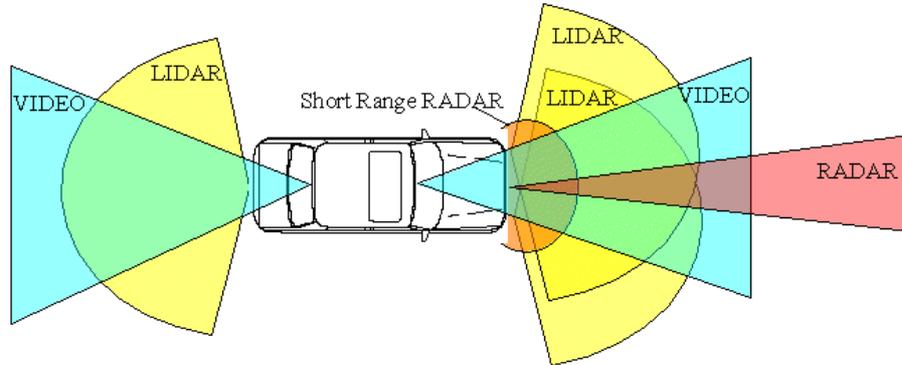


Eine Systemarchitektur zur Fusion von Umfelddaten

Michael Darms, Hermann Winner



**Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet
Fahrzeugtechnik**

Der Vortrag entstand im Rahmen einer Forschungs Kooperation mit der Continental Teves AG & Co oHG, Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt. Dipl.-Ing. Jürgen Diebold ist Projektleiter dieser Forschungs Kooperation.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 1
Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
FG Fahrzeugtechnik

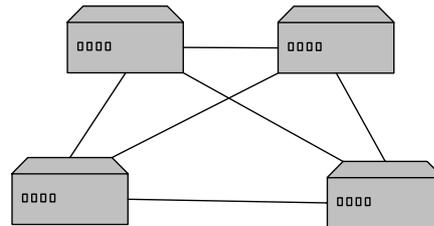


- **Funktionsvernetzung im KFZ**
- **Anforderungen an einen virtuellen Umgebungssensor**
- **Ansatz einer Systemarchitektur**
- **Beispiel**



Entstehung

- Anfang der 80er Jahre: Beginn elektronische Kopplung von Systemen
 - Elektronische Getriebesteuerung
 - Antriebsschlupfregelung
- Zunächst Punkt-zu-Punkt Verbindungen

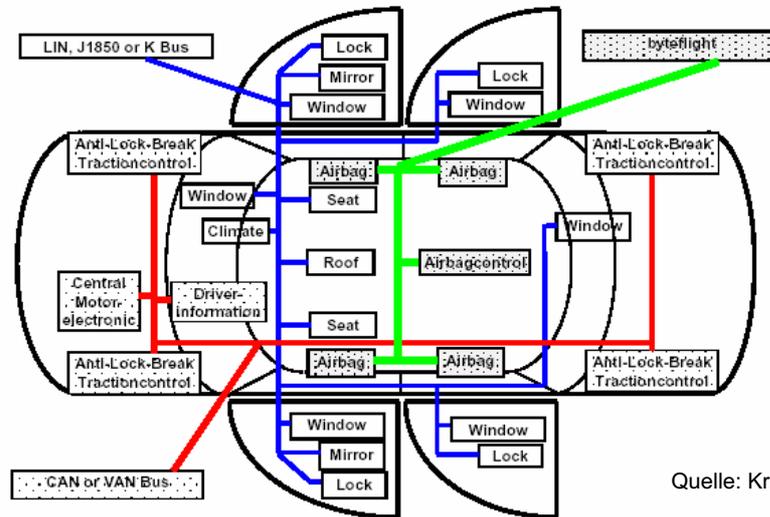


Eine elektronische Kopplung von Systemen begann in den achtziger Jahren mit der Entwicklung der elektronischen Getriebesteuerung und der Antriebsschlupfregelung, die beide in das Motormanagement eingriffen. In der ersten Generation dieser Systeme konnte nur auf dedizierte Punkt-zu-Punkt-Verbindungen für den Signaltransfer zurückgegriffen werden (oft PWM-basiert). Es wurden sehr spezifische Funktionen verbunden wie z.B. die Zündwinkelverstellung zur schnellen Motormomentenreduktion. Für eine länger dauernde Momentenreduktion zur Antriebsschlupfregelung wurde sogar eine eigenständige Komponente entwickelt, mit der die Luftzuführung seriell zur Drosselklappe gesteuert wurde. Eine weitere Funktionsvernetzung entstand durch den Wunsch, redundante Sensoren einzusparen (Beispiel: ABS-Drehzahlsensoren auch für Getriebesteuerung und Tachometer zur Verfügung zu stellen).

Als Folge der absehbaren elektronischen Vernetzung entstanden nahezu gleichzeitig mehrere Ansätze für einen kraftfahrzeuggerechten Datenbus, von denen sich der von Bosch entwickelte CAN als Standard durchsetzte.

Entstehung

- Weitere Entwicklungen zur Datenvernetzung
- Hauptsächlich Minimierung von Hardwarekomponenten
- Gemeinsame Verwendung von Komponenten



Quelle: Krücke u.a. (2000)

Gegenwart

- 7 Anwendungen
 - 11 Komponenten
- damit
- 39 Verknüpfungen
 - 28 systemübergreifende Schnittstellen

Applications	Propulsion & Drivetrain						
	Secondary Safety Systems						
Vehicle Stabilising (Primary Safety)							
Vehicle Conducting Systems							
Information Systems							
Components	Navigation	ACC	Vehicle Stability Control	Suspension Control	Pre-Crash Restraint	Engine Management	Transmission Control/ Drive train management
Surround Sensors							
Long Range Radar		X					
GPS + Digital Map	X	(x)					
Vehicle Dynamics Sensors							
Wheel Speed	X	X	X	X	X	(x)	X
Longitudinal Acceleration		X	(x)	(x)	X		(x)
Lateral Acceleration			X	(x)	(x)		(x)
Yaw Rate	X	X	X	X	X		(x)
Steering (Wheel) Angle	(x)	(x)	X	X	(x)		
Actuators							
Brake Torque		X	X				
Engine Torque		X	X			X	X
Restraint actuators					X		
Wheel Spring/Damper			(x)	X			



Funktionsvernetzung

Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 5
 Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
 FG Fahrzeugtechnik



Betrachtet man aktuelle Anwendungen, so lässt sich eine Matrix angeben, die Sensoren und Aktorsysteme den Anwendungen zuordnet (Komponenten, die nur einer Kernfunktion dienen, sind nicht aufgeführt). In dieser Auswahl dient eine der elf Komponenten im Schnitt 3,5 der acht Anwendungen, von denen jede auf etwa 5,5 gemeinsam genutzte Komponenten zurückgreift. Insgesamt ergeben sich hier 39 Verknüpfungen. Durch die Vernetzung konnte die Zahl der Komponenten um 39-11=28 gesenkt werden. Sie werden durch 28 System übergreifende Schnittstellen ersetzt.

Zukunft

- 17 Anwendungen
- 18 Komponenten
- damit
- 135 Verknüpfungen
- 117 systemüberg. Schnittstellen

Applications	Secondary Safety Systems																
	Vehicle Stabilising (Primary Safety)										Propulsion & Drivetrain						
	Information Systems										Vehicle Conducting Systems						
	Navigation	Park Distance Control	Backing Aid	Side Obstacle Detection/ Lane Change Assistant	Vision Enhancement	Adaptive Light Control	Lane Departure Warning	ACC + Stop&Go	Congestion Assistant	Lane Keeping Support	(Semi-)Active Parking	Vehicle Stability Control	Suspension Control	Pre-Crash Restraint	Collision Mitigation	Engine Management	Transmission Control/ Drive train management
Components																	
Surround Sensors																	
Short Range Sensor (front)		X						X	X		X			X	(x)		
Short Range Sensor (side)				(x)	X						X				(x)		
Short Range Sensor (rear)		X	X														
Long Range Radar					(x)	(x)		X	(x)	(x)				(x)	X		
Mono-Video	(x)				(x)	X	X	(x)	(x)	(x)				(x)	(x)		
Stereo-Video	(x)				(x)	X	X	X	X	X				(x)	X		
GPS + Digital Map	X				(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)							(x)
Vehicle Dynamics Sensors																	
Wheel Speed	X	(x)	X	(x)	(x)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(x)	X
Longitudinal Acceleration			(x)						X	X	(x)		(x)	(x)	(x)		(x)
Lateral Acceleration									(x)	(x)		X	(x)	X	X		(x)
Yaw Rate	X		(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	X	X	(x)	(x)	X	X	X	X		(x)
Vehicle Travel	X		(x)					X	X		X						(x)
Steering (Wheel) Angle	(x)	(x)	(x)		(x)	X	X	(x)	X	X	X	X	X	(x)	X		
Actuators																	
Brake Torque								X	X		X	X			X		
Engine Torque								X	X		X				(x)	X	X
Steering Angle/Torque									X	X	(x)	(x)			X		
Restraint actuators													X	(x)			
Wheel Spring/Damper											(x)	X		(x)			



Funktionsvernetzung

Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 6
 Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
 FG Fahrzeugtechnik



Blickt man weiter in die Zukunft, so wird bei einem höherwertigen Auto ein erheblich höherer Vernetzungsgrad erreicht sein (Zur weiteren Vereinfachung wurden Vernetzungen, die sich durch X-by-Wire-Systeme zusätzlich ergeben, vernachlässigt). Für eine Indikation dieses Grades sind wahrscheinliche Anwendungen und Komponenten in obiger Matrix aufgeführt.

Für die Ausdehnung der Vernetzung sorgen vor allem Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme, die ihrerseits vor allem mit neuen Umfelddatensensoren Einzug halten.

Wertet man diese Matrix aus, so erhält man nun 135 Verknüpfungen. Auf ein System bezogen werden etwa 8 Komponenten genutzt, die wiederum etwa 7 Systemen zur Verfügung stehen müssen. Die Einsparung durch Vernetzung ist mit 135-18=117 erheblich, die entsprechende Zunahme der Schnittstellen ebenfalls.

Trotz der Willkürlichkeit der Zusammenstellung lässt sich daraus ableiten, dass allein durch die Mehrfachnutzung der Komponenten ca. fünfmal mehr funktionale Schnittstellen entstehen.

Konsequenzen der Mehrfachnutzung

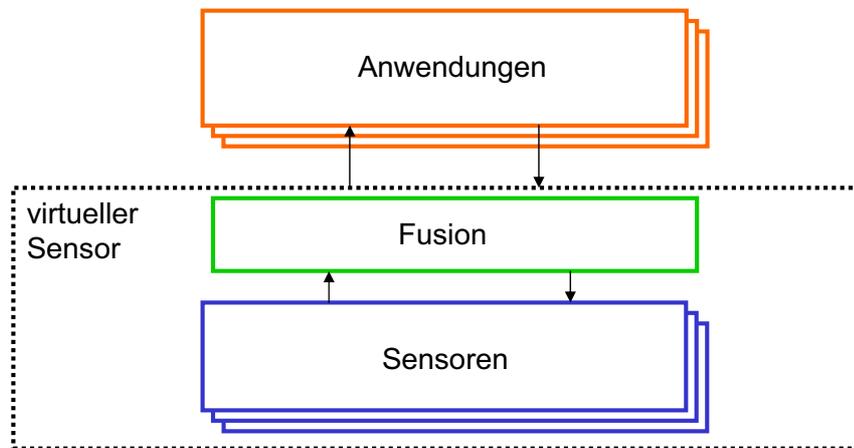
- Hoher Bandbreitenbedarf
- Unnötige Software-Redundanz
- Ungenutzte Synergien bei der Sensordatenverarbeitung
- Erhöhung der hardwareseitigen Zuverlässigkeit des Gesamtsystems
- Erschwerte Testbarkeit
- Schwer überblickbarer Entwicklungsprozess

Durch die Nutzung der Information verschiedener Sensoren in mehreren Anwendungen entsteht eine hohe Funktionsvernetzung. Die wichtigsten Konsequenzen sind:

- Bandbreite, Netzwerktopologie. Schon bei heutigen Datennetzwerken ist die Bandbreite weitgehend ausgelastet, so dass sich in PKW höherer Klassen meist mehrere Bussysteme finden, die mit Brücken oder Gateways gekoppelt sind. Die Bussysteme sind verschiedenen Clustern zugeordnet, die nur wenig Datenaustausch miteinander haben (z.B.: Powertrain, Body Electronics, Multimedia). Mit einem höheren Vernetzungsgrad verschwinden zum Einen die klaren Clustergrenzen, zum Anderen steigt das Datenvolumen an. Lösungen bieten Bussysteme wie FlexRay oder TTP, die höhere Datenraten als CAN erlauben.
- Software-Redundanz. Üblicherweise werden Sensorsignale weiterverarbeitet und über Modellannahmen mit weiteren Signalen verknüpft. Wenn jede Funktion die Verarbeitung für sich selbst durchführt, erhält man erhebliche Überlappungen und sich ähnelnde Software-Module werden ohne Koordination untereinander entwickelt.
- Zuverlässigkeit, Ausfallverhalten. Eine Reduktion der Komponentenzahl durch die Funktionsvernetzung führt im allgemeinen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit des Gesamtsystems. Allerdings hat der Ausfall einer Komponente, die von mehreren Systemen essentiell benötigt wird, einen Ausfall all dieser Systeme zur Folge.
- Entwicklungsprozess. Trotz einer Computerunterstützung bei der Entwicklung ist die Bewahrung des Gesamtsystemüberblicks bei einer starken Funktionsvernetzung erheblich erschwert, auch wenn ausführliche Lastenhefte formuliert werden. Zudem sind an der Entwicklung des Gesamtsystems verschiedene Partner auch über die Firmengrenzen hinaus beteiligt. Mit Hilfe einer sinnvollen Struktur des Gesamtsystems mit entsprechenden Schnittstellen kann der Entwicklungsprozess effizient gestaltet werden. Auch Änderungen bzw. Weiterentwicklungen lassen sich auf diese Weise besser beherrschen.

Ansatz für Umfeldsensorik: Fusion der Sensordaten

„Virtueller Umgebungssensor“



Ein Ansatz zur Strukturierung der Funktionsvernetzung im Bereich der Umfelderkennung besteht in der Bereitstellung eines „virtuellen Sensors“. Hier werden die Daten der zur Verfügung stehender Sensoren fusioniert. Alle Anwendungen greifen schließlich gemeinsam auf diesen Sensor zu.

Auf diese Weise wird die Sensordatenverarbeitung von der Anwendung getrennt (siehe hierzu z.B. auch [Sparbert01], [Vukotch01], [Becker02]).

Auf den Folgenden Folien wird auf die wichtigsten Anforderungen, die bei der Konzeption eines „virtuellen Umgebungssensors“ zu beachten sind, eingegangen.

Fundamentale Aspekte Multisensorsystem

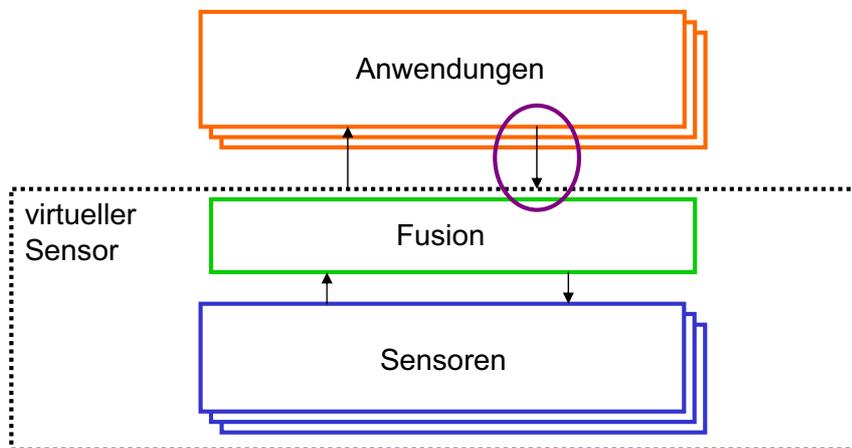
- Redundanz
 - Erhöhung der Genauigkeit, Fehlertoleranz
- Komplementarität
 - Erhöhung der Information, Auflösung von Mehrdeutigkeiten
- Rechtzeitigkeit
 - Erhöhung der Akquisitionsgeschwindigkeit
- Gesamtkosten
 - Reduktion gegenüber Einzelsensor

Ganz allgemein sind beim Entwurf eines Multisensorsystems folgende vier fundamentalen Aspekte zu betrachten (nach [Lou91], [Joerg94]):

- Redundanz. Durch Nutzung redundanter Informationen kann die Genauigkeit einer Messung erhöht werden. Zudem erhöht sich die Fehlertoleranz des Gesamtsystems, da der Ausfall eines Sensors nicht zwangsläufig zum Ausfall des Gesamtsystems führen muss.
- Komplementarität. Bedeutet, dass sich die Informationen verschiedener Sensoren ergänzen. Dies kann sowohl räumlich gesehen werden (z.B. Erweiterung des Erfassungsbereiches) als auch bezogen auf ein Messobjekt (z.B. Orts- und Geschwindigkeitsmessung). Mit Hilfe sich ergänzender Sensoren lassen sich ggf. auch Mehrdeutigkeiten auflösen.
- Rechtzeitigkeit. Durch die Verwendung mehrerer Sensoren kann die Akquisitionsgeschwindigkeit erhöht werden. Dies kann z.B. durch eine Parallelverarbeitung von Informationen geschehen oder auch durch eine entsprechende zeitliche Anordnung der Sensorinformationen.
- Gesamtkosten. Kosten bzw. Nutzen, die durch den Einsatz mehrerer Sensoren entstehen, müssen mit den Kosten bzw. Nutzen eines Systems mit weniger Sensoren verglichen werden.

Rückwirkung der Anwendung auf die Sensoren

- Nur eine Anwendung kann bestimmen, welcher Aspekt der Umgebung von Interesse ist
 - Z.B. Erfassungsbereiche (Stop&Go/Airbagauslösung)

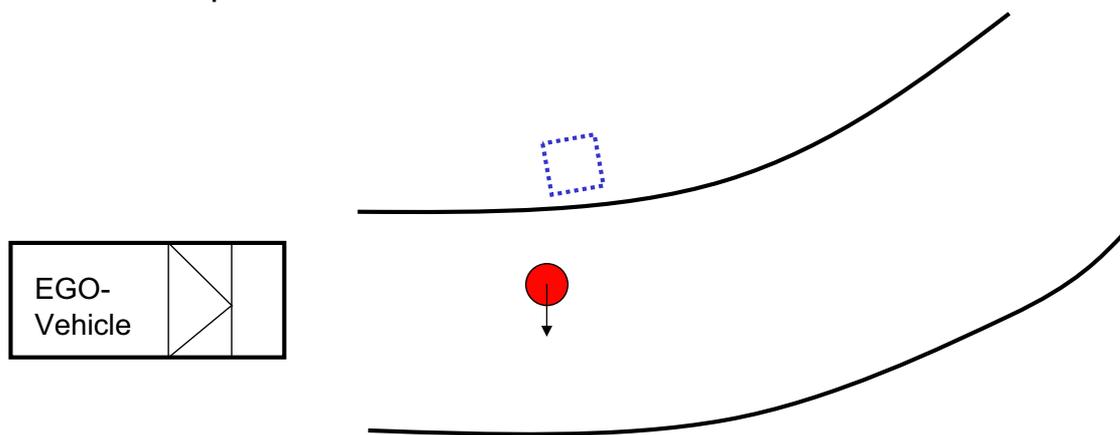


Bei der Konzeption ist zu beachten, dass eine definierte Rückwirkung von den Anwendungen auf den Sensor existiert. Schließlich kann nur aus der Anwendung abgeleitet werden, welcher Aspekt der Umgebung zu einem bestimmten Zeitpunkt von Interesse ist.

So können an den Erfassungsbereich eines Sensors bzw. des gesamten „virtuellen Sensors“ in verschiedenen Situationen verschiedene Anforderungen gestellt werden (Stop&Go, Airbagauslösung, Parkassistent).

Klassifikation von Objekten

- Beschreibung des Objekts
- Notwendig für
 - Situationsinterpretation
 - Längerfristige Voraussagen
 - Filterparameter



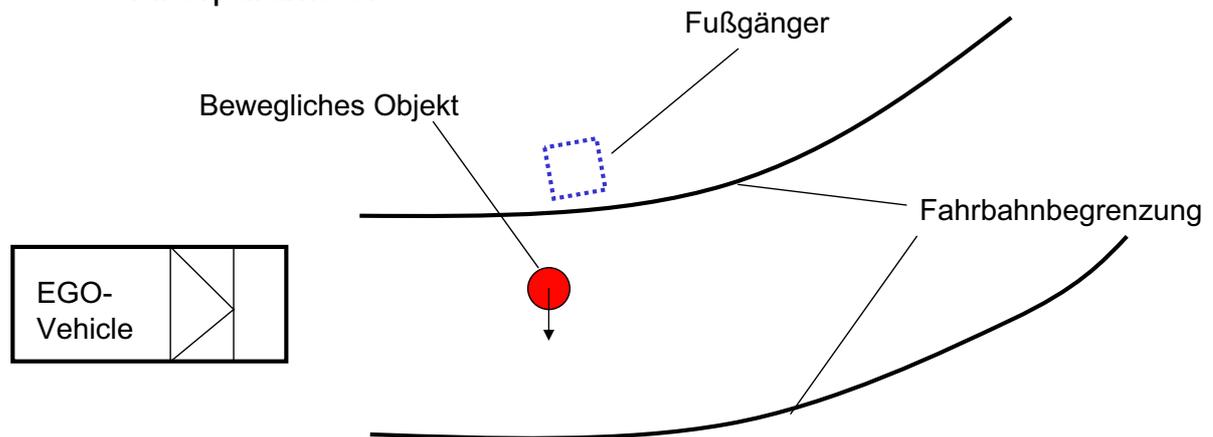
Neben der reinen Bestimmung von Zustandsgrößen eines Messobjekts (Geschwindigkeit, Ausdehnung, etc.) ist eine Klassifikation der Objekte (z.B. Art eines Fahrzeugs, Untergrundbeschaffenheit, etc.) sowohl für die Anwendungen als auch für Schätzalgorithmen/Filter wichtig.

Mit Hilfe dieser Information können Anwendungen Handlungsstrategien ableiten bzw. passende Filteralgorithmen zur Schätzung von Zustandsgrößen gewählt werden.

Auch sind längerfristige Voraussagen (z.B. Manöver) realisierbar.

Klassifikation von Objekten

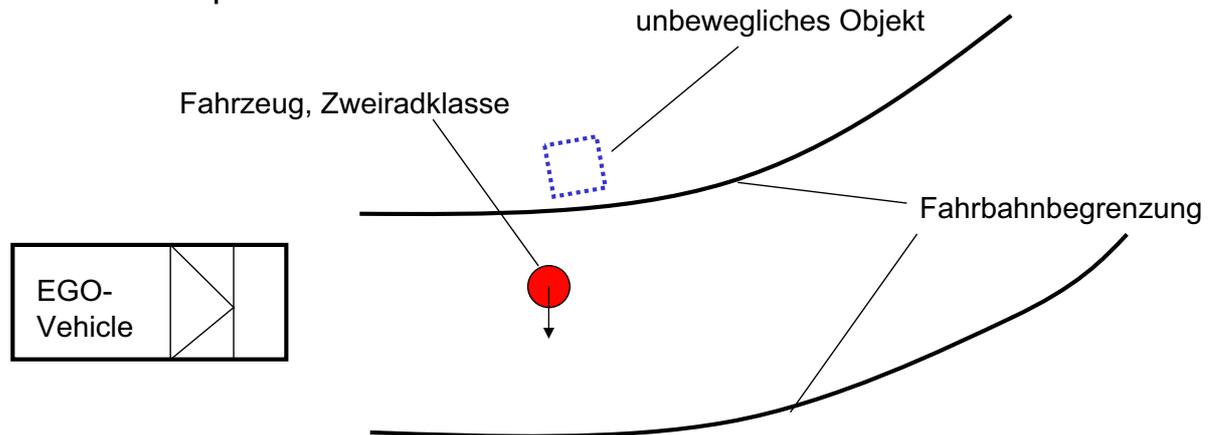
- Beschreibung des Objekts
- Notwendig für
 - Situationsinterpretation
 - Längerfristige Voraussagen
 - Filterparameter



Die Folien verdeutlichen dies an einem Beispiel.

