

Partnerbericht Freie Universität Berlin, SAFARI

Partnerspezifischer Sachbericht nach 6.2 ANBest-Gk

ZE: **Freie Universität Berlin**

Förderkennzeichen: **16AVF1029F**

Vorhabenbezeichnung: **Sicheres automatisiertes und vernetztes Fahren mit selbstaktualisierenden Karten**

Laufzeit des Vorhabens: **01.07.2017 – 31.12.2019**

Schutzklasse Öffentlich

Version 1.0

Stand 07.09.2020

Dokumenteninformation

Autoren

Prof. Dr. Daniel Göhring DCMLR/Freie Universität Berlin
Nicolai Steinke DCMLR/Freie Universität Berlin

Koordinator

Land Berlin vertreten durch
Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin
Dipl.-Ing. Michael Beer
Am Köllnischen Park 3
10179 Berlin
Tel.: 030 – 9025-1431
E-Mail: Michael.Beer@SenUVK.berlin.de

Förderung

Das Vorhaben Safari wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und Vernetztes Fahren auf digitalen Testfeldern in Deutschland“ gefördert.

Inhaltsverzeichnis

Partnerbericht SenUVK SAFARI	1
1 Einleitung	11
1.1 Ausgangssituation	11
1.2 Szenarien	11
1.3 Zielsetzung	12
2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse und wesentliche Ereignisse	13
2.1 AP 2 Gesamtkonzeption	13
2.1.1 AP 2.2 Gesamtkonzeption- Anforderungsanalyse und Systemkonzeption	13
2.2 AP 3 Umfeldwahrnehmung	13
2.2.1 AP 3.1 Freiraumerkennung	13
2.2.2 AP 3.2 Selbstlokalisierung	14
2.3 AP 4 Kommunikationsmanagement	14
2.3.1 AP 4.2 Austauschformate	14
2.4 AP 6 Systemintegration	15
2.4.1 AP 6.1 Softwarekomponenten zur Selbst- und Objektlokalisierung	15
2.4.2 AP 6.2 Softwarekomponenten zur Kommunikation mit anderen Fahrzeugen / der Infrastruktur	15
2.4.3 AP 6.3 Softwarekomponenten zur Kartenverwendung	15
2.4.4 AP 6.4 Tests, Gesamtintegration und Datenaufzeichnung auf dem Versuchsträger .	16
2.5 AP 7 Demonstration und Evaluation	16
2.5.1 AP 7.1 Vorbereitung der Demonstration	16
2.5.2 AP 7.2 Durchführung der Demonstration	17
2.5.3 AP 7.3 Eigenevaluation	17
3 Vergleich Planung und Umsetzung des Vorhabens	18
3.1 Arbeitsplanung	18
3.2 Zeitplanung	18
3.3 Kostenplanung	19

4 Ziele des Vorhabens	20
4.1 Zielerreichung	20
4.2 Relevante F&E-Ergebnisse Dritter	20
4.3 Änderungen der Zielsetzung	20
5 Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen	21
6 Fortschreibung des Verwertungsplans	22
6.1 Erfindungen und Schutzrechtsanmeldungen	22
6.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende	22
6.3 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten	22
6.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	22
Abkürzungsverzeichnis	23
Literaturverzeichnis	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Aktualisierter SAFARI Zeitplan	19
---	----

Kurzfassung

Zielsetzung des Projektes Safari ist die Entwicklung und praktische Erprobung des Zusammenspiels zwischen dem automatisierten und vernetzten Fahren und kooperativer Infrastruktur. Dabei wird von der „Sicht“ der AVF Fahrzeuge auf ihre Umgebung ausgegangen. Während die Fahrsituationen im Bereich der Bundesautobahnen meist klar strukturiert sind, tauchen in innerstädtischer Fahrsituationen eine schier unendliche Zahl anspruchsvoller Aufgaben auf, die sich oft am Rande des durch die Fahrzeuge leistbaren befinden (Edge-cases). Die Aufgaben können durch die Bereitstellung hochgenauer Karten (HD-Karten) erleichtert werden. Es tauchen aber auf allen Ebenen Fehler auf: Abweichungen in der grundlegenden HD-Karte, z.B. neuer Fahrstreifenverlauf nach Umbau durch Baumaßnahmen, temporäre Schäden im Straßenbelag (Schlaglöcher). Fehlverhalten anderer Verkehrsteilnehmer, z.B. Überfahren von Fahrstreifen, Halten und Parken auf der Fahrbahn, spontane unabsehbare Fahrentscheidungen. Der zentrale Ansatz von Safari liegt in der Annahme, dass die meisten Fehler systematisch sind und von AVF Fahrzeugen erfahren, erlernt und vorhergesagt werden können. Der Anspruch hierbei ist, visuelle Landmarken zu kartographieren, welche zur hochgenauen visuellen Selbstlokalisierung hinreichend sind.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die hochgenauen Karten und Ihre Aktualisierung sind für alle Stakeholder im Bereich des Automatisierten und Vernetzten Fahrens (AVF) wie Fahrzeughersteller, Zulieferindustrie oder Diensteanbieter von hoher Wichtigkeit und Dringlichkeit. Sie werden entsprechend in einer Vielzahl öffentlich geförderter, aber auch sorgsam gehüteter Industrie-, Forschungs- und Entwicklungsprojekte in allen Industrienationen vorangetrieben.

