

FTS  
FACHTAGUNG



### FTS vs. Autonome Pkw – Profitiert das FTS von den aktuellen Technologie-Entwicklungen?

1. Das autonome Auto als Herausforderer
2. Unterschiede und Gemeinsamkeiten
3. Fokussierung
4. Quo Vadis FTS

*„Mein neues Auto fährt heute schon autonom – dann kann das ja für das FTS nicht so schwer sein!“* (Erwartungen eines Anwenders, wörtlich)



Die Einsatzbedingungen sind beim autonomen Auto sogar rauer als im FTS:

- hohe Geschwindigkeiten
- im Außenbereich (Outdoor) mit allen denkbaren klimatischen Bedingungen und Straßenverhältnissen
- im öffentlichen Straßenverkehr (kein eingewiesenes Personal)
- Sensoren werden in großen Stückzahlen verwendet



Bild: semcon.com

Die FTS-Hersteller müssen doch nur noch die dort entwickelte und erprobte Technologie übernehmen – dann wird das FTS besser und billiger!



Ab 2020 werden neue Modelle von Daimler auf Autobahnen autonom fahren können, prognostiziert Ralf Herrtwich, der Leiter Autonomes Fahren bei Daimler. „Der Preis für das innovative Extra fällt bei einem Oberklassewagen kaum ins Gewicht.“  
(Welt.de 16.10.2015)



Autonome Autos werden sich blitzartig durchsetzen. Roboter-Fahrzeuge werden "überraschend schnell kommen wie das iPhone", meint Brad Templeton von der Singularity University (Google-Berater).  
(heise-online 06.05.2014)



Bis 2030 wird das autonome Fahren selbstverständlich sein. Diese Prognose stellt PricewaterhouseCoopers (PwC) auf.

Fahren uns Autos vollkommen autonom von A nach B?

Laut PwC wird dies bis 2030 Realität sein. (TWT 17.02.2016)

Jedes zweite Automobilunternehmen erwartet den Durchbruch für autonomes Fahren bis 2030. Selbstfahrende Autos werden zu unserem Alltag gehören und die Mobilität prägen.

***Woher kommt dieser übertriebene Optimismus?***



Assistenzsysteme

1. Mercedes E-Klasse
2. Audi Q7
3. Tesla

globaldenso vision sensor



Audi 3D-Kamera



**Daimler**

- Attention Assist
- Collision Prevention Assist
- Bremsassistent BAS PRO
- DISTRONIC Plus
- Totwinkel-Assistent
- Spurhalte-Assistent
- Pre-Safe
- Aktiver Park-Assistent
- Seitenwind-Assistent
- Verkehrszeichen-Assistent

**Audi**

- Spurwechselassistent
- Audi side assist
- Audi pri sense
- Querverkehrassistent
- Ausstiegswarnung
- Anhängerassistent
- adaptive cruise control
- Stauassistent
- Prädiktiver Effizienzassistent
- active lane assist
- Ausweichassistent
- Abbiegeassistent
- Parkassistent

Bosch US sensor



Bosch Radarsensor



**Tesla**

- Autopilot / mobile eye
- Abstandsregeltempomat
- Spurhalteassistent
- Spurwechselassistent

### Front camera:

- Audi active lane assist
- ACC stop&go
- Speed limit display
- Audi pre sense / front / plus
- Audi adaptive light with continuous headlight range control

