

Autonome Autos

Seminar „Automotiv 2“

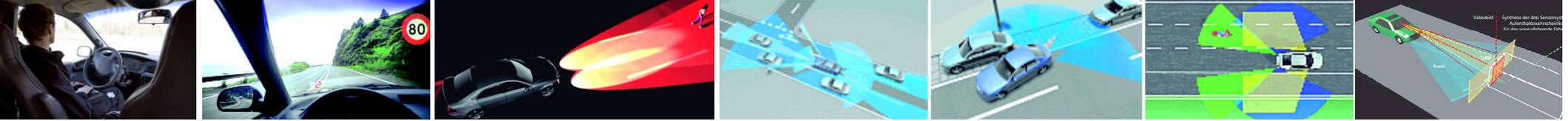
P.D. Dr.-Ing. Dr. rer. nat. habil.
Gerrit Kalkbrenner

SS 2008



04. Juli 2008

Sylvia Richter, Matthias Geue



Autonome Autos - Gliederung

1. Einleitung

2. DARPA Grand Challenge

1. Assiszenzsysteme

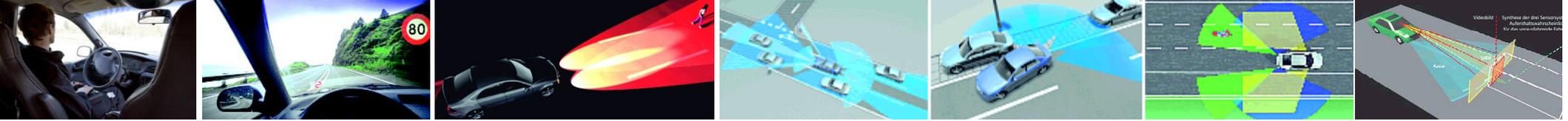
3.1. bisherige Assiszenzsysteme

3.2. zukünftige Assiszenzsysteme

1. Technik

2. Probleme

3. Quellen



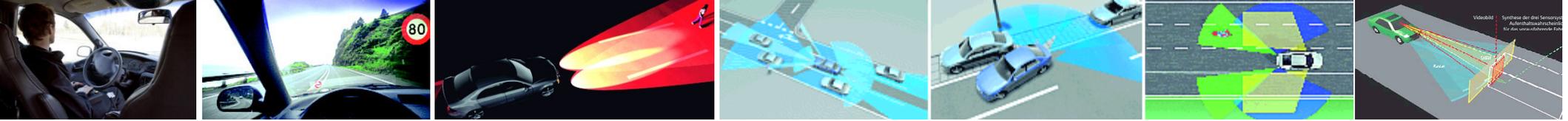
Autonome Autos - Einleitung

*„In zehn Jahren ist die Technik so weit,
dass autonome Autos definitiv zuverlässiger und damit
sicherer fahren als der Mensch“*

Sebastian Thrun, Professor für Informatik und Elektrotechnik an der Universität Stanford
2007, http://www.focus.de/auto/zubehoer/tid-7893/autonome-automobile_aid_138064.html

**Zum Jahr 2018 seien autonome Fahrzeuge
bis zur Serienreife entwickelt**

Alan I. Taub Forschungs- und Entwicklungsdirektor von General Motors

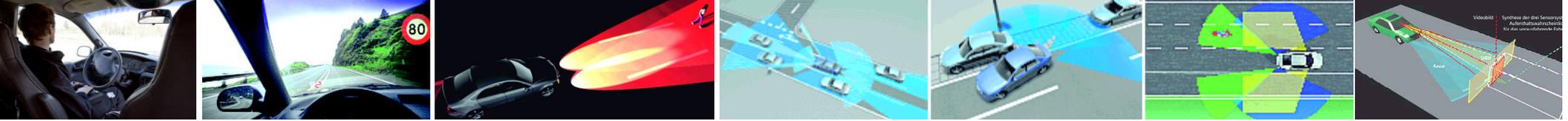


Autonome Autos - Einleitung

Mehr Verkehrssicherheit

- ▶ 90% der Unfälle liegen an menschlichem Versagen
- ▶ Ziel der Europäischen Union:
bis 2010 die Zahl der Verkehrstoten von 40 000 (2001) zu halbieren.
- ▶ Laut Studien könnten 1500 Unfälle vermieden werden könnten, wenn nur 0,6 Prozent der Fahrzeuge mit Systemen ausgestattet wären, die Hilfestellung beim Einhalten der Spur oder beim Überholen geben

