VERANSTALTUNGSREIHE „AUTOMATISIERTES FAHREN“
- DIE BAYERISCHE WIRTSCHAFT –
DIE ENTWICKLUNG AUS TECHNOLOGISCHER SICHT

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen, Institutsleiter Fraunhofer IML & ITL der TU Dortmund und Vorsitzender Fraunhofer-Allianz Verkehr

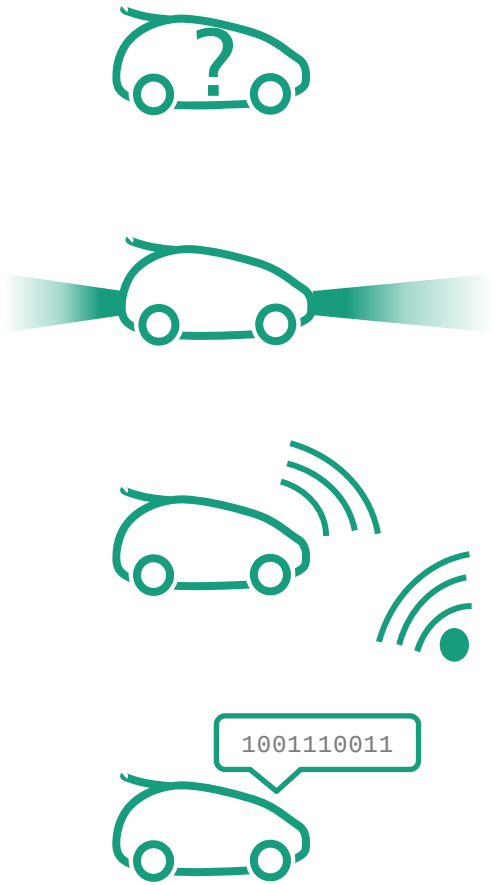
München, 10. Dezember 2015

Bildquellen: Daimler, BMW, Siemens, Fraunhofer IML

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Themenfelder



- Trends – vom assistierten zum autonomen Fahren
- Automatisierung im Straßenverkehr
- Nutzen- und Chancenpotentiale
- Herausforderungen und Risiken
- Fazit

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Vom assistierten zum autonomen Fahren

Fahrerassistenzsysteme → Teilautomatisiert / Hochautomatisiert → Autonomes Fahren

Phase 1:

Fahrer führt -

Systeme helfen durch Warnhinweise oder angepasste Fahrzeugführung

Phase 2:

Fahrer überwacht -

Systeme führen Fahrzeuge in spezifischen Anwendungsfällen

Phase 3:

Fahrgast statt Fahrer -

Systeme führen Fahrzeuge grundsätzlich selbständig

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Vom assistierten zum autonomen Fahren

Fahrerassistenzsysteme → Teilautomatisiert / Hochautomatisiert → Autonomes Fahren

Phase 1:

Fahrer führt – Systeme helfen durch Warnhinweise oder angepasste Fahrzeugführung

- ABS seit den 1980er Jahren
- Aktive Geschwindigkeitsregelung ACC / ADR seit den 2000er Jahren
- Radarkeulen messen einen Fahrwinkel von 8° auf eine Distanz von max. 150 m aus (BMW 7er)

- Der Wertanteil FAS in Deutschland verkaufter Neufahrzeuge liegt seit gut 10 Jahren schon über 1.000,- €

Phase 2:

Fahrer überwacht – Systeme führen Fahrzeuge in spezifischen Anwendungsfällen

- ab 2010 im Audi A8. ACC mit Stop-&-Go-Funktion inklusive *Audi pre sense* (2 Radarsensoren, Video-kamera, Sensorik Einparkhilfe)
- ab 2012 BMW 7er automatische Notbremsung
- ab 2016 Mercedes-Benz Park Pilot
- und BMW Connected Drive (automatisch Parken, Spurhalten, Überholverbot, aktive Regelung der Geschwindigkeit, …)

Phase 3:

Fahrgast statt Fahrer – Systeme führen Fahrzeuge grundsätzlich selbständig

Voll autonome Fahrzeuge heute nur in abgeschlossenen Bereichen (auch Bahnsystemen)
Pilotregionen:
- DARPA Grand Challenge (2004)
- Nevada: Google Tests (2012)
- „Bertha Benz Strecke“

Absehbar dabei: Neue Fahrzeug-konzepte, Wettbewerber und Geschäftsmodelle.

