

Schlussbericht

der IVU Traffic Technologies AG

zum Projekt

IP-KOM-ÖV

„Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste im
öffentlichen Verkehr“

Förderkennzeichen 19P10003I



Kontaktinformation:

Dr. Claus Dohmen

Telefon +49 241 470 51-88

E-Mail doc@ivu.de

Dr. Torsten Franke

Telefon +49 241 470 51-16

E-Mail tfr@ivu.de

Inhalt:

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Kurze Darstellung | 4 |
| 1.1 | Aufgabenstellung..... | 4 |
| 1.2 | Voraussetzungen | 4 |
| 1.3 | Planung und Ablauf des Vorhabens | 5 |
| 1.4 | Wissenschaftlicher und technischer Stand | 6 |
| 1.5 | Zusammenarbeit mit anderen Stellen..... | 6 |
| 2 | Eingehende Darstellung | 7 |
| 2.1 | Verwendung der Zuwendung und erzielttes Ergebnis | 7 |
| 2.1.1 | Verwendung der Mittel | 7 |
| 2.1.2 | Erzieltes Ergebnis | 7 |
| 2.2 | Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises | 8 |
| 2.3 | Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit | 9 |
| 2.3.1 | Arbeitspaket 1.100 „Funktionale Beschreibung“ | 9 |
| 2.3.2 | Arbeitspaket 1.200 „Systembeschreibung / Architektur“ | 10 |
| 2.3.3 | Arbeitspaket 1.300 „Machbarkeitsnachweis“ | 11 |
| 2.3.4 | Arbeitspaket 1.400 „Definition und Umsetzung der Fachdienste“ | 12 |
| 2.3.5 | Arbeitspaket 1.500 „Prüfungswerkzeuge & Test der Fachdienste“ | 14 |
| 2.3.6 | Arbeitspaket 1.600 „Enddokumentation & Normierungsvorschlag“ | 16 |
| 2.3.7 | Arbeitspaket 1.700 „AK-Projektleitung & Administration“ | 17 |
| 2.3.8 | Arbeitspaket 5.100 „Steuerkreis“ | 17 |
| 2.4 | Voraussichtlicher Nutzen (Verwertungsplan)..... | 17 |
| 2.4.1 | Nutzen aus Sicht des Marktes | 17 |
| 2.4.2 | Nutzen aus Sicht der IVU..... | 18 |
| 2.5 | Bekannte Fortschritte bei anderen Stellen..... | 19 |
| 2.6 | Veröffentlichungen (Ergebniskommunikation) | 19 |
| 3 | Erfolgskontrollbericht | 22 |
| 4 | Berichtsblatt | 22 |

1 Kurze Darstellung

1.1 Aufgabenstellung

IP-KOM-ÖV dient der Entwicklung von Standards

- für den IP-basierten Informationsaustausch innerhalb eines Fahrzeug-IP-Systems und
- für Hintergrundsysteme und Schnittstellen zur Bereitstellung personalisierter Informationen auf mobilen Geräten der Fahrgäste.

Der Arbeitskreis 1 widmet sich insbesondere der Kommunikation innerhalb eines IP-basierten Fahrzeug-Netzwerks.

Durch den ständig wachsenden Informationsbedarf stößt der in Fahrzeugen weit verbreitete, aber inzwischen ca. 30 Jahre alte IBIS-Wagenbus (VDV 300, vgl. [1]) vielfach an seine Grenzen. Dies führte in den vergangenen Jahren zu einer Reihe von spezifischen IP-basierten Entwicklungen, die einzelne Nachteile des IBIS-Wagenbusses durch proprietäre (Misch-)Lösungen zu kompensieren suchten. Solche Entwicklungen sind jedoch für Hersteller und Verkehrsunternehmen teuer, risikobehaftet und wenig nachhaltig.

Ziel des AK1 ist dementsprechend die Definition eines dienstorientierten, IP-basierten Kommunikationsstandards in Fahrzeugsystemen. Bestehende Standards der Branche und der IP-Kommunikation sind dabei zu berücksichtigen. Dieser Standard muss zum einen Konzepte für die Migration bestehender IBIS-Systeme beinhalten und zum anderen offen für zukünftige Erweiterungen sein.

Im Forschungsprojekt sollen mehrere konkrete Dienste ausgearbeitet und deren Funktionalität in Labor- und Feldtests verifiziert werden.

Die Verwendung von IP-Technologien ermöglicht auch die Kommunikation zwischen dem Fahrzeug-IP-System und den mobilen Geräten (Smartphones etc.) der Fahrgäste. Dies ermöglicht neue Informationsdienste. Dank IP-KOM-ÖV werden sich Fahrgäste, auch fremdsprachige und sehbehinderte, zukünftig auf ihren persönlichen mobilen Geräten informieren können. Damit stellt IP-KOM-ÖV eine technische Basis für die Reisebegleitung auch in nachfolgenden Forschungsprojekten (z.B. „Tür-zu-Tür“) zur Verfügung.

1.2 Voraussetzungen

Der VDV 300-Standard „Integriertes Bord Informations-System IBIS“ (vgl. [1]) für die Datenkommunikation auf Fahrzeugen ist inzwischen ca. 30 Jahre alt und entspricht nicht mehr den Erfordernissen an eine moderne Kommunikation von heutigen informationstechnischen Geräten untereinander.

Dies hat zur Folge, dass die Lieferanten für aktuelle Anforderungen entweder proprietäre, tausendfach leistungsfähigere Lösungen auf IP-Netzwerkbasis zur Verfügung stellen oder dass die Verkehrsunternehmen ihre Anforderungen reduzieren bzw. zurückstellen müssen. Für heute in der Praxis schon vorhandene Kommunikationsstrukturen auf IP-Basis existiert kein Standard, sodass die Kopplung solcher Systeme untereinander wenn überhaupt nur mit erheblichem Aufwand möglich ist. Diese proprietären IP-basierten Kommunikationssysteme sind meist nur für eine konkrete Aufgabe z.B. Anzeigen von Informationen (Multifunktionsanzeiger) geschaffen worden und bieten so i.d.R. nicht die Möglichkeit, Geräte

anderer Hersteller mit einem anderen Funktionsumfang einzubinden bzw. diese Geräte mit den erforderlichen Daten (z.B. Abfahrtszeiten, Verspätungen, Umsteigebeziehungen etc.) zu versorgen.