### Ultrasonic sensors at side:

- Park assist

### Rear camera:

- Parking system plus with reversing camera
- Park assist with reversing camera

### Ultrasonic sensors at rear:

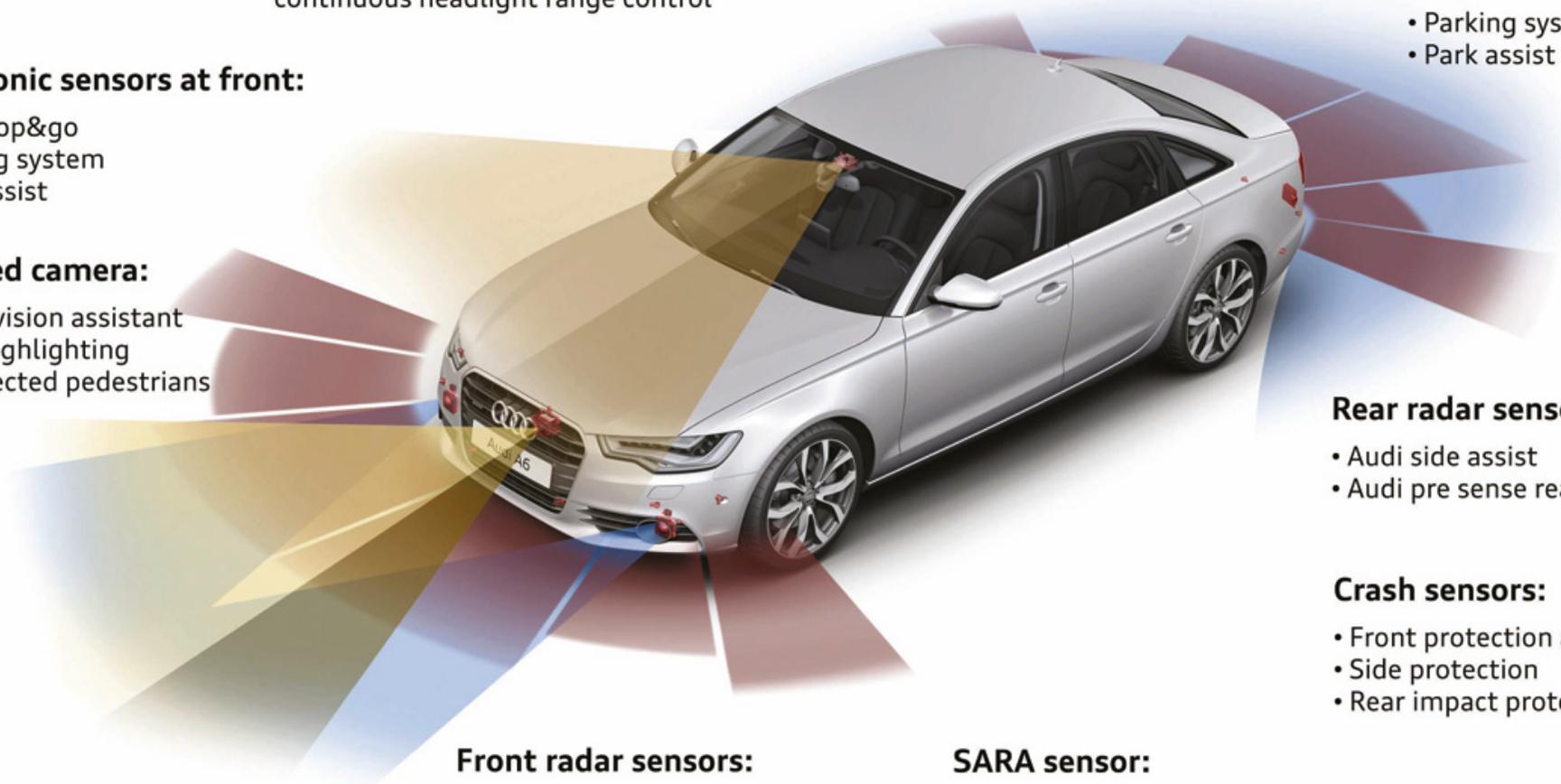
- Parking system
- Park assist

### Ultrasonic sensors at front:

- ACC stop&go
- Parking system
- Park assist

### Infrared camera:

- Night vision assistant with highlighting of detected pedestrians



### Rear radar sensors:

- Audi side assist
- Audi pre sense rear / plus

### Crash sensors:

- Front protection adaptivity
- Side protection
- Rear impact protection

### Front radar sensors:

- ACC stop&go
- Audi pre sense / front / plus

### SARA sensor:

- ESP
- Audi pre sense basic

SARA (Sensor Array Audi)

## Definition of Automation Levels (SAE and VDA) with TRW interpretation

Expectation  
for 2018-2027  
timeframe

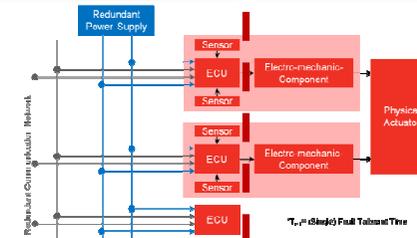
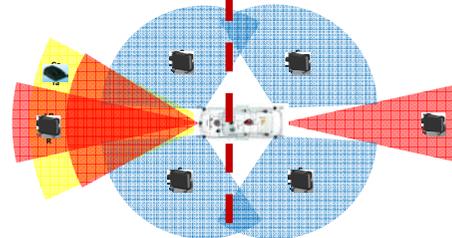


