



**TESTFELD AUTONOMES FAHREN**  
**BADEN-WÜRTTEMBERG**

**Spezifikation**

**für die Ausschreibung „Smart Mobility“**

Entwurf / Version 0.5

Veröffentlichung: 23.02.2017

## 1 Einleitung

Das Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg entsteht in den Städten Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn auf ausgewählten Landstraßen zwischen Karlsruhe und Bruchsal sowie dem Autobahnring zwischen Karlsruhe, Walldorf, Heilbronn und Stuttgart. Eine mögliche zukünftige Erweiterung um weitere Bereiche soll ebenfalls weiter beachtet werden.

Mit dem Testfeld wird eine Umgebung für die Erprobung von Technologien und Dienstleistungen für automatisiertes und vernetztes Fahren in unterschiedlichsten Anwendungsfeldern aufgebaut. Essentiell ist dabei eine starke regionale Einbindung und wissenschaftliche Begleitung durch Kompetenzträger in den Bereichen Mobilität, Straße und Straßenverkehrstechnik, automatisiertes Fahren und der IKT Industrie. Darüber hinaus soll damit eine Vereinfachung des Zugangs zu technologischen Schlüsselthemen für Firmen, insbesondere auch für Startups und KMUs, in Baden-Württemberg ermöglicht werden und es sollen neue Konzepte evaluiert und in weitere Regionen übertragen werden können. Auch bietet das Testfeld eine gute Möglichkeit der Verzahnung der Fahrzeugbranche mit der IKT-Industrie, die beide ebenfalls Kernkompetenzen des Landes darstellen. Mit dem Karlsruher Verkehrsverbund (KVV) steht ein etablierter Betreiber mit starker Kompetenz im Betrieb von Verkehrssystemen zur Stelle.

Im Testfeld werden ausgewählte Strecken im innenstädtischen Bereich der Städte Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn sowie auf angrenzenden Landes- und Bundesstraßen sowie Autobahnen modular für Versuche zur Verfügung stehen.

Mögliche Beispielanwendungen zur Erprobung innerhalb des Testfeldes, jedoch nicht beschränkt auf diese, sind: automatisierter ÖPNV Shuttle- und Busbetrieb, automatisierter Logistik- und Lieferbetrieb, automatisierte Sonderfahrzeuge, automatisiertes Carsharing, automatisierter Pendelbetrieb, Individualverkehr, Mikromobilität sowie Mobilitäts-Apps und Dienste.

## 2 Technische Ausstattung

Die technischen Maßnahmen im Rahmen des Aufbaus des Testfeldes Autonomes Fahren Baden-Württemberg lassen sich inhaltlich grob in die folgenden fünf Bereiche einordnen:

- 1) Ausrüstung von Verkehrsflächen und Strecken unterschiedlichster Art für das automatisierte und vernetzte Fahren. Dabei geht es insbesondere um die Installation von Sensoren zur Echtzeiterfassung des Verkehrsgeschehens sowie verkehrlicher Einflussfaktoren und Umfelddaten in ausgewählten Bereichen der Verkehrsinfrastruktur.
- 2) Erzeugung und Bereitstellung hochgenauer und aktualisierter 3D-Karten der innerstädtischen Teststrecken, daran angrenzende Landstraßen sowie Teile des Autobahnrechtecks Karlsruhe – Walldorf – Heilbronn – Stuttgart.
- 3) Ausrüstung der Infrastruktur mit Funktechnologie neuester Generation und Nutzung des Glasfaser-Backbones, um eine robuste, schnelle und abgesicherte Datenübertragung zum IT-Backend sowie von, zu und zwischen den Fahrzeugen sicherzustellen und zu unterstützen.
- 4) Ausrüstung und Bereitstellung von Fahrzeugen und Testinfrastruktur sowie Schnittstellen zu Simulationsumgebungen (XiL Prüfstände, Fahrsimulatoren, Werkstätten sowie Arbeitsräume).
- 5) Aufbau eines IT-Backends zur Aufarbeitung der Daten in Backend-Servern und Bereitstellung an Nutzer des Testfeldes.