Teilautomatisierung ist längst Realität - Autonomes Fahren wird kommen.
Wettrennen der Automobilhersteller um Piloten und Standards, Komfort und Sicherheit

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Differenzierung über Anforderungen an Fahrer

Entwicklungsstufen automatisierten Fahrens

vbw

Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
assistiert	teilautomatisiert	hochautomatisiert	vollautomatisiert	autonom
Fahrer: führt dauerhaft Längs- oder Querführung aus System: übernimmt die andere Funktion	Fahrer: muss dauerhaft überwachen System: übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall*	Fahrer: muss nicht dauerhaft überwachen, aber übernahmebereit sein System: wie Stufe 2, fordert Fahrer in Grenzfällen zu Übernahme auf	Fahrer: im spezifischen Anwendungsfall nicht erforderlich System: kann in spezifischem Anwendungsfall* alle Situationen bewältigen	Fahrer: nicht erforderlich System: fährt in allen Anwendungs-fällen* selbständig
Spurhalteass.	Stauassistent	z.B. Autobahnfahrt	z.B. Valet Parking	
Distanzregelung	Parkassistent			

* Straßentyp / Geschwindigkeitsbereich / Umfeldbedingungen

Quelle: vbw

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

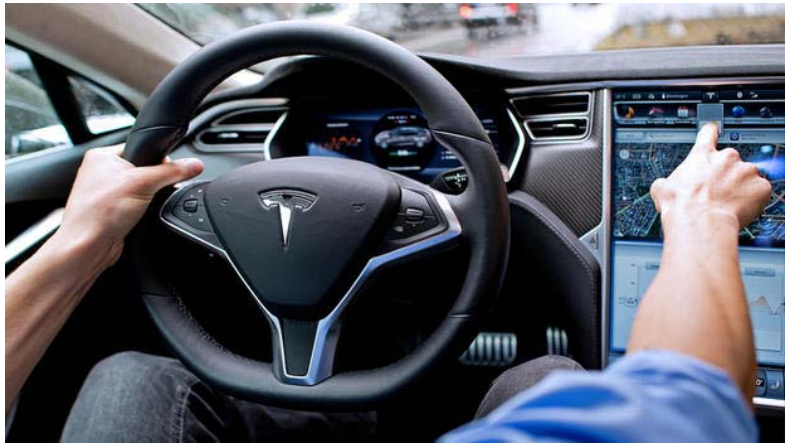
Entwickler rechnen innerhalb der nächsten 10 Jahre mit serienreifen Fahrzeugen

- Google: Endkundenfähiges Produkt vor 2021
- Audi: Semiautonomes Fahren in den kommenden 5 Jahren (vollautomatisches Einparken, gesteuertes Autobahnfahren)
- Continental: Systeme, die jede Fahrsituation meistern können ca. 2020; Komplett autonomes Fahren vorerst „Science Fiction“
- Bosch: Autobahnpilot bis 2018
- Volvo: automatisches Fahren (Stadtautobahn) bis 2018. Ab 2017 in Göteborg rd. 100 Testfahrzeuge geplant
- Mercedes Benz: S-Klasse Park Pilot - Weiterentwicklung bis zu „serienreifen Autopilot“
- BMW: ConnectedDrive (Car2Car) – in Serie bereits Stauassistent bis 60 km/h, lfd. Weiterentwicklung
- VW: Park-Assistent PAUL, iCar-Projekt u.a

