



ulm university

universität
uulm

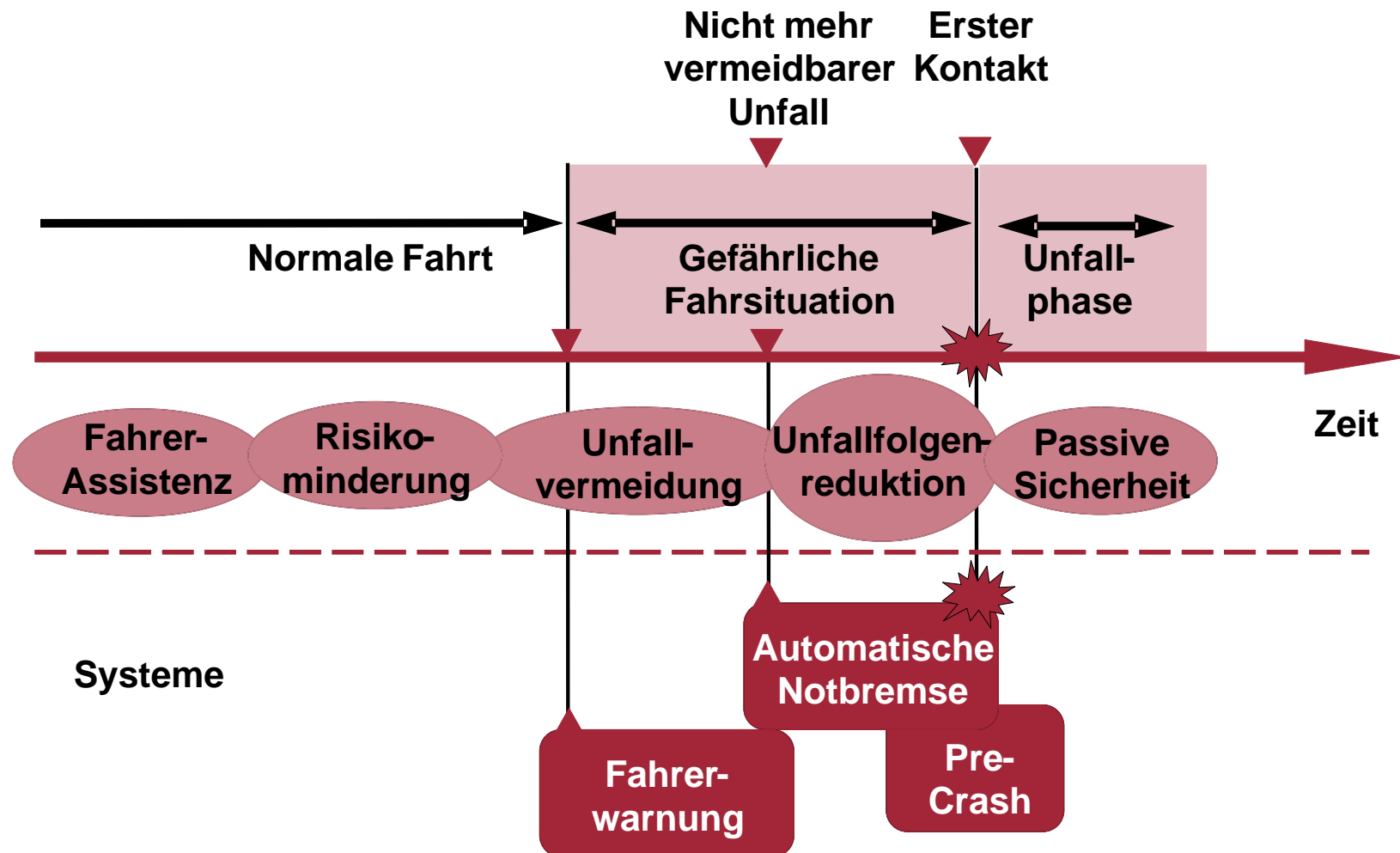


Umweltwahrnehmung von Fahrzeugen

Trends und Herausforderungen in der Forschung

Klaus Dietmayer, Universität Ulm

Phasen eines Unfalls.....