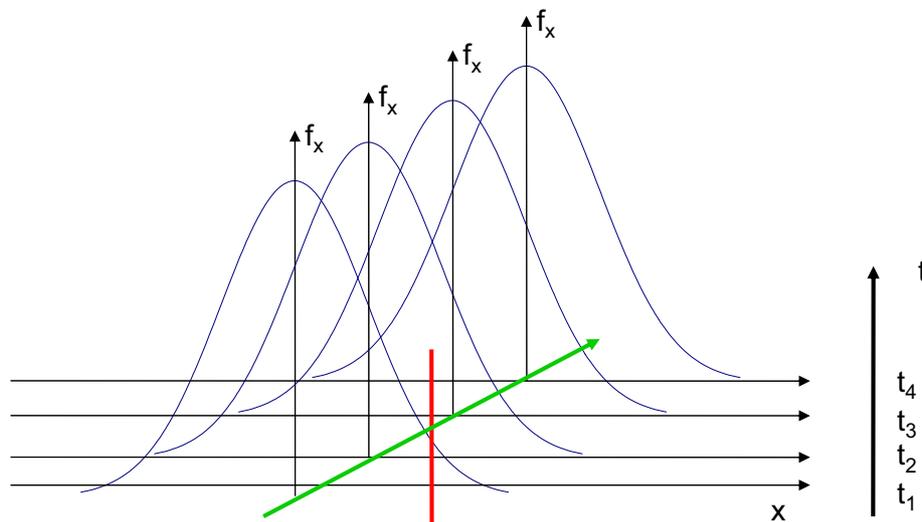
Klassifikation von Objekten

- Beschreibung des Objekts
- Notwendig für
 - Situationsinterpretation
 - Längerfristige Voraussagen
 - Filterparameter



Modellbasierte Schätzung

- Zur Interpretation der Messdaten ist ein Modell notwendig
- Es gibt nicht „das richtige Modell“
- Daher werden Hypothesen gebildet, unter deren Voraussetzung die Daten interpretiert werden



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Anforderungen virtueller
Umgebungssensor

Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 14
Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
FG Fahrzeugtechnik



Durch ein Modell des wahren Parameters und Kenntnis der Messfehler lässt sich ein Schätzwert bilden. Durch ein Modell über die Dynamik des wahren Parameters lassen sich schließlich mehrere aufeinander folgende Messwerte in einem Schätzwert vereinen.

Allerdings gibt es im Allgemeinen kein „richtiges“ Modell, weshalb Modelle über den Zeitverlauf angepasst werden (adaptives Filter).

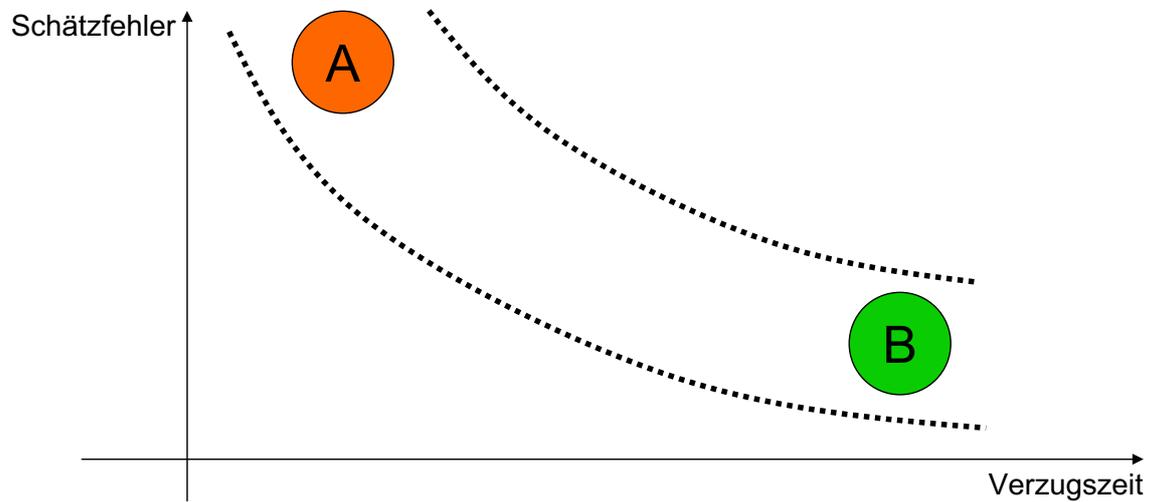
Welches Modell die Situation schließlich am besten beschreibt, lässt sich erst feststellen, *nachdem* die Messdaten es signifikant belegen.

Je nach Anwendung müssen daher vorher Annahmen zur Wahl eines Modells gemacht werden, um für die jeweilige Situation die beste Schätzung zu erhalten, die, insofern die Annahmen verletzt werden, auch fehlerhaft sein kann.

Hieraus wird ersichtlich, dass je nach Anwendung verschiedene Modellannahmen „passend“ sein können, was im „virtuellen Sensor“ zu berücksichtigen ist. Ein ACC-System kann zur Glättung der Messwerte z.B. davon ausgehen, dass das Folgefahrzeug sich gemäß der Dynamik eines Normalfahrers verhält, und so Scheinbewegungen, welche z.B. aus Sensorungenauigkeiten herrühren, dämpfen. Diese Annahme ist für ein Sicherheitssystem jedoch im Allgemeinen nicht richtig. Durch eine Filterung (Schätzung) unter obigen Annahmen, würden sich gemessene Objekte evtl. zu träge verhalten (siehe hierzu auch [Darms03], [Randler03]).

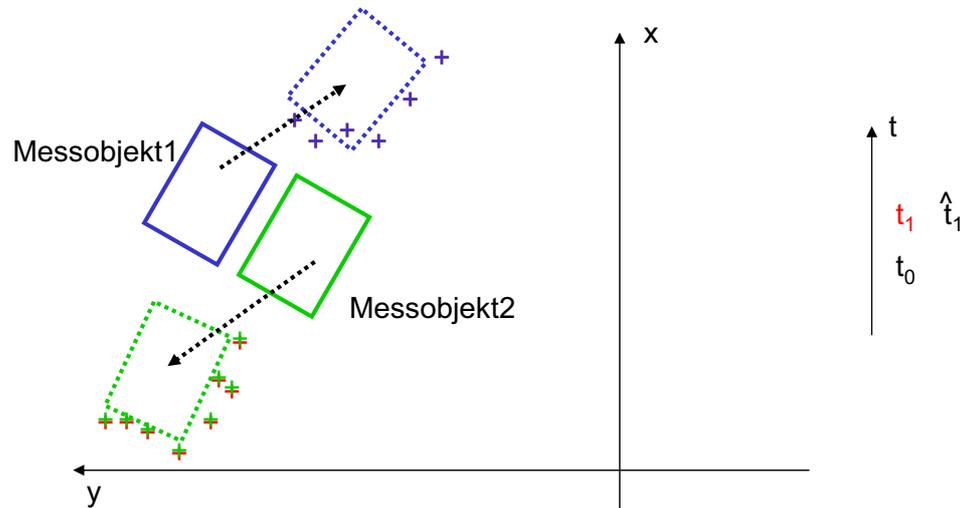
Modellbasierte Schätzung

- „Bestes“ Modell ist erst *nach* Auswertung der Messdaten signifikant bestimmbar
- Anwendungen brauchen Daten zeitnah
- Je nach Anwendung verschiedene Hypothesen „passend“



Tracking von Messobjekten

- Messdaten müssen Messobjekten zugeordnet werden (Assoziation)
- Auch hierfür können Modelle eingesetzt werden



Anforderungen an die Verarbeitung der Daten

Anforderung	zentral	dezentral
Kein Informationsverlust	+	-
Hohe Genauigkeit	+	-
Konsistente Modellannahmen	+	-
Geringes Datenaufkommen	-	+
Homogene Prozessorauslastung	-	+
Einfache Modifizierbarkeit	-	+



Anforderungen virtueller Umgebungssensor

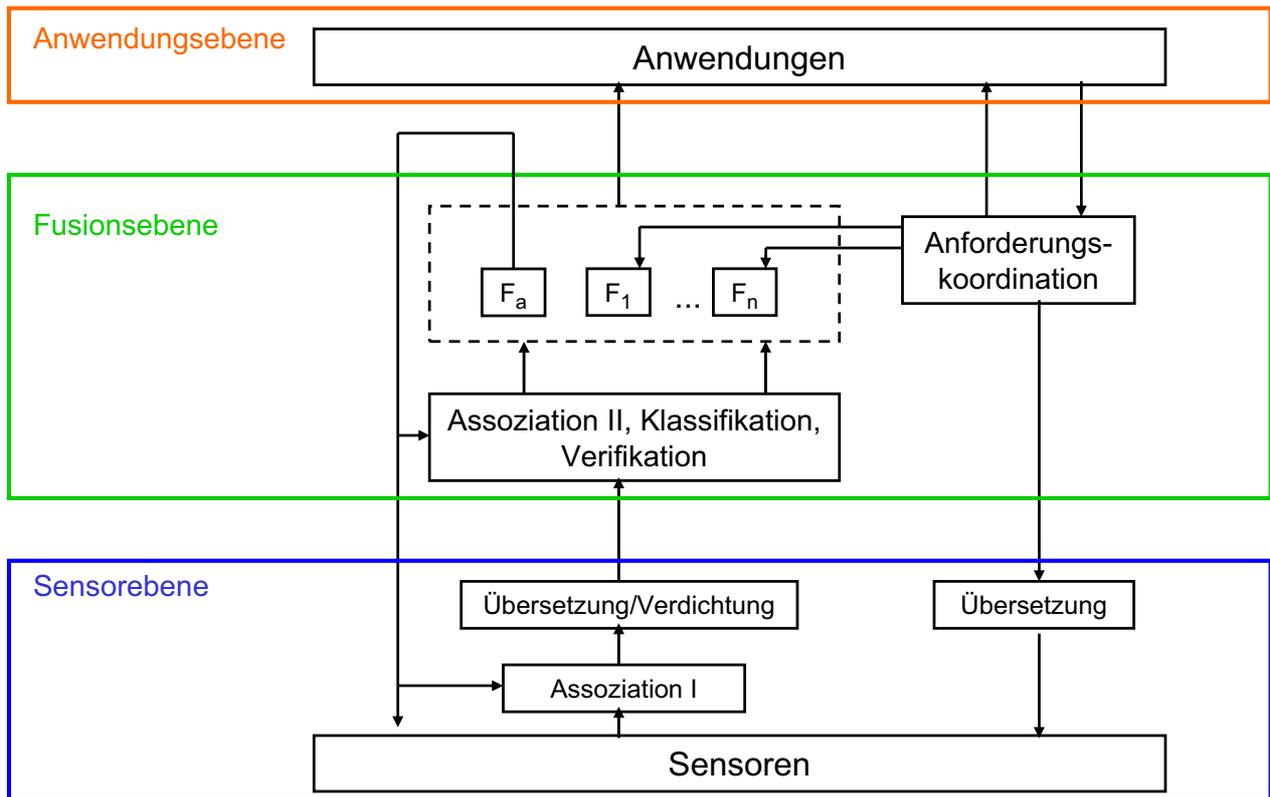
Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 17
 Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
 FG Fahrzeugtechnik



Werden die Messungen verschiedener Sensoren verarbeitet, sind verschiedene Konfigurationen zur Verarbeitung der anfallenden Daten denkbar ([Bar95] [Klein99] [Darms03]).

Die Tabelle vergleicht die beiden Extremfälle (vollkommen zentrale versus vollkommen dezentrale Verarbeitung).

