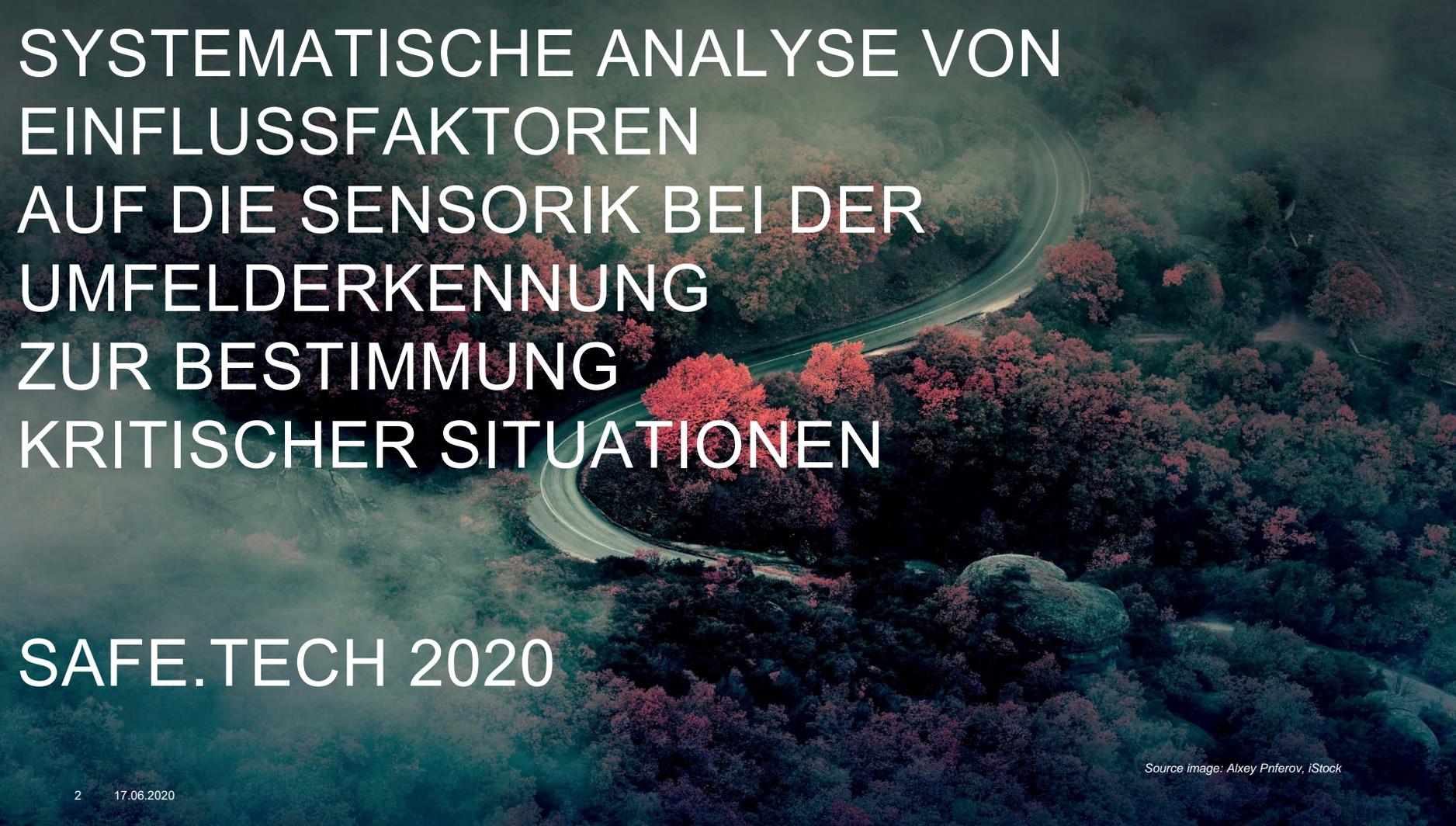


# SAFE INTELLIGENCE

KOGNITIVE SYSTEME | KÜNSTLICHE INTELLIGENZ & MACHINE LEARNING | AUTONOME SYSTEME | AUTONOMES FAHREN | INDUSTRIE 4.0  
| IOT

An aerial photograph of a winding asphalt road through a dense forest. The trees are in various stages of autumn, with some showing vibrant reds and oranges, while others are still green. The road curves through the landscape, and the overall scene is captured from a high angle, looking down on the terrain.

