

# Entscheidungsstrategien und Steuerungskonzepte eines Kollisionsvermeidungssystem

---

# Agenda

---

- Motivation
- Fahrerassistenzsysteme
- Systemstruktur eines Kollisionsvermeidungssystems
- Entscheidungsmodul des Systems
- Ausweichmodul des Systems
- Ausblick - Masterarbeit

# Motivation

---

## Schwerpunkt des Masterkurses:

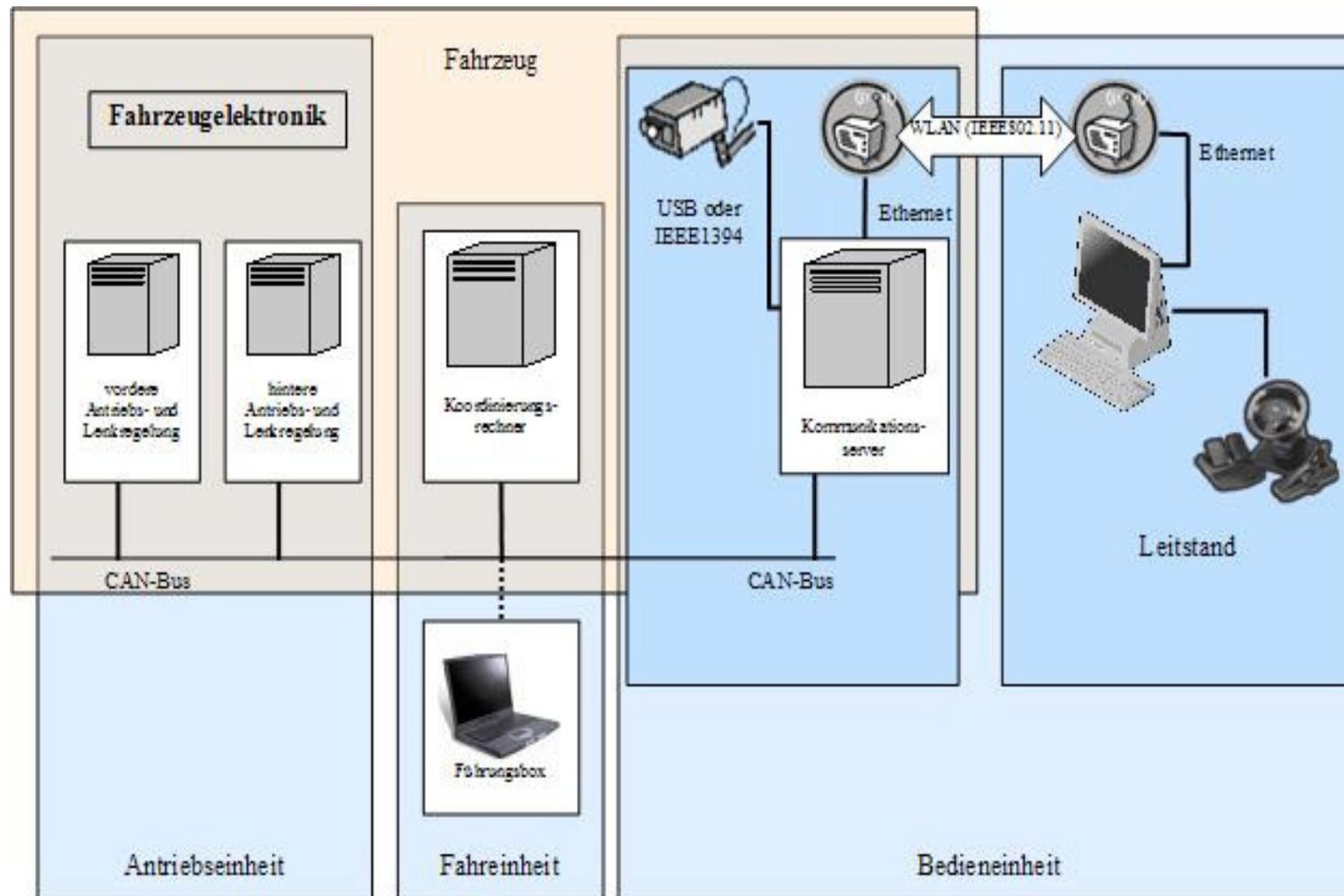
Entwurf und Analyse eines verteilten Systems in einem praxisrelevanten Umfeld.

## Definition Verteiltes System:

Ein Verteiltes System ist eine Menge voneinander unabhängiger Computer, die dem Benutzer wie ein einzelnes kohärentes System erscheinen.

[Andrew .S Tanenbaum]

# Systemarchitektur FAUST



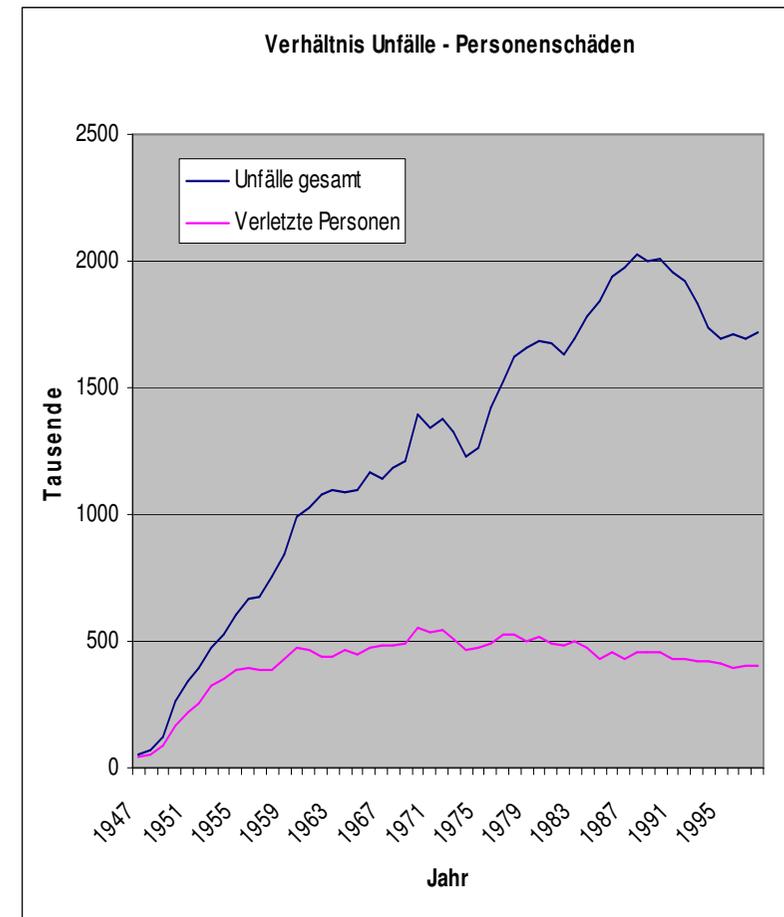
# Motivation

---

- Ziel des Projektes:
  - Fahrzeug soll vom Leitstand aus gesteuert werden
- Nächster Schritt:
  - Kollisionsvermeidungssystem für dieses Fahrzeug

# Unfallstatistik

- Verkehrsaufkommen steigt ständig
- Unfälle seit den 90er Jahren zurückgegangen
- Anzahl verletzter Personen über Jahre fast gleich geblieben
- In 99% sind Fahrerfehler Ursache



# Fahrerassistenzsysteme

---

- Informierende Systeme
- Fahrdynamik – Regelsysteme
- Komfortsysteme
- Forschungsaktivitäten

