

# Kamerabasierte Sensorik für Fahrerassistenzsysteme



3rd Leibniz Conference of Advanced Science - SENSORSYSTEME 2006

Dr.-Ing. Harald Winter  
Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, Berlin



# Hella Aglaia Mobile Vision GmbH



- Firma als „Aglaia GmbH“ 1998 in Berlin gegründet von:
- Ziel: Entwicklung kamerabasierter Sensorik für Fahrerassistenzsysteme (Software, Kameras, Hardware, Entwicklungs- und Testtools)



Mr. Gruner



Mr. Schilling

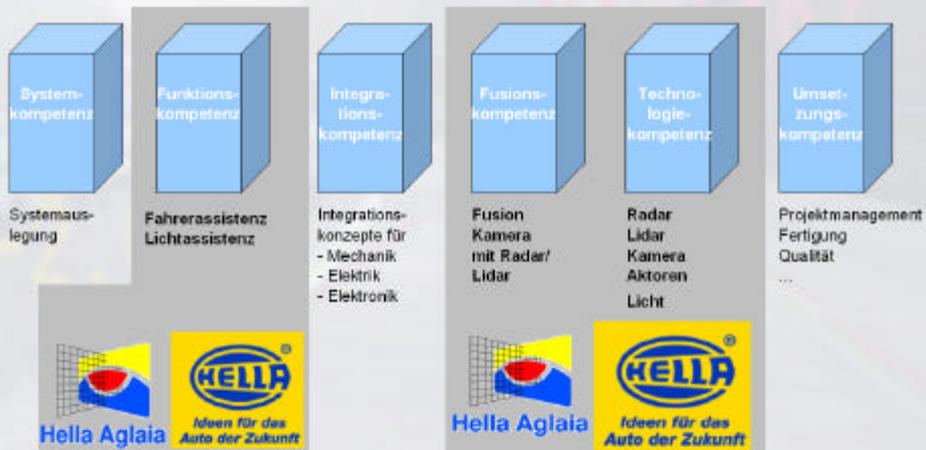


Mr. Winter

- Zunächst Prototypen auf PC-Basis
- Von 2002 bis 2005: Entwicklung eines Serienproduktes
- Am 01.03.2006 Übernahme der Firma durch den Automobilzulieferer Hella KGaA Hueck & Co (Lippstadt), Umbenennung in “Hella Aglaia Mobile Vision GmbH”, Aufbau als Kompetenzzentrum für Kamerasensorik mit bereits über 40 Mitarbeitern



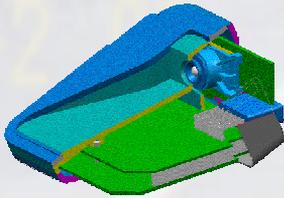
# Hella Kompetenzen: Elektronik, Sensorik, Licht



# Hella: Fahrerassistenz und Lichtassistenz



- Hella entwickelt Kameras, Scheinwerfer und Lichtelektronik als geschlossenes System mit Schnittstellen zu Navigations- und anderen Systemen



5

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Fahrerassistenzsysteme, Umfeldsensoren



6

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Fahrerassistenzsysteme



- Der Autoverkehr ist nach wie vor mit hohen Opferzahlen und Schäden verbunden.
- Verbesserungen durch
  - passive Sicherheitssysteme (Gurte, Airbag),
  - fahrdatenbezogene Assistenzfunktionen (ABS, ESP)
  - u.a. Maßnahmen (z. B. Sichtverbesserung) geraten an ihre Grenzen.
- Eine weitere Vermeidung von Unfällen durch menschliche Schwächen (Unaufmerksamkeit, Ermüdung, Überforderung) oder zumindest eine Reduzierung von Unfallfolgen kann nur durch neuartige Fahrerassistenzsysteme erreicht werden.
- Diese müssen in der Lage sein, mittels Sensoren das Fahrzeugumfeld (ggf. auch den Fahrzeuginnenraum) wahrzunehmen und auf Basis einer intelligenter Bewertung der Verkehrs- und Gefahrensituation den Fahrer zu warnen, aktiv zu unterstützen und im Extremfall eigenständig einzugreifen.

