



Projektskizze

SAVe:

Funktions- und Verkehrs-Sicherheit im Automatisierten und Vernetzten Fahren

Projektkoordination: Lutz Morich
AUDI AG
85045 Ingolstadt

Tel.: +49 841 89-55379
e-mail: Lutz.Morich@audi.de

Verbundpartner:

AUDI AG 85045 Ingolstadt	3D Mapping Solutions GmbH Raiffeisenstraße 16 83607 Holzkirchen	ASAP Holding GmbH Sachsstraße 1A 85080 Gaimersheim
CADFEM International GmbH Marktplatz 2 85567 Grafing	GIGATRONIK Ingolstadt GmbH Dr.-Ludwig-Kraus-Straße 6 85080 Gaimersheim	TWT GmbH Am Pulverl 3 85051 Ingolstadt
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt Ostenstraße 26 85072 Eichstätt	Technische Hochschule Ingolstadt Esplanade 10 85049 Ingolstadt	Hochschule München Lothstraße 34 80335 München
Stadt Ingolstadt Amt für Verkehrsmanagement und Geoinformation Spitalstraße 3 85049 Ingolstadt		

Zusammenfassung des Projektvorschlags

„SAVe:“ generiert die Grundlage für die Entwicklung automatisierten und vernetzten Fahrens (AVF), insbesondere im urbanen Umfeld unter Berücksichtigung der Wechselwirkung mit gesellschaftlichen Fragestellungen. Die methodische Entwicklung von kombinierter virtueller und physischer Absicherung von Verkehrsszenarien, vor allem im Mischverkehr sowie im urbanen Umfeld, schafft eine gesamthafte Basis für die zukünftigen Fahrzeug- und Verkehrsinfrastruktur-Entwicklungen.

Dazu zielen die Verbundpartner mit dem hier skizzierten Projekt „SAVe:“ zunächst auf die Digitalisierung exemplarischer Streckenabschnitte in der Stadt Ingolstadt ab, auf deren Basis der virtuelle Entwicklungs- und Implementierungsprozess für neue AVF-Funktionen und Komponenten aufsetzt. Die im Modell abzubildenden exemplarischen Streckenabschnitte adressieren sowohl das digitale Testfeld Autobahn als auch das digitale Testfeld der Stadt. Die Modellierung der dazu notwendigen technischen Komponenten in einer Simulationsumgebung sowie die eigentliche Simulation von Funktionen des AVF in exemplarischen realistischen Fahrscenarien sind von richtungsweisender Bedeutung für deren zukünftige Absicherung und damit sicheren Einführung. Durch die Verknüpfung mit Realversuchen und die Verwendung von Flottendaten werden die Simulationsszenarien angereichert und validiert.

Die Verbindung aus virtuellem und digitalem Testfeld bietet die Möglichkeit, eine abgesicherte Entwicklungsumgebung für AVF zu schaffen. Hierfür werden im Projekt Szenarien entwickelt, die, anhand von Demonstratoren, unter Beteiligung der Bürger im Hinblick auf deren Akzeptanz evaluiert werden. Für das zu beantragende Projekt sind folgende vier Forschungsschwerpunkte in Form von Teilprojekten vorgesehen:

- Ausbau und Weiterentwicklung der Fahrsimulation im virtuellen Testfeld (Teilprojekt VT)
- Vernetzung von Infrastruktur und realen Fahrzeugflottendaten in einem virtuellen Verkehrsmodell (Teilprojekt VV)
- Optimierung von Funktionen des automatisierten Fahrens (Teilprojekt OF)
- Gesellschaftliche Aspekte des AVF (Teilprojekt GA)



Inhalt

Zusammenfassung des Projektvorschlags.....	1
1 Motivation und Gesamtziel des Verbundprojektes.....	3
2 Aktueller Stand von Wissenschaft und Technik.....	4
2.1 Stand der Technik – Forschung und Industrie.....	4
2.1.1 Automatisierung.....	4
2.1.2 Vernetzung.....	5
2.1.3 Virtuelles Testfeld und Simulation.....	5
2.2 Neuheit und Attraktivität des Lösungsansatzes.....	5
2.3 Bestehende Schutzrechte.....	6
3 Beschreibung des Arbeitsplans.....	6
3.1 Potenziale der Verbundpartner.....	6
3.2 Arbeitsinhalte.....	7
3.3 Konzept für Eigenevaluation, Kriterien.....	13
3.4 Zeit- und Kostenplan.....	13
4 Verwertungsplan.....	14
4.1 Wirtschaftliche Verwertungsperspektiven.....	14
4.2 Wissenschaftliche Verwertungsperspektiven der beteiligten Hochschulen.....	14
5 Risiken und Notwendigkeit der Zuwendung.....	15



1 Motivation und Gesamtziel des Verbundprojektes

Automatisiertes und vernetztes Fahren (AVF) beinhaltet das Potenzial eines sogenannten Game Changers für die Mobilität der Zukunft. In der öffentlichen Wahrnehmung spielt sich die Entwicklung fast ausschließlich in den USA ab, obwohl weltweit führende Fahrzeughersteller, Technologielieferanten und Wissenschaftler in Deutschland firmieren – warum? Die Antwort liegt u.a. in den agilen Entwicklungsprozessen und den virtuellen Entwicklungsmethoden der amerikanischen IT-Industrie, die sich nun die Mobilität als Zielbranche gewählt hat und autonome Transportmittel als rollende Computer betrachtet. Demgegenüber stehen traditionelle Entwicklungsprozesse und Absicherungsmethoden der hiesigen Automobilindustrie, welche die Gebrauchs- und Funktionssicherheit ihrer Produkte in den Mittelpunkt der Entwicklung stellt und vornehmlich über reale Fahrversuche validiert. Das vorliegende Verbundvorhaben will die Vorteile beider Entwicklungssichtweisen integrieren und neue Methoden und Prozesse für eine rasche und vor allem effiziente und sichere Einführung von AVF vorantreiben.

Durch den digitalen Wandel in der Gesellschaft, der sich in der Verkehrs- und Transportindustrie besonders niederschlägt, ist eine konsequente Forschung und Entwicklung im Bereich AVF, vorwettbewerblich unter Führung der öffentlichen Fördergeber und in wettbewerblichen Verbänden, notwendig.

Um zukünftig Autofahren effizienter, sicherer und umweltfreundlicher zu gestalten und damit einen erheblichen Mehrwert für die Gesellschaft zu schaffen, adressiert das Projekt folgende Schwerpunkte der Förderrichtlinie:

Förderschwerpunkte der Förderrichtlinie AVF	Beitrag des Projekts ‚SAVe:‘
Organisation des Straßenverkehrs	<p>Untersuchung veränderter Verkehrsanforderungen und Implikationen für die Verkehrsabläufe, die zur Steigerung der Verkehrssicherheit und Verbrauchs- und Emissionsreduzierung beitragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhebung wechselseitiger Anforderungen im Mischverkehr in verschiedenen AVF-Ausbaustufen, u. a. Straßenumfeld und Verkehrsteilnehmer in unterschiedlichen Verkehrsszenarien • Bewertung makroskopischer (bspw. Verkehrsfluss) und mikroskopischer (bspw. Interaktion) Verkehrseffekte zur Optimierung des Verkehrsflusses • Konzeption von Absicherungs- und Zulassungsfragestellungen • Ableitung erforderlicher Straßenkapazitäten und Verkehrsleistungen unter Einbeziehung aller verkehrsrelevanten bzw. Straßenumfeld betreffenden Faktoren
Kooperation und Vernetzung	<p>Untersuchung der Kommunikation und Kooperation im Mischverkehr sowie die Bereitstellung und Vernetzung verkehrsrelevanter Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung der Anforderungen wechselseitiger Kommunikation zwischen AVF-Fahrzeugen (Car2Car) in verschiedenen Ausbaustufen sowie weiteren Verkehrsteilnehmern und der Infrastruktur (Car2X). Dies dient der Erzeugung einer Geolokalisierung im Rahmen der Verkehrsflussplanung sowie der Bildung von Kooperationsnetzwerken zum Kommunikationsaustausch • Ermöglichung einer Echtzeitauswertung und Überwachung übergreifender, hochpräziser und aktueller Mobilitätsdaten • Bildung einer Aggregation zur Schwarmintelligenz
Gesellschaftliche Aspekte	<p>Beteiligung der Zivilgesellschaft an Entscheidungen und Prozessen in der Gestaltung innovativer AVF-Mobilitätsdienstleistungen für nutzerzentrierte Innovation. Einrichtung eines „Schaufensters“ in der Innenstadt für die Bürger als Treffpunkt und Interaktionsmöglichkeit sowie zur Info über Projektfortschritte. Folgende Fragestellungen werden adressiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsanalyse: Welchen Mobilitätsbedarf und welche Mobilitäts-