# Informierende Systeme

---

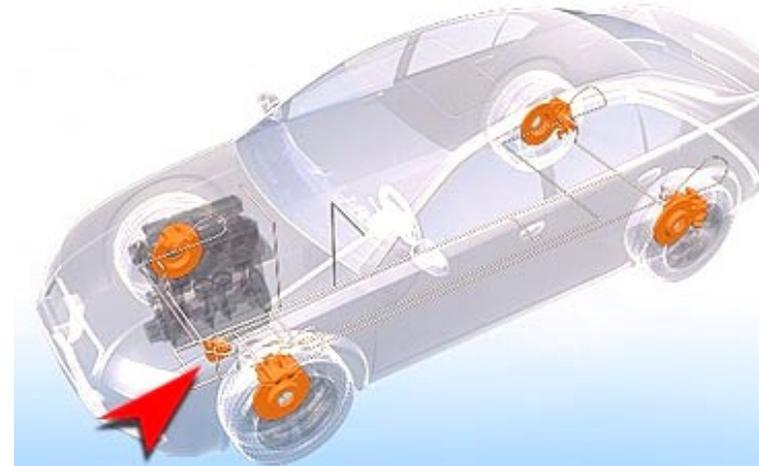
- GPS - Navigationssysteme
- Toter Winkel Assistent
- Night-Vision



# Fahrdynamik – Regelsysteme

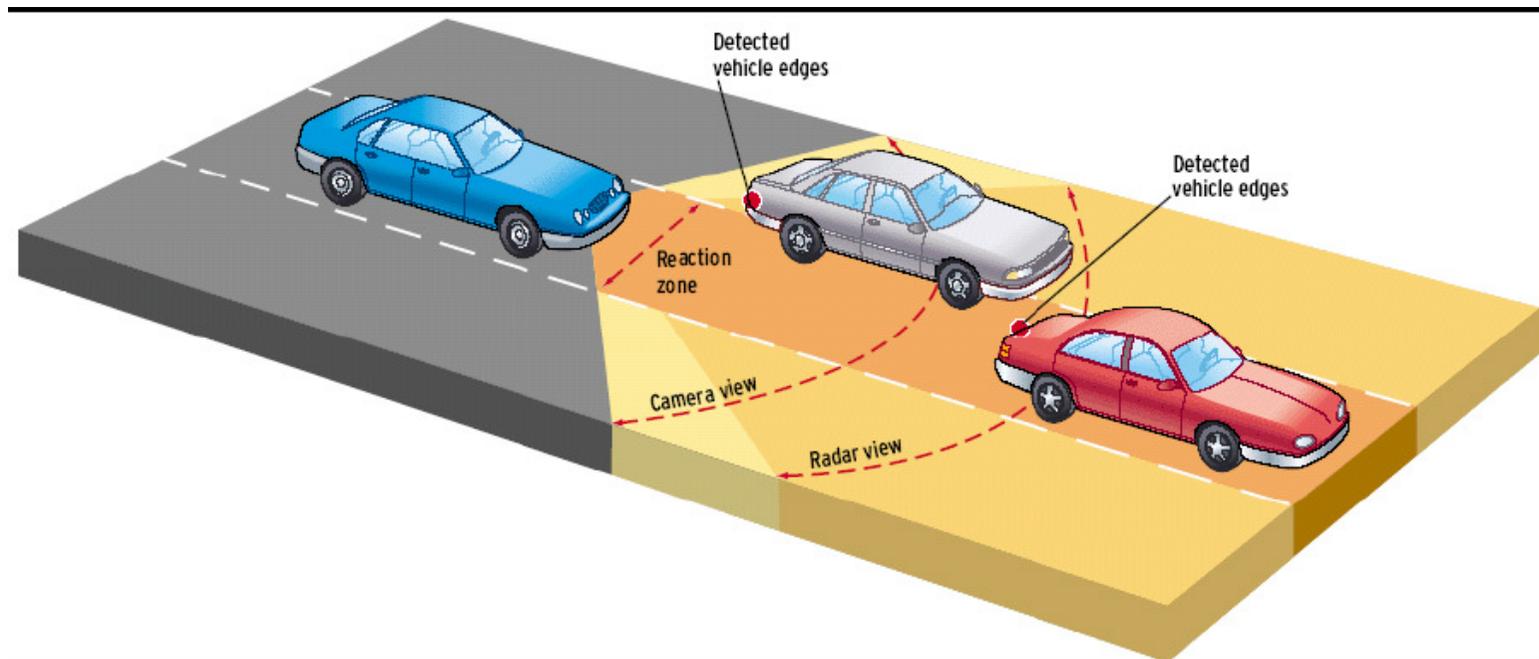
---

- Antiblockiersystem  
(ABS)
- Antriebsschlupf-  
regelung (ASR)
- Elektronisches  
Stabilitäts- Programm (ESP)



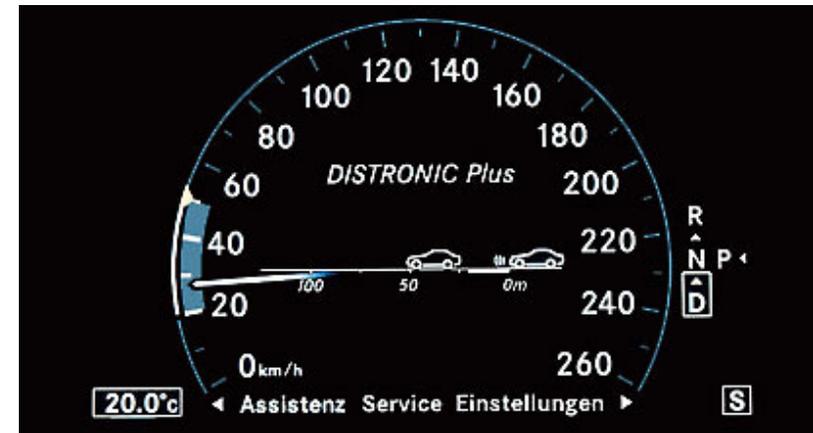
# Komfortsysteme

## □ Kollisionsvermeidung durch Längsführung



# Komfortsysteme

- Bremsassistent PLUS (BAS PLUS)
- Adaptive Cruise Control (ACC)
- DISTRONIC PLUS



# Forschungsaktivitäten

---

- Kollisionsvermeidung durch Querführung
  - mit mechanischer Lenkung nur mit Lenkroboter möglich
  - elektrische Lenkung Voraussetzung
  - bisher nur in PKW Prototypen
- Autonomes Fahren

# DARPA

---

- „DARPA Grand Challenge“
  - 208km autonom durch die Wüste
  - 5 von 23 erreichten Ziel
  - Gewinner VW Touareg „Stanley“ von der Stanford Universität