7

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Fahrerassistenzsysteme



- Viele Diskussionen über Akzeptanzprobleme, juristische Probleme, Kostenaspekte.
- Bei Nachweis der Wirksamkeit neuer Fahrerassistenzsysteme, dem Erreichen einer ausreichenden Zuverlässigkeit und eines akzeptablen Kostenniveaus wird es zu einer ähnlichen Entwicklung kommen wie bei Sicherheitsgurten, Airbags, ABS und ESP – Fahrerassistenzsysteme werden selbstverständlich.
- Wie schnell diese Entwicklung laufen wird und welche konkreten Formen sie annehmen wird ist offen. Aber sicher ist: **Wir stehen am Anfang einer tiefgreifenden Entwicklung im Automobilverkehr!**
- Was sind die ersten Zeichen dieser Entwicklung:
  - Radar- oder lidarbasierte ACC-Systeme (DC und andere)
  - Kamerabasierte Spurhaltungskontrolle für LKW (Iteris)
  - Kamerabasiertes Nachrüstsystem für Spurhaltungskontrolle und Abstandswarnung (MobilEye)
  - Kamerabasierte Totwinkelüberwachung (Volvo)

8

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



## Marktstudie von ABI (USA):



Aus "Vehicle Safety Systems: World Markets for Stability Control, Adaptive Cruise Control, Lane Departure Warning, and other Next-Generation Technologies“:

“... current and emerging applications will eventually converge to offer an unprecedented virtual safety cocoon around the vehicle. Collectively, these systems may potentially create a market worth \$10 billion by 2008.”

- Der Markt der Fahrerassistenzsysteme wird sich entwickeln. Er wird basieren auf Sensortechnologien zur Umfeldwahrnehmung und eine neue Stufe von Komfort und Sicherheit erreichen.
- Die Frage ist:  
***Welche Sensor-Technologien werden erfolgreich sein?  
Welche Rolle werden Kameras spielen?***



## Sensoren für Umfeldwahrnehmung



- Aktive abstandsmessende Sensoren
  - Radar (77 GHz, 24 GHz)
  - Multibeam Laser (Lidar)
- Passive bildgebende Sensoren
  - ✓ Kameras
  - IR-Kameras (Wärmebild)
- Aktive bildgebende Sensoren
  - ✓ NIR-Kameras mit angepaßter NIR-Beleuchtung (Nachtsicht)
- Passive bildgebende und abstandsmessende Sensoren
  - ✓ Stereokameras
- Aktive bildgebende und abstandsmessende Sensoren
  - NIR-PMD-Kameras mit spezieller modulierter NIR-Beleuchtung (unabhängig von natürlichem Licht)
  - ✓ NIR-Stereokameras mit angepaßter NIR-Beleuchtung (Nachtsicht)
- Aktive und passive, bildgebende und abstandsmessende Sensoren
  - ✓ Stereokameras mit Empfindlichkeit im sichtbaren und im NIR-Bereich



## Kamerasensorik

11

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



## Vorteile von Kameras im sichtbaren und NIR-Bereich

- Keine elektromagnetische Belastung, keine neuen gesetzlichen Einschränkungen, Wechselwirkung beherrschbar!
- Die Infrastruktur ist auf visuelle Wahrnehmung ausgerichtet und teilweise (Spurmarkierungen, Verkehrszeichen) nur bildgebend zu erfassen.
- Kameras ermöglichen eine bildhafte Interpretation der Szene! Das ist viel mehr als die Interpretation einzelner Abstandsmessungen.
- Kamerabasierte Sensorsysteme können kostengünstig mit Bauelementen des Massenmarktes hergestellt werden!