# SYSTEMATISCHE ANALYSE VON EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE SENSORIK BEI DER UMFELDERKENNUNG ZUR BESTIMMUNG KRITISCHER SITUATIONEN

SAFE.TECH 2020

*Source image: Alxey Pnferov, iStock*

# KONTAKT

## **Iwo Kurzidem**

Research Engineer

[iwo.kurzidem@iks.fraunhofer.de](mailto:iwo.kurzidem@iks.fraunhofer.de)

## **Philipp Schleiss**

Head of Department *Safety Reliability Availability (SRA)*

[philipp.schleiss@iks.fraunhofer.de](mailto:philipp.schleiss@iks.fraunhofer.de)

# AGENDA

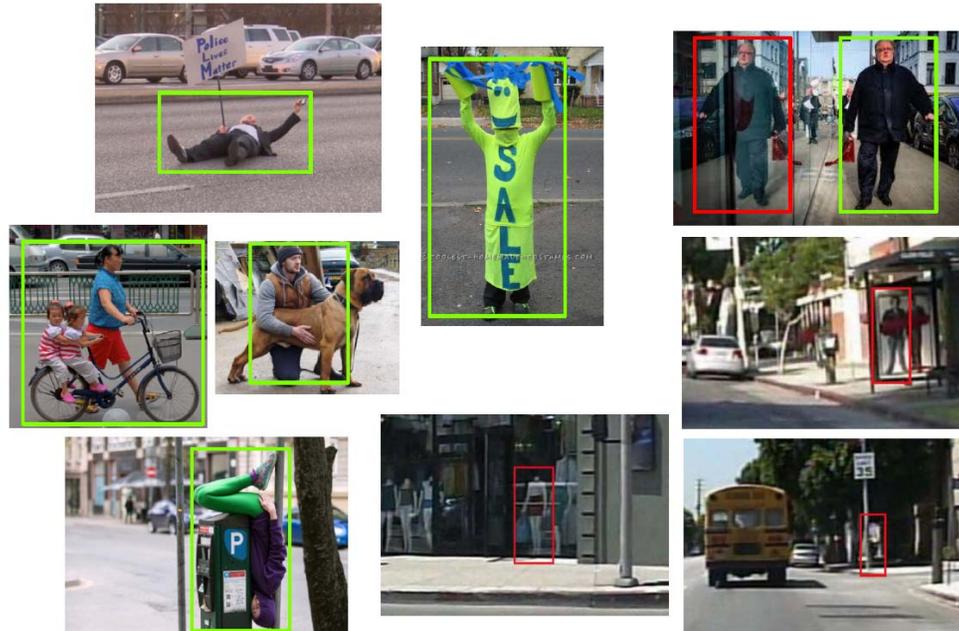
- I. Einsatz autonomer Systeme
- II. Funktionale Unzulänglichkeiten
- III. Überblick *Safety of the Intended Functionality* (SOTIF – ISO/PAS 21448)
- IV. Systematische Analyse
  - 1. Modellierung
  - 2. Simulation
  - 3. Auswertung(en)
- V. Zusammenfassung

# I. EINSATZ AUTONOMER SYSTEME



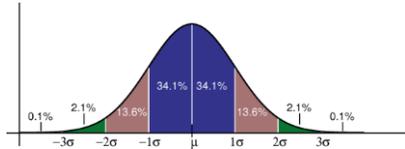
Source image: AUTONOMOUS DRIVING RADAR REQUIREMENTS, Martin Kunert, Bosch

# I. EINSATZ AUTONOMER SYSTEME



Source of slide: [Towards a Framework to Manage Perceptual Uncertainty for Safe Automated Driving](#), Krzysztof Czarnecki and Rick Salay

## II. FUNKTIONALE UNZULÄNGLICHKEITEN



Source image: Gaussian Distribution, Princeton Education

### 1. Stochastische Variabilität (Messungenauigkeit)

Hervorgerufen durch:

- Physikalische Messvorgänge
- Umwelteinflüsse

### 2. Kenntnisstandunsicherheit (Modellierungsungenauigkeit)

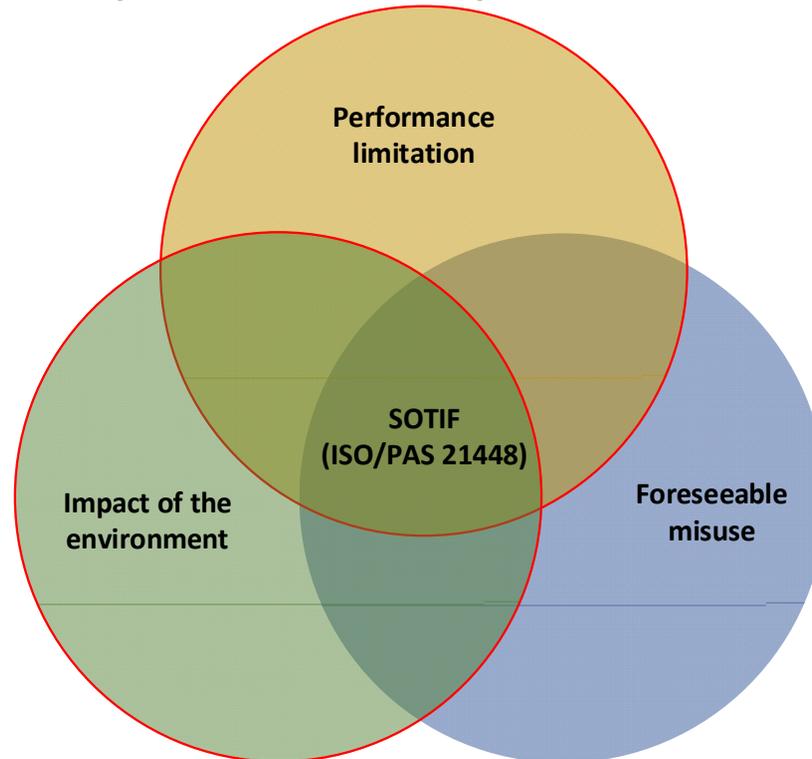
Hervorgerufen durch:

- Vereinfachungen
- Unzureichendes Wissen

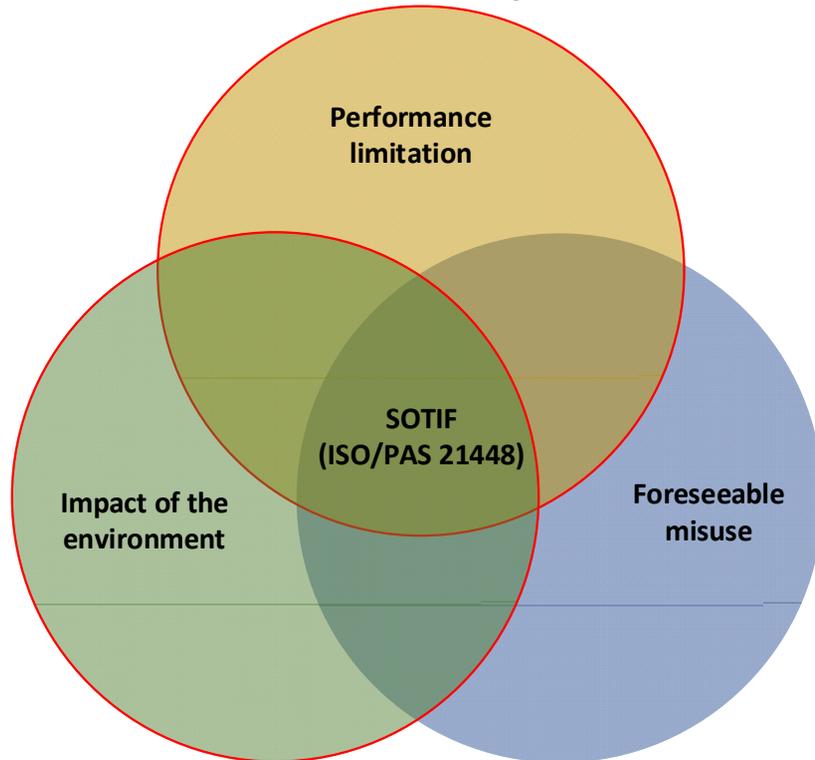


Source image: [Here's one idea to make 'Storrorving' a thing of the past](#), Matt Roochelau, Boston Globe

### III. ÜBERBLICK SOTIF (ISO/PAS 21448)



### III. ÜBERBLICK SOTIF (ISO/PAS 21448)



#### Performance limitation

Fundamentale funktionale Grenzen eines Systems, z.B. aufgrund limitierter technischer Fähigkeiten oder Umwelteinflüsse.

#### Impact of the environment

(Umwelt-)Einflüsse oder Gegebenheiten die sich negative auf die Funktionsweise eines Systems auswirken, z.B. Ausfall eines Sensors.

# IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE

Analyseverfahren:

## 1. Modellierung

- Erstellung der logischen Systemarchitektur
- Erstellung der Umgebungsgegebenheiten (PEGASUS)

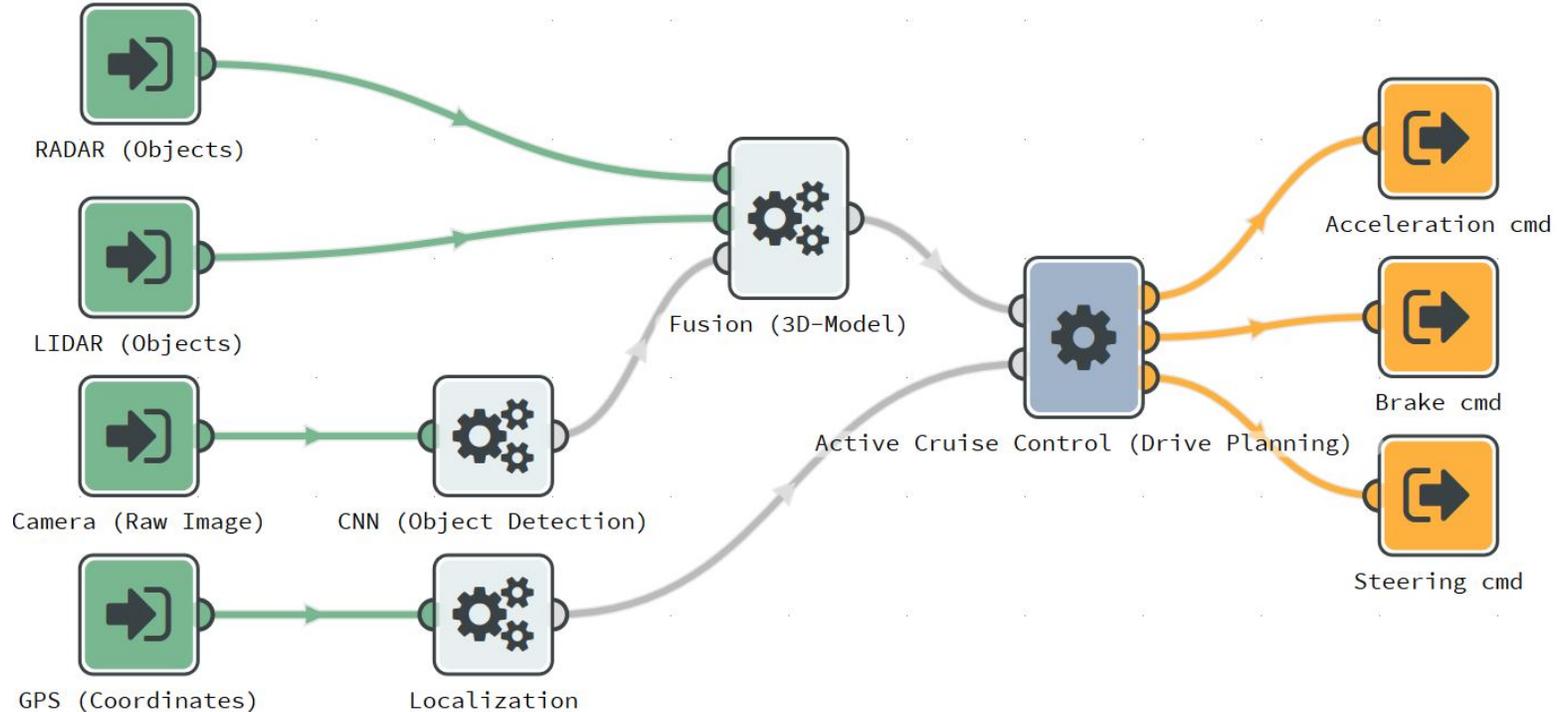
## 2. Simulation

- Systematische Signalpropagation (~ *Impact of the environment*)