Quellen: Handelsblatt; Zeit.de ,Welt.de; BMW.de; Volkswagen.de

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Tesla – autonomes Fahren per Software



Quelle: dpa/Picture-Alliance

Quelle: Autonews

- Tesla Model S kann nach Software Update komplett ohne Fahrer einparken und die Spur wechseln
- Durch automatisierten Bremsassistenten sollen Unfälle verhindert werden
- Software kann in nach Oktober 2014 gebauten Wagen nachgerüstet werden
- Tesla empfiehlt jedoch die Hände am Lenkrad zu lassen → Verantwortung trägt in Gänze der Fahrer
- Tesla geht davon aus, dass 2018 komplett autonomes Fahren technisch möglich ist

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Automobilkonzerne wollen Entwicklungskosten für autonome Fahrzeuge durch hohe Absatzzahlen erwirtschaften

- Entwicklungskosten liegen höher als bei konventionellen Fahrzeugen
- Heute schon liegt der Wertschöpfungsanteil der Elektronik bei ca. 30% der Kfz-Preise und wird weiter steigen.
- Markteinführung über Oberklassefahrzeuge
- z.B. BMW-Strategie über „Entlastung des Kunden in anstrengenden und unangenehmen Fahrsituationen“
- erwartete Zahlungsbereitschaft für technische Ausstattung automatisierter Fahrzeuge bei zusätzl. etwa 3.000 – 4.000 Euro
- Nissan will langfristig alle Fahrzeugmodelle mit der Ausstattungsvariante „Fahrerloser Betrieb“ anbieten

Quellen: Welt.de; Michael Sonderhüsken; autogazette.de; Ingenieur.de

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Platooning bei LKW – Fahren mit geregeltem Abstand, nur das führende Fahrzeug mit Fahrer

- Selbstständig fahrender Lkw (mit 80 km/h auf Bundesautobahnen)
- Kommunikation mit der Umgebung / Intelligente Vernetzung mit bereits existierenden Sicherheitssystemen
  - Ziel: Entlastung des Fahrers
  - Ziel: Flüssigerer, sichererer und kalkulierbarer Verkehr (Vermeidung menschlicher Fehler)
  - Aufgabe: Konzeption und Steuerung der ersten und letzten Meile
    - „Fahrer wird zum Transportmanager“?
    - Vorteile für die Produktivität des Straßengüterverkehrs

Quelle: Daimler

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Mercedes-Benz Future Truck 2025

Quelle: Daimler AG

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Strategiepapier Autonomes Fahren
von Verkehrsminister Alexander Dobrindt

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

- Infrastruktur: flächendeckender Ausbau eines leistungsstarken mobilen Breitbandnetzes für Echtzeit-Vernetzung der Fahrzeuge
- Recht: Es wird ein Rechtsrahmen geschaffen, in dem künftig ein automatisiertes und vernetztes Fahrzeug selbstständig Fahraufgaben übernehmen kann, ohne dass der Fahrer das System permanent überwachen muss
- Innovation: Um Innovationen im Realbetrieb zu erproben, errichtet das BMVI gemeinsam mit der Automobilindustrie und der Digitalwirtschaft das „Digitale Testfeld Autobahn“ auf der A9 in Bayern
- IT-Sicherheit: IT-Sicherheitsstandards für Fahrzeuge entwickeln, um Hackerangriffe zu verhindern. Ziel: Standards in weltweite Regelungen überführen
- Datenschutz: Die Fahrer über Datenerhebung informieren – und Einwilligung geben. Die Daten gehören dem Nutzer

Quelle: BMVI

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Digitales Testfeld Autobahn A9