Die Übertragbarkeit der Daten zwischen den Ausstattungen in den Städten Karlsruhe, Bruchsal und Heilbronn ist dabei ein wesentlicher Punkt in der Umsetzung, die für den Nutzer eine einfache Wiederaufnahme von Tests und Szenarien und den Wechsel der Örtlichkeit gewährleisten soll. Sämtliche Vorhaben werden während Aufbau und Betrieb juristisch insbesondere im Hinblick auf datenschutz- und datensicherheitsrechtliche Aspekte geprüft, wobei auch potentiell haftungsbegründende Fragestellungen in die Untersuchung einbezogen werden.

### **Messtechnik und intelligente Infrastruktur**

Im Rahmen der Maßnahmen wird an ausgewählten Verkehrsknotenpunkten und –strecken die Infrastruktur mit Video- und weiterer Sensorik ausgestattet. Ziel dieser Ausstattung der Infrastruktur ist die Erfassung von Verkehrsgeschehen und die Erzeugung von Objektlisten (die Klassen PKW, LKW, Radfahrer sowie Fußgänger) in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung. Über die Darstellung als Objektliste sollen im Sinne eines Privacy-by-Design-Ansatzes datenschutzrechtlichen Bedenken entgegengewirkt, sowie maschinell direkt nutzbare Daten erfasst werden. Zur Akzeptanzförderung in der Bevölkerung soll die Erzeugung von Objektlisten aus Kamera- und Sensordaten auf einer Transparenzplattform erläutert und anschaulich dargestellt werden.

Ergänzend zu der Erfassung in Verkehrsknotenpunkten wird die Verkehrsdichte in einigen zu- und abfließenden Adern sowie zwischen ausgestatteten Kreuzungen über Seitenradargeräte erfasst und die Datengrundlage damit erweitert. Neben einer mikroskopischen Datenerfassung in einzelnen Verkehrsknoten, die bis hin zur Erkennung von Interaktion zwischen einzelnen Verkehrsteilnehmern untereinander und mit Testfahrzeugen geht, kann durch die Ergänzung um Verkehrsflussmessungen auch die makroskopische Erfassung mit angeboten werden.

Die verwendeten Seitenradargeräte sollen dabei nicht überall fest verbaut werden, sondern zum Teil auch transportabel und flexibel gestaltet und damit mobil einsetzbar sein. Auch die Sensorik der Kreuzungen soll generell übertragbar und mobil gestaltet sein. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, diese entsprechend dem jeweiligen Anwendungsfall und Nutzerbedarf zu positionieren.

Als zusätzlichen Aspekt der Sensorik soll das Testfeld-Kerngebiet mit Einrichtungen zur Erfassung der aktuellen Wetter- und Straßenoberflächendaten ausgestattet sein. Dafür werden Straßewetterstationen zur Erfassung von atmosphärischen und fahrbahnbezogenen Parametern, wie Temperatur, Niederschlag, Fahrbahnzustand, Wind und Sichtweite installiert. Es werden Standorte mit unterschiedlicher Streckencharakteristik inner- und außerorts vorgesehen; ergänzt werden diese Standorte durch mobil einsetzbare Stationen, die je nach Use-Case flexibel zum Einsatz kommen. Die Daten sind zum einen in Echtzeit zum anderen als historische Zeitreihen verfügbar. Eine Verknüpfung der Messdaten mit einer spezifischen Straßewetterprognose ist optional möglich. Neben einer genauen und hochaktuellen Messung sowie darauf aufbauender besserer Prognose von möglichen Systemgrenzen, wie beispielsweise schlechten Sichtverhältnissen oder Glatteis, ist dadurch auch die Möglichkeit einer stets aktuellen Kalibrierung von fahrzeuginterner Sensorik gewährleistet.

### **Hochgenaue Karten**

Grundsätzlich wird angestrebt, das gesamte innerstädtische Testfeldnetz sowie ausgewählte Abschnitte der Landstraßen und des Autobahnrechtecks hochgenau zu kartieren, um den Betrieb automatisierter und autonomer Fahrzeuge zu unterstützen. Diese Kartierung geht dabei über die Anforderung von klassischen Navigations- oder Routingkarten hinaus und beinhaltet neben weiteren Merkmalen die Geometrie der Fahrstreifen, Position und Zuordnung von Lichtsignalanlagen inklusive entsprechender Haltelinien, sowie durch Beschilderung eingebrachte Beschränkungen und Vorfahrtsregeln. Zusätzlich ist vorgesehen, ein Crowd-Mapping-System zu etablieren, das heißt die Kartenbasis soll einen durchgängigen Prozess ermöglichen, um sie unabhängig vom Anbieter durch vorhandene Daten zu ergänzen, sowie den Stand der Karte laufend prüfen und aktualisieren zu können. Die Karte erweitert das Testfeld: es können nicht lediglich Fahrzeuge selbst, sondern auch Methoden zur automatischen Kartierung erprobt werden, da zusätzlich zu den reichhaltigen Messdaten eine verlässliche Grundwahrheit bereitgestellt wird.