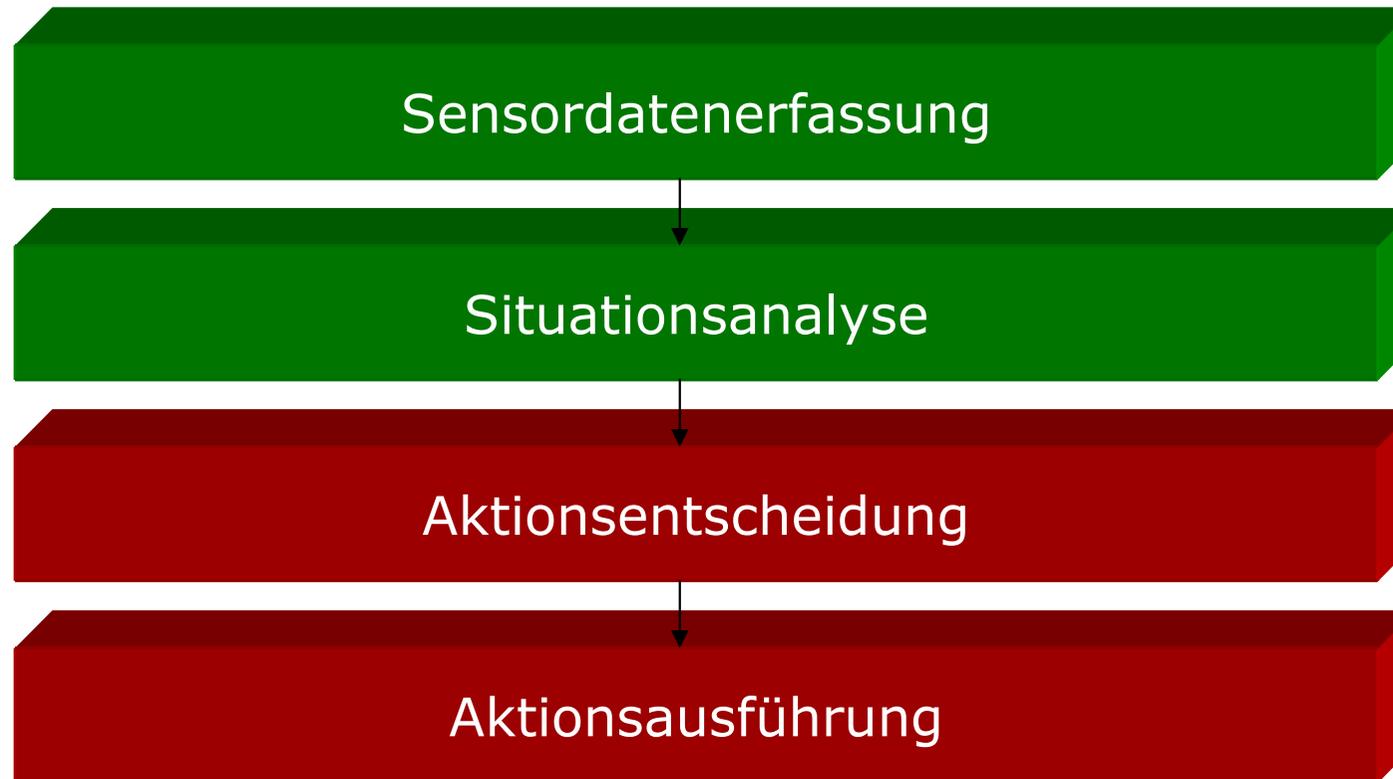
# VW Touareg „Stanley“

- 7 Pentium M (1.6 GHz) im Kofferraum verarbeiten Daten von
  - vier Laser-Detektoren
  - 1 Paar Stereo – Kameras
  - Radarsystem
  - GPS