Bei den momentanen Kommunikationsstrukturen in Fahrzeugen ist es zudem nicht möglich, dass die mobilen Geräte der Fahrgäste direkt Informationen mit dem Fahrzeug-IP-System austauschen.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung des AK1 erfolgte in den folgenden aufeinander aufbauenden Schritten:

- Erarbeitung und Identifikation der funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen
- Erstellen einer Systembeschreibung und -architektur
- Nachweis der Machbarkeit anhand einer prototypischen Umsetzung
- Weitergehende Umsetzung mit dem Ziel des Funktionsnachweises in einem Testlabor
- Erarbeiten und Ausführen von Testszenarien und Erstellung eines Konformitätsprüfwerkzeuges
- Erstellen eines Normierungsvorschlages

Zur Erarbeitung der funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen wurden in einem ersten Schritt im Rahmen der Arbeiten im Arbeitspaket 1.100 die heute vorhandenen Anwendungsfälle eingehender betrachtet und anschließend verschiedene funktionale Einheiten identifiziert (welche die Basis für die zu entwickelnden Dienste darstellen). Es wurden weiterhin nichtfunktionale Anforderungen identifiziert, die auf das Design der Architektur und des Kommunikationsverhaltens maßgeblichen Einfluss hatten.

Auf diese funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen aufbauend wurde im Arbeitspaket 1.200 eine Systembeschreibung einschließlich der zugehörigen Architektur erstellt. Zugleich wurden erste Szenarien und Testfälle entworfen, mit denen das entworfene Kommunikationskonzept überprüft werden kann.

Im Arbeitspaket 1.300 erfolgte eine prototypische Implementierung der Kommunikation zwischen einem Bordrechner und einer Fahrgastinformationsanzeige, basierend auf den im Arbeitspaket 1.200 entwickelten Ergebnissen. Mit dieser prototypischen Implementierung konnte die grundsätzliche Machbarkeit nachgewiesen werden.

Nachdem dieser Machbarkeitsnachweis erfolgreich absolviert war, wurden im Rahmen des Arbeitspaketes 1.400 die fachlichen Dienste spezifiziert. Dies beinhaltete die Spezifikation der Dienste, die für den Systemstart, Systemmanagement und Systemüberwachung benötigt werden. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden die in AP 1.200 erarbeiteten Kommunikationsprinzipien weiter verfeinert und die erforderlichen Interaktionen festgelegt.

Parallel zu den Arbeiten des Arbeitspaketes 1.400 wurden im Arbeitspaket 1.500 verschiedene Testfälle erstellt und ein Konformitätsprüfwerkzeug entwickelt, welches in der Lage ist, die Dienste in ihrer Funktion in generischer Art und Weise zu überprüfen.

Im Arbeitspaket 1.600 wurden abschließend die in den vorherigen Arbeitspaketen gewonnenen Ergebnisse in einem Normierungsvorschlag zusammengefasst und dem VDV für die weiteren Schritte der Standardisierung zur Verfügung gestellt.

1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Mit der Schaffung eines Standards zur IP-Kommunikation wurde nicht vollständiges Neuland betreten.

- In der VDV-Schrift 300 sind die Technik und das Protokoll eines Bus-Systems (sog. IBIS-Wagenbus) spezifiziert, über den heute in einem Großteil der Fahrzeuge in Deutschland die Kommunikation von einem Bordrechner zu anderen Geräten der Fahrzeugausstattung, wie Anzeigern, Entwertern, Ansagegeräten, Funkgeräten etc. erfolgt. Der technische Teil dieses Standards gilt inzwischen als veraltet. Mit Hilfe der transportierten Dateninhalte lässt sich aber selbst heute noch ein großer Teil des Informationsbedarfs zur Fahrgastinformation in Fahrzeugen decken. Die Dateninhalte stellen also eine wichtige Basis für die Weiterentwicklung des Standards dar.
- Aufgrund der Beschränkungen des VDV-300 wurden in den vergangenen Jahren von verschiedenen Herstellern proprietäre, IP-basierte Lösungen anstelle bzw. zur Ergänzung der IBIS-Informationen entwickelt. Anforderungen und Erfahrungen aus derartigen Projekten wurden durch die Projektpartner in das Standardisierungsvorhaben eingebracht.
- Der Projektname implizierte bereits, dass der neu zu schaffende Standard IP-basiert und dienstorientiert sein sollte. Derartige Techniken sind heute marktüblich und werden insb. von den beteiligten Industriepartnern ohnehin eingesetzt.

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag folglich auf einer strukturierten Erfassung aller Bedürfnisse und der Festlegung von Kommunikationsmechanismen zur Befriedigung dieser Bedürfnisse unter Verwendung bestehender IP-Kommunikationsstandards.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Zu Beginn des Projekts fand ein Erfahrungsaustausch mit Partnern des europäischen Forschungsprojekts EBSF (European Bus System of the Future) statt. Im Rahmen des EBSF-Projektes wurde gezeigt, dass eine IP-basierte dienstorientierte Softwarearchitektur prinzipiell geeignet ist, um die Bedürfnisse der Kommunikation in Fahrzeugen des ÖPNV zu befriedigen. Die im EBSF-Projekt entworfene Software-Architektur wurde begutachtet, jedoch nicht für IP-KOM-ÖV übernommen. Andere Teile, wie die Mechanismen zur Dienstveröffentlichung und -findung in einem Netzwerk via DNS-SD wurden hingegen übernommen.

2 Eingehende Darstellung

Die Darstellung in Kapitel 1 wurde zwischen den Partnern des IP-KOM-ÖV Projekts inhaltlich abgestimmt und wird von uns als öffentlich bzw. zumindest projektöffentlich angesehen.

Der Inhalt der folgenden Kapitel gibt an einigen Stellen Auskunft über Interna der IVU Traffic Technologies AG. Er richtet sich an den Fördermittelgeber (BMWi) und den von ihm beauftragten Projektkoordinator (TÜV Rheinland). Der Inhalt dieses Berichtsteils ist nicht für externe Dritte bestimmt. Falls es wünschenswert sein sollte, diesen Teil des Berichts ganz oder in Teilen anderen IP-KOM-ÖV-Projektteilnehmern zugänglich zu machen, bitten wir um vorherige Rücksprache.

