

**Standardisierungs-
Forschungsprojekt 19P10003**

IP-KOM-ÖV

„Internet Protokoll basierte
Kommunikationsdienste im
Öffentlichen Verkehr“

Partnerbericht Technische Universität Dresden

Dokumententyp Projekt-Abschluss-Bericht

Dokumentenname IP-KOM OeV_TU_Dresden_Enddokumentation_V01-
00_00

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	3
1. Zusammenfassung	5
2. Überblick	6
2.1. Aufgabenstellung.....	6
2.1.1. Aufgabenstellungen der TU Dresden	6
2.2. Voraussetzungen der Durchführung	8
2.3. Planung und Ablauf des Vorhabens	9
Meilenstein 1: Anforderungen abgeschlossen.....	9
Meilenstein 2: Systemarchitektur definiert.....	9
Meilenstein 3: Machbarkeitsnachweis erbracht	10
Meilenstein 4: Definition, Umsetzung und Labortests fertig	11
Abschluss des Projektes.....	11
2.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand	12
3. Details.....	15
3.1. Ergebnisse	15
3.1.1. Ergebnisse der Anforderungsanalyse	15
3.1.2. Ergebnisse der Architektur und Dienstedefinition	16
3.1.2.1 Gesamtarchitektur IP-KOM-ÖV	16
3.1.2.2 Komponenten und Dienste	17
Personalisierung	17
Modellserver	18
Push-Dienst	18
Zugriffskontrolle.....	18
Anfragesteuerung.....	19
Mobiles Endgerät	19
3.1.2.3 Architekturvarianten Portalsystem	20
Portalsystem mit Mehrwertdiensten.....	20
Portalsystem in der App	21
Portalsystem mit herausgelöster Personalisierung	23
„Schlankes“ Portalsystem.....	23
Applikation im Portal	24
3.1.2.4 Portalsystem-Prototypen	24
3.1.3. Konzepte für mobile Kundenendgeräte	28
Allgemeine Konzepte	28
Prototypen für mobile Kundenendgeräte.....	29
3.1.4. Semantische Modelle für adaptive Systeme.....	33
3.1.4.1 Szenarien für die Anwendung der semantischen Modelle.....	34
Smart App: Tourist Guide.....	34
Smart App: Intelligente Agendaplanung	36
3.1.4.2 Klassifikationsmodell	37
3.1.4.3 Interaktionsmodell	38
Point of Interest-Ontologie	38
Wetterontologie.....	38
Barrierefreiheit – Basisontologie	39
3.1.4.4 Kontextmodell.....	39
3.1.4.5 Prototyp eines semantischen Portalsystems.....	41
3.1.4.5.1 Funktionsumfang des semantischen Portalsystems.....	41

3.1.4.5.2 Umsetzung der einzelnen Komponenten des semantischen Portalsystems.....	42
Die Umsetzung der einzelnen Komponenten wird im Folgenden näher beschrieben und in einer Feinarchitektur des semantischen Portalsystems verortet.....	42
Semantischer Datenspeicher	42
Annotationskomponente.....	43
Kontextverwaltung.....	44
Weitere Komponenten des prototypischen semantischen Portalsystems	45
3.1.5. Konformitätswerkzeug und Testfälle	46
3.1.6. Feldtest.....	47
3.1.7. Normierungsvorschlag	47
3.2. Nachweise.....	48
3.2.1. Zahlenmäßiger Nachweis.....	48
3.2.2. Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des Verwertungsplans.....	51
3.2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit.....	51
3.2.4. Ergebnisse anderer, für IP-KOM-ÖV relevanter FE-Projekte.....	52
3.2.5. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen.....	52
3.2.5.1 Veröffentlichungen im Jahr 2011	52
3.2.5.2 Veröffentlichungen im Jahr 2012	54
3.2.5.3 Veröffentlichungen im Jahr 2013	54
3.2.5.4 Veröffentlichungen im Jahr 2014	54
3.2.5.5 Geplante Veröffentlichung 2014	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grobarchitektur IP-KOM-ÖV.....	17
Abbildung 2: Portalsystem mit Mehrwertdiensten.....	21
Abbildung 3: Portalsystem in der App	22
Abbildung 4: Portalsystem mit herausgelöster Personalisierung	23
Abbildung 5: Schlankes Portalsystem	23
Abbildung 6: Applikation im Portalsystem	24
Abbildung 7: Schema eines schlanken Portalsystems (links), mit Erweiterung um einen externen Mehrwertdienst (rechts)	25
Abbildung 9: Feinarchitektur und Kommunikationswege des schlanken Portalsystems	26
Abbildung 10: Erweiterung des schlanken Portalsystems um einen Mehrwertdienst... ..	27
Abbildung 11: Interaktive Visualisierungskonzepte zur mobilen Fahrgastinformation: Balken-, Graph- und Matrixvisualisierung (v.l.n.r.)	28
Abbildung 12: Ermittelter Kontext und seine Quellen	29
Abbildung 13: Übersicht der Basisapplikation und den Bezug zu den integrierten Diensten.....	29
Abbildung 14: Eingabe bei Verbindungsauskunft.....	30
Abbildung 15: Eingabe bei einer Abfahrtstafel	30
Abbildung 16: Verbindungsauskunft über die Eingabe von Text	30
Abbildung 17: Verbindungsauskunft mit Auswahl über eine Karten-darstellung	30
Abbildung 18: Ergebnisübersicht der Verbindungsanfrage.....	30
Abbildung 19: Abfahrtstafel mit relativer Zeitangabe abfahrender Verbindungen	31

Abbildung 20: Abfahrtstafel mit absoluter Zeitangabe abfahrender Verbindungen	31
Abbildung 21: Eingabe von benutzerbezogenen Daten	31
Abbildung 22: Anzeige der Fahrzeuginformationen mit Zustand „getätigter Haltewunsch“	32
Abbildung 23: Eingehende Benachrichtigung in.....	33
Abbildung 24: Beispiel für eine Smart Stuttgart Guide App - Übersicht	35
Abbildung 25: Beispiel für eine Smart Stuttgart Guide App - erreichbare Restaurants	35
Abbildung 26: Beispiel für eine Smart Stuttgart Guide App – ein Tourenvorschlag	35
Abbildung 27: Beispiel für eine App „Smart Agenda“: Übersicht.....	36
Abbildung 28: Beispiel für eine App „Smart Agenda“: Tagesplan	36
Abbildung 29: Beispiel für eine App „Smart Agenda“: Aufgaben	36
Abbildung 30: Schema des Interaktionsmodells, das die weiteren Ontologien enthält, die sich evtl. referenzieren.....	38
Abbildung 31: Kontextdimensionen im öffentlichen Verkehr.....	39
Abbildung 32 Übersicht Kontextmodell	40
Abbildung 33: Grobe Architektur des prototypischen semantischen Portalsystems.....	42
Abbildung 34: Funktion der Annotationskomponente	44
Abbildung 35: Feinarchitektur für ein semantisches Portalsystem.....	46

1. Zusammenfassung

In diesem Abschlussbericht legt die Technische Universität Dresden als Partner im Verbundprojekt IP-KOM-ÖV, „Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste im Öffentlichen Verkehr“ ihr Vorgehen sowie die im Projekt erarbeiteten Ergebnisse dar. Es werden im Überblick (Abschnitt 2) zunächst die Rahmenbedingungen für die Durchführung des Projektes beschrieben. In Abschnitt 3 des Berichts werden die Ergebnisse des Projektes eingehend dargestellt. Die TU Dresden erarbeitete Ergebnisse in den Bereichen der Anforderungsanalyse (Abschnitt 3.1.1), der Systemarchitektur und Dienstedefinition (Abschnitt 3.1.3), der Konzepte für mobile Endgeräte (Abschnitt 3.1.3), der Semantischen Modelle (Abschnitt 3.1.4), des Konformitätswerkzeugs und der Testfälle (Abschnitt 3.1.5), des Feldtests (Abschnitt 3.1.6) sowie der Normierungsvorschläge (Abschnitt 3.1.7). Weiterhin stellt die TU Dresden in Abschnitt 3.2 wichtige Nachweise dar.

2. Überblick

Die folgenden Abschnitte bieten einen kurzen Überblick über das Forschungsvorhaben IP-KOM-ÖV.

2.1. Aufgabenstellung

Der Fokus von IP-KOM-ÖV lag auf der Entwicklung von Kommunikations- und Fahrgastinformationsdiensten, die die nahtlose und der Situation angepasste Information des Fahrgastes im öffentlichen Verkehr ermöglichen. Als Standardisierungs- und Forschungsvorhaben war IP-KOM-ÖV mit der Erarbeitung von Normvorschlägen für Kommunikationsdienste in drei Bereichen betraut:

Die Dienste des Fahrzeugs wurden im Arbeitskomplex 1 „Kommunikation im Fahrzeug“ (AK 1) erarbeitet. Ziel des Arbeitskomplexes 1 war dabei die proprietären existierenden Schnittstellen sowie veraltete Standards für die Kommunikation im Fahrzeug zu überarbeiten und einen Vorschlag für die Normierung von Kommunikationsdiensten in ÖV-Fahrzeugen zu erarbeiten.

Arbeitskomplex 2 „Kommunikationsdienste für Kundengeräte“ (AK 2) behandelte die Anbindung von persönlichen mobilen Endgeräten der Fahrgäste. Die Anbindung der fahrgastbezogenen Kommunikationsdienste des Fahrzeugs über eine Schnittstelle zwischen mobilem Endgerät und Fahrzeugdiensten war ebenso Gegenstand der Betrachtung wie die Kommunikation zwischen mobilem Endgerät und den echtzeitfähigen Auskunftssystemen, welche in Arbeitskomplex 3 bearbeitet wurden.

Arbeitskomplex 3 „Echtzeit-Kommunikations- und Auskunftsplattform“ (AK 3) erarbeitete Architektur und Schnittstellen für echtzeitfähige Kommunikations- und Auskunftsplattformen. Ziel des Arbeitskomplexes 3 war dabei die Ermöglichung von Reisebegleitungsdiensten auf Basis von Echtzeit-, Prognose und Störungsdaten.

In einem gemeinsamen Feldtest, realisiert im Arbeitskomplex 4 „Feldtest“ (AK 4), sollten die erarbeiteten Dienste und Schnittstellen im Einsatz evaluiert werden.

Der Arbeitskomplex 5 „Projektführung und -koordination, Standardisierung & Normierung“ (AK 5) hatte die Steuerung des Projektes und damit die Koordination zwischen den Arbeitskomplexen, sowie die Begleitung der Normierung der Ergebnisse aus den Arbeitskomplexen 1 bis 3 als Aufgabe.

2.1.1. Aufgabenstellungen der TU Dresden

Die TU Dresden war mit der Leitung des Arbeitskomplexes 2 betraut und koordinierte in dieser Funktion die Partner in fachlicher, wissenschaftlicher und projektbezogener Hinsicht. Im Zusammenspiel der Arbeitskomplexe war die Aufgabe der Technischen Universität Dresden - als Leitung des AK 2 - die Abstimmung der gemeinsamen Schnittstellen und Arbeitsinhalte sicherzustellen sowie die Zusammenarbeit zu organisieren. Die TU Dresden war zudem an folgenden Arbeitspaketen (APs) beteiligt:

- *2.100 Vorstudie und Funktionale Beschreibung*: Szenarien zum Kundenprozess von Tür zu Tür; Spezifische Anforderungsmatrix durch Nutzergruppe und Kontext; Erstellung von Nutzerprofilen; Definition der Zielgruppen, Beschreibung von Persona sowie der funktionalen Anforderungsspezifikation; Anforderungserhebung für das Klassifikationsmodell, das Interaktionsmodell und das Kontextmodell
- *2.200 Systembeschreibung / -architektur*: Beteiligung an der Erarbeitung einer Gesamtarchitektur und an der Ausgestaltung der Schnittstellen; Definition der

Architektur und Schnittstellen der Dienste des Portalsystems und der mobilen Endgeräte; Entwicklung des Kontext-, Interaktions- und des zugrunde liegenden Klassifikationsmodells

- *2.300 Machbarkeitsnachweis und Prototyping für Interaktion, Mobilgeräte und Service-Orientierung:* Iterative Entwicklung von Prototypen zum Aufzeigen der Möglichkeiten von Portalsystemen und mobiler Geräte im öffentlichen Verkehr; Festlegung der zu implementierenden Eigenschaften; Test des Entwurfs aus dem Arbeitspaket 2.200
- *2.400 Erweiterung auf weitere Kommunikationsdienste und Integration für Feldtest:* Bewertung und Prüfung der Ergebnisse aus der Evaluation und der Machbarkeitsstudie (Arbeitspaket 2.300); Anpassung des Systementwurfs auf Basis der Evaluationsergebnisse; Vereinheitlichung und Integration der Ergebnisse; Anpassung der Prototypen an die erweiterte Systembeschreibung; Erweiterung der Prototypen
- *2.500 Ausarbeitung Testfälle und Entwicklung Prüfwerkzeuge:* Fertigstellung des Klassifikations-, Interaktions- und Kontextmodells; Fertigstellung des Konzepts für mobile Endgeräte; Vorbereitung des Feldtests im Themenbereich mobile Kundenendgeräte und Portalsystem; Expertenevaluation im Hinblick auf Usability und Software Engineering;
- *2.600 Enddokumentation und Normierungsvorschlag:* Enddokumentation für die Themenbereiche Portalsysteme, mobile Endgeräte und Modellierung; Erstellung von Normierungsvorschlägen
- *2.700 Projektleitung und Administration:* Koordination der Arbeiten von AK 2 und über die AKs hinweg; Begleitung im Bereich Usability; Betreuung Feldtest / Prototyp aus Benutzersicht im Rahmen von AK2; Koordination und Durchführung der Arbeiten an den Modellen
- *3.100 Funktionale Beschreibung Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform:* Sicherstellung, dass die Anwendungsfälle aus AK2 Berücksichtigung finden; Mitarbeit an der Definition der Schnittstellen, insbesondere zwischen den Systemen aus AK 3 und AK 2
- *4.100 Feldtest Stuttgart:* Federführung beim Feldtest für den Bereich mobile Endgeräte; Bereitstellung entsprechender Benutzungsschnittstellen für den Test und die Evaluation; Bereitstellung eines Portalsystems
- *5.100 Steuerkreis:* Teilnahme an den Sitzungen zur Koordination; Vor- und Nachbereitung zu den Ergebnissen und Diskussionspunkten von AK2
- *5.200 Projektleiterkreis:* Leitung des AK2, sowie Bericht über den Stand der Arbeiten und Lösungsvorschläge aus dem AK2; Information über notwendige arbeitskomplexübergreifende Abstimmungen; Kommunikation der Entscheidungen des Projektleiterkreises an AK2-Partner sowie Überwachung und Umsetzung; Abstimmung des weiteren Vorgehens in AK2 mit den Partnern innerhalb und außerhalb des AK2

- *5.300 Branchenanforderungen*: Präsentation der Ergebnisse der Anforderungsbeschreibung aus IP-KOM-ÖV AK2.
- *5.400 Validierung in Bezug auf die Branchenanforderungen*: Präsentation der Systemarchitektur-Lösungsansätze aus IP-KOM-ÖV AK2; Präsentation der Testfälle und Prüfwerkzeuge aus IP-KOM-ÖV AK2
- *5.500 Validierung der Forschungsergebnisse*: Präsentation der Ergebnisse und des Normierungsvorschlags aus IP-KOM-ÖV AK2

2.2. Voraussetzungen der Durchführung

Immer mehr Fahrgäste im öffentlichen Verkehr nutzen **mobile Anwendungen** zur Fahrgastinformation. Um an diese Informationen zu gelangen, muss der Fahrgast sie allerdings aktiv abrufen. Das heißt, er muss wissen, wie und wo er zu den Informationen kommt. Des Weiteren werden die Informationen heterogen, wenig standardisiert und nicht bezogen auf den **Kontext** des Fahrgastes bereitgestellt. Der Fahrgast würde jedoch erwarten, dass die Informationen möglichst kompakt auf seine aktuellen Bedürfnisse zugeschnitten und in seinem aktuellen Kontext einfach verständlich dargestellt werden. Dabei will er sein bekanntes Gerät zur Informationssuche zu Hause, auf dem Weg zur Haltestelle oder auch während der Fahrt nutzen. Doch statt sich mit seiner Reise zu befassen, muss sich der Fahrgast heute auch noch um sein Gerät und die Informationsbeschaffung kümmern. Eine kontinuierliche Begleitung der Fahrgäste ist mit den bestehenden Kommunikationssystemen und -architekturen jedoch nicht effizient möglich. Selbst eine umfassende Bereitstellung von kollektiven Informationen, insbesondere im Störfall, ist noch nicht möglich. Die bestehenden Kommunikationssysteme der Verkehrsunternehmen (VU), basierend auf den bewährten Standards (z. B. dem rund 25 jährigen Standard VDV300), sind nicht mehr performant genug. Bestehende Fahrzeugausrüstungen können den Kunden heute nicht ausreichend mit Informationen bedienen. Daher wurden von der Industrie proprietäre, auf verschiedenen Standards basierende Lösungen entwickelt. Diese sind für alle Beteiligten (VU, Industrie und Fahrgäste) allerdings ineffizient und für die Fahrgäste kompliziert zu nutzen. Dasselbe gilt für Auskunftsplattformen, die spezifisch an die einzelnen Verkehrsunternehmen oder –verbände angepasst sind und keine integrierte Fahrgastinformation ermöglichen. Um an dieser Stelle eine markante Erhöhung der Fahrgastinformationsqualität, eine erhöhte **Flexibilität** in der Beschaffung oder eine vereinfachte **Wartung** und **Wiederverwendbarkeit** von Komponenten zu ermöglichen, ist die Entwicklung einer modernen performanten standardisierten Kommunikationsarchitektur für den ÖPNV wichtig.

Das Konsortium des Verbundprojektes wurde durch Industriepartner, Verkehrsunternehmen und Universitäten so zusammengesetzt, dass die zu bearbeitenden Fragestellungen optimal abgedeckt werden konnten. Dabei sicherte die Beteiligung der Verkehrsunternehmen und des Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) die Einbeziehung der Branche insbesondere zu konkreten betrieblichen und fahrgastbezogenen Anforderungen. Die Industriepartner brachten das benötigte Know-How zu existierenden Fahrzeug- und Auskunftssystemen in das Projekt ein, während die Universitäten den aktuellen Stand der Wissenschaft und Forschung erarbeiteten und im Projekt fortzuschreiben konnten. Die TU Dresden brachte Expertise zum Einsatz von mobilen Endgeräten, semantischen Modellen, Interaktionskonzepten und Kontextadaptivität in das Projekt ein. Durch diese Zusammensetzung des Konsortiums wurde sichergestellt, dass die nötigen Perspektiven in der Bearbeitung der Aufgabenstellung des Projekts eingebracht werden konnten und das Projekt erfolgreich zu Ende geführt werden konnte.

2.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben startete im September 2010. Es wurden insgesamt vier Meilensteine definiert und die Laufzeiten der einzelnen Arbeitspakete wurden auf diese Meilensteine abgestimmt. Im Folgenden werden die Planung der Arbeiten in den Arbeitspaketen und deren Zuordnung zu den geplanten Meilensteinen sowie die erfolgte Umsetzung beschrieben. Das Vorhaben startete zunächst nur mit dem Partner Universität Stuttgart, ohne die TU Dresden. Mit der Berufung von Thomas Schlegel von der Universität Stuttgart an die Juniorprofessur Software Engineering ubiquitärer Systeme der TU Dresden wurden Arbeitsinhalte und Finanzierung der Universität Stuttgart auf die Universität Stuttgart und die TU Dresden verteilt. Die Arbeiten an der TU Dresden begannen im Jahr 2011.

Meilenstein 1: Anforderungen abgeschlossen

Der Meilenstein 1 wurde am 30.08.2011 fällig und umfasste die fertig gestellte Anforderungsanalyse. Mit diesem Meilenstein endeten die Arbeitspakete 1.100 „Funktionale Beschreibung“, 2.100 „Vorstudie und Funktionale Beschreibung“, 3.100 „Funktionale Beschreibung EKAP“ sowie 5.300 „Branchenanforderungen“. Die TU Dresden war hierbei an den Arbeitspaketen 2.100, 3.100 und 5.300 beteiligt. Die Anforderungen und Anwendungsfälle wurden in den Arbeitskomplexen 2 und 3 gemeinsam erarbeitet, aufgrund der gleichen Vorgehensweise und der gemeinsamen Schnittstellen. Hierzu wurden die Zielgruppen durch Persona definiert und Szenarien erarbeitet, die als Grundlage für Anwendungsfälle und Anforderungen in Arbeitskomplex 2 und 3 dienten. Die Abstimmung zu Arbeitskomplex 1 erfolgte in PLK und Teilnahme von AK 1 Vertretern an den Arbeitstreffen der Arbeitskomplexe 2 und 3. Die Branchenanforderungen aus Arbeitspaket 5.300 wurden durch Reviews mit in die Anforderungsspezifikationen der Arbeitskomplexe 2 und 3 getragen und eingearbeitet. Die Anforderungsspezifikationen wurden in Meilensteinberichten zum 30.08.2011 schriftlich niedergelegt.

Meilenstein 2: Systemarchitektur definiert

Der zweite Meilenstein wurde auf den 31. Januar 2012 terminiert. Mit diesem Meilenstein endeten die Arbeitspakete 1.200 „Systembeschreibung / Architektur“, 2.200 „Systembeschreibung / -architektur“ sowie 3.200 „Systembeschreibung / -architektur EKAP“. Die TU Dresden, federführend im Arbeitskomplex 2, beteiligte sich hierbei an den Arbeitspaketen 2.200 und 3.200. Diese fokussierten die Erarbeitung der Dienstebeschreibungen, die durch verschiedene Komponenten umgesetzt wurden und gemeinsam die IP-KOM-ÖV relevanten Schnittstellen beschreiben. Da die Architekturen für die Integration mobiler Endgeräte und für die Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform sehr stark voneinander abhängen, wurden diese gemeinsam beschrieben. Die Spezifizierung der Dienste erfolgte nach dem Paradigma der service-orientierten Architektur. Je nach Implementierung kann die konkrete Architektur eines IP-KOM-ÖV Systems verschieden gestaltet werden. Darüber hinaus wurde eine Gesamtarchitektur entwickelt, die eine beispielhafte und generische Architektur für ein IP-KOM-ÖV System darstellt und als Diskussionsgrundlage für weitere Arbeiten diente.

zen insbesondere hinsichtlich der Beschreibung der Schnittstellenschemata und des Demonstrators, da Probleme oder Fehler identifiziert und in einem frühen Stadium der Schnittstellenbeschreibung behoben werden konnten.

Aufgrund der engen Verflechtung zwischen den Arbeitskomplexen 2 und 3 erfolgte auch im Meilensteinbericht 3 eine gemeinsame Darstellung der Ergebnisse. Dabei wurden die entwickelte Systemarchitektur für die EKAP und die Komponenten des Portalsystems hinsichtlich der Kriterien Vollständigkeit, Konsistenz, Fehlertoleranz, Informationsfluss, Modularität, Zugriffskontrolle, Kompatibilität, Erweiterbarkeit und Benutzbarkeit evaluiert. Die einzelnen Kriterien wurden aus den Bereichen Aufgabe, System, Umfeld und Nutzer abgeleitet. Die Evaluation erfolgte schließlich anhand eines horizontalen einfachen Prototyps, der eine mögliche Umsetzung der Dienste innerhalb der EKAP simulierte. Innerhalb der Simulation wurden nutzerorientierte Anfragen an den Prototyp gerichtet und die resultierenden Ausgaben mit dem Informationsbedarf der Nutzer verglichen. Durch diesen Ablauf wurden zusätzliche Analysen hinsichtlich des Informationsflusses und der Modularität möglich. Ergänzend zu dieser Evaluation erfolgte eine Untersuchung einzelner Komponenten insbesondere im Bereich des Portalsystems. Diese Untersuchung berücksichtigte sowohl die Umsetzung der Dienste innerhalb der Komponenten als auch die Verbindung der Dienste zu etablierten Systemen.

