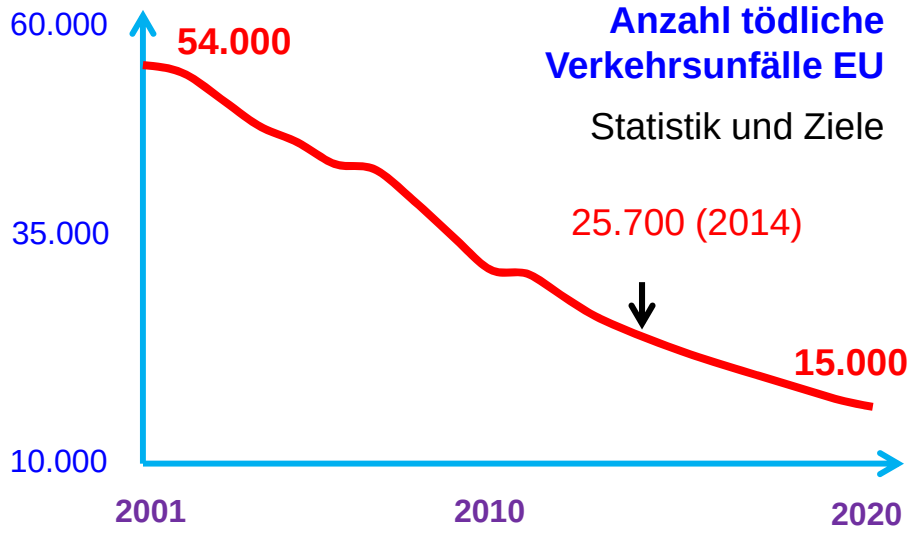
- *Parken, Autobahnfahrten, …*

Kraftstoffverbrauch und Emissionen

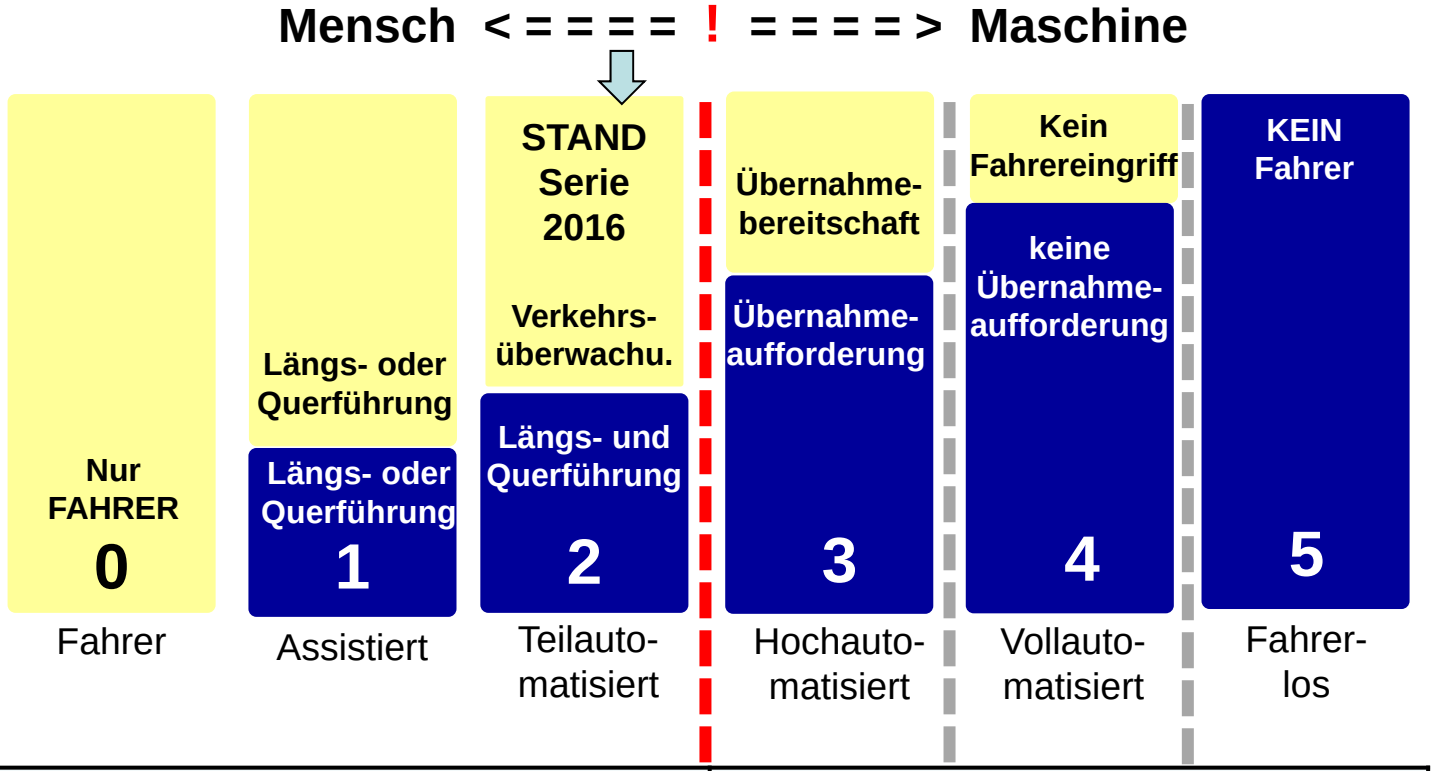
- *Prädiktive Betriebsstrategien, …*

Effiziente Nutzung Infrastruktur

- *Verkehrsfluss, Kolonnenstabilität, …*



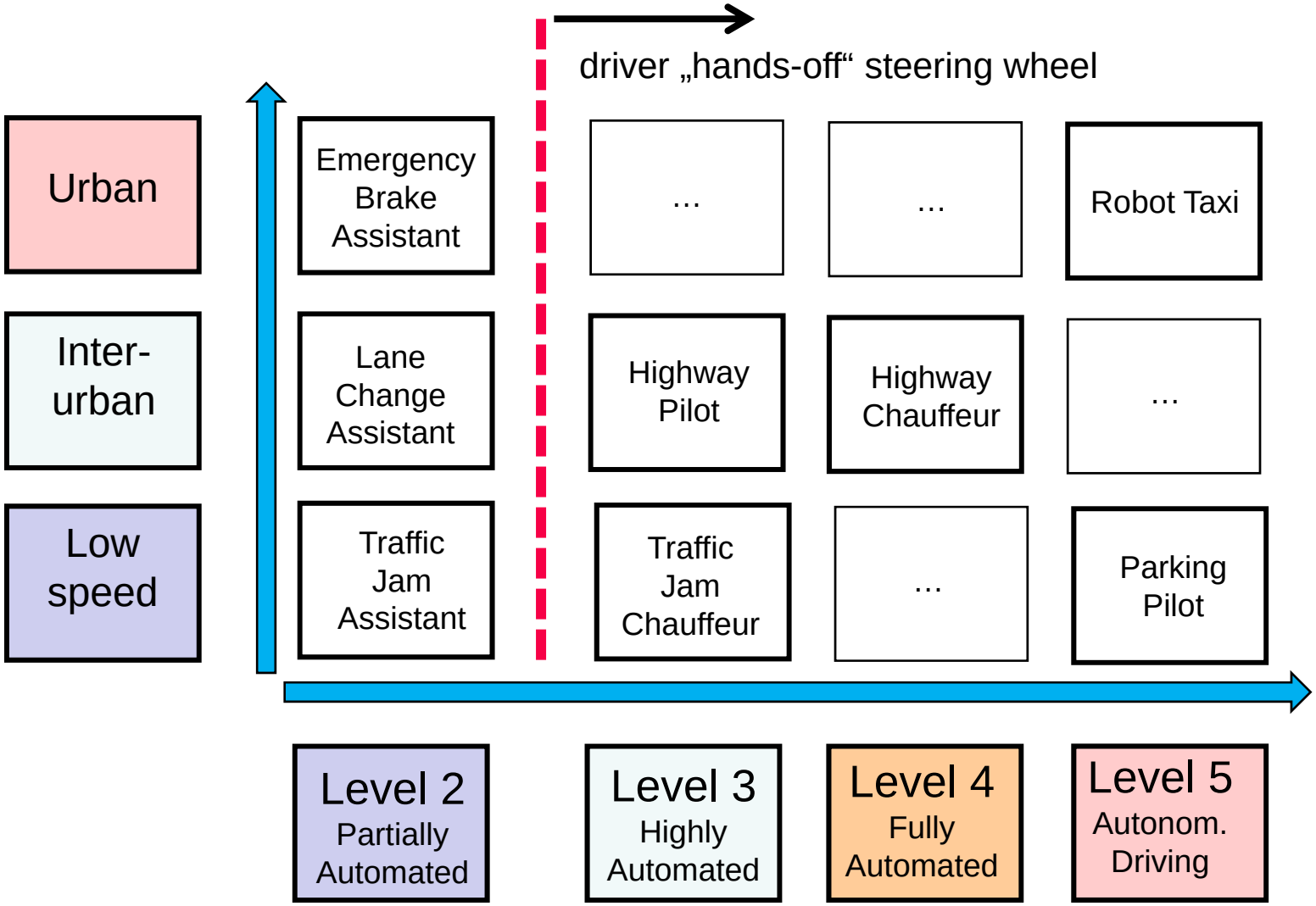
SAE / VDA – Stufen automatisiertes Fahren



Fahrer „im Loop“	ja		nein
Nebentätigkeiten	keine	bestimmte	alle (z.B. schlafen)
Finale Rückfallebene	Fahrer		Automation
Von Start bis Ziel	nein		ja

10

SAE / VDA - einsatzspezifisch



- Medienhype oder sinnvolle Technik ?
- **Überblick rechtliche Situation**
- Technische Herausforderungen
- Funktionale Sicherheit, Absicherung
- Vernetzung, Datensicherheit

Überblick rechtliche Situation

Begriffe: Autonom - Automatisiert

Autonom

- Herkunft (Duden):
  - *Selbständig, unabhängig, …*
- Wörtlich:
  - *“sich eigene Vorschriften machen …”*