Entsprechende Abschnitte sind im Folgenden durch „<nicht öffentlich>“ ersetzt.

2.1 Verwendung der Zuwendung und erzielttes Ergebnis

2.1.1 Verwendung der Mittel

Die IVU hat die Zuwendungen wie beantragt und geplant zum weit überwiegenden Teil für den entstandenen Personalaufwand zur Bearbeitung der Arbeitspakete eingesetzt.

Die geleisteten Aufwände entsprachen dabei im Wesentlichen den zuvor abgeschätzten bzw. beantragten. Aufgrund gesunkener Gemeinkostensätze auf Seiten der IVU erfolgte ein insgesamt ca. 15 % geringerer Mittelabruf als geplant.

Die Reisekosten fielen hingegen höher aus, als ursprünglich geplant. Dies ist im Wesentlichen auf drei Ursachen zurückzuführen. Erstens haben sich die Projektpartner schon früh im Projektverlauf darauf verständigt, eine regelmäßige Abstimmung durch einen ca. 6-wöchigen Rhythmus zu forcieren. Zweitens zeigte sich schon früh, dass Meetings aufgrund der oft mehrstündigen Anreise nur dann produktiv sein können, wenn sie 1½- oder 2-tägig sind. Drittens erwies es sich aufgrund der Komplexität der Thematik oft als sinnvoll, mit zwei Personen zu reisen, um sowohl die fachliche wie die technische Sicht optimal abzudecken.

Material- und Fremdleistungszuwendungen wurden weder bewilligt noch abgerufen. Die IVU beteiligte sich dennoch auf eigene Kosten mit einer Gerätebeistellung am Testlabor in Stuttgart, um somit die Interoperabilität des Dienstkonzepts im Testlabor unter Beweis zu stellen.

Sonstige unmittelbare Vorhabenskosten fielen in geplanter Höhe für das Projektbüro von Weisskopf Engineering an.

2.1.2 Erzieltes Ergebnis

Zu erreichende Ziele

Wissenschaftliches und technisches Arbeitsziel des Arbeitskreises 1 von IP-KOM-ÖV war die Definition eines **Nachfolgestandards der VDV-300** aus den 1980er Jahren (vgl. [2], 1.3 bzw. 1.3.4). Dieser Nachfolgestandard sollte **IP-basiert** und **dienstorientiert** (vgl. [2], Präambel) sein. Optimale Lösungen sollten **evaluiert** und **existierende** Branchen- und IP-**Standards** berücksichtigt werden. Durch **Migrations**konzepte sollte auch der wirtschaftliche Übergang sichergestellt werden (vgl. [2] 1.3.4). Dazu sollten Verkabelungsthemen adressiert

und **mindestens 10 Dienste spezifiziert** und **5 implementiert** werden, sowie deren Funktion in einem **Testaufbau** verifiziert werden (vgl. [2] Anlage 1, insb. S.80 ff).

Erzielte Ergebnisse

Die in der Gesamtvorhabensbeschreibung dargestellten Ziele wurden im vollen Umfang erreicht:

Im Rahmen einer umfassenden Anforderungsanalyse wurden die Bedürfnisse der Kommunikation im Fahrzeug erfasst. In einer Analyse des bestehenden VDV-300 Standards wurde sowohl die zu behebenden Schwachstellen aber auch die bestehenden Vorzüge erarbeitet. Anschließend wurde in einer ergebnisoffenen Diskussion eine optimale Facharchitektur ermittelt. Aus der Facharchitektur wurde nachfolgend eine **Dienstarchitektur** abgeleitet und ausgewählte Dienste spezifiziert. Diese basieren auf **existierenden IP-Standards**, insb. http, UDP und TCP/IP.

Es wurden insgesamt im Rahmen des Testlabors **mehr als 10 Dienste spezifiziert** und **implementiert** und neben den Diensten mindestens fünf weitere Applikationen, die über die vereinbarten Schnittstellen mit den Diensten kommunizierten. Der **Testaufbau** fand in einem Testlabor in Stuttgart statt. Über die Ziele der Gesamtvorhabensbeschreibung hinaus wurde das Testlabor in öffentliche Präsentationen des IP-KOM-ÖV-Demonstrators eingebunden.

Es wurde ein Nachfolger des VDV 300-Standards in Form zweier VDV-Schriften veröffentlicht (VDV 301-1 und 301-2 , vgl. [3] und [4], VDV-Schriften haben branchenintern den Status eines Quasi-Standards). Diese Standards wurden nach Projektende nicht nur von den Projektpartnern, sondern auch von anderen Industrieunternehmen der Branche in vermarktungsfähige Lösungen umgesetzt.

Um zu verdeutlichen, dass der in der VDV 301 beschriebene Standard der IP-basierte **Nachfolger** des IBIS-Wagenbus aus der **VDV 300** ist, wird der Standard als „**IBIS-IP**“ bezeichnet.

Mögliche Migrationsszenarien wurden ausführlich untersucht und Lösungsansätze auf konzeptioneller Ebene beschrieben. Insbesondere das Zusammenspiel von Fahrzeugverkabelung und Geräten der Fahrzeugausstattung ist dabei zu berücksichtigen. Empfehlungen zur Fahrzeugverkabelung werden in der VDV-Schrift 301-3 (vgl. [5]) beschrieben. In der Praxis wird die **Migration** in vielen Fällen dadurch erleichtert, dass schon heute zahlreiche Bordrechner wie auch Verkaufs- und Anzeige-Geräte sowohl über IBIS- als auch IP-Schnittstellen verfügen.

Nutzen des erzielten Ergebnisses

Die IVU, aber letztlich auch andere Unternehmen der Branche und die Verkehrsunternehmen werden mittelfristig vom neuen IBIS-IP-Standard profitieren, weil er Ausschreibungen erleichtert und das Risiko bei der Implementierung einer leistungsfähigen IP-basierten Systemlandschaft im Fahrzeug für Verkehrsunternehmen wie Lieferanten verringert.

Die IVU erhielt nach Projektende bereits mehrere Aufträge zur Implementierung des IBIS-IP-Standards bei Verkehrsunternehmen.