Sensoren zur Fahrzeugumfelderfassung



Laserscanner

- Entfernungsmessung (Profil)
- Großer Erfassungsbereich (150° ,
- Winkelauflösung ($0,25^\circ$)
- Messfrequenz 20 Hz
- Reichweite bis ca. 200 m



Videokamera

- Textur der Umgebung
- Erfassungsbereich ca. 30°
- Winkelauflösung typ. $0,05^\circ$
- Messfrequenz typ. 25 Hz



Lidar

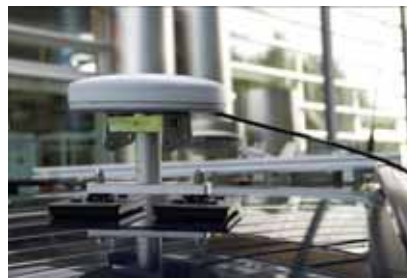
- Entfernungsmessung (Punkt)
- Erfassungsbereich 16°
- Winkelauflösung 1°
- Reichweite bis ca. 150 m

Radar

- Entfernungs- /
Geschwindigkeitsmessung
- Reichweite bis ca. 150 m



Weitere Systeme zur Fahrzeugumfelderfassung



Infrarotkamera

- Erfassung künstlich erzeugter IR-Strahlung (Nachtsicht)
- Daimler Nachtsichtsystem



RTK-GPS / DGPS

Absolute Positionierung
mittels Satellitennavigation
Genauigkeit bis 5 cm möglich