Für das Land Berlin liegen hochgenaue Karten vor, die im Hinblick auf die verschiedenen Aufgaben des Verkehrsmanagements und Erhaltungsmanagements erhoben und klassifiziert wurden. Die HD-Karten stellen derzeit 80 Objekttypen und bis zu 28 Attributen zur Verfügung. Die statischen Daten entsprechen dem Format gemäß OKSTRA (Objektkatalog Straße1).

Ohne ständige Aktualisierung unterliegen die statischen Daten wie Geometrien der Fahrbahnen oder dauerhaft angeordnete Verkehrszeichen einer stetigen Alterung. Ereignisse wie Baustellen oder andere verkehrsrechtliche Anordnungen werden als sog. semi-dynamische Daten darübergelegt. Sie unterliegen unter Umständen täglichen Änderungen.

Urbane Szenarien und Innenstädte sind bisher ein schwer beherrschbares Terrain für die automatisierten und vernetzten Fahrzeuge. Die große Anzahl an zu beachtenden Objekten, das Verhalten menschlicher Verkehrsteilnehmer, die Lokalisierung des eigenen Fahrzeugs und nicht zuletzt ständige Änderungen im Straßenraum sind riesige Herausforderungen. Daraus leiten sich viele Fragestellungen ab, eine Teilmenge davon soll in den nachfolgenden ausgewählten Szenarien betrachtet werden.

1.2 Szenarien

Zielsetzung des Projektes SAFARI ist die Entwicklung und praktische Erprobung des Zusammenspiels zwischen dem automatisierten und vernetzten Fahren und kooperativer Infrastruktur.

Die Entwicklung erfolgt anhand folgender Szenarien:

- Können die Fahrzeuge für die Selbstlokalisierung benötigte Landmarken aus dem Kartenmaterial extrahieren, mit der Wirklichkeit abgleichen und ggf. korrigieren?

- Kann die Lage der Lichtsignalanlagen (bzw. der Signalgeber) aus dem Kartenmaterial extrahiert werden und damit der Signalgeber und die aktuelle Signalfarbe sicherer sensorbasiert erkannt werden? Wie können V2X-Anwendungen die LSA-Erkennung weiter verbessern?
- Wie gut werden Baustellen erkannt und können die von den Fahrzeugen an ein Backend gelieferten Daten dazu verwendet werden, die Aktualität der Baustelleninformation in der Karte bzw. Verstöße gegenüber den Auflagen der Anordnung einer Baustelle (Verkehrssicherung laut Regelplan) zu überprüfen?
- Können die freien Parkplätze durch einen Abgleich von in der Karte gekennzeichneten Bereichen, die ein Parken am Fahrbahnrand erlauben oder markierte Parkplätze repräsentieren, mit dem belegten und dem tatsächlich freien „Freiraum“ identifiziert werden?
- Wie gut können Abweichungen von der gemäß Karte erwarteten Situation oder im Straßenraum auftretende Gefährdungen erkannt werden (vom verdrehten Verkehrszeichen bis zum 2. Reihe Parker).

Was auf Fahrzeugebene mit den Daten eines Fahrzeuges erfolgt, wird durch die Auswertung der Daten mehrerer Fahrzeuge im SAFARI-Backend weiter verbessert. Die Ergebnisse der Änderungsdetektion werden hier vereinfacht Korrekturen genannt. Sie können anschließend durch Mitarbeiter der Verwaltung bearbeitet und bestätigt, und dann in den Kartendaten des Landes Berlin aktualisiert werden. In der Projektlaufzeit erhofft sich das Land Berlin bereits Hinweise auf eine automatisierte Anpassung des Kartenmaterials.