Automatisiert

- Herkunft (Duden):
  - *Selbstgesteuert, geregelt, zwangsläufig, …*

Herausforderung

- Beim *automatisierten* Fahren innerhalb der Rechtsordnung (Nomos) zu bleiben
- Rechtsordnung *muss angepasst* werden

basierend auf M. Hoffer, ÖAMTC

Überblick rechtliche Situation

Drei (+) Säulen der Verkehrssicherheit

Fahrzeug

- Typengenehmigung, Zulassung, …
- technischer Zustand, Beladung, Verkehrssicherheit, …

Lenker

- Lenkerberechtigung, fehlende Fähigkeiten, Beienträchtigungen, …
- Belastung, Müdigkeit, Ablenkung, …

Infrastruktur

- Verkehrsraumgestaltung, Zustand, Gemeinsame Nutzung
- Verkehrszeichen, Zusatztafeln, Bodenmarkierungen

+ Verkehrsregeln

- Fahrer (automatisiert: Fahrzeug) muss diese kennen und befolgen

basierend auf M. Hoffer, ÖAMTC

Überblick rechtliche Situation

Schnittstellenproblematik automatisiertes Fahren

Fahrzeug – Fahrzeugführung – Infrastruktur

- Fahrzeug – Straße (Infratsruktur):
  - *unbekannter Grip, Grenzen der Sensorik, Ungenauigkeit Kartenmaterial*
- Fahrzeug - Lenker:
  - *Bedienung der Assistenzsysteme (HMI), Ablenkung statt Unterstützung, Übergabe der Führungsfunktion*

Eine Kernfrage

- Wie lange braucht ein Fahrer zur Rück-Übernahme der Fahrzeugführung
  - *derzeit: "jederzeit" – was bedeutet das?*

Herausforderung

- Zur Genehmigung automatisiert geführter Autos, müssen diese sicherer sein als menschengeführte Autos - Frage: WIE sicher?

basierend auf M. Hoffer, ÖAMTC

Überblick rechtliche Situation

Internationale Rechtsgrundlage

Wiener Konvention, 1968

- Art. 8, Abs. 5:
  - *Jeder Lenker (Führer von Tieren) muß dauernd sein Fahrzeug beherrschen oder seine Tiere führen können.*
- Art. 13, Abs. 1:
  - *Jeder Fahrzeuglenker muß unter allen Umständen sein Fahrzeug beherrschen, um den Sorgfaltspflichten genügen zu können und um ständig in der Lage zu sein, alle ihm obliegenden Fahrbewegungen auszuführen. Er muß bei der Wahl der Geschwindigkeit seines Fahrzeugs ständig die Umstände berücksichtigen, insbesondere die örtlichen Verhältnisse, den Straßenzustand, den Zustand und die Beladung seines Fahrzeugs, die Witterungsverhältnisse und die Dichte des Verkehrs, um innerhalb der nach vorn übersehbaren Strecke und vor jedem vorhersehbaren Hindernis sein Fahrzeug anhalten zu können. Er muß langsamer fahren und, wenn nötig, anhalten, sobald die Umstände es verlangen, namentlich wenn die Sicht nicht gut ist.*

Überblick rechtliche Situation

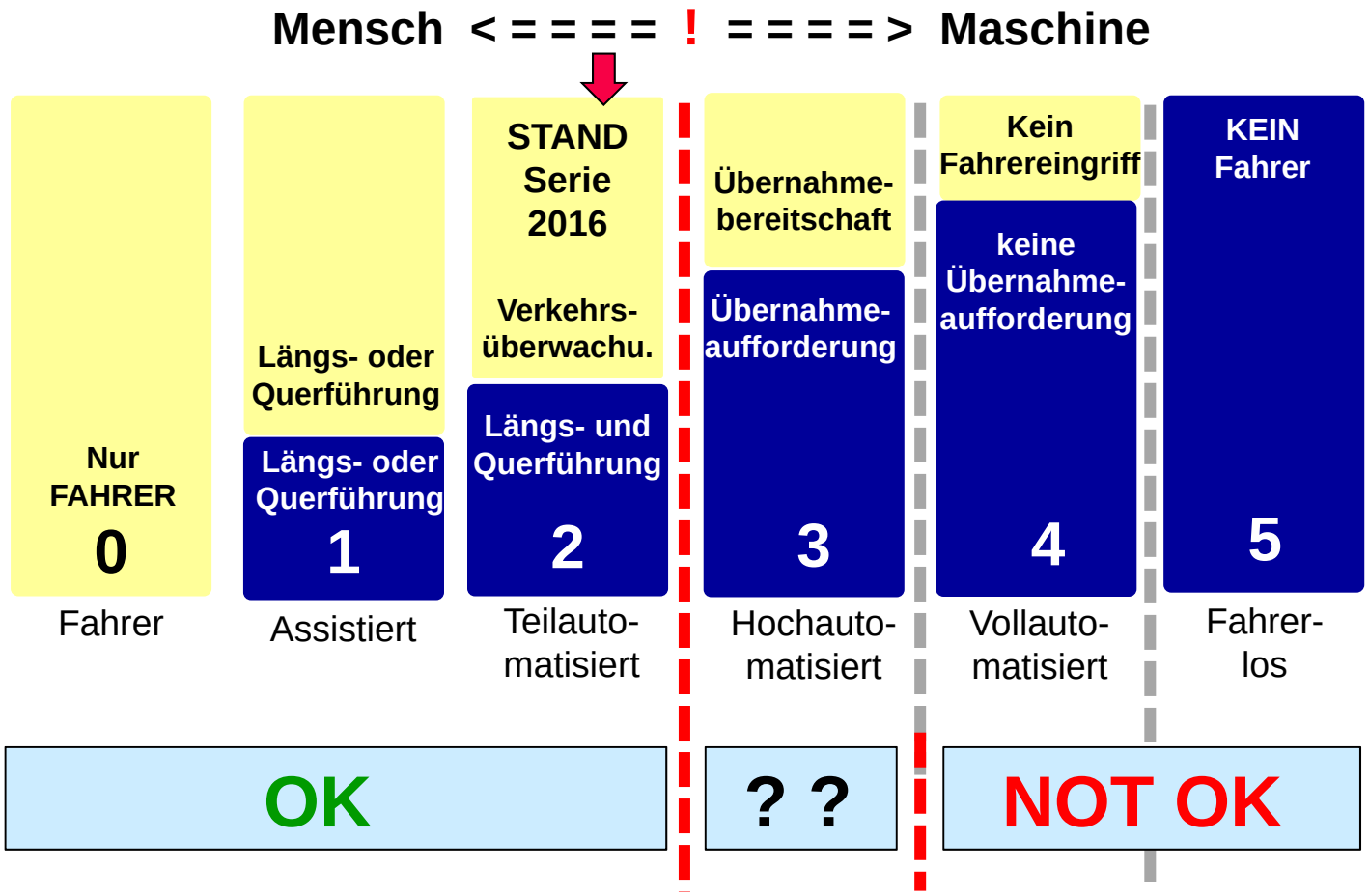
Internationale Rechtsgrundlage

UN Expertenausschuss, Ergänzung Regelkatalog für den Straßenverkehr, Mai 2014

- Amendment of Article 8:
  - *Vehicle systems which influence the way vehicles are driven and are not in conformity with the aforementioned conditions of construction, fitting and utilization, shall be deemed to be in conformity with paragraph 5 of this Article and with paragraph 1 of Article 13, when such systems can be overridden or switched off by the driver.*
- D.h. automatisiert fahrende Systeme erlaubt, wenn
  - *der Fahrer die Funktion übersteuern kann*
  - *der Fahrer die Funktion abschalten kann*
- … das ist aber auch schon alles; …

17

Überblick rechtliche Situation



Überblick rechtliche Situation
Offene Fragen

Haftung

- National stark unterschiedliche Regeln (z.B. EU – USA):
  - *Fahrzeughersteller: bisher Verschuldenshaftung, zusätzlich nun Gefährdungshaftung*
  - *Versicherungspflicht derzeit: Kfz-Haftpflichtversicherung des Halters; egal, welches „gefährliche“ Fahrzeug benützt wird*
  - ➢ ***keine eindeutige Regelung***

Entscheidungskonflikte

- Roboter gegen Lenker
  - *Computer bewahren in der Regel auch bei „Stress“ kühlen Kopf*
  - *Können bis zum unvermeidbaren „Crash“ Maßnahmen setzen und ändern*
  - ➢ ***bis hin zum „Aussuchen“ des Unfallgegners***

basierend auf M. Hoffer, ÖAMTC

Überblick rechtliche Situation
Offene Fragen

Ethischer Wertungskonflikte

- Computer muss und wird Entscheidungen treffen:
  - *entgegenkommender Kleinwagen oder Bushaltestelle (leer / voll ?)*
  - *Kind oder mit vollbesetztem Auto gegen Baum*
  - *Straßenbahn oder Radfahrer*