**Kamerabasierte Sensoren werden eine Schlüsselstellung einnehmen !**

12

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



## Herausforderungen für Kamerasensorik



- Die Herausforderungen sind im Vergleich zu anderen Umfoldsensoren noch größer:
  - Die zu verarbeitende Datenmenge ist größer.
  - Die Interpretation der Pixelwerte, die durch die optische Abbildung erzeugt werden, ist noch komplexer.
  - Es geht im Rahmen der technischen Grenzen um die Nachbildung der menschlichen visuellen Wahrnehmung! Das ist Herausforderung wie Chance!
  - Lösungen unter den Bedingungen extrem kostengünstiger Hardware müssen sehr stark iterativ entwickelt, optimiert und verifiziert werden.
  - Die Absicherung des Entwicklungsfortschrittes und die Evaluierung und Validierung der Produktstufen erfordern hochentwickelte Testtools und ausgefeilte Teststrategien einschließlich automatisierter Testabläufe.



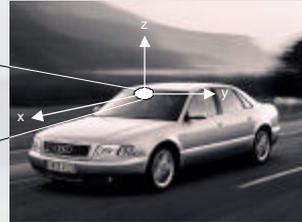
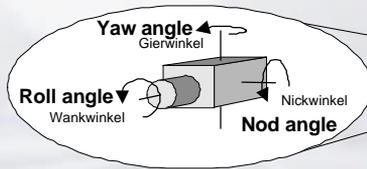
## Voraussetzungen für die Bildanalyse



- Modellierung der Eigenbewegung des Fahrzeuges
  - Bei monokularen Kameras i. a. über die auf dem CAN-Bus verfügbaren Daten (Geschwindigkeit, Gierrate, Raddrehzahlen, ...).
  - Bei Stereokameras allein über Bildanalyse möglich (bei monokularen Kameras nur eingeschränkt), aber nicht sinnvoll.
- Kalibrierung der optischen Abbildung
- Kalibrierung der statischen Kameraausrichtung
- Kalibrierung der dynamischen Kameraausrichtung



## Kalibrierung der statischen Kameraausrichtung



- Kalibrierung im Prozeß der Fahrzeugmontage sollte möglichst vermieden werden.
- Deshalb Kalibrierung der Ausrichtung (ohne Montagetoleranz) in der Modulherstellung.

## Kalibrierung der dynamischen Kameraausrichtung

- **Eine dynamische Rekalibrierung** der Kameraausrichtung durch Bildanalyse während der Fahrt ermöglicht die Adaption an
  - Montagetoleranzen
  - schwere Beladung
  - Langzeitverformungen
  - Nick- und Rollbewegungen des Fahrzeuges.

**Eine hochgenaue dynamische Rekalibrierung der Ausrichtung der beiden Kameras zueinander ist entscheidend für den Einsatz von Stereokameras!**

## Prototypische Systeme, Videobeispiele

17

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



## Hochdynamische Automotive-Kameras für Entwicklung und Prototypen

DSP TI 320C67xx  
integriert



Verschiedene **Imager**  
und **Optiken**



CAN/LIN Interface



Firewire Interface



Stereokamera

18

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



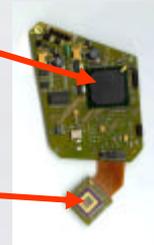
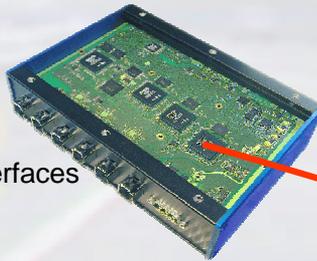
## DSP-basierte Prototypentwicklung



- Verarbeitung in der Prototypphase bisher PC-basiert.
- Die DSP-basierte technologische Plattform "TEPLA" soll den PC bereits auf Prototypniveau ersetzen.

