

# Fahrerassistenzsysteme

Priv.-Doz. Dr. Wilfried Enkelmann

Vorlesung (0432 L 760) im Wintersemester 2009/2010

Technische Universität Berlin  
Fakultät IV – Elektrotechnik und Informatik

## Klausur

---

Name:

---

Studiengang:

---

Matrikelnummer:

---

Die Verwendung von Unterlagen und Kommunikationsmitteln ist nicht gestattet.  
Pro Aufgabe sind bis zu drei Punkte (in Halbschritten) zu erzielen.

Aufgabe	Punkte	Kommentar
1		Architekturkonzept für einen Autopiloten/Kopiloten
2		Situationsgraph
3		Modellierung des elementaren Fahrmanövers Abbiegen
4		Hindernisdetektion aus optischem Fluss
5		Annäherung an ein Stoppschild
6		Assistenzfunktion beim Spurwechsel
7		Unterschied Distronic zu Stop & Go
8		Systembeschreibung autonomes Fahren
9		Situationsabhängige Generierung von Meldungen
10		Spurwechseltest
<b>Summe</b>		
<b>Note</b>		

Note: <11:5.0|≥11:4.0|≥13:3.7|≥15:3.3|≥17:3.0|≥19:2.7|≥21:2.3|≥23:2.0|≥25:1.7|≥27:1.3|≥29:1.0

Frage 1:

Beschreiben Sie ein Architekturkonzept für einen Autopiloten/Kopiloten. Welche Systemkomponenten sind unterschiedlich?

Lösungseckpunkte:

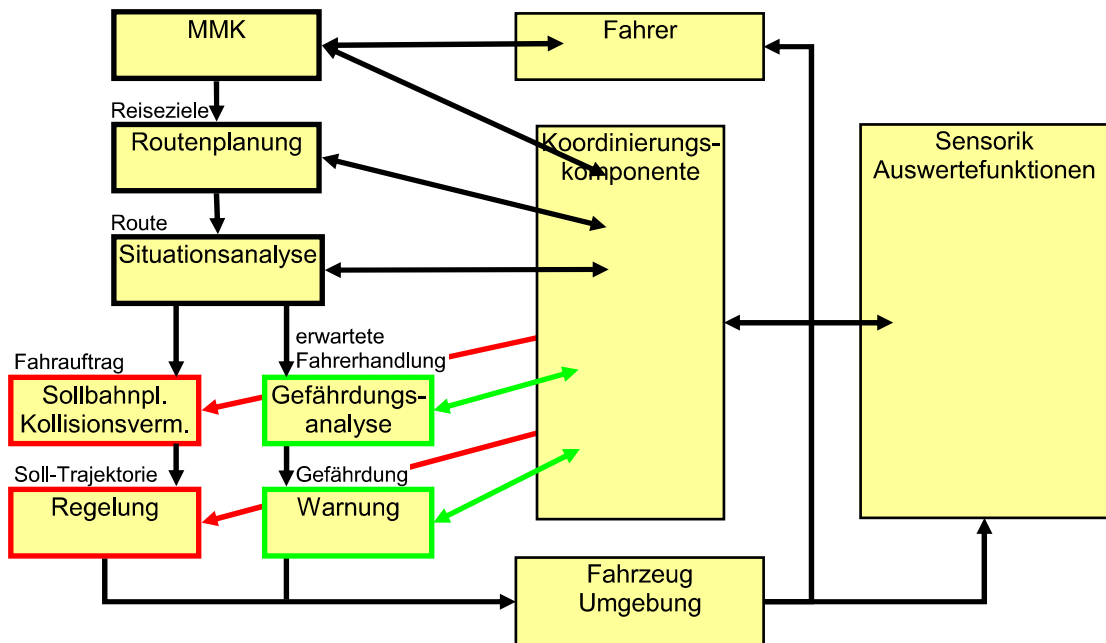
Systembeschreibung (2 Punkte)

- Dialogkomponente für Mensch-Maschine-Interaktion (MMK)
- Komponente zur Routenplanung und zur Situationsanalyse
- Funktionen, die Sensordaten auswerten, um Fahrmanöver automatisch durchzuführen oder zu überwachen
- Koordinierungskomponente