Dokumentation von Systemhandlungen und Fahrereingriff

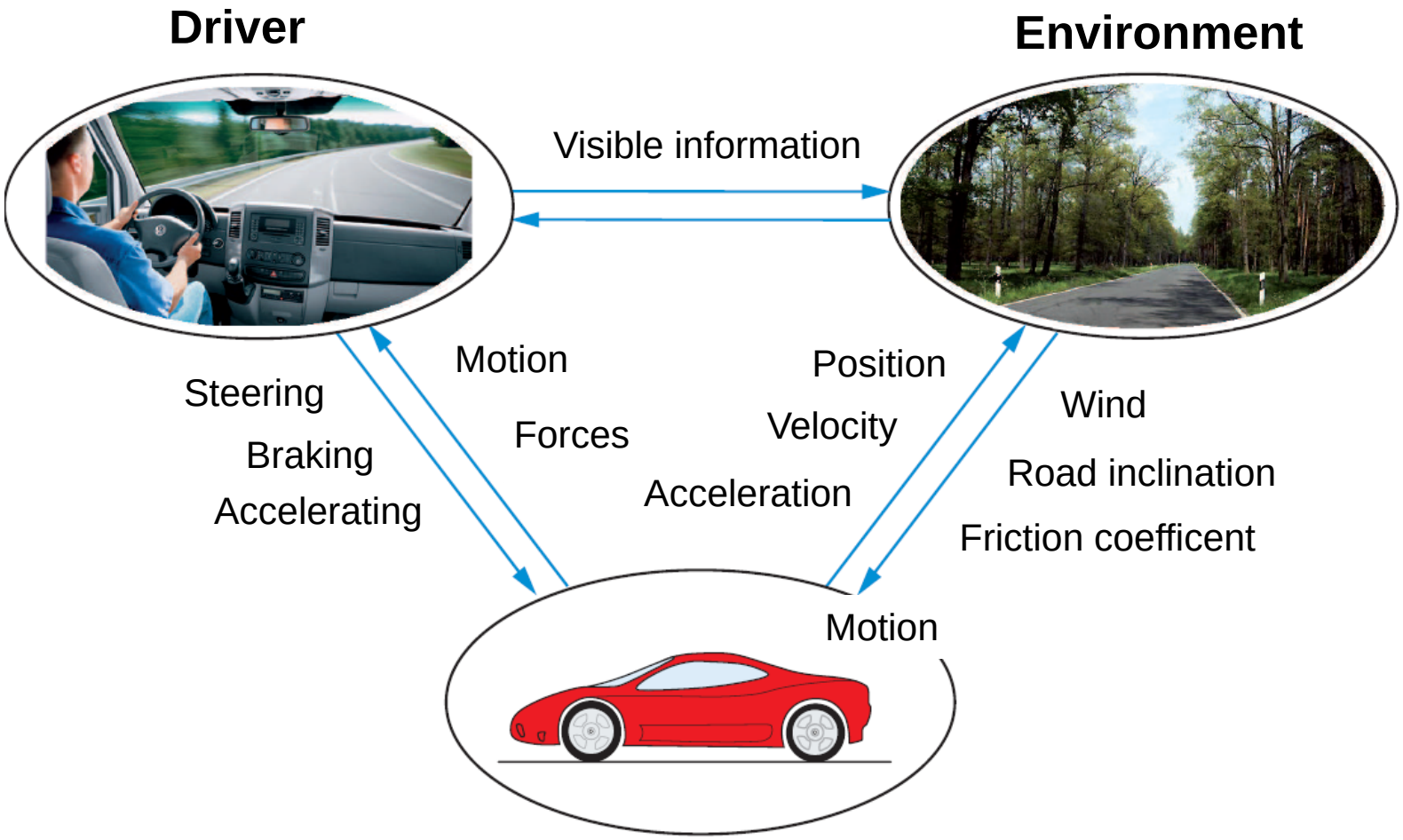
- Datenaufzeichnungen zur Klärung von Schadensfällen und Haftungsansprüchen
- Datensicherheit
  - *Welche Daten, welche Zeiträume (kontinuierlich, Zeitfenster, Trigger)*
  - *Datenbesitzer (Fahrzeughalter, Hersteller, öffentliche Hand),*
  - *Was muss in welchem Streifall offengelegt werden*
- Zivilprozess / Strafprozess

basierend auf M. Hoffer, ÖAMTC

- Medienhype oder sinnvolle Technik ?
- Überblick rechtliche Situation
- **Technische Herausforderungen**
- Funktionale Sicherheit, Absicherung
- Vernetzung, Datensicherheit

Überblick technische Situation

Was ist „Fahren“ eigentlich ?

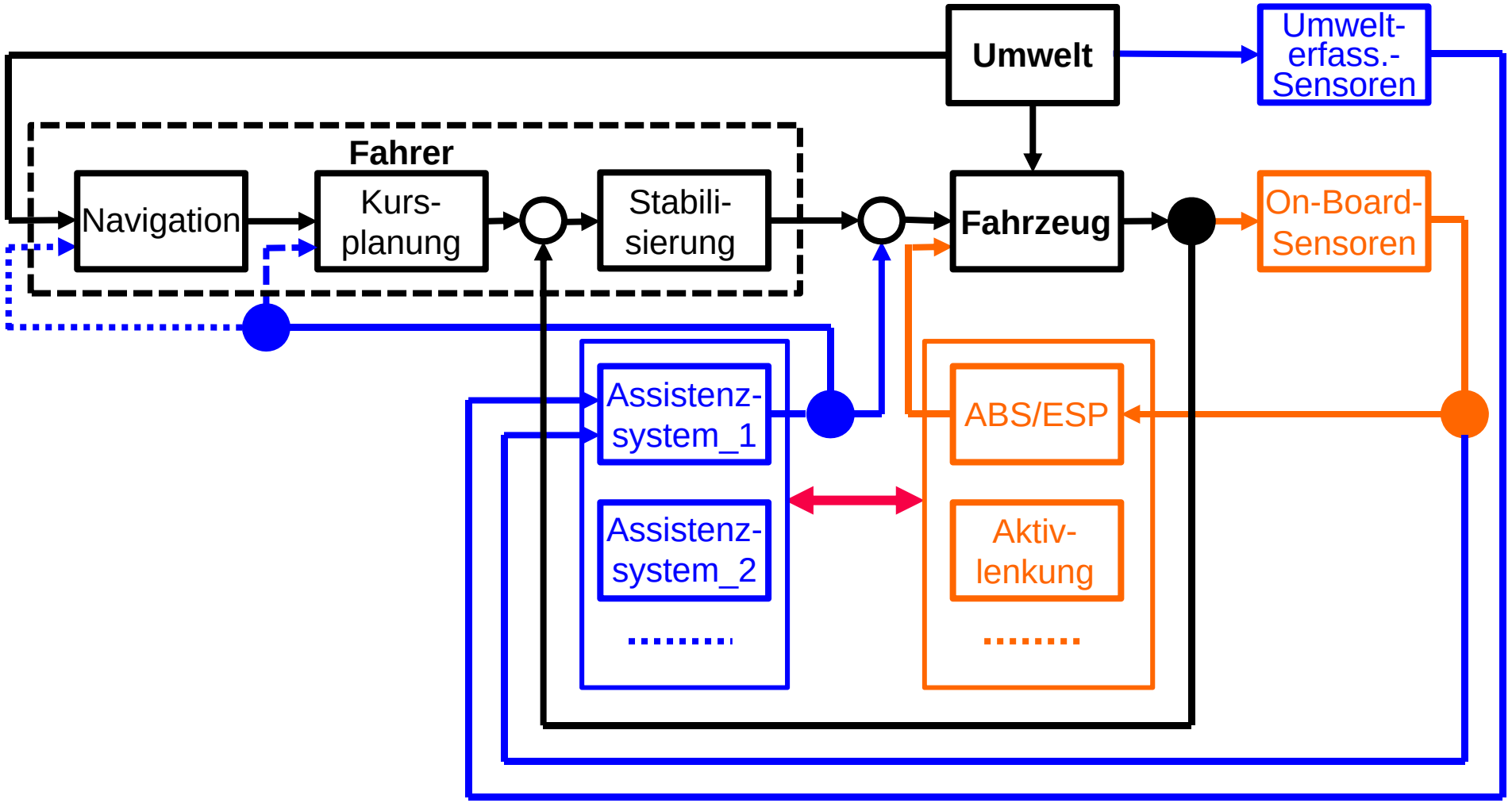


Quelle: Ammon 1997

22

Überblick technische Situation

Was sind Fahrerassistenzsysteme eigentlich ?



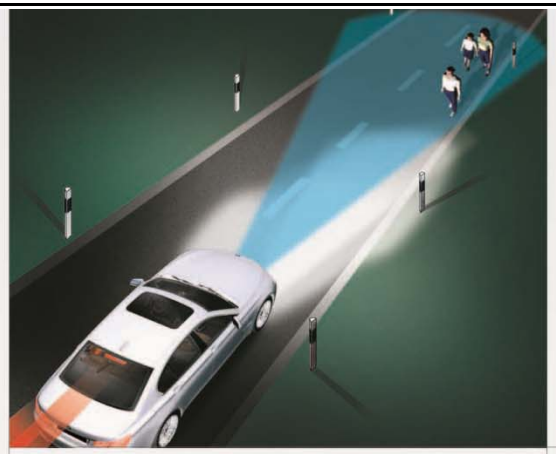
Das von der BMW AG zur Verfügung gestellte Fahrzeug wird vom Institut für Lehr- und Forschungszwecke genutzt.

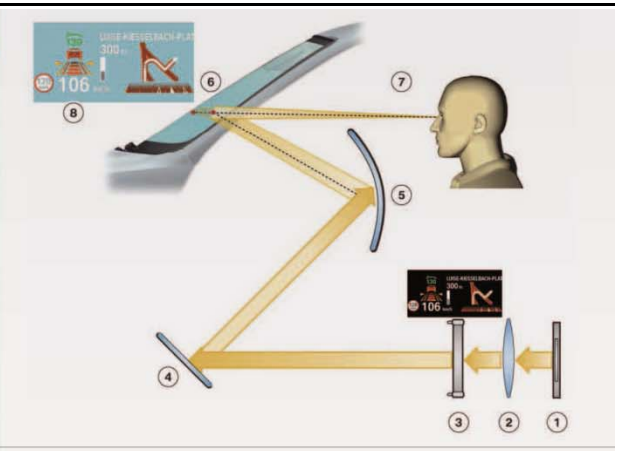
Fahrerassistenzsysteme

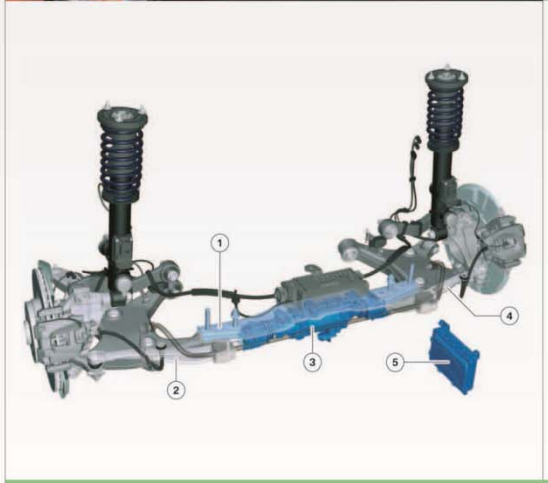
- Abstandstempomat
- Kollisionswarnung
- Spurverlassenswarnung
- Spurwechselassistent
- Infrarot Nachtsichtunterstützung mit Personenerkennung
- Parkassistent, seitliches Einparken
- Head-Up Display