Vehicle role ← → Driver role

Monitored Driving			Non-monitored Driving		
Level 0 (Driver Only)	Level 1 (Assisted)	Level 2 (Partial Automation)	Level 3 (Conditional Automation)	Level 4 (High Automation)	Level 5 (Full Automation)
Eyes-ON	Eyes-ON	Eyes-ON	Eyes-OFF	Eyes-OFF	Eyes-OFF
Hands-ON	Hands-ON	Hands temp. OFF	Hands temp. OFF	Hands-OFF	Hands-OFF

<p>Driver is continuously exercising longitudinal <u>and</u> lateral control.</p>	<p>Driver is continuously exercising longitudinal <u>or</u> lateral control.</p>	<p>Driver <u>has to</u> monitor the system <u>at all times</u>.</p>	<p>Driver <u>does not</u> have to monitor the system at all times; must always be in a position to resume control.</p>	<p>Driver is not required during <u>defined use case</u>.</p>	<p>System can cope with all situations automatically during the entire journey. No driver required.</p>
<p>Lateral or longitudinal control is accomplished by the system.</p>	<p>System has longitudinal <u>and</u> lateral control in a specific use case.</p>	<p>System has longitudinal and lateral control in a specific use case.</p>	<p>System has longitudinal and lateral control in a specific use case. System recognizes the performance limits and requests driver to resume control within a sufficient time margin.</p>	<p>System can cope with all situations automatically in a <u>defined use case</u>.</p>	

Architectural  
Changes



Single-/Dual Sensor ADAS solutions	Multi-Sensor solutions	Fail operational for $\leq 10s$	Fail operational for addressed driving scenarios	No manual control installed?!
------------------------------------	------------------------	---------------------------------	--	-------------------------------

## Tesla-Unfall im Mai 2016 mit Todesfolge

Der Tesla S war an einer Kreuzung mit einem abbiegenden Lastwagen zusammengestoßen. Vorläufige Ermittlungen deuten laut NHTSA darauf hin, dass die Kameras des Wagens die weiße Flanke des Sattelzugs vom hellen Himmel nicht unterscheiden konnte.

Diskussion Kamera vs. Radar



Tesla hat bereits auf den Vorfall reagiert und verweist darauf, dass die Menschen dennoch jederzeit die Kontrolle über das Fahrzeug ausüben müssen, das bedeutet auch, dass die Hände auf dem Lenkrad liegen müssen. Die Teilautonomie sei zudem eher für die Autobahn gedacht. (autonomes fahren & co, 28.10.2015)

Die Person hinter dem Lenkrad, so die eigene Aussage, verließ sich auf den Abstandhalter, der bisher tadellos funktioniert habe. Dies verleitete ihn aber auch dazu, nicht mehr so aufzupassen, was wiederum dazu führte, dass die Person zu spät reagierte.

Tesla weist darauf hin, dass es ein Testsystem ist, und die Fahrenden seien Beta-Tester. (ebenda, 31.05.2016)



## Autonomes Auto (aA)

Fahrer übernimmt die Verantwortung

**Selbst Basisfunktionalitäten arbeiten fehlerhaft** oder nur innerhalb von engen Systemgrenzen:

- Erkennung von Verkehrszeichen
- Spurerkennung
- unmotiviert Vollbremsungen
- Fehlinterpretationen von Fahrsituationen
- SW-Bugs

Selbstverständlich wird akzeptiert, dass die Assistenzsysteme regelmäßig aussteigen und der Fahrer übernehmen muss.