Abschließend wurden in dem Meilensteinbericht relevante Machbarkeitsuntersuchungen für den Einsatz von Kommunikationstechnologien zwischen Fahrzeug und Kundenendgerät sowie einen Ausblick auf das im Arbeitskomplex 2 im AP 2.300 durchzuführende Prototyping niedergeschrieben.

Meilenstein 4: Definition, Umsetzung und Labortests fertig

Der vierte Meilensteinbericht folgte am 30. Mai 2013. Die Arbeitspakete 1.400 „Definition und Umsetzung der Fachdienste“, 2.300 „Machbarkeitsnachweis und Prototyping für Interaktion, Mobilgeräte und Service-Orientierung“, 3.400 „Definition der Kommunikationsdienste EKAP“ und 3.600 „Entwicklung und Verifikation EKAP“ endeten mit diesem Meilenstein. Zudem wurden die Fortschritte der Arbeiten zu den Arbeitspaketen 2.400, 2.500 und 3.500 schriftlich festgehalten.

Für den Arbeitskomplex 2 umfassten die Arbeitspakete 2.300 und 2.400 („Erweiterung auf weitere Kommunikationsdienste und Integration für Feldtest“) die Arbeiten des Machbarkeitsnachweises durch Prototyping, die Umsetzung von verschiedenen prototypischen Diensten und die Integration von Prototypen in ein System für den Feldtest. Ebenfalls übergreifend für Arbeitskomplex 2 und 3 wurde der aktuelle Stand der Entwicklungen von Testfällen und einem gemeinsamen Konformitätswerkzeug in den Arbeitspaketen 2.500 („Ausarbeitung Testfälle und Entwicklung Prüfwerkzeuge“) und 3.500 („Prüfungswerkzeuge und Testfälle EKAP“) dargelegt. Abschließend wurden die Normentwürfe, die als Ergebnisse des Arbeitspakets 3.400 entstanden sind im Meilensteinbericht referenziert.

Abschluss des Projektes

Das Projekt endete am 28. Februar 2014. Mit dem Abschluss des Projekts endeten die restlichen Arbeitspakete 1.500 „Prüfungswerkzeuge & Test der Fachdienste“, 1.600 „Enddokumentation & Normierungsvorschlag“, 1.700 „Projektleitung & Administration“, 2.400 „Erweiterung auf weitere Kommunikationsdienste und Integration für Feldtest“, 2.500 „Ausarbeitung Testfälle und Entwicklung Prüfwerkzeuge“, 2.600 „Enddokumenta-

tion und Normierungsvorschlag“, 2.700 „Projektleitung und Administration“, 3.700 „Enddokumentation und Normierungsvorschlag -Teil EKAP“, 3.800 „Projektleitung und Administration AK3 EKAP“, 4.100 „Feldtest Stuttgart“, 4.200 „Erstellen eines PC-Demonstrators“, 5.100 „Steuerkreis“, 5.200 „Projektleiterkreis“, 5.400 „Validierung in Bezug auf die Branchenanforderungen“, 5.500 „Validierung der Forschungsergebnisse“, 5.600 „Einbindung der nationalen und internationalen Standardisierung und Normierung“ sowie 5.700 „Öffentlichkeitsarbeit“.

Im Rahmen des Arbeitskomplexes 2 wurden hierbei die Arbeitspakete 2.400, 2.500, 2.600 und 2.700 beendet. Das Arbeitspaket 2.400 umfasst die Nutzung der Ergebnisse des Machbarkeitsnachweises und Prototypings aus dem Arbeitspaket 2.300 zur Entwicklung weiterer ergänzender Komponenten und Verbesserung der bisher entwickelten Konzepte. Zur dienste-orientierten Architektur wurden weitere Kommunikationsdienste entwickelt und die Prototypen erweitert. Der Systementwurf konnte auf Basis der Ergebnisse von AP 2.300 weiter verbessert und angepasst werden. Zudem wurden in diesem Arbeitspaket die Interaktions- und Visualisierungskonzepte weiter bearbeitet. Unter anderem durch den Einsatz des Dienstes zur Kontextverwaltung konnten die adaptiven Anteile der Konzepte umgesetzt werden. Die semantischen Modelle wurden erweitert und an die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie angepasst. Insbesondere in der zweiten Hälfte des AP-Bearbeitungszeitraums wurden ausgesuchte Teile der Prototypen für den Feldtest integriert, getestet und fortentwickelt. Der Schwerpunkt des AP 2.500 lag auf der Erstellung und der Ausarbeitung von Testfällen sowie der Entwicklung von Prüfwerkzeugen zur Sicherstellung der Konformität mobiler Kommunikationsdienste. Aufgrund der inhaltlichen Nähe zum AP 3.500 fand eine gemeinsame Entwicklung eines Konformitäts- und Prüfungswerkzeuges sowie die Erstellung von Testfällen gemeinsam mit dem AK 3 statt. Mithilfe der erstellten Testfälle und des Konformitätsprüfwerkzeuges kann sichergestellt werden, dass Softwarerealisierungen die Kommunikationsdienste gemäß den Vorgaben von TRIAS (Travellers Realtime Information and Advisory Standard) bedienen können. Hiermit ist sichergestellt, dass Verkehrsunternehmen und Verbände neu anzuschaffende Systemtechnik verifizieren und abnehmen können. Im Arbeitspaket 2.600 erfolgten schließlich die Definition des Normierungsvorschlages zur mobilen Kundeninformation im ÖV, des Normierungsvorschlages zu den semantischen Modellen sowie die abschließende Dokumentation der Projektergebnisse. In Ergänzung zu den Normierungsvorschlägen wurden wichtige Ergebnisse des Projektes in Form von VDV-Mitteilungen dokumentiert und veröffentlicht.

2.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im Rahmen verschiedener europäischer Projekte wurde *Transmodel* als Referenzdatenmodell für den öffentlichen Personen- und Gütertransport entwickelt. Für IP-KOM-ÖV bildete es eine wichtige Grundlage, um den projektpartnerübergreifenden Sprachgebrauch zu vereinheitlichen. Speziell für die Anwendungsfälle war das Glossar von *Transmodel* als gemeinsame Ebene essentiell, da dadurch eine gleichmäßige Wortwahl mit europäischem Bezug gewährleistet werden konnte.

Darüber hinaus wurden einige Arbeiten im Bereich der mobilen und stationären Geräte identifiziert. Mit Hilfe dieser Arbeiten konnten Nutzeranforderungen herausgearbeitet werden, die maßgeblich zur Entwicklung der Schnittstellen beigetragen haben. Sie lieferten interessante Aspekte, wie Schnittstellen zu mobilen Endgeräten sinnvoll strukturiert und verschiedene Interaktionsmöglichkeiten für den Fahrgast ausgewertet werden. Letztlich wurden Forschungstätigkeiten zu interaktiven Systemen im öffentlichen Ver-

kehr recherchiert und herangezogen, wobei die Wichtigsten im Folgenden noch einmal aufgelistet werden:

- Foth, M. & Schroeter, R.: "Enhancing the Experience of Public Transport Users with Urban Screens and Mobile Applications", *Proceedings of the 14th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 2010
- Kolski, C.; Uster, G.; Robert, J.-M.; Oliveira, K. & David, B.: "Interaction in Mobility: The Evaluation of Interactive Systems Used by Travellers in Transportation Contexts", *Human-Computer Interaction. Towards Mobile and Intelligent Interaction Environments*, Springer Berlin / Heidelberg, 2011
- Bacha, F.; Oliveira, K. & Abed, M.: "Providing personalized information in transport systems: A Model Driven Architecture approach", *4th International Conference on Logistics (LOGISTIQUA)*, 2011
- Kjeldskov, J.; Graham, C.; Pedell, S.; Vetere, F.; Howard, S.; Balbo, S. & Davies, J.: "Evaluating the usability of a mobile guide: The influence of location, participants and resources", *Behaviour and Information Technology, Citeseer*, 2005
- Peterson, M. P. "Pervasive and ubiquitous public map displays" *ICA UPIMap 2004 (Tokyo, 2004)*
- Maguire, M. "A review of user-interface design guidelines for public information kiosk systems" *International journal of human-computer studies* 50, 3 (1999), 263–286
- Klante, P., Krösche, J., and Boll, S." Accessights – a multimodal location-aware mobile tourist information system" *Computers Helping People with Special Needs*, K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler, and D. Burger, Eds., vol. 3118 of Lecture Notes in Computer Science. Springer, Berlin / Heidelberg, 2004, 627–627.
- Hristova, N. "Ad-me: A contextsensitive advertising system" *University of Maynooth (2001)*, 10–12.
- Greenberg, S., Boyle, M., and Laberge, J. "Pdms and shared public displays: Making personal information public, and public information personal" *Personal and Ubiquitous Computing* 3 (1999), 54–64
- Brignull, H., and Rogers, Y. "Enticing people to interact with large public displays in public spaces" *Proceedings of the IFIP International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2003)* (2003).

Des Weiteren wurden Arbeiten betrachtet, die sich im Allgemeinen mit der Kommunikation und Information in größeren Netzen im Bereich Verkehr beschäftigten. Dazu zählt sowohl Kommunikation und Information zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln als auch zwischen Fahrgast und Verkehrsmittel. Beispielhaft seien die folgenden Arbeiten genannt:

- Projekt „European Bus System of the Future“ (EBSF) – Informationsdienste in Bussen
- Goto, K. und Kambayashi, Y.: "A New Passenger Support System for Public Transport Using Mobile Database Access", *Proceedings of the 28th international conference on Very Large Data Bases*, 2002
- Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., and Friday, A. "Experiences of developing and deploying a context-aware tourist guide: the guide project" *Proceedings of the 6th annual international conference on Mobile computing and networking, MobiCom '00*, ACM (New York, NY, USA, 2000), 20–31.

- Gerla, M., Zhou, B., Lee, Y.-Z., Soldo, F., Lee, U. und Marfia, G.: "Vehicular Grid Communications: The Role of the Internet Infrastructure", *Proceedings of the 2nd annual international workshop on Wireless internet*, 2006
- Bertolotto, M., O'Hare, G. M. P., Strahan, R., Brophy, A., Martin, A. N., and McLoughlin, E. "Bus catcher: a context sensitive prototype system for public transportation users" *WISE Workshops*, B. Huang, T. W. Ling, M. K. Mohania, W. K. Ng, J.-R. Wen, and S. K. Gupta, Eds., IEEE Computer Society (2002), 64–72.
- Banâitre, M., Couderc, P., Pauty, J., and Becus, M. "Ubibus: Ubiquitous computing to help blind people in public transport" *Mobile Human-Computer Interaction - MobileHCI 2004*, S. Brewster and M. Dunlop, Eds., vol. 3160 of Lecture Notes in Computer Science. Springer, Berlin / Heidelberg, 2004, 535–537.

Im Rahmen der Entwicklung der semantischen Modelle für IP-KOM-ÖV wurden außerdem die Ergebnisse von *Transmodel*, *Siri*, *IFOPT*, *Google GTFs* und *NeTeX* betrachtet und einbezogen. Hierbei waren insbesondere die Weiterentwicklungen von Siri und NeTeX interessant. Im Rahmen der Modellierung von Kontext-, Klassifikations- und Interaktionsmodell wurden zudem verschiedene Projektergebnisse von Projekten zur Erarbeitung unterschiedlicher Ontologien analysiert. Dazu gehörten:

- Mylka, A.; Sauermann, L.; Sintek, M.; van Elst, L.: "NEPOMUK Calendar Ontology", *NEPOMUK Ontology Framework*, 2007, <http://www.semanticdesktop.org/ontologies/ncal>
- Bergman, M. K., and Giasson, F. "Umbel ontology", volume 1, technical documentation. *Technical report, Structured Dynamics LLC*. 2008.
- Chen, H. ; Perich, F. ; Finin, T. ; Joshi, A.: „SOUPA: standard ontology for ubiquitous and pervasive applications." *Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services*, 2004.
- Wang, X. H. ; Zhang, D. Q. ; Gu, T. ; Pung, H. K.: "Ontology based context modeling and reasoning using OWL." *Proc. Second IEEE Annual Conf. Pervasive Computing and Communications Workshops*, 2004
- Brunzel, M. und Grebner, O.: „Task Model Ontology (TMO)", *NEPOMUK Ontology Framework*, 2007, <http://www.semanticdesktop.org/ontologies/tmo>
- Mnasser Houda, Maha Khemaja, Kathia Oliveira, and Mourad Abed. "A public transportation ontology to support user travel planning." Pericles Loucopoulos and Jean-Louis Cavarero, editors, RCIS, pages 127–136. IEEE, 2010
- Agnieszka Mykowiecka "Time expressions ontology for information seeking dialogues in the public transport domain" *Proceedings of the 7th international conference on Advances in natural language processing, IceTAL'10*, pages 257–262, Berlin, Heidelberg, 2010. Springer-Verlag
- Julien Plu and François Scharffe „Publishing and linking transport data on the web" CoRR, abs/1205.1645, 2012.
- Renato Iannella, James McKinney "vCard Ontology - for describing People and Organizations" Technical report, W3C, 2014
- Dey, A. K., and Abowd, G. D. "Towards a better understanding of context and context-awareness" *Computer Human Interaction 2000 Workshop on the What, Who, Where, When, Why and How of Context-Awareness* (2000)
- Prekop, P., and Burnett, M. "Activities, context and ubiquitous computing" *Computer Communications* 26, 11 (2003), 1168–1176.
- Ni, H., Zhou, X., Zhang, D., and Heng, N. "Context-dependent task computing in pervasive environment" *Ubiquitous Computing Systems*, H. Youn, M. Kim, and

- H. Morikawa, Eds., vol. 4239 of Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin/Heidelberg, 2006, 119–128
- Korpipää, P., and M äntyärvi, J. “An ontology for mobile device sensor-based context awareness” *Modeling and Using Context*, P. Blackburn, C. Ghidini, R. Turner, and F. Giunchiglia, Eds., vol. 2680 of Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin / Heidelberg, 2003, 451–458
 - Bauer, M., Becker, C., and Rothermel, K. “Location models from the perspective of context-aware applications and mobile ad hoc networks” *Personal and Ubiquitous Computing* 6 (2002), 322–328.

Weitere relevante neue Projekte wurden nicht erfasst.

3. Details

Aufbauend auf der Übersicht des Gesamtprojektvorhabens werden im Folgenden die konkreten Ergebnisse der einzelnen Aufgaben vorgestellt. Dazu werden chronologisch die verschiedenen Arbeitsbereiche beschrieben und die erzielten Ergebnisse erläutert. Darüber hinaus werden für einzelne Ergebnisse die relevanten Nachweise erbracht.

3.1. Ergebnisse

3.1.1. Ergebnisse der Anforderungsanalyse

Der Fokus der Anforderungsanalyse lag darauf, mögliche Informations- und Kommunikationsdienste zur erarbeiten und hinsichtlich ihrer Eignung für den Fahrgast zu untersuchen und zu bewerten. Diese Arbeiten fanden in Bearbeitung des Arbeitspaketes 2.100 statt, in dem neben der Beschreibung der Funktionen in Anwendungsfällen die Anforderungen an die Kommunikationsschnittstelle erhoben wurden. Die Analyse basierte auf der Entwicklung von sieben Persona, die fiktive Personen darstellen, die jedoch konkrete Eigenschaften besitzen und damit Nutzergruppen repräsentieren. Die Persona dienen als Grundlage zur Erhebung und Darstellung des Nutzungsverhaltens. In Szenarien wird dann das Nutzungsverhalten der Persona im Zusammenspiel mit dem System beschrieben. Neben der Koordination der Arbeiten im AK 2 beteiligte sich die TU Dresden intensiv an dem Erarbeitungs- und Review-Prozess der Persona sowie der für IP-KOM-ÖV relevanten Szenarien. Weiterhin beteiligte sich die TU Dresden an der Identifikation und Beschreibung der Anwendungsfälle, die aus den Szenarien erarbeitet wurden, sowie darauffolgend an der Erhebung der Anforderungen. Die enge Kooperation zwischen AK 2 und AK 3 ermöglichte es, die Anwendungsfälle und Anforderungen breit zu erheben, da sowohl die Sicht der Fahrgäste als auch die Sicht der Verkehrsunternehmen und der Auskunftssysteme mit einbezogen wurden. Es wurden insgesamt 74 Anwendungsfälle aus Nutzersicht (AK 2) und betrieblicher Sicht (AK 3) erarbeitet. Diese umfassen beispielsweise Anwendungsfälle aus dem Bereich der Reisephase, in der die Reise eines Fahrgasts unterbrochen wird oder ein Fahrgast über aktuelle Störungen informiert werden will. Weitere Bereiche aus Nutzersicht sind das Setup, die Reiseplanung sowie Abweichungen und Mehrwertdienste. Aus betrieblicher Sicht stellt die Trennung von Fahrzeugen oder eine Verspätung jeweils einen identifizierten Anwendungsfall dar, hier wurden ebenfalls weitere Klassen von Anwendungsfällen identifiziert. Die Erstellung einzelner sowie die Aggregation der gesamten Anwendungsfälle oblag dabei der TU Dresden. Die identifizierten Anwendungsfälle dienten als Basis für die systembezogenen Anforderungen. Dazu wurden die Anforderungen nach den betroffenen Kommunikationsschnittstellen geordnet und nach Relevanz für das Projektvorgehen priorisiert. Diese Aufgabe wurde durch die TU Dresden durchgeführt, ebenso die Erstel-

lung und Überarbeitung einzelner Anforderungen. Die erhobenen Anforderungen dienten als Grundlage für die weiteren Arbeiten innerhalb des Projektes, speziell für die Systemarchitektur sowie die Kommunikationsdienste und wurden für die Machbarkeitsnachweise herangezogen. Die TU Dresden erarbeitete parallel Anforderungen an die semantischen Modelle.

Aus den Anforderungen der Analyse wurden für die Systemarchitektur und einzelne Kommunikationsdienste für Kundenendgeräte Dienstbeschreibungen nach dem Paradigma der service-orientierten Architektur für die verschiedenen Komponenten spezifiziert. Aus diesen Dienstbeschreibungen wurde im weiteren Projektverlauf die IP-KOM-ÖV Schnittstellenspezifikation erstellt. Im Rahmen der Projektarbeiten an den Arbeitspaketen 2.200 und 3.200 wurde eine Gesamtarchitektur entwickelt, die eine beispielhafte und generische Architektur für ein IP-KOM-ÖV System darstellt. Diese Gesamtarchitektur wird im folgenden Abschnitt kurz beschrieben. Darauf folgt eine Darstellung der Architekturkomponenten aus dieser Gesamtarchitektur unter Fokus auf diejenigen, die von der TU Dresden (anteilig) erarbeitet wurden. Einzelne Komponenten kapseln dabei einen oder mehrere der spezifizierten Dienste und bieten diese Dienste an.

3.1.2. Ergebnisse der Architektur und Dienstedefinition

3.1.2.1 Gesamtarchitektur IP-KOM-ÖV

Im Rahmen der Arbeitspakete 1.200, 2.200 und 3.200 haben die Arbeitskomplexe eine komponentenbasierte Systemarchitektur geschaffen, die in der unten gezeigten Darstellung in einer Grobarchitektur zusammenfließt (siehe Abbildung 1: Grobarchitektur IP-KOM-ÖV). Ergänzend zu den Inhalten der einzelnen internen Strukturen, wurde das IP-KOM-System in einer existierenden ÖV-Umgebung dargestellt. Diese grau dargestellten Komponenten wurden in IP-KOM-ÖV nicht bearbeitet, teilweise wurden sie z.B. als Datenlieferanten, mit in die Komponentenbeschreibungen von IP-KOM-ÖV Komponenten, mit einbezogen.

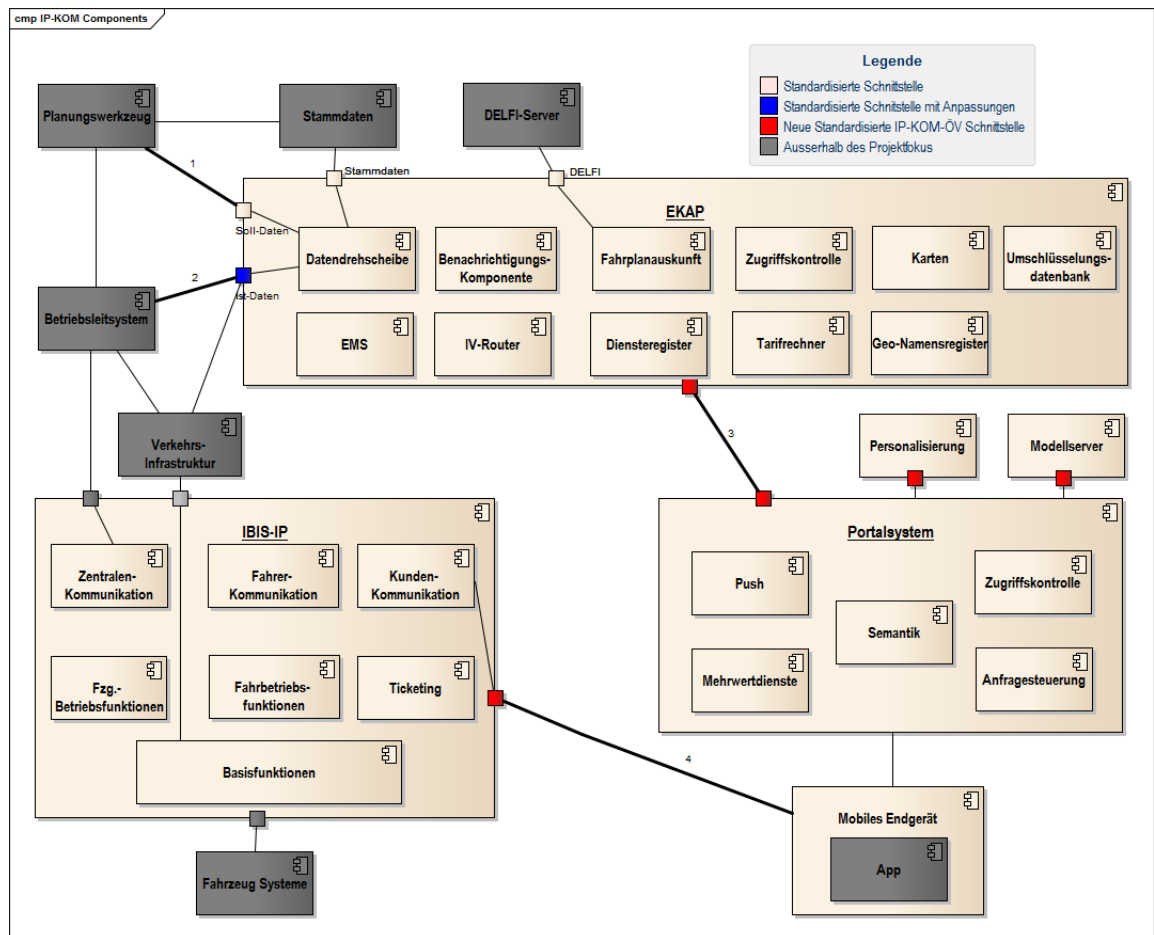


Abbildung 1: Grobarchitektur IP-KOM-ÖV

Die in Abbildung 1: Grobarchitektur IP-KOM-ÖV dargestellten Komponenten stellen eine „durchschnittliche“ Variante eines Gesamtsystems dar. Die internen sowie externen Komponenten sind, je nach Konfiguration, zusammenfassbar. Denkbar ist außerdem eine Vielzahl von Varianten mit vereinzelt oder weiteren, aus dem IP-KOM-ÖV-System herausgelösten Komponenten. Diese Variabilität unterstützt die Migration, da verschiedene IP-KOM-ÖV konforme Architekturen möglich sind.

