

# Verbundprojekt LUKAS

Lokales Umfeldmodell für das kooperative, automatisierte Fahren  
in komplexen Verkehrssituationen

## BMWi-Förderprogramm

Hoch- und vollautomatisiertes Fahren für anspruchsvolle Fahrsituationen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektlaufzeit 01.07.2020 – 30.06.2023

# Projektbeschreibung zur Datenverarbeitung

Version 1, 08.06.2021

Dokumenten-Freigabe			
	Partner-Unternehmen	Name	
Autoren:	Robert Bosch GmbH	Dr. Rüdiger W. Henn	
	Universität Ulm	Dr. Michael Buchholz	

## Dokumenten-Historie

Version	Datum	Autor	Kommentar
0.1-0.44	21.03.2021	Henn	Initiale Version
0.5	22.04.2021	Buchholz	Umstrukturierung
0.6	26.04.2021	Henn	Umstrukturierung, Überarbeitung
0.7-0.11	29.04.2021	Henn	Dokumentenbezeichnung geändert, Überarbeitungen
1	08.06.2021	Henn	Zusammenführung aller akzeptierten Änderungen

## Autoren

### Nachname, Vorname

Henn, Rüdiger W.  
Buchholz, Michael

### Organisation

XC/ENA2, Robert Bosch GmbH  
MRM, Universität Ulm

## Verbreitung

- Öffentlich
- BMWi
- Projektträger
- Projektpartner

**Dateiname** 20210608\_LUKAS\_Datenverarbeitung\_Final

**Seitenzahl** 18

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Zweck und Geltungsbereich.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Projektbeschreibung .....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Projekt-Kontext .....</i>	4
2.2 <i>Zuwendungsgeber .....</i>	5
2.3 <i>Projekträger .....</i>	5
2.4 <i>Projekt-Zielsetzung .....</i>	5
2.5 <i>Verbundpartner.....</i>	5
2.6 <i>Arbeitsteilung .....</i>	6
2.7 <i>Beschreibung der LUKAS Arbeitspakete .....</i>	7
2.7.1 AP1 – Entwicklung Gesamtsystem .....	7
2.7.2 AP2 – Sensorsysteme .....	7
2.7.3 AP3 – Kommunikationsnetze .....	7
2.7.4 AP4 – Umfeldmodell und Verkehrssimulation .....	7
2.7.5 AP5 – Kooperative Fahrfunktion im Mischverkehr .....	8
<b>3. Datenverarbeitung im Projekt LUKAS .....</b>	<b>8</b>
3.1 <i>Systemkonzept .....</i>	8
3.3 <i>Pilotanlage .....</i>	10
3.4 <i>LUKAS System-Komponenten .....</i>	10
3.4.1 <i>Infrastruktur-Sensorsystem.....</i>	11
3.4.2 <i>Kommunikationsnetze .....</i>	12
3.4.3 <i>Edge-Server .....</i>	13
3.4.4 <i>Backend-Services.....</i>	14
3.4.5 <i>Verkehrsteilnehmer .....</i>	16
3.4.6 <i>Video-Drohne .....</i>	17
3.4.7 <i>GNSS/RTK .....</i>	18

## 1. Zweck und Geltungsbereich

Das vorliegende Dokument erläutert Hintergründe der Datenerfassung und –Verarbeitung im Projekt LUKAS. Zugrundeliegende Datenschutzkonzepte der am Projekt beteiligten Partner gewährleisten die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften zur Wahrung des Rechtes auf Privatsphäre und auf informationelle Selbstbestimmung des im Weiteren beschriebenen Systems über die Projektlaufzeit. Gerade während der Entwicklung von kooperativen und vernetzten Systemen im Straßenverkehr ist die temporäre Verarbeitung von personenbezogenen Daten unabdingbar. Daher ist hier sicherzustellen, dass die im Rahmen des Projektes verarbeiteten personenbezogenen Daten gemäß Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)/Landesdatenschutzgesetz (LDSG) bzw. der maßgebenden Europäischen Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) verwaltet werden.

In Kapitel 2 wird zunächst das Projekt allgemein samt organisatorischen Hintergrund dargestellt. Darauf aufbauend wird in Kapitel 3 der technische Systemaufbau mit seinen Komponenten im Projekt LUKAS beschrieben. Hier wird im Detail transparent erläutert, wie und welche Daten wann und in wessen Verantwortung erhoben und verarbeitet werden. Personenbezogene Daten werden von Systemkomponenten (Kap 3.4) erfasst, die nach der vereinbarten Arbeitsteilung im Projekt LUKAS (Kap 2.7) von den Verbundpartnern (Kap 2.5) betrieben werden.

Das vorliegende Dokument zum Hintergrund der Datenverarbeitung im Projekt LUKAS wird von den in Abschnitt 2.5 aufgeführten Partnern freigegeben. Die Erstellung und Freigabe der zugrundeliegenden Datenschutzkonzepte erfolgen nach internen Prozessen der jeweils zuständigen Partner.

## 2. Projektbeschreibung

LUKAS ist ein vom BMWi öffentlich gefördertes Projekt, das in einem Verbund von Unternehmen und wissenschaftlichen Instituten durchgeführt wird. Die Robert Bosch GmbH koordiniert das Partner-Konsortiums gemäß den Richtlinien für öffentlich geförderte Verbundvorhaben und stimmt die Aktivitäten zum Thema Datenschutz mit den Partnern ab.

### 2.1 Projekt-Kontext

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert in der Ausschreibung zum „Hoch- und vollautomatisiertes Fahren für anspruchsvolle Fahrsituationen“ (Bekanntmachung vom 26.10.2015, Neufassung 19.11.2018) Forschungs- und Entwicklungsprojekte, um einen Innovationssprung in der Technologieentwicklung auf dem Gebiet des hoch- und vollautomatisierten Fahrens zu bewirken. Die Förderbekanntmachung „Hoch- und vollautomatisiertes Fahren für anspruchsvolle Fahrsituationen“ ist ein inhaltlicher Schwerpunkt zur Umsetzung des BMWi-Fachprogramms „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ sowie der dazu gehörenden Richtlinie. Das Programm zielt auf die Entwicklung neuer Technologien bis hin zum Nachweis der Einsatzfähigkeit (prototypische Erprobung) in den Bereichen „Automatisierte Fahrzeuge“ und „Innovative Fahrzeuge“. Technologische Schwerpunkte der Bekanntmachung liegen u.a. in der Kooperation der automatisierten Fahrzeuge mit der Infrastruktur, Sensoren und Aktoren für das hoch- und vollautomatisierte Fahren, hochgenaue Lokalisierung und Fahrverhalten und Vernetzung. Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sollen in den genannten Technologiefeldern und Themengebieten zu neuen konzeptionellen Ansätzen und wesentlichen Verbesserungen vor allem im Bereich der Verkehrssicherheit, des Energieeinsatzes und/oder des Nutzerkomforts führen.