	<p>muster gibt es zukünftig in digital-unterstützten multimodalen urbanen Räumen und wie können diese adressiert werden? Welche Erwartungen haben die Nutzer an AVF? Welche Bedenken haben Bürger gegenüber AVF? Welche Risiken gilt es zu berücksichtigen?</p> <ul style="list-style-type: none">• Chancen AVF: Welchen Beitrag kann AVF für Bürger leisten? Wie kann AVF eingesetzt werden, um die Lebensqualität für Bürger zu steigern und diese zukünftig zu einem an die veränderte Ressourcenverfügbarkeit angepassten Verhalten zu bewegen? Wie lassen sich Bedenken der Bürger adressieren?
--	---

Als Modellregion für die exemplarischen Streckenabschnitte, Szenarien und Use Cases wurde Ingolstadt ausgewählt – eine Region mit dem bundesweit stärksten Wachstum. Ingolstadt gilt zusammen mit der Region München als sogenannte Metropolregion. Des Weiteren sind Synergien durch eine mögliche Anbindung an das bestehende „Digitale Testfeld Autobahn“ der BAB A9 zu erwarten. Zudem ist die Flottendichte beeinflussbarer modernster digital ausgerüsteter Fahrzeuge außerordentlich hoch.

Die in dem Projekt entwickelten methodischen und exemplarischen Ergebnisse lassen sich in die Schaffung und Umsetzung eines multifunktionalen virtuellen Regionsmodells integrieren. Die Verbindung aus virtuellem und digitalem Testfeld schafft die Möglichkeit, eine gesamthafte, validierte AVF-Simulation- und Verkehrsflussumgebung im Mischverkehr zu schaffen. Diese Weiterentwicklung ist in einem assoziierten Projekt der Verbundpartner über die Förder-Richtlinie aus dem ‚mFund‘ geplant.

Die Innovation in ‚**SAVe:**‘ – die Verknüpfung aus virtuellem und digitalem Testfeld im urbanen Raum – schafft die Voraussetzung zur Einführung von AVF mit Hinblick auf die Erhöhung der Sicherheit und Effizienz von Fahrzeug-Funktionen und Verkehr. Durch diese Verknüpfung eröffnet sich ein neues Technologiefeld für den Wirtschafts- und Innovationsstandort Deutschland.

‚**SAVe:**‘ liefert insbesondere einen erheblichen Erkenntnisgewinn zur Integration automatisierter Fahrfunktionen und vernetzter Verkehrssysteme in das bestehende Verkehrssystem. Der gewählte Ansatz stellt einen wesentlichen technischen Fortschritt für die Zukunftsmobilität dar und ist bis heute in dieser Form nicht existent.

2 Aktueller Stand von Wissenschaft und Technik

‚**SAVe:**‘ fokussiert sich inhaltlich auf das virtuelle Erproben von automatisierten und vernetzten Fahrfunktionen und die Validierung mit realen Fahrversuchen. Projektergebnis soll die Entwicklung von Verfahren und die Demonstration von Use Cases in einer Simulation sein. Darin kann mit einer nahezu unbegrenzten Anzahl von ‚Digital Twins‘ als Simulationsobjekten anstelle einer limitierten Zahl von Erprobungsfahrzeugen die virtuelle Erprobung und Validierung durchgeführt werden. Der Aufbau von Demonstratoren soll zur Inszenierung von reproduzierbaren Fahrsituationen zur Beantwortung von Fragestellungen aus Forschung, Industrie und Gesellschaft in Bezug auf AVF verwendet werden.

2.1 Stand der Technik – Forschung und Industrie

Durch die folgenden Forschungsvorhaben werden in unterschiedlichen Teilgebieten die aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten, Projekte und in der Industrie etablierten Verfahren im Bereich des AVF geprägt:

2.1.1 Automatisierung

Aktuell laufende Förderprojekte wie **PEGASUS**, **HAVEit**, **L3Pilot** und **HF-AUTO** beschäftigen sich u. a. mit Assistenzfunktionen bezüglich Erprobung und Absicherung und untersuchen automatisierte Fahrfunktionen im Hinblick auf Optimierung der Sicherheit, Nutzerakzeptanz, Fahr- und Reiseverhalten, Funktionalität auf Autobahnen, sowie Fahrerverhalten und -zustand während der automatisierten Fahrt vorwiegend im realen Versuch.



2.1.2 Vernetzung

Projekte zur Vernetzung des Fahrzeugs mit anderen Fahrzeugen (C2C) oder der Infrastruktur (C2I) untersuchen zum einen die technischen und wirtschaftlichen Potenziale unterschiedlicher Kommunikationstechnologien (**CoCAR, CONVEX**), zum anderen die Auswirkungen kooperativer Systeme auf Verkehrsfluss und -optimierung (**TRAVOLUTION, DRIVE C2X, VERONIKA**). Die wesentlichen Forschungsfragestellungen betreffen die Erhöhung von Sicherheit und Effizienz des Verkehrs durch Kooperation sowie die Vereinheitlichung der Kommunikationsplattformen.

Keines der oben genannten Projekte fokussiert die vollständige Virtualisierung und Visualisierung von automatisierten und vernetzten Fahrfunktionen auf virtuellen Strecken sowie die Einbindung von virtuellen Verkehrsteilnehmern, wie es dem Ziel von ‚**SAVe**‘ entspricht. Weiter sollen Visualisierungsumgebungen zur Darstellung von virtuellen Fahrversuchen bzw. Fahrfunktionstests umgesetzt werden. Dies dient sowohl der Nachbildung von Verkehrssituationen, als auch der visuellen technischen Validierung und der Schaffung von Akzeptanz in der Bevölkerung.

2.1.3 Virtuelles Testfeld und Simulation

Virtuelle Umgebungen und Simulationen sind bereits heute ein fester Bestandteil in der Entwicklung bei deutschen Automobilherstellern. Im Vergleich zu konventionellen Erprobungen können durch Simulationen bereits in frühen Entwicklungsphasen Komponenten optimiert und getestet werden, bevor sie hergestellt werden. Für das automatisierte und vernetzte Fahren gilt dieses Prinzip ganz besonders.

Als Ziel von virtuellen Umfeldern und Simulationen gilt es, in Millionen Testkilometern in kürzester Zeit, mit geringem Aufwand und hoher Transparenz reproduzierbar zu testen. Test und Absicherung des AVF ist nur auf diese Weise möglich. Die virtuellen Testfahrten müssen eine Vielzahl von Straßen-, Verkehrs- und Umweltszenarien abdecken (z. B. schwer real nachstellbare Testfälle, Variation Einflussparameter, Änderungen der Infrastruktur, Umweltbedingungen). Fahrzeugzustände und Verkehrssituationen von ‚Digital Twins‘ sind fast beliebig veränderbar und die Simulationsergebnisse reproduzierbar.