3.1.2.2 Komponenten und Dienste

Im Folgenden werden alle Komponenten, die unter Mitarbeit der TU Dresden im Rahmen des Arbeitskomplexes 2 erarbeitet wurden, näher erläutert und die entworfenen Dienste vorgestellt. Die TU Dresden war hauptverantwortlich an der Erstellung der Komponentenbeschreibung des mobilen Endgerätes und der Mehrwertdienste, der Dienstbeschreibung des Haltewunsches, der Mehrwertdienste und der Modellserver/Modellverwaltung beteiligt. An allen anderen Beschreibungen hat sich die TU Dresden unterstützend durch Beratung und Review der Ergebnisse beteiligt. Dienste, welche keine direkte Zuordnung zu den einzelnen Komponenten aus Arbeitskomplex 2 besitzen, werden im Anschluss an die Komponentenbeschreibungen einzeln aufgeführt.

Personalisierung

Diese Komponente verwaltet personalisierte Konfigurationsdaten beliebiger anderer Komponenten. Konfigurationsdaten sind dabei beliebige benutzerbezogene Informationen, die das Verhalten jener Komponenten beeinflussen. Die Funktionen zur Verwaltung der Daten werden standardisiert zur Verfügung gestellt.

Angebotene Dienste:

- **Personalisierungsdienst:** Dieser Dienst stellt Funktionen bereit, über die Daten für die personalisierte Gestaltung beliebiger Dienste hinterlegt werden können.

Modellserver

Modellserver sind diejenigen Komponenten, die die semantischen IP-KOM-ÖV Datenmodelle zur Verfügung stellen. Der Modellserver in seiner schlankesten Variante kann die verfügbaren Modelle inklusive ihrer Versionen und Dateinamen auflisten. Jede dieser Modelldateien kann der Modellserver dann auf Anfrage ausliefern.

Angebotene Dienste:

- **Modellverwaltungsdienst:** Der Modellverwaltungsdienst ermöglicht es anderen Diensten, sich die aktuellen Versionen des Klassifikations- und Interaktionsmodells sowie des Kontextmodells anzeigen und ausliefern zu lassen.

Push-Dienst

Diese Komponente kapselt den Push-Dienst und abstrahiert damit verschiedene Push-Benachrichtigungsmechanismen, die bei unterschiedlichen Betriebssystemvarianten von mobilen Endgeräten eingesetzt werden.

Angebotene Dienste:

- **Push-Dienst:** Dieser Dienst abstrahiert von den verschiedenen Push-Technologien der Mobiltelefonanbieter und ermöglicht anderen Diensten und Komponenten, Nachrichten aktiv an das mobile Endgerät zu senden.

Zugriffskontrolle

Diese Komponente kapselt die für die Zugriffskontrolle relevanten Dienste Authentifikation und Autorisierung. Die beiden Dienste können durch andere Komponenten oder Dienste genutzt werden, um eine sichere Kommunikation zu gewährleisten.

Angebotene Dienste:

- **Autorisierungsdienst:** Der Dienst verwaltet Zugriffsrechte verschiedener Parteien auf angebotene Dienste und Daten.
- **Authentifizierungsdienst:** Die Authentifizierung ermöglicht einen sicheren Zugriff auf die Funktionalität und Daten eines beliebigen Dienstes.

Mehrwertdienste

Die Komponente Mehrwertdienste ermöglicht die Einbindung und Nutzung externer Dienste von Drittanbietern. Mögliche Beispiele sind Dienste für Buchung, Reservierung, Wetterinformationen, Soziale Netzwerke etc. Diese werden nicht vom Portalsystem selbst bereitgestellt, sondern von Drittanbietern angeboten z.B. von ÖPV-Unternehmen, Reiseveranstaltern usw. Die Komponente Mehrwertdienste dient als Mittler zwischen Mehrwertdiensten und Diensten im Portalsystem und/oder der mobilen Applikation und stellt die Funktionen externer Dienste einheitlich zur Verfügung.

Angebote Dienstleistungen:

- **Dienst Mehrwertdienste:** Mehrwertdienste haben folgende einzelne Grundfunktionalitäten: Datenerhebung, Datensicherung und -verwaltung, Datenübertragung sowie Meldungen an Fahrgäste.

Anfragesteuerung

Diese Komponente nimmt jegliche Anfragen, die an Teile des Portalsystems gerichtet sind oder über das Portalsystem weitergeleitet werden, entgegen und ruft die zuständigen Funktionen auf. Bei Bedarf werden Befehle an EKAPs von der Anfragesteuerung an die EKAP weitergeleitet. Die Anfragesteuerung umfasst einen Verzeichnisdienst für alle EKAPs, die einem Portalsystem bereits bekannt sind und bietet die Möglichkeit diese Daten zu verwalten: registrieren, ändern, entfernen.

Angebote Dienstleistungen:

- **EKAP- Registerdienst:** Mit den Funktionen dieses Dienstes lassen sich die Informationen über die EKAPs verwalten, auf die ein Portalsystem zugreifen kann.
- **Dienst Anfragesteuerung:** Diese Stelle bietet den Anlaufpunkt für sämtliche Anfragen, die innerhalb des Portalsystems erzeugt oder von außerhalb an das Portalsystem adressiert wurden. Der Dienst koordiniert die Funktionsaufrufe und leitet diese an die entsprechenden Komponenten weiter. Neben der Weiterleitung der Methodenaufrufe bietet der Dienst auch die Möglichkeit mehrere Anfragen zusammenzufassen.

Mobiles Endgerät

Die Komponente mobiles Endgerät stellt das tatsächliche Gerät des Fahrgastes dar. Sie kapselt den Dienst Physikalische Ortung, welcher eine Ortung des Fahrgastes beispielsweise per GPS-Sensor oder über Lokalisierung im Funknetz ermöglicht. Das mobile Endgerät ist zu unterscheiden von der Applikation auf dem Gerät, welche als Komponente keine Dienste zur Verfügung stellt und im Rahmen der IP-KOM-ÖV Architektur nicht bearbeitet wurde.

Angebote Dienstleistungen:

- **Physikalische Ortung:** Dieser Dienst stellt die physikalische Ortung des Benutzers zur Verfügung, um einen Startpunkt oder die Position bei der Fußgängeravigation zu bestimmen und unter Umständen eine Assoziation zu einem Fahrzeug oder einer Haltestelle des ÖV herstellen zu können. Die genutzte Technologie wird nicht festgelegt.

Dienste ohne direkte Zuordnung

- **Schadensmeldungsdienst:** Dieser Dienst dient der Meldung von Funktionsstörungen oder Beschädigungen der Infrastruktur oder der Fahrzeuge durch den Fahrgast an den Betreiber zur Übermittlung an das Wartungsmanagement in der Betriebsleitstelle.
- **Fahrtinformation EKAP:** Die Fahrtinformation beschreibt den Dienst zwischen EKAP und mobilem Endgerät, über das Portalsystem, der den Fahrgast mit den relevanten Informationen zur Fahrt versorgt. Zu diesen gehören u. a. Fahrweg,

Haltepunkte, aktuelle Fahrzeugposition, Prognose-Daten und Ausstattung des Fahrzeuges.

- **Fahrtinformation Fahrzeug:** Die Fahrtinformation beschreibt den Dienst zwischen Fahrzeug und mobilen Endgerät des Fahrgastes, der den Fahrgast mit den relevanten Informationen zur Fahrt versorgt. Zu diesen gehören u. a. Fahrweg, Haltepunkte, aktuelle Fahrzeugposition und Ausstattung des aktuellen Fahrzeuges, sofern sie dem Fahrzeug bekannt sind.
- **Haltewunsch:** Dieser Dienst umfasst die Übermittlung des Haltewunsches für eine spezifische Haltestelle (z.B. bei der Reiseplanung) und den Haltewunsch für die nächste Haltestelle (unabhängig von der Reiseplanung) vom mobilen Endgerät direkt an das Fahrzeug.

3.1.2.3 Architekturvarianten Portalsystem

Im Verlauf der Arbeiten in AP 2.200 wurden verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten für die Kapselung verschiedener Dienste in Portalsystemen entworfen und diskutiert. Im Rahmen von IP-KOM-ÖV wurden keine der Architekturkonfigurationen standardisiert, vielmehr wurden die einzelnen Dienste spezifiziert und standardisiert. Die Beispielkonfigurationen vermitteln einen Eindruck der Vielfältigkeit möglicher Portalsysteme. Die TU Dresden erarbeitete die Variante „Portalsystem mit Mehrwertdiensten“ und beteiligte sich an Bearbeitung und Review der weiteren Varianten. Zudem fiel die Koordination der Architekturarbeiten in den Aufgabenbereich der TU Dresden.

Portalsystem mit Mehrwertdiensten

Eine der Stärken des Portalsystems ist seine Erweiterbarkeit. Innerhalb des Portalsystems können verschiedenste Dienste und Mehrwertdienste implementiert und gekapselt werden. Unter Mehrwertdiensten werden hier alle diejenigen Dienste zusammengefasst, die zu den durch IP-KOM-ÖV spezifizierten Diensten zusätzliche Funktionalität bieten.

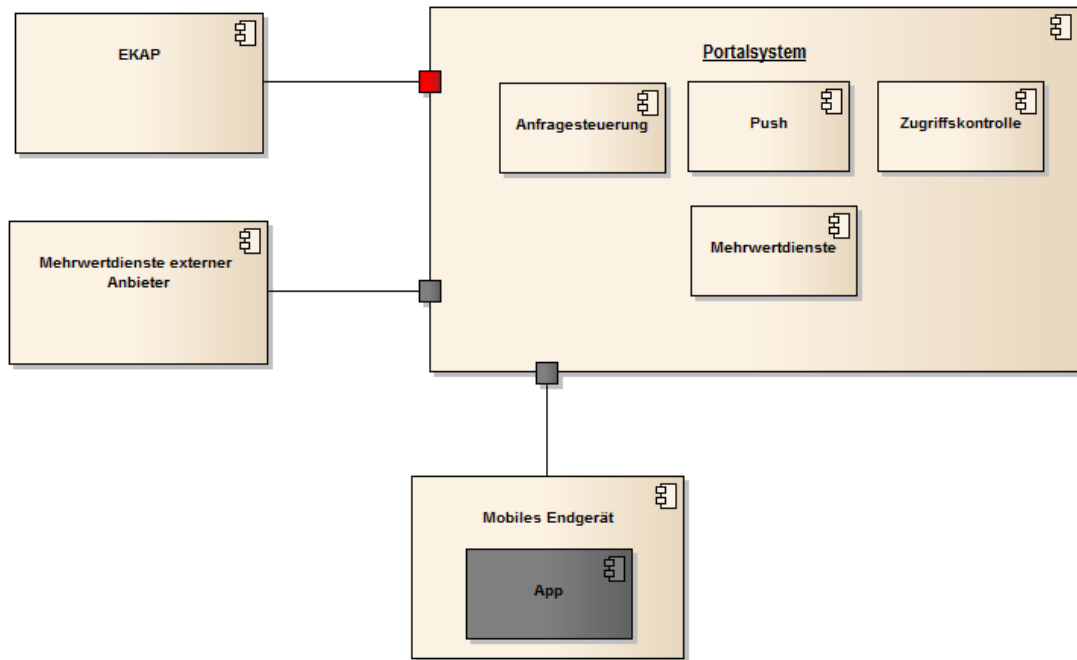


Abbildung 2: Portalsystem mit Mehrwertdiensten

Mehrwertdienste können vom Portalbetreiber oder auch durch Drittanbieter extern bereitgestellt werden (d.h. auf extern betriebenen Servern) und durch ein Portalsystem eingebunden werden. Dies ist in Abbildung 2: Portalsystem mit Mehrwertdiensten dargestellt.

Portalsystem in der App

Die meisten Varianten beschreiben Portalsysteme, die aufgrund ihres Funktionsumfangs auf einem, beziehungsweise mehreren Servern implementiert werden. Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, das Portalsystem innerhalb der App auf dem mobilen Endgerät zu implementieren. Da das Portalsystem die Schnittstelle zur EKAP implementiert, benötigt eine App, die ohne Portalsystem-Server funktionieren soll, ein „internes Portalsystem“. Auf diese Weise wird die Schnittstelle zur EKAP direkt auf dem mobilen Endgerät genutzt.

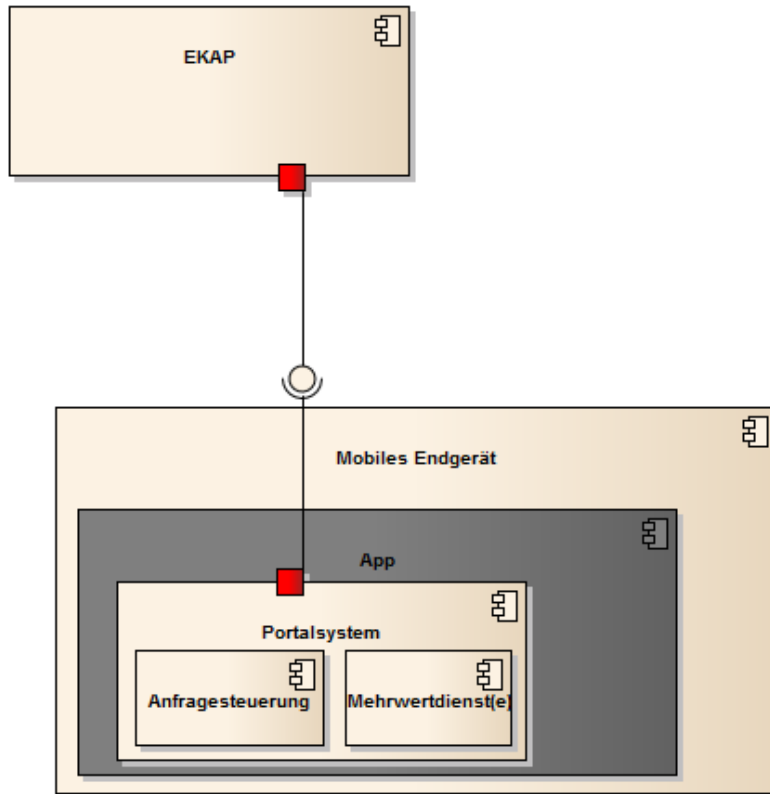


Abbildung 3: Portalsystem in der App

In dieser Konfiguration ergeben sich jedoch einige Einschränkungen. Wie bereits beschrieben werden für das Zustellen von Push-Nachrichten ein externer Push-Dienst benötigt, der in der Lage ist Nachrichten direkt auf die Endgeräte zu übertragen. Da in der hier beschriebenen Variante keine externe Komponente vorhanden ist, kann auch kein Push-Dienst genutzt werden, die asynchrone Kommunikation fällt weg. Da das Portalsystems innerhalb der App nur anonym mit der EKAP kommunizieren kann, können weiterhin nur Dienste der EKAP verwendet werden, welche keine Autorisierung benötigen (z.B. Verbindungsauskunft). Es handelt sich hier also um eine Konfiguration, die nur einen Teil der von IP-KOM-ÖV spezifizierten Dienste umsetzt.

Innerhalb des Portalsystems in der App des mobilen Endgerätes können verschiedene andere Komponenten realisiert werden, beispielsweise kann hier eine Semantik-Komponente implementiert werden, ebenso wie verschiedene Mehrwertdienste. Eine Anfragesteuerung ist grundsätzlich notwendig zur Steuerung der Anfragen an EKAPs.

Portalsystem mit herausgelöster Personalisierung

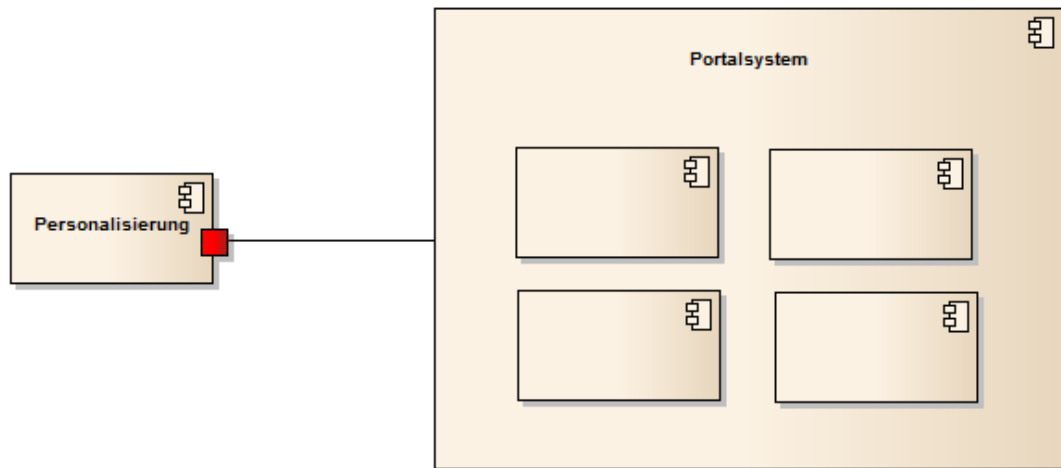


Abbildung 4: Portalsystem mit herausgelöster Personalisierung

In dieser Variante ist die Personalisierungskomponente nicht in das Portalsystem integriert (siehe Abbildung 4). Das Portalsystem ruft die Funktionen des Personalisierungsdienstes der Personalisierungskomponente über die in IP-KOM-ÖV standardisierte Schnittstelle des Personalisierungsdienstes auf. In dieser Konstellation kann die Personalisierungskomponente auch von anderen Komponenten außerhalb des Portalsystems aus genutzt werden.

„Schlankes“ Portalsystem

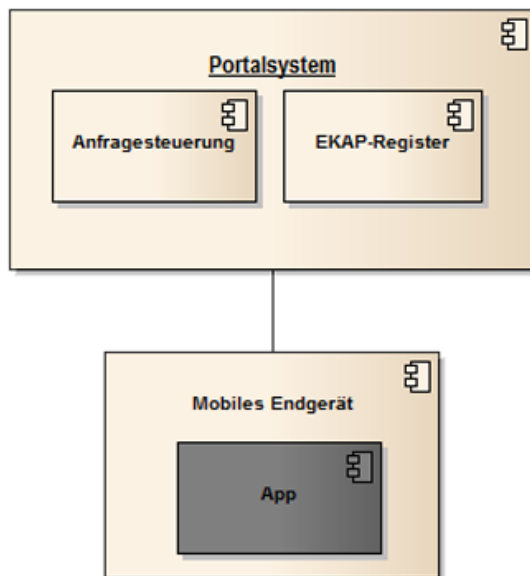


Abbildung 5: Schlankes Portalsystem

Die Abbildung 5: Schlankes Portalsystem zeigt eine Variante des Portalsystems mit einer minimalen Anzahl an Komponenten. Diese Variante gewährleistet eine eingeschränkte Kommunikation zwischen EKAP und dem persönlichen mobilen Endgerät des Kunden, bei der keine asynchrone Kommunikation zum Endgerät möglich ist. Eine Erweiterung um eine Push-Komponente ist jedoch leicht möglich.

Applikation im Portal

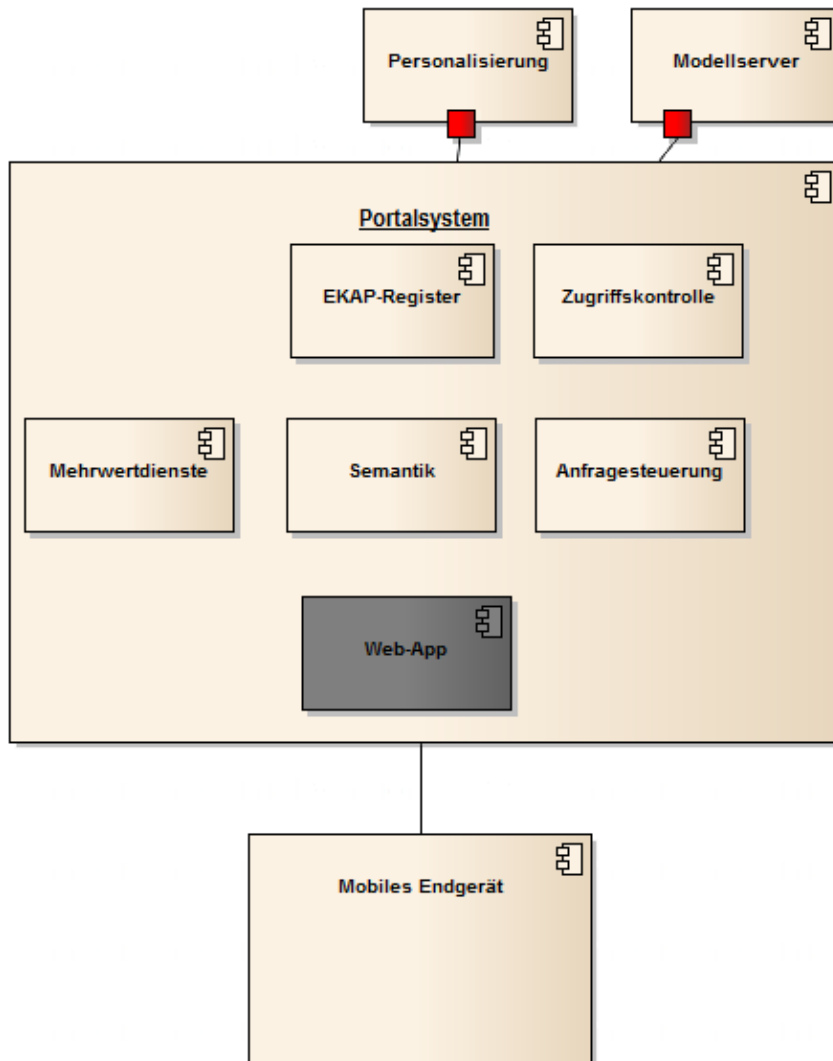


Abbildung 6: Applikation im Portalsystem

In dieser Variante wird eine Web-Applikation auf einem Webserver, z.B. im Portalsystem, ausgeführt und kann vom mobilen Endgerät aus aufgerufen und genutzt werden. Diese Variante setzt eine permanente Verbindung vom mobilen Endgerät zum Portal voraus. Die Push-Komponente, die die Kommunikation vom Portal zum mobilen Endgerät übernimmt, wird nicht benötigt.