QUELLE



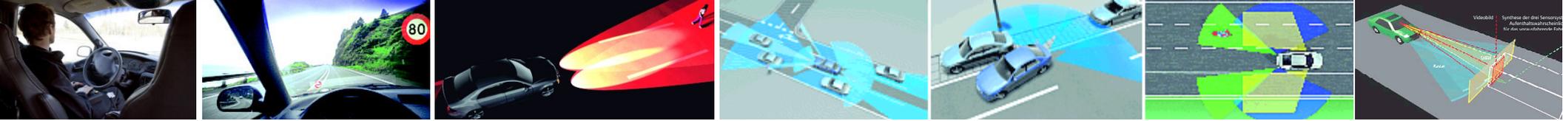
Autonome Autos - Einleitung

Energieeffizienteres Fahren

- ▶ Rund 10% Sprit könnte eine maschinell optimierte Fahrweise laut Studien einsparen - bei optimiertem Verkehrsfluss kämen noch einmal 10% hinzu

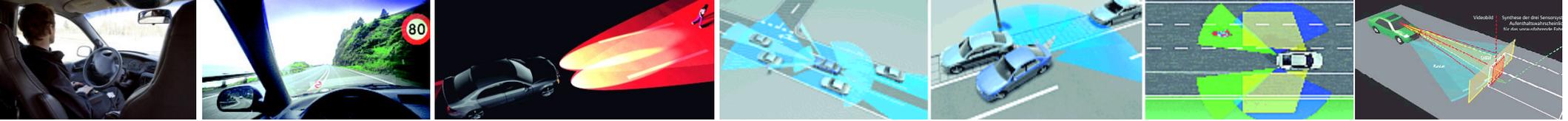
Um im Alter mobil sein zu können

- ▶ Problem: die körperliche Handicaps nehmen im Alter zu, die Reaktionsfähigkeit nimmt ab
- ▶ Dennoch wollen die älteren Menschen mobil sein/bleiben



Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

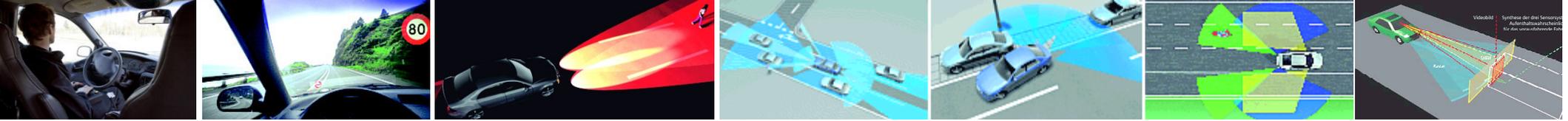
- ▶ Idee vom Militär: **DARPA**
(Defence Advanced Research Projects Agency) 
- ▶ DRAPA versuchte in den 70igern autonome Fahrzeuge zu entwickeln, aber ohne Erfolg
- ▶ Beschluß des US-Kongresses:
2015 sollen 1/3 aller US-Militärfahrzeuge ohne Menschen fahren können
- ▶ DRAPA schreibt 2003 einen Wettbewerb aus



Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

Fahrerlose Autos davor:

- ▶ in den späten 70igern in Japan:
Fahrzeug, das an einer weißen Linie entlang fuhr
- ▶ 1987 Ernst-Dieter Dickmanns (Professor der Uni München) ließ einen Mercedes-Transporter über die gerade neu gebaute noch gesperrte Autobahn fahren
- ▶ 1995 testete Dickmanns seinen 2. Prototyp bei befahrener Autobahn (Mercedes SEL) über 1600 km mit bis zu 180 km/h



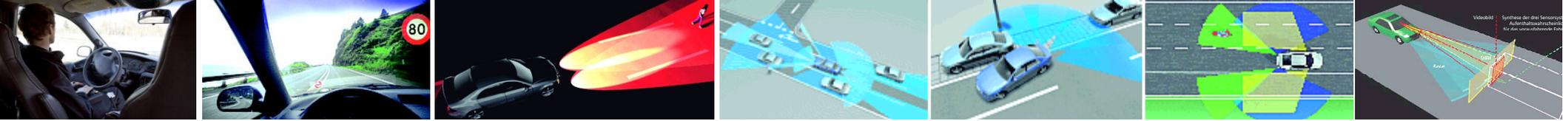
Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

- ▶ 13. März 2004: erste **DARPA Grand Challenge** im US-Bundesstaat Nevada mit 1 Mio Dollar Prämie
- ▶ *Aufgabe:*
Konstruktion eines Fahrzeuges, das in der amerikanischen Wüste ohne menschliche Hilfe eine Strecke von 142 Meilen (241 km) zurücklegen kann
- ▶ *Teilnehmer:*
15 Fahrzeuge (u.a. Pick-ups, Geländewagen, 1 Motorrad, 1 LKW, Hummer Sandstorm)
- ▶ Keines erreichte das Ziel



in association with:



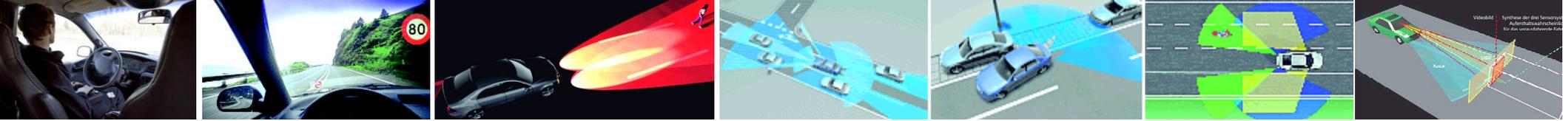


Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

- ▶ 8. bis 9. Oktober 2005: zweite **DARPA Grand Challenge** in der Mojave Wüste mit 2 Mio Dollar Prämie



- ▶ *Aufgabe:*
Konstruktion eines Fahrzeuges, das in der amerikanischen Wüste ohne menschliche Hilfe eine Strecke von 132 Meilen über Schotter, Sand, Brücken und Passstraßen innerhalb von 10 h bewältigen kann
- ▶ *Teilnehmer:* 23 Fahrzeuge
- ▶ 5 erreichten das Ziel, allerdings hielten nur 4 die Zeit ein



Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

Der Gewinner 2005

- ▶ VW Touareg Stanley von Sebastian Thrun (Professor für KI an der Stanford-Uni):
6 h 53 min und 8 S mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 19,1 mph (30,7 km/h)



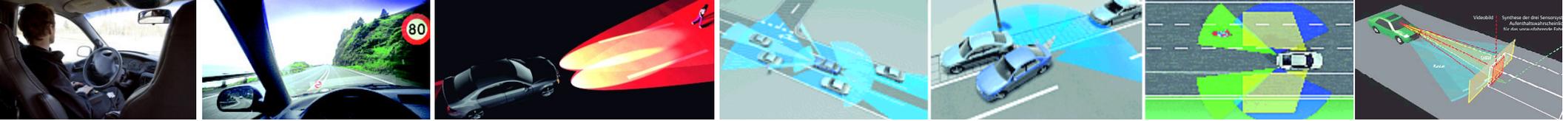
http://www.nytimes.com/imagepages/2005/09/14/business/14robot_ready.html



<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Stanleyrobot.jpg>



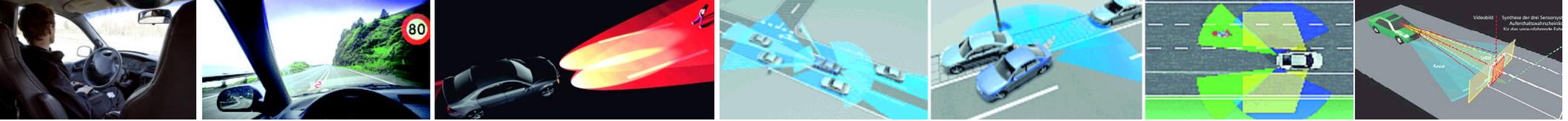
<http://fatpenguinblog.com/2005/12/>



Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

Fahrzeug	Team	Team-Adresse	Zeit (h:m)	Ergebnis
Stanley	Stanford Racing Team	Stanford U., Palo Alto, Calif.	6:54	Erster Platz
Sandstorm	Red Team	Carnegie Mellon U., Pittsburgh, PA	7:05	Zweiter Platz
H1ghlander	Red Team Too	Carnegie Mellon U., Pittsburgh, PA	7:14	Dritter Platz
Kat-5	The Gray Team	The Gray Insurance Company, Metairie, La.	7:30	Vierter Platz
TerraMax	Team TerraMax	Oshkosh Truck Company, Oshkosh, Wisconsin	12:51	Keine Platzierung, da über dem 10 Stunden Zeitlimit
DEXTER	Team ENSCO	ENSCO, Inc., Springfield, Va.	-	Ausgeschieden nach 81 Meilen
Spirit	Axion Racing	Westlake Village, Calif.	-	Ausgeschieden nach 66 Meilen
Cliff	Virginia Tech Grand Challenge Team	Virginia Tech., Blacksburg, Va.	-	Ausgeschieden nach 44 Meilen
Rocky	Virginia Tech Team Rocky	Virginia Tech., Blacksburg, Va.	-	Ausgeschieden nach 39 Meilen
ION	Desert Buckeyes	Ohio State U., Columbus, Ohio	-	Ausgeschieden nach 29 Meilen
DAD	Team DAD	Digital Auto Drive/Velodyne Acoustics, Morgan Hill, Calif.	-	Ausgeschieden nach 26 Meilen
Desert Rat	Insight Racing	NC State U., Cary, N.C.	-	Ausgeschieden nach 26 Meilen