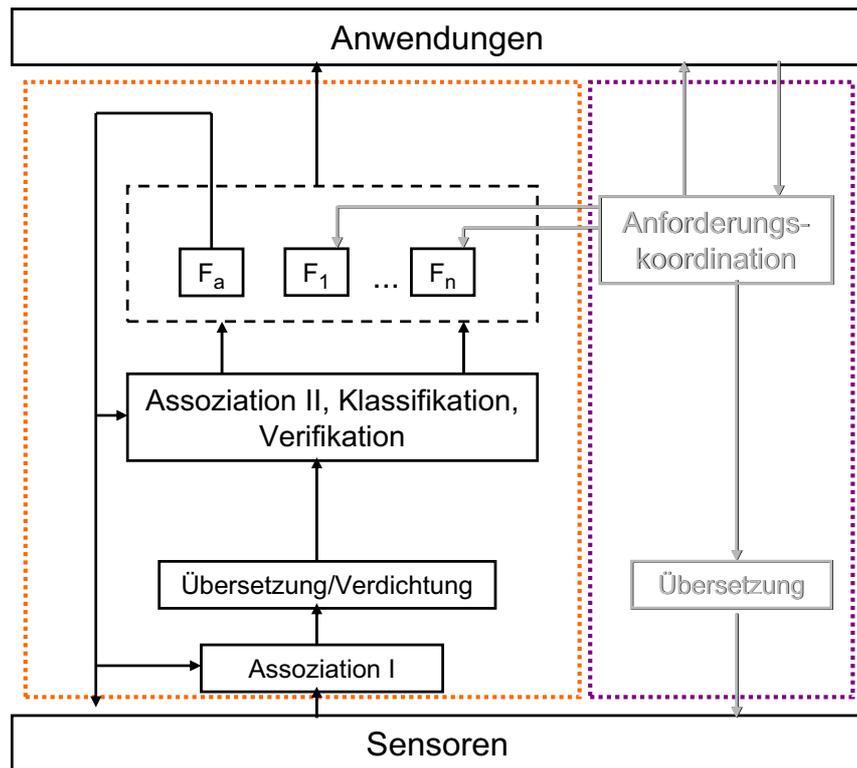
zentral		dezentral	
kein Informationsverlust	+	Informationsverluste	-
höchste Genauigkeit	+	geringere Genauigkeit	-
konsistente Modellannahmen	+	evtl. inkonsistente Modellannahmen	-
hohes Datenaufkommen	-	geringeres Datenaufkommen	+
Rechenleistung konzentriert	-	Rechenleistung verteilt	+
Modifikation aufwendig	-	einfache Modifikation	+

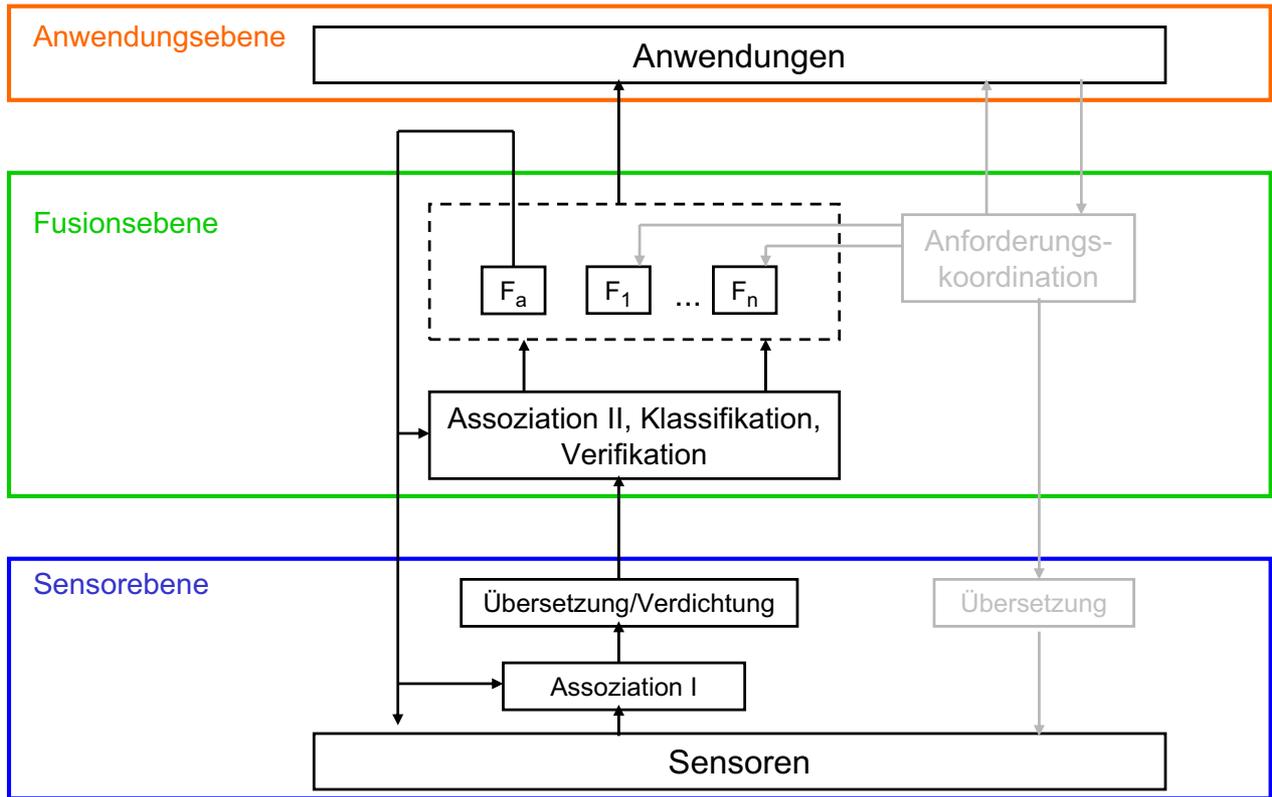


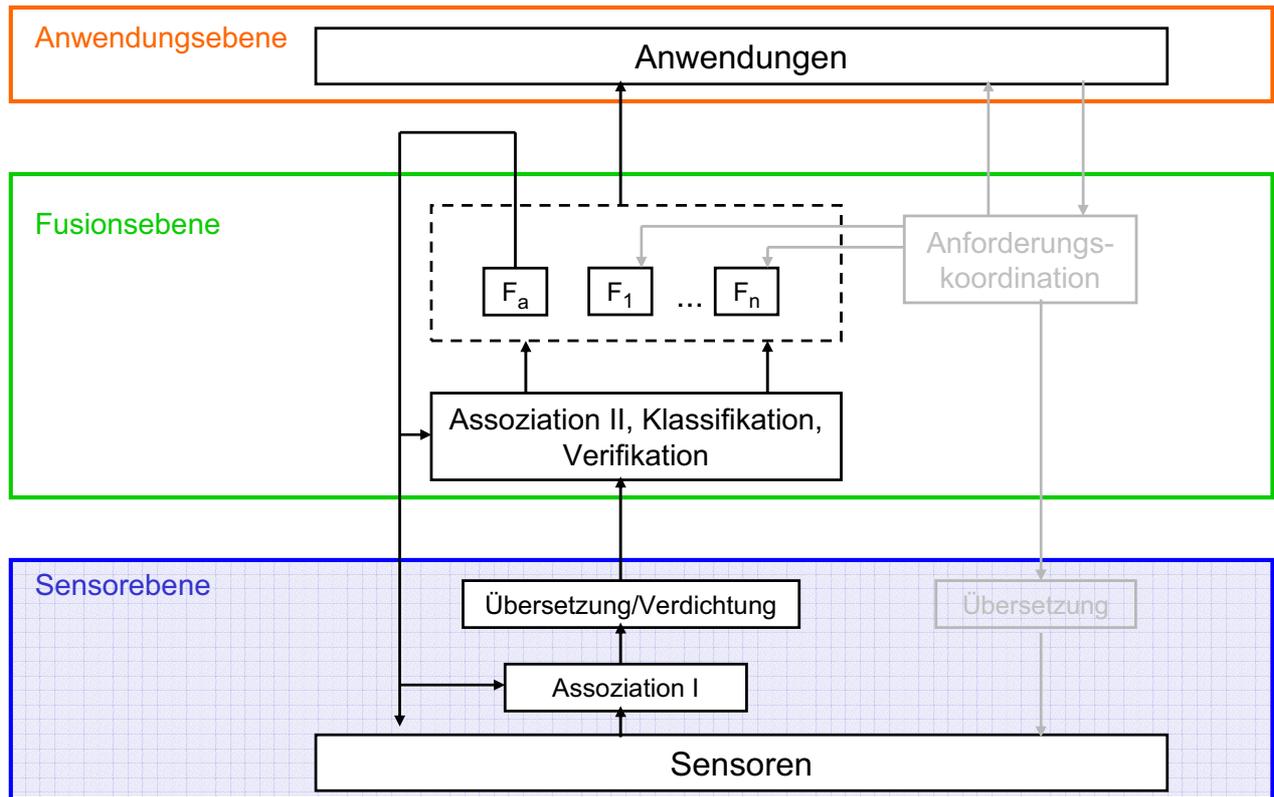
Die folgenden Folien erläutern einen Ansatz für eine Systemarchitektur, die aufgrund der vorhergehenden Überlegungen aufgestellt wurde (vereinfachte Darstellung; siehe auch [Darms03]).

Sensordaten-
verarbeitung

Sensor-
steuerung





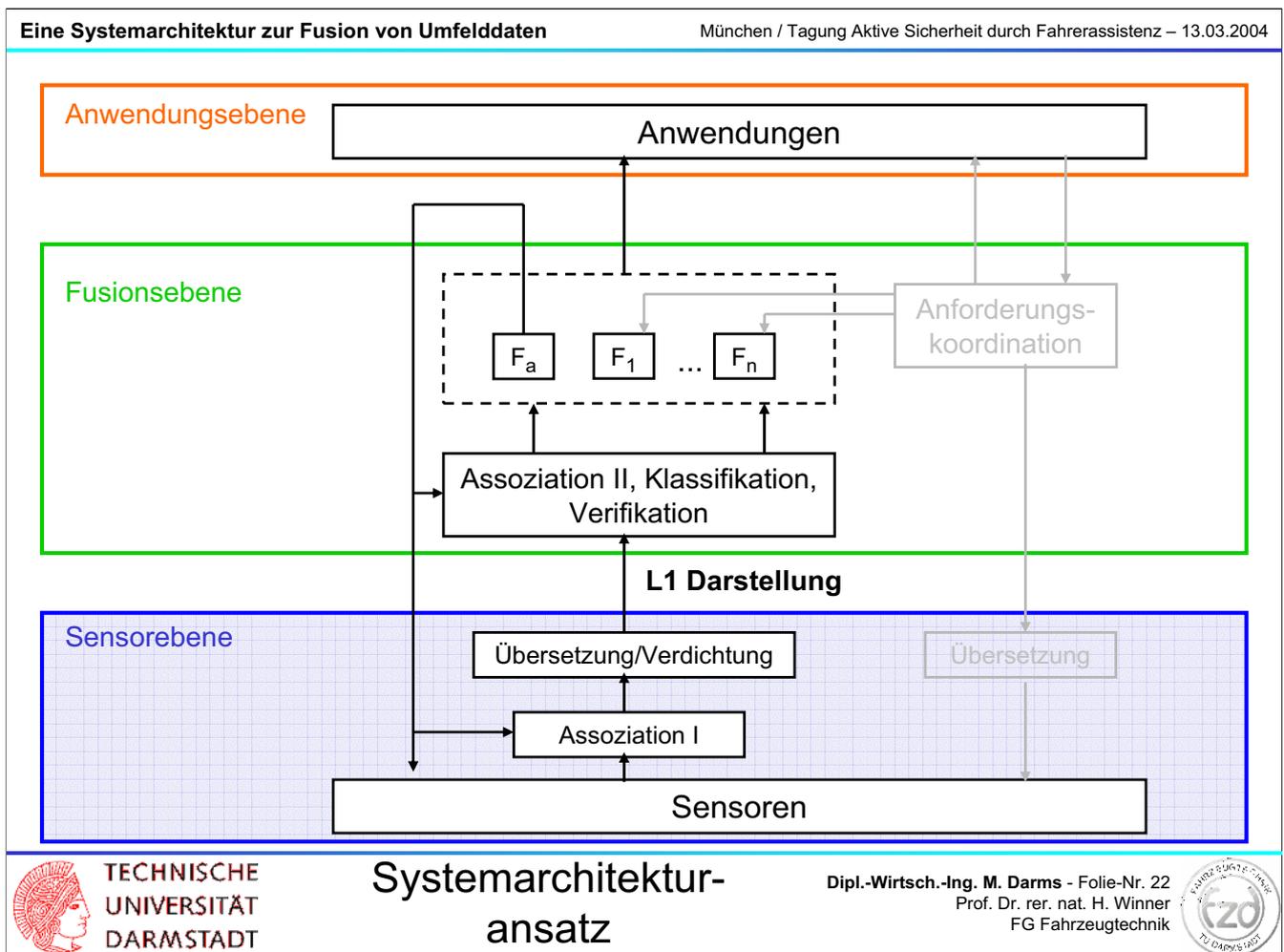


Systemarchitektur- ansatz

Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 21
 Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
 FG Fahrzeugtechnik



Die unterste Ebene bilden die Sensoren. Diese geben ihre Daten an die darüber liegende Assoziation. Hier werden die Messdaten den von der Fusionsebene zurückgeführten Schätzungen (Tracks) zugeordnet insofern dies möglich ist. Die übrigen Messdaten werden ohne eine Zuordnung weitergegeben und ggf. in einer weiter oben liegenden Schicht zugeordnet.