Auswertungen im Backend erlauben zudem, die Einhaltung der geplanten Fahrlinien anhand der Trajektorien zu erkennen (Fahrbahnverläufe). Mit entsprechenden Auswertungen sollen Ursachen für unerwartete Fahrmanöver und eine Kartierung der Ursachen („Schlaglochdetektor“) identifiziert werden.

1.3 Zielsetzung

Das vorliegende Dokument stellt die Ergebnisse des Partners „Dahlem Center for Machine Learning and Robotics“ der Freien Universität Berlin in einer übersichtlichen Form zusammen.

2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse und wesentliche Ereignisse

2.1 AP 2 Gesamtkonzeption

2.1.1 AP 2.2 Gesamtkonzeption- Anforderungsanalyse und Systemkonzeption

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurde eine Analyse der vorhandenen Hard- und Softwarekomponenten der Versuchsträger des DCMLR der FU durchgeführt und eine Reihe benötigter Hardware- und Softwareänderungen identifiziert, und diese als Bestandteil des AP6 durchgeführt.

Es wurde die Gesamt-Prozesskette definiert und Schnittstellentechnologien, wie die "Protocol-Buffers (protobuf)" von Google als Schnittstellenformate festgelegt. Hierbei wurde besonderer Wert auf die Integrierbarkeit in bestehende Fahrzeugsysteme und Echtzeit-Ausführungsgeschwindigkeit auf dem Fahrzeug gelegt.

2.2 AP 3 Umfeldwahrnehmung

2.2.1 AP 3.1 Freiraumerkennung

Für die Freiraumerkennung wurden zwei verschiedene Typen von LiDAR Sensoren eingesetzt: ein einzelner 64-strahliger 360° Rotationslaserscanner von Velodyne HDL64E-S2 und ein für Fahrzeuge ausgelegtes Laserscanner-Array von Ibeo, bestehend aus sechs Scannern und einer Datenverarbeitungseinheit.

Es wurde eine Freiraumerkennung für die verschiedenen LiDAR-Sensoren der DCMLR-Testträger entwickelt. Diese erkennt den befahrbaren Bereich um das Fahrzeug und ist in der Lage parkende Fahrzeuge zu klassifizieren. Dabei werden durch einen Kartenverschnitt mit dem SAFARI-Kartenmaterial freie Parkplätze in Echtzeit auf dem Versuchsträger erkannt und an das SAFARI-Backend gemeldet. Dies wurde auch für Baustellen und Fahrzeuge, welche in zweiter Reihe parken, umgesetzt. Jedoch ist die LiDAR-Sensorik nicht in der Lage Baustellen zu klassifizieren, wodurch diese nur als unklassifizierte Freiraumeinschränkung an das SAFARI-Backend gemeldet werden. Die Detektion der parkenden Fahrzeuge in zweiter Reihe weist eine hohe falsch-positiv-Rate auf, da die LiDAR-Sensorik nicht zwischen haltenden und parkenden Fahrzeugen unterscheiden kann, sodass sich diese nur nach längerem Beobachtungszeitraum mittels Datenaggregation zweifelsfrei klassifizieren lassen. Um diese Datenaggregation im Backend zu ermöglichen, werden alle potentiellen zweite-Reihe-Parker an das Backend übertragen.

2.2.2 AP 3.2 Selbstlokalisierung

Das DCMLR hat im Projekt eine LiDAR-basierte Landmarken-Selbstlokalisierung entwickelt, die sich durch besondere Robustheit gegenüber Ungenauigkeiten der Landmarken-Karte auszeichnet. Das Ziel war die Verwendung der möglichst unmodifizierten Daten aus dem FIS-System des Landes Berlin. Durch das Alter der Daten (Jahr 2015) hatten sich stellenweise starke bauliche Veränderung im Straßenbereich ergeben, sodass der Algorithmus in der Lage sein muss unveränderte Landmarken zu identifizieren und veränderte zu aktualisieren. Hierfür wurde ein Fingerabdruck-Algorithmus entwickelt der anhand geometrischer Konstellationen der Landmarken zueinander einen „Fingerabdruck“ berechnen und diesen mit zuvor errechnet „Fingerabdrücken“ von Landmarken aus der Landmarken-Karte vergleicht und bei hinreichender Übereinstimmung eine Zuordnung vornimmt. Anhand der zugeordneten Landmarken kann die eigene Position geschätzt werden, da die absoluten Positionen der Landmarken in Landmarken-Karte abgelegt sind. Als Landmarken werden Pfostenstrukturen (wie Schilderpfosten, Straßenlaternen und Straßenbäume), Gebäudewände und Hausecken verwendet. Die Landmarken-Selbstlokalisierung erreicht im Testgebiet durchweg hohe Genauigkeiten.