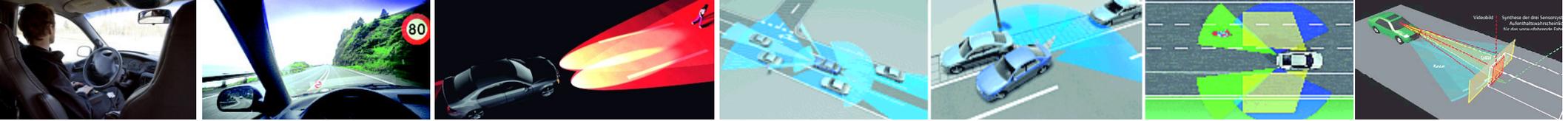
http://de.wikipedia.org/wiki/DARPA_Grand_Challenge_2005



Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

Fahrzeug	Team	Team-Adresse	Zeit (h:m)	Ergebnis
Xboxx	Mojavaton	Grand Junction, Col.	-	Ausgeschieden nach 23,5 Meilen
Golem 2	The Golem Group/UCLA	Los Angeles, Calif.	-	Ausgeschieden nach 22 Meilen
CajunBot	Team Cajunbot	U. of LA, Lafayette, La.	-	Ausgeschieden nach 17 Meilen
RASCAL	SciAutonics/Auburn Engineering	Thousand Oaks, Calif.	-	Ausgeschieden nach 16 Meilen
Desert Tortoise	Intelligent Vehicle Safety Technologies	Littleton, Col.	-	Ausgeschieden nach 14 Meilen
NaviGATOR	Team CIMAR	U. of FL, Gainesville, Florida	-	Ausgeschieden nach 14 Meilen
Prospect 11	Princeton University	Princeton U., N.J.	-	Ausgeschieden nach 10 Meilen
Spider	Team Cornell	Cornell U., Ithaca, N.Y.	-	Ausgeschieden nach 9 Meilen
Alice	Team Caltech	Calif. Inst. of Tech., Pasadena, Calif.	-	Ausgeschieden nach 8 Meilen
JackBot	MonsterMoto	Cedar Park, Texas	-	Ausgeschieden nach 7 Meilen
The Meteor	Mitre Meteorites	MITRE Corp., McLean, Va.	-	Ausgeschieden nach 1 Meile

http://de.wikipedia.org/wiki/DARPA_Grand_Challenge_2005

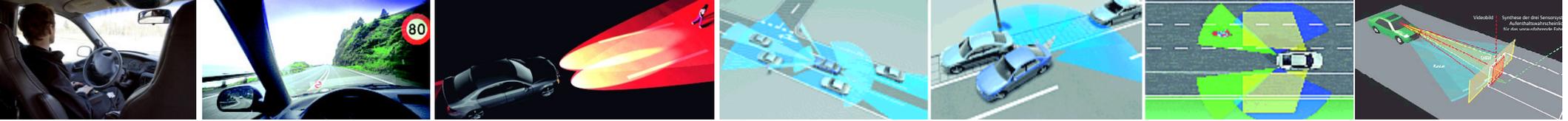


Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

- ▶ 3. November 2007: dritte **DARPA Grand Challenge** in Victorville auf der ehemaligen George Air Force Base

Regeln:

- ▶ Autonomes Fahren durch den Parcours innerhalb von 6 h
- ▶ Vorgegebenes Gebiet darf nicht verlassen werden
- ▶ Öffentlich zugängliche Signale dürfen genutzt werden
- ▶ Verboten sind Steuerkommandos an das Fahrzeug
- ▶ Verbot der vorsätzlichen Berührung eines anderen Fahrzeuges
- ▶ Eine autonome Service Station auf halber Länge ist erlaubt



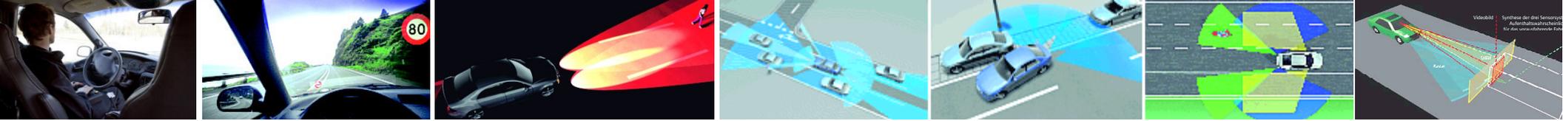
Autonome Autos - DARPA Grand Challenge

Gewinner 2007:

- 1.) Team Tartan Racing (Carnegie Mellon Universität)
- 2.) Stanford Racing Team (Stanford Universität)
- 3.) VictorTango

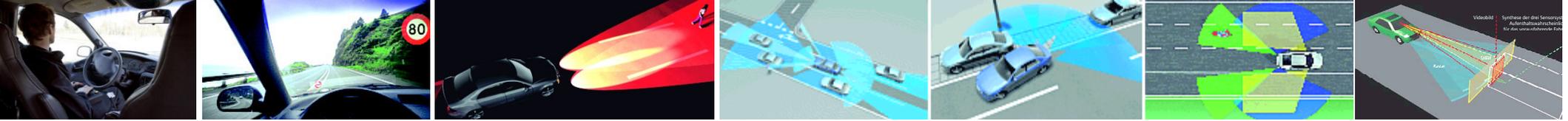


<http://robotics.mi.fu-berlin.de/pmwiki/pmwiki.php>



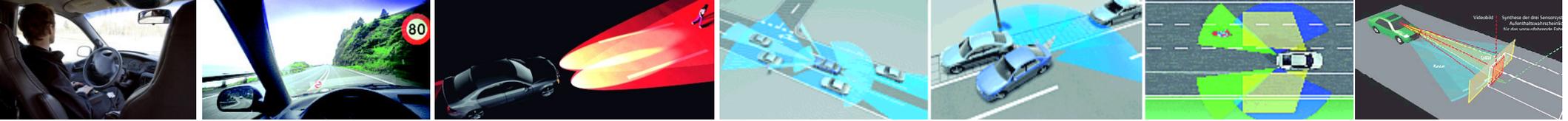
Autonome Autos - bisherige Assistenzsysteme

- ▶ Antiblockiersystem
- ▶ Brake Assits (Mercedes)
- ▶ Antischlupfregelung
- ▶ Elektronische Stabilitätsprogramme
- ▶ Night Visioin (BMW)
- ▶ Tempomat
- ▶ Collission Mitigation Brake System (Honda) /
Pres-Safe (Mercedes)



Autonome Autos - bisherige Assistenzsysteme

- ▶ Spurassistent
- ▶ Blind Spot (Mercedes)
- ▶ Einparkhilfe
- ▶ Parklenkassistent von VW



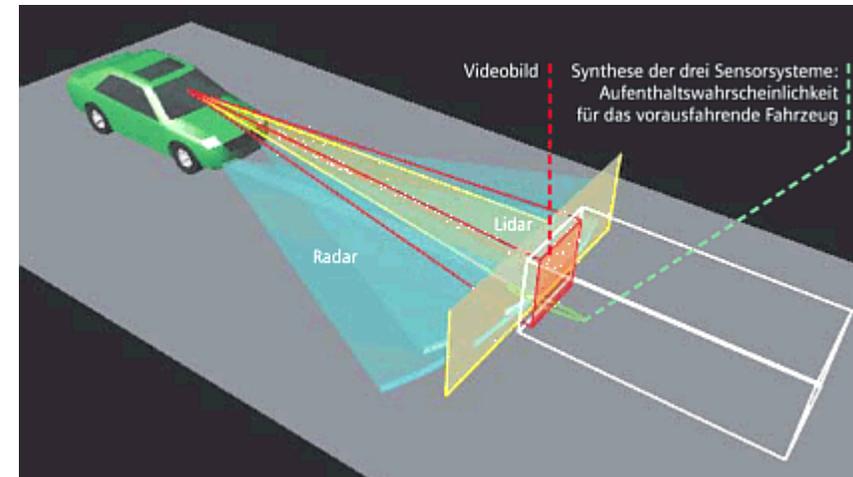
Autonome Autos - geplante Assistenzsysteme

▶ **Hinderniserkennung**,
da die menschliche Reaktionszeit sehr langsam ist

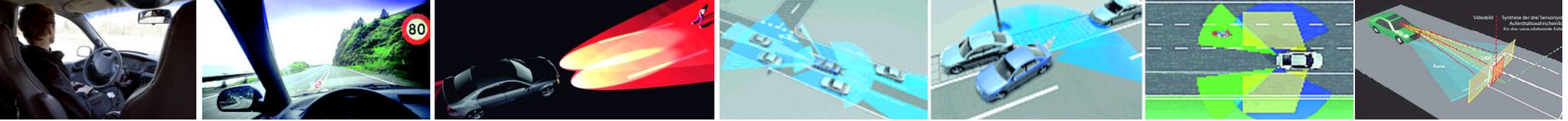


▶ **Stauassistentz**
zur Vermeidung von Auffahrunfällen,
da vor allem in Stausituationen Fahrer ermüden