3.1.2.4 Portalsystem-Prototypen

Während der Projektlaufzeit von IP-KOM-ÖV wurden einige der oben genannten Varianten der Ausgestaltung der Portalsysteme durch die Technische Universität Dresden prototypisch umgesetzt, andere Varianten wurden durch weitere Projektpartner als Laborprototypen entwickelt. Durch diese Prototypen wurde der Machbarkeitsnachweis erbracht, dass die genannten Varianten auch in der Praxis umsetzbar sind. Neben der Umsetzbarkeit wurden durch die Prototypen einerseits die einzelnen zugrundeliegenden Konzepte evaluiert, zusätzlich wurde die angestrebte Modularität der einzelnen Komponenten und deren Zusammenspiel getestet. Im Folgenden werden die von der Techni-

schen Universität Dresden entwickelten Prototypen beschrieben. Informationen zu den Partnerprototypen wurden im entsprechenden Meilensteindokument dokumentiert.

Entwicklungs- und Erweiterungsprozess des prototypischen Portalsystems

Für den Prototypen des schlanken Portalsystems wurde zunächst die Anfragesteuerung als Komponente entworfen und umgesetzt (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Da die Anfragesteuerung die gesamte TRIAS-Schnittstelle der EKAP unterstützt, konnte sie jeweils mit den umgesetzten Diensten des Laborsystems von mdv getestet werden. Die Anbindung der Basisapplikation erfolgte durch die Umsetzung der JSON-Schnittstelle zum mobilen Endgerät hin und der Test der Request/Response Kommunikation über den Kommunikationsweg mobiles Endgerät – Anfragesteuerung – EKAP-Dienst. Parallel wurde der Push-Dienst entwickelt und in das schlanke Portalsystem integriert. Nachdem seitens der EKAP der Benachrichtigungsdienst verfügbar war, wurde die asynchrone Kommunikation über Benachrichtigungsdienst/Push-Dienst zur Basisapplikation getestet. Durch die stetige Erweiterung des „schlanken Portalsystems“ konnte gezeigt werden, dass durch die Modularisierung der Komponenten eine einfache Erweiterbarkeit des Gesamtsystems gegeben ist.

Komponenten und Funktionen

Ein schlankes Portalsystem besteht aus einer Anfragesteuerung und einem Push-Dienst (siehe Abbildung 7 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Das Portalsystem dient in dieser Form ausschließlich der Abwicklung der Kommunikation zwischen EKAP und Applikation auf dem mobilen Endgerät.

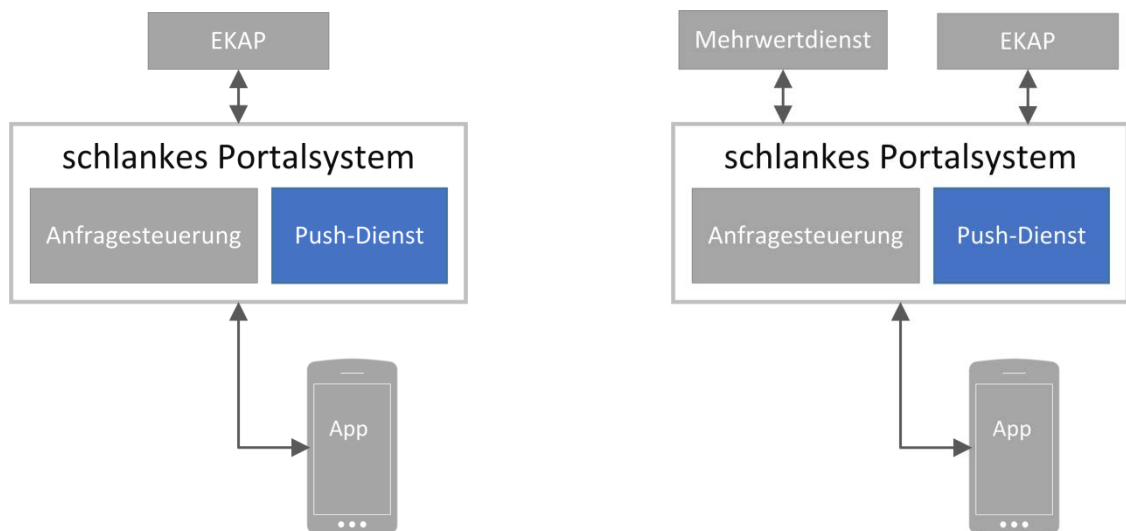


Abbildung 7: Schema eines schlanken Portalsystems (links), mit Erweiterung um einen externen Mehrwertdienst (rechts)

Dabei setzt die Anfragesteuerung die Request/Response-basierte Kommunikation um, die den Regelfall in der Verwendung der TRIAS-Schnittstelle darstellt. Die Anfragesteuerung des Prototyps besteht aus mehreren Einzelkomponenten, wie in Abbildung 8 gezeigt. Für die Realisierung der Anfragesteuerung wurden für alle Elemente der TRIAS-XML-Schnittstelle Java-Klassen erzeugt. Für die Umsetzung der JSON-Schnittstelle

zum mobilen Endgerät wurde die jackson-Bibliothek¹ genutzt, die automatisiert die Serialisierung und Deserialisierung der genannten Java-Klassen in JSON ermöglicht.

Der Push-Dienst realisiert die asynchrone Kommunikation zwischen EKAP und App. Nach einem Abonnement einer Entität (beispielsweise einer Verbindung) über den Push-Dienst beim Benachrichtigungsdienst der EKAP wird die Applikation benachrichtigt, wann immer neue Informationen zu dieser Entität vorliegen (beispielsweise bei einer Störung).

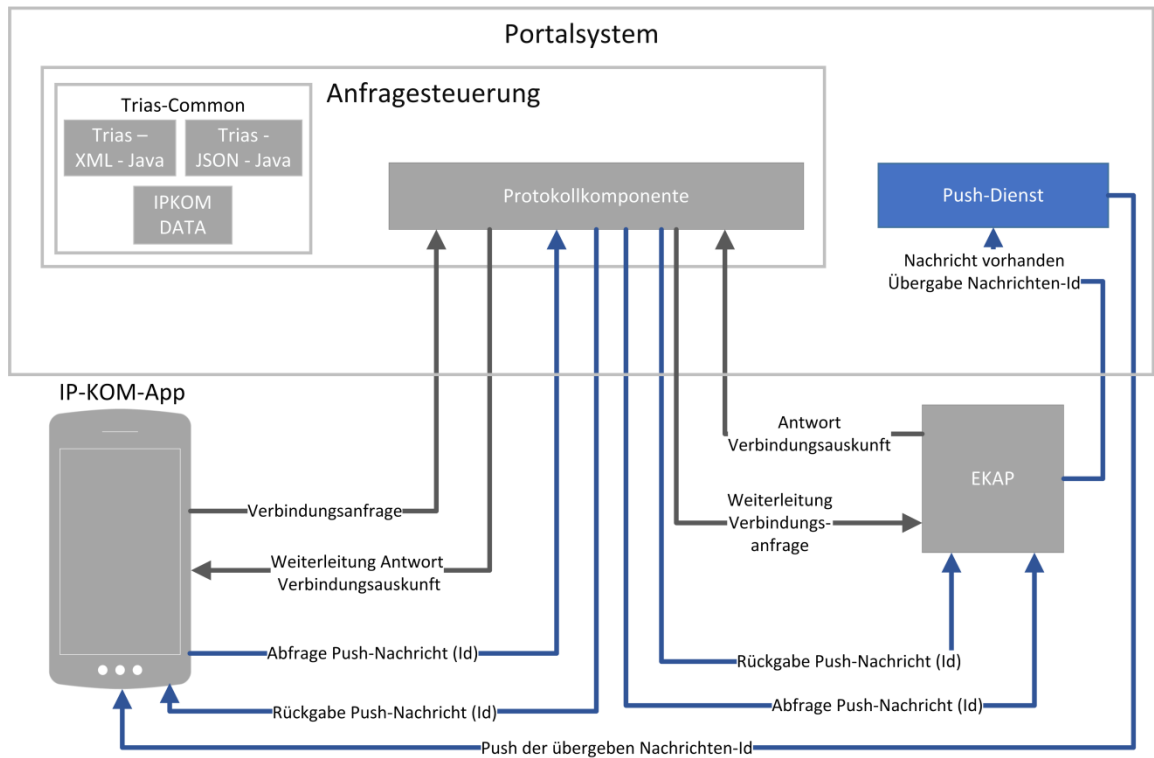


Abbildung 8: Feinarchitektur und Kommunikationswege des schlanken Portalsystems

In Abbildung 8 wird der Informationsfluss der Request/Response Kommunikation (grau) und der asynchronen Kommunikation (blau) dargestellt. Im Push-Dienst des Prototyps kapselt der Dienst die Push-Funktionalität von Android, da die prototypische Basisapplikation eine Android-Applikation ist. Der Push-Dienst verwaltet zudem alle Abonnements der Abonnenten und leitet Nachrichten der EKAP an alle Abonnenten weiter. Die EKAP kann über die http-Schnittstelle des Push-Dienstes Nachrichten an diesen weiterleiten, die die Mobilapplikation dann per Android-Push benachrichtigt. In dieser Push-Nachricht wird nicht die komplette Nachricht ausgeliefert, da der Android-Push nur wenige Zeichen übertragen kann. Auf die Benachrichtigung per Push hin muss sich die Applikation auf dem mobilen Endgerät die Benachrichtigung am Push-Dienst abholen.

¹ <http://jackson.codehaus.org/>

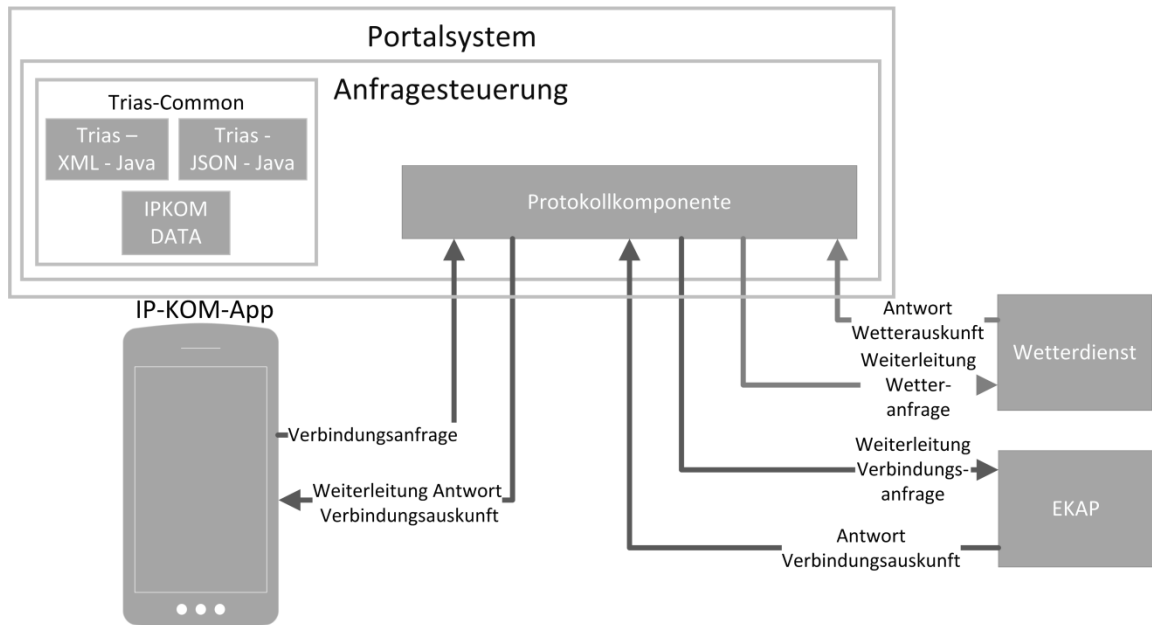


Abbildung 9: Erweiterung des schlanken Portalsystems um einen Mehrwertdienst

Ein Portalsystem kann um externe und interne Mehrwertdienste erweitert werden. Interne Mehrwertdienste sind solche Dienste, die im Portalsystem selbst laufen, während als externe Mehrwertdienste alle die Dienste angebunden werden können, die auf externen Servern bereitgestellt werden. Die prototypische Implementierung des schlanken Portalsystems wurde um einen externen Mehrwertdienst erweitert, siehe Abbildung 9. In der prototypischen Umsetzung handelte es sich um einen Wetterdienst, der zu einer Verbindungsauskunft das Wetter am Zielort lieferte. Hier wurde die Anfragesteuerung um Zusatzfunktionalität erweitert, um den Wetterdienst anbinden zu können. In der Implementierung des Mehrwertdienstes wurde auf einen für Entwickler frei zugänglichen Wetter-Webservice im Internet zurückgegriffen², um zu demonstrieren, dass externe Dienste von Drittanbietern angebunden und integriert mit der TRIAS-Schnittstelle verwendet werden können. Die Anfragesteuerung bot damit die Möglichkeit, bei eingehenden Verbindungsanfragen vom mobilen Endgerät zusätzlich zur Weiterleitung der Anfrage an die EKAP eine Anfrage an den Wetterdienst mit der Ortsinformation für den Zielort aus der Verbindungsanfrage zu erstellen. Die Antwort der EKAP wird dann um die Wetterinformation ergänzt und als angereicherte Antwort zum mobilen Endgerät gesendet.

Die Umsetzung des schlanken Portalsystems und dessen kontinuierliche Erweiterung um weitere Dienste und Funktionalitäten zeigte, dass als kleinste Variante eines Portalsystems bereits die Umsetzung einer Anfragesteuerung genügt. Durch Erweiterung um einen Push-Dienst, kann neben der Request/Response-Kommunikation mit der EKAP, die gesamte TRIAS-Schnittstelle mit allen EKAP-Diensten dem mobilen Endgerät vollständig und konsistent zur Verfügung gestellt werden. Mit der Erweiterung um einen Mehrwertdienst konnte ebenfalls gezeigt werden, dass ein Portalsystem die Möglichkeit bietet, zusätzliche Kommunikationsdienste für ein mobiles Endgerät zur Verfügung zu stellen, ohne die Funktionsfähigkeit der EKAP-Dienste und des ursprünglichen Portalsystems einzuschränken.

² <http://developer.worldweatheronline.com/>

3.1.3. Konzepte für mobile Kundenendgeräte

Die TU Dresden erforschte und erarbeitete im Rahmen der Aufgaben im Arbeitskomplex 2 Interaktions-, Architektur-, Adaption- und Visualisierungskonzepte für mobile Endgeräte. Es wurden einige dieser Konzepte in einer Basisapplikation prototypisch umgesetzt und auch im Feldtest evaluiert und getestet.

Allgemeine Konzepte

Die entwickelten Interaktionskonzepte bauen auf den Entwurfsmustern für mobile Fahrgastinformationen auf, die durch die TU Ilmenau im Projekt entwickelt wurden. Zusammen mit der Universität Stuttgart erarbeitete die TU Dresden interaktive Visualisierungskonzepte für mobile Endgeräte, die es dem Fahrgast ermöglichen sollen, schnell und einfach benötigte Informationen zu erfassen. Dabei wurden Konzepte gezielt für verschiedene Nutzertypen entwickelt, getestet und prototypisch umgesetzt. Abbildung 10 zeigt exemplarisch Entwürfe für die Balken-, Graph- und Matrixvisualisierung.

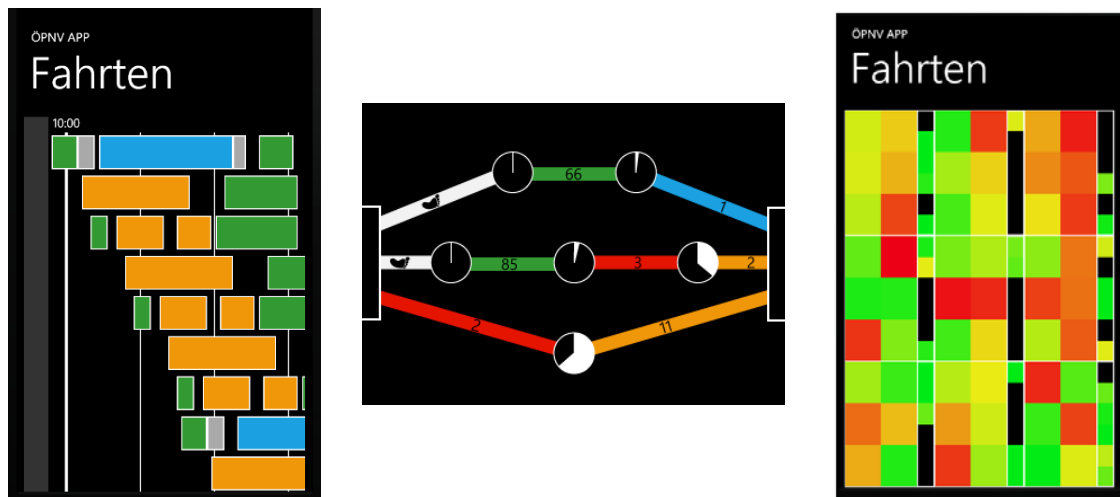


Abbildung 10: Interaktive Visualisierungskonzepte zur mobilen Fahrgastinformation: Balken-, Graph- und Matrixvisualisierung (v.l.n.r.)

Die Entwurfsmuster und Visualisierungskonzepte wurden dabei miteinander verknüpft und ergänzt, so dass ein ganzheitliches Interaktionskonzept resultiert, wie es im nachfolgenden Abschnitt zum Prototypen beschrieben wird. Neben diesen Konzepten wurden im Zuge der Entwicklung der semantischen Modelle Adaptionkonzepte zur Anpassung an den entsprechenden Nutzerkontext erarbeitet. Ein Vorteil von Kontextadaptivität ist dabei die Möglichkeit der echtzeitfähigen Reaktion auf aktuelle Geschehnisse. So ist neben einer Anpassung der dargestellten Inhalte, eine Anpassung der Darstellung sowie der Interaktionsmöglichkeiten, basierend auf Umgebungsfaktoren wie zum Beispiel die Tageszeit, Displaygröße oder Nutzerpräferenzen denkbar. Der Prototyp ermöglicht dabei die Anpassung an Kontextfaktoren, die in Abbildung 11 dargestellt sind.

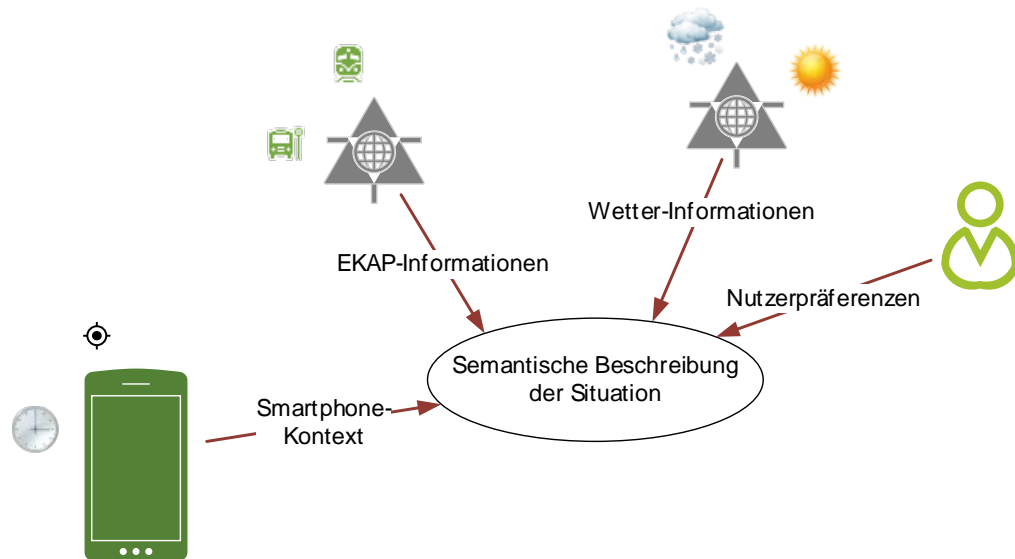


Abbildung 11: Ermittelter Kontext und seine Quellen

Prototypen für mobile Kundenendgeräte

Die erarbeiteten Konzepte wurden in einer Basisapplikation auf einem mobilen Endgerät prototypisch umgesetzt. Sie dient weiterhin der Veranschaulichung der Funktionalitäten, die über die über die Dienste und Schnittstellen abgedeckt werden können. Dabei wurden in einem iterativen Vorgehen verschiedene implementiert und schrittweise in die Basisapplikation eingebunden (Vgl. Abbildung 12).

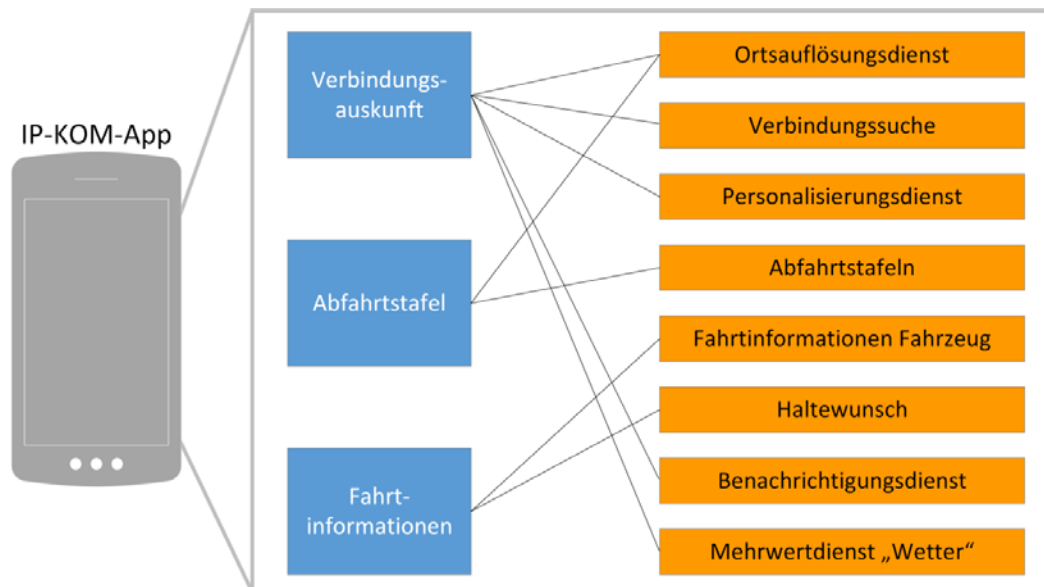


Abbildung 12: Übersicht der Basisapplikation und den Bezug zu den integrierten Diensten

Ortsauflösungsdienst

Verschiedene Teile der Basisapplikation greifen auf den Ortsauflösungsdienst zu. Der Dienst sucht aus einer beliebigen Texteingabe die dazu am besten passenden geografischen Ortsobjekte (z. B. Haltestellen) und gibt sie als verwertbares Ortsobjekt zurück. In der Basisapplikation wird die Ortsauflösung eingesetzt, um die Bedienbarkeit

bei der Eingabe von Orten zu erhöhen, indem eine Autovervollständigung durchgeführt wird, die dem Benutzer noch während des Tippens Vorschläge unterbreitet. Diese Funktionalität wird in der Verbindungsauskunft (Abbildung 13) sowie bei der Auswahl von Abfahrtstafeln (Abbildung 14) verwendet.