**TEPLA** – Universelle ECU basierend auf DSP BF561 (AD)

Firewire Interfaces

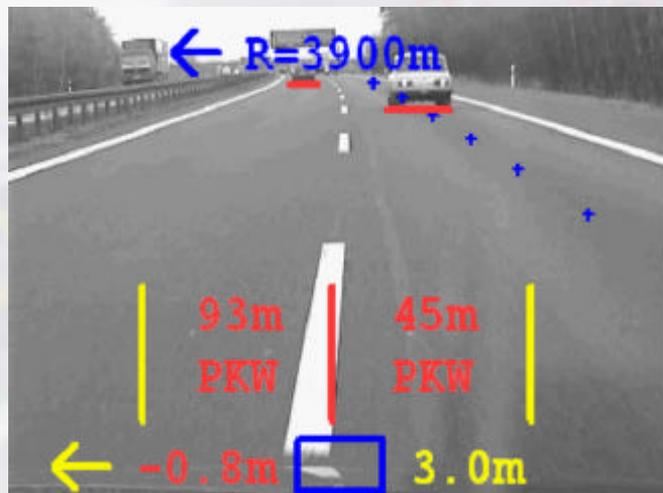


19

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



## Fahrspur- und Objektdetektion (monokular)



Video

20

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Verkehrszeichenerkennung (monokular)



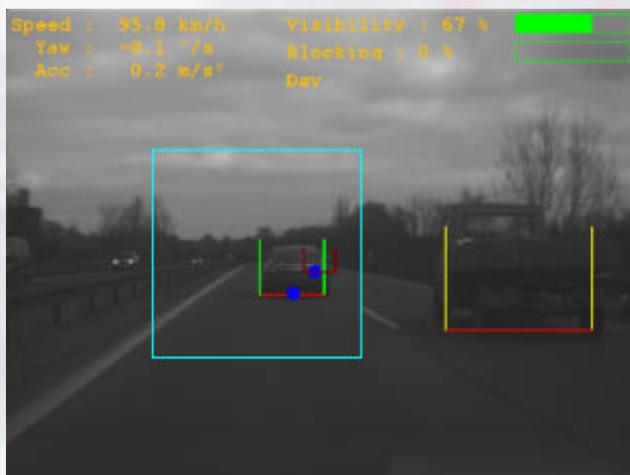
Video

21

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Verifikation und Verfolgung von Radarobjekten (monokular)



Video

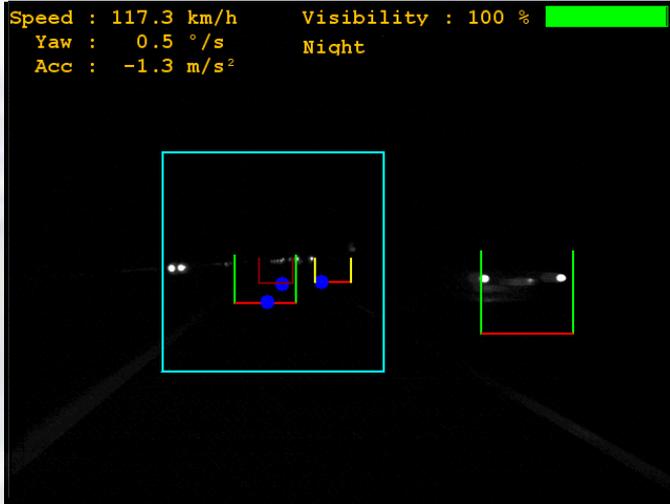
Sensor fusion camera/radar  
(blue: radar targets, red: fusion)

22

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Verifikation und Verfolgung von Radarobjekten (monokular)



Video

Sensor fusion camera/radar  
(blue: radar targets, red: fusion)