## Projektbeschreibung zur Datenverarbeitung

---

Die Verbundpartner (s. Kap. 2.5) haben im Rahmen der obigen Ausschreibung das Projekt LUKAS gemeinsam beantragt. Dabei agieren die Partner rechtlich unabhängig im Rahmen einer Konsortialvereinbarung. Der Aufbau einer gemeinsam genutzten IT-Infrastruktur für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten ist im Projekt LUKAS nicht vorgesehen. Dementsprechend verantworten die Partner jeweils die von ihnen verarbeiteten personenbezogenen Daten und greifen dabei auf bestehende IT-Infrastrukturen ihrer jeweiligen Unternehmen und Institute zurück.

Teilweise ist es im Projekt zur Erreichung der Projektziele auch notwendig oder im Hinblick auf die nach DSGVO geforderte Datenminimierung sinnvoll, personenbezogene Daten zwischen einzelnen Projektpartnern und/oder Unterauftragnehmern auszutauschen, um gemeinsam verantwortete Ziele zu erreichen. Vor einer solchen Weitergabe stellen die Partner sicher, dass eine entsprechende rechtliche Grundlage (Vereinbarung gemäß Artikel 26 DSGVO bei gemeinsamer Verantwortlichkeit bzw. Datenauftragsverarbeitungsvereinbarung bei Unteraufträgen) vorliegt.

Nach Bestätigung der Zuwendungsbescheide startete das Projekt LUKAS am 01.07.2020 in die operative Phase. Das Projektende ist für den 30.06.2023 veranschlagt. In diesem Zeitraum werden die Verbundpartner zur Umsetzung der Projektziele an der Pilot-Anlage in Ulm-Lehr personenbezogene Daten verarbeiten.

### 2.2 Zuwendungsgeber

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert als Zuwendungsgeber geplante Vorhaben nach Maßgabe der in 2.1 skizzierten Ausschreibung, den BMWi-Standardvorschriften für Zuwendungen auf Ausgaben- bzw. Kostenbasis und den Verwaltungsvorschriften zu den § 23 und § 44 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) durch Zuwendungen gefördert werden. Der Zuwendungsgeber entscheidet nach pflichtgemäßem Ermessen. Die Gewährung der Zuwendung steht unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit der veranschlagten Haushaltsmittel.

### 2.3 Projektträger

Die TÜV Rheinland Consulting GmbH ist als Projektträger „Mobilität und Verkehrstechnologien“ (PT MVt) für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) bestellt. In dieser Rolle übernimmt die TÜV Rheinland Consulting GmbH für LUKAS u.a. das Projektcontrolling, Änderungsmanagement und die Schnittstelle zum Ministerium.

### 2.4 Projekt-Zielsetzung

Ziel des Projektes LUKAS ist die Entwicklung eines kooperativen Systems, das ein sicheres und robustes automatisiertes Fahren in besonders kritischen Fahrsituationen im urbanen Mischverkehr ermöglicht. Gleichzeitig soll es eine bessere Wahrnehmung von besonders gefährdeten Verkehrsteilnehmern wie Fußgänger und Radfahrer gewährleisten. Damit zielt LUKAS sowohl auf die Erhöhung der Verkehrssicherheit als auch der Verkehrseffizienz.

### 2.5 Verbundpartner

Das Konsortium der LUKAS Verbundpartner setzt sich aus den in Tabelle 1 angegebenen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen zusammen. Die Robert Bosch GmbH koordiniert das Gesamtprojekt. Ansprechpartner der beteiligten Organisationen sind in der Tabelle

## Projektbeschreibung zur Datenverarbeitung

ebenfalls angegeben. Die Verbundpartner arbeiten nach einem vereinbarten Kooperationsvertrag an der Umsetzung der Projekteinhalte.

Die Verbundpartner beantragen und erhalten ihre Zuwendungen unabhängig voneinander. Interne Unternehmensprozesse sind im Rahmen von Verbundvorhaben nicht offengelegt. Die für das Projekt zur Verfügung gestellten Ressourcen werden vom jeweiligen Partner intern verwaltet.

Verbundpartner	Akrony	Ansprechpartner	Adresse
Robert Bosch GmbH	BOSCH	Dr. R.W. Henn	Daimlerstraße 6 71229 Leonberg
Mercedes Benz AG	MB	Dr. H. Rehborn	Benzstraße 71059 Sindelfingen
IT-Designers GmbH	ITD	Dr. S. Kaufmann	Entennest 2 73730 Esslingen
Nokia Solutions and Networks GmbH & Co. KG	NOKIA	B. Haetty	Lise-Meitner-Str. 7/2 89081 Ulm
InMach Intelligente Maschinen GmbH	InMACH	M. Strobel	Nicolaus-Otto-Straße 4 89079 Ulm
Universität Duisburg-Essen	UDE	Prof. B. Kerner	Lotharstraße 1 47048 Duisburg
Universität Ulm	UULM	Dr. M. Buchholz	Albert-Einstein-Allee 41 89081 Ulm

Tabelle 1: Zuordnung von AP-Leitung (X) und Beteiligung (x) der Konsortialpartner an den LUKAS Arbeitspaketen (APs).

### 2.6 Arbeitsteilung

Die inhaltlichen Arbeiten sind im Projekt LUKAS in fünf Arbeitspakete (AP) unterteilt. Die Partner tragen gemäß den Einträgen (x) in Tabelle 2 zu den verschiedenen Arbeitspaketen bei. Die Einträge mit einem X (groß) bezeichnen den Partner, der das jeweilige Arbeitspaket leitet.

	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5
<b>BOSCH</b>	X	x	x	x	X
<b>MB</b>	x	x	-	X	x
<b>INMACH</b>	x	x	x	x	x
<b>ITD</b>	x	x	x	x	x
<b>NOKIA</b>	x	x	X	-	x
<b>UDE</b>	x	-	-	x	-
<b>UULM</b>	x	X	x	x	x

Tabelle 2: Zuordnung von AP-Leitung (X) und Beteiligung (x) der Konsortialpartner an den LUKAS Arbeitspaketen (APs).