Kommunikation

- Fahrzeug-Fahrzeug
- Fahrzeug-Infrastruktur



Digitale Karte

- Genaue Positionierung im Verkehrskontext
- Datenbasis für Situationsanalyse



Beispiel-Sensorfusionssetup für Advanced ACC

ACC Multibeam-Lidar

- Reichweite: 150 m
- 16° Öffnungswinkel
- 16 Messkanäle

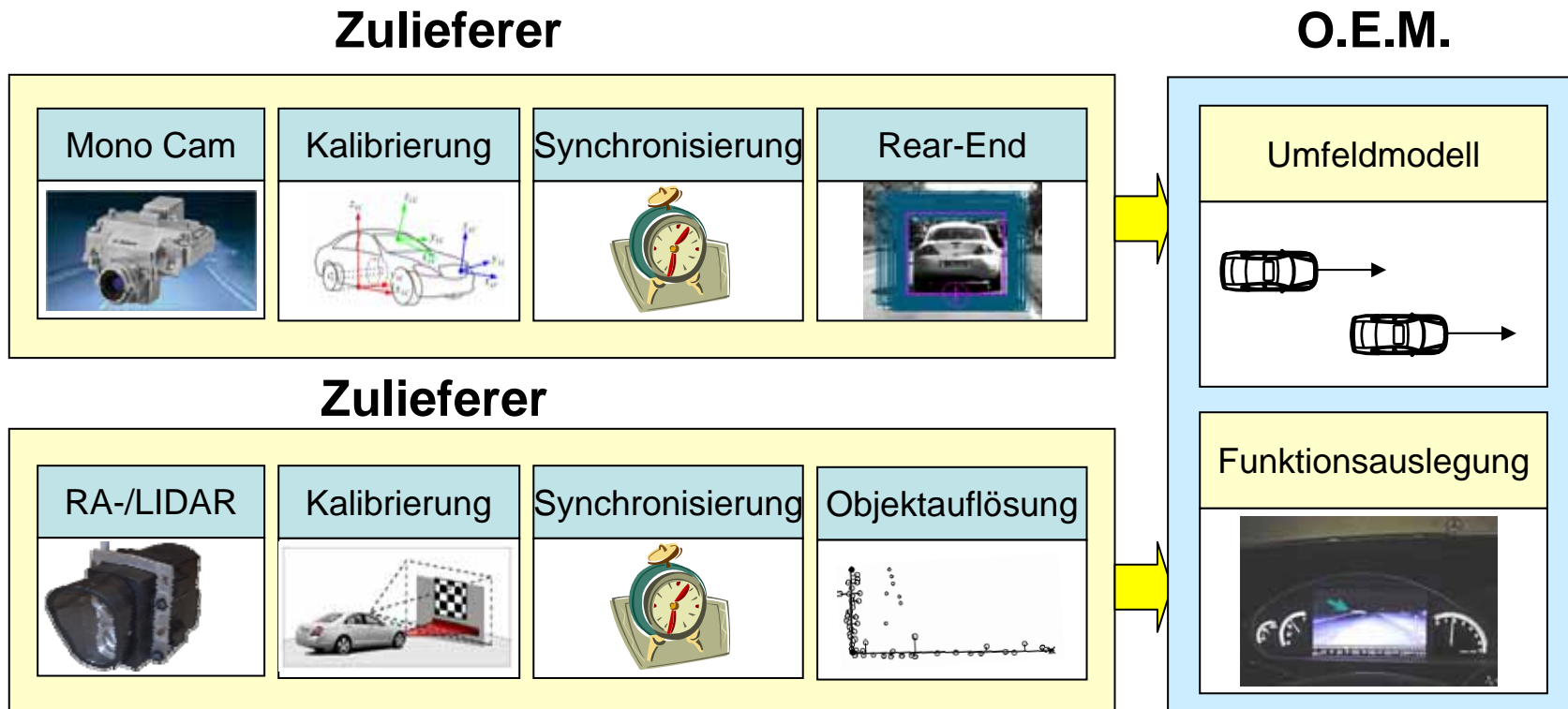


Bosch Nachtsichtkamera

- CMOS Sensor
- NIR-sensitiv

Sensoranforderungen für Informationsfusion / Sensorfusion

Räumlich und zeitliche Kalibrierung/Kalibriermöglichkeit aller Komponenten
Gemeinsamer Zeitstempel, z.B. FlexRay Schnittstelle



Fusion von Lidar und Video zur Objektverfolgung



Erfassung und Klassifikation stehender Fahrzeuge



Maschinelle Wahrnehmung erfordert maschinelle Interpretation von Daten !

Herausforderungen:

- Sicherheit der physikalischen Messung
- Sicherheit der Detektion (Existenzwahrscheinlichkeit erfasster Objekte)
- Intentionserkennung des eigenen Fahrers
- Intentionserkennung der anderen Fahrer / Objekte
- Situationsinterpretation (Querabhängigkeiten)

Bewertung:

- 
- Theoretisch fundiert bewertbar, (Bayes-Theorie)
 - Statistisch fundierte Modelle fehlen bei vielen Sensoren (zurzeit häufig rein heuristisch)
 - Erste Ansätze, Gegenstand der Forschung
 - Erste Ansätze, Gegenstand der Forschung
 - Ansätze in einfachen Szenarien, Gegenstand der Forschung

Maschinelles Hintergrundwissen, wofür?

Konkurrierende Assistenzsysteme

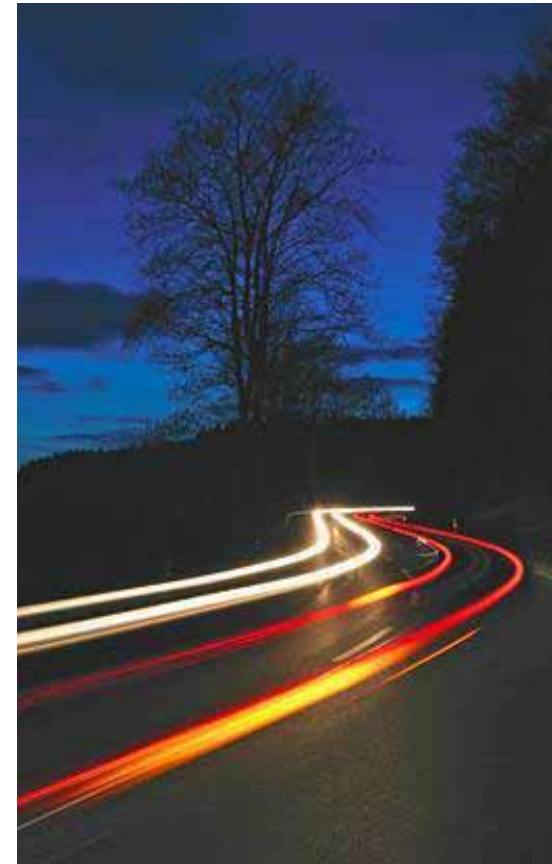
Heute:

- ACC, Spurhaltung, Überholassistent....
- Priorisierung / Eingriffsentscheidung

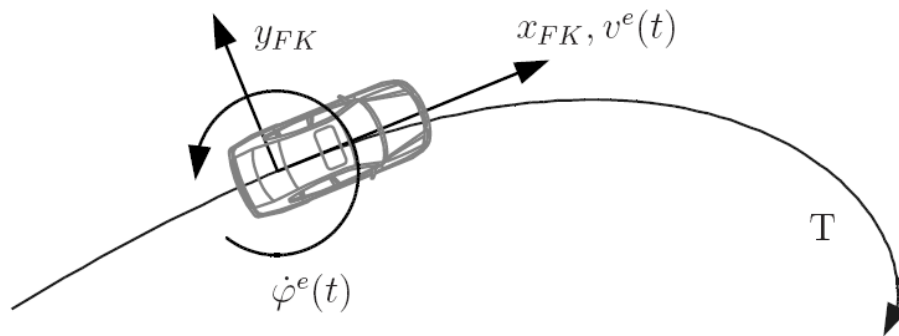
Zukünftig:

- Collision Avoidance, Collision Mitigation (Ausweichen, Bremsen, oder beides ?)
-
- Autonomes und teilautonomes Fahren?