- Projektpartner: Continental, Deutsche Telekom, Nokia Networks und Fraunhofer ESK
- Ziel: verbesserte Verkehrssicherheit und Vermeidung von Staus
- Echtzeitkommunikation zwischen Fahrzeugen über das LTE-Mobilfunknetz – Austausch von Fahrzeug- und Gefahreninformationen
  - extrem geringe Übertragungszeiten (Ausstattung eines Abschnitts des Telekom-Netzes mit neuartiger „Mobile Edge Computing“-Technik von Nokia Networks)
  - Erweiterung um vom Fraunhofer ESK entwickelte Positionsbestimmung
  - von Continental entwickelten Schnittstelle zur Fahrzeugelektronik
- Kombination ermöglicht erstmals Signallaufzeiten zwischen zwei Fahrzeugen von weniger als 20 Millisekunden

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Nutzen und Chancen

- Automatische Fahrzeuge fahren defensiv – Gewinn an Sicherheit
  - .. vorausschauendes Fahren (Sensorik & Kommunikation)
  - .. hohe Ausfallsicherheit
- Automatische Fahrzeuge fahren gleichmäßiger – Gewinn an Verkehrsfluss
  - .. erhoffte Kraftstoffersparnis von > 5%
- Automatische Fahrzeuge sind komfortabel
  - .. entspannter ankommen
  - .. automatisch einparken
  - .. Mobilität für Ältere und Menschen mit Behinderung
- Automatische Fahrzeuge dürfen teurer sein
  - .. 10 – 20% mehr Umsatz pro Fahrzeug
  - .. neue Geschäftsmodelle inkl. Serviceleistungen während der Fahrt
- Märkte werden sich verändern: „Kauf von Mobilität“ statt Fahrzeugen

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Herausforderungen und Risiken

- **IT Sicherheit**
  - .. zuverlässige Kommunikation und robuste Fahrzeugelektronik (Echtzeitfähigkeit)
  - .. flächendeckendes, leistungsfähiges Mobilfunknetz
  - .. Gewährleistung des Datenschutzes

- **Europäische und weltweite Rechtsgrundlage**
  - .. einheitliche Rahmenbedingungen für global agierende Hersteller notwendig
  - .. Verantwortung des Fahrzeugführers bei vollautomatisiertem Fahrbetrieb vs. Haftungsverlagerung zu Herstellern
  - .. betriebliche Verantwortung (auch für „Weiterfahren“)

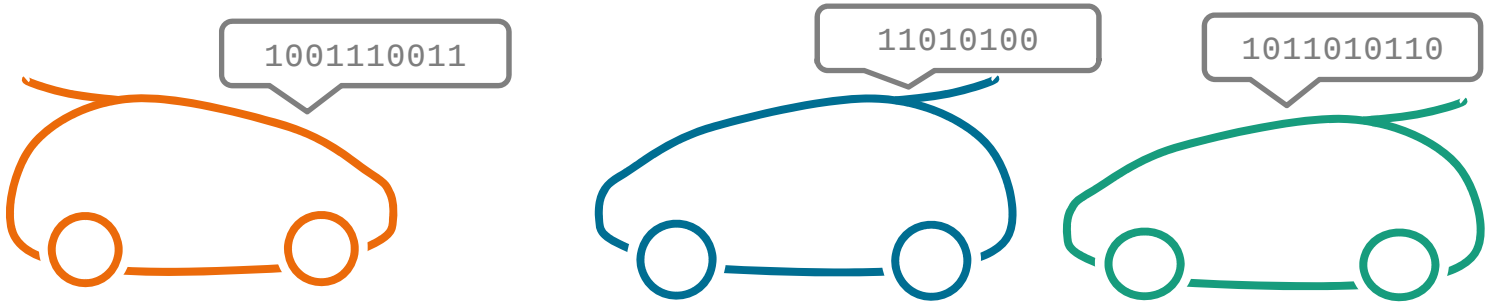
- **Ethische Fragestellung**
  - sind Situationen denkbar, in denen ein Mensch getötet oder verletzt wird, aber niemand strafrechtlich verantwortlich ist, weil das System „schuld“ hat (ethisch-moralische Diskussion) ?