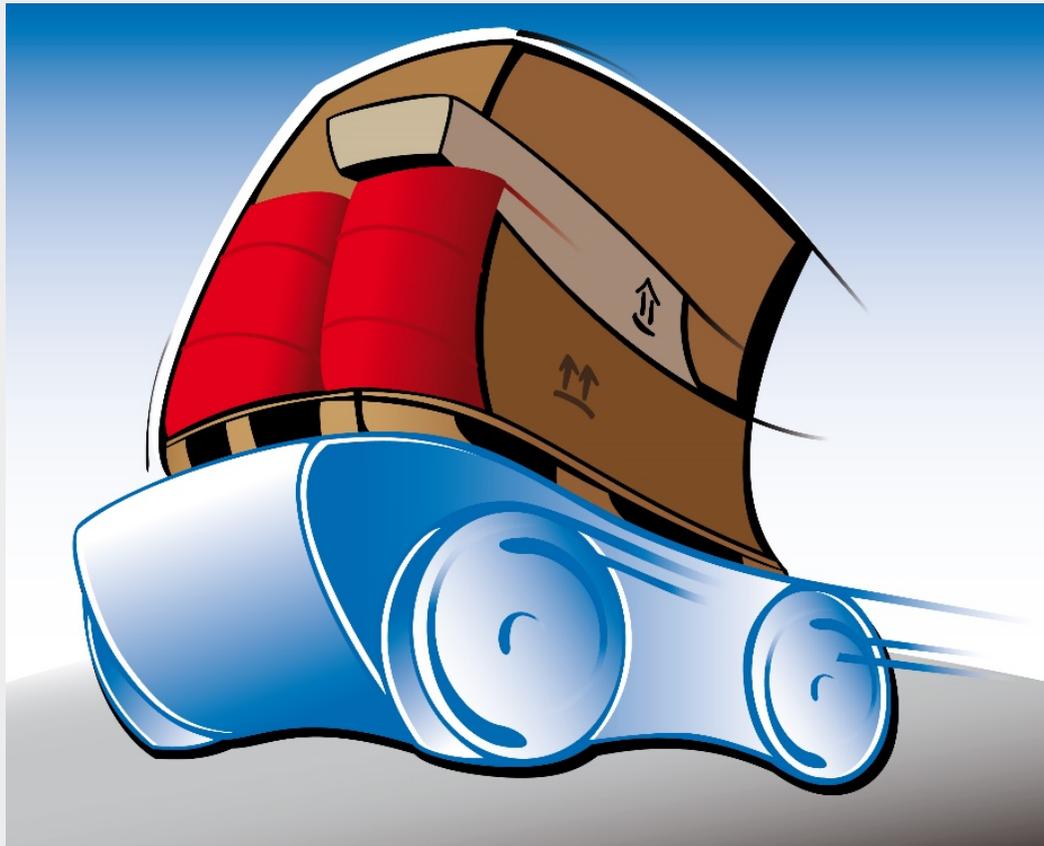
Fahrerunterstützung und Verkaufsförderung sind die Motivatoren für die technische Entwicklung.

## Fahrerloses Transportsystem (FTS)

Das System muss sicher, hoch verfügbar, berechenbar und verlässlich arbeiten – ohne Fahrer!

### Völlig andere Ausgangssituation:

- Einsatzumgebung hat rechtliche Aspekte!
- Personenschutz muss gegeben sein
- Genauigkeit beim Fahren und beim Positionieren muss extrem hoch sein
- Verfügbarkeiten von annähernd 100 % werden gefordert.