Unterschiede:

Beim Autopilot werden Komponenten zur Sollbahnplanung und Regelung benötigt. Beim Kopiloten Komponenten zur Ermittlung der erwarteten Fahrerhandlung und ggf. Ausgabe einer Warnung (1 Punkt)

### Architekturkonzept eines **Autopiloten** / **Kopiloten**



Frage 2:

Beschreiben Sie die Struktur eines Situationsgraphen. Was modellieren Situationsgraphen und wie erfolgt die Anbindung an Sensordaten?

Lösungseckpunkte:

Ein Situationsgraph

- modelliert eine Abfolge von Situationen repräsentiert durch Situationsknoten, die mit Prädiktionskanten verbunden sind.
- besteht aus Situationsknoten mit Zustandsschema und Handlungsschema
- Auswertung primitiver Typen und Relationen zwischen den in der jeweiligen Situation relevanten Objekten.

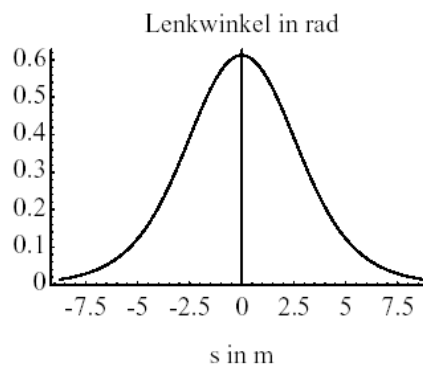
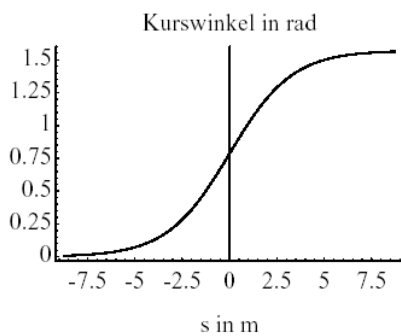
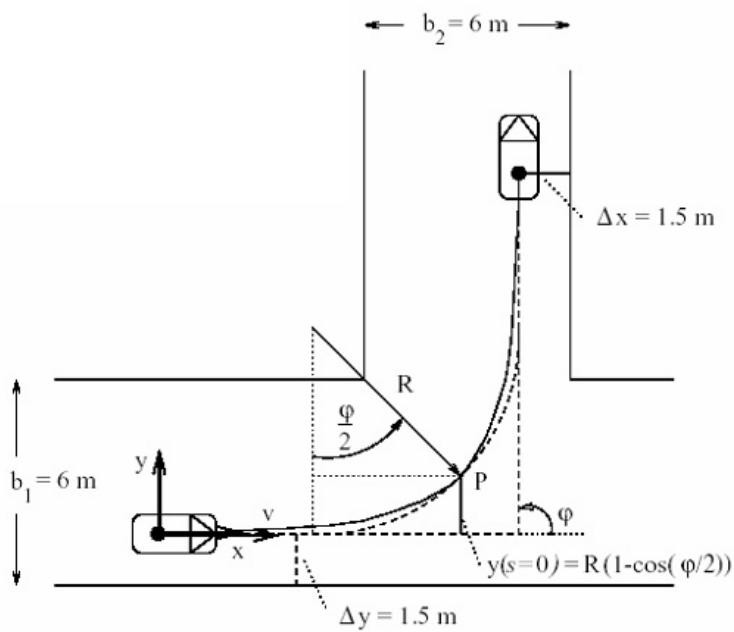
(je 1 Punkt)

Frage 3:

Beschreiben Sie den Ablauf des elementaren Fahrmanövers Abbiegen nach links für eine T-Kreuzung. Welche weiteren Parameter werden zur Beschreibung benötigt? Skizzieren Sie den qualitativen Verlauf von resultierendem Kurswinkel und Lenkwinkel während des Manövers.