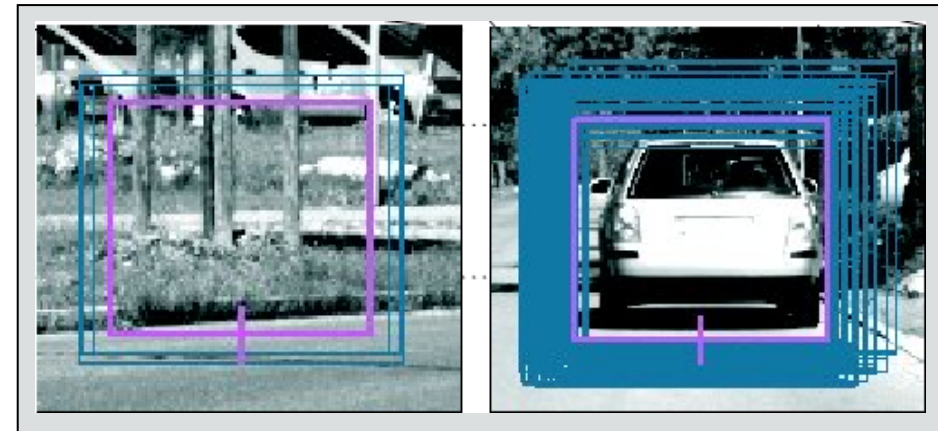
=> **Kognitive Fähigkeiten der Maschine auch in komplexen Szenen wären wünschenswert !**



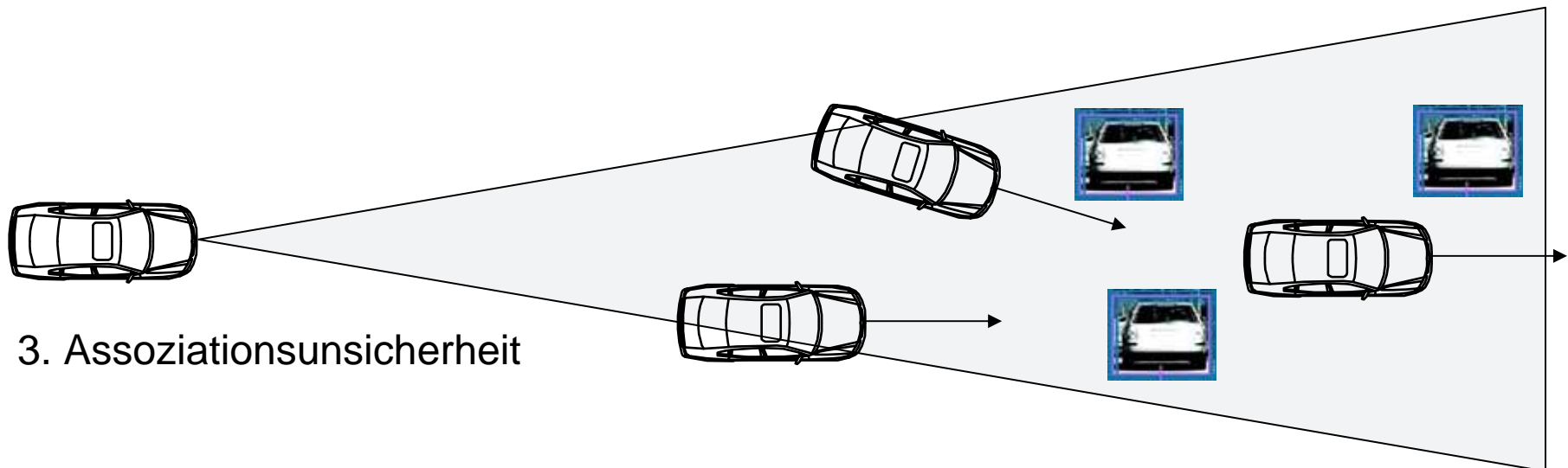
Multi-Objektverfolgung: Die drei Unsicherheitsdomänen