## 2.7 Beschreibung der LUKAS Arbeitspakete

In den Arbeitspaketen werden die Inhalte und Komponenten des LUKAS-Systems erarbeitet. In den folgenden Beschreibungen wird insbesondere auf die Erfassung, Übermittlung und Speicherung von Daten im Systemkontext eingegangen:

### 2.7.1 AP1 – Entwicklung Gesamtsystem

Geplante Inhalte des AP1 betreffen im Wesentlichen Gesamtsystem- bzw. Gesamtprojektaspekte. Es sind daher unter der AP-Leitung von BOSCH alle Partner des LUKAS-Konsortiums am AP1 beteiligt. Das Arbeitspaket 1 (AP1) „Entwicklung Gesamtsystem“ umfasst die vier Unterarbeitspakete (UAP):

- UAP1.1 Projektmanagement, KPIs und Ergebnisverbreitung
- UAP1.2 Use-Case Definition und Anforderungsentwicklung
- UAP1.3 System-Architektur und Schnittstellen
- UAP1.4 System-Evaluation und –Optimierung

### 2.7.2 AP2 – Sensorsysteme

Das Arbeitspaket 2 (AP2) „Sensorsysteme“ umfasst die Arbeiten an den Forschungsfragen zur Erfassung der Verkehrsteilnehmer bzw. deren Zustände, die als Basis für die Generierung des Edge-Server-Umfeldmodells und den darauf basierenden kooperativen Funktionen dienen. Das Arbeitspaket gliedert sich dabei in die folgenden 3 Unterarbeitspakete:

- UAP2.1: Infrastruktursensoren
- UAP2.2: Onboard-Sensorik
- UAP 2.3: Nomadic Devices

### 2.7.3 AP3 – Kommunikationsnetze

Das Arbeitspaket 3 (AP3) „Kommunikationsnetze“ umfasst alle Kommunikationsaspekte des Projektes. Bezüglich der eingesetzten Kommunikationsprotokolle wird darauf geachtet, dass, wenn immer möglich, standardisierte Lösungen eingesetzt werden, wie zum Beispiel die ETSI ITS Standards für die Definition der zu übertragenden Nachrichten (z.B. CAM oder DENM).

AP3 teilt sich in 3 Unterarbeitspakete auf:

- UAP3.1 Funk-Kommunikations-Netze
- UAP3.2 Kommunikationsmodule
- UAP3.3 Edge-Server

### 2.7.4 AP4 – Umfeldmodell und Verkehrssimulation

Das Arbeitspaket 4 (AP4) „Umfeldmodell und Verkehrssimulation“ umfasst die Arbeiten zu den verschiedenen Umfeldmodellen im Edge-Server und auf den Fahrzeugen, zu Verkehrssimulationsmodellen, der auf den Umfeldmodellen aufbauenden Szenenprädiktion sowie die Energiebedarfsanalyse auf Basis von Fahrdaten. Das Arbeitspaket gliedert sich dabei in die folgenden 5 Unterarbeitspakete:

- UAP 4.1: Edge-Server-Umfeldmodell
- UAP 4.2: Fahrzeug-Umfeldmodell
- UAP 4.3: Szenenprädiktion
- UAP 4.4: Verkehrssimulationen verschiedener Szenarien im Mischverkehr
- UAP 4.5: Energiebedarfsanalysen auf Basis von Fahrdaten

### 2.7.5 AP5 – Kooperative Fahrfunktion im Mischverkehr

Das Arbeitspaket 5 (AP5) „Kooperative Fahrfunktion im Mischverkehr“ umfasst die Bereitstellung der Versuchsfahrzeuge für die Tests und die Evaluation an der Pilotanlage sowie die Arbeiten zum kooperativen Verhalten im urbanen Verkehrsverhalten. Dies schließt sowohl ein kooperatives Planungsmodul auf dem Edge-Server als auch entsprechende Fahr- bzw. Assistenzfunktionen in den Fahrzeugen und auf den Nomadic Devices mit ein. Das Arbeitspaket gliedert sich dabei in die folgenden 4 Unterarbeitspakete:

- UAP 5.1: Bereitstellung der Versuchsfahrzeuge
- UAP 5.2: Kooperatives Planungsmodul / Edge-Server
- UAP 5.3: Kooperative Fahrfunktion / Versuchsfahrzeuge
- UAP 5.4: Kooperative Warnfunktion / Nomadic Devices

## 3. Datenverarbeitung im Projekt LUKAS

Die Datenverarbeitung im Projekt LUKAS verteilt sich gemäß der Arbeitsteilung auf verschiedene Partner und erstreckt sich über verschiedene Arbeitspakete. Die Datenverarbeitung ist notwendig, um die geplanten Projektziele zu erreichen. In diesem Kapitel wird daher, aufgeteilt nach Systemkomponenten, jeweils beschrieben, welchen Zweck die jeweilige Komponente im Projekt verfolgt und ob sie personenbezogene Daten erfasst oder verarbeitet. Ist dies der Fall, werden zudem der oder die jeweils verantwortlichen Partner genannt, deren Ansprechpartner und Adressen der Tabelle 1 im Abschnitt 2.5 entnommen werden können.

### 3.1 Systemkonzept

Das hochautomatisierte Fahren im urbanen Mischverkehr ist durch Verdeckungen von relevanten Verkehrsteilnehmern limitiert. Fahrzeugseitig verbaute Umfeldsensorik und damit das automatisierte Fahren stoßen dem zufolge an physikalisch bedingte Performanz-Grenzen. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, legt das Projekt LUKAS den technischen Schwerpunkt auf die Evaluation einer Infrastruktursensorik ergänzenden zu fahrzeuggebundenen Umfeldsensoren und hochgenauen digitalen Karten: Objekt-Informationen zu verdeckten Verkehrsteilnehmer werden von Infrastruktursensoren und den mit Sensorik ausgerüsteten Verkehrsteilnehmern des lokalen Umfeldes über 5G-Kommunikation an einen lokalen Server (Mobile Edge Computing Server, kurz: Edge-Server) versendet und dort zu einem lokalen Edge-Umfeldmodell verarbeitet. Ebenso werden in weiteren Modulen eine Edge-Szenenprädiktion, eine kooperative Edge-Szenenplanung und Edge-Warnmodul-Informationen für die Verkehrsteilnehmer des lokalen Umfeldes erstellt. In Abb. 1 sind die Komponenten des LUKAS Systems dargestellt. Auf der Ebene der Verkehrsteilnehmer beteiligen sich vernetzte automatisierte Fahrzeuge (VAF), vernetzte Fahrzeuge (VF), die manuell gesteuert werden, vernetzte Nutzkraftwagen (V-NKW), ebenfalls manuell gesteuert, sowie Fußgänger und Radfahrer, die über Nomadic Devices (Smartphones oder Tablets) vernetzt sind. Ein über RTK (real-time kinematic) unterstütztes GNSS (Globales Navigationssatellitensystem) wird zur Eigenlokalisierung und Synchronisation im lokalen Umfeld verwendet. Über das 5G-Netz werden die Informationen der vernetzten Verkehrsteilnehmer im lokalen Umfeld der Pilotanlage sowie die Daten der Infrastruktursensoren an den Edge-Server übermittelt. Die Daten der Infrastruktur-Sensoren werden an der Sensor Processing Unit (SPU) vorverarbeitet.