2.3 AP 4 Kommunikationsmanagement

2.3.1 AP 4.2 Austauschformate

Für den partnerübergreifende Datenaustausch der verschiedenen Softwaresysteme war die Definition von gemeinsamen Schnittstellen und Transportprotokollen notwendig.

Das DCMLR war durch die Übergabepunkte zwischen Fahrzeugsystem und HELLA-Kamera und zwischen Fahrzeugsystem und SAFARI-Backend betroffen. Als Technologie zwischen Fahrzeugsystem und HELLA-Kamerasystem wurde „zeroMQ“ gewählt, da die Interoperabilität und einfache Integrierbarkeit in die verschiedenen Systeme gewährleistet war. Für den Datenaustausch zwischen den Fahrzeugen und dem Backend wurde die Technologie „Protocol Buffers (protobuf)“ der Firma Google festgelegt, da diese neben einer breiten Unterstützung und großen Plattformkompatibilität auch über eine sehr gute Ausführungsgeschwindigkeit und effiziente Speicherverwendung verfügt.

Nach der Technologiefestlegung wurden in Partnerzusammenarbeit die zu bedienenden Schnittstellen entwickelt und von jedem Partner in seine Systeme integriert.

2.4 AP 6 Systemintegration

2.4.1 AP 6.1 Softwarekomponenten zur Selbst- und Objektlokalisierung

Im Rahmen des Projekts wurde ein Versuchsträger des DCMLR der Freien Universität Berlin mit einer neu entwickelten automotive-Kamera des Projektpartners HELLA ausgestattet. Die Integration der Kamera in das Gesamtsystem des Versuchsträgers erforderte ein neues dediziertes Rechnersystem mit entsprechender Bildverarbeitungshardware und -software.

Zusätzlich wurden neue Softwaremodule zur Einbindung der neuen Hardware erstellt, die der HELLA-Kamera Fahrzeug-Odometriedaten zur Verfügung stellt und die erhaltenen Objekt- und Bilddaten in Echtzeit in das interne Format des Versuchsträgers konvertiert.

Die entwickelte Landmarken-Selbstlokalisierung wurde in beide Versuchsträger des DCMLR integriert, sodass diese auf den verschiedenen Fahrzeugen mit unterschiedlicher Sensorausrüstung (64-strahliger und 32-strahliger Laserscanner, verschiedene Odometriesensorik) vergleichbare Ergebnisse liefert.

2.4.2 AP 6.2 Softwarekomponenten zur Kommunikation mit anderen Fahrzeugen / der Infrastruktur

Die DCMLR-Versuchsträger wurden der V2X-Kommunikation via IEEE 802.11p befähigt. Dafür wurden V2X-OBUs der Firma Cohda verbaut und in das Fahrzeugsystem integriert.

Für die Kommunikation mit dem SAFARI-Backend wurde die vom Projektpartner FOKUS entwickelte Logging-Softwarekomponente auf dem Fahrzeugrechner installiert und über die bereitgestellte Schnittstelle von den Fahrzeugsystemen angesprochen. Für eine Echtzeit-Datenübertragung war zudem eine leistungsfähige mobile Internetverbindung erforderlich. Dafür wurde ein LTE-Router im Fahrzeug angebracht und mit dem Fahrzeugnetzwerk verbunden.

2.4.3 AP 6.3 Softwarekomponenten zur Kartenverwendung

Zur Verwendung des Projekt-Kartenmaterials wurde das Fahrzeugsystem um die Unterstützung von Spatialite-Dateien erweitert, welche durch das Backend erzeugt werden, sodass die Ergebnisse von Backend-Anfragen durch das Fahrzeugsystem gelesen werden können.

Für die autonomen Fahrfunktionen der DCMLR-Versuchsträger wird ein internes Kartenformat verwendet. Die Karten wurden manuell erstellt und es gab keine Anbindung an Geoinformationssysteme (GIS-Software). Innerhalb dieses Arbeitspakets wurde ein Software-Tooling entwickelt, welches mittels GIS-Software die VISS-Kartendaten in einem halbautomatischen Prozess in das interne Versuchsträgerformat konvertiert. Dadurch konnten auf Basis des VISS-Kartenmaterials interne Karten zum autonomen Fahren im Testgebiet erstellt und verwendet werden.