Die nächste Ebene ist die Übersetzung, in der die Daten in eine verallgemeinerte Darstellung (L1 Darstellung) umgewandelt werden.

Die Daten in der L1 Darstellung sind soweit möglich noch nicht modellbasiert gefiltert (siehe oben).

Durch die Übersetzung können die Daten verschiedener Sensorprinzipien bzw. Sensorgenerationen vereinheitlicht werden.

Da es keine vereinheitlichte Darstellung aller Sensordaten geben kann (neue Prinzipien werden evtl. noch entwickelt) ist die Darstellung offen für Erweiterungen.

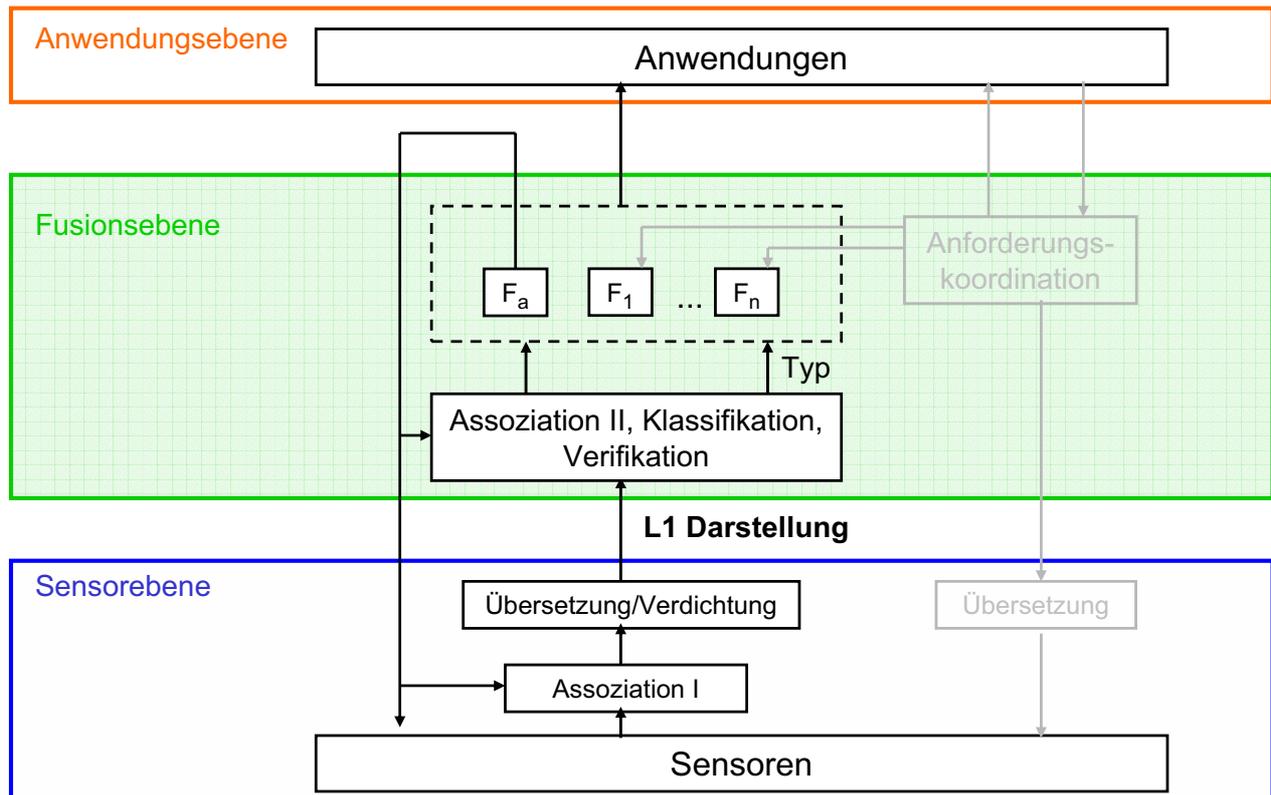
Auf diese Weise sind die Daten verdichtet, allerdings noch nicht modellbasiert gefiltert. Dies geschieht erst auf der Fusionsebene, so dass ein einheitliches Modell sichergestellt ist.

Nicht in allen Fällen wird allerdings eine Trennung zwischen Vorverarbeitung und Filterung möglich sein. So wird bei der Interpretation von Messdaten eines Radars bereits ein Modell benötigt.

Ist die Trennung nicht möglich, so ist zumindest die Forderung zu stellen, eine mögliche Verfälschung bzw. Fehlinterpretation der Daten durch Modellannahmen zu minimieren und eine Filterung nur insoweit durchzuführen, wie es für eine sichere Erkennung erforderlich ist.

L1 Darstellung

- Verdichtete Rohdaten
- Nicht modellbasiert gefiltert
 - „Was der Sensor detektiert“
 - Messfehlerangaben
- Klassifikation ausschließlich auf sensorautarker Informationsbasis
- Darstellung entsprechend der Sensorleistungsfähigkeit
 - Polygonzug aus Lidarrohdaten (Scanner)
 - Quader aus Stereokamera
 - Punktziel aus Radarrohdaten mit Geschwindigkeitsangabe
- Leicht erweiterbar durch neue Sensor-/Messprinzipien, wenn diese geänderte Leistungsfähigkeiten aufweisen

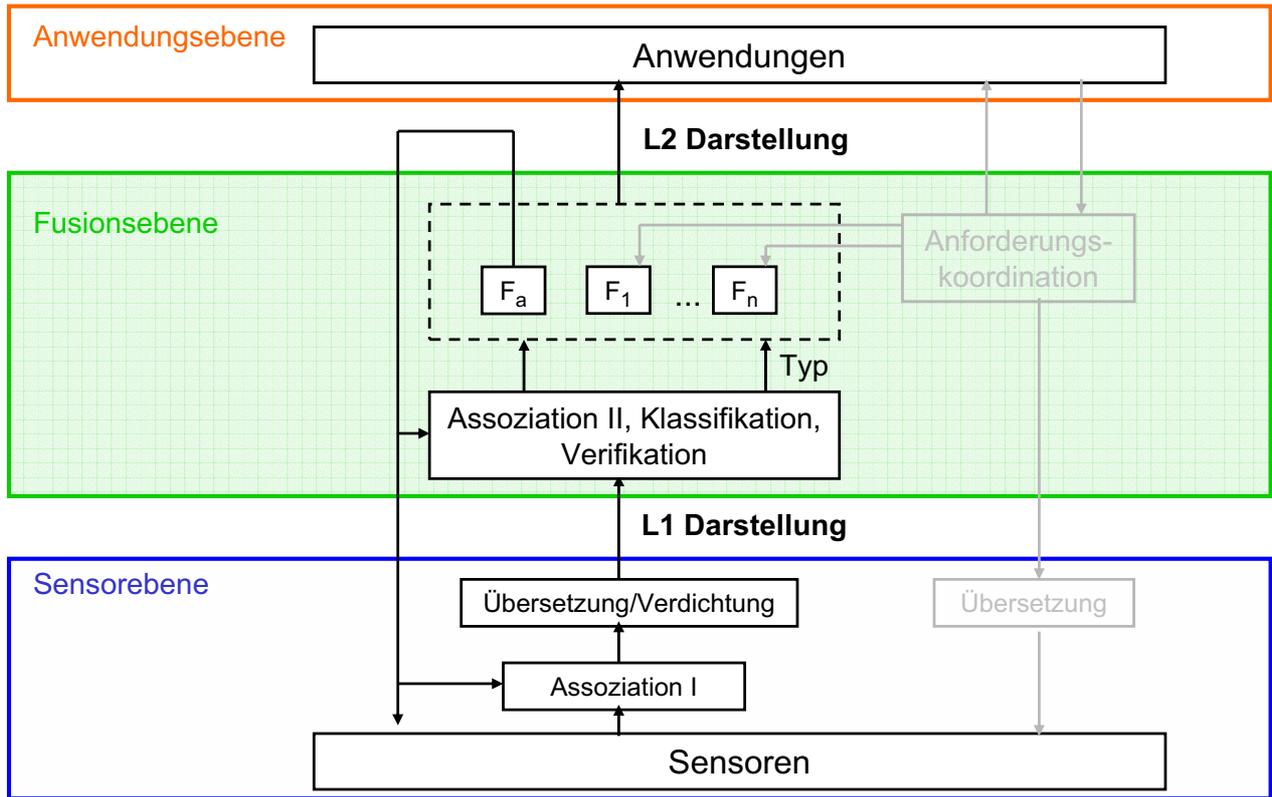


In der untersten Ebene der Fusionsebene erfolgt insofern noch nicht geschehen eine Assoziation und die Klassifikation des Objektes aufgrund aller verfügbaren Sensorinformationen. Zudem wird eine Verifikation der eingehenden Daten durchgeführt, um Fehler zu minimieren. Hierzu werden die zurückgeführten Daten mit verwendet.

Die Messdaten werden an eine Filterbank weitergegeben. Diese besteht aus auf verschiedene Anwendungstypen zugeschnittenen, modellbasierten Filtern und einem speziell für die Anforderungen der Assoziation gestalteten Filter. Dieses Filter arbeitet getrennt von den für die Anwendungen abgestimmten Filtern unter Verwendung rein anwendungsunabhängiger Objekteigenschaften.