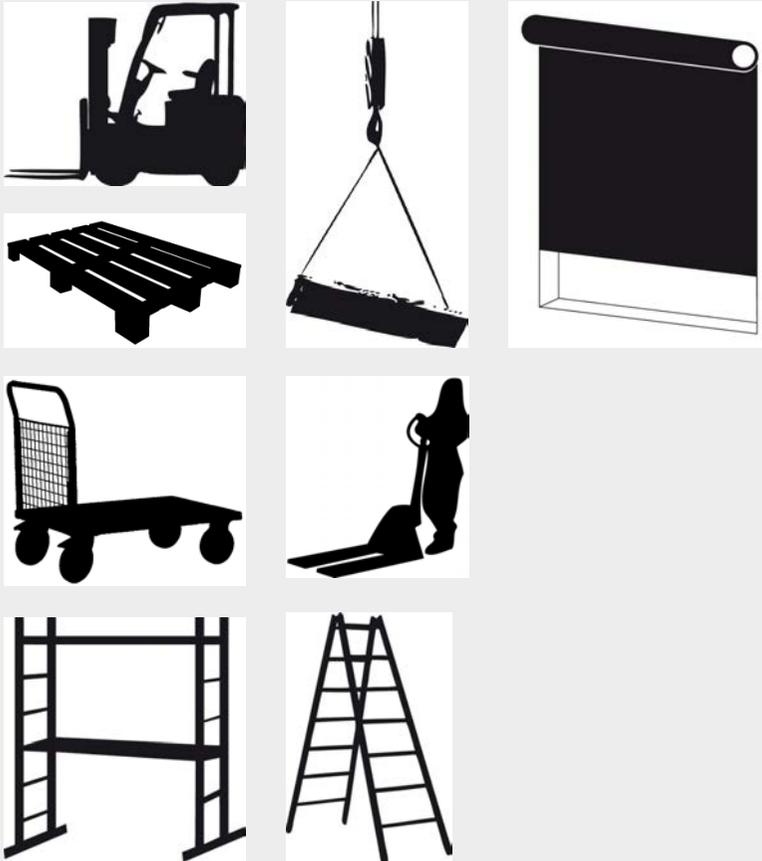


Leistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit als Motivatoren.

Da ist kein Mensch, der aufpasst und übernehmen kann.

Bis heute übernimmt üblicherweise ein 2D-Laserscanner den Personenschutz.

**Darüber hinaus brauchen wir einen 3D-Objektschutz.**



Auszug aus einem Lastenheft für einen solchen Objektschutz-Sensor:

- beladungszustands- und dimensionsabhängige Vollvolumenüberwachung des FTF-Lichttraumprofils
- oft reflektierende Materialien, z.B. Alu, Chrom oder VA; oder durchsichtig (z.B. Glas oder Plexiglas); oder schwarz
- typisches Prüfobjekt:  
Vierkant 20 x 20 mm oder Rohr 20 mm Durchmesser

Neobotics US-Board

PMD TOF Kamera



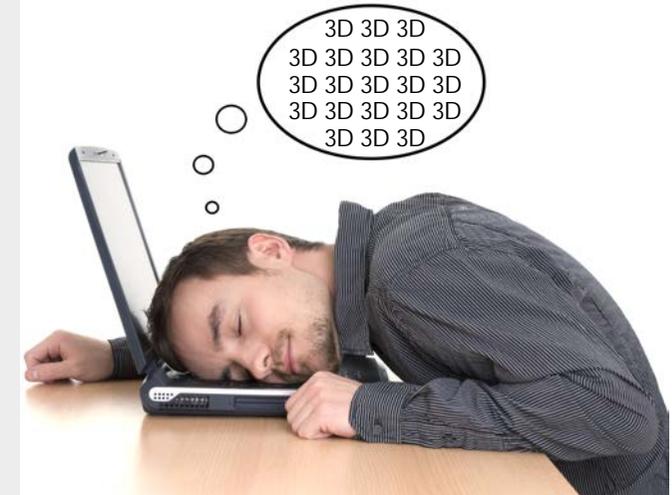
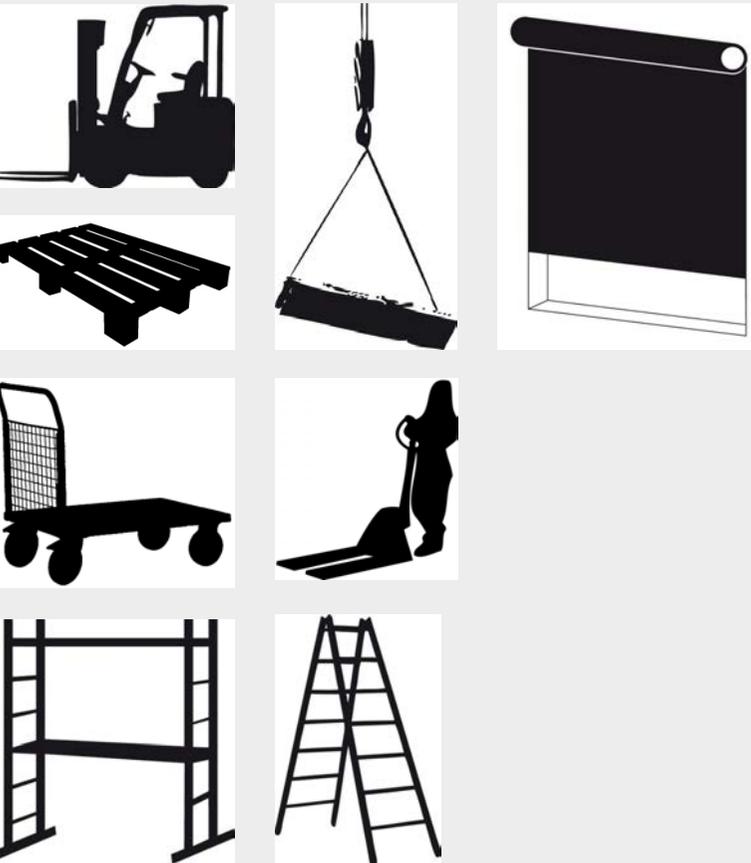
Bea Sensorio Laserscanner