2.4.4 AP 6.4 Tests, Gesamtintegration und Datenaufzeichnung auf dem Versuchsträger

Im Projektverlauf wurden durchgehend Tests von Einzelmodulen und des Gesamtsystems durchgeführt. Diese wurden auf Institutsnahen Straßen und im SAFARI-Testfeld durchgeführt. Hierbei lag der Fokus in der ersten Projekthälfte verstärkt auf den Einzelmodulen und Datenakquisen. Dabei traten Probleme mit der Integration des dezidierten Rechnersystems der HELLA-Kamera auf, da dieses durch einen Wärmestau bei längeren Testfahrten überhitzte. Dieses Problem konnte durch eine Verringerung der Datenrate und durch eine luftflußoptimierte Installation des Rechners gelöst werden. Zusätzlich gab es während der gesamten Projektlaufzeit Probleme mit der V2X-Infrastruktur im Testfeld, welche in Zusammenarbeit des Projektkonsortiums mit den entsprechenden Herstellern bearbeitet wurden. In der zweiten Projekthälfte wurde die Aufmerksamkeit zunehmend auf das Gesamtsystem und das Zusammenspiel aller Komponenten gelegt. Im Rahmen dieser Tests wurde auch zunehmend im autonomen Modus des Testträgers getestet. Hierbei konnte die Qualität der entwickelten Selbstlokalisierung und die Echtzeitausführung unter Realbedingungen der entwickelten SAFARI-Komponenten verifiziert werden.

Die Datenaufzeichnung erfolgte zum einen über das zentrale Fahrzeugsystem, welches sämtliche Rohdaten aller laufenden Sensoren speichert, und zum anderen über die im Projekt durch FOKUS entwickelte Logging-Komponente, die die Daten im SAFARI-Backend verfügbar macht. Jedoch prozessiert die Logging-Komponente keine Rohdaten, da diese im Projekt nicht im Backend benötigt werden, sodass im Backend nur eine Untermenge der erfassten Daten der Testträger abgelegt wird. Deshalb wurde auch bei Logging-Fahrten mit aktiviertem SAFARI-Logger das Rohdaten-Logging zusätzlich verwendet. Diese Rohdaten wurden auf internen, zugangsbeschränkten Servern der Freien Universität Berlin abgelegt und zu Projekt-Forschungszwecken (insbesondere AP3) verwendet.

2.5 AP 7 Demonstration und Evaluation

2.5.1 AP 7.1 Vorbereitung der Demonstration

Die im Projekt erzielten Forschungsergebnisse wurden bei drei Demonstrationen präsentiert. Das DCMLR der FU Berlin beteiligte sich an der Demonstrationsplanung und führte die erforderlichen Tests und Datenakquisen im Vorfeld der Demonstrationen durch.

Für die Demonstration des autonomen Fahrens musste zusätzlich, unter Verwendung des in AP 6.3 entwickelten Toolings, eine Karte für das autonome Fahren erstellt und umfangreichen Tests unterzogen werden.

2.5.2 AP 7.2 Durchführung der Demonstration

Bei den Demonstrationen wurde durch das DCMLR die in SAFARI entwickelten Technologien einer Fachöffentlichkeit vorgestellt. Dies betraf unter anderem die Landmarken-Lokalisierung, die Echtzeit-Änderungsdetektion auf dem Fahrzeug, die Parkplatzdetektion auf dem Fahrzeug und die Detektion von zweite Reihe Parker und Baustellen. Zusätzlich wurde auf der Abschlussdemo das autonome Fahren unter Verwendung der Landmarken-Lokalisierung präsentiert.

2.5.3 AP 7.3 Eigenevaluation

Für den im Rahmen der Eigenevaluation geplante Vergleich zwischen den verschiedenen Sensor-Setups der Partner wurde eine gemeinsame Datenbasis benötigt. Dafür wurden gemeinsame Datenakquisefahrten durchgeführt bei denen die Fahrzeuge in einer Kolonne eine festgelegte Strecke abfuhren, sodass die Detektionsergebnisse der einzelnen Fahrzeuge starke Überschneidungen aufweisen sollten und damit vergleichbar werden.

Das DCMLR evaluierte die gemeinsam erhobenen Daten in Hinblick auf die Präzision der partnerspezifischen Landmarken-Selbstlokalisierung, die Reichweite und Signalstärke der im Testfeld installierten V2X-Systeme und die Ergebnisse der Kartenänderungsdetektion des SAFARI-Backends.

Die Evaluation zeigte einige Fehler in den Kartendaten des VISS und die Änderungsdetektion zeigte sich in der Lage Änderungen, Hinzufügungen und das Fehlen von Objekten automatisiert zu erkennen.