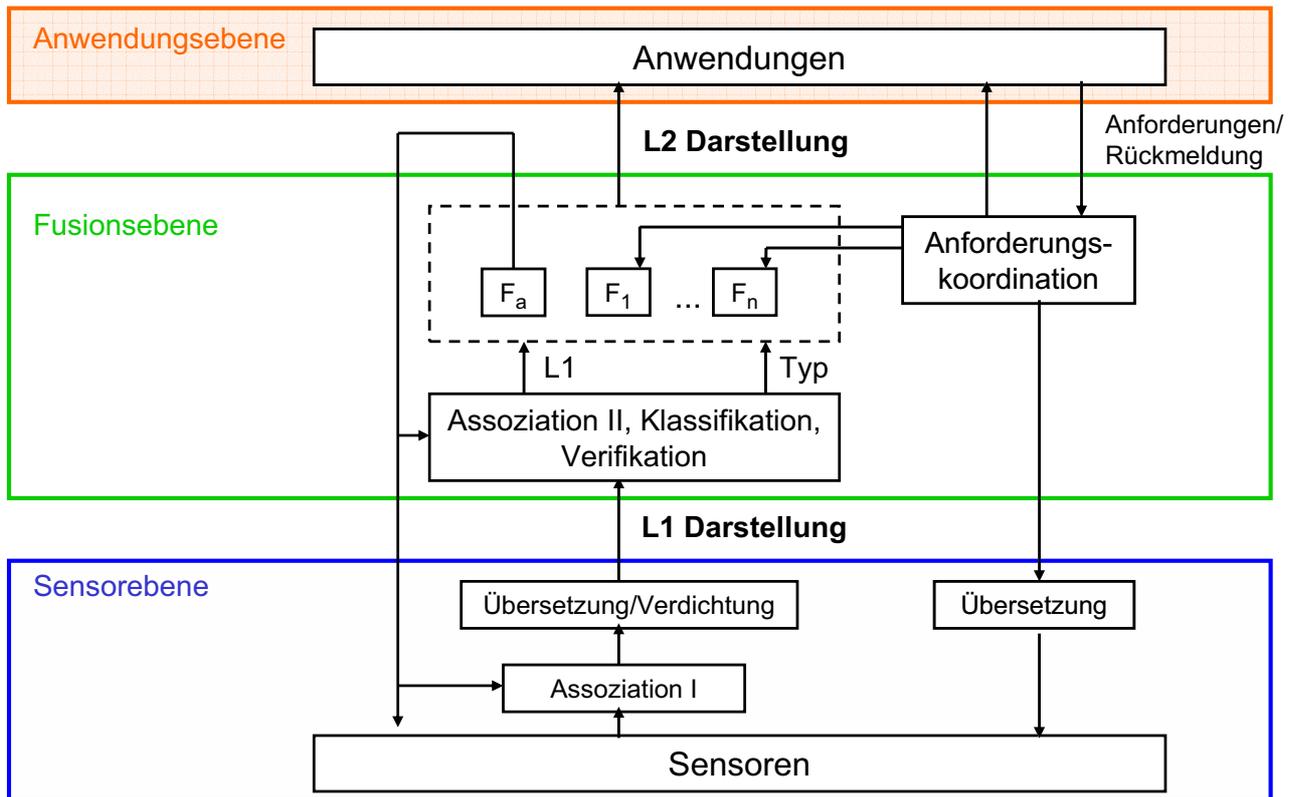
Die anwendungsabhängigen Filter können dabei jeweils einer einzigen Anwendung oder einer Gruppe von Anwendungen (statisch) zugeordnet sein. Auf diese Weise werden Mehrfachimplementierungen vermieden, wobei genügend Flexibilität für die verschiedenen Erfordernisse bleibt.

Die Parameter der Filter können sowohl aufgrund des erkannten Objekttyps als auch durch dynamische Anwendungsanforderungen (die im Falle der Mehrfachzuordnung koordiniert werden müssen) beeinflusst werden. Ergebnis der Filterung ist die L2 Darstellung.



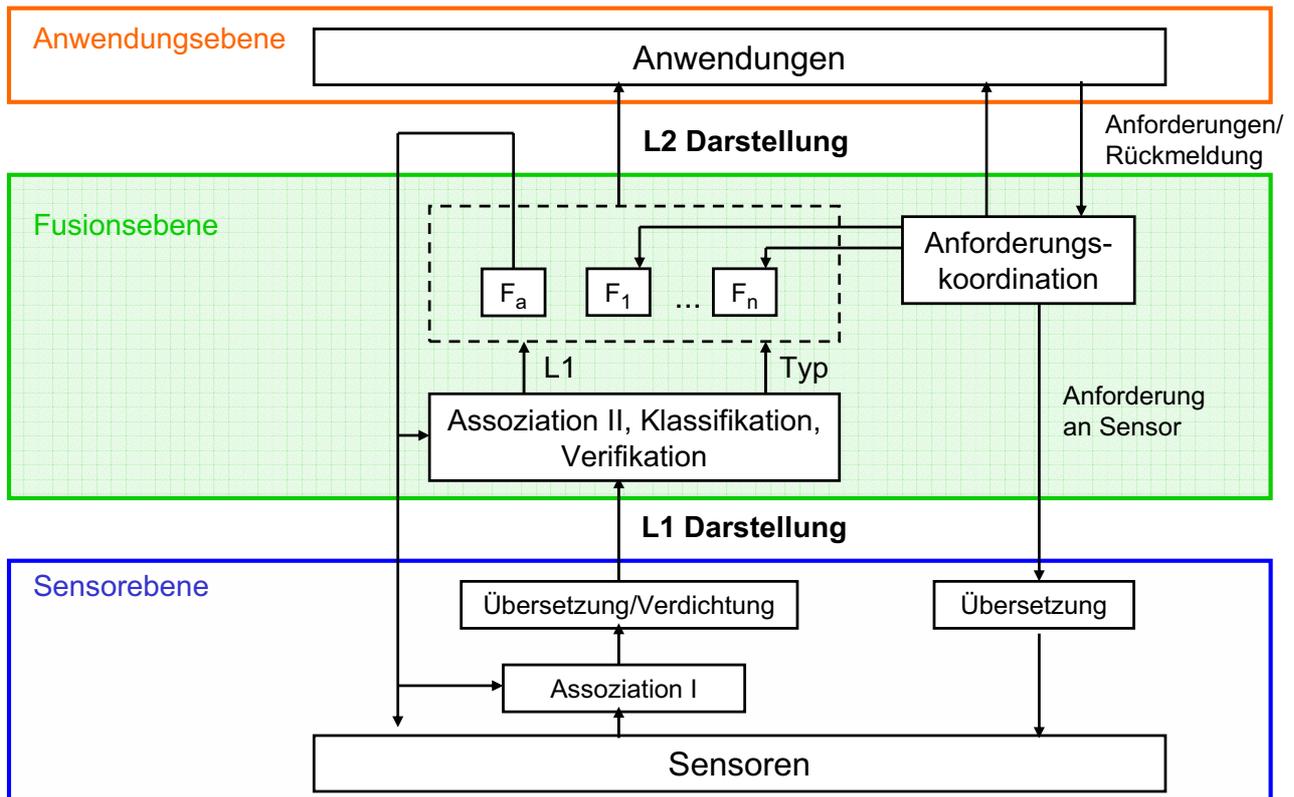
L2 Darstellung

- Auf den Bereich Fahrzeug/Verkehr angepasstes **Weltmodell**
- Sensorunabhängige Formulierung
- Modellbasiert gefiltert
 - Angabe von Schätzfehlern
 - Verlassen/Vertrauen auf die Gültigkeit des Modells
- Klassifizierte Objekte
- Weiterentwicklung durch neue Anforderungen der Anwendungen oder durch neue Anwendungen

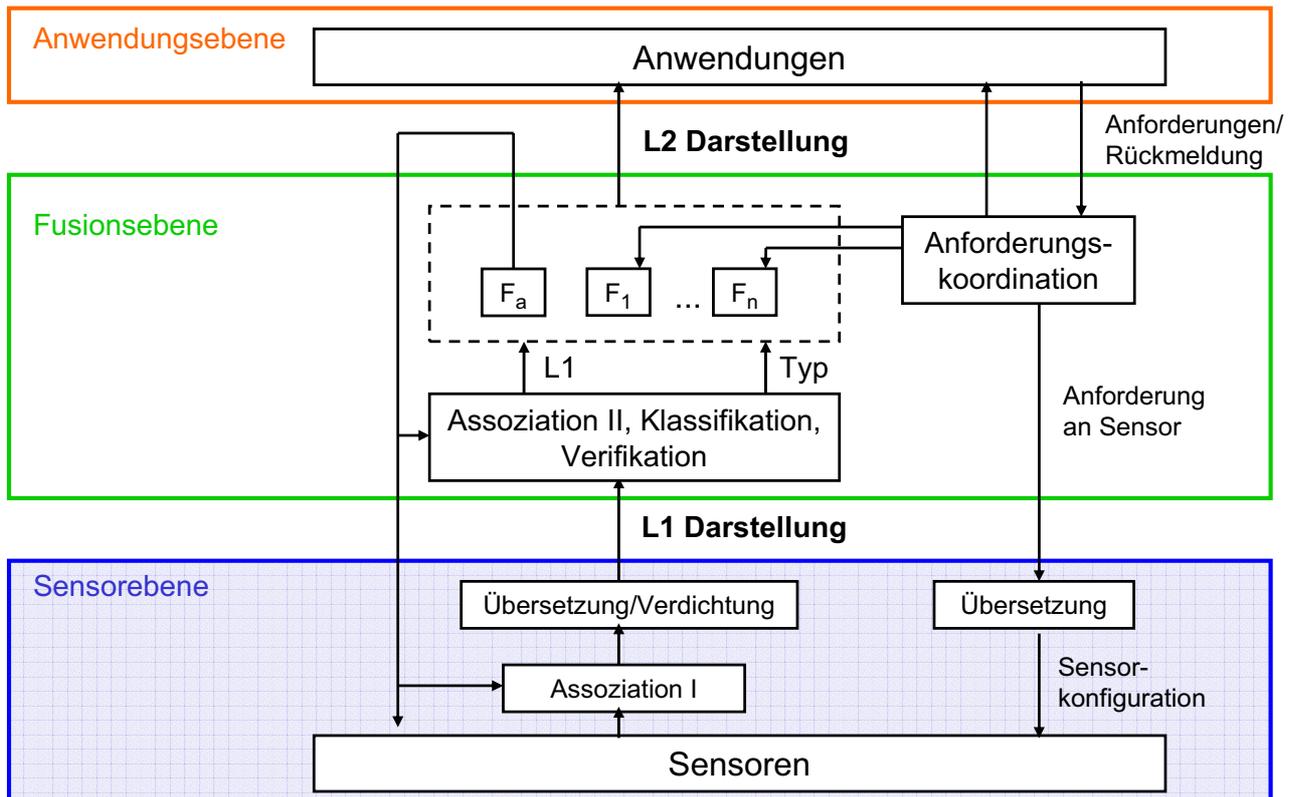


Die Anwendungen erhalten vom „virtuellen Sensor“ die Daten in L2 Darstellung und können dabei die Filtereigenschaften (Modelle) wählen, welche ihren Anforderungen am besten entsprechen.

Von den Anwendungen können dabei Anforderungen (dynamisch) an den virtuellen Sensor gestellt werden, die bei Widersprüchen ggf. nicht erfüllt werden können, weshalb eine Rückmeldung stattfinden muss.



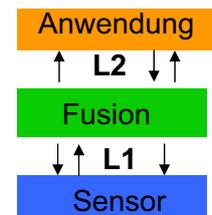
Die Anforderungen werden in der Anforderungskoordination priorisiert und in Anforderungen an den Sensor gewandelt.



Im Sensor selbst werden die allgemein gehaltenen Anforderungen (z.B. Sichtbereich. o.ä.) in eine spezielle Sensorkonfiguration übersetzt.

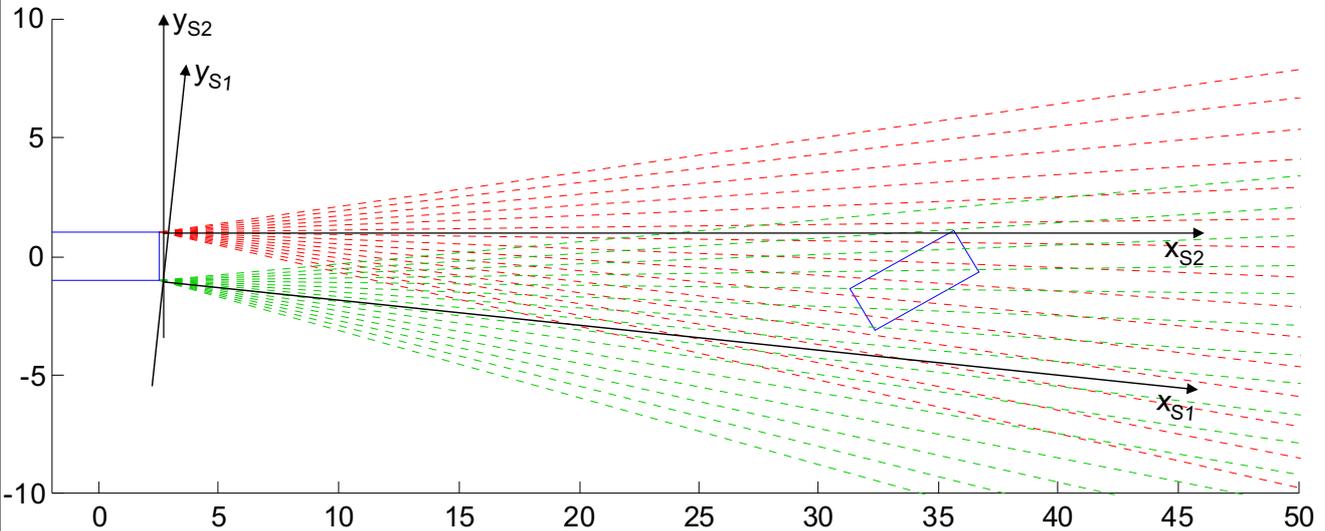
Eigenschaften der Architektur

- Kompromiss zwischen zentral/dezentral
 - Vorverarbeitung/Verdichtung im Sensor
 - Erste Assoziation im Sensor
 - Zentrales Umfeldmodell
 - Zweistufige Schnittstelle mit L1/L2 Darstellung
- flexible Berücksichtigung verschiedener Anwendungsanforderungen
 - Filterbank mit auf Anwendungstypen zugeschnittenen Filtern
 - Sicherstellung eines einheitlichen Modells pro Filtertyp
 - Unabhängiges Filter zur Rückführung der Daten zur Sensorebene (Datenassoziation)
- flexible Anpassung an geänderte Sensorkonfigurationen