Abbildung 13: Eingabe bei Verbindungsauskunft

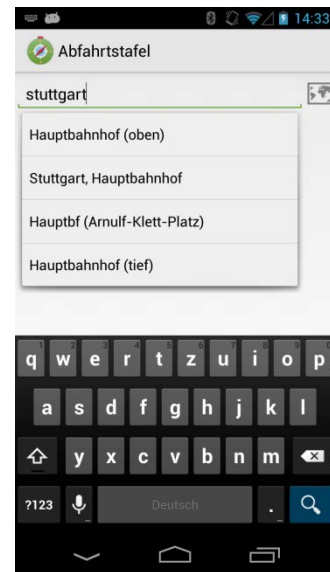


Abbildung 14: Eingabe bei einer Abfahrtstafel

Verbindungssuche

Die zentrale Funktionalität der Basisapplikation stellt die Bereitstellung einer Verbindungsauskunft dar, indem der zugehörige Dienst der Verbindungssuche angesprochen wird. Dazu gibt ein Nutzer zunächst Start- und Zielinformationen ein, wie es Abbildung 15 zeigt. Die prototypische Benutzungsoberfläche bietet die Möglichkeit, Start- und Zielhalttestellen oder direkt Adressen einzugeben (Abbildung 15) oder auf einer Karte direkt auszuwählen (Abbildung 16).



Abbildung 15: Verbindungsauskunft über die Eingabe von Text



Abbildung 16: Verbindungsauskunft mit Auswahl über eine Kartendarstellung



Abbildung 17: Ergebnisübersicht der Verbindungsanfrage

Nach Bestätigung der Verbindungsanfrage („Verbindung suchen“) erhält der Benutzer die Ergebnisse der Auskunft in Form einer Ergebnisübersicht (Abbildung 17). Diese Übersicht erfragt gleichzeitig relevante Preisinformationen beim Dienst zu Preis- und Tarifinformationen und listet sie zugehörig zu den einzelnen Verbindungen der Ergebnisübersicht auf.

Personalisierungsdienst

Der Personalisierungsdienst stellt Funktionen bereit, über die Daten für eine personalisierte Konfiguration beliebiger Dienste hinterlegt werden können. Eine Konfiguration bezieht sich dabei auf allgemeine benutzerbezogene Daten. In der prototypischen Umsetzung der Basisapplikation wurde eine Funktionalität umgesetzt, die dem Benutzer die Möglichkeit gibt, verschiedene personenbezogene Einstellungen vorzunehmen. Da für den Personalisierungsdienst kein umzusetzendes Szenario vorgesehen war, wurde eine eingeschränkte Personalisierungsmöglichkeit implementiert, welche im Front-End der Basisapplikation realisiert wurde. Beispielhaft wurden hierfür die Auswahl präferierter Verkehrsmittel, mögliche Mobilitätseinschränkungen, die Auswahl einer präferierten Anzahl für Umsteigepunkte (z. B. nur Direktverbindungen) und Fußgängergeschwindigkeit implementiert. Die Personalisierungsinformationen dienen der Erfassung von statischem Kontext für die Variante des semantischen Portalsystems aus Abschnitt 3.1.4.5. Abbildung 20 zeigt die Personalisierungsmöglichkeiten in der prototypischen Basisapplikation.



Abbildung 18: Abfahrtstafel mit relativer Zeitanzeige abfahrender Verbindungen



Abbildung 19: Abfahrtstafel mit absoluter Zeitanzeige abfahrender Verbindungen

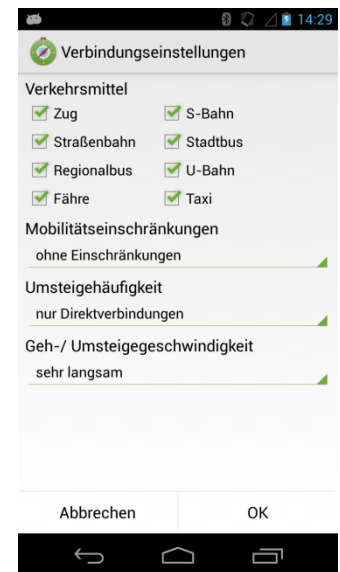


Abbildung 20: Eingabe von benutzerbezogenen Daten

Abfahrtstafeln

Der Dienst der Abfahrtstafeln zeigt die Abfahrten an einer bestimmten Haltestelle an. Für die Basisapplikation wurde der Dienst entsprechend Abbildung 18 und Abbildung 19 integriert. Eine Haltestelle kann vom Benutzer mit Hilfe der Ortsauflösung eingegeben oder per Kartendarstellung (Abbildung 16) ausgewählt werden. Auf Grundlage dieser zu bestätigenden Eingabe werden die zeitlich nächstgelegenen Abfahrten aufsteigend sor-

tiert. Die Darstellung erfolgt auf Wunsch des Nutzers mit relativen oder absoluten Zeitangaben.

Fahrtinformationen Fahrzeug

Der Fahrtinformation-Dienst beschreibt den Dienst zwischen Fahrzeug und mobilem Endgerät des Fahrgastes und versorgt den Fahrgast mit ausgewählten Informationen der Fahrt. Diese Informationen können sein: die Haltestellenfolge der Fahrt, aktuelle Fahrzeugposition und – falls bekannt – Informationen zur Fahrzeugausstattung.

In der prototypischen Basisapplikation wurde der Fahrtverlauf des Fahrzeuges anhand einer Perlschnur und seiner Richtung dargestellt. Dabei kann unterschieden werden, ob sich das Fahrzeug gerade an einer Haltestelle oder zwischen zwei Haltestellen befindet, was durch einen Pfeil verdeutlicht wird. Vorhandene Informationen zur nächsten Haltestelle, wie die Ausstiegsseite, werden ebenfalls dargestellt.

Haltewunsch

Der Haltewunsch-Dienst übermittelt einen vom Fahrgast gewünschten Haltewunsch für die in der aktuellen Fahrt nächstgelegene Haltestelle an das Fahrzeug. Der Haltewunsch wurde in die Ansicht der Fahrtinformationen zum Fahrzeug integriert. Mit Hilfe des „Stop“-Buttons kann über die prototypische Basisapplikation ein Haltewunsch an das Fahrzeug übermittelt werden. Die TRIAS-Schnittstelle ermöglicht dabei grundsätzlich, dass der Haltewunsch für eine beliebige Haltestelle der Fahrt abgegeben werden kann. Um die Funktionalität des Haltewunsches zu demonstrieren, wurde die Möglichkeit für die Abgabe des nächstgelegenen Haltewunsches umgesetzt. Abbildung 21 zeigt die Ansicht bei getätigtem Haltewunsch.

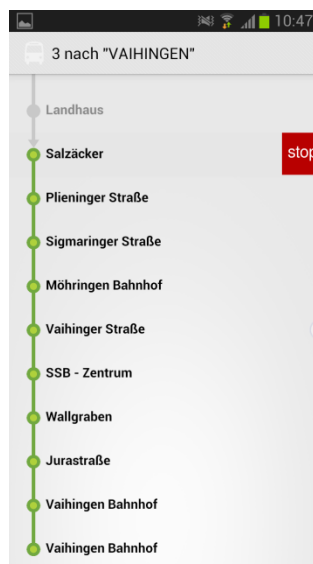


Abbildung 21: Anzeige der Fahrzeuginformationen mit Zustand „getätigter Haltewunsch“

Benachrichtigungsdienst

Das Abonnieren von Verbindungen erfolgt durch die Nutzung des Benachrichtigungsdienstes. Bei Abweichungen, wie bspw. Verspätungen oder Störungen, erhält der Fahrgast eine Benachrichtigung über vorliegende Informationen zu einer abonnierten Ver-

bindung. Dazu sendet die EKAP im Hintergrund eine Benachrichtigung über die Abweichung an das Portalsystem, die diese mittels Push-Dienst an die Applikation weitergibt.

Das Abonnement zu einer spezifischen Fahrt erfolgt über die Ergebnisübersicht für eine Verbindungsanfrage (siehe Abbildung 17). Ergeben sich nun Abweichungen, erhält die Basisapplikation eine Push-Nachricht, dass eine Benachrichtigung vorliegt. Abbildung 22 zeigt eine Android-Notification, die auf die abzuholende Benachrichtigung hinweist.

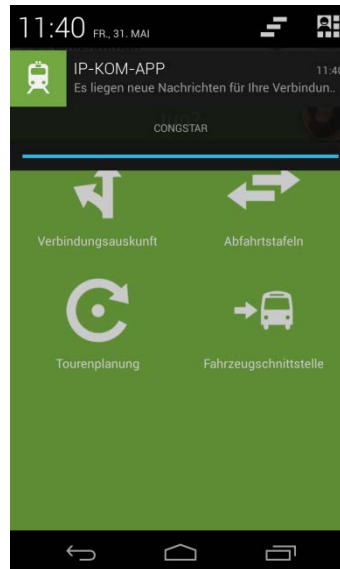


Abbildung 22: Eingehende Benachrichtigung in der prototypischen Basisapplikation

Mehrwertdienst

Mehrwertdienste können beispielsweise Buchungsdienste, Reservierungsdienste oder zusätzliche Informationsdienstleistungen sein und stellen Dienste externer Anbieter dar. Für die prototypische Umsetzung wurde beispielhaft die Anbindung eines Wetterdienstes implementiert (Abbildung 9). Dieser zeigt in der Ergebnisübersicht am Zielort der Verbindungsanfrage eine Wetterprognose an (siehe Abbildung 17).

3.1.4. Semantische Modelle für adaptive Systeme

Heutige Softwaresysteme arbeiten auf Basis syntaktischer Beschreibungen von Daten. Die Bedeutung der Daten, die das System verarbeitet, sowie der Funktionen, die das System anbietet, sind dem System jedoch selbst nicht bekannt. Eine syntaktische, also strukturelle Beschreibung der Daten für ein System wird Datenmodell genannt. Kommt zu der Beschreibung der Struktur auch eine maschinenlesbare Beschreibung der Bedeutung der Daten hinzu, ist dies ein semantisches Datenmodell, auch Ontologie genannt. Aus semantischen Datenmodellen können Systeme selbst Schlüsse ziehen und daher zu Schlussfolgerungen kommen, die nur implizit in den Daten vorhanden sind. Solche Schlussfolgerungen können beispielsweise genutzt werden, um die Darstellung von Fahrplandaten für den Benutzer flexibel anpassen, oder Entscheidungen zur Filterung von Daten zu treffen. Eine semantische Beschreibung von Datenmodellen macht ein System flexibler und leichter erweiterbar. Dazu kommt, dass die semantischen Datenmodelle unabhängig von darunter liegenden Technologien sind.

Standardisierte Kommunikationsdienste für Fahrgastinformationssysteme können von hochinnovativen und neuartigen Technologien aus dem Bereich des Semantic-Web profitieren. Semantic-Web Technologien lassen sich nicht ausschließlich auf das World Wide Web anwenden, sondern ermöglichen beispielsweise auch die hochflexible und dynamische Individualisierung von Fahrgastinformationssystemen und deren Ergänzung durch Mehrwert- und Zusatzdienste für den Fahrgast. Voraussetzung für den Einsatz von semantischen Technologien ist ein semantisches Datenmodell für den entsprechenden Einsatzbereich, die Domäne. Eine solche Domänenontologie bildet die Gegenstände, Konzepte und Personen bzw. Rollen einer Domäne und deren Beziehungen untereinander ab.

Im Rahmen von IP-KOM-ÖV entwickelte die TU Dresden drei semantische Modelle: ein Klassifikationsmodell, ein Interaktionsmodell und ein Kontextmodell. Die entwickelten Ontologien basieren auf den im Projekt erarbeiteten Standards, die in den VDV-Schriften 430 und 431 definiert wurden (VDV-Schrift 430 Teil 1, 2013) (VDV-Schrift 431, Teil 1, 2013) (VDV-Schrift 431 Teil 2, 2013). Sie ergänzen die dort beschriebenen Kommunikationsdienste um die grundlegenden Datenmodelle, die die Erweiterung eines TRIAS-Systems mit semantischen Technologien ermöglichen.

Das Klassifikationsmodell bildet den Kern der Ontologien, da es die grundlegenden Entitäten und Konzepte des öffentlichen Verkehrs abbildet wie beispielsweise Fahrzeuge oder Störungen. Es ist daher eine klassische Domänen-Ontologie, deren Aufgabe es ist, für einen spezifischen Einsatzbereich die nötigen Konzepte zur Verfügung zu stellen. Das Kontextmodell bildet den Kontext eines Fahrgastes im öffentlichen Verkehr ab. Damit wird einem Ontologie-basierten Fahrgastinformationssystem ermöglicht, die Situation eines Fahrgastes zu erfassen, zu beschreiben und darauf zu reagieren. Das Kontextmodell stützt sich dabei auf das Klassifikationsmodell, um beispielsweise abzubilden, dass ein Fahrgast sich auf einer bestimmten Reise im ÖV befindet. Da der öffentliche Verkehr sehr viele Facetten hat und von vielen Fahrgästen zu verschiedenen Zwecken genutzt wird, dient das Interaktionsmodell dazu, Erweiterungspunkte für zusätzliche, ergänzende Modelle zu bieten. Verschiedene Ontologien können hier eingebunden und zusammen mit den bereits existierenden Ontologien verwendet werden.

3.1.4.1 Szenarien für die Anwendung der semantischen Modelle

In einer Vorstudie erarbeitete die TU Dresden Anwendungsbeispiele für die Anwendung der Ontologien in „Smart Apps“ – mobilen Applikationen, die auf intelligenten semantischen Fahrgastinformationssystemen basieren. Die Anwendungsbeispiele wurden in Szenarien beschrieben und anhand der Persona aus der Anforderungserhebung (VDV-Mitteilung 7023, 2012) entwickelt. Diese Szenarien als Ergebnis der Vorstudie stellen exemplarisch Anwendungsmöglichkeiten der semantischen Modelle in Verbindung mit dem öffentlichen Verkehr dar. Als beispielhafte Einsatzgebiete für Smart Apps dienten dabei der Bereich Tourismus und eine um intelligente Funktionen erweiterte Reisebegleitung für Vielfahrer. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Vorstudie kurz vorgestellt.

Smart App: Tourist Guide

Die Smart App „Tourist Guide“ richtet sich an Nutzer des ÖPV, die mit dem Nahverkehr und einer Stadt nicht vertraut sind, den ÖPV aber nutzen möchten, um die Stadt kennenzulernen. Daher ist die für dieses Anwendungsbeispiel genutzte Persona Carla Al-

varez, die mit ihrem Mann Fabio als Touristin auf einer Städtetour in Deutschland unterwegs ist. Beide sind nicht vertraut mit dem lokalen öffentlichen Nahverkehr. Sie haben bestimmte Vorstellungen für ihren Besuch: beide sind interessiert an moderner Kunst und guter, lokaler Küche. Carla erkundet außerdem bei schönem Wetter sehr gerne botanische Gärten und Parkanlagen. Die vorgestellte Applikation „Smart Stuttgart Guide“ (Abbildung 23) nutzt das Hotel als Startpunkt für ihre Erkundungsrouten in Stuttgart und nimmt die Präferenzen von Carla und Fabio auf. Über eine Schaltfläche „Zum Hotel“ kann sich Carla zum Hotel leiten lassen. Im Umkreis des Hotels kann sich Carla Restaurants in der Umgebung für ein Abendessen anzeigen lassen (Abbildung 24). Die Restaurants werden nach den voreingestellten Vorlieben und den Preiswünschen der beiden ausgesucht. Die App kann weiterhin touristische Touren für den ganzen Tag planen. Anhand der Situation des Nutzers plant die App verschiedene Thementouren. Zudem plant sie Essenspausen ein. Neben einer Museumstour mit zwei der Kunstmuseen in Stuttgart und noch einiger weiterer Stuttgarter Sehenswürdigkeiten, wie das Neue und das Alte Schloss, wird wegen der guten Wettervorhersage eine Tour durch Gärten und Parks in Stuttgart angeboten. Eine dritte Route ist gemischt und bezieht die Museen ebenso wie einen Spaziergang durch den Schlossgarten mit ein. Zwischen den einzelnen Sehenswürdigkeiten auf den Touren schlägt die App jeweils einen passenden Ort für ein Mittagessen und Einkaufsmöglichkeiten für Souvenirs vor. Die einzelnen Stationen einer Tour sind mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen und die App berechnet die jeweiligen Verbindungen bereits mit ein. Auch die Öffnungszeiten der einzelnen Sehenswürdigkeiten (Points of Interest, POI) werden mit einberechnet. Carla und Fabio können sich die einzelnen Touren und die eingeplanten Sehenswürdigkeiten auf der Karte in der App anschauen.

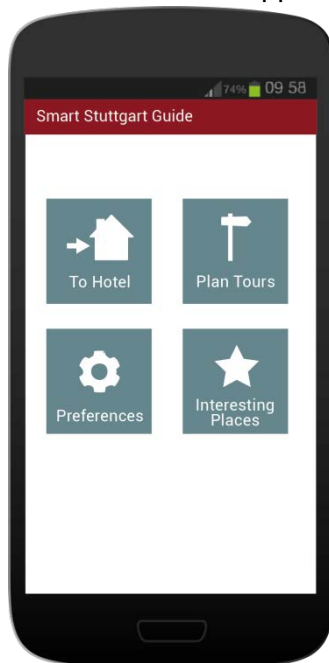


Abbildung 23: Beispiel für eine Smart Stuttgart Guide App - Übersicht

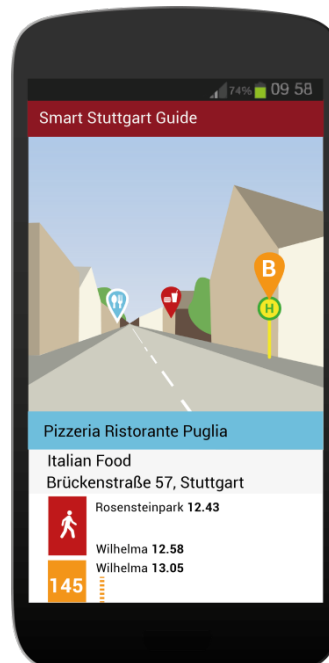


Abbildung 24: Beispiel für eine Smart Stuttgart Guide App - erreichbare Restaurants

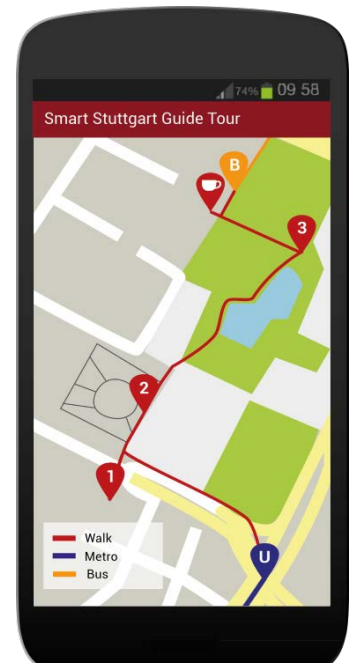


Abbildung 25: Beispiel für eine Smart Stuttgart Guide App - Tourenvorschlag

Wird eine Tour gestartet, kann die App Carla per Benachrichtigung darauf hinweisen, dass auf der ersten geplanten Verbindung in die Stadt eine Störung vorliegt, da eine S-Bahn ausfällt. Die App schlägt für die Störung eine Alternativverbindung mit der Stadtbahn vor. Zur Mittagszeit schlägt die App eine Mittagspause in einem Restaurant in der

Nähe vor, die beiden haben jedoch noch keinen Hunger und gehen daher direkt zum nächsten Programmpunkt über. Einige Zeit später bekommen sie jedoch Hunger. Sie können die Tour über die App modifizieren und direkt eingeben, dass sie ein Restaurant oder einen Imbiss für ein Mittagessen suchen. Die App unterbricht die Tour und schlägt verschiedene Alternativen vor. Nur eine Stadtbahnhaltestelle entfernt finden Carla und Fabio ein italienisches Restaurant und die App fügt einen Zwischenstopp dort zur Tour hinzu. Nach der Essenspause beenden sie ihre Tour wie geplant und gelangen dank der App sicher wieder zurück zum Hotel.

Smart App: Intelligente Agendaplanung

Das Anwendungsbeispiel der intelligenten Agendaplanung richtet sich an Fahrgäste des ÖPV, die regelmäßig den ÖPV nutzen und ihr Smartphone auch für Termine und Aufgaben nutzen. Daher wurde für dieses Beispiel die Persona Michael Baumann genutzt. Michael Baumann pendelt täglich mit dem ÖPNV zu seinem Büro und muss häufig beruflich in Deutschland reisen. Geschäftsreisen unternimmt er, soweit möglich, ebenfalls mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Er schätzt es, komfortabel zu reisen und pünktlich seine Ziele zu erreichen und ist außerdem sehr umweltfreundlich eingestellt. Für ihn gehört die Planung von ÖV-Verbindungen von und zum Büro, aber auch zu Terminen zu seinem Arbeitsalltag. Auf eine Terminanfrage durch einen Geschäftspartner für einen Termin in Frankfurt am Main kann Michael die Terminanfrage in seiner App zur Agendaplanung annehmen (Abbildung 26). Unter Einbeziehung seiner aktuellen Terminlage und anstehender Aufgaben, welche aus seinem Kalender entnommen wurden, werden Vorschläge von Verbindungen generiert. Ein Planungsvorschlag sieht vor, dass Michael am Hauptbahnhof vor Reiseantritt noch einen kleinen Mittagsimbiss einnehmen kann (Abbildung 27). Michael wählt diesen Vorschlag aus und bestätigt ihn. Durch die Bestätigung des Vorschlages bucht die Anwendung automatisch die Fahrscheine für nötigen Teilstrecken.



Abbildung 26: Beispiel für eine App „Smart Agenda“: Übersicht

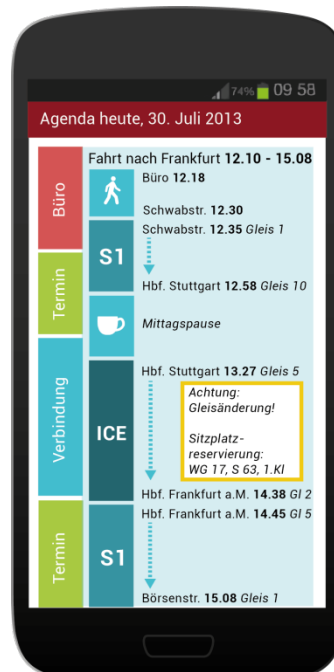


Abbildung 27: Beispiel für eine App „Smart Agenda“: Tagesplan

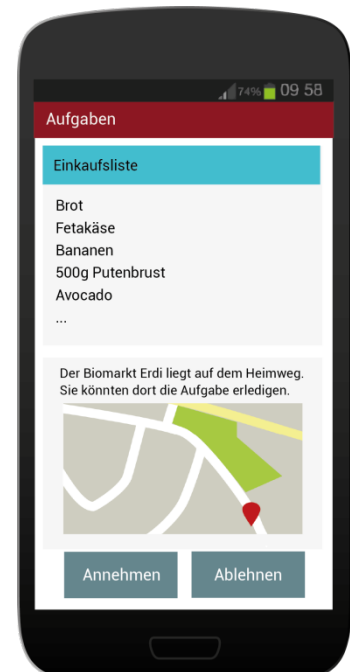


Abbildung 28: Beispiel für eine App „Smart Agenda“: Aufgaben

Die Reisebegleitungs-App kennt dabei Michaels persönliche Vorlieben aufgrund früherer Nutzereingaben und expliziter Einstellungen. Entsprechend werden bei der Kartenbuchung seine Wünsche berücksichtigt, sodass im ICE explizit ein Fensterplatz mit Tisch in der 1. Klasse reserviert wird. Die Anwendung erinnert Michael an seine bevorstehende Abreise, erkennt, dass er in die S-Bahn steigt und startet automatisch die Reisebegleitung. Da er eine frühere S-Bahn erreicht hat und zusätzliche 15 Minuten Zeit hat, erinnert ihn seine App daran, dass er noch ein Hustenmittel für seine Frau kaufen muss. Die App weist ihn darauf hin, dass sich im Bahnhof eine Apotheke befindet und Michael kann diese Besorgung noch erledigen. Während der Reise tauchen weitere Störungen seiner Tagesplanung auf, welche Michael dank seiner intelligenten App jedoch ohne weiteres bewältigen kann. Auf dem Heimweg nach Stuttgart fügt Michaels Frau indessen einige Produkte zur gemeinsamen Familien-Einkaufsliste hinzu (Abbildung 28). Michaels Anwendung erkennt, dass er auf dem Heimweg vom Hauptbahnhof in Stuttgart noch seinen Einkauf in einem lokalen Bio-Supermarkt, der zu seinen bevorzugten Einkaufsorten gehört, tätigen kann. Die Anwendung weist Michael darauf hin und fragt ab, ob er den Einkauf einplanen möchte. Er bestätigt dies und hierdurch wird Michaels Frau auf ihrem Gerät benachrichtigt, dass der Einkauf erledigt wird und sie sich nicht weiter darum kümmern braucht.