# Erfassung von einscherenden Objekten für die ACC-Verbesserung (monokular)



## Unterstützung von ACC-Stop & Go (Monokular)



Video

25

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



## Unterstützung von ACC-Stop & Go mit Stereokamera



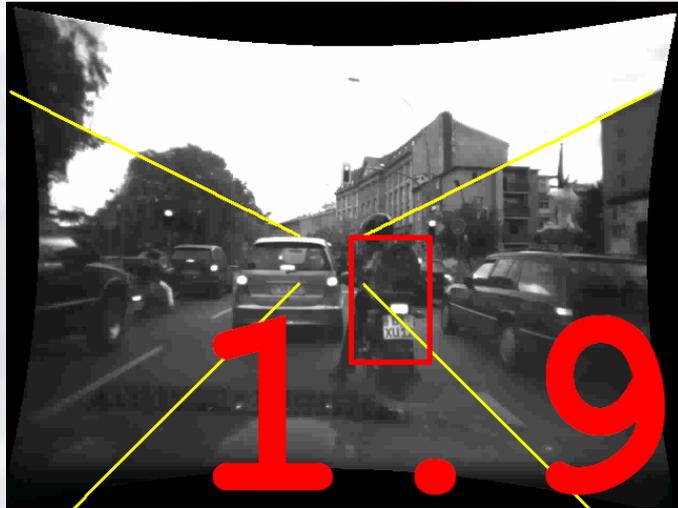
Video

26

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Objekterkennung und Abstandsmessung mit Stereokamera



Video

27

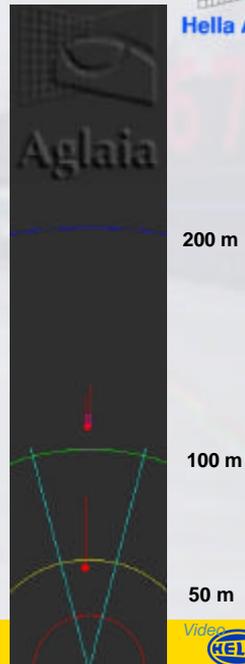
Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Objekterkennung und Abstandsmessung mit Stereokamera



Video

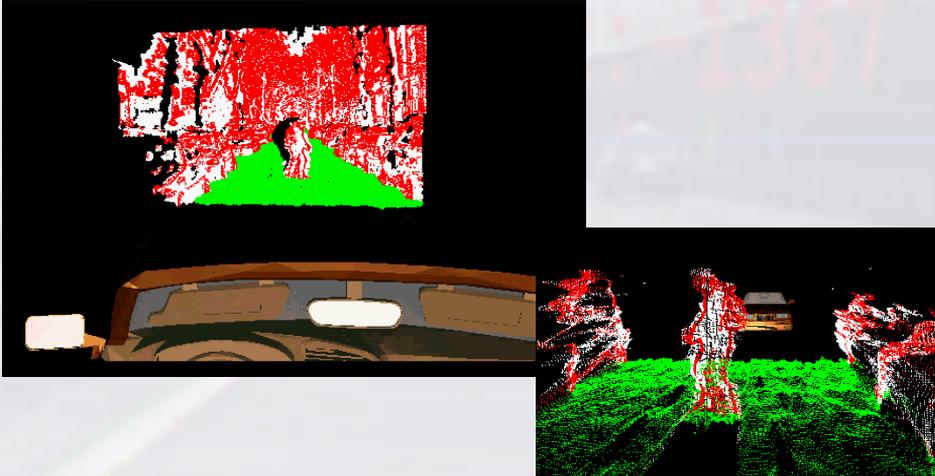


28

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Potential einer Stereokamera für die Erkennung von Fußgängern



- 3D-Darstellung der Abstandsinformationen aus einem Stereo-Bildpaar
- Sehr wichtig für aktiven Fußgängerschutz!

29

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Ausblick auf Anwendungen



30

Hella Aglaia Mobile Vision GmbH, 12.10.2006  
Confidential. The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.



# Anwendungen