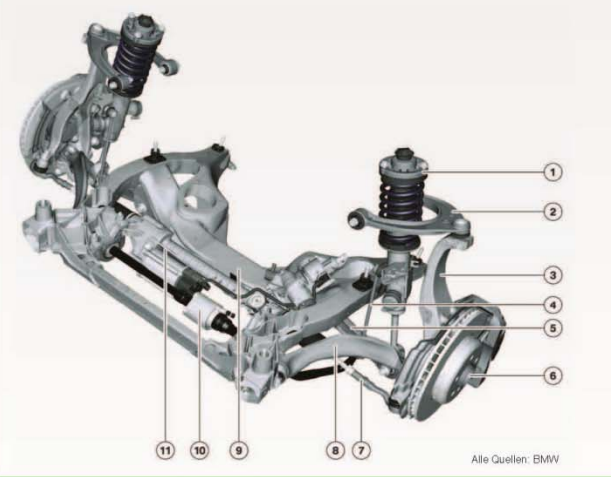
Fahrdynamikregelsysteme

- ESC (Stabilitätskontrolle)
- Adaptiver Bremsassistent
- Antischlupfregelung
- Aktivlenkung Vorderachse
- Gelenkte Hinterachse
- Aktive Wankstabilisatoren
- Geregelte Dämpfer

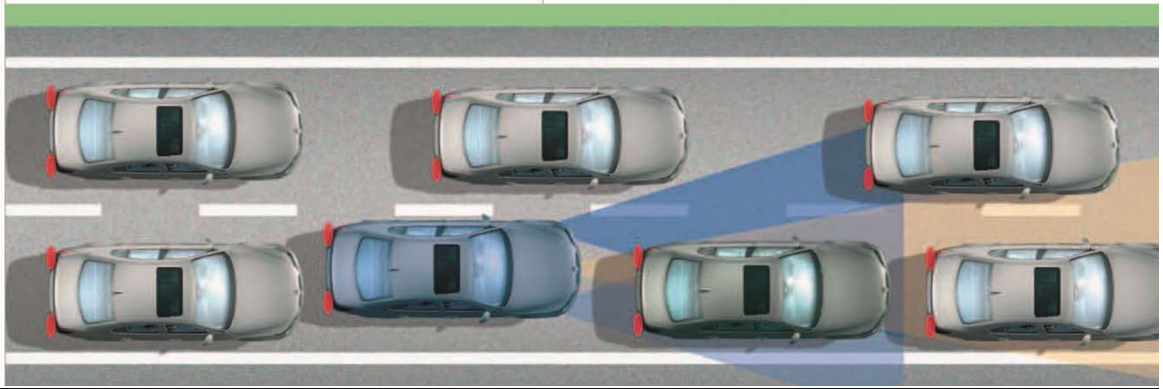






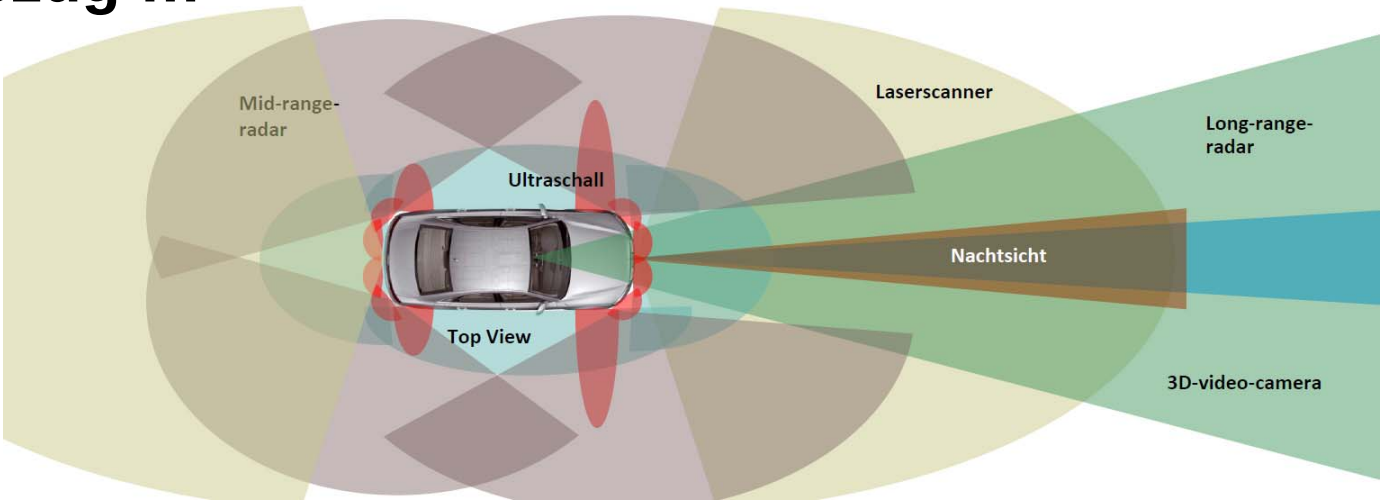


Alle Quellen: BMW



Sensorik für Fahrerassistenzfunktionen

Auszug ...

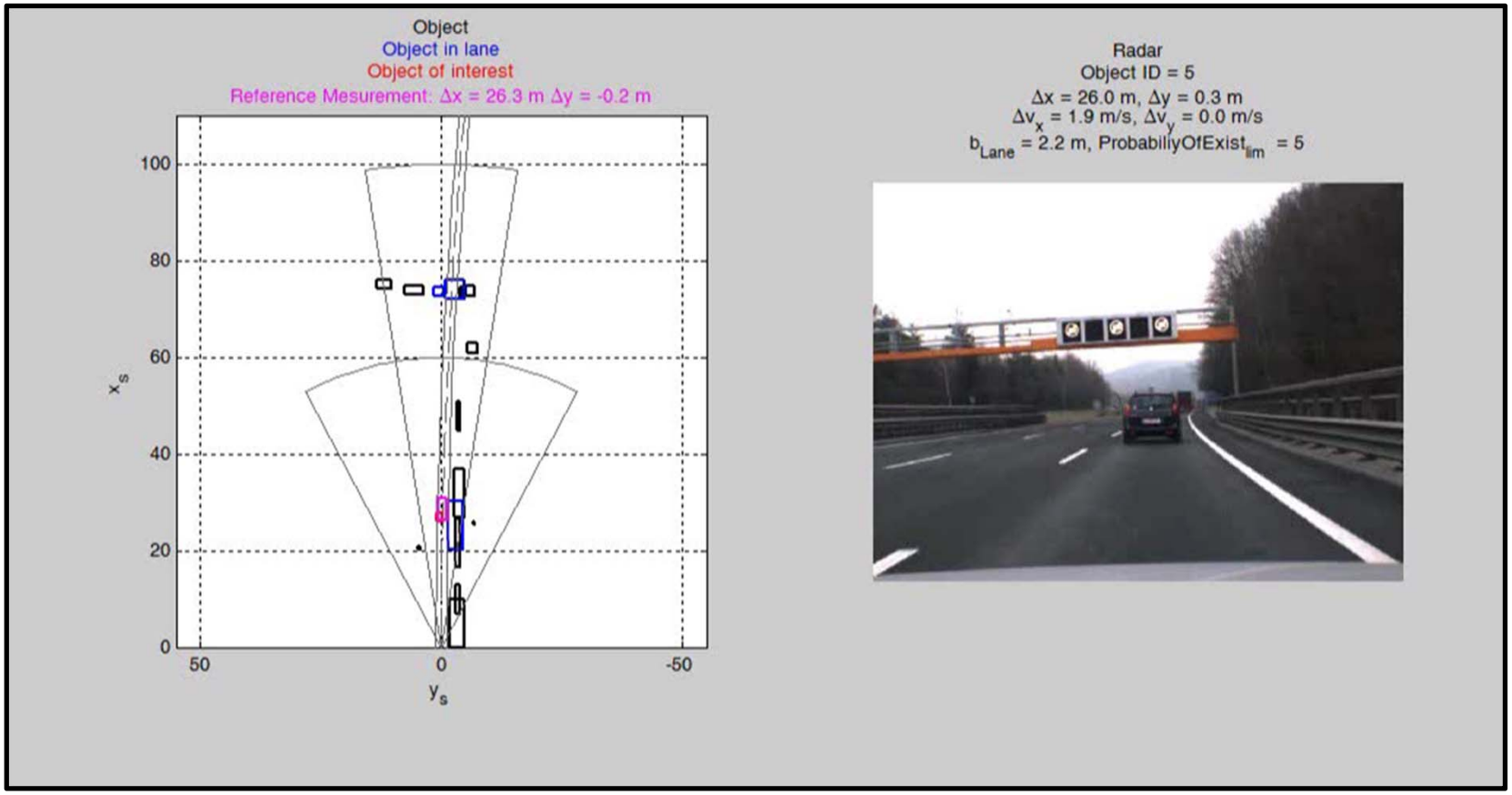


Bildquelle: VW, Prof. T. Form

- ”Sehende” Umwelterfassung
  - *Long Range- & Midrange-Radar, Laserscanner, 3D Video-Kamera, Topview-Kameras, Ultraschall, Infrarot (Nachtsicht), …*
- On-Board Sensorik
  - *z.B. ESP: Querbeschleunigung, Raddrehzahlen, Gierrate, Lenkradwinkel, Drucksensoren Bremszylinder; … , Luftemperatur, Luftdruck, Regensensor, ...*
- Weitere Sensorik / Informationsquellen
  - *Digitale Karte & GPS, Car2Car, Car2Infrastructure, Car2Home, …*

Sensorik für Fahrerasssitenzfunktionen

Was „sieht“ ein Radarsensor eigentlich ?