Bosch Stereo-Videokamera

Micas Radarsensor

Noch gibt es keinen 3D Personenschutz Sensor...

**also einen, der alles kann.**



Auszug aus einem Lastenheft für einen solchen Objektschutz-Sensor:

- beladungszustands- und dimensionsabhängige Vollvolumenüberwachung des FTF-Lichttraumprofils
- oft reflektierende Materialien, z.B. Alu, Chrom oder VA; oder durchsichtig (z.B. Glas oder Plexiglas); oder schwarz
- typisches Prüfobjekt:  
Vierkant 20 x 20 mm oder Rohr 20 mm Durchmesser

Neobotics US-Board

PMD TOF Kamera



Bea Sensorio Laserscanner

Bosch Stereo-Videokamera

Micas Radarsensor

**Die Sensoren am Auto sind nicht FTS-geeignet**, jedenfalls nicht ohne Adaption an die veränderten Anforderungen (Geschwindigkeiten, Arbeitsbereiche, Auflösung, Zuverlässigkeit).

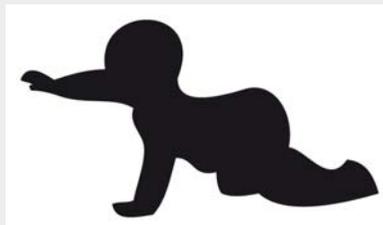
Die großen Automobilzulieferer helfen uns da nicht!  
Sowohl beim aA als auch beim FTS müssen verschiedenste Sensoren zu intelligenten Sensorsystemen fusioniert werden.  
Aber: Das angestrebte „intelligente Verhalten“ ist bei aA und FTS grundsätzlich verschieden.

**Die großen technischen Herausforderungen:  
Datenmengen & Software aufgrund 3D-Sensorfusion  
+ anspruchsvolle Einbau- und Platzverhältnisse**

Das Erkennen von einfachsten Gegenständen oder Szenarien ist anspruchsvoll.