2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

<nicht öffentlich>

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Das IP-KOM-ÖV Projekt im Arbeitskreis 1 war zeitlich in sechs, sich teilweise überlappende Arbeitspakete von jeweils mehreren Monaten Dauer unterteilt.

Die Arbeitspakete waren thematisch so gegliedert, dass

- zunächst erfasst wurde, welche Anforderungen sich an den zu entwerfenden Standard ergeben und welche Schwachstellen der bestehende VDV 300-Standard aufweist. (Arbeitspaket 1.100 „Funktionale Beschreibung“)
- dann wurden mögliche Lösungen diskutiert und gemeinsam eine strukturierte Lösung entworfen (Arbeitspaket 1.200 „Systembeschreibung / Architektur“)
- anschließend wurde ein Dienstanbieter und ein Dienstanutzer prototypisch umgesetzt (Arbeitspaket 1.300 „Machbarkeitsnachweis“)
- Die Ergebnisse der Prototypentwicklung wurden bewertet und bei der Entwicklung weiterer Dienste berücksichtigt (Arbeitspaket 1.400 „Definition und Umsetzung der Fachdienste“) Gegen Ende des Arbeitspakets 1.400 begannen mit einem zeitlichen Überlapp von einigen Monaten die Arbeitspakete 1.500 und 1.600.
- Im Arbeitspaket 1.500 „Prüfungswerkzeuge & Test der Fachdienste“ wurden die Lösungen in einem Testlabor verifiziert.
- Das Arbeitspaket 1.600 „Enddokumentation & Normierungsvorschlag“, diente der Dokumentation der Ergebnisse in Form eines Normierungsvorschlags.

Nachfolgend wird beschrieben, welche Arbeiten in den einzelnen Phasen vom Projekt und insb. von der IVU geleistet wurden und warum sie in Bezug auf die Ziele notwendig und angemessen erscheinen.

2.3.1 Arbeitspaket 1.100 „Funktionale Beschreibung“

Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeiten in AP 1.100

Notwendige Voraussetzung für die Entwicklung einer Lösung ist ein klares gemeinsames Verständnis der Problemlage, für die es eine Lösung zu finden gilt. Dieses gemeinsame Verständnis zu schaffen, war Ziel und Inhalt des Arbeitspakets 1.100. Nur auf Basis dieser Vorarbeit ist eine spätere Evaluierung der Qualität einer Lösung möglich.

Arbeiten in AP 1.100 im Detail

Im Rahmen des Arbeitspakets wurden die Erfahrungen aller Projektpartner aus bestehenden und zukünftig erwarteten Anwendungsfällen zusammengetragen, bewertet und strukturiert. Die verschiedenen Erfahrungswerte von Verkehrs- und Industrieunternehmen, sowie die verschiedenen Produktschwerpunkte der einzelnen Industrieunternehmen ergänzten sich in dieser Anforderungsanalyse.

Neben den Anforderungen an Informationen im Fahrzeug wurde auch der komplette Kommunikationskontext zwischen einem Fahrzeug und anderen Kommunikationsteilnehmern (Leitstelle, Verkehrsinfrastruktur, Datenversorgungssysteme etc.) erfasst.

Für bestehende Lösungen wurden neben Schwachstellen, die es zu beheben gilt, auch die Vorzüge erarbeitet, die es zu bewahren gilt. Dies galt sowohl für die Analyse des abzulösenden VDV 300-Standards als auch für proprietäre IP-basierte Lösungen einzelner

Projektpartner. Teil der Analyse war auch die Betrachtung weiterer brancheninterner Forschungsprojekte und Datenaustausch-Standards, sowie branchennaher Kommunikationsstandards, etwa aus dem Automotive-Bereich (z.B. AUTOSAR, CANopen). Neben den Anforderungen wurden auch die Erwartungshaltungen der Beteiligten formuliert und Abgrenzungen vorgenommen.

Das so erarbeitete gemeinsame Problemverständnis war grundlegend für die weitere Arbeit. Die Ergebnisse des Arbeitspakets wurden in Form einer VDV-Mitteilung (vgl. [6]) veröffentlicht.

Rolle der IVU in AP1.100

Als Systemlieferant ist die IVU mit allen Aspekten eines Fahrzeug-IT-Systems vertraut. Diese umfassen zum einen **fachliche** Aspekte, wie die Datenerstellung, den Datentransport vom und zum Fahrzeug, Anzeiger- und Entwerter-Steuerung, Ticketverkauf und -prüfung, Kommunikation mit der Leistelle, Schnittstellen zwischen Bordrechner und Fahrzeug, Kommunikation mit anderen Fahrzeugen eines Traktionsverbands, Systemüberwachung und -management in einem Fahrzeug-IT-System, Fragen des Service und der Systempflege usw.

Zum anderen umfassen sie die Kenntnis zahlreicher **technischer** Aspekte wie Verkabelungsthemen, Drahtloskommunikation, Geräte-Adressierung etc. Zusammen mit den Erfahrungen der anderen Projektpartner konnte die IVU hier wichtige Beiträge zu einer **vollständigen** Darstellung und Strukturierung des Problemkontexts und der Anforderungen an eine Lösung leisten.

2.3.2 Arbeitspaket 1.200 „Systembeschreibung / Architektur“

Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeiten in AP 1.200

Die Erarbeitung einer fachlichen Systemarchitektur stellt einen notwendigen Zwischenschritt auf dem Weg von einem gemeinsamen Verständnis der Anforderungen hin zu einer dienstorientierten IP-Lösung dar. Es dient darüber hinaus der Strukturierung und Schärfung der fachlichen Sicht und vertieft das gemeinsame Verständnis diesbezüglich.

Arbeiten in AP 1.200 im Detail

Im Arbeitspaket 1.200 „Systembeschreibung / Architektur“ wurde unter Berücksichtigung der Ergebnisse der vorherigen Anforderungsanalyse die **Fachlichkeit** eines Fahrzeug-IT-Systems in funktionale Blöcke zerlegt und geordnet. Die Architektur wurde dabei zunächst in Grundzügen für die heute üblichen Bordrechner-Funktionalitäten beschrieben und schrittweise um Aspekte weiterer Funktionalitäten ergänzt. Für jede auszutauschende Information wurden jeweils die Datenflüsse untersucht und geprüft, welche Aufruf-Richtung zum Austausch der Information die geeignetste ist.