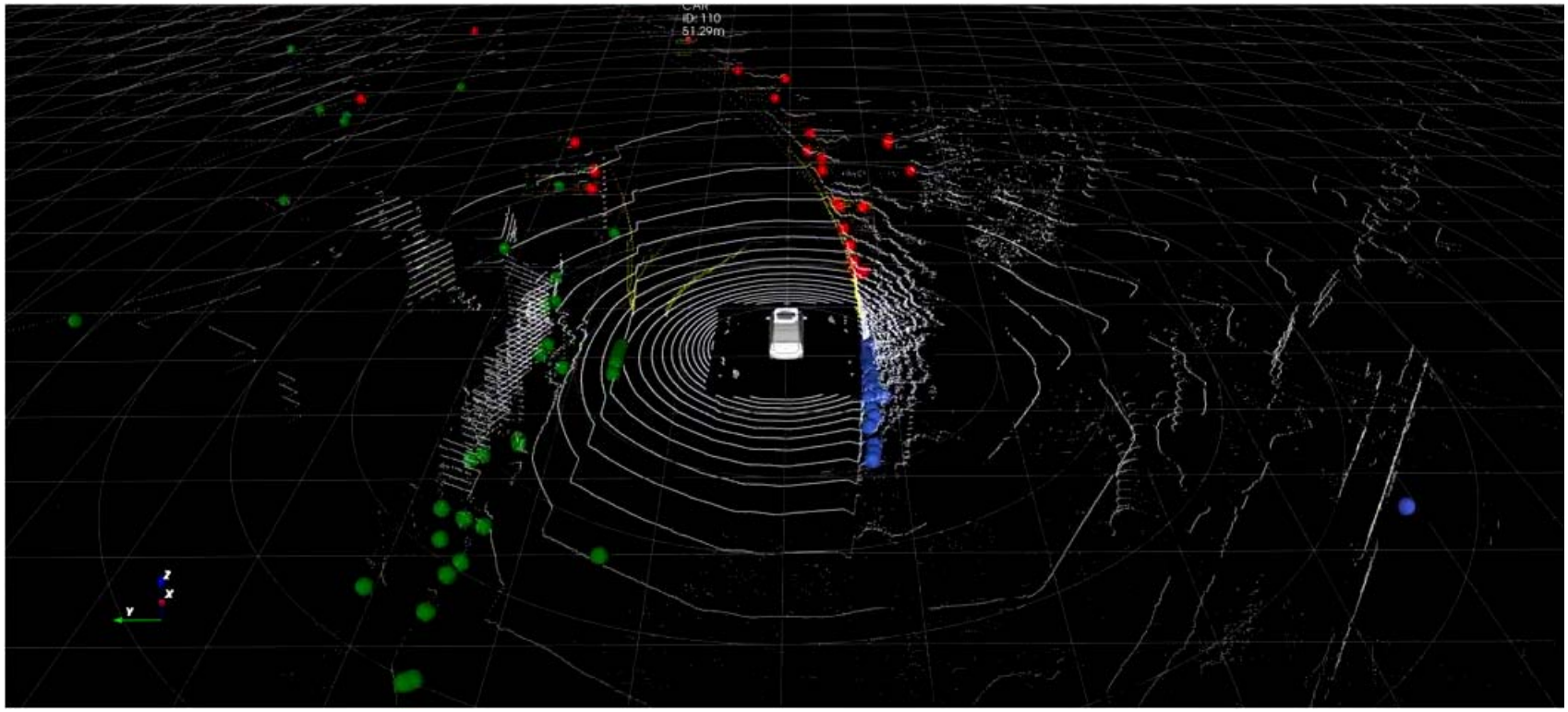
Sensorik für Fahrerasssitenzfunktionen

Was „sieht“ ein Laserscanner eigentlich (Lidar)

Quelle: Ibeo LUX Laser Scanner Embedded Object Classification and Tracking - YouTube

Sensorik für Fahrerasssitenzfunktionen

Sensordatenfusion

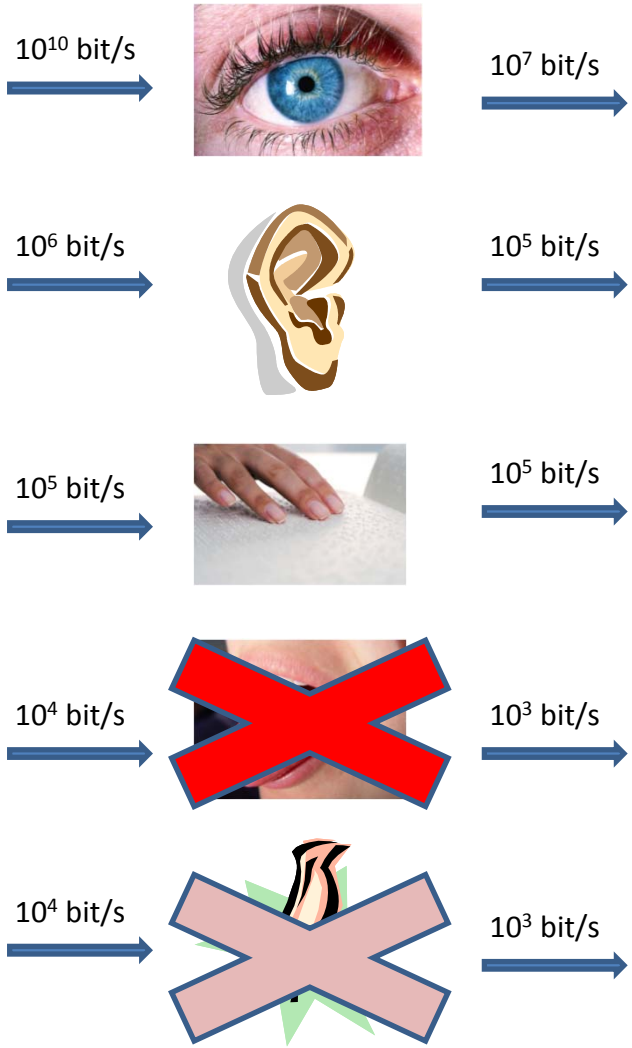


Quelle: polysync demo video - YouTube

- o rot / o grün / o blau: Radar
- ------ gelb / ------ weiß: Lidar (Mid-Range Laserscanner)

Menschliche Informationsverarbeitung

Kanalkapazitäten - fahrzeugrelevant



40 – 50 bit/s (ca. 5 Byte/s bzw. 5 Buchstaben/s), entspricht Lese- oder Sprechgeschwindigkeit!

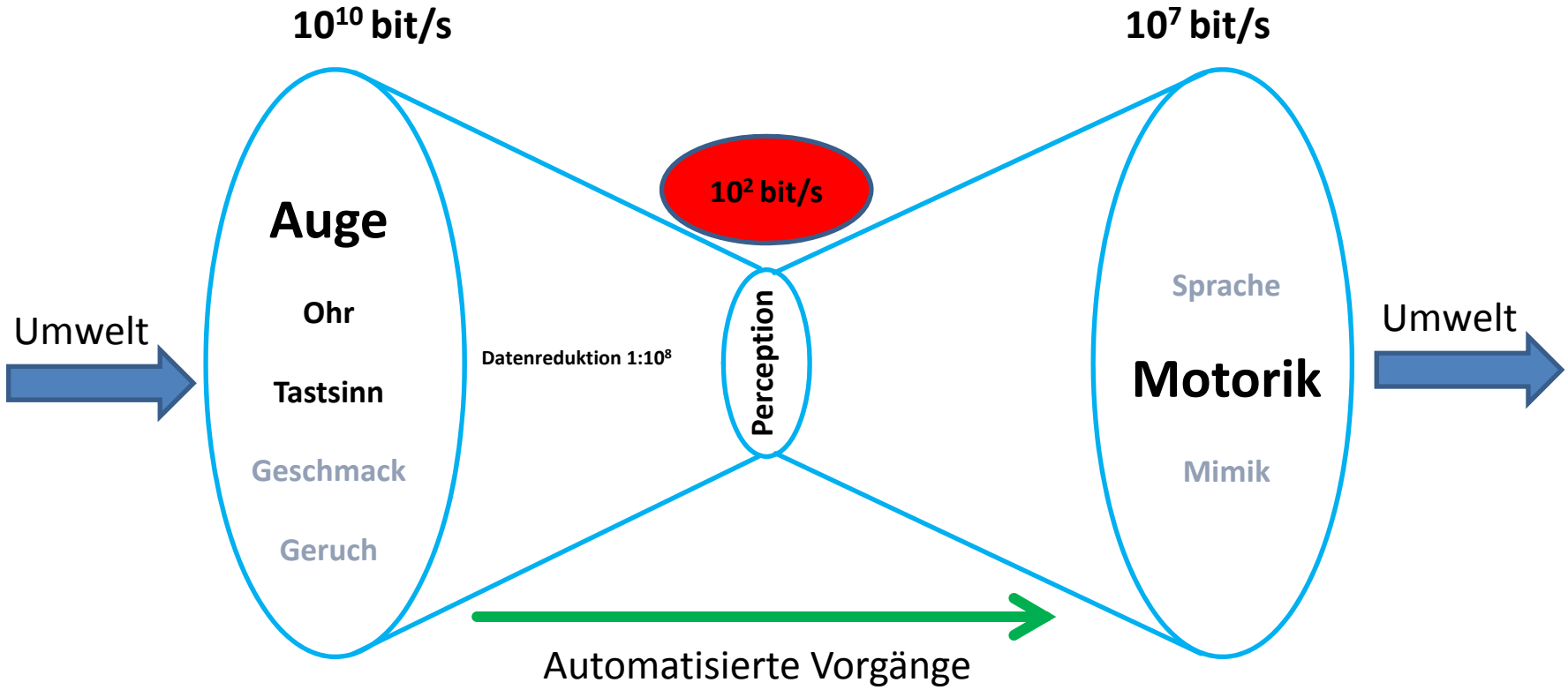
40 – 50 bit/s !!