Die Selbstlokalisierungsverfahren aller Partner erzielten mindestens fahrspurgenaue Ergebnisse und zeigten sich gängigen GNSS-Verfahren überlegen.

Die Sendeleistung aller im Testfeld installierten V2X-Systeme erwies sich mit 300m und höherer Reichweite als ausgezeichnet. Teilweise wurden Reichweiten von über 800m erreicht.

3 Vergleich Planung und Umsetzung des Vorhabens

Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des ZG geänderten) Arbeits-, Zeit- und Kostenplanung.

3.1 Arbeitsplanung

Verschiedene, unvorhergesehene Verzögerungen machten eine kostenneutrale Verlängerung des Projekts um sechs Monate nötig. Eine ausführliche Begründung ist im gemeinsamen Schlussbericht in Kapitel 3 zu finden.

3.2 Zeitplanung

Der zum Verlängerungsantrag aktualisierte Zeitplan wurde im Wesentlichen eingehalten.

SAFARI Zeitplan

Stand: 11.03.2019

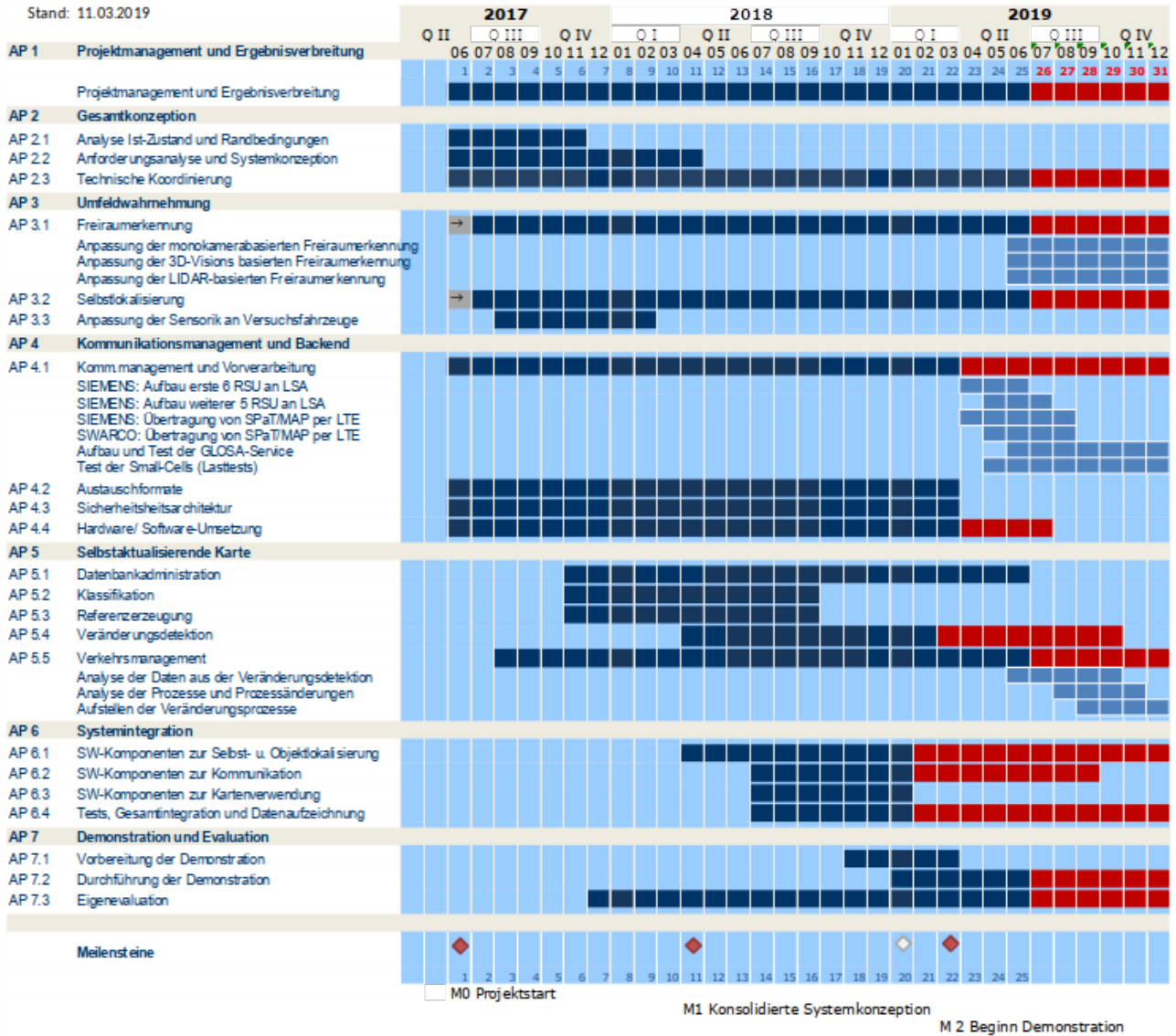


Abbildung 1-1: Aktualisierter SAFARI Zeitplan. Verschiebung sind durch rote Farbe gekennzeichnet.