## 3. Auswertung

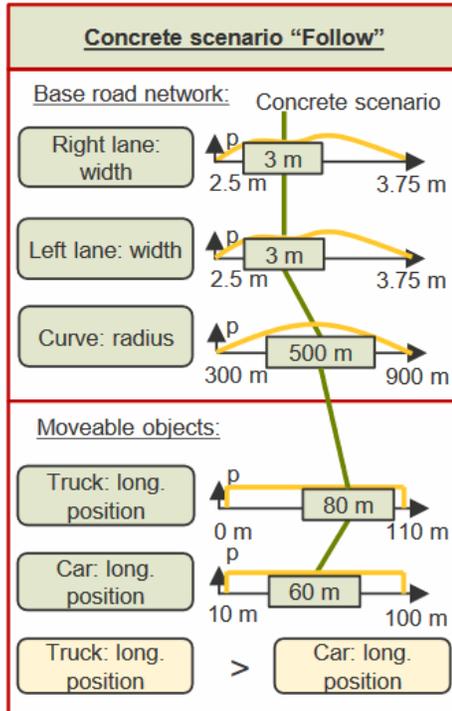
- Identifikation von Performanz-Schwachstellen des Systems (~ *Performance limitation*)
- Analyse möglicher Ursachen und geeigneter Gegenmaßnahmen
  - Schwachstellen in der Architektur
  - Einschränkung der Funktionalität

## IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 1. SYSTEMARCHITEKTUR



Source image: Fraunhofer IKS

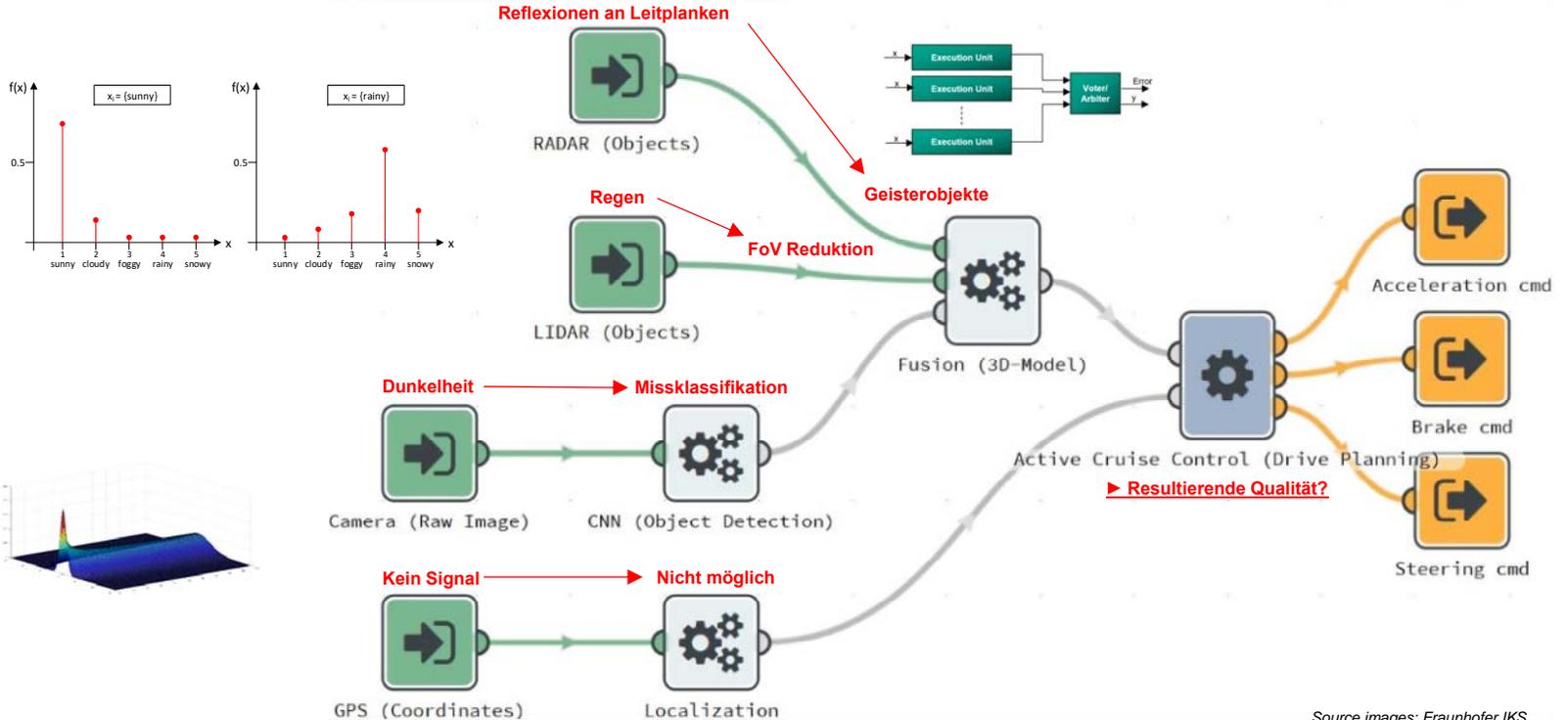
## IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 1. UMGEBUNGSGEGEBENHEITEN