Lösungseckpunkte:

- Parameter: Die beiden Straßenbreiten  $b_1$  und  $b_2$  sowie die senkrechten Abstände  $\Delta x$  und  $\Delta y$  des Fahrzeugreferenzpunkts vom jeweils rechten Straßenrand zu Beginn und am Ende des Abbiegemanövers



(je 1 Punkt)

#### Frage 4:

Beschreiben Sie das Detektionsprinzip zur Hindernisdetektion aus monokularen Bildfolgen, welches optische Flussvektoren auswertet. Welche Annahmen liegen dem Verfahren zugrunde?

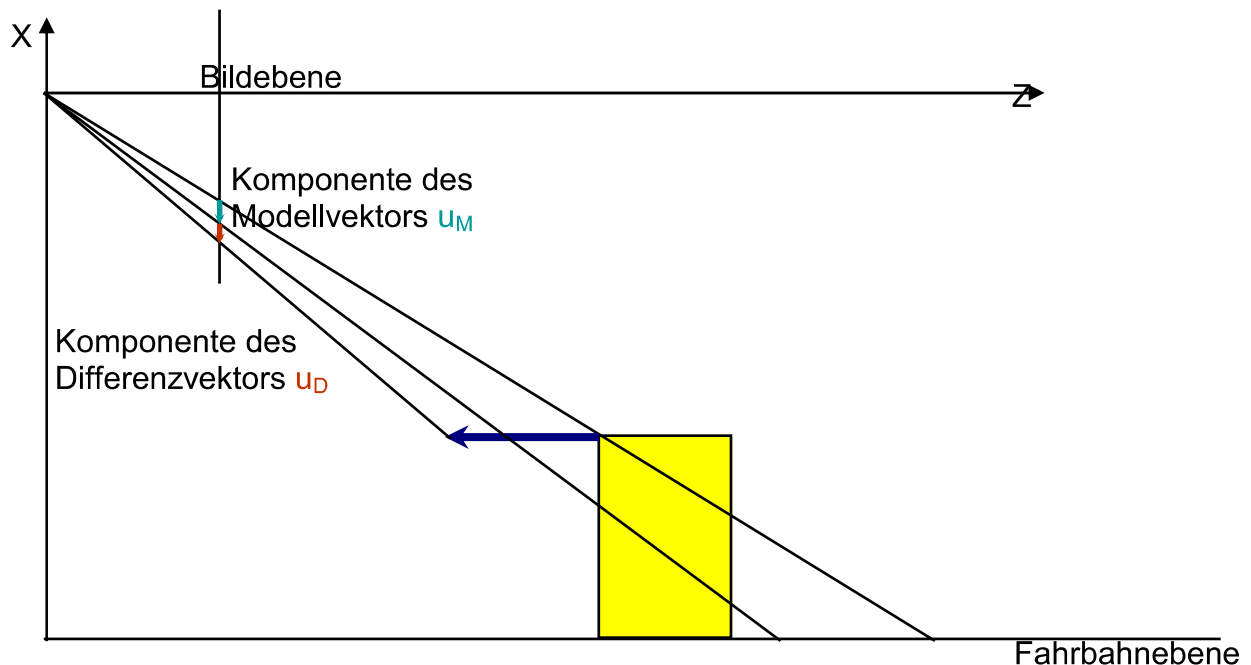
Lösungseckpunkte:

Detektionsprinzip (2 Punkte)

- Berechne optische Flussvektoren für einen Zeitpunkt  $t$
- Berechne aus der Eigenbewegung des kameratragenden Fahrzeugs den zugehörigen Modellvektor. Der Modellvektor entspricht der Verschiebung, wenn kein Hindernis vorhanden ist.
- Berechne den Differenzvektor zwischen berechnetem optischen Flussvektor und Modellvektor.
- Ist der berechnete optische Flussvektor signifikant größer als der Modellvektor, dann liegt ein Abbild eines Hindernisses vor.

Annahmen (1 Punkt)

- Die Berechnung der Modellvektoren erfolgt unter der Annahme, dass die abgebildeten Szenenpunkte in einer Ebene liegen.
- Die Bewegung des kameratragenden Fahrzeugs ist bekannt, die Kameraanordnung ist kalibriert.