Als herausragendes Beispiel seien die Aktivitäten des Unternehmens **Waymo**, eine Tochtergesellschaft des **Google** Konzerns, genannt: Die autonom fahrenden Autos werden in einer virtuellen Welt getestet, die das gesamte Straßensystem von Kalifornien abbildet. In der virtuellen Welt sind die Fahrzeuge schon über 2 Mrd. Meilen gefahren, während in der realen Welt erst rund 3 Mio. Meilen zurückgelegt worden sind. Google stellt fest, dass in der digitalen Welt in wenigen Stunden das getestet werden könne, was real nur in Jahrzehnten denkbar sei. Tausende von Szenarien ließen sich rein virtuell ausprobieren.

Der politische Wille, Deutschland in naher Zukunft zu einem Leitmarkt des AVF zu entwickeln, wird nur über ähnliche Ansätze – wie sie in ‚**SAVe**‘ als urbanes virtuelles Testfeld zur virtuellen Erprobung von AVF erforscht werden – möglich sein.

2.2 Neuheit und Attraktivität des Lösungsansatzes

Die zukünftigen Anforderungen an den Straßenverkehr durch AVF sind gegenüber dem heutigen Verkehrsgeschehen geprägt durch einen massiven Einsatz von Informationstechnik aller beteiligten Akteure. Der im Projektvorhaben ‚**SAVe**‘ angestrebte Lösungsansatz adressiert mit dem beabsichtigten Aufbau anspruchsvoller Simulationsanwendungen sowohl den Bedarf der Fahrzeug-Entwicklung als auch den späteren praktischen Betrieb der automatisierten und vernetzten Funktionen.

Das Projekt liefert eine erstmalige Angebotskaskade für die Bereitstellung von verkehrstechnischen Daten: Geolokalisierung einer Fahrzeugflotte (Audi-Versuchsfahrzeuge und -Dienstwagen als Sensorschwarm) mit einer weltweit einzigartigen Durchdringung von vernetzten Fahrzeugen im regionalen Straßenverkehr → Anreicherung der gesammelten FCD (Floating Car Data) durch Verknüpfung mit kommunalen Verkehrsmanagementdaten der Stadt Ingolstadt (IV, ÖPNV, LSA) → Verkehrsdatenanalyse in bisher nicht bekannter Genauigkeit und Auflösung → Aufbau und Validierung einer realitätsnahen, repräsentativen Simulation des Verkehrsgeschehens und dessen Echtzeitabbildung mit einer Auflösung bis hin zu Einzelobjekten.



In der Anwendung und Nutzung dieser Daten werden durch die Projektpartner höchst attraktive und innovative Lösungsansätze angestrebt wie z. B. eine Verkehrsprädiktion mit hoher Verlässlichkeit und Prognosegüte (unter Einbeziehung und Kombination von allen Arten von Verkehrsteilnehmern, nahezu beliebige Zusammensetzung von automatisierten und vernetzten Mischverkehren, qualitative Fokussierung auf seltene oder gefährliche Situationen, Sondersituationen, Wittereinflüsse, ...), wie sie für einen sicheren Betrieb eines automatisierten Fahrzeugs notwendig sind.

Die angestrebten Projektergebnisse werden die Voraussetzung für folgendes Anwendungs- und Einsatzspektrum des AVF bieten:

- Kategorisierung und Bewertbarkeit von Verkehrssituationen des AVF und Aufbau eines Situationskataloges / einer Szenarienbibliothek
- Klärung von Absicherungs- und Zulassungsfragestellungen für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge und dem dazu notwendigen Aufwand
- Situationsadaptive, variable Auslegung der automatisierten und vernetzten Funktionen
- Übertragbarkeit der Ergebnisse bzw. der Methodik auf andere Städte und Regionen der Welt

Durch die Zusammenführung mit den Ergebnissen eines zu beantragenden Parallelprojektes in der Förderrichtlinie ‚mFund‘ soll folgender weiterer Nutzen erreicht werden:

- Aufbau eines virtuellen Versuchsfeldes bzw. Testgeländes für AVF
- Voraussetzung für eine strategische und verkehrsträgerübergreifende Verkehrsplanung und Stadtentwicklung für die Region Ingolstadt, einhergehend mit einer zu erwartenden Steigerung der Verkehrssicherheit
- Effizienzprognose von verkehrlichen Infrastrukturmaßnahmen
- Virtuelles Testtool von on-demand-Mobilitätsangeboten z. B. für schwächere und eingeschränkte Personen

Bei einer Kombination beider Projekte geht das synergetische Ergebnis noch weiter über die jeweiligen Einzelergebnisse hinaus. Damit wäre es möglich, das digitale Testfeld für automatisiertes und vernetztes Fahren auf der BAB A9 und das urbane Testfeld Ingolstadt zu verknüpfen und mittels simulationstechnischer Abbildung und Einbindung in einem virtuellen Regionsmodell zu einem Versuchsfeld der Zukunft mit Leuchtturmcharakter zu entwickeln.

2.3 Bestehende Schutzrechte

Nach vorliegendem Kenntnisstand sind für die im Vorhaben geplanten Aktivitäten keine Sperrpatente bekannt.

3 Beschreibung des Arbeitsplans

3.1 Potenziale der Verbundpartner

Durch die Beteiligung an diversen Forschungsprojekten wie TRAVOLUTION, INVENT, AKTIV, UR:BAN, Ko-HAF, @City und PEGASUS sowie durch eigene Vorentwicklungsprojekte wie z. B. Audi piloted driving concept verfügt die **AUDI AG** auch durch ihre Innovationstochter **AEV (Audi Electronics Venture GmbH)** über eine breite Expertise im Bereich der assistierten, hochautomatisierten und vernetzten Fahrfunktionen und Fahrsimulationsanwendungen.

Die Firma **3D Mapping Solutions GmbH (3D Mapping)** hat sich auf die hochgenaue und hochauflösende Erfassung von Straßennetzen und die Erstellung von Referenzkarten für das autonome Fahren spezialisiert. Mit diesen Kompetenzen bildet 3D Mapping die Brücke zwischen realer und virtueller Welt.

In ‚**SAVE:**‘ sieht die **ASAP Holding GmbH (ASAP)** die ideale Plattform zur Ergänzung ihrer Kompetenzen im Bereich der virtuellen Absicherung. Durch den Austausch von Daten auf einer gemeinschaftlichen virtuellen Testing-Plattform, ist sie in der Lage, Komponentenmodelle auf virtuellen Strecken zu testen und mittels maschineller Lernverfahren mit umfassenden Daten sowie neuer Methodik zu trainieren.

Die **CADFEM International GmbH (CADFEM)** bietet umfangreiche Lösungen zur simulationsbasierten Produktentwicklung im Bereich Fahrassistenzsysteme (ADAS) und autonomes Fahren und verknüpft diese mit Smart City Anwendungen der Tochterfirma virtualcitySYSTEMS basierend auf dem CityGML Standard.



GIGATRONIK entwickelt für seine Kunden seit 2001 hochwertige Lösungen in den Bereichen Elektronik und IT. Mit Projekten und fundiertem Knowhow in der Entwicklung von Systemen zum pilotierten Fahren und der Software-Toolerstellung ist das Forschungsprojekt für GIGATRONIK von zentraler strategischer Bedeutung.

Die **Hochschule München (HM) mit dem Institut EDMS** verfügt über Kernkompetenzen im Bereich Absicherung von Prozessen, Methoden, Tools und Daten in der Produktionsentwicklung und in der Simulation von autonomen und vernetzten Systemen/Fahrzeugen. Diese Kernkompetenzen hat das Institut in unterschiedlichen Forschungsprojekten insbesondere mit dem Forschungsprojekt „Smart3DRegio“ unter Beweis gestellt.