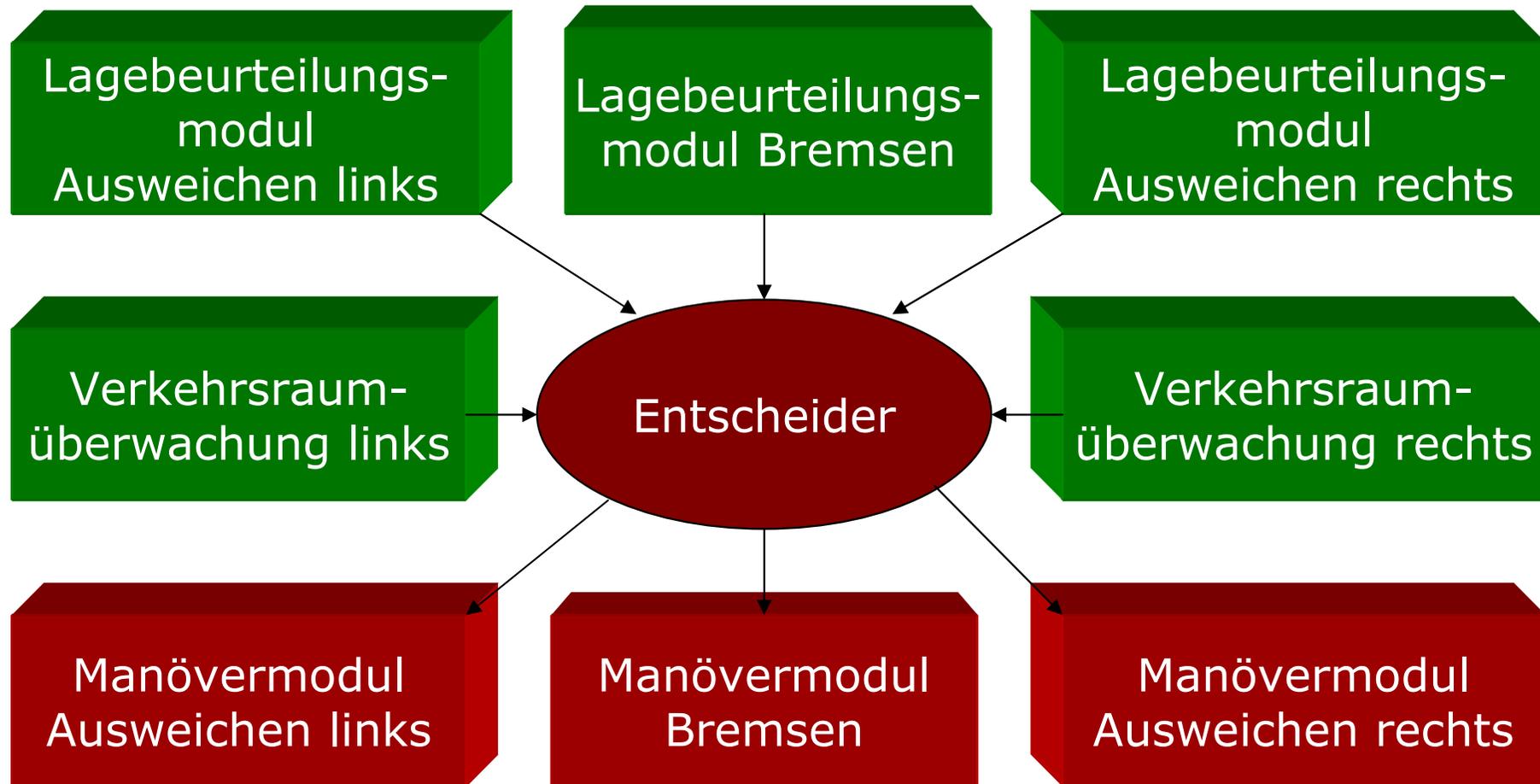


# FA-Systemstruktur

---



# Aktionsentscheidung



# Entscheider

---

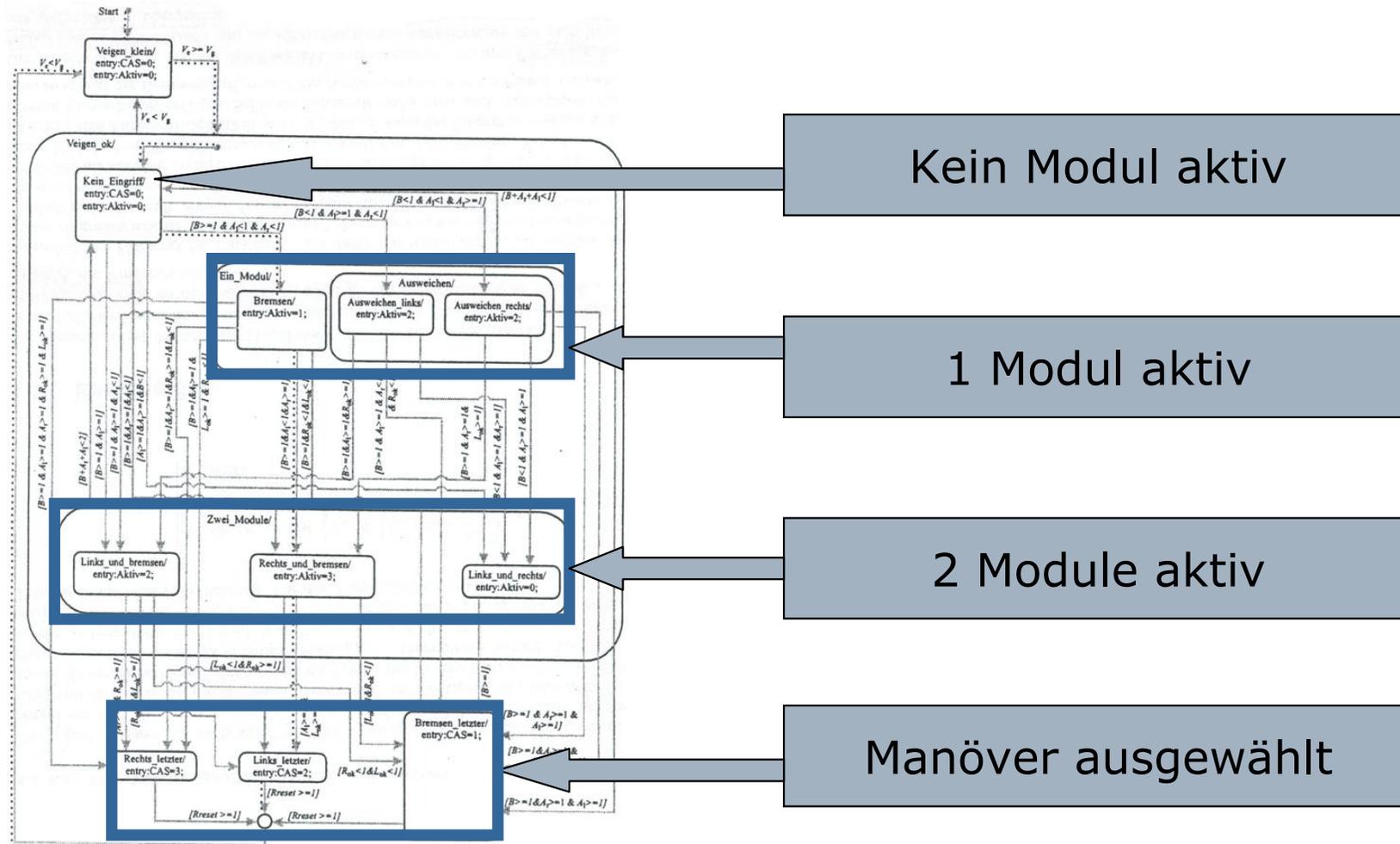
## Ziele

- Kollision vermeiden
- Fahrer nicht bevormunden

## Verhalten

- solange der Fahrer die Kollision selbständig vermeiden kann, erfolgt kein Eingriff
- erst das letztmögliche Manöver wird ausgeführt

# Entscheidungsautomat



# Ausweichszenario 1

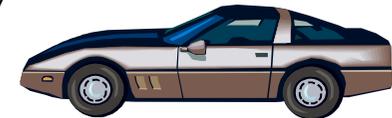
---



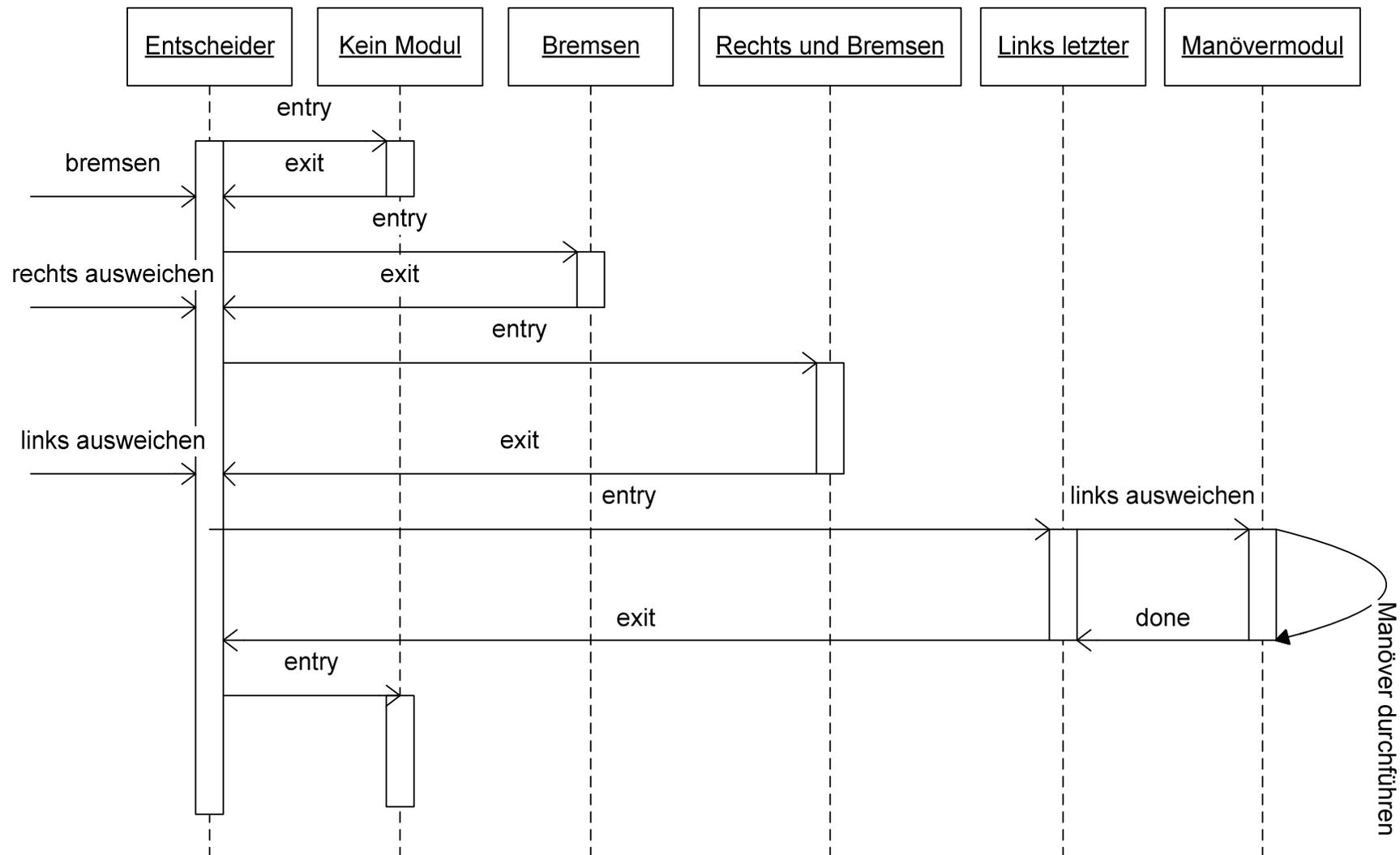
Links  
Ausweichen!

s  
nen!

msen!