Bewusstsein

Quelle: Podiumsdiskussion Autonomes Fahren, Vision und Realität, 22.4.2015, Bernsteiner (TUG), Holzinger (AVL), **Stabentheiner (Magna)**

Menschliche Informationsverarbeitung

Informationstrichter & Bypass (Zentrales Nervensystem)



Quelle: Podiumsdiskussion Autonomes Fahren, Vision und Realität, 22.4.2015, Bernsteiner (TUG), Holzinger (AVL), **Stabentheiner (Magna)**

- Medienhype oder sinnvolle Technik ?
- Überblick rechtliche Situation
- Technische Herausforderungen
- **Funktionale Sicherheit, Absicherung**
- Vernetzung, Datensicherheit

Funktionale Sicherheit - FuSi

ISO 26262, E/E Systeme im PKW (Elektrik/Elektronik)

Problematik

- Systeme werden immer komplizierter, vernetzter, und damit fehleranfällig, hohes Gefährdungspotenzial

Ziele und Inhalte der ISO 26262

- Prozessmodell für den Sicherheitslebenszyklus
- Methode zur Risikoeinschätzung => daraus wird ein erforderlicher Sicherheitslevel eines Produktes abgeleitet: ASIL-A … ASIL-D
- Definiert Anforderungen, bezogen auf folgende Aspekte
  - *Prozesse in der Entwicklung, Produktion und Betrieb*
  - *Sicherheitsrelevante Produkteigenschaften*
  - *Angewendete Methoden*

32

Funktionale Sicherheit

Prozesse in der ISO 26262

1. Vocabulary
(Definitions & Abbreviations)

2. Management of functional safety
(overall, during development, and after release)

3. Concept phase
- Item definition
- Initiation of the safety lifecycle
- **Hazard analysis and risk assessment**
- **Functional safety concept**

4. Product development at the system level

5. Prod. dev. at the hardware level

6. Prod dev. at the software level

7. Production and operation
- Production
- Operation, service (maintenance and repair), and decommissioning

8. Supporting processes

9. ASIL-oriented and safety-oriented analyses

10. Guideline on ISO 26262

Funktionale Sicherheit

Charakterisierung gefährlicher Ereignisse

- **S**chwere der potenziellen Gefährdung einer Person (Severity)

S0	S1	S2	S3
No injuries	Light and moderate injuries	Severe and life-threatening injuries (survival possible)	Life-threatening injuries (survival uncertain) and fatal injuries

- Wahrscheinlichkeit der **E**inwirkung eines Betriebszustandes (Exposure)

E0	E1	E2	E3	E4
Incredible	Very low probability	Low probability	Medium probability	High probability

- **K(C)ontrollierbarkeit** eines gefährlichen Ereignisses (Controllability)

C0	C1	C2	C3
Controllable in general	Simply controllable	Normally controllable	Difficult to control or uncontrollable

Funktionale Sicherheit

QM – Quality Management

ASIL – Levels A … D (Automotive Safety Integrity Levels)

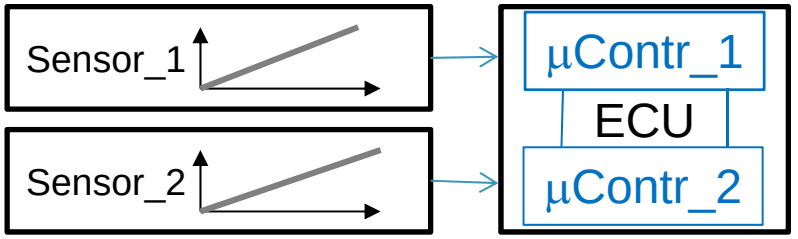
		K(**C**)ontrollierbarkeit Ereignis		
Schwere der Gefährdung	Wahrscheinlichkeit der **E**inwirkung	**C1**	**C2**	**C3**
S1	**E1**	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	A
	E4	QM	A	B
S2	**E1**	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	A
	E3	QM	A	B
	E4	A	B	C
S3	**E1**	QM	QM	A
	E2	QM	A	B
	E3	A	B	C
	E4	B	C	**D**

X-By-Wire Systeme (z.B. E-Gas): mind. ASIL B => braucht Redundanzsystem

Funktionale Sicherheit
Sicherheitskonzepte

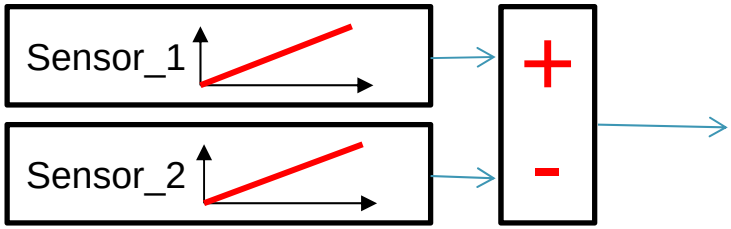
Sicherheitsarchitektur

- Systemebene (4), Bsp.:
  - *Redundantes Sensorsystem*
- HW (5) & SW (6) -Ebene …



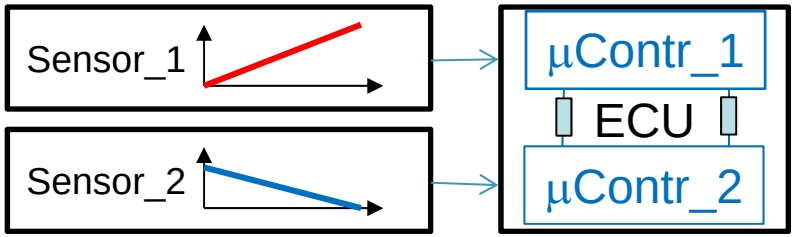
Sicherheitsmechanismen

- Systemebene (4), Bsp.:
  - *Quervergleich der Sensoren*
- HW (5) & SW (6) -Ebenen …



Desingrichtlinien

- Systemebene, Bsp.:
  - *Gegenläufige Kennlinien*
- HW (5) & SW (6) –Ebenen …



Beispiel: nach A.Schnellbach, Magna

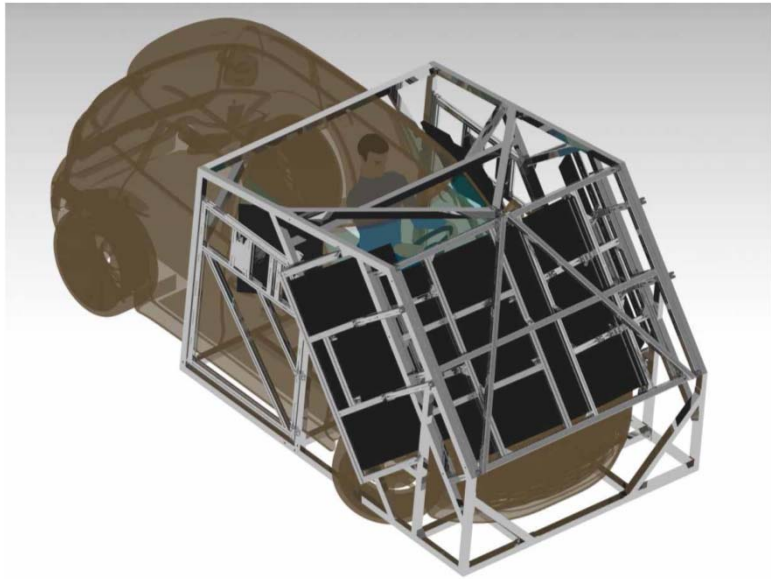
Absicherung automatisiertes Fahren
Fahrsimulatoren

Absicherung Straßenkilometer

- 5 x 10^9 km notwendig (Prof. Winner, TU Darmstadt)
  - *5 000 000 000 km: 250 000 km / Fahrzeug => 20 000 Fahrzeug-Leben*

Fahrsimulatoren

- Bsp.: Fahrsimulator FTG
  - *Interaktion Fahrer – Fahrzeug*
  - *Fahrer: Visuelle, Akustik, Fahrdyn*
  - *Assistenzsysteme: Sensormodelle*
- Bsp: EU-Projekt:
  - *Enable 3^s= 60 Mio €*



ähnliche Szenarion: Antriebsstrang

- Hybridisierung, VKM & mehrere E-maschinen, Torque Vectoring,

Evolutionäre Entwicklung

Einfache Ass.Systeme => höhere Automatisierungsgrade

1) Warnendes System

- Spurverlassenswarnung: Lenkrad vibriert, Piepston
- Kollisionswarnung: Anzeige, Warngeräusch – lauter werdend
- Spurwechselassistent: Warnzeichen im Außenspiegel, akust. Warnung

2) wenn (1) abgesichert: **Eingreifende Systeme**

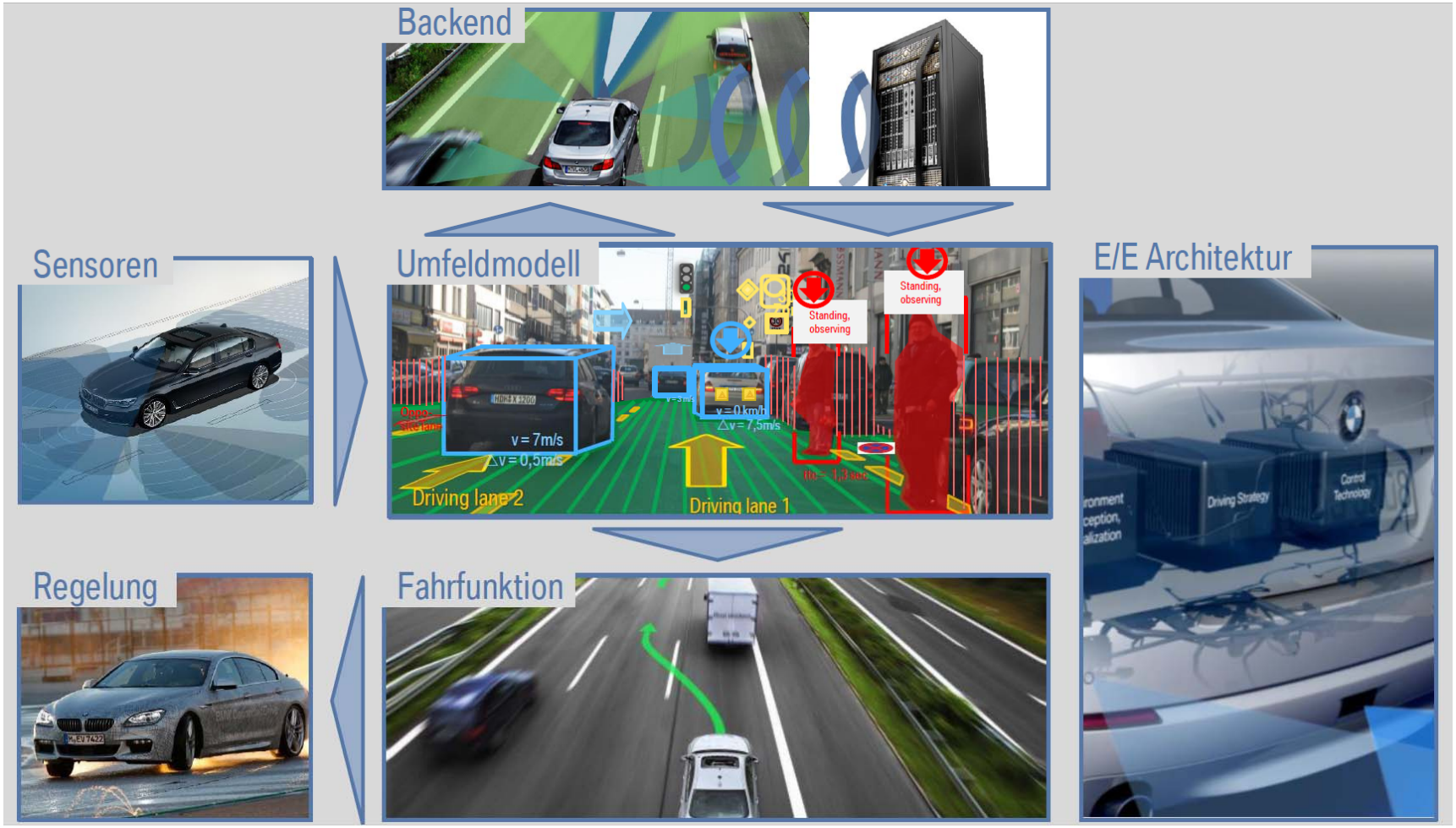
- Spurverlassenswarnung => Spurhalteassistent
- Kollisionswarnung => Notbremsassistent, Abstandstempomat
- Spurwecheselassistent => Überholassistent; wechselt bei Blinkerbetätigung selbständig Spur