Die **Technische Hochschule Ingolstadt (THI)** legt ihren Fokus auf Fahrzeug- und Verkehrssicherheit. Diese ausgewiesene Expertise in der angewandten Forschung führte zur Genehmigung des Forschungsbaus CARISSMA (Eröffnung Juni 2016) und umfasst acht Labore für die integrale Fahrzeugsicherheitsforschung (Versuchshalle, Simulationsnetzwerk, C2X-Labor, HiL-Testumgebung, Hexapode etc.) sowie eine große Freiversuchsfläche. Die beteiligten Professoren sind Experten auf den Gebieten Aktive Sicherheit, Automatisiertes Fahren, Human Factors und C2X.

Die **Stadt Ingolstadt** hat viele Verkehrstechnikprojekte im Bereich „Car-to-Infrastructure“(C2I), wie die ÖPNV-Beschleunigung, die Feuerwehrbeschleunigung, TRAVOLUTION (verkehrsadaptive Netzsteuerung), TRAVOLUTION EXTENDED (Ampel-Fahrzeug-Kommunikation) und VINSTAR (fahrplanlageabhängige ÖPNV-Beschleunigung) umgesetzt.

Die **TWT GmbH Science & Innovation (TWT)** verfügt über umfassende Expertise im Bereich der Funktionssimulation sowie in der Entwicklung virtueller Simulationsumgebungen zur Absicherung für das hochautomatisierte Fahren.

Der **Lehrstuhl für ABWL und Dienstleistungsmanagement an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt** fokussiert sich unter anderem auf Forschungsprojekte zur effizienten und effektiven Gestaltung von Co-Produktions-Prozessen, der Frage der Gestaltung von Dienstleistungsinnovationen und -geschäftsmodellen. Gemeinsam mit Studierenden und der Stadt Ingolstadt entwickelte der Lehrstuhl Konzepte zur Verbesserung der Bürgerbeteiligung. Durch seine wissenschaftliche Expertise ist der Lehrstuhl auch in der Drittmittelforschung (z. B. in den BMBF-Forschungsverbänden MIDIS und PROMIDIS) aktiv vertreten.

Durch Forschungsschwerpunkte im Bereich Aufmerksamkeit, kognitive Kontrolle, sowie Vorhersage von menschlichen Fehlleistungen und deren kognitiver Verarbeitung bringt der **Lehrstuhl für Allgemeine Psychologie der KU Eichstätt-Ingolstadt** in das Projekt besondere Expertise ein. Prof. Steinhauser ist unter anderem auch als Koordinator des BMBF-Verbundprojekts „INEMAS – Grundlagen interaktions- und emotionssensitiver Assistenzsysteme“ tätig.

3.2 Arbeitsinhalte

Im Folgenden wird der Arbeitsplan anhand von Teilprojekten mit zugehörigen Arbeitspaketen dargestellt. Die Struktur des Projektes zeigt Abb. 1:

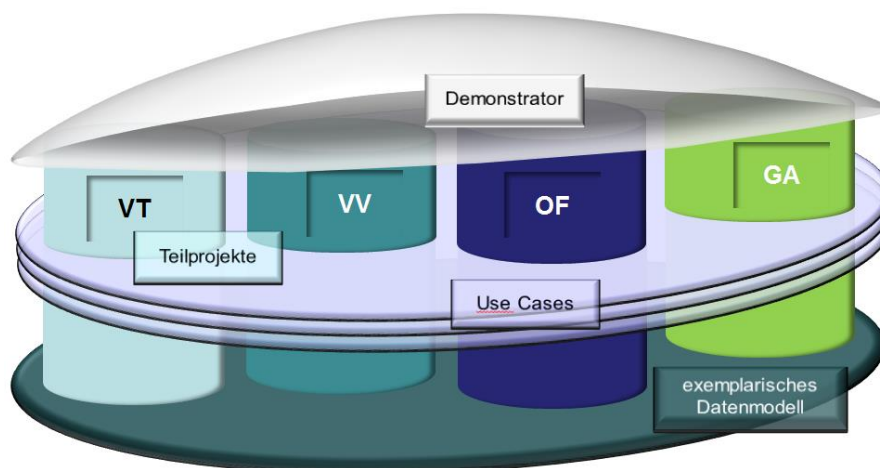


Abb. 1: Projektstruktur



Teilprojekt VT: Fahrsimulation im virtuellen Testfeld –Prozesse → Methoden → Tools	
<p>Weiterentwicklung und Optimierung von Fahrsimulationsanwendungen zur Entwicklung und Absicherung von automatisiertem und vernetztem Fahren (AVF) unter folgenden zwei Aspekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Detaillierte und valide Abbildung von ausgewählten Streckenmodellen realer Straßen und deren Umgebung als virtuelles Umfeld - Belegung von geometrischen Streckenmodellen mit realistischen Szenarien tatsächlicher Verkehrssituationen, um damit ein geschlossenes virtuelles Abbild der Verkehrsszenarien in der Realität zu schaffen 	
AP VT1	<p>Umfassende Analyse der vielfältigen Anforderungen an Strecken- und Verkehrsmodelle realer Straßen für ein zukünftiges virtuelles Testfeld für die Entwicklung und Absicherung von AVF</p>
AP VT2	<p>Definition und technische Spezifikation von exemplarischen geometrischen sowie verkehrstechnischen Datenmodellen ausgewählter Straßen und Verkehrsknoten im digitalen Testfeld Ingolstadt als Grundlage für die Simulation von exemplarischen Funktionen des AVF der Level 2 und 3 (wie beispielsweise Querverkehrs-/Kreuzungsassistent, Predictive Efficiency Assistant, Active Lane Assist, Stauassistent, Ausweichassistent, Abbiegeassistent, Parkassistent, Matrix LED) und höher wie pilotiertes Fahren und Parken (Level 4 und 5).</p> <p>Abdeckung und Verknüpfung folgender Verkehrsbereiche: Autobahn (Abschnitt Ingolstadt, digitales Testfeld A9), mehrspurige Ausfallstraße (Zubringer), mehrspurige Ampelkreuzung, innerstädtische (Neben-)Straßen, sowie Parkhausverkehr (siehe Luftbild unten Abb. 2)</p>
AP VT3	<p>Konzeption von repräsentativen und aussagekräftigen Simulationsszenarien in den zuvor definierten Streckenmodellen im Hinblick auf die besonderen Anforderungen des AVF</p> <p>Berücksichtigung der Aussagefähigkeit von Modellvarianten hinsichtlich unterschiedlicher Detaillierung, Reichhaltigkeit und Aktualität der Streckendaten</p>
AP VT4	<p>Entwicklung und Aufbau des zuvor konzipierten exemplarischen Strecken- und Verkehrsmodells zur umfassenden Simulation von AVF aus dem Bereich der digitalen Testfelder BAB A9 und Ingolstadt als Demonstrator für ein zukünftiges virtuelles Testfeld</p> <p>Integration von verfügbaren Verkehrs- und Flottendaten aus dem AP VV3</p>
AP VT5	<p>Prototypischer Einsatz des in AP VT4 entwickelten Demonstrators zur Simulation von AVF in den exemplarischen Strecken- und Verkehrsszenarien unter vielfältigen Gesichtspunkten wie: Automatisierungs- und Vernetzungsgrad der Fahrzeuge, Verhalten im Mischverkehr, Verkehrsdichte, Wetter, andere Verkehrsteilnehmer (LKW, Bus, Fahrrad, Fußgänger), Funktionsausfälle/Versagensmechanismen, Sondersituationen und Störfälle (Unfall, Baustelle, Rettungseinsatz), Variationen Ampelschaltung</p> <p>Integration der Ergebnisse aus AP OF4 hinsichtlich Optimierung des Fahrverhaltens von AVF in spezifischen Szenarien (Birdview an Kreuzungen, Car2X)</p> <p>Funktion des Demonstrators als Plattform für eine wechselseitige Verknüpfung mit der kundenorientierten Evaluation im TP GA 2</p>
AP VT6	<p>Validierung des Simulationssystems durch Abgleich mit den Fahrabläufen realer Erprobungsfahrzeuge in entsprechenden realen Verkehrssituationen in den digitalen Testfeldern BAB A9 und des digitalen urbanen Testfeldes Ingolstadt</p> <p>Nachprüfen durch Befahren mit Erprobungsfahrzeugen von bereits zuvor simulierten Szenarien; Parallelsimulation als ‚Digital Twin‘ einer Versuchsfahrt</p> <p>Dokumentation und Analyse der Simulationsgüte</p> <p>Optimierung und Nachschärfung der Simulationsqualität entsprechend der Validierungsergebnisse</p>
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Exemplarische Erarbeitung und Validierung von Simulationsmethoden für die Entwicklung und Absicherung von AVF - Grundlage für vollständigen Aufbau und Betrieb eines künftigen virtuellen Testfeldes