Verzögerungen der Aufgaben des DCMLR/FU (vor allem im Bereich AP6 und AP7) erwachsen hauptsächlich aus verzögerten vorhergehenden APs auf kritischen Pfaden. Im Bereich AP3 kamen zusätzlich die verspätet gestarteten Datenakquisen negativ zum Tragen.

3.3 Kostenplanung

Die Kosten wurden eingehalten und es wurden keine Budgetverschiebungen durchgeführt.

4 Ziele des Vorhabens

4.1 Zielerreichung

Die gemeinsam abgestimmten Ziele konnten größtenteils erreicht werden. Eine detaillierte Übersicht der Zielerreichung ist im Verbundbericht aufgestellt.

4.2 Relevante F&E-Ergebnisse Dritter

Relevante F&E-Ergebnisse Dritter werden im Verbundbericht unter Kapitel 4.3 erläutert.

4.3 Änderungen der Zielsetzung

Für das DCMLR/FU ist keine Anpassung der Zielsetzung im Verlauf des Vorhabens notwendig geworden. Änderungen in der Zielsetzung des Vorhabens, die nicht die FU bzw. das DCMLR betreffen, sind im gemeinsamen Schlussbericht zu finden.

5 Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen

Die Auflistung der öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen findet sich im gemeinsamen Schlußbericht in Kapitel 5.

6 Fortschreibung des Verwertungsplans

6.1 Erfindungen und Schutzrechtsanmeldungen

Keine Aktivitäten im Bereich von Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen von dem DCMLR/FU im Rahmen des Projektes SAFARI.

6.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Keine Aktivitäten des DCMLR/FU in dieser Hinsicht.

6.3 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Projekts SAFARI finden in nachfolgenden Projekten (ab 01.01.2020) Verwendung. Im Bereich der Landmarken-Lokalisierung sind wissenschaftliche Publikationen (im Jahr 2020) geplant.

6.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Die errungenen Forschungsergebnisse finden in nachfolgenden Projekten Anwendung. Die im Projekt verbaute Hardware, wie die Cohda OBU und die HELLA-Kamera werden in aktuellen und zukünftigen Abschlussarbeiten, wie Master- und Doktorarbeiten, verwendet.

Die weitere Entwicklung der im Projekt entstandenen Softwarekomponenten, wie die Landmarken-Lokalisierung und die Freiraumerkennung wird voraussichtlich in weiteren wissenschaftlichen Veröffentlichungen münden.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AVF	Automatisiertes und vernetztes Fahren
C2C CC	Car-2-Car Communication Consortium
DB	Datenbank
DCMLR	Dahlem Center for Machine Learning and Robotics
DSRC	Dedicated Short Range Communication
D-GNSS	Differential GNSS
DL	Downlink
EU	Europäische Union
GIS	Geographisches Informationssystem
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
802.11p	"IEEE Std P802.11p-2010" IEEE Wireless Access for the Vehicular Environment, amendment to 802.11, included in "IEEE Std P802.11-2012"
IVS	Intelligente Verkehrssysteme
HD	High Definiton
LiDAR	Light Detection And Ranging
LSA	Lichtsignalanlage
LTE	Long Term Evolution
Mbps	Mega bit per Second
MHz	Mega Hertz
NDS	Navigation Data Standard e.V.
OBU	On-Board Unit
MAP	auch TOPO genannte I2V Meldung mit Information zu Geometrie des Knotenpunktes
RSU	RoadSide Unit
SPaT	Signal Phase an Timing (I2V Meldung mit Information des LSA-Programmablaufs)
VT	Versuchsträger – Fahrzeug mit Sensorik für automatisiertes Fahren im Versuchsaufbau
V2V	vehicular-2-vehicular
V2I	vehicular-2-infrastructure
V2X	vehicular-2-everything
V2N	vehicular-2-network