# Ausweichszenario 1

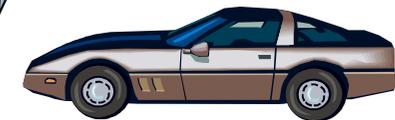


# Ausweichszenario 2



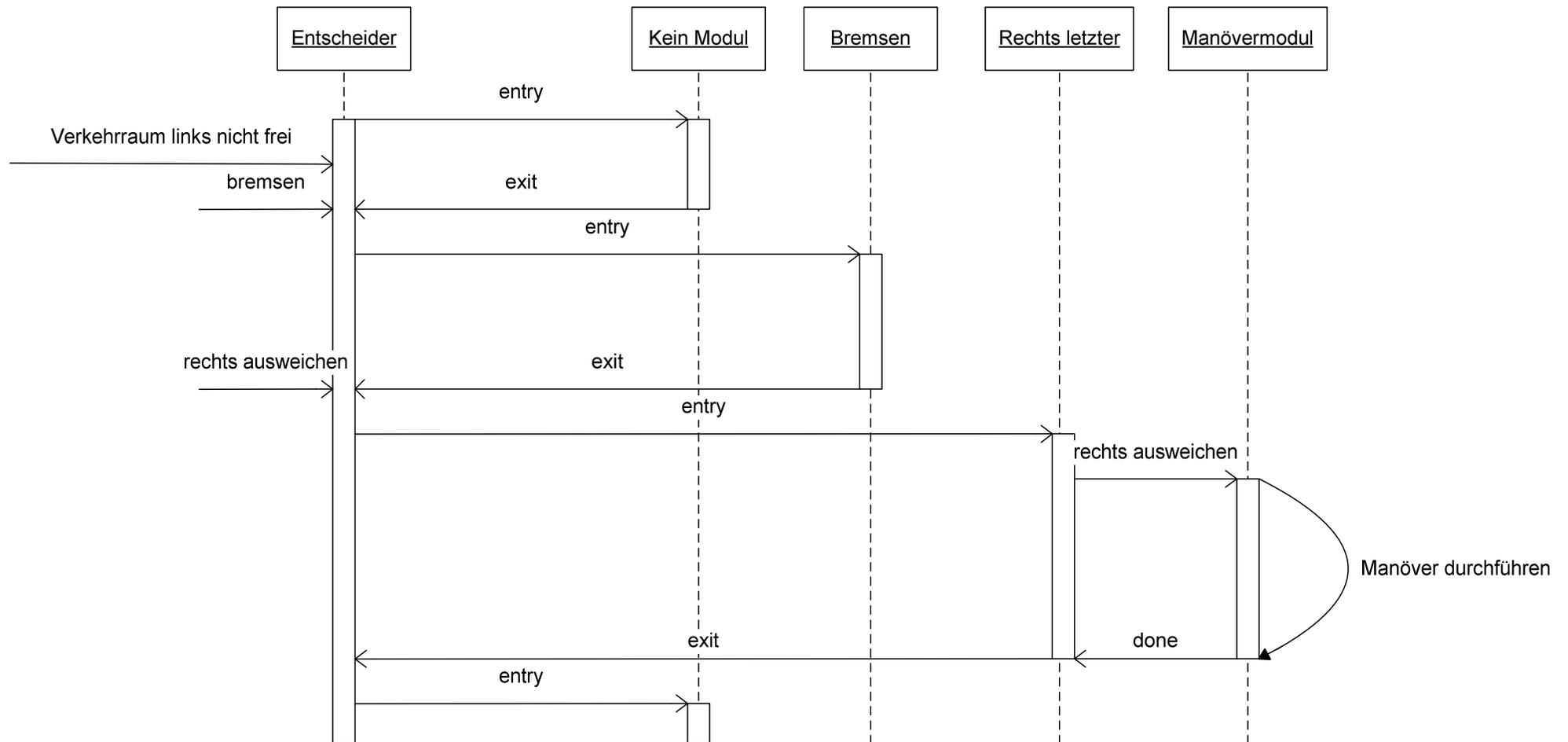
Rechts  
Ausweichen!

msen!



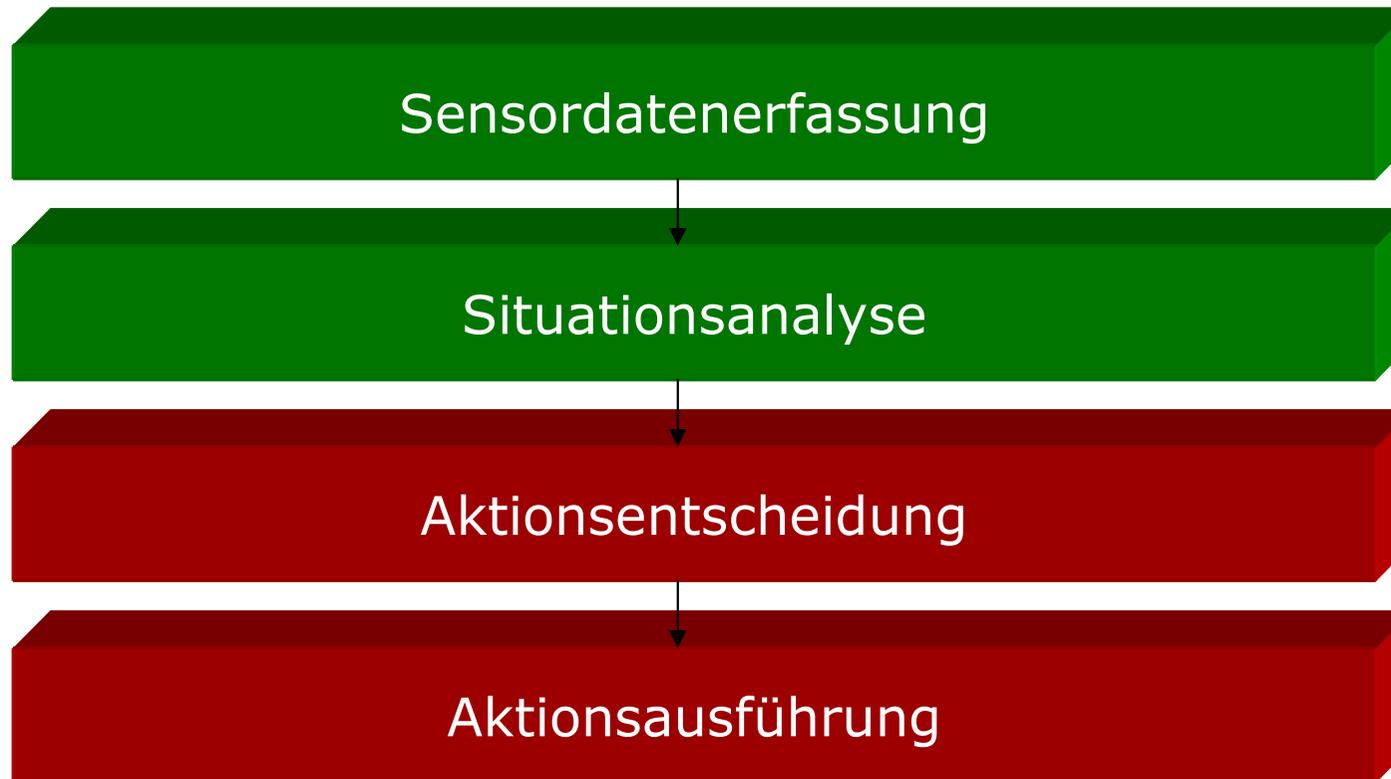
Verkehrraum  
Links NICHT frei!