### **Vernetzung**

Ergänzung der Lichtsignalanlagen um Kommunikation nach dem Standard ETSI G5 basierend auf dem Standard IEEE 802.11p zur Übertragung der aktuellen Ampelphasen. Zusätzlich bietet die Kommunikationsinfrastruktur die Möglichkeit zur Erweiterung des elektronischen Horizonts der Fahrzeuge, insbesondere im Kreuzungsbereich. Bedingt durch Verdeckungen durch andere Fahrzeuge und Gebäudeecken könnte die Fahrzeugsensorik nicht alle Ereignisse verlässlich erfassen. Dafür werden die durch die Sensorik der Infrastruktur erfassten dynamischen Objekte im Kreuzungsbereich verbreitet. Auch aktuelle Informationen zu Wetter- und Straßenbedingungen können auf diesem Wege schnell und direkt verteilt werden.

Das Thema IT-Sicherheit ist von vornherein ein wichtiger Bestandteil der Kommunikation. Sämtliche Kommunikation soll nach aktuellem Stand der Technik über eine Public-Key-Infrastruktur abgesichert sein, um somit trotz der Forschungs- und

Testinfrastruktur eine Gefährdung durch böswillige Eingriffe in die Funkkommunikation von vornherein verhindern zu können. Zusätzlich soll dies auch eine Grundlage für darauf aufbauende, zukünftige Forschungsvorhaben bieten.

Darüber hinaus soll gemeinsam mit den Mobilfunkanbietern die sich parallel in Entwicklung befindlichen Alternativtechnologie LTE-Vehicular umgesetzt und analog zu dem auf WLAN basierenden Protokoll erprobt und evaluiert werden.

### **Fahrzeuge, Prüfstände und Anbindung von Simulationsumgebungen**

Ergänzend zu den Infrastrukturerweiterungen sollen vorhandene Fahrzeuge für den Betrieb der intelligenten Infrastruktur ausgestattet und aufgerüstet werden, sodass diese anschließend beispielsweise als Versuchs- und Sensorträger zur Verfügung gestellt werden können. Dadurch soll der Zugang zu der Testfeldinfrastruktur auch denjenigen Nutzern ermöglicht werden, die keine eigenen Fahrzeuge ausstatten können oder wollen.

Neben den Testfahrzeugen wird im Rahmen des Vorhabens ein mobiler Leitstand zur Versuchsunterstützung aufgebaut und den Nutzern auf Wunsch zur Verfügung gestellt. Dieser ist mit mobilen Arbeitsplätzen ausgestattet und wird als zusätzlicher Sensorträger zur Situationsanalyse und als Access-Point zur Verfügung stehen. Darüber hinaus werden an den Standorten der Forschungspartner Werkstätten und Arbeitsräume zur Verfügung gestellt.

Des Weiteren sollen Vorgehen unterstützt werden, die im Testfeld gewonnenen Informationen auch in anderen Umgebungen und Simulationen für Absicherungen und Tests zu verwenden.

### **IT-Backend, Daten und Modelle**

Die im Testfeld erfassten Daten der Infrastruktur-Sensorik, mobiler Verkehrsflussmessung, der Straßenwetterstationen sowie Kommunikation die über Road Side Units getätigt und empfangen wird, fließt in eine IT-Speicher- und Verarbeitungsstruktur zusammen. Dies unterstützt die Speicherung von Rohdaten sowie die Möglichkeit durch Erweiterung beispielsweise Inhalte auch über semantische Zusammenhänge zu durchsuchen. Ein Rechte- und Rollenmodell sowie Schnittstellen bieten die Möglichkeit über Dienste auf die Informationen zuzugreifen. Durch die Kombination von Daten, die im Fahrversuch eingefahren werden, mit Informationen von Sensorik in der Infrastruktur eröffnet dies neue Möglichkeiten für Entwicklung, Erprobung, Absicherung und Test autonomer Fahrfunktionen.