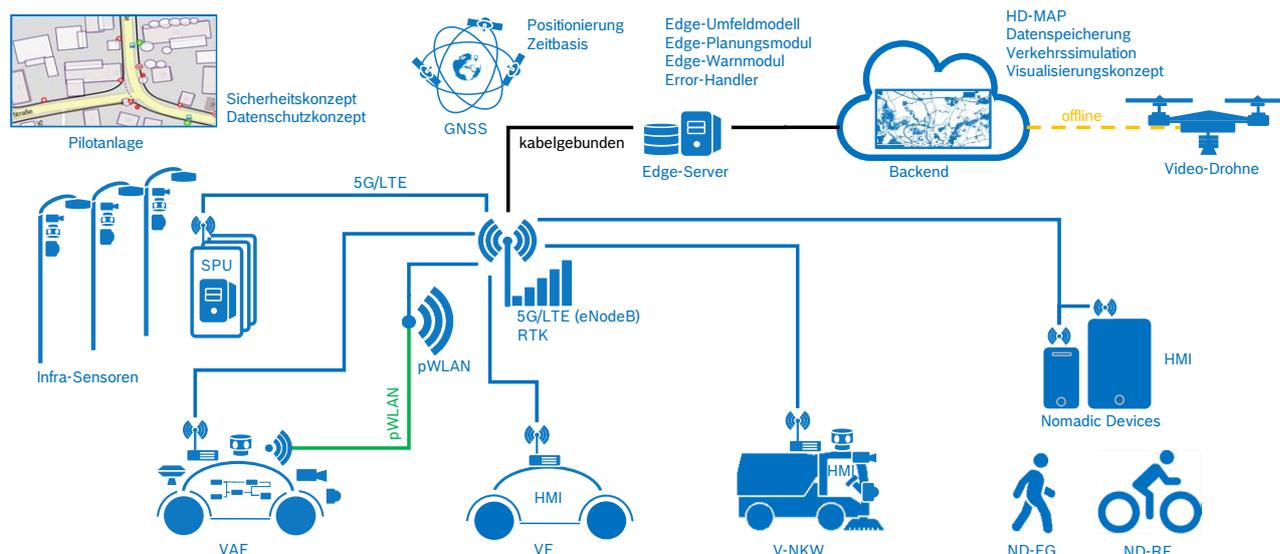


Abb. 1 Schematische Darstellung des LUKAS Systems

Der Edge-Server bereitet diese Daten zusammen mit Informationen aus dem Backend zu einem Edge-Umfeldmodell auf. Das Edge-Umfeldmodell liefert die algorithmische Basis für das Edge-Planungsmodul und –Warnmodul. Diese drei Komponenten des Edge-Servers stellen Informationen für die vernetzten Verkehrsteilnehmer für die Darstellung kooperativer Use Cases an der Pilotanlage Verfügung. Der Error-Handler liefert Informationen zu Status und Verfügbarkeit der vernetzten Systemkomponenten.

Aus dem Backend werden hochgenaue Karten für die Geo-Referenzierung genutzt. Außerdem werden Datenspeicher und Visualisierungstools für die Entwicklung bereitgestellt. Die Backend-Verkehrssimulation liefern Daten zur Parametrisierung des Gesamtsystems. Video-Drohnen überwachen den Verkehrsfluss aus großer Höhe und stellen offline Daten für die Verkehrssimulation zur Verfügung.

### 3.2 Zweckbestimmung der Datenerfassung

Die Zweckbestimmung der Datenaufnahme im übergeordneten Sinne ist die Entwicklung des im vorherigen Abschnitt beschriebenen Systems, um die Zielsetzungen des BMWi Förderprogramms (vgl. Abschnitt 2.1) zu erreichen.

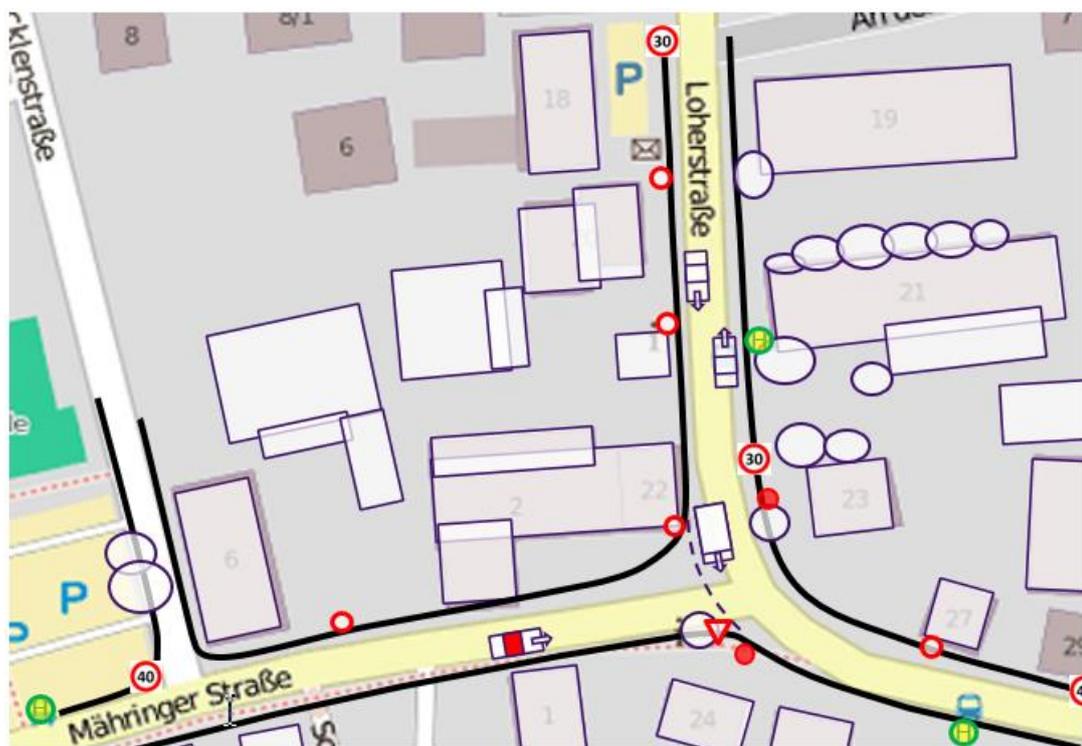
Für die Beschreibung und Interpretation der Zweckbestimmung der LUKAS-Datenerfassung ist grundsätzlich zwischen der Prototypen-Phase im Projekt LUKAS und eine bisher nicht projektierten Produkt-Phase zu unterscheiden. Die vorliegende Datenschutzerklärung des Projektes LUKAS bezieht sich ausschließlich auf die Prototypen-Phase über die in Kapitel 2.1 angegebene Projektlaufzeit.