# Ausweichszenario 2



# FA-Systemstruktur

---



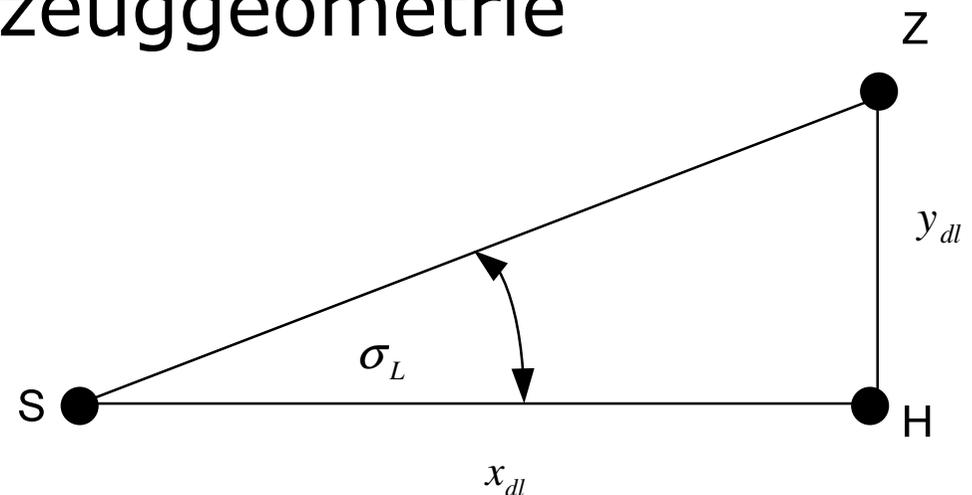
# „Virtuelle Deichsel“ - Ansatz

- Ansatz zur Berechnung des Soll-Lenkswinkels für ein Ausweichmanöver
- Auf Basis von Abstandsmessung zum Hindernis und Fahrzeuggeometrie