Teilprojekt VV: Vernetzung von Infrastruktur- und Fahrzeugflottendaten in einem virtuellen Verkehrsmodell

Das Teilprojekt VV beschäftigt sich mit der ‚Vernetzung von Infrastruktur- und Fahrzeugflottendaten in einem virtuellen Verkehrsmodell‘. Zunächst werden die relevanten Anforderungen hinsichtlich der Straßeninfrastruktur mit den dazugehörigen Merkmalen (z. B. Straßeninformation, Ampelinformation etc.) definiert. Des Weiteren wird in diesem Arbeitspaket die Wechselwirkung realer Fahrzeugflottendaten als Grundlage für die Durchführung einer virtuellen Verkehrssimulation in einem Regelkreis untersucht unter Berücksichtigung von Schwarmintelligenz der Gesamtflotte, Big Data-Anwendungen und der Verarbeitung der Bewegungs-, Sensor- und Umweltdaten. Als nächstes werden Konzepte hinsichtlich der Vernetzung der Flottendaten und der Infrastrukturinformationen definiert. Hierbei stehen unter anderem die Konzeption und Entwicklung von lokalen Mobilitätsdaten auf Basis von konkreten Nutzeranwendungen im Vordergrund. Schritt drei beinhaltet die Implementierung eines finalen Konzepts, welches dann anschließend auf Robustheit und industrielles Umfeld untersucht wird.

AP VV1	Definition der Anforderungen für die Erhebung der Flottendaten als Basis für eine Verkehrssimulation für das autonome Fahren. Diese Anforderungen beziehen sich auf Fahrzeugflottendaten für die Geo-Lokalisierung (z. B. GPS) für AVF, infrastrukturellen Daten (z. B. Ampel, Straße, Typ, Format, Verarbeitung), Vernetzungs- und Verschmelzungsmethoden der Flottendaten und Identifikation von Input- und Output-Daten für das virtuelle Verkehrsmodell des vernetzten und autonomen Fahrens.
AP VV2	Konzeption und Entwicklung des Austausches verkehrsträgerübergreifender Mobilitätsdaten von Flotte und Infrastruktur für ausgewählte Use Cases/Anwendungen; Entwicklung von Fahrzeugflottendatenmodellen hinsichtlich Simulation von sicherem, effizienterem Betrieb; Konzeptentwicklung für Nutzung exemplarischer lokaler Mehrwertdienste (Wetter, Parken) und Entwicklung von Ansätzen für Simulationsdaten, Situationskatalog, Simulation des Verhaltens in Unfällen und Verkehrsstörungen
AP VV3	Implementierung von Simulationsschnittstellen für Flottendaten und Infrastruktur-Informationen zur Anbindung verschiedener Simulationswerkzeuge des autonomen Fahrens (Verkehrssimulation, Virtuelle Fahrten) und Implementierung der strukturellen/inhaltlichen/fachlichen Anforderungen der relevanten Prozesse, Methoden, Tools und Daten für das autonome vernetzte Fahren mit den dazugehörigen Vernetzungsfunktionen hinsichtlich Verhaltens im AVF bei Unfällen und Verkehrsstörungen. Die Einbindung von bekannten generischen Methoden hinsichtlich Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmern und automatisierten und vernetzten Fahrzeugen. Integration von verfügbaren Fahrsimulationsmodellen aus dem AP VT4.
AP VV4	Validierung der Flottendaten zu Mehrwertdiensten (Wetter, Parken) auf Basis der implementierten Lösungsmodelle für die Simulation, Car2X-Anwendungen mit Schwerpunkt wechselseitiger Informationsaustausch von Fahrzeugen und Ampeln und die Auswertung des Einflusses von Daten- und Modellqualität auf die Simulationsergebnisse.
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung der Vernetzung von Fahrzeugflottendaten mit der Infrastruktur von AVF - Grundlagen zum Aufbau / Betrieb einer virtuellen Verkehrssimulation

Teilprojekt OF: Optimierung von Funktionen des automatisierten Fahrens

Automatisiertes Fahren im Stadtverkehr ist von ungleich höherer Situationskomplexität geprägt als auf Autobahnen. Das Teilprojekt OF beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie neue Kommunikations- und Sensierungsmöglichkeiten sowie Algorithmen in ausgewählten lokalen urbanen Use Cases einen Beitrag zur Verbesserung der Fahrfunktion des automatisierten Fahrzeugs leisten können. Im Mittelpunkt steht die Erforschung von technologischen Teilfunktionen und Komponenten, um das AVF in der Stadt deutlich sicherer und performanter werden zu lassen. Dabei wird die Kreuzung als kritischster Punkt im urbanen Straßenraum beim AVF für Fahrzeug, VRU (Vulnerable Road Users) und andere ausgewählt.

Ziel ist der Aufbau von zwei Demonstratoren am Beispiel einer ausgewählten Kreuzung im vorher beschriebenen digitalen Testfeld Ingolstadt, die in der Versuchshalle CARISSMA bzw. der Outdoor-Versuchsfläche der THI nachgebildet wird. Auf Basis empirischer Daten sollen die Erkenntnisse der Realversuche im Zusammenspiel mit einer leistungsfähigen Simulationsumgebung iterativ zu robusten Lösungen entwickelt werden. Dies soll durch eine enge Vernetzung von realem Versuch und reiner Simulation bzw. einer gemischt virtuellen-realen Versuchsumgebung (Mixed-Reality) geschehen. Ein Ziel wird dabei die Reduktion des Testaufwandes durch Substitution von Realtests hin zu simulationsbasierten Tests des AVF im urbanen Verkehr sein, ein zweites wesentliches Ziel die Erkenntnis über den Wert einer vernet-