Dabei wurde zugleich eine Hierarchie der Fachkomponenten erarbeitet. Hierarchie bedeutet in dem Zusammenhang, dass es zum einen Basis-Fachkomponenten gibt, die Informationen ausschließlich bereitstellen und zum anderen Fachkomponenten, die Informationen ausschließlich abrufen. Zwischen beiden gibt es mehrere (Hierarchie)-Ebenen von Fachkomponenten, die sowohl Informationen von untergeordneten Fachkomponenten abrufen als auch Informationen für übergeordnete Fachkomponenten bereitstellen.

Bei jeder Erweiterung um neue Fachkomponenten wurde jeweils geprüft, ob die Architektur hinreichend flexibel und offen für derartige Erweiterungen ist.

Die so erarbeitete Architektur beschreibt zum einen den gesamten Kontext, in den ein

Fahrzeug-IT-System eingebunden ist bzw. alle Kommunikationspartner außerhalb des Fahrzeug-IT-Systems (d.h. neben dem Fahrzeug auch weitere Stakeholder, wie Fahrgast, Leitstelle, Servicepersonal, Lichtsignalanlagen etc.). Zum anderen beschreibt die Architektur alle Fachkomponenten innerhalb des Fahrzeug-IT-Systems und bildet somit die Basis für die nachfolgende Ausarbeitung einer dienstorientierten Architektur bzw. die Definition der Dienste. Details sind in [3] beschrieben.

Rolle der IVU in AP1.200

Die IVU war sehr aktiv an der Erarbeitung der fachlichen Architektur beteiligt. Durch Erfahrungen mit der eigenen Bordrechnerarchitektur konnte die IVU wesentliche Impulse bzgl. der Methodik einer Architekturermittlung, der fachlichen Strukturierung und der Darstellung einbringen. Umgekehrt ergaben sich für die IVU aus dem Diskussionsprozess nützliche Impulse für einen Review der eigenen Bordrechnerarchitektur.

2.3.3 Arbeitspaket 1.300 „Machbarkeitsnachweis“

Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeiten in AP 1.300

Trotz langjähriger Erfahrungen im Bereich IP-basierter Kommunikation und dienstorientierter Software-Architekturen, ist es unmöglich, Dienste ausschließlich in Form von Spezifikationen zu entwerfen. Dafür sind sowohl das fachliche wie technische Umfeld zu komplex. Zahlreiche Randbedingungen der Lösung, wie die technische Umsetzbarkeit, die Performanz, die Tauglichkeit für Praxis, die Stabilität, die inhaltliche Vollständigkeit, die Widerspruchsfreiheit etc., lassen sich erst nach einer zumindest prototypischen Umsetzung abschließend beurteilen. Erkenntnisse aus den Prototypen wurden dann in Form überarbeiteter Konzepte und Spezifikationen berücksichtigt.

Deshalb war es wichtig, vor der Phase der Definition und Umsetzung mehrerer Dienste (AP 1.400), eine Prototyp-Phase (AP 1.300) durchzuführen.

Arbeiten in AP 1.300 im Detail

Nach der Festlegung der fachlichen Architektur im vorangegangenen Arbeitspaket erfolgte im Arbeitspaket 1.300 die Spezifikation einer technischen Architektur und darauf basierend die prototypische Umsetzung der Kommunikation zwischen einem Dienst und dessen Nutzung durch eine Applikation.

Dafür wurden der CustomerInformationService (ein Dienst zur Ermittlung aller relevanten Fahrgastinformationen) als Dienst und eine Fahrgastanzeiger-Applikation als Dienstanwender ausgewählt.

Die Wahl des CustomerInformationService erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Der Dienst verfügt bereits über eine hinreichende Komplexität (würde man den Prototypen zu einfach wählen, bestünde die Gefahr, wichtige Erkenntnisse erst spät im Projektverlauf gewinnen zu können)
- Die Funktionalität des Dienstes ist überschaubar bzw. aus dem Praxisalltag mit dem IBIS-Wagenbus allen Projektpartnern vertraut war (das war wichtig, um die Ergebnisse korrekt bewerten zu können.)
- Der Dienst ist von großer praktischer Relevanz für einen IBIS-Nachfolger.

Nutzer des Prototyp-Dienstes war eine prototypische Anzeiger-Applikation, die Fahrgastinformationsdaten, wie Liniennummer, Zieltext, Haltestellenfolge, nächste Haltestelle etc. beim CustomerInformationService abrief. Wichtige inhaltliche Erweiterungen, wie bspw. die Bereitstellung mehrsprachiger Informationen konnten bereits in diesem Prototypen umgesetzt werden.

Die Umsetzung der Prototyp-Lösung erfolgte durch die Projektpartner INIT GmbH (CustomerInformationService) und ANNAX Anzeigesysteme GmbH (Fahrgastanzeiger-Applikation).

Im Rahmen des Arbeitspaketes wurden auch wichtige Entscheidungen zur verwendeten Architektur und Technologie gefällt und erfolgreich verifiziert:

- In IBIS-IP laufen **Dienste auf Geräten**.
- die Dienste bieten **Operationen** an,
- über die strukturierte Daten im **XML-Format**
- über das **http-Protokoll** ausgetauscht werden.
- Die Dienste können dabei via **DNS-SD** im Netzwerk veröffentlicht und gefunden werden.
(DNS-SD = DNS based Service Discovery, ist eine Technologie, die auf der Verwendung von DNS-Datensätzen (sog. Records) basiert und die der Veröffentlichung von Diensten innerhalb eines Netzwerks dient.)
- Operationen von Diensten können per **Request/Response**-Verfahren abgefragt
- oder **abonniert** werden

Bei der Wahl der Technologien hat man sich an bereits bestehenden Datenaustausch-Standards im ÖPNV orientiert und mit den anderen Arbeitskreisen des IP-KOM-ÖV-Projekts im Sinne einer projekt-einheitlichen Lösung abgestimmt. Dies betrifft insbesondere die Entscheidung zugunsten des XML-Formats anstelle des alternativen JSON-Formats.