Während der Prototypen-Phase ist die Verarbeitung von personenbezogenen Daten in den unterschiedlichen Arbeitspaketen der einzelnen Verbundpartner nach aktuellem Stand der Technik notwendig, um Algorithmen zur Merkmals-Extraktion zu erarbeiten und zu evaluieren. Um unter diesen Gegebenheiten ein hohes Maß an Datenschutz zu gewährleisten und die Rechte der Betroffenen umfassend zu wahren, verpflichten sich die Verbundpartner im Rahmen des LUKAS Projektes ausschließlich „extrahierte Objektmerkmale“ auszutauschen, sofern nicht eine rechtliche Vereinbarung (z.B. nach Artikel 26 DSGVO oder durch eine Auftragsdatenverarbeitung) getroffen wurde.

Das LUKAS System-Konzept sieht in einer späteren Produkt-Phase, also im Falle eines späteren Einsatzes im Feld, überhaupt keine Datenspeicherung und/oder Übertragung von personenbezogenen Daten (z.B. Videobildmaterial) vor. Alle im LUKAS System verwendeten Sensoren werden relevante Merkmale der Video-, RADAR- und LiDAR-Rohdaten (z.B. Videobildmaterial) in einer ad-hoc Bilddaten-Verarbeitung extrahieren und lediglich die Merkmals-extrahierten Daten (z.B. Objekt-Ausmaße, -Orte, -Geschwindigkeiten) weiterverarbeiten.

### 3.3 Pilotanlage

Die Pilotanlage in Ulm dient als Testfeld zur Entwicklung und Darstellung der LUKAS Use-Cases und Funktionen und der prototypischen Umsetzung der des Systemkonzepts. Ausschließlich im lokalen Umfeld der Pilotanlage werden im Projekt LUKAS von den im Folgenden beschriebenen Komponenten personenbezogenen Daten erhoben. Neben der Entwicklung und dem Einsatz der beschriebenen Komponenten und Funktionen werden die Daten auch zur Bewertung und Evaluation der Projektergebnisse herangezogen.



© Basiskarte: OpenStreetMap-Mitwirkende

Abb. 2 Karte der Pilotanlage in Ulm-Lehr

### 3.4 LUKAS System-Komponenten

Das oben beschriebene LUKAS Gesamtsystem (Abb. 1) ist in die im Folgenden beschriebenen Systemkomponenten aufgeteilt.

### 3.4.1 Infrastruktur-Sensorsystem

Das Infrastruktur-Sensorsystem umfasst die Umfoldsensoren der unten beschriebenen Technologien sowie die Sensor Processing Unit (SPU). Die Umfoldsensoren sind an Straßenleuchten oder zusätzlichen Masten im Bereich der Pilotanlage angebracht und werden von den SPUs in Schaltschränken versorgt.

#### 3.4.1.1 Sensor Processing Unit

Die Sensor Processing Units (SPUs) sind jeweils in der Nähe der Sensoren auf dem Gelände der Pilotanlage in Schaltschränken untergebracht. Ihre Aufgabe ist es, einkommende Daten von den unten aufgeführten Infrastruktur Sensoren vor zu verarbeiten und an den Edge-Server weiterzuleiten. Dabei werden ausschließlich abstrahierte Objektdaten und damit nicht personenbezogene Daten von der SPU über das prototypische 5G Kommunikationsnetz an den Edge-Server weitergeleitet.

Lediglich für die Entwicklung Algorithmen auf der SPU und dem Edge-Server, für Kalibrierungs- und Wartungsaufgaben der Anlage sowie zur Evaluierung und Darstellung der Ergebnisse des Gesamtsystems werden Video-Streams aufgenommen und an der SPU zwischengespeichert. Diese werden dann an die Universität Ulm auf einen internen Server übertragen seitens der Universität Ulm verwaltet. Teile der genannten Aufgaben, z.B. Kalibrierung und Wartung der Sensoren, Entwicklung der Algorithmen auf dem Edge-Server und die Evaluierung der Ergebnisse, fallen in die gemeinsame Verantwortung der Universität Ulm, deren Unterauftragnehmer Ingenieurbüro Spies und der Robert Bosch GmbH, weshalb für diese Zwecke diese Daten auch ausgetauscht werden können.

Ein entsprechendes Datenschutzkonzept liegt bei dem Betreiber, der Universität Ulm, vor (Anschriften s. Tabelle 1 in Abschnitt 2.5). Eine Weitergabe an den Unterauftragnehmer Ingenieurbüro Spies und den Projektpartner Robert Bosch GmbH erfolgt unter Beachtung der getroffenen rechtlichen Vereinbarungen.

#### 3.4.1.2 Infra-LiDAR

Das Subsystem LiDAR-Sensorik (Infra-LiDAR) ist mit den Kameras und den Radar-Sensoren ein Teil der in der Pilotanlage verbauten Infrastruktur-Sensorik. Die Sensoren sind an dedizierten intelligenten Straßenleuchten angebracht und sind über eine lokale Ethernet-Verbindung an die SPU (2.4.4.1) angebunden. Die LiDARs liefern Punktwolken, die keine Rückschlüsse auf Identität der gemessenen Verkehrsteilnehmer zulassen und werden daher als nicht schutzwürdige im Sinne der DSGVO eingestuft.

Die Komponente Infra-LiDAR wird von der Universität Ulm und deren Unterauftragnehmer Ingenieurbüro Spies verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

#### 3.4.1.3 Infra-RADAR

Die RADAR-Sensoren (Infra-RADAR) haben die Aufgabe, zusätzlich zu den Video- und LiDAR-Sensoren, Verkehrsteilnehmer im Kreuzungsbereich und den angrenzenden Zufahrtsstraßen zu erkennen. Video- und Radardaten werden in der SPU fusioniert, um eine noch genauere Aussage über Objektgröße, -zustand, -geschwindigkeit und -klassifizierung zu ermöglichen. Die Signale der Infra-RADAR-Sensoren alleine lassen keine Rückschlüsse auf die Identität der erfassten Verkehrsteilnehmer zu und sind daher als nicht schutzwürdige im Sinne der DSGVO eingestuft.

## Projektbeschreibung zur Datenverarbeitung

---

Die Komponente Infra-RADAR wird von der Robert Bosch GmbH verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO. Die Fusion der Radardaten mit den Videodaten auf der SPU wird von der Universität Ulm verantwortet und ist im folgenden Abschnitt berücksichtigt.