<p>zungsbasierten Unterstützung des AVF, d. h. die Ermittlung des Nutzens neuer Teilfunktionen, bereitgestellt über C2X mit anderen Fahrzeugen und Infrastrukturen.</p> <p>Auf Basis eines Kreuzungsszenarios werden im Folgenden die zwei unterschiedlichen technischen Lösungen erörtert.</p>	
AP OF1	<p>Definition des Kreuzungsszenarios und Ableitung von Anforderungen an die Testumgebung</p>
AP OF2	<p>Aufbau und Befähigung der Versuchsumgebungen / Grundfunktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Architekturentwicklung - Simulationsumgebung/Mixed Reality - Modellierung des umgebenden Realverkehrs in Echtzeit in einer onboard-Simulationsumgebung, Trajektorienprädiktion - HD Karte gemäß Anforderungen - Bereitstellung und Anpassung eines Versuchsträgers für die Realversuche (Fahrzeug als Grundplattform vorausgesetzt!)
AP OF3	<p>Demonstrator 1: Konzept und Umsetzung des techn. Ansatzes ‚Kooperative-Vernetzung‘</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: <ul style="list-style-type: none"> o Nutzen einer C2X-Vernetzung mit Teilnehmern eines Ad-Hoc-Netzes o Nutzung Car2Car-Kommunikation zur Trajektorienplanung des autom. Fahrzeugs in komplexen Szenarien (viele dynamische Objekte, Verdeckungen durch Gebäude, etc.) o Nutzung maschineller Lernverfahren zur Szenarienklassifikation o Szenarienadaptive Umfeldbeschreibung für Algorithmen der Trajektorienplanung o Berücksichtigung der Validität der Verbindung und übermittelten Informationen o Alternativ: Szenarienanalyse, -bewertung und -planung mittels RoadSideUnits (in der Infrastruktur und nicht mehr im Fahrzeug) - Implementierung der Funktion in der Simulation und Bewertung des Nutzens der C2X-Vernetzung für das AVF - Umsetzung der Funktionalität in einem Outdoor-Szenario (Testgelände der THI) - Vorbereitung des Aufbaus des Szenarios an der realen Straßenkreuzung <p>Rückspeisung der Erkenntnisse in die Simulation – insbes. auch für TP VT</p>
AP OF4	<p>Demonstrator 2: Konzept und Umsetzung des technischen Ansatzes „Birdview“</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: <ul style="list-style-type: none"> o Nutzen eines lokalen Birdview-Systems (Überkopf-Kamera/Drohne) für AVF o Auswertung der Luftbilder mit neu zu entwickelnden Algorithmen zur präzisen und echtzeitfähigen Detektion und Ortung relevanter Verkehrsteilnehmer (Fahrzeuge, VRUs (Fußgänger, Radfahrer, Rollstuhlfahrer, etc.)) o Darstellung der Anwesenheit von für das AVF nicht sichtbaren Objekten, deren Trajektorien und weitere Objektparametern durch eine Übertragung ins Fahrzeug o Berücksichtigung der Informationen in der Fahrstrategie - Implementierung der Funktion in der Simulation und Bewertung des Nutzens der erfassten Informationen für die Fahrstrategie des autonomen Fahrzeugs - Umsetzung in einer gemischt realen/virtuellen Umgebung in der Versuchshalle CARISSMA der THI - Vorbereitung des Aufbaus des Szenarios an der realen Straßenkreuzung <p>Rückspeisung der Erkenntnisse in die Simulation – insbes. auch für TP VT</p>
Ergebnis	<p>Das TP liefert Erkenntnisse darüber, wie neue Technologieansätze durch Ad-Hoc-Vernetzung von Verkehrsteilnehmern und neue Detektionsmethoden (Birdview) sowie neue Methoden der Algorithmenentwicklung (maschinelles Lernen zur Szenarienklassifikation und Trajektorienplanung) die Performance des AVF an innerstädtischen Knotenpunkten verbessern können. Dabei werden auch sozio-ökonomische Kriterien im Sinne einer Kosten/Nutzen-Analyse betrachtet, um der öffentlichen Hand einen Hinweis für notwendige Infrastrukturmaßnahmen zu geben.</p> <p>Basis für die Untersuchungen bildet eine Testumgebung und Methodik, die beispielhaft für die Absicherung von AVF an Kreuzungen dient und später dort im realen Verkehrsraum umgesetzt werden kann.</p>



Teilprojekt GA: Gesellschaftliche Aspekte des AVF	
<p>Das Teilprojekt gesellschaftliche Akzeptanz (GA) erforscht die Wechselwirkung der in den übrigen Arbeitspaketen behandelten Fragestellungen auf den einzelnen Bürger und die Gesellschaft. Dies umfasst die Rollen des Menschen als „ehemaliger bzw. zeitweiliger Fahrzeug-Führer“ im AVF und als Verkehrsteilnehmer. Dies erfolgt generisch, aber auch interaktiv, insbesondere mithilfe der Demonstratoren und der aktiven Einholung der Bürgerperspektive im Rahmen des geplanten Schaufensters in der Innenstadt von Ingolstadt.</p>	
AP GA1	<p>Identifikation und Analyse von Treibern und Hemmnissen der gesellschaftlichen und individuellen Akzeptanz des AVF hinsichtlich Individual- und Wirtschaftsverkehr (Nutzen, Befürchtungen) sowie interaktive Entwicklung von Ansätzen zur Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz</p> <p>Ableitung von Fragestellungen wie z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welchen Nutzen kann AVF für Bürger stiften? • Wie kann AVF eingesetzt werden, um die Lebensqualität für Bürger zu steigern und diese zukünftig zu einem an die veränderte Ressourcenverfügbarkeit angepassten Verhalten zu bewegen? • Welche Erwartungen / Befürchtungen haben Bürger im Hinblick auf das AVF? • Wie lassen sich Bedenken der Bürger adressieren?
AP GA2	<p>Bürger beteiligen – Akzeptanz fördern</p> <p>Durch frühe Beteiligungen gesellschaftliche Kontroversen versachlichen und von den Vorschlägen und der Expertise der Betroffenen profitieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Akzeptanz und der Einbindungsformen bei den Bürgern anhand exemplarischer Anwendungsfälle aus den Arbeitspaketen VT, VV, OF (generisch und mithilfe von Demonstratoren) <p>Evaluation der exemplarischen Anwendungsfälle durch Bürger mithilfe eines „Schaufensters für automatisiertes und vernetztes Fahren“ im Stadtzentrum von Ingolstadt</p>
AP GA3	<p>Mensch als „ehemaliger bzw. zeitweiliger Fahrzeug-Führer“</p> <p>Untersuchungen im dynamischen Fahrsimulator unter Beherrschung der hohen Anzahl von Variablen und Variationsparametern</p>
Ergebnis	<p>Die Erkenntnisse werden agil in dem sich wiederholenden Regelkreis zwischen generischer Erarbeitung (AP GA1) und interaktiven Rückmeldungen durch den Bürger (AP GA2) sowie in Verknüpfung mit den anderen Teilprojekten erarbeitet. Das Ergebnis dieses Teilprojektes ist ein Verständnis über die Mechanismen der Wechselwirkungen zwischen AVF-Technologien und dem Menschen als „ehemaligem bzw. zeitweiligem Fzg.-Führer“ und (verkehrsteilnehmendem) Bürger.</p> <p>Zudem werden die technologischen Use Cases direkt aus Bürgerperspektive bewertet und beeinflusst. Aus dieser Kombination lassen sich Ansätze zur erfolgreichen und nutzenstiftenden Einführung der AVF-Technologien ableiten.</p>