Abkürzung	Bedeutung
V2P	vehicle-2-pedestrian (equivalent to VRU)
VRU	vulnerable road user
WFS	Web feature services
ZIP	Steht für das ZIP-Dateiformat (von <u>englisch</u> <i>zipper</i> , <u>Reißverschluss</u> '). Erlaubt verlustfreie Kompression von Dateien und kann auch als Container mehrere zusammengehörige Dateien oder ganze Verzeichnisbäume zusammenfassen.
	Berlinspezifische Abkürzungen
FIS	Fachübergreifendes Informations-System (SenUVK/ SenSW)
IT DZ	IT Dienstleistungszentrum des Landes Berlin
VISS	Verkehrsinformationssystem Straße (als Organisation Geschäftsstelle Verkehrsinformationssystem Straße, SenUVK)
VIZ	Verkehrsinformationszentrale (durch VMZ GmbH betrieben)
VKRZ	Verkehrsregelungszentrale (durch VLB betrieben)
VLB	Verkehrslenkung Berlin (SenUVK nachgeordnete Behörde)

Literaturverzeichnis

SAFARI-Projektkonsortium, Verbundbericht SAFARI, Berlin, 2020. Nicht öffentlich.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel Partnerbericht Freie Universität Berlin, SAFARI - Sicheres automatisiertes und vernetztes Fahren mit selbstaktualisierenden Karten		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Prof. Dr. Göhring, Daniel Steinke, Nicolai	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2019	6. Veröffentlichungsdatum 07.09.2020
	7. Form der Publikation Abschlussbericht	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Prof. Dr. Daniel Göhring Freie Universität Berlin Institut für Informatik Dahlem Center for Machine Learning and Robotics Arnimallee 7 14195 Berlin	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	10. Förderkennzeichen *) 16AVF1029F
	11. Seitenzahl 28	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Invalidenstraße 44 10115 Berlin	13. Literaturangaben 1	14. Tabellen
	15. Abbildungen 1	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		
18. Kurzfassung Zielsetzung des Projektes Safari ist die Entwicklung und praktische Erprobung des Zusammenspiels zwischen dem automatisierten und vernetzten Fahren und kooperativer Infrastruktur. Dabei wird von der „Sicht“ der AVF Fahrzeuge auf ihre Umgebung ausgegangen. Während die Fahrsituationen im Bereich der Bundesautobahnen meist klar strukturiert sind, tauchen in innerstädtischer Fahrsituationen eine schier unendliche Zahl anspruchsvoller Aufgaben auf, die sich oft am Rande des durch die Fahrzeuge leistbaren befinden (Edge-cases). Die Aufgaben können durch die Bereitstellung hochgenauer Karten (HD-Karten) erleichtert werden. Es tauchen aber auf allen Ebenen Fehler auf: Abweichungen in der grundlegenden HDKarte, z.B. neuer Fahrstreifenverlauf nach Umbau durch Baumaßnahmen, temporäre Schäden im Straßenbelag (Schlaglöcher). Fehlverhalten anderer Verkehrsteilnehmer, z.B. Überfahren von Fahrstreifen, Halten und Parken auf der Fahrbahn, spontane unabsehbare Fahrentscheidungen. Der zentrale Ansatz von Safari liegt in der Annahme, dass die meisten Fehler systematisch sind und von AVF Fahrzeugen erfahren, erlernt und vorhergesagt werden können. Der Anspruch hierbei ist, visuelle Landmarken zu kartographieren, welche zur hochgenauen visuellen Selbstlokalisierung hinreichend sind. .		
19. Schlagwörter		
20. Verlag	21. Preis	

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Report	
3. title Partnerbericht Freie Universität Berlin, SAFARI - Sicheres automatisiertes und vernetztes Fahren mit selbstaktualisierenden Karten		
4. author(s) (family name, first name(s)) Prof. Dr. Göhring, Daniel Steinke, Nicolai	5. end of project 31 December 2019	6. publication date 07 September 2020
	7. form of publication Report	
	8. performing organization(s) (name, address)	
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Invalidenstraße 44 10115 Berlin	9. originator's report no.	
	10. reference no. 16AVF1029F	
	11. no. of pages 28	
13. no. of references 1	14. no. of tables	
	15. no. of figures 1	
	16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)		
18. abstract Goal of the project Safari is the development of a collaborative system which includes autonomous driving, communication between cooperative infrastructure and the automated vehicles. Starting point is the sensing layer of the autonomous vehicles in combination with HD map data. The role of the FU in this project is the development of localization approaches, the recognition of free space and of objects in traffic scenarios. Further, recognized objects shall be compared to given map data and map data, if necessary will have to be updated. The necessary components will be integrated in the two test vehicles of the FU Berlin and evaluated within a test environment in Berlin-Reinickendorf.		
19. keywords		
20. publisher	21. price	