### 3.4.1.4 Infra-Video

Die Videokameras (Infra-Video-Sensoren) sind als eine Datenquelle für das Edge-Umfeldmodell ausgelegt. Die Infra-Video-Kameradaten werden jedoch nicht in ihrer Rohform (Bilder) übertragen, sondern werden vom SPU-Subsystem benutzt, um Objekte in der Pilotanlage zu detektieren und zu extrahieren. Dazu sind die Kameras direkt per Kabel an die SPUs angeschlossen. Die Daten, die aus den Videodaten von der subsequenten Verarbeitung durch die SPU bereitgestellt werden, sind abstrahierte Daten (Objekt-Klasse, Bounding-Box, Position, Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung, ...) und enthalten keine personenbezogenen Merkmale mehr. Diese Daten werden an den Edge-Server gesendet und dort aggregiert sowie zur Berechnung eines Umfeldmodell genutzt.

Die von den Infra-Video Sensoren aufgenommenen Bild-Daten lassen zunächst Rückschlüsse auf die Identität der aufgenommenen Verkehrsteilnehmer zu und sind im Sinne der DSGVO als schutzwürdig einzustufen. Neben der o.g. Verarbeitung zu Objektdaten können diese Daten, wie in Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschrieben, auch gespeichert und außerhalb der SPU verarbeitet werden. Ein entsprechendes Datenschutzkonzept liegt bei dem Betreiber, der Universität Ulm vor (Anschriften s. Tabelle 1 in Abschnitt 2.5).

### 3.4.2 Kommunikationsnetze

Im Projekt kommen Mobilfunknetze und ein pWLAN-Netz für die Forschung zum Einsatz. Unabhängig davon können weitere Netzwerkverbindungen (Kabel, WLAN, kommerzielle Mobilfunknetze) genutzt werden, die hier nicht weiter betrachtet werden.

#### 3.4.2.1 Mobilfunknetz

Das Subsystem „Mobilfunktechnologie“ stellt Datenverbindungen (IP) für andere Subsysteme des LUKAS Projektes her. Die Datenverbindungen sind charakterisiert durch bestimmte Verbindungsqualitäten (Quality of Service, QoS), beispielsweise der Latenz. Andere Subsysteme von LUKAS sind an das Mobilfunknetz über Mobilfunkgeräte (UE, User Equipment) oder Gateways angeschlossen. Die Nutzer werden über SIM-Karten identifiziert, und deren QoS Anforderungen an den Datentransport sind im prototypischen Mobilfunknetz von Nokia hinterlegt.

Die Komponente Mobilfunknetz wird von Nokia verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

#### 3.4.2.2 pWLAN

Das pWLAN bietet eine weitere Möglichkeit um zwischen der Infrastruktur, dem Edge-Server und den vernetzten bzw. vernetzten und automatisierten Fahrzeugen zu kommunizieren. Als Technologie kommt hier ETSI ITS-G5 pWLAN zum Einsatz.

Die Komponente pWLAN wird von der Universität Ulm verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

### 3.4.3 Edge-Server

Der Edge-Server stellt eine Kernkomponente im Mobilfunknetz dar, auf der zentrale Dienste der erforschten Systemarchitektur bereitgestellt werden.

#### 3.4.3.1 Edge-Server HW

Der Edge-Server stellt die Plattform dar, auf der die zentralen Software-Komponenten des Projektes, wie das Umfeld-Modell, das Planungsmodul, das Warnmodul und der Error Handler, laufen. Er stellt die nötigen HW-Ressourcen sowie die Basis-Software, wie z.B. Docker zur Verfügung. Der Mobile Edge Server ist direkt an das Mobilfunknetz angeschlossen. Er ist geographisch bzw. netzwerk-topologisch nahe an der Kreuzung lokalisiert, an der die Use Cases durchgeführt werden, um so die Latenz zwischen dem Edge Server und anderen Subsystemen zu minimieren.

Die Komponente Edge-Server HW wird von Nokia verantwortet und erhebt oder verarbeitet schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

#### 3.4.3.2 Edge-Umfeldmodell

Die Kernidee des Edge-Umfeldmodells ist es, die Daten verteilter Informationsquellen mit Hilfe von Multi-Objekt-Tracking-Ansätzen zu fusionieren und aufzubereiten, sodass diese in einheitlicher, aufbereiteter Form den Nutzern des Test-Mobilfunknetzes als Service bereitgestellt werden können. Informationsquellen sind in erster Linie die Sensoren an der Pilotanlage. Die vernetzten bzw. die vernetzten und automatisierten Fahrzeuge, sowie die Nomadic Devices können jedoch ebenfalls als Informationsquellen fungieren. Zudem wird eine Prädiktion, d.h. eine Vorhersage der Verkehrssituation

Die Komponente Edge-Umfeldmodell wird von der Universität Ulm verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

#### 3.4.3.3 Edge-Planungsmodul

Das Edge-Planungsmodul umfasst die Entwicklung einer globalen, kooperativen Situations-Planung auf dem Edge-Server. Kern des Subsystems ist die Entwicklung, Analyse, Bewertung, Auswahl und Implementierung verschiedener Konzepte für die globale, optimale und kooperative Planung für alle beteiligten Verkehrsteilnehmer. Dabei müssen zum einen die Fahrziele der verschiedenen vernetzten Agenten sowie deren unterschiedlichen (fahr-)dynamischen Möglichkeiten berücksichtigt werden. Dementsprechend wird zwischen einer detaillierten (Verhaltens-)Planung für die vernetzten automatisierten Fahrzeuge (VAF) und abstrakteren Handlungsempfehlungen für alle anderen Teilnehmer (VF, V-NKW, ND) unterschieden.

Die Komponente Edge-Planungsmodul wird von der Robert Bosch GmbH und der Universität Ulm verantwortet und erhebt oder verwaltet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

#### 3.4.3.4 Edge-Warnmodul

Das Edge-Warnmodul umfasst die Entwicklung einer kooperativen Warnfunktion für vernetzte verletzte Verkehrsteilnehmer (ND). Dabei wird auf Basis der bekannten, ggf. abstrahierten Routenplanung des ND in Kombination mit der bereitgestellten Prädiktion der spurgebundenen

## Projektbeschreibung zur Datenverarbeitung

Fahrzeuge eine Kollisionswahrscheinlichkeit errechnet und in Form einer Warnung an das ND übermittelt.

Die Komponente Edge-Warnmodul wird von der Robert Bosch GmbH verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

### 3.4.4 Backend-Services

Im Backend, d.h. auf über eine Internetverbindung angeschlossene weitere Rechner, werden verschiedene Dienste bereitgestellt, die u.a. auch der Unterstützung der Entwicklung und Darstellung der Ergebnisse dienen.

#### 3.4.4.1 Visualisierung

Die Visualisierung hat als Ziel dem Nutzer einen Überblick über aktuelle und vergangene Geschehnisse auf der Pilotanlage bzw. der Verarbeitung durch das System aufzuzeigen. Zur Verfügung stehen hierfür alle Live- und historische Daten, die durch den Datenserver bereitgestellt werden können. Dabei handelt es sich ausschließlich um abstrahierte Objektdaten, keine Bilddaten (Abb. 2). Eine Identifikation oder Zuordnung zu Individuen ist nicht möglich.