Rolle der IVU in AP1.300

Die IVU beteiligte sich intensiv an der Ausarbeitung und Review der technischen Spezifikationen des Prototyps sowie dem Review der erarbeiteten Lösung. Sie spielte, dabei als zweiter Systemlieferant (neben der INIT GmbH) eine wichtige Rolle, da bei den Partnern INIT und IVU in besonderem Maße das Know How für die technische Umsetzung der Anforderungen in einem Bordrechner-System vorhanden ist.

2.3.4 Arbeitspaket 1.400 „Definition und Umsetzung der Fachdienste“

Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeiten in AP 1.400

Das Arbeitspaket diente dem Ziel, zehn Dienste des neu zu beschreibenden Standards zu spezifizieren und mind. fünf dieser Dienste umzusetzen. Der Anspruch an eine solche Standardspezifikation ist besonders hoch, soll sie doch eine funktionierende, praxistaugliche sowie widerspruchs- und möglichst fehlerfreie Lösung beschreiben. Dies kann nur erreicht werden, wenn man

- die Dienste zunächst ausführlich spezifiziert,
- die spezifizierten Dienste auch umsetzt,

- das Zusammenspiel, die Performance und die Praxistauglichkeit testet,
- übliche Fahrzeug-Hardware (anstelle von bspw. Desktop-PCs) verwendet,
- Erfahrungen wieder in die Spezifikation einfließen lässt und
- Anregungen und berechnete Kritik annimmt und berücksichtigt.

Dazu diente das Arbeitspaket 1.400, sowie Teile des Arbeitspakets 1.500.

Arbeiten in AP 1.400 im Detail

Im Arbeitspaket 1.400 wurde zunächst festgelegt, welche weiteren Fachkomponenten (vgl. AP 1.200) im Rahmen des Forschungsprojekts in Form eines Dienstes (der Informationen anbietet) bzw. einer Applikation (die Informationen eines Dienstes nutzt) umgesetzt werden sollten. Es wurde auch festgelegt, welcher (Industrie-) Projektpartner jeweils federführend die Verantwortung für Spezifikation und Implementierung des jeweiligen Teils übernehmen sollte.

Kriterien für die Auswahl der umzusetzenden Fachkomponenten waren

- Expertise der Industrieprojektpartner für gewisse Fachlichkeiten
- das Ziel, grundlegende Basisdienste zu beschreiben, mit denen man ein vollständig funktionsfähiges – wenngleich einfaches – IBIS-IP-System erstellen könnte,
- Relevanz-Einschätzungen für den Markt (welche Dienste decken heutige Bedürfnisse ab, können also gut in der Praxis eingesetzt werden)
- bereits geleistete Entwicklungsarbeiten einzelner Projektpartner (d.h. INIT, ANNAX) im vorangegangenen Arbeitspaket
- Zusagen zur Anzahl der umzusetzenden Dienste gemäß Gesamtvorhabensbeschreibung.

Umgekehrt bedeutete die getroffene Auswahl aber auch, dass Fachkomponenten nicht zu Diensten spezifiziert wurden,

- wenn sie nicht für eine Markteinführung des IBIS-IP-Standards relevant erschienen,
- wenn sie für ein funktionsfähiges IBIS-IP-System nicht erforderlich erschienen,
- wenn sie nicht durch die Expertise der beteiligten Projektpartner abgedeckt werden konnten oder
- wenn dadurch die Anzahl der umzusetzenden Dienste/Applikationen die Zusagen der Gesamtvorhabensbeschreibung deutlich überschritten worden wäre.

Fachlicher Inhalt und Strukturierung der Operationen eines Dienstes wurden i.d.R. im gesamten Arbeitskreis diskutiert. Danach wurde der Dienst (mit allen notwendigen Operationen und Datenstrukturen) von einzelnen Projektpartnern federführend spezifiziert und anschließend einem Review aller (insb. Industrie-)Projektpartnern unterzogen.

Anschließend wurden die Dienste von den federführenden Industriepartnern implementiert und im virtuellen Testlabor (vgl. 2.3.5) zum Test durch andere Projektpartner zur Verfügung gestellt. Erfahrungen aus diesen Tests führten zu Anpassungen an der Spezifikation und Implementierung der Dienste. Auf diese Weise konnten in rascher Folge Fehlerbehebungen und funktionale Erweiterungen allen Industriepartnern im virtuellen Testlabor zur Verfügung gestellt werden.

Zu einem späteren Zeitpunkt wurden die Systeme in einem Testlabor in Stuttgart (vgl. 2.3.5) zusammen getragen und dort wieder allen Projektpartnern (auch Verkehrsunternehmen, VDV) vorgestellt. Daraus ergaben sich weitere Impulse für die Vollständigkeit, Nutzbarkeit aber auch die öffentlichkeitswirksame Darstellung der Vorteile des Systems.

Das Ende der Projektphase überschneidet sich zeitlich mit den Arbeitspaketen 1.500 „Prüfungswerkzeuge & Test der Fachdienste“ und 1.600 „Enddokumentation & Normierungsvorschlag“. Dies erwies sich als sehr günstig, weil somit Erfahrungen aus den Tests und Anforderungen an die Konsistenz der Dienste, die sich aus der Enddokumentation ergaben, wieder für die Überarbeitung der Spezifikationen bzw. der daraus abgeleiteten Implementierungen genutzt werden konnten.

Rolle der IVU in AP1.400

Die IVU übernahm im Arbeitspaket 1.400 die Verantwortung für die Spezifikation und Implementierung

- des SystemManagementService,
- des DeviceManagementService,
- des Diagnose-Managements und
- erarbeitete gemeinsam mit der INIT GmbH die Spezifikation des SystemDocumentationService.

Die Dienste SystemManagementService, SystemDocumentationService und DeviceManagementService sind die drei grundlegenden Dienste, die dem Management eines IBIS-IP-Systems vom Einschalten bis zum normalen Betrieb und anschließender Statusüberwachung aller Dienste und Geräte eines IBIS-IP-Systems dienen. Über sie wird festgelegt, welche Dienste auf welchen Geräten laufen. Die Herausforderung bestand also darin, eine neue, dienstorientierte Logik für das Management eines IBIS-IP-Systems zu entwickeln, das auch das Management von Diensten auf Geräten anderer Hersteller umfasst. Dies stellt gegenüber den Erfahrungen mit dem IBIS-Wagenbus auch konzeptionelles Neuland dar. Entsprechend groß waren die Aufwände für die Erarbeitung und Abstimmung mit den Projektpartnern, da hierbei nicht auf fachliche Erfahrungen aus der Vergangenheit zurückgegriffen werden konnte.