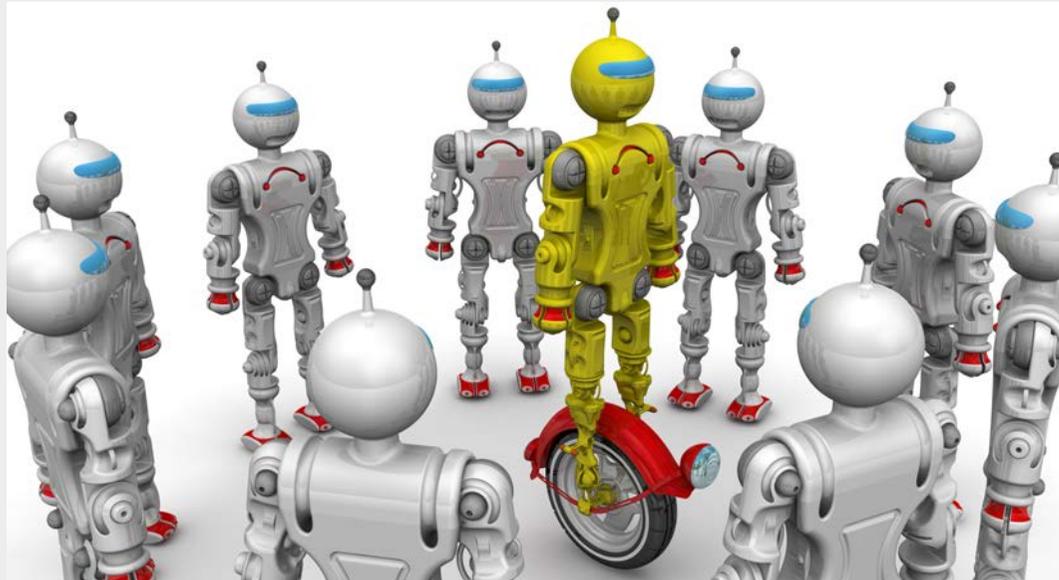


Wenn wir dann mit dem FTS auch noch in öffentliche Bereiche vordringen wollen, wird es herausfordernd!



## Entwicklung des autonomen PKW schrittweise über **Assistenzsysteme**:

- ACC, City-Safety, Einpark-Assistent, ESP/ABS, Nachtsichtsystem, Notbremsassistent, Personenerkennung, Pre-Safe-System, Sprachsteuerung, Spurhalte- und Spurwechselsystem, Staupilot, Verkehrszeichenerkennung, Vernetzung



Ziel:  
„Intelligent Behavior“

## Genauso die Weiterentwicklung des FTS: Entwicklung von **clever-features**:

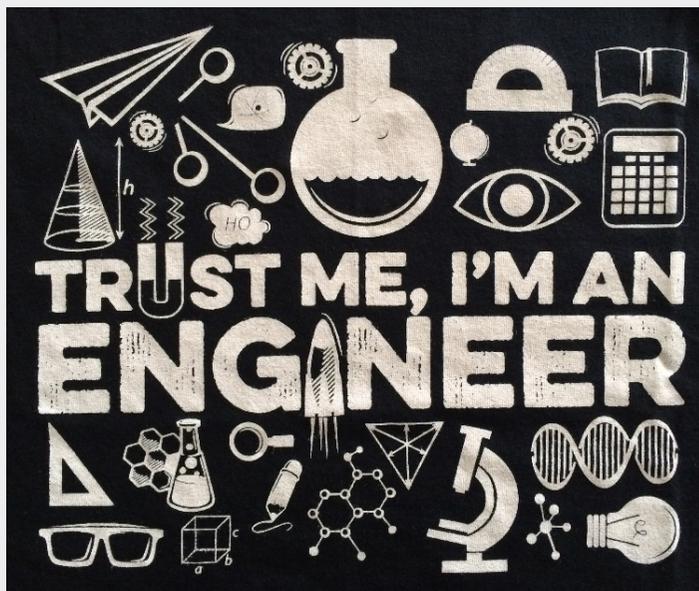
- adaptive-loading, Ausweichen, check-him, **Drive Safe**, easy-friends, easy-install, pallet-finder, Personenerkennung, Sprachsteuerung, storage-screening, Vorbeifahrt, Vernetzung, wet-floor-detection

**Ziel: schrittweises Erreichen von intelligentem Verhalten für mehr Kundennutzen**

1. Das FTS spielt eine Schlüsselrolle in der Intralogistik, in der Smart Factory und der Industrie 4.0. Die mobile Robotik und die Einsatzfälle in öffentlichen Bereichen werden die FTS-Welt bereichern.
2. Die autonomen Funktionen im autonomen Pkw verlassen sich auf den Fahrer.
3. Das FTS muss sicher, berechenbar und mit höchster Verfügbarkeit arbeiten, und ohne einen Fahrer auskommen.
4. Die technologischen Herausforderungen beim FTS liegen im 3D-Personen und Objektschutz und in der schrittweisen Erkennung von Gegenständen und Szenarien.
5. Von der Automobilindustrie können wir den Weg über die Assistenzsysteme übernehmen.
6. Nicht viel mehr.  
Die Sensoren jedenfalls nicht!  
Die FTS-Welt ist eine eigene.



Meistens wissen die Leute nicht,  
 was sie wollen,  
 bis du es ihnen zeigst.  
 (Steve Jobs)



Fachausschuss FTS  
[www.vdi.de/fts](http://www.vdi.de/fts)



Europäische FTS-Community  
[www.forum-fts.com](http://www.forum-fts.com)



Unternehmensberatung  
 Dr. Ullrich  
[www.fts-kompetenz.de](http://www.fts-kompetenz.de)