3.1.4.2 Klassifikationsmodell

Das Klassifikationsmodell ist die Domänenontologie für den öffentlichen Verkehr, und stellt den Kern der im Projekt erarbeiteten Ontologien dar. Im Klassifikationsmodell werden die zentralen Konzepte und Beziehungen der Domäne des öffentlichen Verkehrs abgebildet. Dabei dienen die Schnittstellenbeschreibungen der TRIAS-Schnittstellen als Grundlage. Die Basisstrukturen und Konzepte wurden aus den TRIAS-Schnittstellen übernommen und im Klassifikationsmodell semantisch modelliert. Im entwickelten Klassifikationsmodell wurden folgende Konzepte der TRIAS-Schnittstelle beschrieben:

- Modellierung von Zeit
- Modellierung von Geografische Entitäten
- Modellierung von Status
- Modellierung einer Reise (Trips)
- Modellierung von Services
- Modellierung von Transportmodi
- Modellierung von Störungen
- Modellierung einer Linie
- Modellierung einer Fahrt
- Modellierung von Fahrzeugen
- Modellierung von Facilities
- Modellierung von Events (Gründe für Störungen)
- Modellierung von Tarifen und Tickets

Damit kann die TRIAS-Architektur (VDV-Schrift 430 Teil 1, 2013) unter Nutzung der vorliegenden Ontologien um semantische Funktionalität erweitert werden. Im Rahmen des Prototyping und der Vorbereitung und Durchführung des Feldtestes wurde an der TU Dresden eine solche semantische Erweiterung eines TRIAS-Systems als Prototyp umgesetzt. Dieser Prototyp ist in Abschnitt 3.1.4.5 beschrieben. Über die TRIAS-Schnittstellenbeschreibungen hinaus umfasst das Klassifikationsmodell Konzepte, die teilweise in Siri, Transmodel oder IFOPT definiert wurden (CEN, TS 15531 Part 1), (CEN, EN 12896:2006, 2006), (CEN, EN 28701:2012, 2012).

3.1.4.3 Interaktionsmodell

Das Interaktionsmodell dient der einfachen Erweiterung des Klassifikationsmodells und des Kontextmodells um weitere Ontologien. Hier können zusätzliche Relationen und Klassen abgebildet werden, die für den jeweiligen Anwendungsfall benötigt werden. Das Interaktionsmodell ist dabei eine Art Klammer um alle genutzten Ontologien. Im Interaktionsmodell werden die einzelnen Ontologien zum gemeinsamen Gebrauch per owl:import Statement importiert (siehe Abbildung 29).

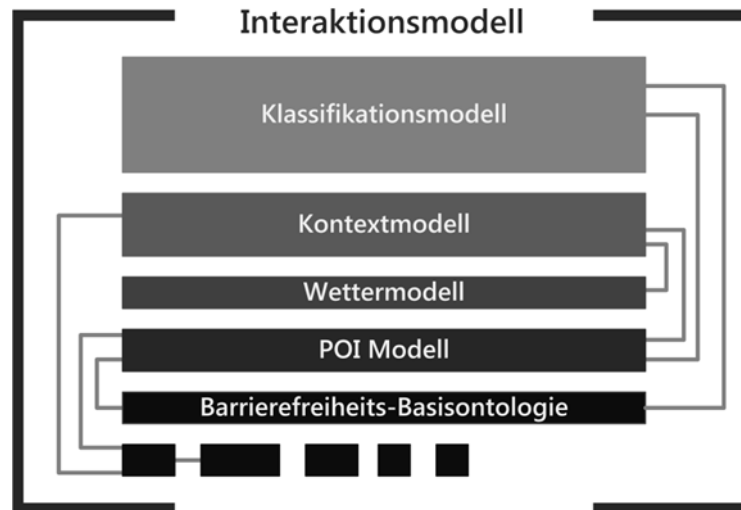


Abbildung 29: Schema des Interaktionsmodells, das die weiteren Ontologien enthält, die sich evtl. referenzieren

Das Interaktionsmodell kann eigens erstellte Ontologien ebenso zur Verfügung stellen wie externe Ontologien, die beispielsweise bestimmten Datenquellen zu Grunde liegen, die in einem Anwendungsfall gemeinsam mit den in IP-KOM-ÖV erarbeiteten Ontologien für Fahrgastinformation genutzt werden sollen. Es wurden bereits drei solche weiterführenden Ontologien erstellt, die neben Kontext- und Klassifikationsmodell vom Interaktionsmodell importiert werden. Es handelt sich dabei um eine Basisontologie für Barrierefreiheit, eine Point of Interest-Ontologie zum Einsatz in Tourismus-Szenarien und eine Wetterontologie, welche im Folgenden kurz beschrieben werden.

Point of Interest-Ontologie

Die „Point of Interest“-Ontologie dient der genaueren Beschreibung von Points of Interest (POIs), also interessanten Orten, wie zum Beispiel touristischen Attraktionen oder auch Restaurants, Cafés usw. Die Ontologie nutzt dafür Strukturen aus der LinkedGeo-Data-Ontologie und dem „schema.org“-Schema, da Daten aus LinkedGeoData und Daten, die nach schema.org beschrieben wurden dann einfach mit der POI-Ontologie genutzt werden können. Kern der Ontologie ist die Klasse PointOfInterest, die im Klassifikationsmodell definiert wird. Im POI-Modell werden zusätzliche Definitionen hinzugefügt, die Klasse selbst wird dabei nicht neu definiert. Das POI-Modell bezieht hier das Klassifikationsmodell mit ein. Weitere Klassen und Properties aus dem Klassifikationsmodell, aber auch dem Basismodell für Barrierefreiheit, werden im POI-Modell genutzt und neu verknüpft.

Wetterontologie

Die Wetterontologie wird dazu genutzt, das aktuelle Wetter zu beschreiben. Zentrale Klasse ist die Klasse Weather, die eine Wetterlage an einem bestimmten Ort zu einer

bestimmten Zeit darstellt. Eine Beschreibung des aktuellen Wetters in natürlicher Sprache kann über die Property `hasWeatherDescription` angegeben werden. Zum aktuellen Wetter gehört weiterhin eine Beschreibung des Windes, des Niederschlags (Precipitation), der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Bewölkung und der Sichtweite (z.B. bei Nebel). Neben dem aktuellen Wetter lassen sich ebenfalls Wettervorhersagen mit der Ontologie abbilden.

Barrierefreiheit – Basisontologie

Die Basisontologie für Barrierefreiheit ermöglicht es, grundlegende Einrichtungen, die der Barrierefreiheit von Orten dienen, zu beschreiben. Sie dient ebenso dazu, die Anforderungen von Personen an Barrierefreiheit abzubilden. Die Ontologie ist für die Illustration der Möglichkeiten einer Modellierung von Barrierefreiheit gedacht, nicht jedoch als vollständiges Modell zu sehen.

3.1.4.4 Kontextmodell

Ein Kontextmodell wird dazu genutzt, den möglichen Kontext eines Nutzers abzubilden und Kontextdaten zu strukturieren, um dann darauf aufbauend auf die aktuelle Situation zu schließen. Ein kontextadaptives System versucht, auf aktuelle Situationen zu reagieren. Das hier vorgestellte Kontextmodell soll einen Rahmen bieten, der es ermöglicht, im öffentlichen Personenverkehr kontextadaptive Anwendungen für Fahrgäste umzusetzen.

Abbildung 30 zeigt die Dimensionen von Kontext für kontextadaptive Anwendungen im öffentlichen Verkehr (Kühn, Keller, & Schlegel, 2011). Das hier vorgestellte Kontextmodell fokussiert auf fahrgastbezogenen Kontext. Es ist allerdings ohne weiteres möglich, die Kontextontologie um weitere Kontexte zu erweitern, beispielsweise um den Kontext von Einrichtungen (Haltestellen, Gebäude), oder Fahrzeugen zu erfassen.



Abbildung 30: Kontextdimensionen im öffentlichen Verkehr

Die entwickelte Kontextontologie konzentriert auf die für kontextadaptive Anwendungen für Fahrgäste im öffentlichen Verkehr relevanten Kontextinformationen in folgenden Kontextdimensionen:

- Der *physikalische Kontext* umfasst dabei Informationen, die die physische Umgebung des Fahrgastes betreffen, so beispielsweise Temperatur oder Umgebungslautstärke.
- Als *Aufgabenkontext* wird der zielbezogene Kontext - die Aufgaben des Fahrgastes - verstanden. Hiermit kann abgedeckt werden, welche Ziele ein Fahrgast verfolgt und welche Aufgabenschritte noch vor ihm liegen.
- Die Beschreibung der Lokation eines Fahrgastes erfolgt wiederum in der Kategorie des *Ortskontexts*. Hierbei kann es sich sowohl um die Einordnung des physischen Aufenthaltsortes eines Nutzers als auch die technische Lokalisation (z.B. die Position im Netzwerk) handeln. Auch die Information, ob und wie sich der Fahrgast räumlich bewegt, fällt in diese Kategorie.
- In der Kategorie des *zeitlichen Kontexts* fallen verschiedene Zeitinformationen. Dies beinhaltet neben der Erfassung der aktuellen Uhrzeit bspw. auch eine saisonale Einteilung, Sommer- und Winterzeit oder Zeitzonen auf internationalen Reisen.
- Die jeweilig verfügbaren Interaktionstechniken können unter *Interaktionskontext* zusammengefasst werden, um in Abhängigkeit von Gerätespezifika oder Nutzerpräferenzen Interaktionsmöglichkeiten anzupassen.
- Letztendlich beschreibt der *soziotechnische Kontext* diverse Nutzereigenschaften und persönliche Präferenzen für die Domäne des öffentlichen Verkehrs. Ebenso fallen operationale und betriebliche Kontextinformationen in diese Kategorie.

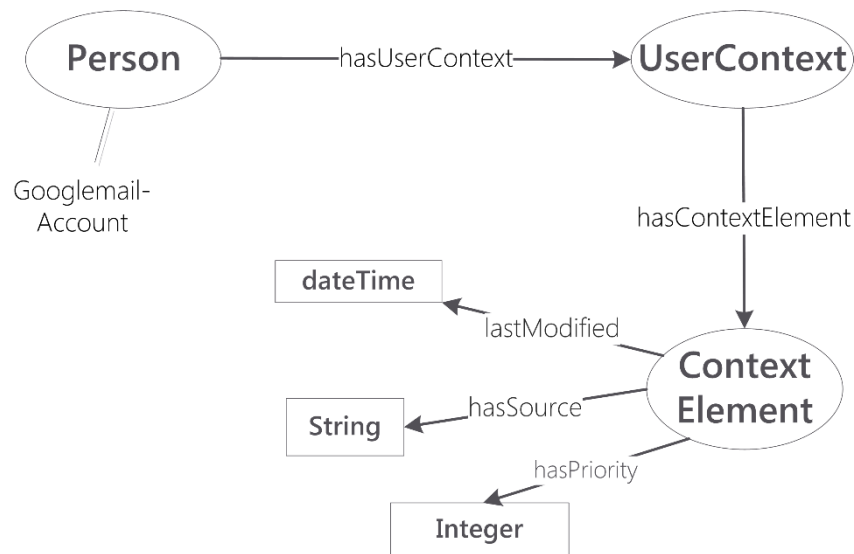


Abbildung 31 Übersicht Kontextmodell

Der Fahrgast wird über die Klasse Person in der Ontologie abgebildet. An den Fahrgast wird der Nutzerkontext angehängt. Dabei können die oben beschriebenen Dimensionen des Kontextes einzeln als Kontextelement an den Nutzerkontext angefügt werden. Neben den Kontextquellen besitzt das Kontextelement ein Zeitstempel der letzten Aktualisierung der Kontextinformation. Abbildung 31 Übersicht Kontextmodell stellt den oben beschriebenen Aufbau des Modells dar. Dem Modell liegt eine wichtige Designentscheidung zu Grunde: Der zeitliche Verlauf des Kontext wird hier nicht abgebildet, d.h. Kontextinformationen werden überschrieben, wenn sie sich ändern und der Zeitstempel wird dann entsprechend aktualisiert. Der Nutzerkontext bildet damit immer nur die aktuelle Situation des Fahrgastes ab. Für die identifizierten Anwendungsfälle war diese Modellierung ausreichend. Eine Modellierung des zeitlichen Verlaufes und der Veränderung von Kontextinformationen ist deutlich komplizierter und resultiert auch in höherer Implementierungs- und Speicherverwaltungskomplexität. Nichtsdestotrotz bietet die hier

beschriebene Kontextontologie die Möglichkeit, über Erweiterungen auch den zeitlichen Verlauf von Kontextinformation abzubilden, falls dies für sehr komplexe Anwendungsfälle nötig sein sollte.

3.1.4.5 Prototyp eines semantischen Portalsystems

Im Rahmen des Prototypings und Feldtests entwickelte die TU Dresden einen Prototyp eines semantischen Portalsystems. Dieser Prototyp stellte intelligente Kommunikationsdienste unter Nutzung der entwickelten Ontologien für den Feldtest zur Verfügung. Gleichzeitig diente die Umsetzung als Machbarkeitsnachweis für die Ontologien und führte in einem iterativen Vorgehen zur Ergänzung und Erweiterung der Ontologien. Weiterhin wurden für die Umsetzung verschiedene Technologien evaluiert, um Empfehlungen für die Entwicklung semantischer Portalsysteme geben zu können. Die Architektur des Prototyps und die gesammelten Erfahrungen der Umsetzung sind nachfolgend beschrieben. Als Basis des entwickelten semantischen Portalsystems wurden die Komponenten des in Abschnitt 3.1.2.4 beschriebenen **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (EKAP, Portalsystem mit einem Push-Dienst) sowie eine Anfragesteuerung zur Steuerung des asynchronen (Push-Dienst) und Request/Response (Anfragesteuerung) Kommunikationsflusses) verwendet. Ontologie-basierte Kommunikationsdienste wurden in der TRIAS-Architektur im Portalsystem als semantische Dienste vorgesehen, ebenso wie ein Modellserver, der die Modelle und semantischen Daten verwaltet. Ausgangsszenario für die hier vorgestellte prototypische Implementierung sind intelligente, ontologiebasierte Kommunikationsdienste für Anwendungen im Tourismus. Diese Dienste sollen eine Smart App für Touristen ermöglichen, ähnlich der Smart App „Tourist Guide“ aus Abschnitt 3.1.4.1.

3.1.4.5.1 Funktionsumfang des semantischen Portalsystems

Die zentralen intelligenten Kommunikationsdienste des Prototypen sollten für eine gegebene Zeitspanne einem Fahrgast eine Liste von Points of Interest (POI) berechnen, die kontextadaptiv (auf seine aktuelle Situation bezogen) und innerhalb der Zeitspanne mit dem ÖPV erreichbar sind. Weiterhin sollten, ebenfalls für eine gegebene Zeitspanne, komplette Touren geplant werden, die den aktuellen Kontext des Fahrgastes, darunter seine Vorlieben, die Tageszeit, das aktuelle Wetter usw. miteinbeziehen. Abbildung 33 zeigt die Dienste, die hierfür notwendig sind. Neben den bereits erwähnten, nicht-semantischen Diensten (in grau) und einem Mehrwertdienst (ebenfalls grau) werden die semantischen Dienste grün dargestellt. Dazu gehört die Komponente PointOfInterest und Tourenplanung und Tourenplanung, die die zentrale Logik für die beschriebene Funktionalität umsetzt.

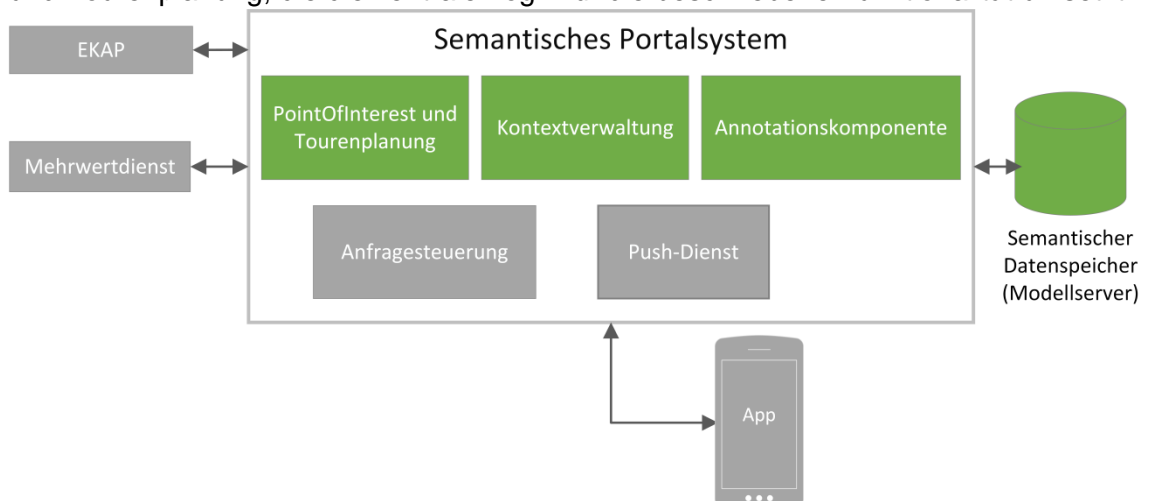


Abbildung 32: Grobe Architektur des prototypischen semantischen Portalsystems

Weiterhin wurde eine Annotationskomponente umgesetzt. Sie sorgt dafür, dass benötigte Daten von nicht-semantischen Diensten, wie beispielsweise EKAP-Diensten oder auch Mehrwertdiensten in semantische Daten konform mit den zu Grunde liegenden Ontologien transformiert werden. Die Kontextverwaltung fasst verschiedene Kontextquellen zusammen und stellt Kontextdaten für andere intelligente Kommunikationsdienste zur Verfügung, die mit entsprechender Kontextinformation auf die Situation des Fahrgastes reagieren. Die Kontextdaten werden nach der oben beschriebenen Kontextontologie strukturiert und als semantische Daten gespeichert. Kontextdaten, welche als nicht-semantische Daten vorliegen, können mit Hilfe der Annotationskomponente in semantische Daten transformiert werden. Alle Daten werden innerhalb eines semantischen Datenspeichers gespeichert und über ein SPARQL-Interface den anderen Diensten des Portalsystems zur Verfügung gestellt.

3.1.4.5.2 Umsetzung der einzelnen Komponenten des semantischen Portalsystems

Die Umsetzung der einzelnen Komponenten wird im Folgenden näher beschrieben und in einer Feinarchitektur des semantischen Portalsystems verortet.

Semantischer Datenspeicher

Ein semantischer Datenspeicher stellt eine Softwarekomponente dar, die der persistenten Speicherung, Verarbeitung und dem Abruf von semantischen Daten in RDF dient. Da RDF-Daten als Aussagen, sogenannte Triple vorliegen, werden diese Komponenten als *Triple Store* bezeichnet. Um eine adäquate Speicherlösung für die semantischen Daten des semantischen Portalsystems zu finden wurden verschiedene Triple Store Lösungen analysiert. In Tabelle 1 werden einige aktuell verfügbare Triple Stores einander gegenüber gestellt und verglichen.

	Ska- lierbarkeit	Datenbank	API	Reasoner	Lizenz
OpenLink Virtuoso v6.1	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Nativ 	<ul style="list-style-type: none"> CLI Java (Sesame und Jena Interface) SPARQL REST 	RDFS, OWL (eingeschränkt),	Kommerziell / GPL
OWLIM	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Nativ 	<ul style="list-style-type: none"> Java (Sesame und Jena Interface) SPARQL 1.1 REST 	RDFS, OWL 2 RL und OWL 2 QL	Kommerziell
Systap Bigdata	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Nativ 	<ul style="list-style-type: none"> Java (Sesame Interface) SPARQL 	RDFS+	Kommerziell / GPL
Oracle Spatial and Graph RDF Semantic Graph	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Relational 	<ul style="list-style-type: none"> SPARQL 1.1 Java (Sesame und Jena Interface) 	RDFS, OWL, Regelbasiert	Kommerziell
Mulgara	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Nativ 	<ul style="list-style-type: none"> Java (Jena Interface) SPARQL REST 	Regelbasiert	GNU Free Documentation License Version 1.2
Jena Fuseki	Mittel	<ul style="list-style-type: none"> Nativ PostgreSQL MySQL 	<ul style="list-style-type: none"> Java SPARQL 1.1 REST 	OWL, RDFS, Regelbasiert	Apache License, Version 2.0
OpenRDF Sesame	Mittel	<ul style="list-style-type: none"> Nativ Post- 	<ul style="list-style-type: none"> Java SPARQL 1.1 	RDFS	BSD-style license

	<ul style="list-style-type: none"> greSQL MySQL 	<ul style="list-style-type: none"> REST 		
--	---	--	--	--

Tabelle 1: Verschiedene semantische Datenspeicher³

Für die Speicherung semantischer Daten im prototypischen semantischen Portalsystem wurden verschiedene der Triple Store-Implementierungen getestet:

- **Fuseki**⁴ ist eine Open-Source Entwicklung eines Triple Store als Apache Projekt. Fuseki wird im Rahmen von Apache Jena⁵ entwickelt, einem Projekt zur Umsetzung eines Semantic Web Frameworks.
- **Sesame**⁶ ist eine Triple Store Implementierung durch Aduna⁷, einer Firma mit Sitz in den Niederlanden. Sesame steht unter Open Source-Lizenz zur Verfügung. Der Sesame Triple Store wurde in zwei Konfigurationen getestet:
 - als alleinstehender Triple Store sowie
 - mit einer Erweiterung um die Geo-Information-System-Komponente aus dem Open Sahara⁸ Projekt. Diese Erweiterung ergänzt den Triple Store um einen Geo-Index, so dass direkt in SPARQL-Anfragen Geo-Informations-Anfragen integriert und effizient im Triple Store ausgeführt werden können.