PEGASUS Framework:

- Formalisierung und Strukturierung durch Ontologie
  - Unterschiedliche Abstraktionsebenen
  - Verschiedene Detailgrade (Straße, Objekte, Wetter etc.)
- Erstellung von vielen verschiedenen Testszenarien möglich
- Verifizierung auf Vollständigkeit

# IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 2. SIGNALPROPAGATION



Source images: Fraunhofer IKS

## IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 3. SCHWACHSTELLEN

Performanz-Schwachstellen:

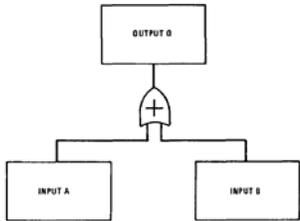
	Existenz Unsicherheit	Obj. Dim. Unsicherheit	Obj. Farbe Unsicherheit	...	Obj. Pos. Unsicherheit
Fahrzeug 1	0.01	0.0	1.0	...	0.01
Fahrzeug 2	0.1	0.05	1.0	...	0.01
LKW 1	0.05	0.1	1.0	...	0.03
...	...	...	...	...	...
Fußgänger 1	0.2	0.25	1.0	...	0.02

Die Bestimmung einer kritische Situation ist von der Funktionalität abhängig.

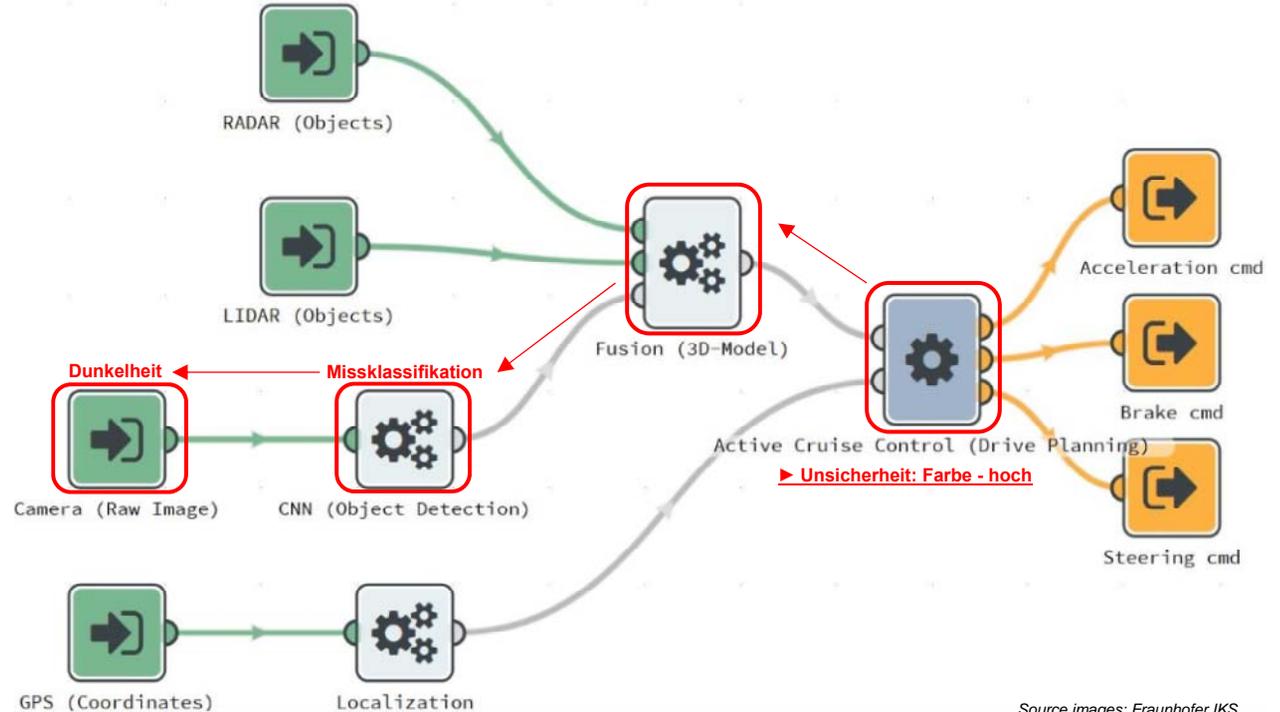
- Hohe Unsicherheitswerte bei der Farberkennung sind z.B. für AEB Systeme nicht relevant.
- Für die Funktionalität eines Spurhalteassistent, basierend auf Kontrast, allerdings schon.
- ▶ Ursache(n) in der Architektur identifizieren um kritische Situation(en) abzufangen.

# IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 3. SCHWACHSTELLEN

Vergleichbar zu  
Fault Tree Analysis  
(FTA):



Source image: Fault Tree Handbook,  
U.S Nuclear Regulatory Commission



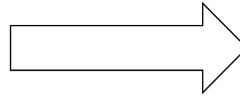
Source images: Fraunhofer IKS

## IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 3. SCHWACHSTELLEN ARCHITEKTUR

Performanz-Schwachstellen:

	Obj. Farbe Unsicherheit
Fahrzeug 1	1.0
Fahrzeug 2	1.0
LKW 1	1.0
...	...
Fußgänger 1	1.0

Ontologie



Mögliche Einflussfaktoren:

- Verschmutzung
- Unzureichende/Inhomogene Beleuchtung
- Falsche Kalibrierung
- Bildrauschen
- Objekt Verdeckung
- Kamera defekt oder nicht verfügbar
- ...

► Systematisches Vorgehen um alle bekannten Schwachstellen auszuschließen.

## IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 3. SCHWACHSTELLEN

Performanz-Schwachstellen:

	Existenz Unsicherheit	Obj. Dim. Unsicherheit	Obj. Farbe Unsicherheit	...	Obj. Pos. Unsicherheit
Fahrzeug 1	0.01	0.0	1.0	...	0.01
Fahrzeug 2	0.1	0.05	1.0	...	0.01
LKW 1	0.05	0.1	1.0	...	0.03
...	...	...	...	...	...
Fußgänger 1	0.2	0.25	1.0	...	0.02

Die Bestimmung einer kritische Situation ist von der Funktionalität abhängig.

- Hohe Unsicherheitswerte bei der Farberkennung sind z.B. für AEB Systeme nicht relevant.
- Für die Funktionalität eines Spurhalteassistent, basierend auf Kontrast, allerdings schon.
- ▶ Einschränkung der Funktionalität (ODD) zur Vermeidung kritischen Situationen.

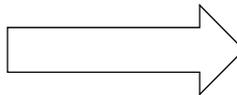
# IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 3. EINSCHRÄNKUNG FUNKTIONALITÄT

Performanz-Schwachstellen:

	Existenz Unsicherheit	Obj. Dim. Unsicherheit	Obj. Farbe Unsicherheit	...	Obj. Pos. Unsicherheit
Fahrzeug 1	0.01	0.0	1.0	...	0.01
Fahrzeug 2	0.1	0.05	1.0	...	0.01
LKW 1	0.05	0.1	1.0	...	0.03
...	...	...	...	...	...
Fußgänger 1	0.2	0.25	1.0	...	0.02

Attribute	Sub-attribute	Capability
Velocity	$v_{min}$	30 km/h
	$v_{max}$	180 km/h
Road type	Motorway	Yes
	Rural road	Yes
	Minor road	Yes
	Radial road	Yes
Acceleration	$a_{min}$	0.1 m/s <sup>2</sup>
	$a_{max}$	7.5 m/s <sup>2</sup>
Distance	$d_{min}$	5.0 m
	$d_{max}$	-

ODD-  
Beschreibung  
generieren



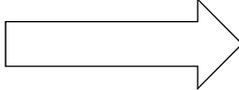
Attribute	Sub-attribute	Capability
Velocity	$v_{min}$	30 km/h
	$v_{max}$	80 km/h
Road type	Motorway	No
	Rural road	Yes
	Minor road	Yes
	Radial road	No
Acceleration	$a_{min}$	0.1 m/s <sup>2</sup>
	$a_{max}$	7.5 m/s <sup>2</sup>
Distance	$d_{min}$	10.0 m
	$d_{max}$	-

# IV. SYSTEMATISCHE ANALYSE – 3. EINSCHRÄNKUNG FUNKTIONALITÄT

ODD Beschreibung

(Zur Laufzeit extrahieren):