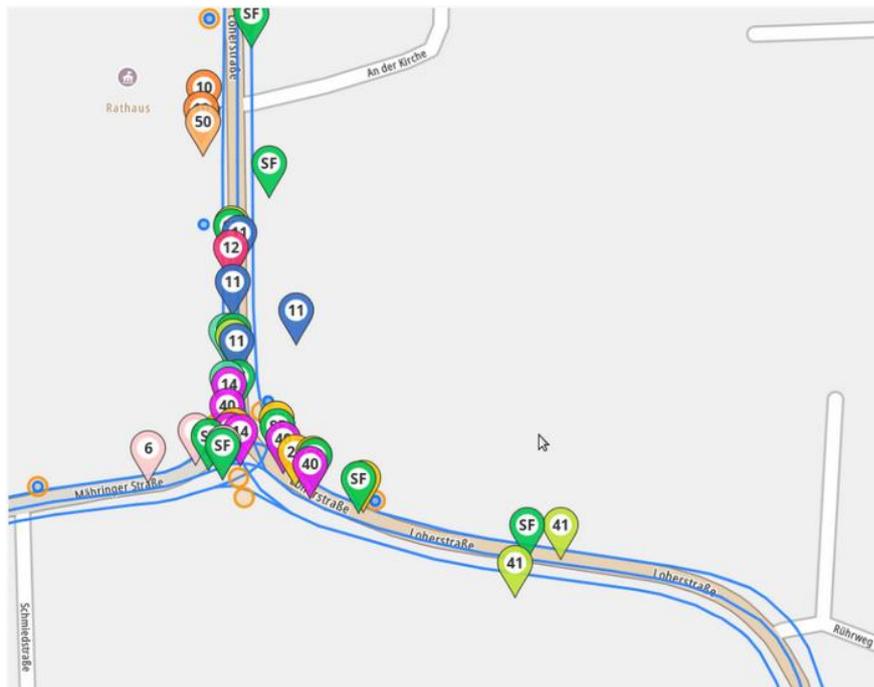


Abb. 3. Visualisierung der abstrahierten Daten an der Pilotanlage in Ulm-Lehr

Die Komponente Visualisierung wird von IT-Designern verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

#### 3.4.4.2 Verkehrssimulation

Die Verkehrssimulation nutzt mikroskopische Verkehrsdaten, die von Fahrzeugflotten oder Video-Drohnen stammen. Es handelt sich dabei um Datensätze mikroskopischer Verkehrsdaten, die keine Identifikation von Personen oder Verkehrsteilnehmern zulassen.

Die Komponente Verkehrssimulation wird von der Universität Duisburg-Essen verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

### 3.4.4.3 Datenspeicherung

Die Datenspeicherung protokolliert zeitlich beschränkt alle LUKAS Kommunikationsdaten und bietet diese den LUKAS Partnern zum Download an. Weiterhin werden die Trajektorien des Umfeldmodells für wissenschaftliche Auswertungen datensparsam permanent gespeichert. Diese Kommunikationsdaten sind keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO und lassen keine Rückschlüsse auf Individuen (Personen oder Verkehrsteilnehmer) zu. Die Komponente Datenspeicherung erhält Nachrichten und Verbindungsinformationen vom Edge-Server, um diese zu speichern. Alle gespeicherten Daten werden der Visualisierung bereitgestellt.

Die Komponente Datenspeicherung wird von IT-Designers verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

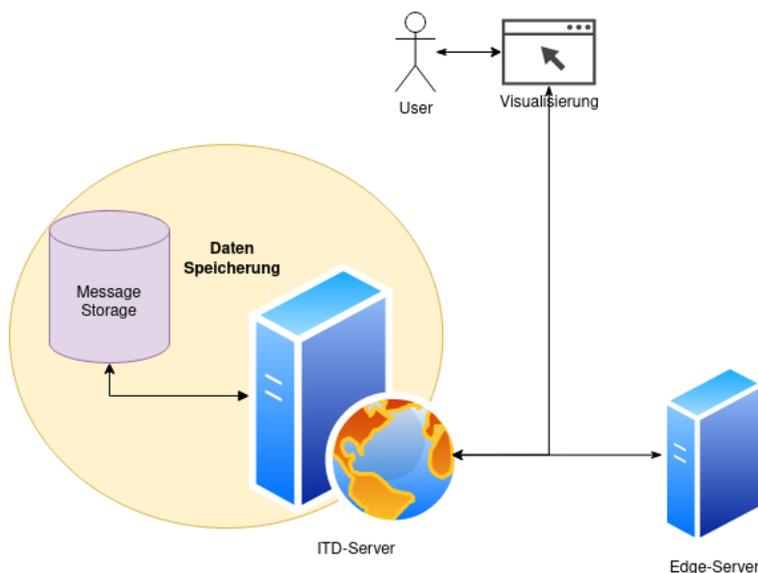


Abb.4 Datenspeicher-Konzept in LUKAS. Für die Entwicklung und Visualisierung werden abstrahierte Daten des Edge-Servers auf einem Backend-Server des Partners ITD gespeichert.

### 3.4.4.4 HD-Map

Das Subsystem HD-Map umfasst eine geolokalisierte, statische, hochaufgelöste Karte der Testkreuzung in Ulm Lehr.

Die Komponente HD-Map wird von der Robert Bosch GmbH verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

### 3.4.4.5 Application Platform mit Error-Handler

Diese Komponente besteht aus zwei Teilen. Zum einen die Edge-Application-Plattform, die den Nachrichtenaustausch zwischen Clients (Sensoren, Fahrzeuge, Nomadic Devices) und Backend-Services (Umfeldmodul, Planungsmodul, Warnmodul) ermöglicht. Zum anderen aus dem Error-Handler, womit das Ausbleiben von erwarteten Nachrichten (Objektdetektionen der Sensoren,

Positionsdaten von Fahrzeugen und Nomadic Devices, Umfeldmodelle, Warnmodul...) erkannt wird.

Die Komponente Application Platform mit Error-Handler wird von IT-Designers verantwortet und erhebt oder verarbeitet keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

### 3.4.5 Verkehrsteilnehmer

Im Projekt werden verschiedene Verkehrsteilnehmer über Vernetzung in das LUKAS Systemkonzept eingebunden.