Da die entwickelten Ontologien konform mit dem OWL-Standard spezifiziert vorliegen und sowohl Fuseki als auch Sesame diesen Standard unterstützen, sind beide Triple Stores ohne weiteres für ein semantisches Portalsystem auf Basis der VDV-Ontologien für Fahrgastinformation einsetzbar. Unterschiede gibt es auf Seiten des Einrichtungs- und Wartungsaufwandes der Software-Komponenten und bei der Effizienz der Anfragen. Die Anfrageeffizienz hängt allerdings stärker noch von der Hardware ab, auf der die Software läuft. Dabei ist der verfügbare Hauptspeicher entscheidend. Der Einrichtungs- und Wartungsaufwand ist bei Sesame höher als bei Fuseki. Die Erweiterbarkeit (z.B. durch die GIS-Komponente) und auch die Skalierbarkeit sind nach unseren Erfahrungen für Sesame besser zu bewerten als für Fuseki. Es ist hervorzuheben, dass durch die Verwendung von Standards wie RDF/S und SPARQL die Triple-Store Implementierungen grundsätzlich austauschbar sind.

Annotationskomponente

Die XML-Daten, die das Portalsystem und die EKAP versenden, sollen auch den semantischen Komponenten für weitere Operationen zur Verfügung stehen. Damit nicht jede Komponente eine solche Transformation durchführen muss, wird diese Funktionalität nicht semantischen Daten, konform mit den zu Grunde liegenden Ontologien in semantische Daten, d.h. RDF zu transformieren innerhalb der Annotationskomponente gekapselt. Die transformierten RDF Daten werden anschließend im Triple Store gespeichert und können von den semantisch arbeitenden Komponenten verwendet werden.

³ http://www.bioontology.org/wiki/images/6/6a/Triple_Stores.pdf

⁴ http://jena.apache.org/documentation/serving_data/

⁵ <http://jena.apache.org/index.html>

⁶ <http://www.openrdf.org/>

⁷ <http://www.aduna-software.com/>

⁸ <https://opensahara.com>

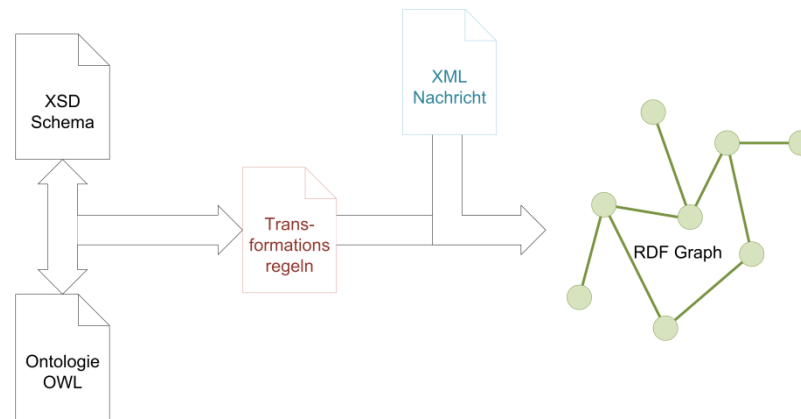


Abbildung 33: Funktion der Annotationskomponente

Die Funktion der Annotationskomponente wird in Abbildung 34 schematisch dargestellt. Die Komponente speichert Annotationsregeln als strukturierte XML-Daten, die durch eine XSD-Definition beschrieben sind. Weiterhin wird die Ontologie herangezogen, die die Struktur der semantischen Daten vorgibt, die entstehen sollen. Die Komponenten ermöglicht es einem Entwickler, Transformationsregeln zu definieren, die die Transformation von XML-Daten in RDF-Daten beschreiben. Es wird ebenso ermöglicht, bereits erstellte Regeln zu verwalten, um sie beispielsweise an Änderungen in der XSD-Definition oder der Ontologie anzupassen. Wird der Annotationskomponente nun eine XML-Datei übergeben, wird diese anhand der Regeln in RDF-Daten überführt und im Ziel-Triple Store gespeichert.

Kontextverwaltung

Die Kontextkomponente verwaltet Kontextquellen und den Fahrgastkontext. Dazu wird für jedes mobile Endgerät, das die Smart App installiert hat, ein Fahrgastkontext angelegt. Als Kontextquellen stehen zur Verfügung:

- Benutzereingaben, d.h. Angaben von Präferenzen
- Sensoren des mobilen Endgerätes, wie GPS und Beschleunigungssensoren
- die EKAP sowie
- externe Dienste wie zum Beispiel im Prototyp ein Wetter Web-Service.

Die Kontextverwaltung sorgt für regelmäßige Updates der Kontextdaten. Das mobile Endgerät wird dazu mit dem Push-Dienst angefragt, externe Dienste oder die EKAP werden über die Abfragesteuerung angesprochen. Um die Kontextquellen nicht unnötig zu belasten, vor allem das mobile Endgerät, wird ein selbstjustierendes Intervall zur Abfrage der Kontextdaten verwendet. Je mehr Interaktion mit dem System getätigt wird, umso öfter wird der Kontext abgefragt. Verringert sich die Nutzung des Systems, müssen auch keine hochaktuellen Kontextdaten im System mehr verfügbar sein und das Abfrageintervall kann vergrößert werden. Die Kontextkomponente ergänzt oder aktualisiert den Fahrgastkontext, wenn sie neue Kontextdaten erhält. Der Fahrgastkontext wird dabei im Triple Store gespeichert. Anderen Komponenten, so zum Beispiel der POI- und Tourenplanung, stellt die Kontextverwaltung Fahrgastkontext per API zur Verfügung.

PointOfInterest und Tourenplanung Diese Komponente stellt zwei Dienste zur Verfügung. Zunächst können auf Basis eines Zeitraums und eines Standortes für einen Fahrgast interessante Points of Interest berechnet werden, die innerhalb des gegebenen Zeitraums, ausgehend vom aktuellen Standort, mit den öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sind. Der Fahrgastkontext wird dabei zur Filterung der POIs herangezogen.

Anhand des Fahrgastkontextes, der an der Kontextverwaltung abgefragt werden kann, werden mit Kontextregeln Points of Interest aus dem Triple Store abgefragt. Weiterhin wurde ein Dienst umgesetzt, der für eine gegebene Zeitspanne komplette Touren zu verschiedenen POIs berechnet. Dabei werden zunächst die POIs gefiltert und extrahiert, woraufhin diese, nach Anwendung verschiedener Ratingfunktionen, in eine Reihenfolge gebracht werden. Dabei wird der aktuelle Kontext des Fahrgastes, darunter seine Vorlieben, die Tageszeit, das aktuelle Wetter usw. miteinbezogen. Die Verknüpfung der POIs zu einer Tour erfolgt unter Nutzung der EKAP für die Verbindungskünfte zwischen den POIs.

Weitere Komponenten des prototypischen semantischen Portalsystems

Für die Umsetzung des Prototyps wurden einige Hilfskomponenten erstellt. Eine Feinarchitektur der prototypischen Umsetzung wird in Abbildung 35 gezeigt, wobei die nicht-semantischen Dienste erneut grau, die semantischen Dienste grün dargestellt werden. Im Prototyp des semantischen Portalsystems für den Machbarkeitsnachweis und den Feldtest wurde der Sesame-Triple Store als Datenspeicher für die semantischen Daten eingesetzt. Dazu gehört die Abbildung von Daten aus der TRIAS-Schnittstelle in semantische Daten auf Basis des Klassifikationsmodells, Kontextdaten nach dem Kontextmodell und zusätzliche Daten nach dem Interaktionsmodell und darin integrierten (Teil-)Ontologien. Als zusätzliche Datenquelle wurde ein Teil der Daten aus dem LinkedGeoData Projekt genutzt. Hierfür wurden die Daten für den Raum Stuttgart extrahiert und in den Sesame Triple Store mit GIS-Erweiterung überspielt. Die Daten können unter anderem über das Protokoll SPARQL abgefragt werden. Eine Hilfskomponente zur SPARQL-Anfrage-Abstraktion dient als Abstraktionsschicht zwischen den Triple Stores und allen weiteren Komponenten die per SPARQL die semantischen Daten anfragen. Die Komponente ermöglicht es, typischere SPARQL-Anfragen im Programmcode zu erstellen und an einen gegebenen SPARQL-Endpunkt d.h. Triple Store zu senden.

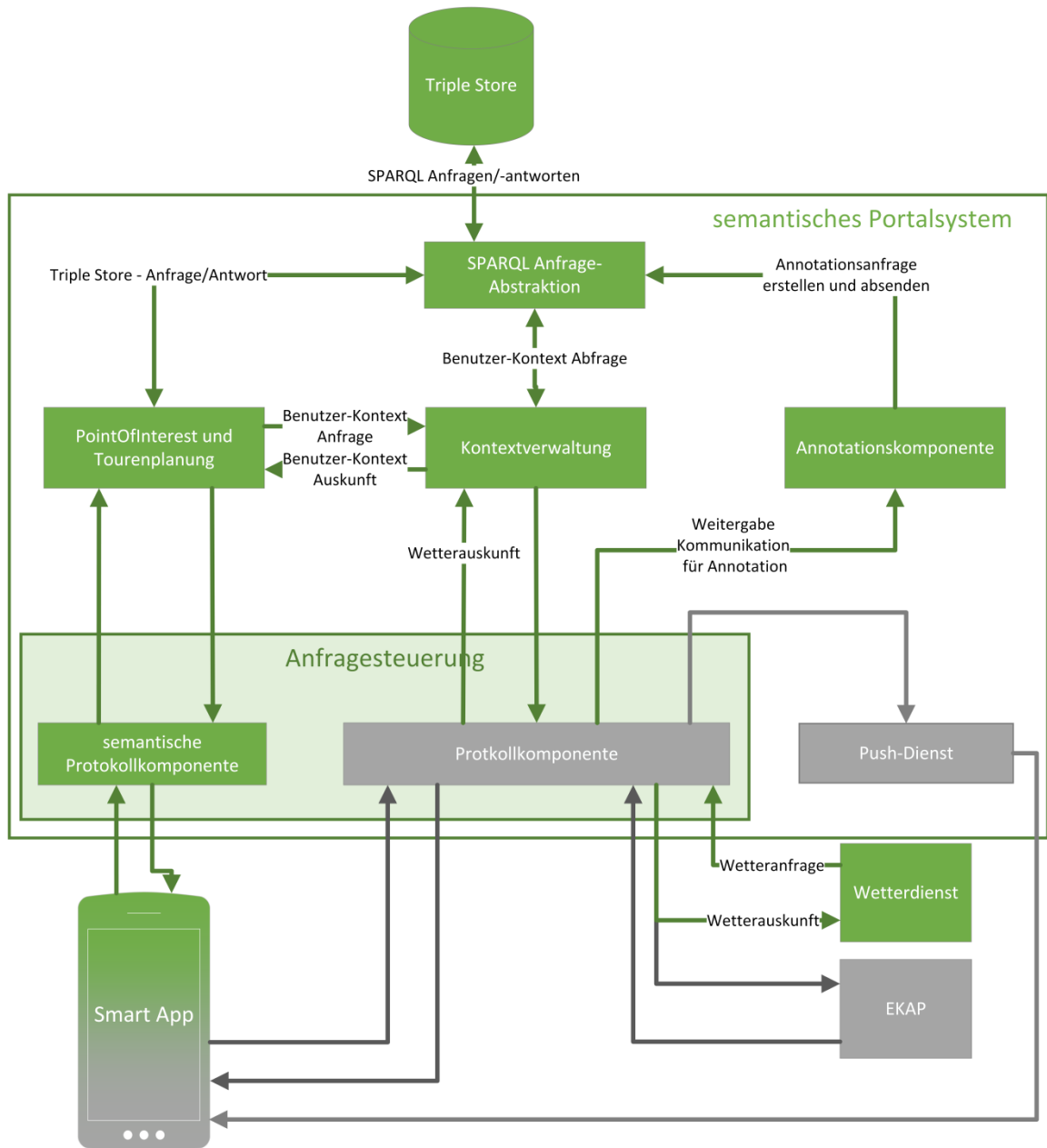


Abbildung 34: Feinarchitektur für ein semantisches Portalsystem

Um die Übertragung der Daten von den intelligenten Kommunikationsdiensten zum mobilen Endgerät zu ermöglichen, wurde die Anfragesteuerung um eine semantische Protokollkomponente erweitert, die ein Protokoll umsetzt, das die Kommunikation zwischen den Komponenten des semantischen Portalsystems und der Basisapplikation ermöglicht.

3.1.5. Konformitätswerkzeug und Testfälle

Ziel der Arbeiten in diesem Arbeitsbereich war die Ausarbeitung von Testfällen und die Entwicklung von Prüfwerkzeugen, mit deren Hilfe Softwarekomponenten auf Konformität mit den IP-KOM-ÖV-Standards, insbesondere der im Projekt definierten Kommunikationsdiensten getestet werden können. Hauptaufgabe des entwickelten Konformitätswerkzeuges ist das Testen einzelner Funktionsaufrufe eines Kommunikationsdienstes. Es können dabei einzelne Dienste simuliert werden oder simulierte Anfragen an echte Dienste erfolgen. Auch das Ausführen von Testsequenzen (Nachrichtenabfolgen) bietet das Werkzeug. Aus den Dienstedinitionen und erarbeiteten Personas, Szenarien und

Anwendungsfällen wurden Testfälle erarbeitet, die dem Konformitätswerkzeug als Basis dienten. Mentz Datenverarbeitung GmbH sowie die TU Darmstadt arbeiteten federführend an der Gestaltung des Konformitätswerkzeuges und deren Testfälle. Die TU Dresden beteiligte sich durch die Erarbeitung von Testfällen, namentlich *Haltewunsch* und *Modellverwaltung* sowie durch Reviews weiterer Testfälle anderer Partner. Darüber hinaus brachte sich die TU Dresden auch durch die Implementierung von Testmodulen in die Entwicklung des Konformitätswerkzeuges ein.

3.1.6. Feldtest

Der Feldtest gliedert sich in zwei Teile: Evaluation und Demonstration. Gegenstand der Evaluation war die grundsätzliche Gebrauchstauglichkeit der Kommunikationsschnittstellen in Bezug auf deren Unterstützung des Fahrgastes bei der Zieldefinition als auch während der Zeit bis zum Zielort. Die darauf folgenden Demonstrationsveranstaltungen dienten der Präsentation von Projektergebnissen vor Fachpublikum aus der Branche. Für den Feldtest wurden die entwickelten Schnittstellen TRIAS und IBIS-IP beispielhaft implementiert. Hierzu wurden zwei Echtzeit-Kommunikations- und Auskunftsplattformen (EKAP), Portalsysteme und mobile Applikationen, in der für den Feldtest notwendigen Ausbaustufe, umgesetzt. Zudem wurden eine Stadtbahn und ein Bus der SSB AG in Stuttgart mit den entsprechenden Komponenten und drahtlosen Schnittstellen für die Fahrgastinformation ausgestattet. Somit konnten verschiedene typische Testszenarien evaluiert und demonstriert werden.

Die TU Dresden war dabei federführend für eine entsprechende Aufbereitung und Demonstration im Bereich der mobilen Endgeräte zuständig. Die im Projekt entwickelten kontextadaptiven Konzepte und Prototypen für mobile Endgeräte (Basisapplikation auf Basis von Android), welche bereits in Abschnitt 3.1.3 beschrieben wurden, wurden spezifisch für die geplanten Testszenarien des Feldtests weiterentwickelt und mit dem Portalsystem abgestimmt und erprobt. Für eine effiziente Kommunikation zwischen EKAPs und Basisapplikation wurde zudem durch die TU Dresden eine für den Feldtest optimierte Variante des Portalsystems bereitgestellt. Für die Kommunikation über die Fahrzeugschnittstelle wurden in Vorbereitung auf den Feldtest verschiedene Anpassungen virtuell und vor Ort vorgenommen und auf die Anforderungen im Testlabor und in den Testfahrzeugen vorbereitet. Die TU Dresden stellte für die Evaluations- und Demonstrationsveranstaltungen verschiedene Android-Testgeräte bereit und richtete sie zuvor entsprechend ein.

Im Rahmen der Usability-Evaluation in Stuttgart wurden vornehmlich nicht-semantische Funktionen getestet. Eine Evaluation der semantischen Funktionen wurde anschließend zusammen mit einer Evaluation der von der Universität Stuttgart entwickelten Visualisierungsprototypen von der TU Dresden gemeinsam mit der Universität Stuttgart und dem Unterauftragnehmer der Universität Stuttgart, der TTI GmbH durchgeführt. Hierbei wurden die entwickelten semantischen Modelle (siehe Abschnitt 3.1.4) auf ihre Anwendbarkeit erfolgreich getestet. Dazu mussten die Modelle angepasst und erweitert werden und eine nutzbare Datenbasis für den Bereich des Feldtests wurde aufgesetzt und erweitert. Die Ergebnisse dieser Tests wurden direkt in weitere Entwicklungen integriert.

3.1.7. Normierungsvorschlag

Im Rahmen des Arbeitspaketes 2.600 wurden verschiedene Normierungsvorschläge erstellt, in denen Projektergebnisse zur Normierung durch den VDV aufgearbeitet wurden. Die TU Dresden beteiligte sich an der Bearbeitung des Normierungsvorschlags

„Mobile Kundeninformation im ÖV – Systemarchitektur“ durch Textbeiträge und Reviews. Dieses Dokument wurde als VDV Schrift 430 durch den VDV als Norm veröffentlicht und beinhaltet die im Arbeitskomplex 2 erarbeitete Systemarchitektur für mobile Kundeninformation auf Basis der TRIAS (Travellers Realtime Information and Advisory Standard) Schnittstelle. Diese wurde in den VDV Schriften 410, 431-1 und 431-2 beschrieben und durch den VDV veröffentlicht. An den Schriften 431-1 und 431-2 beteiligte sich die TU Dresden ebenso durch Reviews. Die TU Dresden erarbeitete weiterhin den Normierungsvorschlag 430-2, „Mobile Kundeninformation im ÖV - Ontologien“, in dem die entwickelten semantischen Modelle beschrieben und definiert werden. Nach Einreichung des Normierungsvorschlags durch die TU Dresden und Reviews durch den VDV überarbeitete die TU Dresden das Dokument. Der VDV lehnte daraufhin die Veröffentlichung als VDV Schrift ab und beschloss die Veröffentlichung als VDV Mitteilung, welche im Juni 2014 erfolgte. Im Folgenden die Begründung der Ablehnung des VDV zur Veröffentlichung als Norm:

[...] Die von Ihnen dargestellten Ontologien für den ÖPNV wurden von den Verkehrsunternehmen im VDV-Ausschuss K3 diskutiert. Der K3 ist dabei zu dem Schluss gekommen, dass die vorgestellten Themen wichtig für die Verkehrsunternehmen sind, um die Inhalte des ÖVs auf weiter Ebene effizient bereitstellen zu können. Der K3 ist aber auch zu dem Schluss gekommen, dass die Entwicklungen in diesem Bereich derzeit sehr dynamisch sind und somit eine Normung mittels einer VDV-Schrift derzeit noch nicht sinnvoll ist. Da die erzielten Ergebnisse aber für die Verkehrsunternehmen von hohem Interesse sind und diese auch bei ihren Bemühungen die Fahrgastinformation effizient bereitstellen zu können unterstützt, wurde beschlossen die Ergebnisse in einer VDV-Mitteilung zu veröffentlichen und somit den Verkehrsunternehmen bereitzustellen. Die Veröffentlichung wird in den nächsten Monaten dann erfolgen und die VDV-Mitteilung wird dann auf der VDV-Internetseite bereitgestellt.“

Dipl.-Ing. Berthold Radermacher

Fachbereichsleiter Telematik, Informations- und Kommunikationstechnik

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (VDV)

Kamekestraße 37 – 39 · 50672 Köln

T 0221 57979-141 · F 0221 57979-8141

M 0163 57979 41

radermacher@vdv.de · www.vdv.de

3.2. Nachweise

3.2.1. Zahlenmäßiger Nachweis

In der Gesamtvorhabensbeschreibung war zunächst die Universität Stuttgart als Projektpartner von IP-KOM-ÖV angegeben. Durch die Berufung von Dr.-Ing. Thomas Schlegel zum Juniorprofessor für Software Engineering ubiquitärer Systeme an die TU Dresden erfolgte ein zusätzlicher Zuwendungsbescheid für die TU Dresden und damit auch eine finanziellen Umwidmung. Die nachfolgenden, wichtigsten Positionen beziehen sich ausschließlich auf die TU Dresden.

Insgesamt gingen für die Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete von IP-KOM-ÖV knapp 530.000 Euro an die Juniorprofessur SEUS der TU Dresden. Das beantragte Budget von rund 565.100 Euro wurde somit zu 94 Prozent ausgeschöpft. Die vier größten Positionen wissenschaftliche Mitarbeiter, studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte, Hardware sowie Aufträge an Dritte werden im Folgenden eingehender beschrieben.

Wissenschaftliche Mitarbeiter und Reisekosten

Im Gesamtzeitraum arbeiten 11 wissenschaftliche Mitarbeiter/innen am Projekt IP-KOM-ÖV, in unterschiedlichen Zeiträumen. Dabei arbeiteten 3 Mitarbeiter/innen längerfristig am Projekt, während 8 Mitarbeiter/innen in jeweils kürzeren Zeiträumen hinzugezogen wurden, um zu verschiedenen Zeitpunkten im Projekt bestimmte Arbeiten voranzutreiben. Dies half insbesondere, um den 2 Monate verzögerten Start des Projektes aufzuholen.

Die Arbeitsbereiche der wissenschaftlichen Mitarbeiter umfassten Aufgaben in der Projektorganisation, sowie der inhaltlichen Arbeit. Zur Projektorganisation gehört eine Vielzahl von einzelnen Positionen u.a. die Projektkoordination und Leitung des AK 2, die Mitarbeit in AK 5 sowie die Koordination über die Arbeitskreise hinweg. Zudem fällt in diesen Bereich die Koordination der studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräfte.

Im Bereich der inhaltlichen Arbeit wurden durch die wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen Mitarbeit in AP 2.500 und 4.100 sowie Arbeiten an der Schnittstelle zu AK 1 und AK 3 geleistet. Hierzu zählt auch die inhaltliche Arbeit und Mitarbeit während der allgemeinen Analysephase, die Architekturdefinition, die Umsetzung und Evaluation der Interaktionskonzepte sowie des Einsatzes von mobilen Endgeräten. Weiterhin arbeiteten die wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen umfassend an der Architekturdefinition, Konzeption, Umsetzung und Tests des Portalsystems sowie an der Anbindung von Mehrwertdiensten im Portalsystem. Zudem oblag den wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen die Erarbeitung der semantischen Modelle d.h. die Analyse für die Ontologien sowie deren iterative Umsetzung. Zusätzlich wurde durch die wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen die Konzeption und Umsetzung des semantischen Portalsystems und die Durchführung der Tests für das semantische Portalsystem geleistet. Darauf aufbauend fand die wissenschaftliche Arbeit im Bereich der Interaktionskonzepte und mobilen Endgeräte, der Adaptionkonzepte und Ontologien sowie der intelligenten Fahrgastinformationsdienste statt. Hierzu arbeiteten die wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen an der umfassenden Recherche zu existierenden Arbeiten und Projekte, an wissenschaftlich neuartigen Konzepten und deren Evaluation sowie an der Veröffentlichung der Ergebnisse auf passenden Konferenzen.