S - Startpunkt

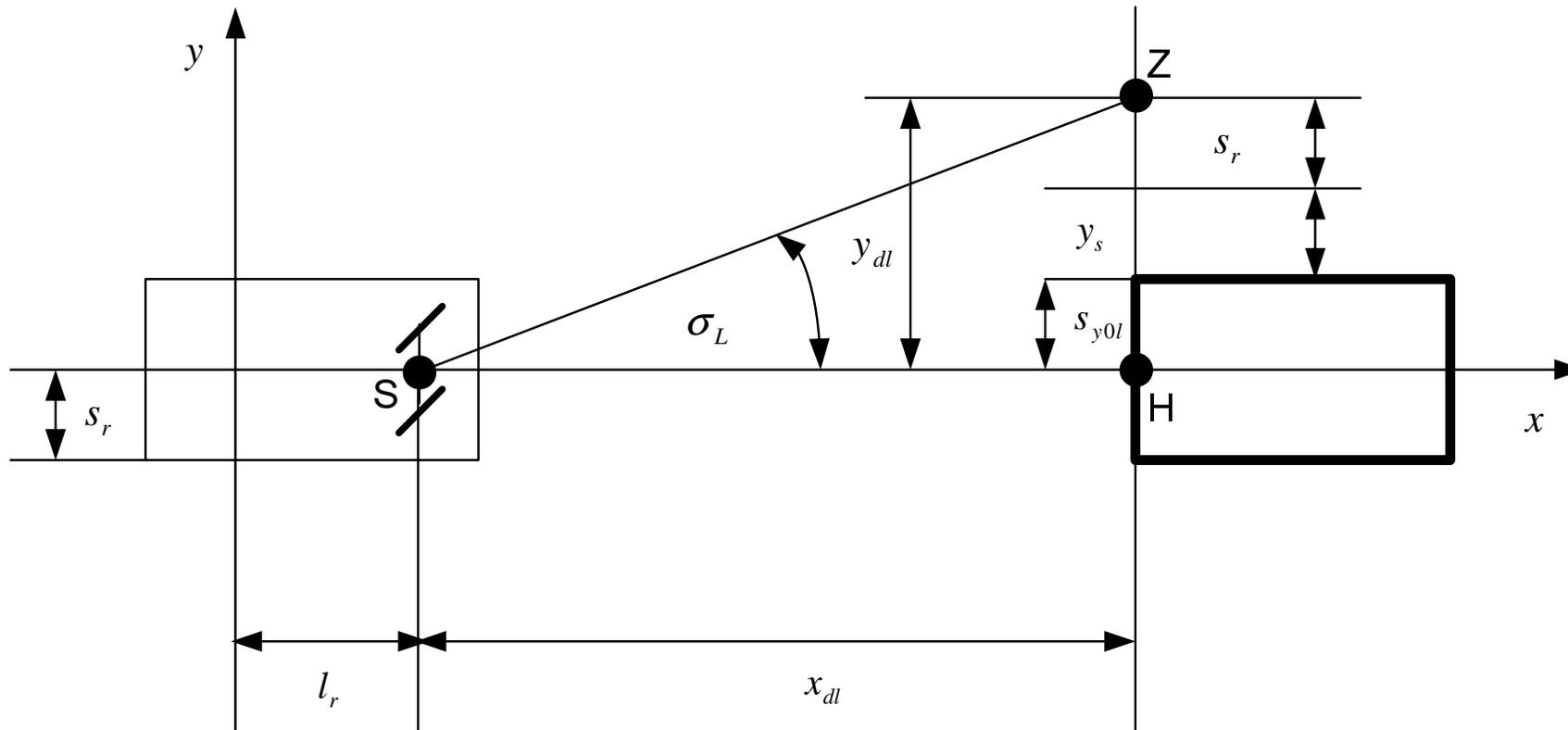
H - Hindernis

Z - Zielpunkt



$$\sigma_L = \arctan \left( \frac{y_{dl}}{x_{dl}} \right)$$

# Ausweichmodul



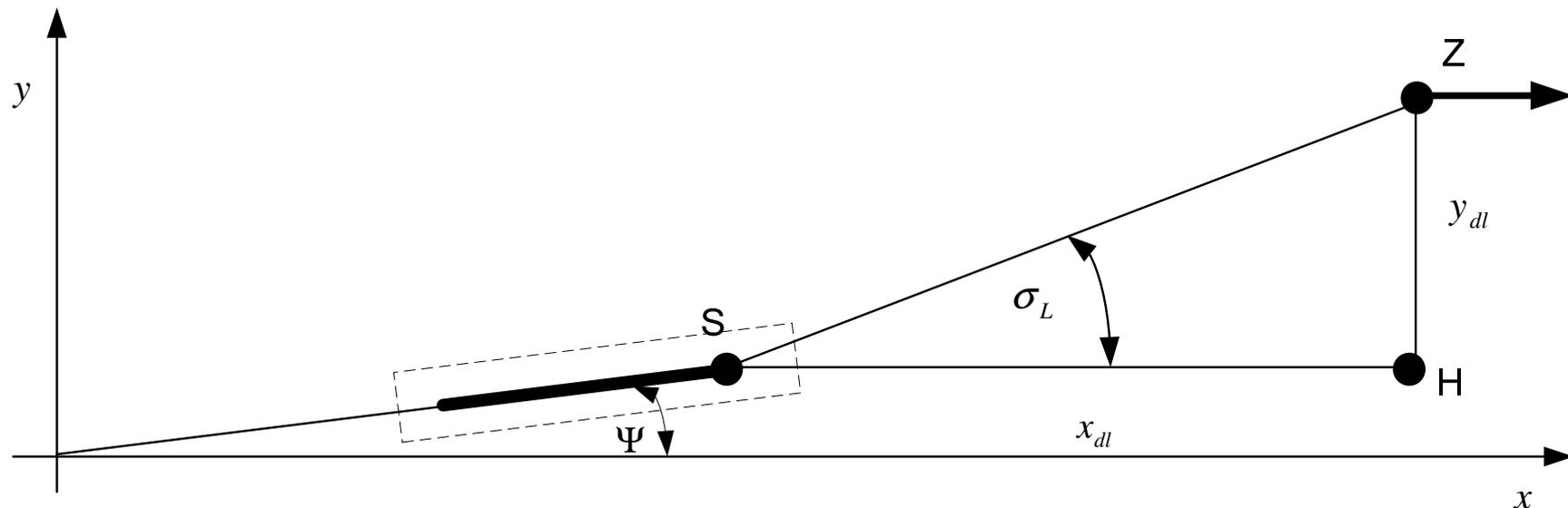
$$y_{dl} = s_{y0l} + y_s + s_r$$

# Ausweichmodul

$$x_{dl} = \begin{cases}
 \text{Hindernis vor der Fahrzeugvorderachse:} \\
 s_{x0l} - l_r & \text{für } (s_{x0l} > l_r) \quad \wedge \quad (s_{x0l} - l_r \geq t_d \bullet v_e) \\
 \text{Hindernis zwischen der Vor - und Hinterachse:} \\
 l_r & \text{für } (0 \leq s_{x0l} \leq l_r) \quad \wedge \quad (l_r \geq t_d \bullet v_e) \\
 \text{Hindernis hinter der Fahrzeughinterachse:} \\
 |s_{x0l}| + l_r & \text{für } (s_{x0l} < 0) \quad \wedge \quad (|s_{x0l}| + l_r \geq t_d \bullet v_e) \\
 \text{Wenn Radstand kleiner als:} \\
 t_d \bullet v_e & \text{sonst}
 \end{cases}$$

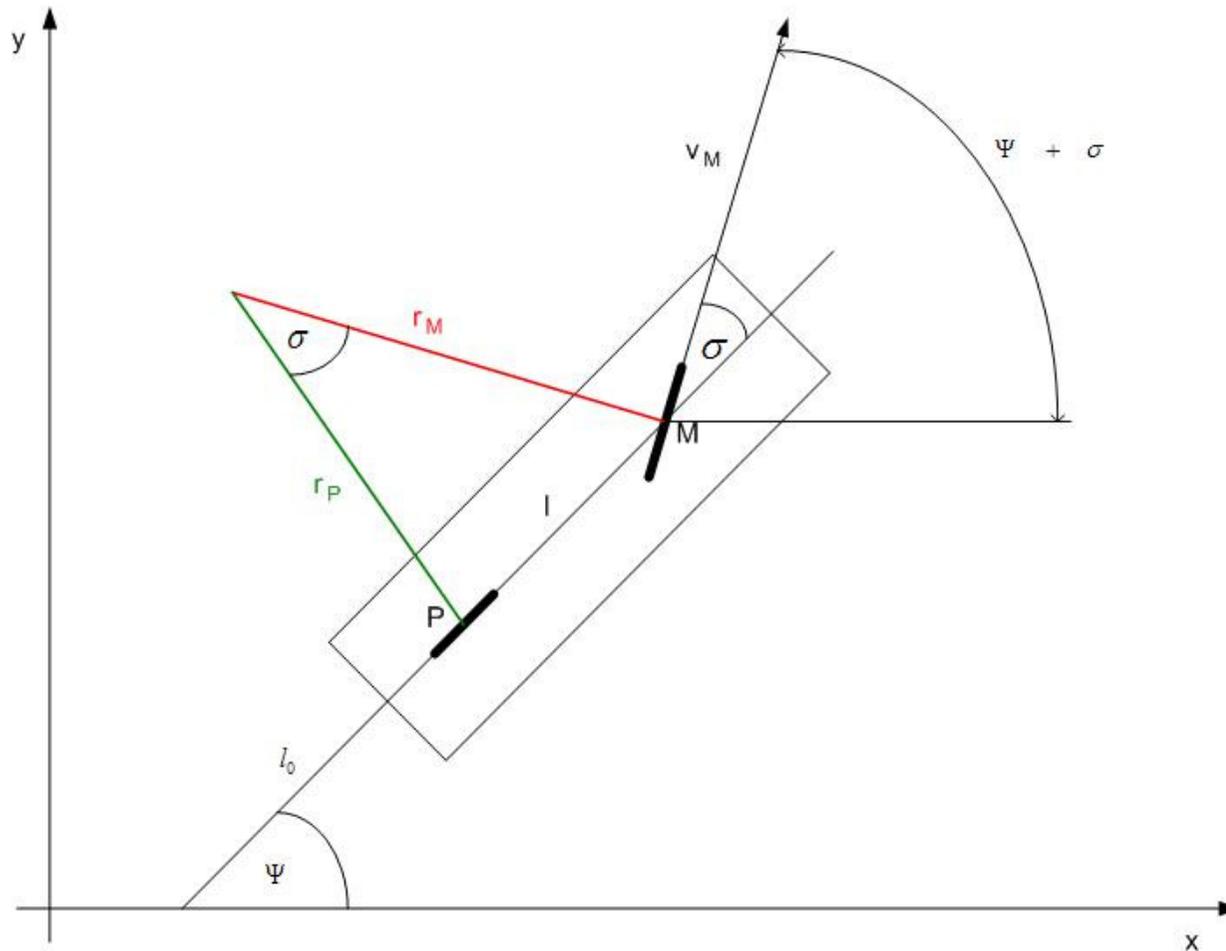
# Ausweichmodul

Der Berechnung des einzustellenden Lenkwinkels  $\Phi$  liegt die Orientierung der Fahrzeuglängsachse zur Zugrichtung der Deichsel zu Grunde.