3) wenn (2 abgesichert): **Kombinatorische Systeme**

- Autobahnpilot: Abstandstempomat + Überholassistent

Umsetzung im Fahrzeug

Kombination aller Disziplinen

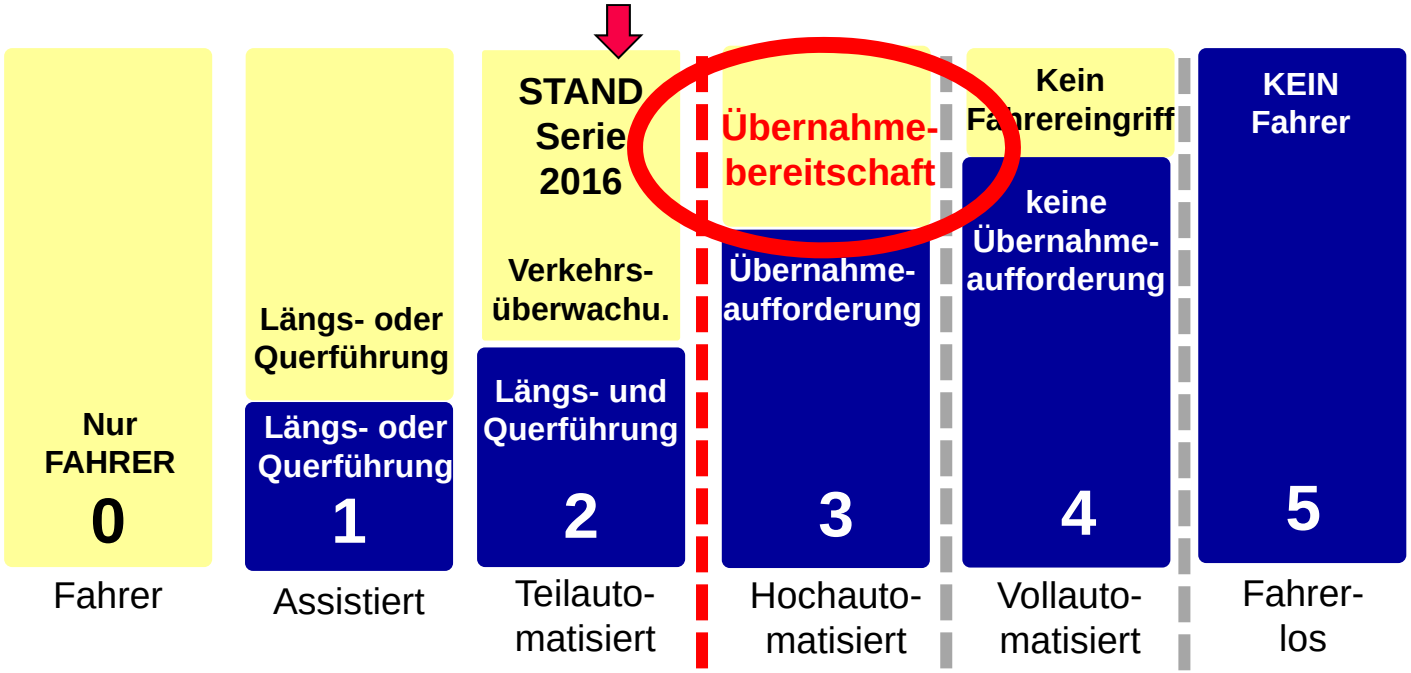


Quelle: BMW, G. Tanzmeister „Automatisches Fahren verändert die Welt der Mobilität“, Expertenforum ÖAMTC/TU Wien, 26.11.2015

- Medienhype oder sinnvolle Technik ?
- Überblick rechtliche Situation
- Technische Herausforderungen
- Funktionale Sicherheit, Absicherung
- **Vernetzung, Datensicherheit**

Übernahmezeit

ca. 8 – 10 sec

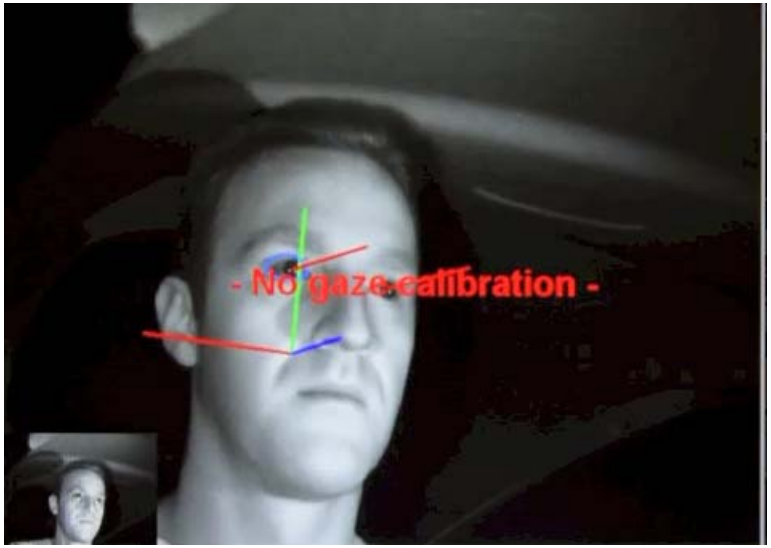


Bildquellen
http://www.ramasuri.de/166993/nachrichten/polizeimeldungen/film-auf-dem-tablet-computer-geschaut/ (Zugriff 9.1.2016)
http://www.mobilegeeks.de/news/volvo-drive-me-crazy-mit-100-autonomen-fahrzeugen-durch-goeteborg/ (Zugriff 9.1.2016)

Fahrerüberwachung

Müdigkeitsüberwachung

- Muster von Bedienungen, z.B.
  - *Lenkkorrekturen, Brems- und Gasbedienung*
- Blickerfassung
  - *Wohin blickt Fahrer, zwinkern, eingeschlafen*



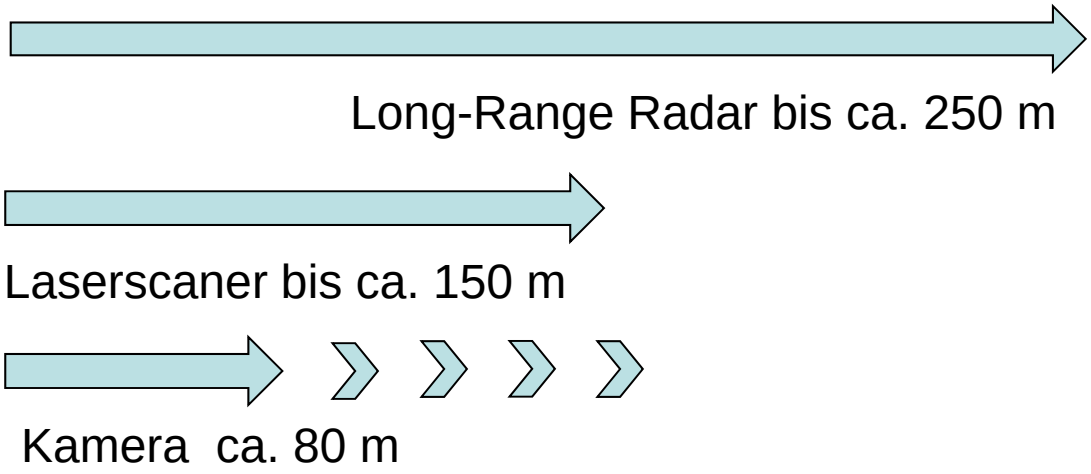
Positionserkennung

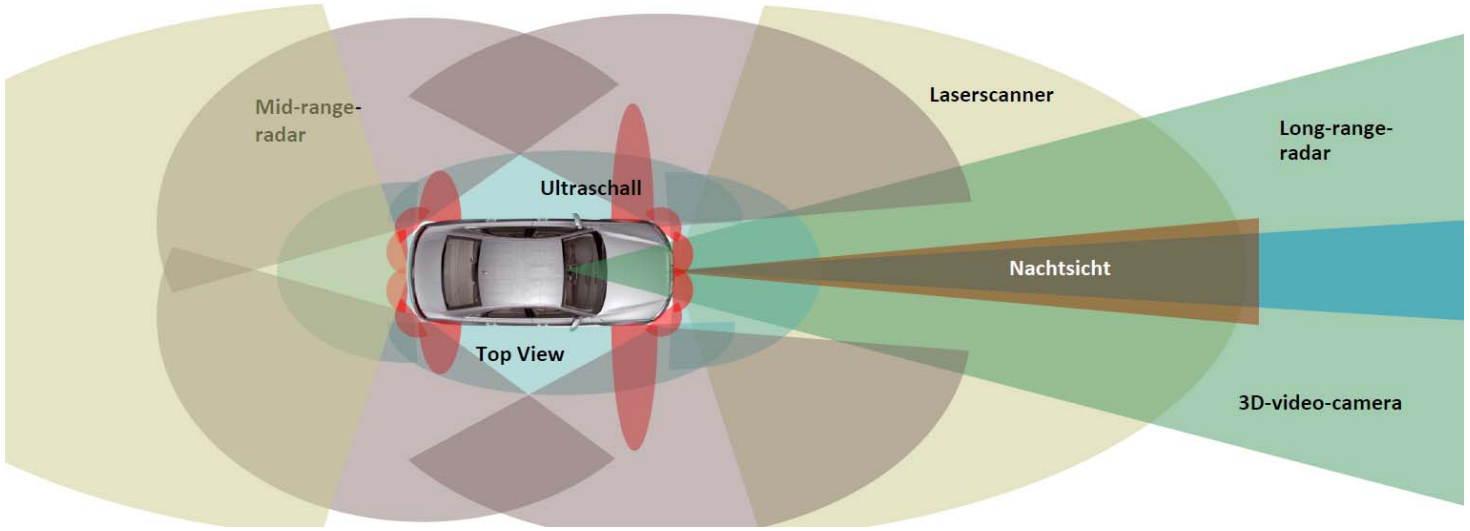
- Positionserkennung
  - *Ist Faher noch aufrecht am Sitz ?*
- Tätigkeitserkennung
  - *Bedienung Tablet ok ⇔ Suppe essen ok?*