Querschnittsaufgaben: Exemplarisches Datenmodell, Demonstratoren und Use Cases	
Exemplarisches Datenmodell	<p>Als datentechnische Grundlage für die inhaltliche Bearbeitung der simulationsbasierten Inhalte in den vier Teilprojekten ist ein detailliertes exemplarisches Datenmodell von charakteristischen Straßenabschnitten in Ingolstadt zu erstellen (Abb. 2). Dabei handelt es sich um eine hochgenaue Digitalisierung durch Laserscan sowie eine technisch aufwändige Weiterverarbeitung in mehrere, unterschiedliche Streckendatenformate.</p>
Demonstratoren	<p>Bei den Demonstratoren handelt es sich um eine oder mehrere Simulations-Software-Anwendungen zur numerischen und visuellen Darstellung des Verhaltens von automatisierten und vernetzten Funktionen in definierten Use Cases. Die Demonstratoren basieren auf mehreren bereits existierenden Softwaretools, die für die Projektanforderungen ggf. angepasst und miteinander datentechnisch verkoppelt werden. In der Darstellungsform steht neben den Standardanforderungen für Simulationswerkzeuge insbesondere die Erlebbarkeit der Simulationsergebnisse im Vordergrund.</p>
Use Cases	<p>Bei den im Projekt verwendeten Use Cases (Abb. 3 & 4) handelt es sich um Computersimulationen von (komplexen) Verkehrsszenarien, die geprägt bzw. bestimmt sind von einer Reihe zu definierender bzw. auszuwählender Parameter. Diese Parameter sind:</p>

für das Fahrzeug:	<ul style="list-style-type: none"> - zu simulierende automatisierte oder vernetzte Fahrzeugfunktion - Fahrzeug mit geometrischen und fahrdynamischen Eigenschaften und Zuständen
für das Verkehrsszenario:	<ul style="list-style-type: none"> - Streckenabschnitt mit Verkehrslogik und -regeln sowie geometrischen und physikalischen Fahrbahneigenschaften - ggf. Umfeldsituation mit Randbebauung und Vegetation - weitere Verkehrsteilnehmer mit geometrischen und fahrdynamischen Eigenschaften und Zuständen - Wettersituation, Lichtsituation, ggf. Temperatur



Abb. 2: Luftbild über das exempl. Datenmodell



Abb. 3 & 4: beispielhafte Use Cases

Den Umfang der Beteiligung der Verbundpartner zu den Teilprojekten können Sie der folgenden Tabelle entnehmen:

	Audi	3D Mapping	ASAP	CADFEEM	GIGATRONIK	HM	LS DLM KU Eichstätt	LS Allg. Psych KU Eichstätt	Stadt Ingolstadt	THI	TWT	Summe
TP VT	30	5	7	12	8	10	0	0	7,5	0	24	103,5
TP VV	10	5	8	4	8	26	0	0	7,5	0	4	72,5
TP OF	5	0	8	3	6	6	0	0	7,5	105	7	147,5
TP GA	10	0	0	2	0	0	30	15	7,5	15	0	79,5
Quer-Aufg.	5	22	5	3	5	3	0	0	0	0	4	47
Summe	60	32	28	24	27	45	30	15	30	120	39	450

Tabelle 1: Übersicht über die Aufteilung der Arbeiten auf die Partner in „Mann-Monaten“

Die Kosten verteilen sich folgendermaßen auf die vier Teilprojekte sowie die Querschnittsaufgaben:

Kosten je Teilprojekt	Personalkosten	Sachmittel	Gesamt
TP VT	1.405.677,85 €	178.429,35 €	1.584.107,20 €
TP VV	745.757,74 €	849.468,14 €	1.595.225,88 €
TP OF	1.161.552,23 €	242.195,79 €	1.403.748,02 €
TP GA	666.806,89 €	150.942,50 €	817.749,39 €
Quer-Aufg.	521.781,95 €	33.233,89 €	555.015,84 €
Summe:	4.501.576,66 €	1.454.269,67 €	5.955.846,33 €

Tabelle 2: Übersicht über die Aufteilung der Kosten auf die Teilprojekte



3.3 Konzept für Eigenevaluation, Kriterien

Das aktuelle Technology Readiness Level (TRL) spiegelt die zu bearbeitenden Technologien in den verschiedenen Arbeitspaketen wider und liegt zwischen den Stufen 3 und 4. Somit handelt es sich bei dem geplanten Projekt sowohl um eine Technologieentwicklung als auch um eine -demonstration. Die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der eingesetzten Technologien, wie z. B. der kombinierten Fahr- und Funktionssimulation, ist bereits durch Einsatz in der Fahrzeugfunktionsentwicklung nachgewiesen. Die beschriebenen Verwendungspotenziale von detaillierten Streckenmodellen sind derzeit nur in der Planung abzuschätzen. Diese Potenziale bedürfen deshalb der Verfolgung sowie Umsetzung in diesem Forschungsprojekt. Das Ziel des Projektes ist die Bestätigung des technologischen Ansatzes, der konsequenten Erweiterungsmöglichkeit zu einem virtuellen Testfeld für einen späteren produktiven Einsatz am Automobil-Entwicklungsstandort Ingolstadt sowie der Übertragbarkeit auf Modelle anderer Regionen.

Als zentrales Entscheidungsgremium des Projektkonsortiums wird ein Steuerkreis installiert. Diesem ist der Projektleiter bzgl. Planung, Steuerung und Umsetzung des Gesamtprojektes und der Teil-Projekte rechenschaftspflichtig.

Der Nachweis über die Zwischenziele wird jeweils in Berichtsform mit Beiträgen der einzelnen Projektpartner dokumentiert. Der Realisierungsstand des Gesamtprojektes soll auf Präsentations- und Besichtigungsterminen zu ausgewählten Meilensteinen im gemeinsamen Projekthaus demonstriert werden.

3.4 Zeit- und Kostenplan

Die geplante Projektlaufzeit beträgt 30 Monate – von 01.01.2018 bis 30.06.2020.

Die nachstehende Tabelle stellt die geplante Vorkalkulation des Kostenaufwandes dar:

Partner:	Personalkosten	Sachmittel	Gesamt	Förderquote	Förderung
AUDI AG	1.309.673,34 €	861.499,00 €	2.171.172,34 €	50%	1.085.586,17 €
3DMapping GmbH (***)	320.000,00 €	- €	320.000,00 €	50%	160.000,00 €
ASAP GmbH	215.833,52 €	- €	215.833,52 €	50%	107.916,76 €
CADFEM International (*)	264.000,00 €	70.000,00 €	334.000,00 €	50%	167.000,00 €
Gigatronik GmbH	281.250,00 €	- €	281.250,00 €	50%	140.625,00 €
Hochschule München (**)	293.250,00 €	150.000,00 €	443.250,00 €	100%	443.250,00 €
LS DLM Kath. Universität Eichstätt (**)	168.950,00 €	40.000,00 €	208.950,00 €	100%	208.950,00 €
LS Allg. Psych Kath. Universität Eichstätt (**)	88.000,00 €	30.000,00 €	118.000,00 €	100%	118.000,00 €
Stadt Ingolstadt (**)	278.312,00 €	92.770,67 €	371.082,67 €	100%	371.082,67 €
TH Ingolstadt (**)	800.000,00 €	200.000,00 €	1.000.000,00 €	100%	1.000.000,00 €
TWT GmbH (*)	482.307,80 €	10.000,00 €	492.307,80 €	50%	246.153,90 €
Summe:	4.501.576,66 €	1.454.269,67 €	5.955.846,33 €	68%	4.048.564,50 €

* zzgl. KMU-Bonus i.H.v. 10%

** zzgl. Projektpauschale i.H.v. 20%

*** zzgl. KMU-Bonus i.H.v. 30%

Tabelle 3: Übersicht über die geplanten Kosten, aufgeschlüsselt in Personal- und Sachkosten

Neben den als Partnern teilnehmenden KMUs und Forschungseinrichtungen erfolgt die Einbindung weiterer KMUs und Institute über Unteraufträge. Dies gilt insbesondere für die Beauftragung der Audi Electronics Venture GmbH über die AUDI AG.