**REALISIERUNG zu Technik
oder hier?**



http://w1.siemens.com/innovation/de/publikationen/zeitschriften_pictures_of_the_future/pof_herbst_2005/das_mitdenkende_auto/fahrerassistenz.htm

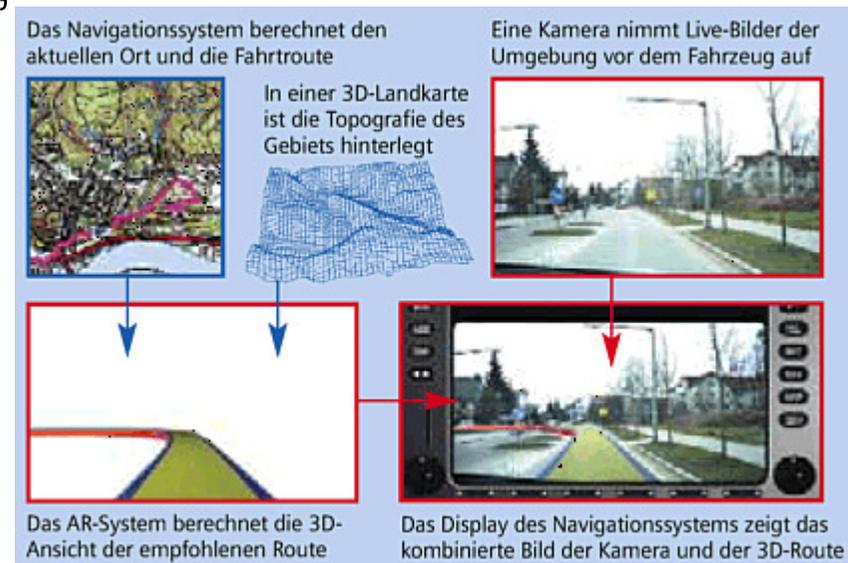


Autonome Autos - geplante Assistenzsysteme

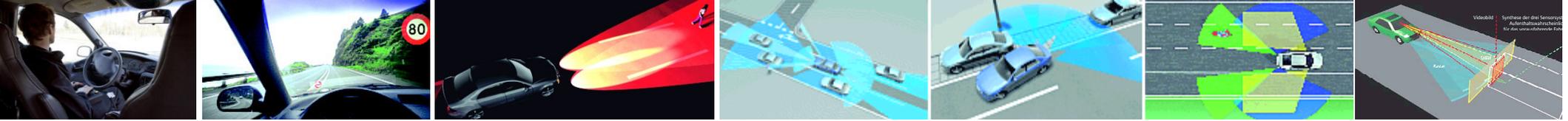
- ▶ **Erkennung von Verkehrszeichen**
mit entsprechender Warnung



- ▶ **Navigationssysteme mit Argumented Reality**
→ Einbindung der realen Umgebung,
um die Route intuitiv schnell
erkennbar zu machen und
→ um das aktuelle
Verkehrsgeschehen mit einzubinden



http://w1.siemens.com/innovation/de/publikationen/zeitschriften_pictures_of_the_future/pof_herbst_2005/das_mitdenkende_auto/fahrerassistenz.htm



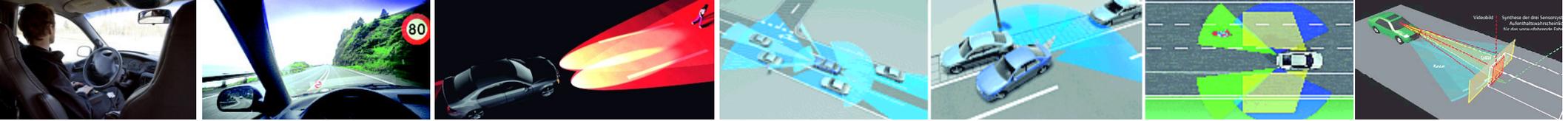
Autonome Autos - geplante Assistenzsysteme

► **Filterung von schlechten Gerüchen**

Herausfilterung von Abgasen, **allergischen Partikeln** und sonstiger schlechter Luft

► **Vernetzung der Geräte**

Beispiel: Falls das Navigationssystem das Abbiegen empfiehlt, überwacht in diesem Fall gleichzeitig der Spurwechselassistent, ob dies gefahrlos möglich ist.