42

Übernahmezeit

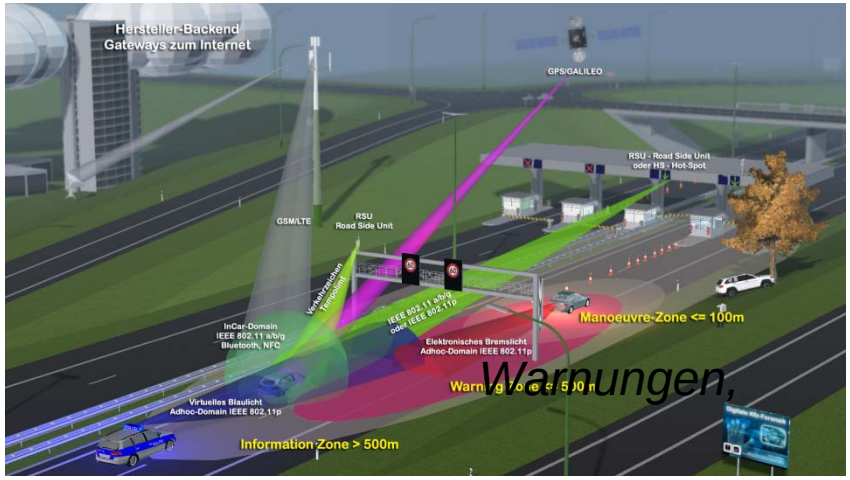
Geschw.	Weg in 10 sec
10 km/h	28 m
30 km/h	**83** m
50 km/h	**140** m
100 km/h	280 m
130 km/h	**360** m





Bildquelle: VW, Prof. Form, „Automatisches Fahren im VW-Konzern, Expertenforum ÖAMTC / TU Wien, 26.11.2015

Car 2 X - Kommunikation



<u>von Fahrzeug</u>

- zu Fahrzeug:
  - *Position, Geschwindigkeit, Kursplanung, Bremslicht, erkannte Objekte, …*
- zu Infrastruktur & Verkehrsleiteinrichtungen
  - *Verkehrszeichen, Ampeln, Baustellen, Unfallwarnungen, Stauwarnungung, Einsatzfahrzeuge, Verkehrsfluss-Routing, … , Schultasche, Handys, …*
- zu Satelliten-Positionierungssystem & interaktive Karten
  - *Galileo Genauigkeit 1m, Differnzial GPS (heute) wenige cm, Fahrspuren, Kreuzungdetails, Baustellen, …*
- zu Automobilhersteller, Google, Apple & Co
  - *Software-Updates, Fahrzeugzustand, Fahrdynamik, Crashdaten, Weggewohnheiten, Konsumdaten, Sprachsteuerung, Blickerfassung …*

Warnungen,

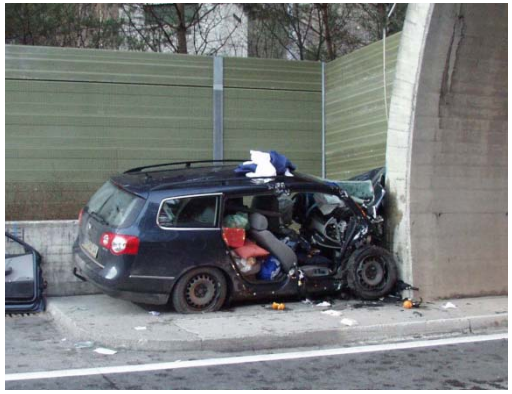
Bildquelle
https://www.kaeferlive.de/index.php/news/kaeferlive-blog/entry/bundeskabinett-beschliesst-ende-des-routerzwangs-auswirkungen-auf-car2x, Zugriff 9.1.2016

44

Datensicherheit

Datensicherheit

- Enorme Datenmengen Car2Car, Car2Infrastruct, Car2Cloud
- Bereits jetzt enorme Anstrengungen um Marktbeherrschung und Datenbesitz & -auswertung durch Google, Apple & Co,…
- Hackeranfälligkeit, Misuse auf direkte und sicherheitsrelevante Fahrbefehle



Bildquellen: Google, Apple, (Zugriffe 13.1.2016)
http://www.wallpapervortex.com/ipad-air-wallpaper-56074_technology_blue_server_farm.html#.VpY4b1I43Cs, https://www.flickr.com/photos/enrevanche/3238228650
http://www.feuerwehr-ams.at/site/berichte/2007bericht007/2007bericht007.html

- Medienhype oder sinnvolle Technik ?
- Überblick rechtliche Situation
- Technische Herausforderungen
- Funktionale Sicherheit, Absicherung
- Car2X Kommunikation, Datensicherheit
- **Zusammenfassung**

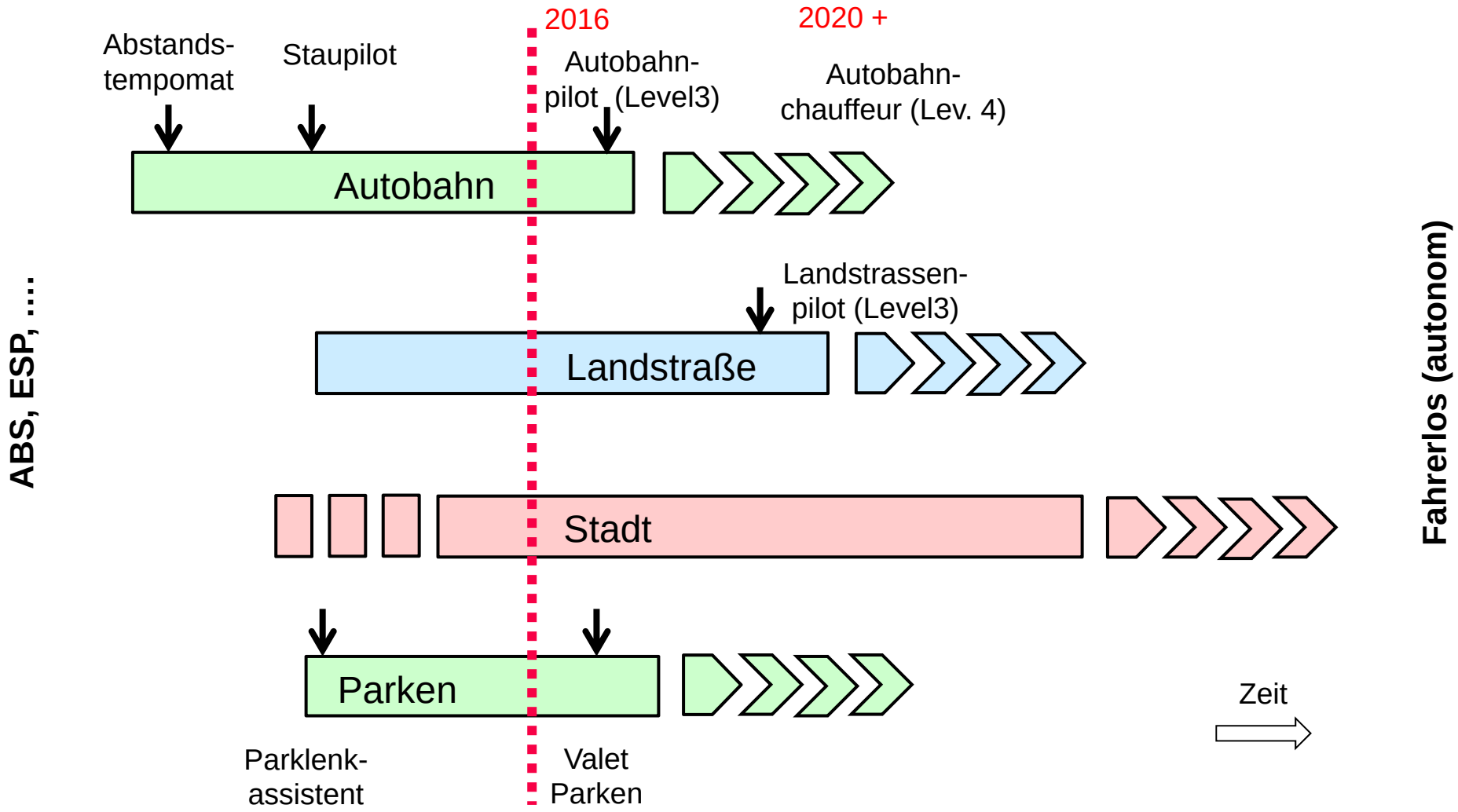
Zusammenfassung
Potenzial

Hochautomatisiertes Fahren	**=**	**Innovationen in Fahrzeugtechnik**
	x	**Datensicherheit & Vernetzung**
	x	**Rechtliche Rahmenbedingungen**
	x	**Infrastruktur & Karten**.

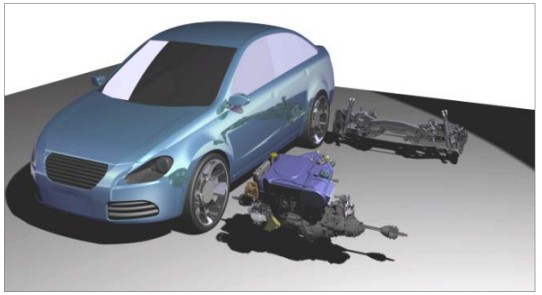
… wenn nur ein Faktor NULL ist, ist Potential nicht zu heben

Zusammenfassung

Zeitschiene



Thank you
for your
attention!



Contact..

Graz University of Technology
Institute of Automotive Engineering
Member of [FSI]

Inffeldgasse 11/2, 8010 Graz

Tel.: 0043 316-873-35201
Fax: 0043 316-873-35202

E-Mail: office.ftg@tugraz.at
Web: http://www.ftg.tugraz.at