Systemkonfiguration

- 2 x LIDAR (Continental Temic, Produktlinie FAS, AIS200)
 - Links und rechts außen, je 22,5° Erfassungsbereich
- Unterschiedliche Ausrichtung
 - Komplementarität: Erweiterung des Erfassungsbereiches
 - Redundanz: Überlappung in der Mitte
- Asynchroner Betrieb, Zykluszeit 90ms

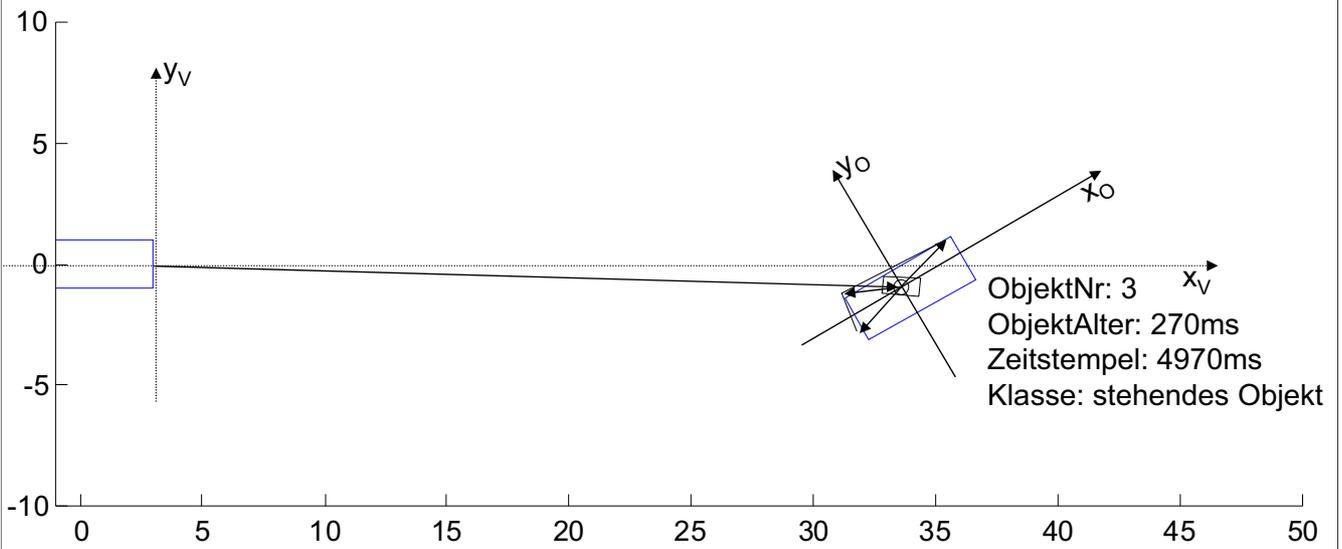


Beispiel

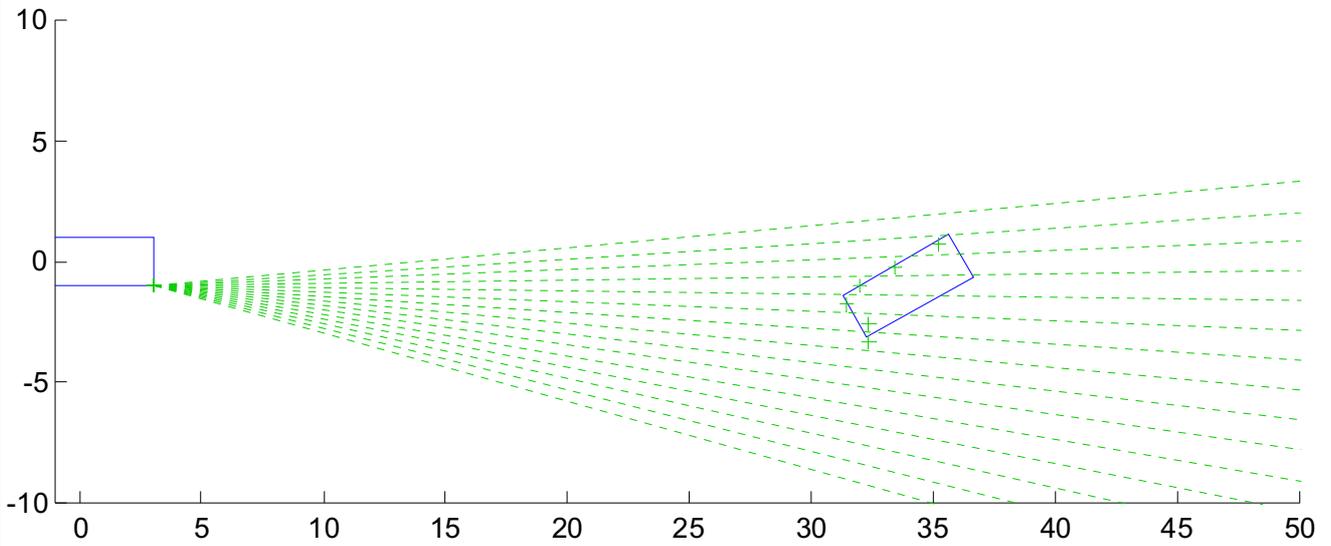
Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 31
Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
FG Fahrzeugtechnik