## Frage 5

Welche Informationen sind für eine Assistenzfunktion erforderlich, die den Fahrer bei zu schneller Annäherung an eine Kreuzung warnt, an der er anhalten soll (Kreuzung mit Stoppschild)?

Lösungseckpunkte:

Umgebung: aktuelle Entfernung zur Kreuzung (0,5 Punkte)

Fahrzeug: aktuelle Geschwindigkeit und Bremsverzögerung (1 Punkt)

Fahrer: Normale und maximale Bremsverzögerung, Reaktionszeit. (1,5 Punkte)

Frage 6:

Welche Informationen sind für eine Assistenzfunktion erforderlich, die den Fahrer beim Spurwechsel (nach links) auf Autobahnen bei drohender Kollisionsgefahr warnt? Wozu werden die Informationen benötigt?

Lösungseckpunkte zu Frage 3:

Fahrer:

- Fahrerabsicht, Situationsabhängige Warnung des Fahrers

Fahrzeug:

- Befahrene Fahrspur, beeinflusst das Handlungsrepertoire und die Situationsvielfalt.

Umgebung:

- Detektion anderer Verkehrsteilnehmer in der Manöverzone, Überprüfung, ob Kollisionsgefahr besteht

(je 1 Punkt)

Frage 7:

Vergleichen Sie einen Abstandsregeltempomaten (Distronic) mit einem Stop & Go Assistenten (Distronic plus). Worin bestehen die Gemeinsamkeiten? Wie unterscheiden sie sich?

Lösungseckpunkte:

Gemeinsamkeiten (1 Punkt)

- Abstandsregelung hält sicheren Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug
- Detektion und Objektauswahl
- Kursprädiktion, Kurvensensorik
- Überprüfung der Funktionsgrenzen

Unterschiede (1 Punkt)

Folgefahrt bei niedrigen Geschwindigkeiten (auf Autobahnen) erfordert

- eine Sensorik, die eine vollständige Abdeckung der Fahrzeugfront von 1 m an über die gesamt Fahrzeugbreite hinweg gewährleistet, damit auch knappe Einschervorgänge erkannt werden,
- ein zusätzliches Sensorsystem für diesen Nahbereich,

Stop & Go Funktion (1 Punkt)

- Bremsen in den Stand
- Anfahren zumindest nach längeren Haltephasen nur mit Fahrerbetätigung.



Frage 8:

Beschreiben Sie drei Komponenten des Systems zum autonomen Fahren zur Erprobung von Serienfahrzeugen und ihre jeweiligen Aufgaben.

Lösungseckpunkte:

- Sensorik, Rundumüberwachung des Fahrzeugs
- Fahrzeugführung: Selbstständiges Abfahren eines vorgegebenen Kurses, Reaktion auf Hindernisse
- Aktorik: Roboter bedient Lenkrad, Pedale und Schaltung
- Fahrzeugdiagnose: Überwachung des technischen Zustandes

(je 1 Punkt, maximal 3 Punkte)

### Frage 9:

Gegeben sei ein System, welches Meldungen über mögliche Gefahrenorte in einem mobilen ad hoc Netz verbreitet. Beschreiben Sie die Funktionsweise einer Assistenzfunktion, die aus den empfangenen Meldungen eine Warnung erzeugt. Welche Informationen über Fahrzeug und Umgebung werden für eine solche Assistenzfunktion benötigt?

Lösungseckpunkte:

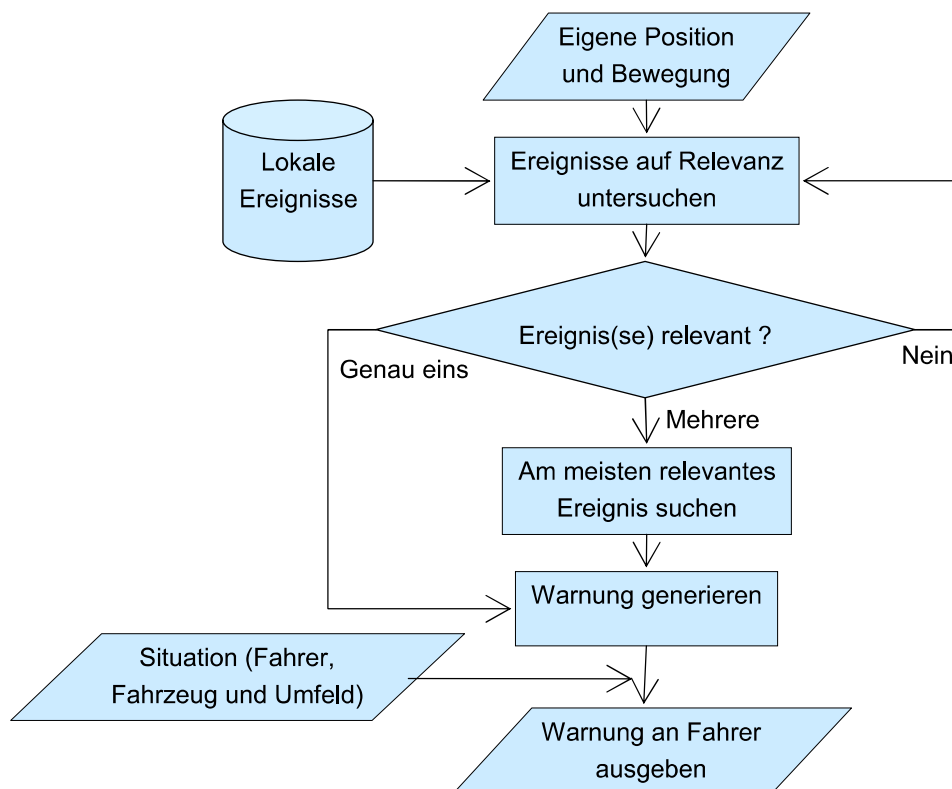
#### Funktionsweise

- Empfangene Meldungen über Ereignisse werden in lokaler Ereignisliste gespeichert.
- Die Elemente der lokalen Ereignisliste werden auf Relevanz überprüft, d.h. liegt der Ereignisort auf der eigenen Route, fahre ich darauf zu?
- Bestimme das am meisten relevante Ereignis, z.B. Ereignis mit der kürzesten Entfernung zur aktuellen Position
- Erzeuge eine situationsgerechten Warnung. Der Ort, an dem der Fahrer gewarnt wird, ergibt sich aus der für die Präsentationsart charakteristischen Bremsverzögerung und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit.

#### Informationen

- Fahrzeug: Aktuelle Geschwindigkeit, charakteristische Bremsverzögerung
- Umgebung: Aktuelle Entfernung zum Ort des am meisten relevanten Ereignisses

(je 0,5 Punkte)



Frage 10:

Zur Bewertung der Fahrerablenkung durch Fahrerassistenzsysteme wird z.B. der Spurwechselfest eingesetzt. Beschreiben Sie die Funktionsweise und wie verschiedene Aspekte der Fahrerleistung damit analysiert werden können.

Lösungseckpunkte:

Doppelaufgabensituation in einem Fahrsimulator, Fahren („Wechseln Sie die Spur zügig, wenn Sie das Schild erkannt haben“) und Bedienen des Assistenzsystems (0,5 Punkte)

Fahrspur wird aufgezeichnet und mit einem einfachen normativen Modell für einen Fahrspurwechsel verglichen. (0,5 Punkte)

Fläche zwischen aufgezeichneter Fahrspur und normativem Modell ist ein Maß für die Fahrqualität

Aspekte der Analyse:

- Wahrnehmung (Reagieren auf Schild = kleine Fläche, Schild verpasst = große Fläche)
- Reaktion (frühes Reagieren = kleine Fläche, spätes Reagieren = große Fläche)
- Manövrierverhalten (Gutes Manövrieren = kleine Fläche, schlechtes Manövrieren = große Fläche)
- Spurhaltung (Gute Spurhaltung = kleine Fläche, Schlechte Spurhaltung = große Fläche)

(je 0,5 Punkte)