Die Position wissenschaftliche Mitarbeiter stellt mit 400.500 Euro den größten Kostenanteil des Projekts dar. Für das wissenschaftliche Personal der TU Dresden wurden im Jahr 2011 knapp 84.000 Euro der IP-KOM-ÖV-Projektgeldern ausgegeben, in 2012 lag der Betrag bei knapp 181.000 Euro, 2013 bei rund 110.000 Euro und im Jahr 2014 bei 26.000 Euro.

Die Reisekosten beliefen sich im gesamten Projektzeitraum auf knapp 21.200 Euro: auf das Jahr 2011 entfielen knapp 4.600 Euro, 2012 waren es etwas über 9.000 Euro, 2013 5.400 Euro und 2014 rund 2.100 Euro. Die Reisekosten wurden für die Abstimmung und Zusammenarbeit innerhalb der Arbeitskreise, der Vorbereitung und Durchführung des Feldtests in Stuttgart, der Ergebnispräsentation von IP-KOM-ÖV auf verschiedenen Veranstaltungen und der Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse auf Konferenzen, Tagungen, Messen und Seminaren eingesetzt.

Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte

Insgesamt beschäftigte die TU Dresden über den gesamten Projektzeitraum 15 studentische und 2 wissenschaftliche Hilfskräfte, die die wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen in verschiedenen Themenbereichen unterstützten. Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Konzeption, Umsetzung und Evaluation von einzelnen Interaktionskonzepten. Weiterhin oblagen den Hilfskräften die Umsetzung von Teil-Softwarekomponenten in allen Bereichen sowie das Testen dieser Softwarekomponenten. Die begleitende Recherche und die Aufarbeitung von Projektergebnissen bildeten einen weiteren Arbeitsschwerpunkt.

Im Gesamtprojektverlauf fielen für die Beschäftigung von studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften 66.900 Euro an: 8.200 Euro im Jahr 2011, 36.200 Euro 2012 und 22.500 Euro im Jahr 2013.

Hardware

Die TU Dresden benötigte verschiedene mobile Endgeräte für die Umsetzung und Tests der erarbeiteten Konzepte und prototypischen Anwendungen in frühen Projektphasen. Hierbei wurden verschiedene Gerätetypen angeschafft, um Konzepte über Plattformen und Geräteausstattungen hinweg analysieren und evaluieren zu können. Fünf weitere mobile Endgeräte auf dem aktuellsten Stand der Technik wurden für den Feldtest ab September 2013 gekauft. Dabei handelte es sich um dasselbe Modell, um die Evaluation und Demonstration möglichst nicht durch Geräteunterschiede zu beeinflussen. Zudem wurden Laptops als mobile Testgeräte angeschafft.

Verschiedene andere Geräte u.a. Beamer, große Bildschirme wurden benötigt, um die Realität des Fahrgastes an Haltestellen für Evaluationen sowie die Umsetzung und den Test der Interaktion zwischen mobilen persönlichen Endgeräten und Public Displays zu simulieren.

Für die qualitativ hochwertige Arbeit und Durchführung der Arbeitspakete wurde seitens der TU Dresden insgesamt etwa 27.900 Euro für Geräte ausgegeben. Im Jahr 2011 waren es knapp 12.600 Euro, 2012 lagen die Ausgaben bei 12.800 Euro und 2013 bei 2.500 Euro.

Aufträge an Dritte

Für die verschiedenen Arbeitspakete arbeitete die TU Dresden eng mit der Weisskopf Engineering AG als Unterauftragsnehmer zusammen. Das Projektbüro, welches organisatorische Aufgaben, Reviews und Koordination der Projektdokumentation sowie die Gesamtqualitätssicherung übernahm, wurde von der Weisskopf Engineering AG getragen. Im gesamten Projektzeitlauf von IP-KOM-ÖV erhielt die Weisskopf Engineering AG von der TU Dresden dafür rund 27.400 Euro. Im Jahr 2011 waren es etwa 6.900 Euro, im darauffolgenden Jahr 11.400 Euro, im Jahr 2013 rund 6.800 Euro und 2014 knapp 2.300 Euro.

3.2.2. Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des Verwertungsplans

Das Forschungs- und Standardisierungsprojekt IP-KOM-ÖV evaluierte bestehende Standards und Normen im öffentlichen Verkehr. Als Ergebnis des Projekts wurden neue Standards geschaffen, die die bestehenden ergänzen, teils vereinheitlichen und zukunftsfähig gestalten. Zudem wurden Standards in neuen Anwendungsbereichen erarbeitet. Die Miteinbeziehung externer Experten und die kontinuierliche Information der VDV-Gremien und Standardisierungsorganisationen stellte eine große Akzeptanz für die Nutzung der Ergebnisse sicher. Die Forschungsergebnisse des Projekts stärken aus Sicht der TU Dresden die ÖV-Branche nachhaltig und stellen die Anschlussfähigkeit an neue Technologien, insbesondere im Semantic Web-Bereich und im Bereich der mobilen Endgeräte und neuartigen Interaktionskonzepte sicher.

Die Nutzungs- und Interaktionsmöglichkeiten von mobilen Endgeräten für den öffentlichen Verkehr sind vielfältig. So können spezifische, auf die Nutzung mit mobilen Endgeräten zugeschnittene Fahrgastinformationssysteme sowie innovative Interaktions- und Adaptivitätskonzepte neue Märkte und Zielgruppen erschließen. Aus universitärer Sicht entsteht auf Basis der Projektergebnisse ein langfristiges Potential für Beratungen und Technologietransfer in die Praxis. Auch die Gründung von Spin-Off Unternehmen aus der universitären Forschung in diesem wichtigen technologischen Anwendungsgebiet stellt eine Möglichkeit dar. Für die TU Dresden ergibt sich durch ihre Arbeiten und die Ergebnisse aus IP-KOM-ÖV ein strategischer Wissensvorsprung im Bereich der mobilen Fahrgastinformation, innovativer Adaptions- und Interaktionskonzepte sowie der Nutzung semantischer Technologien im ÖV. In diesen Bereichen gab es bereits Anfragen von Interessenten aus der Branche sowie von Forschungsprojekten, die auf die Ergebnisse des Projektes zurückgreifen möchten.

Die Ergebnisse des Projekts fließen schon heute in weitere Forschungsvorhaben der TU Dresden ein. So bauen die Tür zu Tür-Projekte Dynapsys und DYNAMO auf die Ergebnisse von IP-KOM-ÖV auf, so dass eine direkter Anschluss und eine Weiterentwicklung sichergestellt sind.

Die Resultate des Projekts wurde zudem auf verschiedener Informationsveranstaltungen für Fachkräfte im Bereich des öffentlichen Verkehrs sowie auf Konferenzen, Tagungen, Messen und Seminaren vorgestellt. Besonders hervorzuheben sind die Fachtagung „Mobilität & Kommunikation“ im Januar 2014, die internationale Fachmesse IT-Trans in Karlsruhe im Februar 2014 sowie das BEKA-Seminar im Oktober 2012.

3.2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit

Im Arbeitskomplex 2 „Kommunikationsdienste für Kundengeräte“ wurden Dienste für die Kommunikation zum Fahrgast entwickelt und entsprechende Schnittstellen standardisiert. Zur Startzeit von IP-KOM-ÖV existierte keine standardisierte Möglichkeit, aus Fahrgastinformationssystemen heraus mobile Endgeräte anzusprechen. Durch das Projekt wurden die verschiedenen vorhandenen proprietären Lösungen zusammengeführt und eine breite Basis für Fahrgastinformationssysteme geschaffen. Mit den entwickelten VDV Standards wird die Entwicklung innovativer und für den Fahrgast besser nutzbarer Informationssysteme und die verbundübergreifende und mobile, persönliche und adaptive Fahrgastinformation ermöglicht.

Die durch IP-KOM-ÖV entwickelten semantischen Modelle legen die Grundlage für intelligente Fahrgastinformationssysteme der Zukunft. Die Orientierung Richtung Semantic Web Technologien, hin zum Web of Data (Stichwort Linked Open Data) findet in vielen

verschiedenen Branchen bereits statt. Mit Ontologien für Fahrgastinformationssysteme, wie sie in IP-KOM-ÖV entwickelt wurden und die auf den in IP-KOM-ÖV standardisierten Schnittstellen basieren, ist auch der öffentliche Verkehr zukunftsfähig und kann die neuen semantischen Technologien erschließen.

3.2.4. Ergebnisse anderer, für IP-KOM-ÖV relevanter FE-Projekte

Um die Ergebnisse von IP-KOM-ÖV besser einordnen zu können, bedarf es jeder Zeit einer Reflektion, welchen Fortschritt es bei anderen Stellen gab, die sich ebenfalls mit dem Gebiet des Vorhabens befassen. Dabei standen sowohl nationalen als auch europäischen Forschungsprojekte im Fokus. Im Anfangsstadium des Projekts bildeten die Ergebnisse des Projekts *Transmodel* eine wichtige Grundlage für den einheitlichen, projektpartnerübergreifenden Sprachgebrauch. *Transmodel* wurde im Rahmen verschiedener europäischer Projekte als Referenzdatenmodell für den öffentlichen Personen- und Gütertransport entwickelt. Das *Transmodel*-Glossar ermöglichte es IP-KOM-ÖV - insbesondere bei den Anwendungsfällen - eine gleichmäßige Wortwahl mit europäischem Bezug zu gewährleisten.

Neben *Transmodel* waren weitere Datenmodelle aus europäischen Forschungsprojekten für die Arbeiten der TU Dresden in IP-KOM-ÖV von besonderem Interesse und wurden in die Forschung einbezogen. Hier sind insbesondere *Siri*, *IFOPT* und *NeTEx* zu nennen. Die Datenmodelle aus diesen Projekten wurden als Basis für die Analyse und grundlegende Modellierung der Ontologien herangezogen.

Zudem erfolgte ein regelmäßiger und intensiver Abgleich mit den Tür-zu-Tür-Projekten DYNAMO und Dynapsys, die ebenfalls an der Juniorprofessur Software Engineering ubiquitärer Systeme angesiedelt sind.

3.2.5. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Veröffentlichungen im Rahmen des Projektes dienen dazu, Kernaspekte von Projektergebnissen zu beschreiben, wichtige Erkenntnisse zusammenzufassen und somit die Ergebnisse einer größeren Community aus dem Anwendungs- oder Forschungsfeld zur Verfügung zu stellen. Bei den Inhalten handelte es sich dabei sowohl um theoretische Konzepte bis hin zu konkreten Umsetzungen.

Im Rahmen des Standardisierungs- und Forschungsprojektes IP-KOM-ÖV entstanden die nachfolgenden Publikationen, die sowohl solche theoretischen Konzepte, beispielsweise für die Unterstützung von Entwicklungsprozessen oder das Testen von ersten Umsetzungen, als auch konkrete Anwendungen in Form von Interaktionskonzepten und Visualisierungen, aber auch Modelle und Schnittstellen umfassen. Sie alle haben jedoch gemein, dass die Erkenntnisse auf die Anwendungsdomäne des Öffentlichen Verkehrs übertragen werden können bzw. größtenteils bereits darauf übertragen wurden. Im Folgenden werden die Veröffentlichungen aufgelistet und kurz deren Inhalte erläutert.

3.2.5.1 Veröffentlichungen im Jahr 2011

“IP-KOM-ÖV – Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste im Öffentlichen Verkehr“

In “Der Nahverkehr”, 04/2011

Beschreibung des Projektes und geplanter Ergebnisse für das Fachpublikum.

“Model-based Ubiquitous Interaction Concepts and Contexts in Public Systems.”
Human-Computer Interaction, Springer, 2011, vol. 6761, p. 288-298,

14th International Conference on Human-Computer Interaction, 2011

Thomas Schlegel, Christine Keller

Veröffentlichung der ersten Ergebnisse zur Analyse und Anwendung von Kontextmodellen für Interaktion in öffentlichen Systemen.

“A Context Taxonomy Supporting Public System Design.”

In Proceedings of the 1st International Workshop on Model-based Interactive Ubiquitous Systems, EICS'11, 2011.

Romina Kühn, Christine Keller, Thomas Schlegel

Beschreibung der Kontexttaxonomie für den öffentlichen Verkehr, allgemein für öffentliche Systeme, die die Basis für die Kontextontologie bildete.

„Interaktionspräferenzen für Personas im öffentlichen Personenverkehr.“

Mensch & Computer 2011, Oldenbourg-Verlag, 2011, p. 367-370

11. fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien. überMEDIEN - ÜBERmorgen

Stephan Hörold, Romina Kühn, Cindy Mayas, Thomas Schlegel

Studie zu den Interaktionspräferenzen der erarbeiteten Personas aus der Analysephase.

„Nutzerorientierte Visualisierung von Fahrplaninformationen auf mobilen Geräten im öffentlichen Verkehr.“

Mensch & Computer 2011, Oldenbourg-Verlag, 2011, p. 59-68

11. fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien. überMEDIEN - ÜBERmorgen

Christine Keller, Mandy Korzetz, Romina Kühn, Thomas Schlegel

Veröffentlichung von Visualisierungs- und Interaktionskonzepten für Fahrplaninformation, speziell auf mobilen Geräten.

„Vorgehensmodell zum Einsatz von Storyboarding als Basistechnik für die kontext- und modellbasierte Ableitung von Interaction-Cases für ubiquitäre Systeme.“

Informatik 2011: Informatik schafft Communities, Köllen Druck+Verlag GmbH, 2011, Vol. P-192, p. 297.

Christine Keller, Romina Kühn, Thomas Schlegel

Beschreibung von Analysetechniken und deren Anwendung, speziell für ubiquitäre und öffentliche kontextadaptive Systeme.

“On Modeling a Social Networking Service Description.”

GeNeMe '11 Gemeinschaften in Neuen Medien: Virtual Enterprises, Communities & Social Networks, TUDpress, 2011.

Katja Tietze, Thomas Schlegel

Erweiterung der semantischen Modellierung auf soziale Netzwerke und soziale Medien auf der Basis der erarbeiteten semantischen Modelle.

„Von modellbasierten Storyboards zu kontextsensitiven Interaction-Cases.“

i-com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, Jhg. 10 Heft 3, 2011, p. 12-18.

Romina Kühn, Christine Keller, Thomas Schlegel

Verfeinerung der Analysetechniken zu kontextsensitiven und interaktiven ubiquitären Systemen und deren Nutzen in der Anwendung für öffentliche Systeme.

3.2.5.2 Veröffentlichungen im Jahr 2012

„Internet Protokollbasierte Kommunikation im ÖV (IP-KOM-ÖV) - Szenarien & Personen sowie deren Anforderungen an die Kundeninformation“

VDV-Mitteilung, 7023

Informationen zu den entstandenen Szenarien und Persona für das Fachpublikum.

„Kommunikation im ÖV (IP-KOM-ÖV) - Anwendungsfälle im Umfeld der Echtzeit-Kundeninformationen“

VDV-Mitteilung, 7025

Beschreibung der Anwendungsfälle, spezifisch mit Bezug zu Arbeitskomplex 3 für das Fachpublikum.

„Mobile Reisebegleitung mit NFC-Unterstützung.“

GeNeMe '12 Gemeinschaften in Neuen Medien: Virtual Enterprises, Communities & Social Networks, TUDpress, 2012.

Jörn Pfanstiel, Christine Keller, Alexandra Funke, Tristan Heinig, Thomas Schlegel

Kurzstudie zum Einsatz der Near Field Communication Technik zur Interaktion im Bereich der mobilen Reisebegleitung im ÖV.

3.2.5.3 Veröffentlichungen im Jahr 2013

“A Prototyping and Evaluation Framework for Interactive Ubiquitous Systems”

Distributed, Ambient and Pervasive Interactions, Springer, 2013, p. 215-224

15th International Conference on Human-Computer Interaction, 2013

Christine Keller, Romina Kühn, Anton Engelbrecht, Mandy Korzetz, Thomas Schlegel

Framework zum schnellen Prototyping von interaktiven ubiquitären Systemen, unter anderem eingesetzt zum Prototyping von Interaktionskonzepten mit innovativen Interaktionstechnologien an Haltestellen.

“An Interaction Concept for Public Displays and Mobile Devices in Public Transport”

Human-Computer Interaction. Interaction Modalities and Techniques, Springer, 2013, p. 698-705

15th International Conference on Human-Computer Interaction, 2013

Romina Kühn, Diana Lemme, Thomas Schlegel

Interaktionskonzepte für die Interaktion zwischen Public Displays und mobile Geräten im öffentlichen Verkehr.

3.2.5.4 Veröffentlichungen im Jahr 2014

„Mobile Kundeninformation im ÖV – Systemarchitektur“

VDV-Schrift, 430

Normierung der Projektergebnisse: Systemarchitektur für mobile Fahrgastinformation aus dem Arbeitskomplex 2.

„Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP – Teil 1: Systemarchitektur“

VDV-Schrift, 431-1

Normierung der Projektergebnisse: Systemarchitektur für EKAP aus dem Arbeitskomplex 3.

„Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP – Teil 2: EKAP - Schnittstellenbeschreibung“

VDV-Schrift, 431-2

Normierung der Projektergebnisse: Schnittstellenbeschreibung TRIAS (Travellers Real-time Information and Advisory Standard).

„Kundeninformation für Smarte Informationsdienste“

VDV-Mitteilung, 4016

Veröffentlichung der semantischen Modelle und deren Einsatzmöglichkeiten für intelligente Fahrgastinformationssysteme.

„An Adaptive Semantic Mobile Application for Individual Touristic Exploration“

Human-Computer Interaction. Applications and Services, Lecture Notes in Computer Science, Volume 8512, pp 434-443. 16th International Conference on Human-Computer Interaction, 2014.

Christine Keller, Rico Pöhland, Sören Brunk, Thomas Schlegel

Veröffentlichung der semantischen Adaptionskonzepte für die mobile Fahrgastinformation im Einsatzbereich des Tourismus auf Basis der entwickelten prototypischen mobilen Basisapplikation.

„Introducing the Public Transport Domain to the Web of Data“

Accepted at WISE 2014, 15th International Conference on Web Information System Engineering, Springer, Heidelberg.

Christine Keller, Sören Brunk, Thomas Schlegel

Veröffentlichung zum Entwicklungsprozess der semantischen Modelle und deren Basisstruktur sowie dem Einsatz zum Anschluss des öffentlichen Verkehrs an das Semantic Web.

3.2.5.5 Geplante Veröffentlichung 2014

„Context-Adaptive Visualizations in Public Transport Information Systems“

Geplant für „The 13th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia“

Romina Kühn, Diana Lemme, Alexandra Funke, Thomas Schlegel

Veröffentlichung zu einer Studie zu unterschiedlichen kontextadaptiven Visualisierungen auf Public Displays und deren Rezeption durch Nutzer.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Partnerbericht Technische Universität Dresden IP-KOM-ÖV „Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste im Öffentlichen Verkehr“	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Keller, Christine Korzetz, Mandy Kühn, Romina Pöhland, Rico Schlegel, Thomas Mayer-Houdelet, Andrea	5. Abschlussdatum des Vorhabens Februar 2014
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Annax Anzeigesysteme GmbH DB Mobility Logistics AG EVAG Essener-Verkehrs-AG HaCon Ingenieurgesellschaft mbH INIT AG IVU Traffic Technologies AG mdv - Mentz Datenverarbeitung GmbH Scheidt & Bachmann GmbH (S&B) SSB – Stuttgarter Straßenbahnen AG Technische Universität Darmstadt Technische Universität Ilmenau Technische Universität Dresden Universität Stuttgart üstra AG, Hannover VDV – Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Koordinator)	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 19P100030
	11. Seitenzahl 55 Seiten
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 53107 Bonn	13. Literaturangaben 30 Literaturangaben
	14. Tabellen 1 Tabelle
	15. Abbildungen 35 Abbildungen
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) TÜV Rheinland Consulting GmbH Köln 15.08.2014	

18. Kurzfassung

Das Forschungs- und Standardisierungsprojekt IP-KOM-ÖV erarbeitete neue und vereinheitlichte Standards für Fahrgastinformationssysteme im Bereich der Fahrzeuge („Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP“, VDV Schriften 301-1 und 301-2), der Auskunftssysteme („Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP“, VDV Schriften 431-1 und 431-2) sowie der mobilen Endgeräte („Mobile Kundeninformation im ÖV“, VDV Schrift 430). Auf Basis einer breiten Anforderungsanalyse wurden Kundeninformationssysteme und dazu gehörende Architekturkomponenten definiert, Interaktions-, Visualisierungs- und Adaptionskonzepte entwickelt. In einem Feldtest im öffentlichen Personennahverkehr von Stuttgart wurden diese Dienste und Konzepte abschließend evaluiert.

Die TU Dresden leitete den Arbeitskomplex 2, der spezifisch Kundeninformationssysteme für mobile Geräte betrachtete und erarbeitete verschiedene Konzepte zur Information von Fahrgästen auf deren mobilen Endgeräten. Zudem erarbeitete die TU Dresden semantische Modelle als Grundlage von intelligenten Fahrgastinformationssystemen unter Nutzung von Semantic Web-Technologien. Die TU Dresden entwickelte verschiedene prototypische Systeme zum Testen und Evaluieren der Modelle und Konzepte.

19. Schlagwörter

Öffentlicher Verkehr, Fahrgastinformationssysteme, Ontologien, Auskunftssysteme, Auskunftsplattform, mobile Anwendungen

20. Verlag

21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title Partnerbericht Technische Universität Dresden IP-KOM-ÖV „Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste im Öffentlichen Verkehr“	
4. author(s) (family name, first name(s)) Keller, Christine Korzetz, Mandy Kühn, Romina Pöhland, Rico Schlegel, Thomas Mayer-Houdelet, Andrea	5. end of project February 2014
	6. publication date
	7. form of publication
8. performing organization(s) (name, address) Annax Anzeigesysteme GmbH DB Mobility Logistics AG EVAG Essener-Verkehrs-AG HaCon Ingenieurgesellschaft mbH INIT AG IVU Traffic Technologies AG mdv - Mentz Datenverarbeitung GmbH Scheidt & Bachmann GmbH (S&B) SSB – Stuttgarter Straßenbahnen AG Technische Universität Darmstadt Technische Universität Ilmenau Technische Universität Dresden Universität Stuttgart üstra AG, Hannover VDV – Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (coordinator)	9. originator's report no.
	10. reference no. 19P100030
	11. no. of pages 55 pages
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 53107 Bonn	13. no. of references 30 references
	14. no. of tables 1 table
	15. no. of figures 35 figures
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) TÜV Rheinland Consulting GmbH Köln August 15, 2014	

18. abstract

The project IP-KOM-ÖV as a research and standardization project developed new and unified standards for information services for passengers in public transport. The project created standards in the field of public transport vehicles (Internet Protocol Based Integrated Board Information System IBIS-IP, in VDV norms 301-1 and 302-1), in the field of passenger information systems (Realtime Communications and Information Platform EKAP, in VDV norms 431-1 and 431-2) as well as for mobile devices (Mobile Passenger Information in Public Transport, in VDV norm 430). On the basis of a broad requirements analysis, the project partners developed services and components for passenger information as well as interaction-, visualization- and adaptation concepts. Finally, the concepts and services were evaluated in a field test in the public transport of Stuttgart.

The TU Dresden led the working group 2, which specifically focused on passenger information on mobile devices. The TU Dresden compiled concepts for mobile devices and semantic models that form a basis for intelligent passenger information systems by using Semantic Web technologies. The TU Dresden developed different prototypical systems to test and evaluate the semantic models and the developed concepts.

19. keywords

Public Transport, Passenger Information Systems, Ontologies, Mobile Applications

20. publisher

21. price