Autonome Autos - Technik

CMOS-Sensor:

Videokameras mit CMOS-Sensor sind temperaturbeständiger und kostengünstiger als die bisher verwendete CCD-Technik. Das System hat eine hohe Dynamik – auch bei großen Helligkeitsunterschieden wird richtig belichtet

Lidarsensor:

Lidar steht für Light Detection and Ranging: Ein Laser strahlt Lichtimpulse aus. Das System analysiert dann das von Objekten reflektierte Licht und ermittelt daraus deren Entfernung (bis etwa 150 m)

Radarsensor:

Sendet elektromagnetische Wellen im Gigahertz-Bereich aus und wertet die zurückgeworfenen Echos aus (Radio Detection and Ranging). Daraus lassen sich Entfernung und Geschwindigkeit des reflektierenden Objekts ermitteln. Im Auto sind bisher 77-GHz- und seit neuestem auch 24-GHz-Sensoren im Einsatz. Fast alle Objekte reflektieren Radarstrahlen, metallische besonders gut. Die Reichweite beträgt zwischen 50 und 150 m

Infrarot-Sensor:

Empfängt die von Objekten reflektierten elektromagnetischen Wellen (im infraroten Spektralbereich zwischen sichtbarem Licht und Mikrowellenstrahlung), die von einem Infrarotscheinwerfer ausgesandt wurden

Wärmebildkamera:

Fängt auf einem speziellen Fotodetektor die Wärmestrahlung eines Körpers auf und erkennt so Konturen und Gestalt von Lebewesen

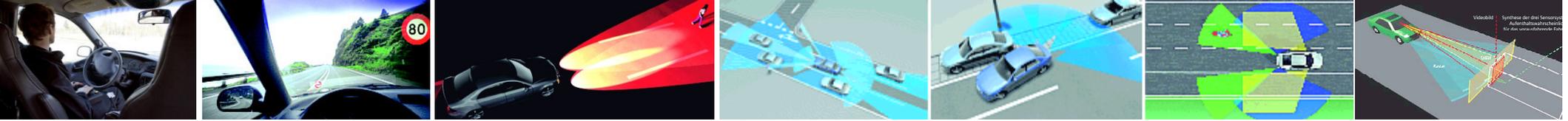
Vor- und Nachteile von Sensoren:

Laser-Scanner liefern nicht nur Information über Größe und Form von Objekten, sondern auch gleich die Entfernung. Dafür sind sie vergleichsweise langsam; (liefert laut IAIS eine Rundumsicht, aber pro Sekunde höchstens ein Bild und dann ist man mit dem Auto schon ein paar Meter entfernt)

Radarwellen durchdringen Staub, Nebel oder Regen und liefern Informationen über Entfernung und Geschwindigkeit von Objekten. Auf der Negativseite schlägt allerdings zu Buche, dass Radarsysteme nur über eine vergleichsweise schlechte Auflösung verfügen. Zudem sind ihre Daten schwerer zu interpretieren, weil die Signalstärke der Reflexion nicht nur von der Größe, sondern auch von der Oberflächenbeschaffenheit und der relativen Orientierung der Oberfläche eines Objektes zum Empfänger abhängt

Kameras sind billiger und auch schneller als Laser-scanner, aber die Auswertung ihrer Bilder ist rechen technisch aufwendiger als die Bearbeitung von Laserdaten.

→ In der Regel kombinieren die Entwickler autonome Fahrzeuge deshalb alle zur Verfügung stehenden Daten. Dieses von Fachleuten „Sensor-Fusion“ genannte Prinzip soll sicherstellen, dass sich keine fehlerhaften Daten einschleichen; wenn die nach unterschiedlichsten physikalischen Prinzipien erhobenen Sensordaten konsistent sind, erstellt der Bordcomputer aus ihnen ein Modell für die Außenwelt

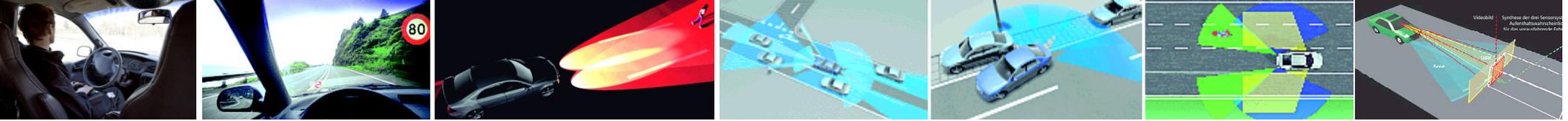


Autonome Autos - Probleme

- ▶ Sehr viele Assistenzsysteme, die möglichst
 - leicht bedienbar
 - intuitiv
 - abschaltbarsein sollten