1. Unsicherheit der Zustandsgrößen

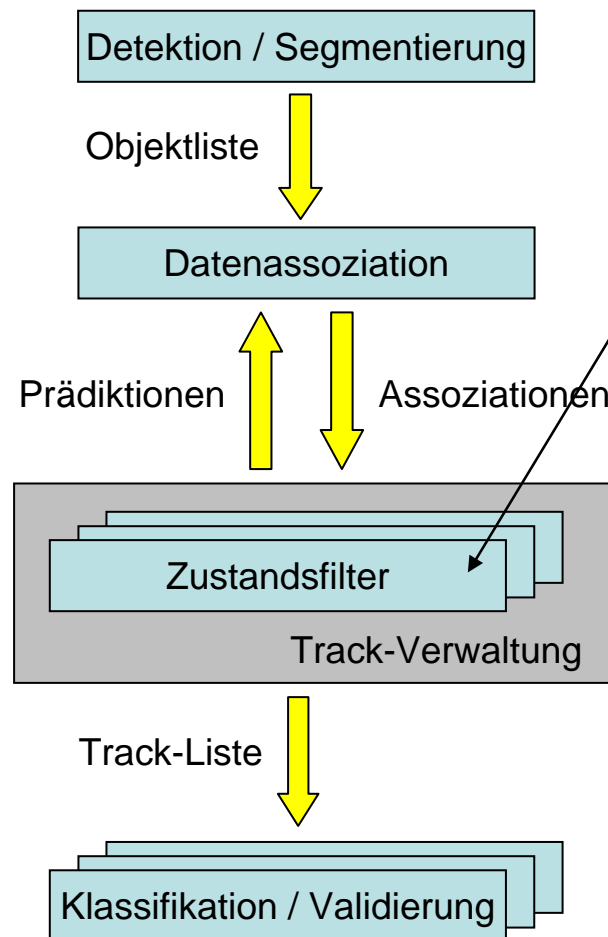


2. Detektionsunsicherheit



3. Assoziationsunsicherheit

Klassischer Lösungsansatz: Modulare Auflösung der Unsicherheiten und Filterung mit Multi-Instanzen Filter

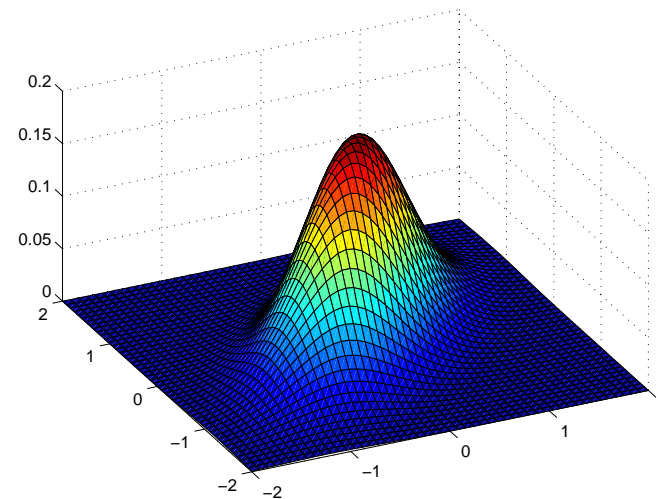


Rudolph Emil Kalman, 1963

Yaakov-Bar-Shalom, 1980

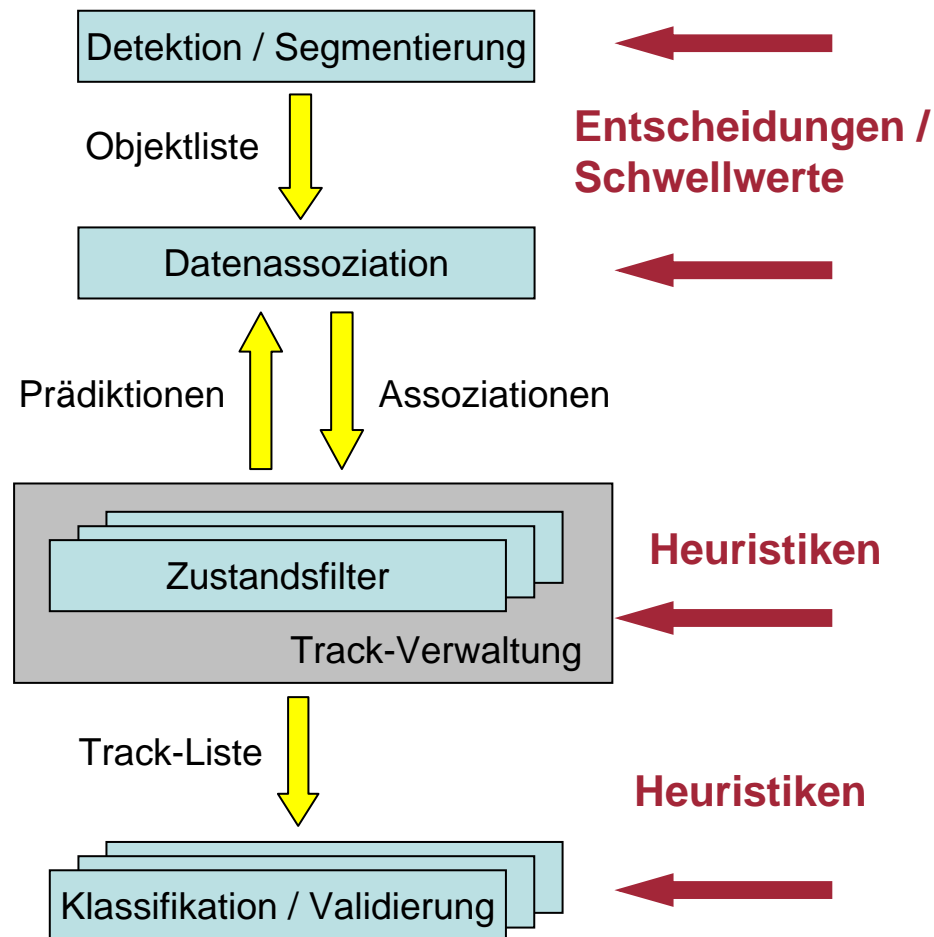
Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte

- Integriert zu 1 für jedes Objekt
- Entspricht Existenzgewissheit



KF, EKF, UKF, PF,.....

Kritik am klassischen modularen Objekttrackingansatz



- Entscheidungen / Heuristiken am Anfang sorgen für Informationsverlust

- Fehlassoziationen können im Nachhinein nicht korrigiert werden

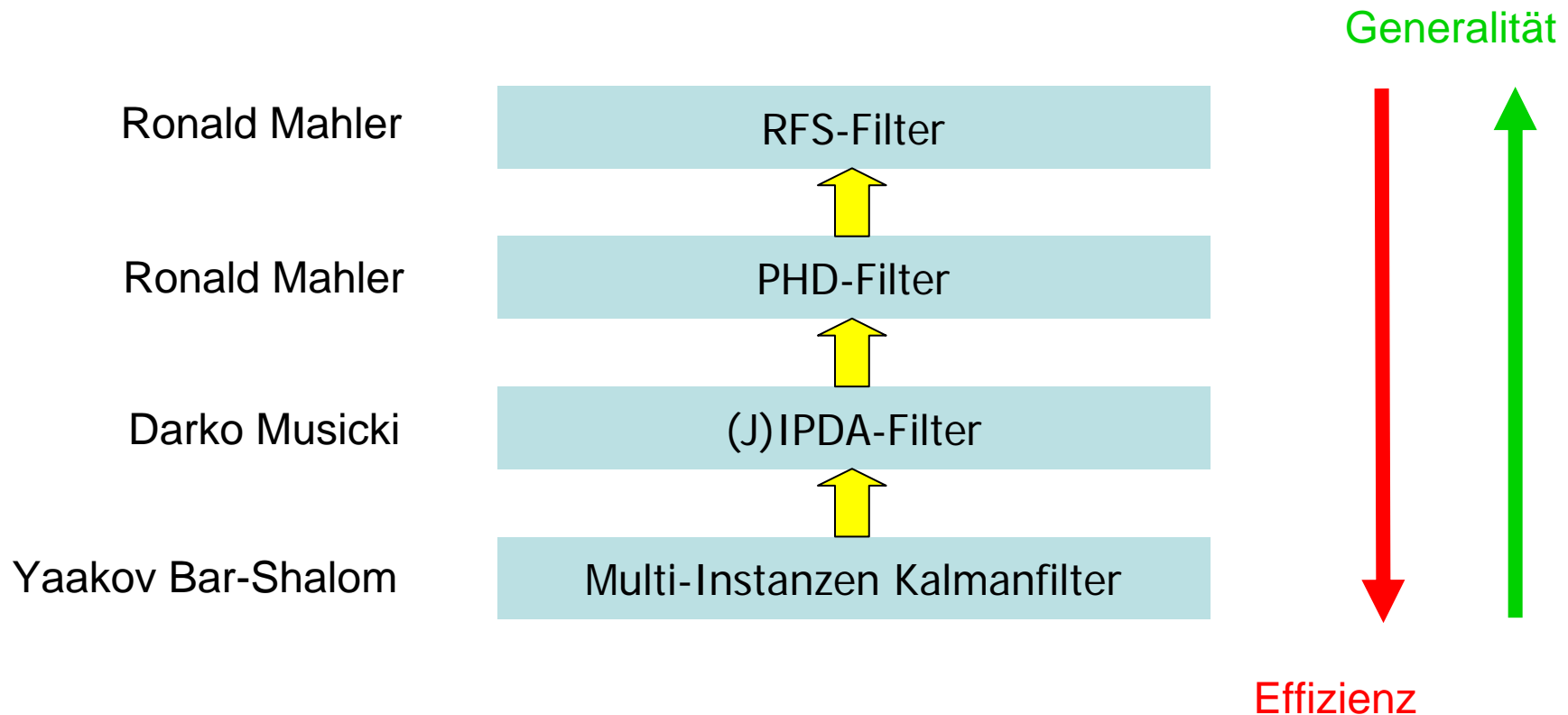
- Erscheinen / Verschwinden von Objekten wird durch Heuristiken behandelt