Der nachfolgende Balkenplan gibt Aufschluss zu den geplanten Arbeitspaketen des Verbunds:

	2018				2019				2020	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
AP0 Projektmanagement										
TP VT Fahrsimulation im virtuellen Testfeld										
AP VT1 Anforderungsanalyse	■									
AP VT2 Technische Spezifikation	■		■							
AP VT3 Konzeption Simulationsszenarien					■					
AP VT4 Entwicklung und Aufbau Strecken- und Verkehrsmodelle					■		■			
AP VT5 Prototypeneinsatz Demonstrator									■	
AP VT6 Validierung im realen Testfeld									■	
TP VV Vernetzung von Infrastruktur- und Fahrzeugflottendaten										
AP VV1 Definition Anforderungen Flottendaten	■									
AP VV2 Konzeption und Entwicklung Austausch Mobilitätsdaten	■		■							
AP VV3 Implementierung					■					
AP VV4 Validierung Flottendaten zu Mehrwertdiensten									■	
TP OF Optimierung von Funktionen des Automatisierten Fahrens										
AP OF1 Definition Kreuzungsszenarien	■									
AP OF2 Aufbau Versuchsumgebungen	■		■							
AP OF3 Demonstrator 1 Kooperative Vernetzung					■					
AP OF4 Demonstrator 2 Birdview					■					
AP OF5 Entwicklung und Implementierung kognitive Fahrermod.	■									
AP OF6 Evaluation, Vergleich und Validierung									■	
TP GA Teilprojekt (GA) Gesellschaftliche Aspekte										
AP GA1 Identifikation & Analyse von Treibern und Hemmnissen Akzeptanz	■									
AP GA2 Bürgerbeteiligung	■									
AP GA3 Mensch als Ex-Fahrzeugführer	■									
QA Querschnittsaufgaben	■									

Abb. 5: Terminübersicht

4 Verwertungsplan

4.1 Wirtschaftliche Verwertungsperspektiven

Aus Sicht der beteiligten Firmen sind die erwarteten wirtschaftlichen Verwertungen der angestrebten Projektergebnisse in mehrerlei Hinsicht nutzenstiftend: Das aus dem Projekt entstehende Know-how, die Arbeitsplätze und die Standortsicherung sollen als Grundlage zur Erstellung und Absicherung der Funktions- und Verkehrssicherheit von AVF dienen. Dabei wird AVF mit den dazugehörigen Aspekten der Sicherheit sowohl visualisiert, als auch simuliert und wissenschaftlich untersucht. Das Projekt ‚SAVE:‘ soll alle beteiligten Firmen darin unterstützen, neue Geschäftsfelder zu identifizieren. Hierzu werden monetäre als auch nicht monetäre Ziele einbezogen. Die beteiligten Firmen können Know-how aufbauen, neue Arbeitsplätze generieren, ihr Angebot bzw. Portfolio an Lösungen erweitern, sowie die Wirtschaft der Region Ingolstadt als Entwickler und Hersteller von AVF-Fahrzeugen stärken.

Eine Erprobung und Absicherung von autonomen und vernetzten Fahrzeugfunktionen wird zukünftig in weiten Teilen in Form von Verkehrssimulationen stattfinden müssen, da der Nutzen bestimmter verkehrsoptimierender Konzepte nur in Modellen unter Betrachtung des gesamten Verkehrsflusses und der Vielzahl an Verkehrssituationen evaluiert werden kann. Die Stadt Ingolstadt als Betreiber des städtischen Verkehrsnetzes ist an einem möglichst stadtverträglichen, störungsfreien und sicheren AVF-Verkehrsgeschehen interessiert – ‚SAVE:‘ bildet hierfür die Voraussetzung.

4.2 Wissenschaftliche Verwertungsperspektiven der beteiligten Hochschulen

Im Projekt ‚SAVE:‘ entsteht für die beteiligten Hochschulen erstmals ein vertieftes Verständnis der Funktions- und Verkehrssicherheit im Bereich AVF im virtuellen Testfeld sowie im urbanen Raum. Dabei beabsichtigen diese den weiteren Aufbau eines projektrelevanten Themenportfolios. Neben der branchenübergreifenden Wissensbündelung international renommierter Unternehmen, ermöglicht die Kooperation mit Hochschulen ingenieurwissenschaftlichen, informationstechnischen, humanwissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Hintergrunds die Themenbetrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven.

Transfer in die Wissenschaft: Der kontinuierliche Transfer der Projektergebnisse in die Wissenschaft wird durch nationale und internationale wissenschaftliche Konferenzbeiträge erreicht. Es wird angestrebt, die Ergebnisse frühzeitig auf wissenschaftlichen Konferenzen zu diskutieren. Parallel werden Beiträge in praxisorientierten Transferzeitschriften platziert, um dem Projekt die notwendige Breitenwirksamkeit zu garantieren. Die wissenschaftlichen Arbeiten auf diesem in-



ternational bislang kaum beachteten Gebiet versprechen die Erschließung eines neuen Kompetenzfeldes mit hoher Praxisrelevanz.

Transfer in die Berufs- und Hochschulbildung: Die Erkenntnisse des Projektes tragen zur Ausbildung bei. Die beteiligten Hochschulen bieten Vorlesungen an, betreuen eine große Zahl von Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten auf aktuellen Forschungsgebieten und bilden den Fachkräftenachwuchs auf hohem Niveau und an praxisnahen Themen aus. In der Berufs- und Hochschulbildung werden die Projektergebnisse durch Vorlesungs- und Seminarveranstaltungen in der Bachelor- und Masterausbildung sowie in die berufsbegleitende (executive) MBA-Ausbildung eingebunden.

5 Risiken und Notwendigkeit der Zuwendung

Die im Verbund-Projekt ‚**SAVe**‘ vorgeschlagenen neuen AVF-Konzepte und Ansätze im virtuellen Testfeld sowie im urbanen Raum gehen weit über den aktuellen Stand der Technik hinaus und bewegen sich daher auf unsicherem Grund. Mit einer finanziellen Unterstützung durch die öffentliche Hand wird die deutsche Industrie, unterstützt durch akademische Partner, in die Lage versetzt, sich durch die Erarbeitung visionärer Konzepte international an die Spitze der Entwicklung auf diesem Gebiet zu setzen und durch den erarbeiteten technologischen Vorsprung langfristig Arbeitsplätze zu sichern und neue zu schaffen. Dem Risiko einer Veränderung des Konsortiums wird durch die breite Aufstellung und regelmäßige Verifizierung der gemeinsamen Projektziele Rechnung getragen. Die langjährige Erfahrung der beteiligten Forschungsinstitute wie der HS München, der THI und der KU Eichstätt-Ingolstadt auf dem Gebiet des autonomen Fahrens und dessen gesellschaftlicher Aspekte zeigen, dass sich die Entwicklung neuer, innovativer und komplexer Technologien meist als äußerst kosten- und zeitaufwändig erweist. Nur über eine staatliche Zuwendung können die beteiligten Hochschulen und Firmen diese neuen Technologien entdecken, weiterentwickeln und etablieren, um sie letztlich in die Praxis überführen und für eine eventuell auch branchenübergreifende Markteinführung vorbereiten zu können. Des Weiteren können die Forschungseinrichtungen ihre Kompetenzen in der deutschen Forschungslandschaft, aber auch im internationalen akademischen Umfeld festigen und weiter ausbauen. Neben der Unwägbarkeit, dass sich die ausgewählten Ansätze im Nachhinein als weniger attraktiv erweisen als erhofft, besteht ein weiteres Risiko auch darin, dass die Ansätze selbst bei technischer und wirtschaftlicher Exzellenz auf dem Markt oder in der Standardisierung keine Akzeptanz finden. Weder die Industrie noch die beteiligten Hochschulen selbst können ein derartiges Risiko sowie den nicht exakt überschaubaren Aufwand bis zur finalen Realisierung und Markteinführung innovativ komplexer Verkehrstechnologien eigenständig abfangen. Jedoch verfolgen die beteiligten Industriepartner stets die Marktsituation und sind in der Lage, die Projektlösungen entsprechend anzupassen.