Attribute	Sub-attribute	Capability
Velocity	$v_{min}$	30 km/h
	$v_{max}$	80 km/h
Road type	Motorway	No
	Rural road	Yes
	Minor road	Yes
	Radial road	No
Acceleration	$a_{min}$	0.1 m/s <sup>2</sup>
	$a_{max}$	7.5 m/s <sup>2</sup>
Distance	$d_{min}$	10.0 m
	$d_{max}$	-

Ontologie  


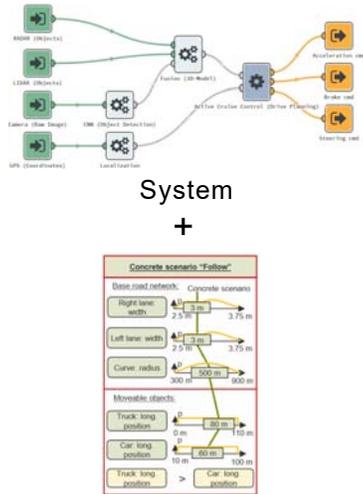
Basierend auf:

- Bestimmte Unsicherheitswerte
- Stochastische Variabilität
- Kenntnisstandunsicherheit
- Bestimmte Klasse an Unsicherheitswerten
- Objekt-Detektion
- ...

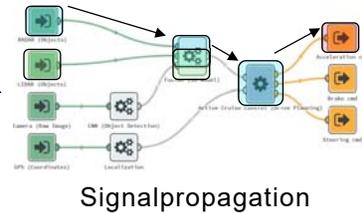
► Systematisches Vorgehen um ODD einzuschränken.

# V. ZUSAMMENFASSUNG

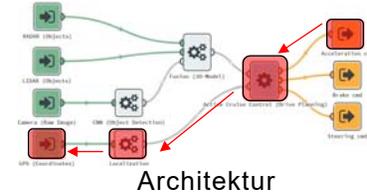
## 1. Modellierung



## 2. Simulation



## 3. Auswertung



Attribute	Sub-attribute	Capability
Velocity	$v_{min}$	30 km/h
	$v_{max}$	80 km/h
Road type	Motorway	No
	Rural road	Yes
	Radial road	No
Acceleration	$a_{min}$	0.1 m/s <sup>2</sup>
	$a_{max}$	7.5 m/s <sup>2</sup>
Distance	$d_{min}$	10.0 m
	$d_{max}$	.

### ODD

	Existenz Unsicherheit	Obj. Dim. Unsicherheit	...	Obj. Pos. Unsicherheit
Fahrzeug 1	0.01	0.0	...	0.01
Fahrzeug 2	0.1	0.05	...	0.01
LKW 1	0.05	0.1	...	0.03
...	...	...	...	...
Fußgänger 1	0.2	0.25	...	0.02

Eigene Auswertung?

+ Ontologie

Fehlerbilder und Ursache

Messwerte und ODD-Attribute

► Ergänzung zu Verfahren wie FMEA, STPA, FTA etc. (ISO 26262).

## V. ZUSAMMENFASSUNG

Vortrag:

***Systematische Analyse von Einflussfaktoren auf die Sensorik bei der Umfelderkennung zur Bestimmung kritischer Situationen***

Die **Systematische Analyse** basiert auf der Simulation von Signalpropagation durch eine logische Systemarchitektur für ein gegebenes Szenario zur Identifikation von **Sensorik-Messwerten** mit hohen Unsicherheitswerten.

**Sensorik-Messwerte** mit hohen Unsicherheitswerten, welche für die definierte Funktionalität relevant sind, erzeugen kritische Situationen.

Kritische Situationen erfordern die Untersuchung möglicher **Einflussfaktoren**.

# KONTAKT

## Iwo Kurzidem

Research Engineer

[iwo.kurzidem@iks.fraunhofer.de](mailto:iwo.kurzidem@iks.fraunhofer.de)

## Philipp Schleiss

Head of Department *Safety/Reliability/Availability* (SRA)

[philipp.schleiss@iks.fraunhofer.de](mailto:philipp.schleiss@iks.fraunhofer.de)

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR KOGNITIVE SYSTEME  
IKS**

HANSASTRASSE 32  
D-80686 MÜNCHEN

TELEFON: +49 89/547088-0  
TELEFAX: +49 89/547088-220

[WWW.IKS.FRAUNHOFER.DE](http://WWW.IKS.FRAUNHOFER.DE)

[HTTPS://SAFE-INTELLIGENCE.FRAUNHOFER.DE/](https://SAFE-INTELLIGENCE.FRAUNHOFER.DE/)