Das Testfeld erfasst Daten nach den Vorgaben von Privacy-by-Design. Es werden nur die notwendigen personenbezogenen Daten Betroffener erfasst und früh in der Datenverarbeitung anonymisiert. Die Datenverarbeitung und Bereitstellung erfolgt unter hohen IT-Sicherheitsstandards, sowie besonderer Beachtung des Wettbewerbsrechts.

## **3 Administratives / Betrieb**

Das Testfeld kann von allen Interessenten zu marktüblichen Preisen genutzt werden. Die Nutzer können von den mikroskopischen prädiktiven, aktuellen und statistisch-historischen Verkehrsbewegungs- und Umfelddaten profitieren, mit eigenen oder gemieteten Fahrzeugen Versuche fahren, eigene Daten aufnehmen und über schnelle Datenverbindungen an einen Server übertragen sowie neue Businessmodelle rund um Mobilität, Verkehr, Infrastruktur und Fahrzeuge erproben. Sie werden aber auch darin unterstützt, eigene Hard- und Software in die Infrastruktur oder die Fahrzeuge zur Erprobung einzubringen. Als Nutzer des Testfeldes haben Automobilhersteller, Zulieferer, Entwicklungsdienstleister, Mobilitätsanbieter, Transportunternehmen, Parkflächenbetreiber, Sensorhersteller, Telekommunikationsunternehmen, Kartendatenanbieter, Datenhandlings- und Abrechnungssystemanbieter und -dienstleister, Versicherungen, Unternehmensgründungsplattformen und Forschungseinrichtungen die Möglichkeit, zukünftige Mobilitätslösungen mit zu entwickeln und zu erforschen.

### **Kosten**

Die Nutzung wird diskriminierungsfrei ohne Grundgebühr oder zeitliche Bindung gestaltet. Kosten fallen dabei zu marktüblichen Konditionen für die tatsächlich genutzten Tage sowie den Umfang der Maßnahmen und genutzten Module an.

Der Betrieb des Testfelds soll keine Gewinne erwirtschaften, so dass alle Einnahmen, die die Betriebskosten übersteigen, zu weiterer Verbesserung und Ausbau der Testfeldinfrastruktur reinvestiert werden. Es ist darüber hinaus ausdrücklich erwünscht, dass Investitionen und Maßnahmen von Nutzern, die zu einer Aufwertung und Verbesserung der Infrastruktur auch für andere

Nutzer führen, durchgeführt werden. Für solche Maßnahmen und darauf basierende Tests können die Nutzungskosten erlassen beziehungsweise auf Selbstkostenbasis gestaltet werden.

Über Forschungsprojekte eingebrachte und in das Testfeld investierte Komponenten können außerdem mit entstandenen und entrichteten Kosten gegengerechnet werden.

Details zu möglichen Kosten für das jeweilige Vorhaben sind mit dem Testfeldbetreiber zu klären.

#### **Wettbewerbsschutz**

Trotz der wissenschaftlichen Ausrichtung der Vorhaben, wird das Thema Wettbewerbsschutz besonders berücksichtigt. Beim Betrieb des Testfelds werden Daten so erfasst, dass es möglich ist, Daten gesondert für einzelne Nutzer zu verarbeiten. Es besteht daher die Möglichkeit, eigene Testdaten auch exklusiv für einen Nutzer zur Verfügung zu stellen.

#### **Organisation**

Den Betrieb übernimmt der Karlsruher Verkehrsverbund (KVV). Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGBs) zur Nutzung werden im Sommer 2017 zur Verfügung gestellt und werden sich an die Verwendung von Forschungsvorhaben anlehnen. Eine straßenverkehrsrechtliche Zulassung der Fahrzeuge ist auch für den Test im Rahmen des Testfeldes unumgänglich. Der Betreiber kann hierbei aber Kontakte zu entsprechenden Partnern herstellen und bei Vorhaben unterstützen.

#### **Zeitplan**

Eine erste Inbetriebnahme ist für November 2017 angestrebt. Offiziell wird der KVV den Betrieb ab März 2018 anbieten. Der Aufbau des Testfelds wird parallel dazu aber auch darüber hinaus weiter fortgeführt.

#### **Ansprechpartner**

Betrieb: Wolfgang Weiß

Technische Ausstattung: Dr. Michael Frey, Christian Hubschneider