- ▶ verkehrspsychologische Sicht:
„Man kann sich nicht vier Stunden fahren lassen und dann innerhalb von drei Sekunden voll da sein und das Steuer übernehmen“
(Professor Hans Peter Krüger vom Interdisziplinären Zentrum für Verkehrswissenschaften an der Universität Würzburg)

- ▶ Wie muss sich ein System verhalten, wenn es vor der Wahl steht, mit einem Hindernis zu kollidieren oder in eine daneben wartende Schulklasse zu rasen? Und was, wenn sich das Hindernis sich ebenfalls als Mensch entpuppt?



Autonome Autos - Probleme

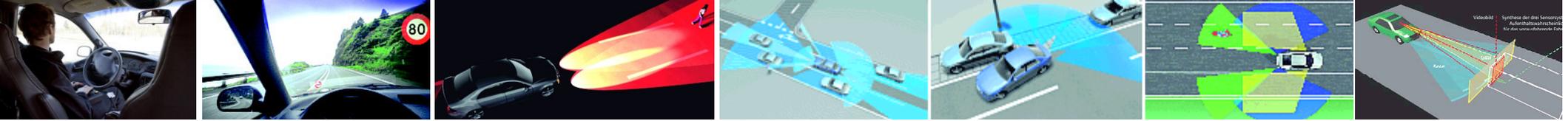
- ▶ Streit in Deutschland, ob teilautonome Assistenzsysteme zugelassen werden dürfen

Grund:

Weltabkommens von Wien 1968:

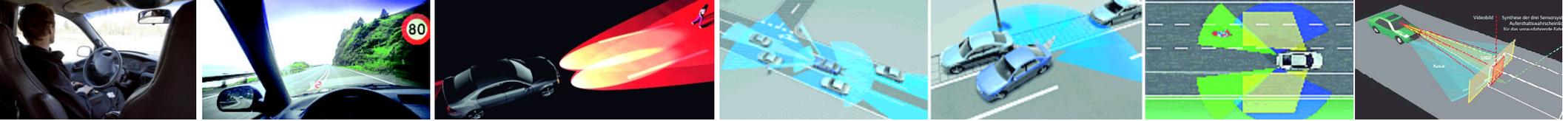
- **„Jeder Fahrer soll jederzeit fähig sein, sein Fahrzeug zu kontrollieren oder seine Tiere zu leiten“** Artikel 5 Absatz 3
- Und Artikel 13 Absatz 1 fordert, dass jeder Fahrer sein Fahrzeug **„dauernd“** und **„unter allen Umständen beherrschen“** muss.

- ▶ Wer ist schuld, wenn ein autonomes Auto einen Unfall baut?



Autonome Autos - Ausblick

- ▶ Kognitives Automobil (selbstständig fahrende, miteinander kommunizierende Autos)
 - Reduzierung von Verkehrsunfällen
 - Energieersparnis durch Konvoi- und Windschattenfahrten



Autonome Autos - Quellen



Technology Review – Das M.I.T. - Magazin für Innovation:
“**Mobilität – Computer am Steuer**” (S.24-30),
Ausgabe 06/2008



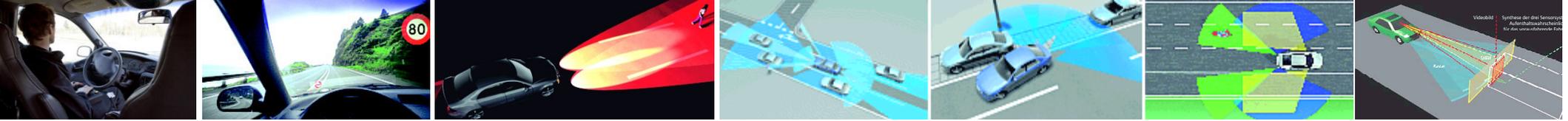
Pictures of the Future – Das mitdenkende Auto

http://w1.siemens.com/innovation/de/publikationen/zeitschriften_pictures_of_the_future/pof_herbst_2005/das_mitdenkende_auto/fahrerassistenz.htm



Die Zeit:

<http://www.zeit.de/2007/25/C-Roboterautos>



Autonome Autos - Quellen



Wikipedia



<http://winfuture.de/news,30115.html>



http://www.focus.de/auto/zubehoer/tid-7893/autonome-automobile_aid_138064.html



darpa.mil