$$\Phi = \sigma_L - \Psi$$

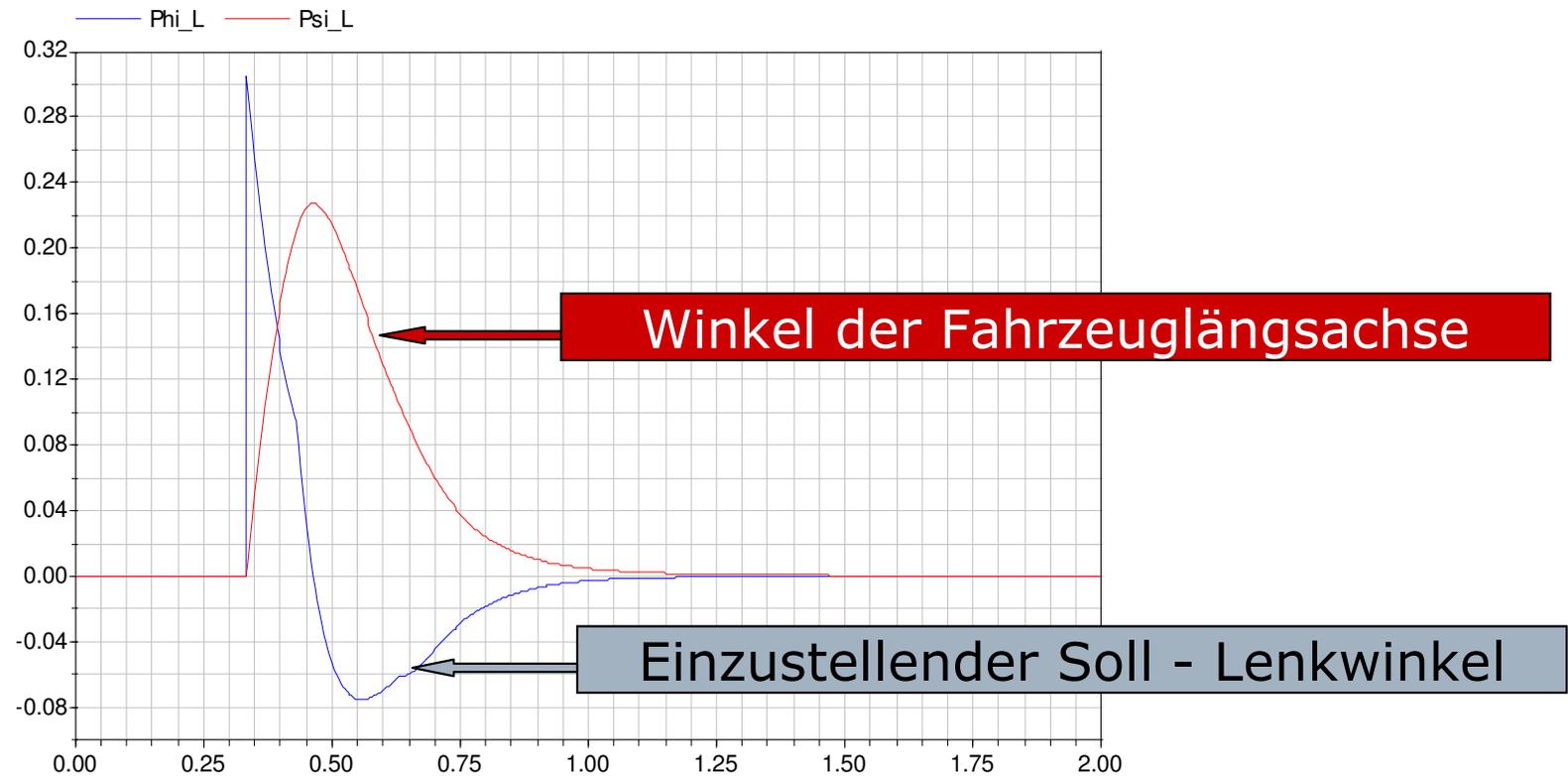
# Kinematisches Fahrzeugmodell



$$\overline{X}_P = \int v_P(t) \cdot \cos(\sigma) \cdot \cos(\Psi) d(t)$$

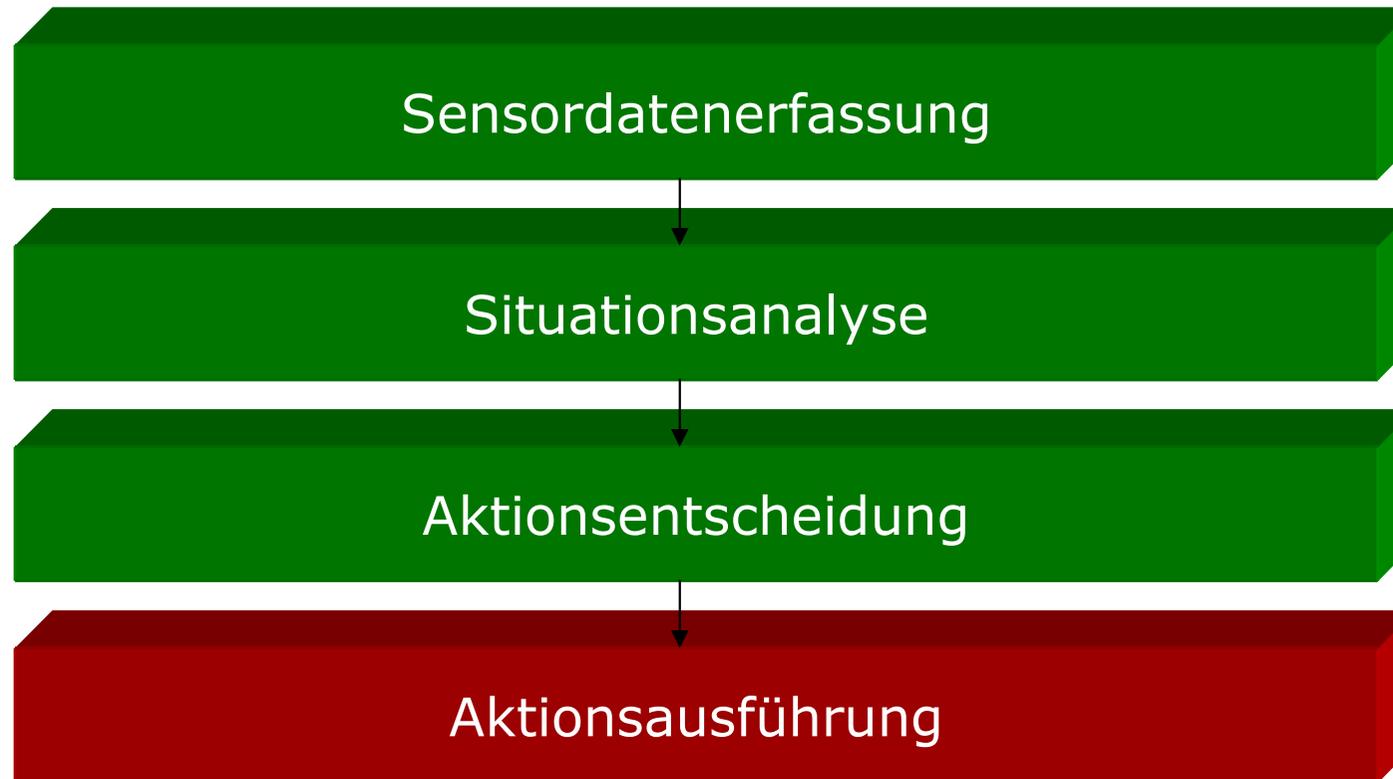
$$\overline{Y}_P = \int v_P(t) \cdot \cos(\sigma) \cdot \sin(\Psi) d(t)$$

# Ausweichsimulation



# FA-Systemstruktur

---



# Ausblick – Masterarbeit

---

- Recherche zu ausgewählten Beiträgen der „Darpa Grand Challenge“ Teams.
  - Entscheidungsstrategien
  - Optimierungsalgorithmen
  - Steuerungskonzepte
- Umsetzung eines Kollisionsvermeidungssystems auf „FAUST“
  - Schwerpunkt Aktionsentscheidung- und ausführung
- evtl. Umsetzung auf anderer Hardwareplattform
  - Einsatz von „System on Chip“ für Messwertverarbeitung

# Literatur

---

- Raymond Freymann: Möglichkeiten und Grenzen von Fahrerassistenz- und Aktiven Sicherheitssystemen. BMW Group Forschung und Technik, März 2004
- Statistisches Bundesamt :Verkehrsunfälle - Fachserie 8 Reihe 7. 2004
- Intelligenter Verkehr und nutzgerichtete Technik - <http://www.invent-online.de/>
- Ulrich S. Lages: Untersuchungen zur aktiven Unfallvermeidung von Kraftfahrzeugen. Dissertation, Universität der Bundeswehr Hamburg, 2000
- Christian Ameling: Steigerung der aktiven Sicherheit von Kraftfahrzeugen durch ein Kollisionsvermeidungssystem. Dissertation, Universität der Bundeswehr Hamburg, 2002
- Frank Mildner: Untersuchungen zur Erkennung und Vermeidung von Unfällen für Kraftfahrzeuge. Dissertation, Universität der Bundeswehr Hamburg, 2004

# Literatur

---

- [http://www.bosch.de/start/content/language1/html/734\\_2880.htm](http://www.bosch.de/start/content/language1/html/734_2880.htm) , Nov 2005
- 21. Internationale VDI/VW – Gemeinschaftstagung: Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme,
- Bosch, Kraftfahrzeugtechnik: Konventionelle und elektrische Bremssysteme. Gelbe Reihe, Ausgabe 2002, ISBN-3-7782-2023-3
- Andrew S. Tanenbaum, Marten van Steen: Verteile Systeme Grundlagen und Paradigmen. Pearson Studium, 2003, ISBN 3-8273-7057-4
- <http://www.spiegel.de/auto/werkstatt/0,1518,370032,00.html> , Nov 2005
- <http://www.darpa.mil/grandchallenge/> , Nov 2005

# Vielen Dank!

---