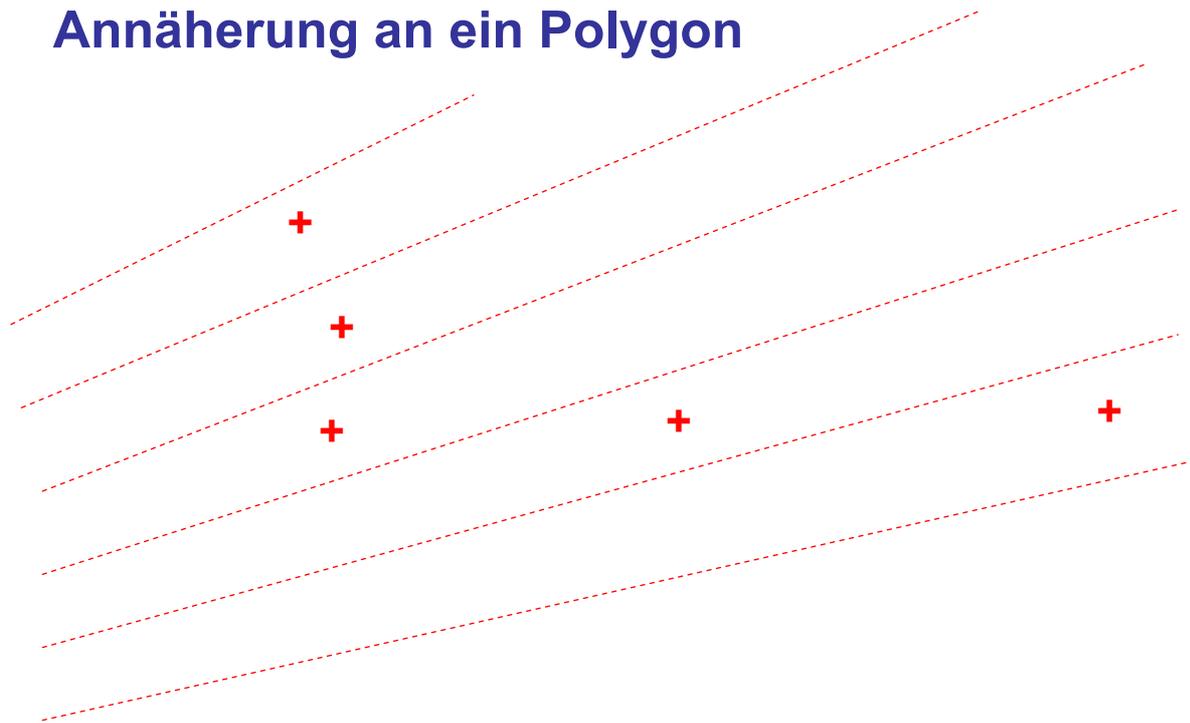
L2-Darstellung



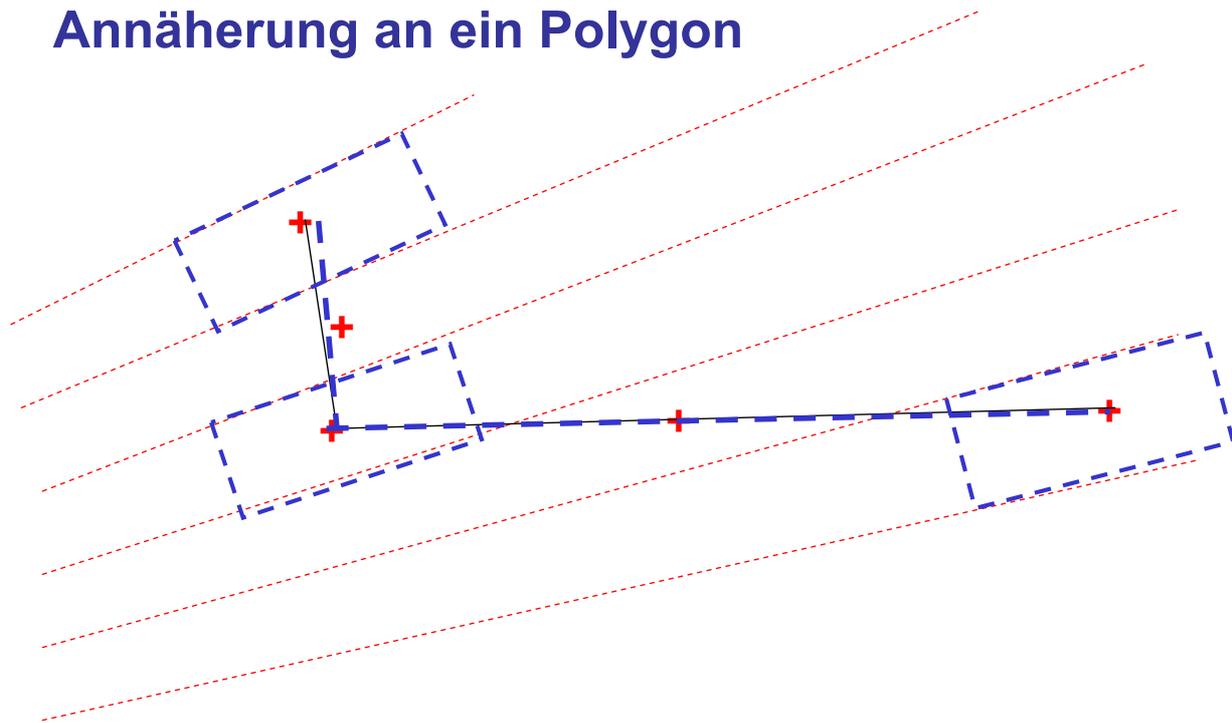
Messung Sensor 1



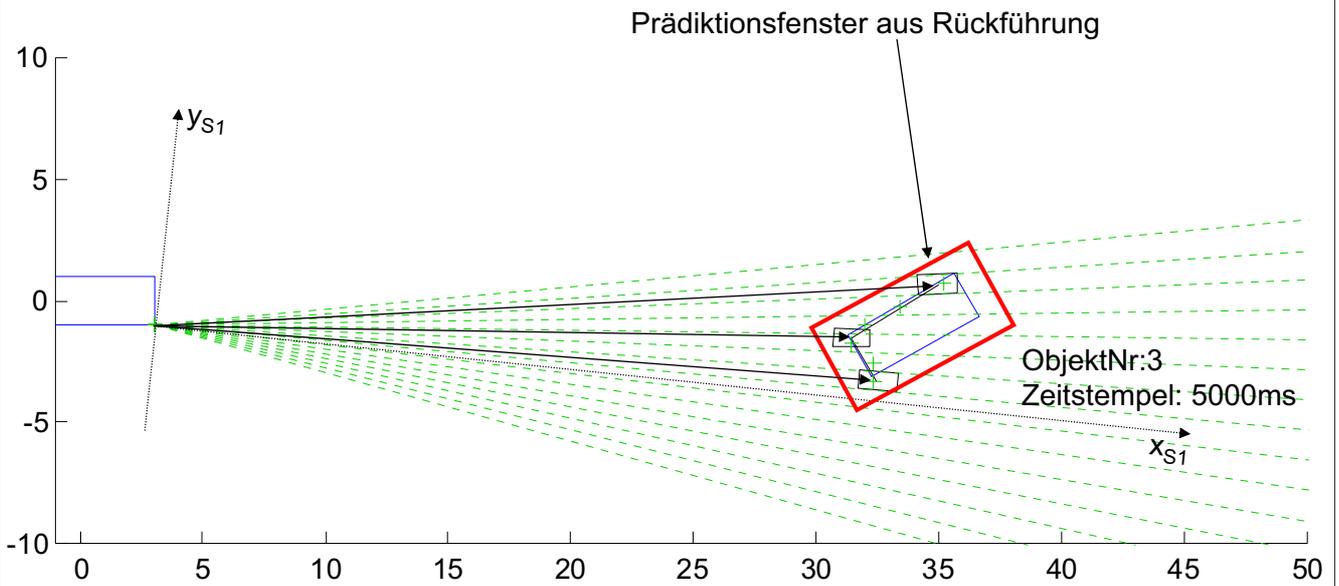
Annäherung an ein Polygon



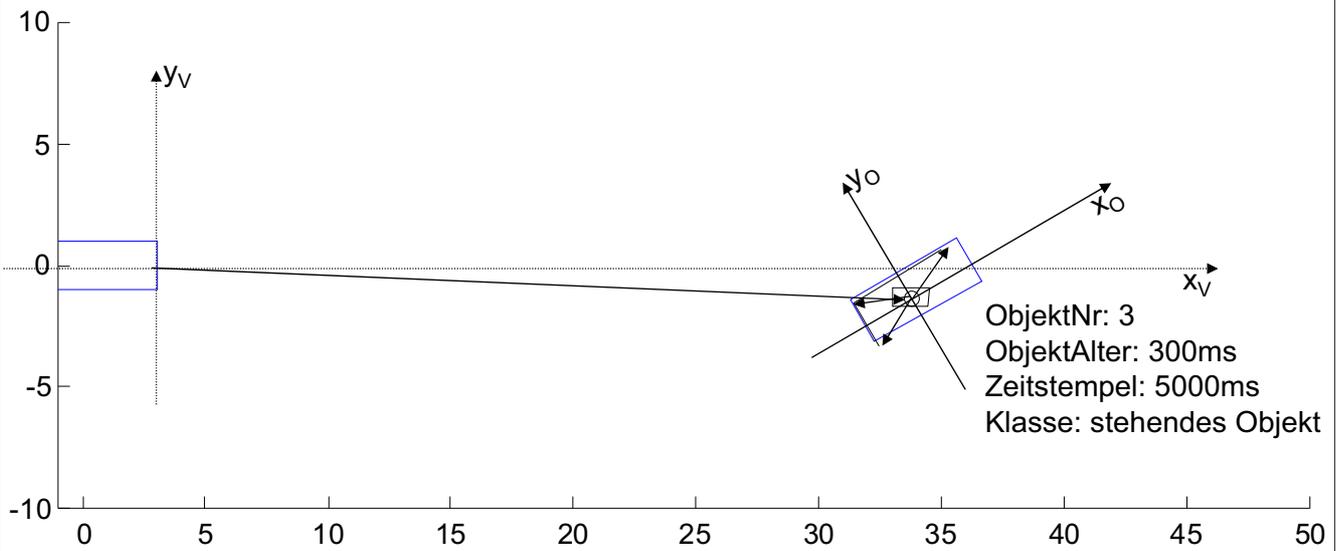
Annäherung an ein Polygon



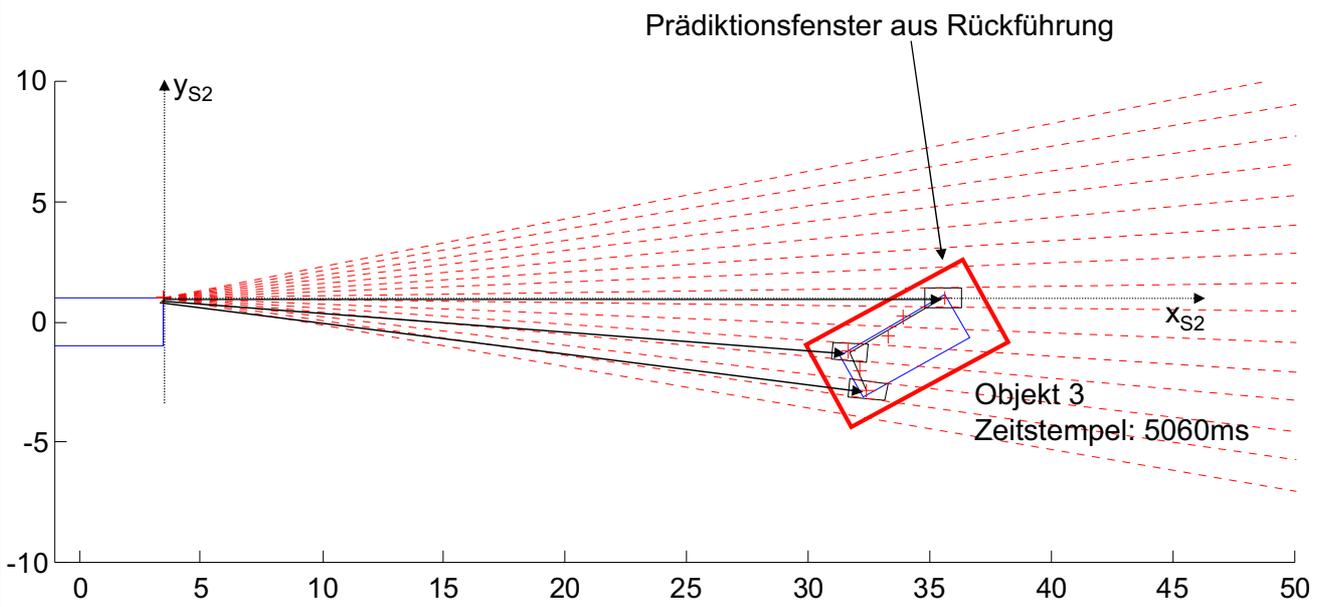
L1-Darstellung Sensor 1



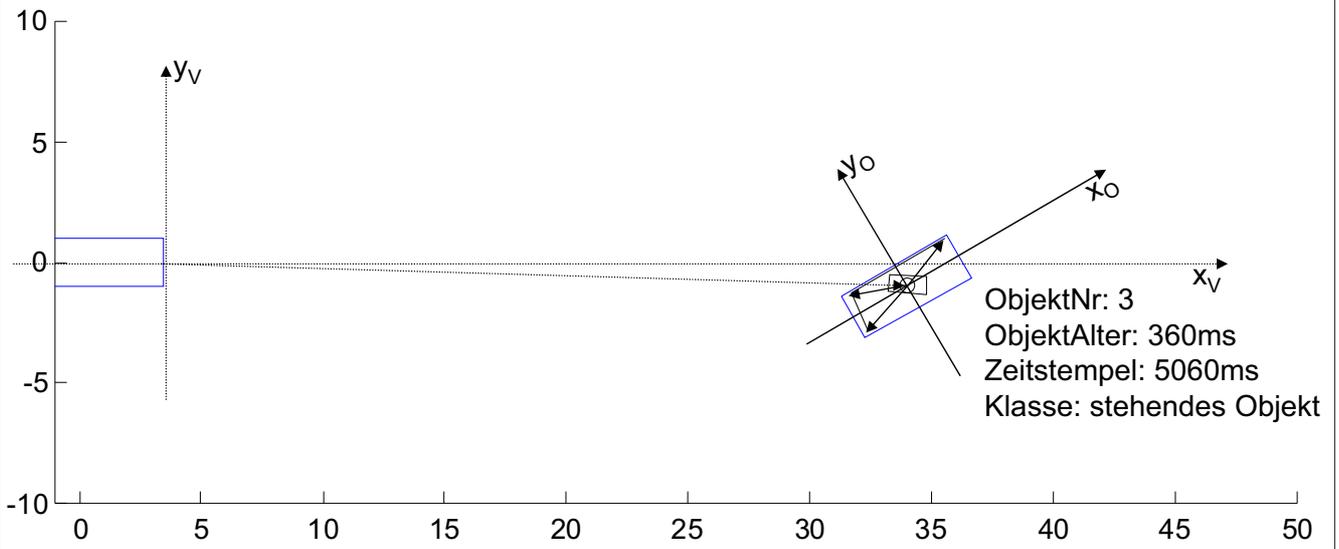
L2-Darstellung



Assoziation Sensor 2



L2-Darstellung



Zusammenfassung

- Eine Großzahl heutiger und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme ist auf Umfeldinformationen angewiesen
- Interpretation/Verarbeitung der Daten ist anwendungsabhängig
- Eine Sensordatenfusion auf Basis der vorgestellten Systemarchitektur bietet dabei folgende Vorteile:
 - Offenes Fusionskonzept auf Komponenten/Anwendungsebene
 - Im Vergleich zu Rohdatenfusion erheblich reduzierte Kommunikation
 - Minimierte / transparente Fehlerfortpflanzung
 - Notwendige Flexibilität für Anwendungen
 - Mehrfachnutzung von vertrauenswürdiger Software
 - Ansatz für eine offene Architektur zur effizienten Entwicklung von vertrauenswürdiger Software

Vielen Dank für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit!



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fragen

Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Darms - Folie-Nr. 41
Prof. Dr. rer. nat. H. Winner
FG Fahrzeugtechnik



Literatur

- [Sparbert01] Sparbert, J., Dietmayer, K., Streller, D., Lane Detection and Street Type Classification using Laser Range Images, in Proc. IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, 2001.
- [Vukotch01] Vukotich, A., Kirchner, A., Sensorfusion für Fahrerassistenzsysteme, in VDI-Berichte 1646, S. 857-875, VDI Verlag, 2001.
- [Becker02] Becker, J.-C., Fusion der Daten der objekterkennenden Sensoren eines autonomen Straßenfahrzeugs}, Dissertation, TU-Braunschweig, Fortschr.-Ber. VDI Reihe 8, Nr. 948, VDI Verlag, 2002.
- [Lou 91] Lou, R.C., Kay, M.K., Multisensor Integration and Fusion in Intelligent Systems, in: Autonomous Mobile Robots Volume 1, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, 1991.
- [Joerg94] Joerg, K.-W., Echtzeitfähige Multisensorintegration für autonome Mobile Roboter, Mannheim u.a., BI-Wiss.-Verl., 1994.
- [Darms03] Darms, M., Winner, H., Fusion von Umfelddaten für Fahrerassistenzsysteme, in Stiller, C., Maurer, M., Workshop Fahrerassistenzsysteme FAS2003 S. 13-16.
- [Randler03] Randler, M, Wilhelm, U., Lucas, B., Anforderungen von Komfort- und Sicherheitsfunktionen an die Umwelthypothese der Umfeldsensorik, in Stiller, C., Maurer, M., Workshop Fahrerassistenzsysteme FAS2003 S. 42-44.
- [Klein99], Klein, L. A., Sensor and Data Fusion Concepts and Applications, 2nd Edition, SPIE, 1999.
- [Bar95] Bar-Shalom, Y., Xiao-Rong, L. Multitarget-Multisensor Tracking: Principles and Techniques, 3rd Printing, YBS, 1995.