#### 3.4.5.1 VAF – Vernetzte Automatisierte Fahrzeuge

Das Subsystem VAF bezieht sich auf vernetzte automatisierte Fahrzeuge, die durch ein verbautes Kommunikationsmodul in der Lage sind, ihre eigenen Daten über eines der Kommunikationsnetze mit dem LUKAS Edge-Server auszutauschen (bidirektional). Unter den eigenen Daten werden neben der eigenen Position, Geschwindigkeit etc. auch alle Informationen zusammengefasst, die durch verbaute Sensorik erfasst und generiert werden können. Hierzu zählen bspw. Objektdaten anderer Verkehrsteilnehmer. Die im Projekt LUKAS eingesetzten VAF der Robert Bosch GmbH und der Universität Ulm sind mit verschiedenen Sensortechnologien, u.a. RADAR, LiDAR und Video ausgerüstet.

Durch ihre Sensoren erfassen die VAF der Robert Bosch GmbH und der Universität Ulm auch personenbezogene Daten, die sowohl gespeichert als auch direkt verarbeitet werden. Die Gewährleistung der Datensicherheit obliegt jeweils den Daten erhebenden Partnern, der Robert Bosch GmbH und der Universität Ulm. Entsprechende Datenschutzkonzepte liegen bei diesen Betreibern der VAF vor (Anschriften s. Tabelle 1 in Abschnitt 2.5). Aufgrund der gemeinsamen Verantwortlichkeit für das Einbindung vernetzter automatisierter Fahrzeuge in die kooperative Planung (s. Abschnitt 3.4.3.3) können die Daten der Fahrzeuge auf Basis einer entsprechenden rechtlichen Vereinbarung zwischen der Robert Bosch GmbH und der Universität Ulm auch ausgetauscht werden.

#### 3.4.5.2 VF - Vernetzte Fahrzeuge

Das Vernetzte Fahrzeug (VF) liefert Informationen an den Edge-Server (z.B. eine aktuelle Fahrzeugposition) und kann von Edge-Server Informationen erhalten (z.B. Informationen des Umfeldmodells und Planungsmoduls). Als VF wird ein angepasstes Serienfahrzeug der Mercedes Benz AG verwendet, welches ggfs. über serienmäßig erhältliche Assistenzsysteme auf Basis von u.a. Kamera- und Radar-Sensoren verfügt. Die potenziell personenbezogenen Daten, die in diesen Seriensystemen verarbeitet werden sind, werden jedoch im Projekt nicht genutzt. Auch wird keine zusätzliche Sensorik für Forschungszwecke im Projekt LUKAS am VF angebracht.

Damit werden für das Projekt LUKAS über die Seriensysteme hinaus im VF der Mercedes-Benz AG keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO erhoben und verarbeitet.

#### 3.4.5.3 V-NKW - Vernetzte Nutzkraftfahrzeuge

Das Subsystem V-NKW umfasst ein einzelnes vernetztes Nutzkraftfahrzeug (z.B. Müllfahrzeug oder Straßenreinigungsfahrzeug), das durch ein verbautes Kommunikationsmodul in der Lage ist, seine eigenen Daten zu verschicken und externe Daten zu empfangen, und falls notwendig dem

Fahrer darzustellen. Unter den eigenen Daten werden alle Informationen zusammengefasst, die durch verbaute Sensorik erfasst und generiert werden können. Hierzu zählt vor allem die eigene Position. Das Fahrzeug wird von der Stadt Ulm im Unterauftrag der Universität Ulm gestellt, die Einbindung in das LUKAS Systemkonzept erfolgt durch der Partner InMach Intelligente Maschinen GmbH. Für die neu am Fahrzeug eingebauten Sensoren kommen nur Messprinzipien wie LiDAR-Sensoren zum Einsatz, die keine personenbezogenen Daten erfassen. Sollte das eingesetzte Nutzkraftfahrzeug über sensorbasierte Assistenzsysteme verfügen, die auch personenbezogene Daten erfassen und verarbeiten, werden diese im Rahmen des Projekts LUKAS nicht verwendet und es wird nicht auf die personenbezogenen Daten des serienmäßigen Systems zugegriffen.

Damit werden für das Projekt LUKAS über die Seriensysteme hinaus im V-NKW der Stadt Ulm keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO erhoben und verarbeitet, auch nicht durch den Partner InMach Intelligente Maschinen GmbH, der das Fahrzeug mit weiterer Sensorik ausstattet.

### **3.4.5.4 ND-FG - Nomadic Devices für Fußgänger**

Das Subsystem ND-FG bezieht sich auf per Smartphone vernetzte Fußgänger. Diese können ihre Position und geplante Route an den Edge Server senden und das Umfeldmodell sowie Kooperative Anweisungen empfangen. Das Smartphone soll eine Kartenanwendung mit Navigation bieten, die im Pilotprojekt das Umfeldmodell und ggf. Warnung sowie kooperative Anweisungen darstellen kann.

Die im LUKAS-Projekt eingesetzten Smartphones der Komponente ND-FG von IT-Designers GmbH erheben oder verarbeiten keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

### **3.4.5.5 ND-Rad - Nomadic Devices für Radfahrer**

Das Subsystem ND-Rad bezeichnet einen über ein Smartphone vernetzten Radfahrer. Diese können ihre Position und geplante Route an den Edge Server senden und das Umfeldmodell sowie Kooperative Anweisungen empfangen. Das Smartphone soll eine Kartenanwendung mit Navigation bieten, die im Pilotprojekt das Umfeldmodell und ggf. Warnung sowie kooperative Anweisungen darstellen kann.

Die im LUKAS-Projekt eingesetzten Smartphones der Komponente ND-Rad von Nokia erheben oder verarbeiten keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.

## **3.4.6 Video-Drohne**

Die Komponente Video-Drohne wird zur Beobachtung des Verkehrsflusses im Bereich der Pilotanlage genutzt. Die dabei erfassten Daten lassen aufgrund des großen Abstandes und niedriger Auflösung keine Identifikation von Personen und Fahrzeugen zu. Eine Betriebserlaubnis der Drohnen kann vom Betreiber, dem Partner IT-Designers GmbH, vorgelegt werden.

Die im LUKAS-Projekt eingesetzten Video-Drohnen von IT-Designers GmbH erheben oder verarbeiten keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO. Aufnahmebereiche von Privatgrundstücken werden vor einer Weitergabe an Projektpartner oder einer Veröffentlichung unkenntlich gemacht.

### 3.4.7 GNSS/RTK

Die GNSS/RTK Komponenten liefert Ortungsdaten zur Positionierung. Es werden hierbei keine personenbezogenen Daten erfasst oder verarbeitet. Eine Positionierungszuordnung zu identifizierbaren Verkehrsteilnehmern ist technisch nicht möglich. Die GNSS/RTK Dienste werden von den LUKAS-Partnern zur Entwicklung ihrer Komponenten genutzt.

Die im LUKAS-Projekt eingesetzten GNSS-Komponenten erheben oder verarbeiten keine schutzwürdigen Daten im Sinne der DSGVO.