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Fazit

Automatisierung von Fahrzeugen ist ein „Megatrend“

- Chancen im Straßenverkehr durch dynamische Weiterentwicklung von Assistenzsystemen und Deutschland als weltweit größten Markt
- Im Straßenverkehr stehen noch umfassende Tests und Optimierungen der Systeme an
- Märkte werden sich verändern: „Kauf von Mobilität“ statt Fahrzeugen
- Haftung: Zahl der Fälle, in denen nicht der Halter oder der Fahrer, sondern Hersteller in Anspruch genommen wird, könnte zunehmen



Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

DANKE
für Ihre Aufmerksamkeit!

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Institutsleiter,

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML,

Institutsleiter, Institut für Transportlogistik, TU Dortmund,

Vorsitzender Fraunhofer-Allianz Verkehr

Tel. +49 (0) 2 31 9743-400

Fax +49 (0) 2 31 9743-402

E-Mail uwe.clausen@iml.fraunhofer.de

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Backup - Vergleich Straßenverkehr und Schienenverkehr

- Automatisierte Straßenfahrzeuge haben Sensoren sowie Steuerung an Bord.

  Situationen werden selbstständig analysiert und bewältigt.

  In Zukunft: Kommunikation mit Infrastruktur und anderen Fahrzeugen (Car2X, Car2Car)

Bildquelle: Technische Universität Braunschweig; Siemens

- Automatisierte Züge erhalten auf der Strecke Führungsgrößen vom Stellwerk / Leitstelle und werden dadurch „von außen“ gesteuert.

  Fahrbefehle und Geschwindigkeiten werden nicht vom Fahrzeug bestimmt. (Sicherheits-) Sensoren sind i.d.R. an der Strecke angebracht.

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Entwicklungshorizonte für schrittweise Implementierung von fahrerlosem Schienenverkehr

Realisierungsperspektiven für fahrerlose Systeme

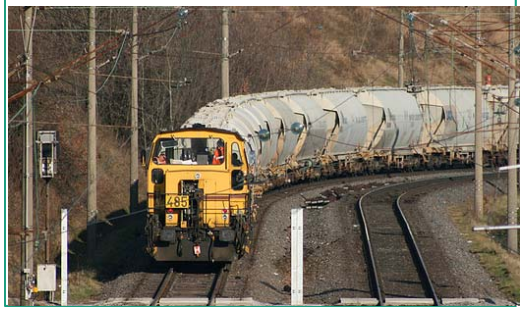
kurzfristig → mittelfristig → langfristig

Geschlossenes System

Technik kann in kleinem Umfang und auf gesichertem Gelände (z.B. Werksbahn) entwickelt und erprobt werden

Lokales System

Interaktion zw. fahrerlosem und konventionellem Verkehr kann z.B. auf Nebenbahnen getestet werden



Offenes System

Einbindung von regionalen / überregionalen Strecken (TEN-Korridore) im flächendeckenden Verkehr

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Schienenverkehr: Verschiedene Stufen der Automatisierung führen zum fahrerlosen Betrieb von Bahnen – heute alle schon Realität

Stufe		Beschreibung
0	fahrergesteuerter Betrieb	Der Fahrer steuert die U- Bahn auf Sicht, stationäre Lichtsignale steuern den Bahnbetrieb.
1	teilautomatischer Betrieb	Fahrer fährt und bremst Bahn manuell. Ein Zugsicherungssystem überwacht die Geschwindigkeit kontinuierlich und liefert Streckeninformationen in Führerstand.
2	halbautomatischer Betrieb	Starten und Abfahren manuell. Steuerung der Fahrt zwischen zwei Bahnhöfen übernimmt die automatische Fahrsteuerung, ebenso wie das automatische, exakte Anhalten des Zuges und das Öffnen der Türen.
3	fahrerloser Betrieb	Fahrbetrieb wird ohne menschliche Unterstützung automatisch geregelt und überwacht. Ein Zugbegleiter kann in Notfällen eingreifen.
4	autonomer Betrieb	Fahrbetrieb wird automatisch geregelt und überwacht. Keine Fahrer/ Zugbegleitung vorgesehen.