Globale Systemoptimierung im Try & Error !

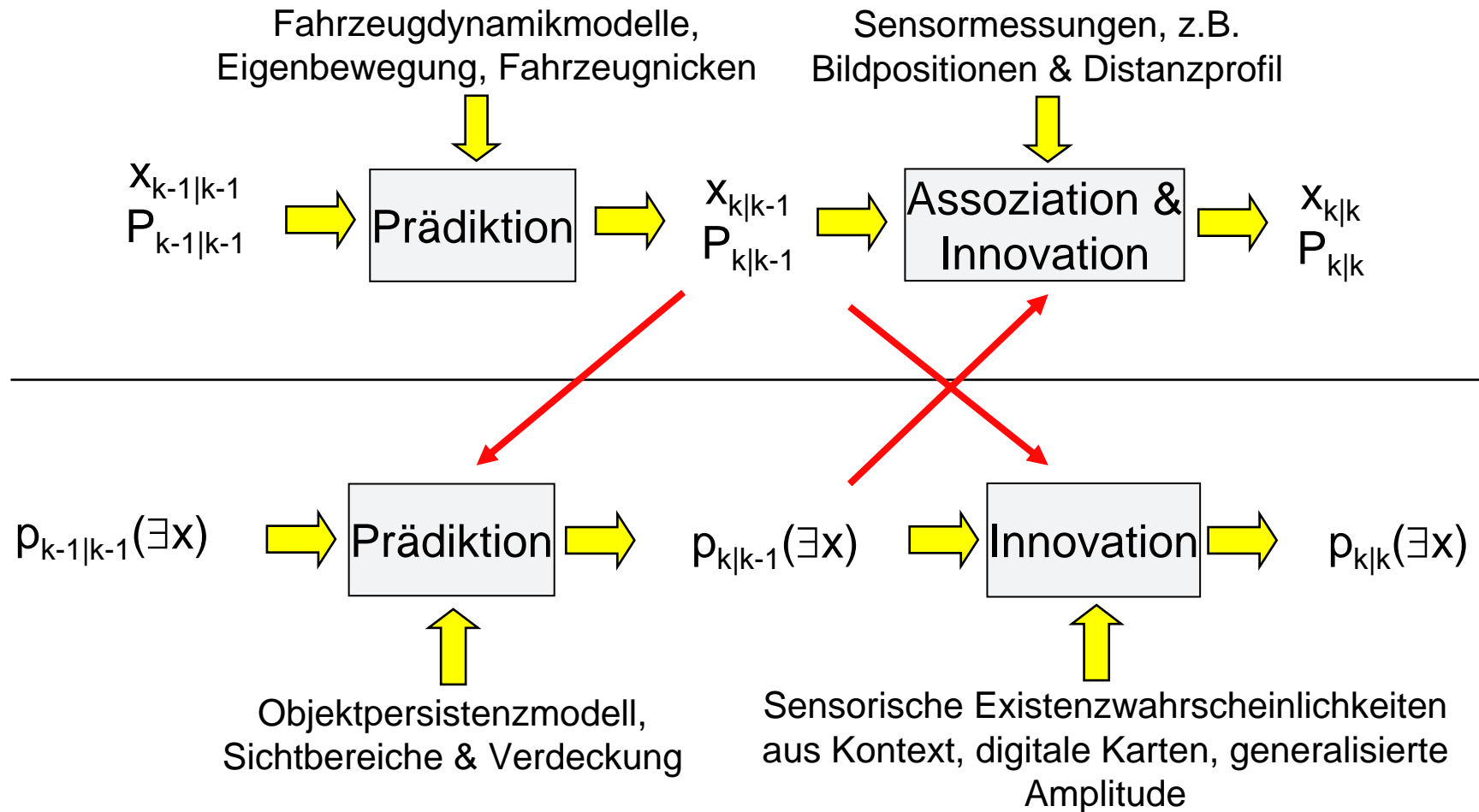
Zusammenfassung Kritik Standardansatz:

- Unsicheres Wissen wird nur für den Objektzustand theoretisch fundiert berücksichtigt
- Kalmanfilter und Erweiterungen setzen Existenz des Objektes, d.h. fehlerfreie Detektion und Assoziation der Messungen zu Tracks voraus.
- Detektionsunsicherheit und Assoziationsunsicherheit werden über Heuristiken und Schwellwerte aufgelöst
=> Informationsverlust und nicht umkehrbare Fehlentscheidungen
- Erscheinen und Verschwinden von Objekten in den / aus dem Sichtbereich nicht fundiert integrierbar
- Unimodalität der Verteilungen verhindert Modellierbarkeit von Querabhängigkeiten mehrerer Objekte
=> Voraussetzung für Situationsbewertung

Einordnung der Methoden der Finite-Set-Statistics (FISST)



JIPDA Filter, Markov-Ketten für Zustand und Existenz



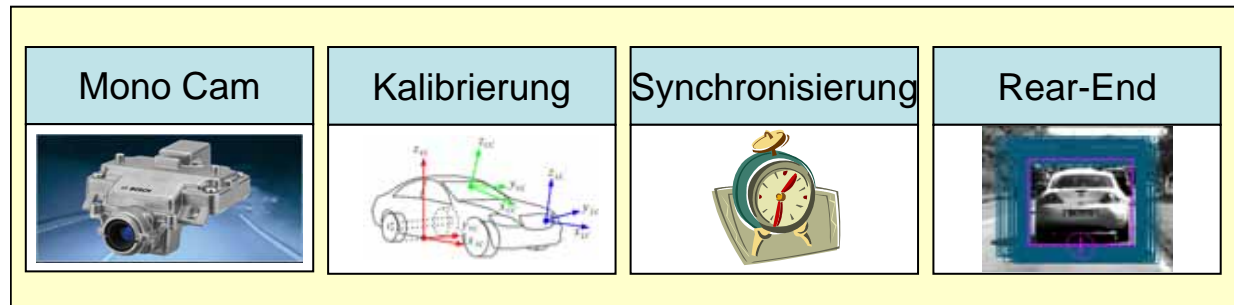
Existenz – Prädiktion und Modellierung der Sichtbereiche



Implikationen für eine generische Sensorschnittstelle

Vereinheitlichte Multisensorfusion

Zulieferer A

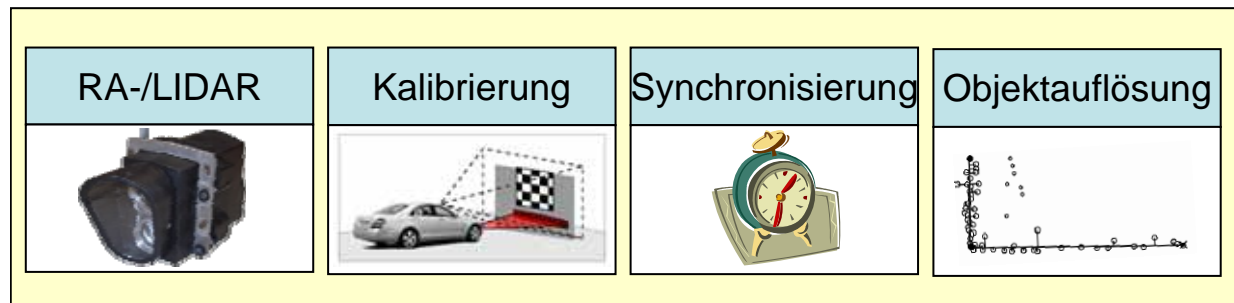
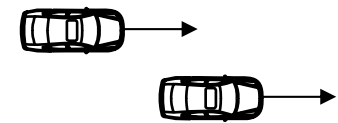


$$(z, R)_i^{FK}$$

$$p(\exists x | z_i)$$

O.E.M.

Umfeldmodell



$$(z, R)_i^{FK}$$

$$p(\exists x | z_i)$$

Funktionsauslegung



Zulieferer B

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Kontakt:

Email:

Klaus.Dietmayer@uni-ulm.de

http:

www.uni-ulm.de/in/mrm

www.uni-ulm.de/in/automotive