Die IVU beteiligte sich darüber hinaus mit einer freiwilligen Beistellung eines Gerätes (Bordrechner IVU.ticket.box) am Aufbau des Testlabors. Durch den Einsatz von Bordrechnern und Diensten zweier verschiedener Hersteller (IVU und INIT) in einem System wurde ein Szenario geschaffen, in dem zwei systemrelevante Dienste miteinander interagieren mussten, um das Gesamtsystem zu steuern. Dieses Szenario zufriedenstellend gelöst zu haben, stärkt das Vertrauen

- in die Tragfähigkeit und Flexibilität der technischen und fachlichen Architektur,
- in die fachliche Entkopplung der Dienste voneinander
- und in die Herstellerunabhängigkeit der Lösung.

2.3.5 Arbeitspaket 1.500 „Prüfungswerkzeuge & Test der Fachdienste“

Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeiten in AP 1.500

Im Interesse einer zuverlässigen Spezifikation des Standards sind Tests der spezifizierten Lösung unumgänglich.

Die Implementierung von Prüfwerkzeugen zielt eher auf die spätere Implementierung von Schnittstellen bei Unternehmen, die nicht am Projekt beteiligt waren, und soll die Prüfung der Konformität eines Dienstes gemäß der Standard-Spezifikation erleichtern.

Arbeiten in AP 1.500 im Detail

Die Tests zur Integration der Dienste und Applikationen verschiedener Hersteller erfolgten auf zwei verschiedene Weisen:

- Im „Virtuellen Testlabor“:
Als virtuelles Testlabor wurde ein VPN-Netzwerk bezeichnet, das es den Industriepartnern ermöglichte, via VPN eine Kommunikation mit den anderen Projektpartnern aufzubauen. Dadurch konnte jeder Partner zum einen den bestmöglichen Support eigener Kollegen in Anspruch nehmen und aus den eigenen Firmenräumen heraus entwickeln und testen und zum anderen die Tests im Stuttgarter Testlabor optimal und unter möglichst realitätsnahen Bedingungen vorbereiten.
- Im Stuttgarter Testlabor wurden die Entwicklungen dann auf den üblichen Geräten der Fahrzeugausstattung zusammengetragen und getestet. Das Stuttgarter Testlabor stellte ein fiktives (aber mögliches und realitätsnahes) Fahrzeug-IP-Netzwerk dar, an dem folgende Geräte beteiligt waren:
 - ein Bordrechner der Firma INIT GmbH
 - ein Bordrechner der Firma IVU Traffic Technologies AG
 - ein Ticket-Verkaufsautomat der Firma Scheidt & Bachmann GmbH
 - ein E-Ticket-Prüfgerät der Firma Scheidt & Bachmann GmbH
 - ein Außenanzeiger der Firma ANNAX Anzeigesysteme GmbH
 - ein Innenanzeiger der Firma ANNAX Anzeigesysteme GmbH

Das Stuttgarter Testlabor diente zugleich als Umgebung für die öffentliche Ergebnispräsentation.

Da die Industriepartner die Vermarktungschancen für ein gemeinsam entwickeltes Konformitätsprüfwerkzeug als schlecht einschätzten, wurde vom Vorhaben eines gemeinschaftlich entwickelten Prüfwerkzeugs Abstand genommen. Um den Zielen der Gesamtvorhabensbeschreibung dennoch nachzukommen, wurden im Rahmen des Arbeitspakets 1.500 von mehreren Industriepartnern jeweils eigene Prüfwerkzeuge entwickelt. Diese wurden erst nach einer finalen Festlegung der Spezifikation vollständig implementiert.

Die Prüfwerkzeuge der verschiedenen Hersteller haben dabei verschiedene Schwerpunkte. Das Prüfwerkzeug der IVU hat seinen Schwerpunkt in einer möglichst individuell einstellbaren Prüfung einzelner Operationen eines Dienstes. Prüfwerkzeuge anderer Hersteller betonen dagegen eher die komfortable und möglichst automatisierte Bedienung.

Rolle der IVU in AP1.500

Die IVU beteiligte sich aktiv in beiden Testumgebungen, bzw. war durch die Verantwortung für das Management des Gesamtsystems (d.h. insb. die Verantwortung für die Spezifikation und Umsetzung des SystemManagementService) sogar in besonderer Weise gefordert.

Die IVU entwickelte ein Prüfwerkzeug, mit dem die Konformität der Datensätze geprüft werden konnte, die mit dem Prüfwerkzeug ausgetauscht wurden. Im Falle einer Abweichung

von der Konformität wurde der nicht konforme Teil der Datenstruktur markiert. Auf diese Weise kann ein solches Werkzeug helfen, Erstimplementierungen bei (anderen) Industrieunternehmen zu erleichtern.

Bei mehreren öffentlichen Präsentationen (für interessiertes Branchen-Publikum) der Ergebnisse des Arbeitskreises 1 und bei Führungen durch das Testlabor in Stuttgart (vgl. auch 2.1.1) übernahm die IVU die Verantwortung für die Funktionstüchtigkeit des Testlabors und stand als Ansprechpartner für technische Rückfragen zur Verfügung.

2.3.6 Arbeitspaket 1.600 „Enddokumentation & Normierungsvorschlag“

Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeiten in AP 1.600

Ziel aller vorangegangenen Arbeitspakete (APs 1.100 bis 1.500) war die Festlegung eines neuen technischen Standards für die IP-Kommunikation in Fahrzeugen als Nachfolger des VDV 300-Standards.

Das Arbeitspaket 1.600 diente dazu, die Ergebnisse im Detail und mit großer Sorgfalt zu beschreiben und über das VDV-Gelbdruckverfahren zu veröffentlichen.

Arbeiten in AP 1.600 im Detail

Im letzten Arbeitspaket wurden die Ergebnisse der vorab erstellten Spezifikationen in einem Normierungsvorschlag zusammengetragen.