Quelle: Siemens Fact Sheet - Wie funktioniert eine fahrerlose U-Bahn?

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML

Backup - F+E Aktivitäten

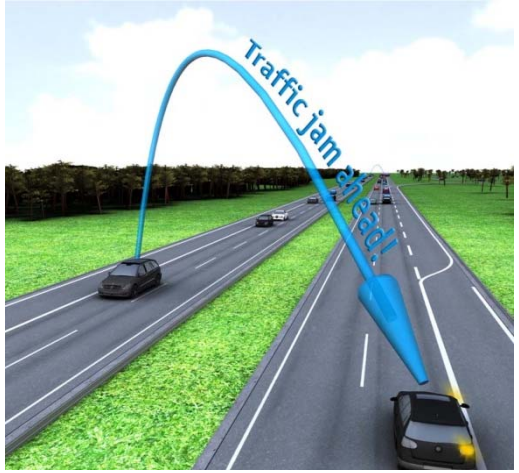
- Forschungsprojekte
  - Self Prop Rail – Selbstfahrender Güterwagen. EU-Förderprojekt in dessen Rahmen ein Versuchswagen hergestellt wurde
  - Flex Cargo Rail - Konzept basierend auf dem Einsatz eines mittels einem Elektromotor angetriebenen und fernsteuerbaren Güterwagens für den Bedienungsverkehr auf der ersten und letzten Meile
- Bei Innotrans 2014 nur wenige Aussteller zu diesem Thema vertreten
  - Self Prop Rail
  - Hyundai Rotem Company: San Paulo Führerlose U-Bahn
  - AnsaldoBreda SPA: Metro Driverless
  - Australian Rail Industry: driverless heavy haul trains

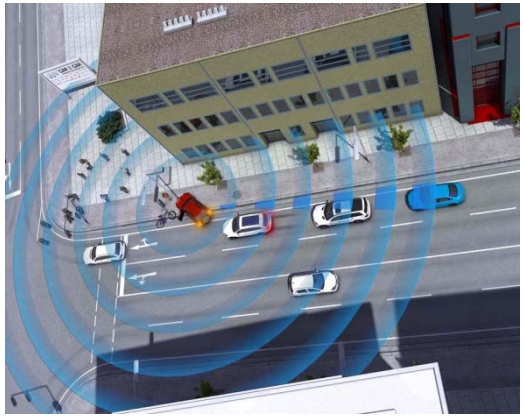
Quelle: SelfProbRail-Konsortium ; Anselm Daniel, Achen: Flex-Caro-Rail; Messe Berlin GmbH

Die bayerische Wirtschaft vbw

Fraunhofer IML

Datensicherheit bei Car2Car-Kommunikation muss hohen Anforderungen entsprechen, um Missbrauch vorzubeugen





- Fahrzeuge werden in Zukunft vermehrt Car2Car-Kommunikation nutzen
- Harmonischer Verkehrsfluss durch aufeinander abgestimmte Fahrzeuge
- Fahrzeuge nutzen verschiedene Schnittstellen (Bluetooth, W-Lan, DVBT, UMTS). Bisher kein Standard
- Funkverbindungen könnten abgehört, gestört oder manipuliert werden
- Fahrverhalten und Fahrzeugdaten könnten von Dritten abgefangen werden
- Sichere Datenübermittlung sowie gleichzeitige Anonymität der Verkehrsteilnehmer kann gegenwärtig nicht garantiert werden

Quelle: Car2Car.org; Barbara Lange

Die bayerische Wirtschaft vbw
Fraunhofer IML