Bei der Erstellung des Normierungsvorschlags wurde den Erfahrungen aus dem Projektverlauf in mehrfacher Hinsicht Rechnung getragen:

- Die im Arbeitspaket 1.200 ermittelte Facharchitektur hat sich über den gesamten weiteren Projektverlauf nur in Details geändert. Sie trug aber stets zum Verständnis und zur korrekten Einordnung weiterer Fachkomponenten oder Dienste bei. Die Spezifikation der Dienste bzw. der Operationen eines Dienstes stellte sich dagegen als hochdynamisch heraus. Änderungen und Ergänzungen erfolgten schon während des Projektverlaufs in kurzer Zeit.
Dementsprechend wurde der Normierungsvorschlag in zwei Teile unterteilt: Der erste Teil (vgl. [3]) beschreibt die Systemarchitektur, ist zeitlich stabil ist und wird auch nach der Spezifikation weiterer Dienste noch gültig sein. Der zweite Teil (vgl. [4]) beschreibt den aktuellen Stand der Spezifikation der Fachdienste, soweit sie im Rahmen des IP-KOM-ÖV-Projektes erarbeitet wurden.
- Die vollständige Spezifikation aller Fachdienste eines Fahrzeug-IP-Systems war nicht das Ziel des Normierungsvorschlags. Dennoch gibt es eine Reihe von im Projekt erarbeiteten Regeln, die dazu geführt haben, dass die Dienste genauso in ihrer endgültigen Form spezifiziert sind. Dies wurde in Form eines separaten Kapitels zu den Konventionen und Prinzipien der Dienstdefinition im Normierungsvorschlag berücksichtigt. Damit soll sichergestellt werden, dass auch spätere Weiterentwicklungen des IBIS-IP-Standards konsistent zum veröffentlichten Stand sind, den gleichen Konzepten folgen, und somit problemlos in zukünftige Versionen der VDV-Schrift aufgenommen werden können.

Im Rahmen dieser Arbeiten entstanden die VDV-Schriften

- 301-1 „Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP, Teil 1: Systemarchitektur“ (vgl. [3])

- 301-2 „Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP, Teil 2: Schnittstellenspezifikation“ (vgl. [4])

Der zeitliche Überlapp zwischen den Arbeitspaketen zur Implementierung (1.400), Tests (1.500) und Dokumentation kam auch der Dokumentation zugute. Somit konnten beispielsweise notwendige Änderungen an Bezeichnungen, die im Sinne einer Vereinheitlichung bei der Dokumentation gefunden wurden, in einer angepassten Implementierung berücksichtigt und erneut getestet werden. Dadurch ist der im Testlabor geprüfte und dem Fachpublikum vorgestellte Implementierungsstand zu 100 % konform zu der veröffentlichten Dokumentation.

Rolle der IVU in AP1.600

Die IVU beteiligte sich intensiv an der Erstellung beider VDV-Schriften und war neben dem Review und der Beschreibung der von der IVU spezifizierten Dienste (DeviceManagementService, SystemManagementService, SystemDocumentationService) insbesondere an der Erarbeitung einer schlüssigen Dokumentenstruktur und der Beschreibung der Konventionen und Prinzipien zur Definition zukünftiger Dienste beteiligt.

2.3.7 Arbeitspaket 1.700 „AK-Projektleitung & Administration“

Projekte mit zahlreichen Beteiligten bedürfen der Abstimmung und Koordination. In Forschungsprojekten kommt zusätzlich eine Rechenschaftspflicht dem Fördermittelgeber hinzu. Es gibt folglich eine Reihe von organisatorischen und administrativen Aufwänden, die nicht direkt dem technischen oder fachlichen Ziel des Projekts gewidmet sind.

Alle Arbeiten zur Projektleitung und Administration der IVU fallen unter das Arbeitspaket 1.700. Hierzu zählen u.a. projektinternen Planungen, die Organisation von Reisen, Meetings und Telefonkonferenzen sowie das Erstellen von Berichten.

2.3.8 Arbeitspaket 5.100 „Steuerkreis“

Der Steuerkreis dient der Überwachung der Arbeiten der einzelnen Arbeitskreise und stellt die höchste projektinterne Entscheidungsinstanz in Konfliktfällen dar. Der Steuerkreis tagte ca. drei mal jährlich.

Die Teilnahme der Kooperationspartner, also auch der IVU war obligatorisch.

2.4 Voraussichtlicher Nutzen (Verwertungsplan)

2.4.1 Nutzen aus Sicht des Marktes

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Die IVU bewertet die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten, die sich aus der Schaffung eines neuen IP-basierten Kommunikationsstandards in Fahrzeugen ergeben, als sehr positiv.

Diese Einschätzung stützt sich zum einen auf Auswirkungen, die sich allein durch die Standardisierung ergeben:

- Die Risiken bei Ausschreibung, Implementierung und Projektierung werden für Verkehrsunternehmen reduziert.

- Die zeitlichen, planerischen und technischen Risiken für Anbieter entfallen.
- Die Attraktivität des ÖPNV kann kosteneffizient gesteigert werden.
- Ausschreibende Verkehrsunternehmen erhalten eine höhere Anzahl vergleichbarer, qualifizierter Angebote.
- Die Wettbewerbsfähigkeit der Anbieter wird erhöht, weil Lösungen anderer Hersteller leichter ersetzt werden können und die Abhängigkeit der Verkehrsunternehmen von einem Hersteller sinkt (Mehrlieferantenstrategie).

Die positive Einschätzung stützt sich aber weiterhin auch auf Beobachtungen in den Monaten vor und nach Ende der Projektlaufzeit:

- Durch die Zusammenarbeit mit den CEN-Normierungsgremien kann man sicher davon ausgehen, dass es europaweit keinen vergleichbaren, konkurrierenden Standard gibt oder in absehbarer Zeit geben wird.
- Durch die Zusammenarbeit mit den CEN-Normierungsgremien wird außerdem die Konformität des in IP-KOM-ÖV erarbeiteten deutschen Standards zum europäischen CEN-Standard sichergestellt.
- Durch Seminare, Veröffentlichungen, Präsentationen im Testlabor, Vorträge auf Messen usw. konnte erreicht werden, dass der Bekanntheitsgrad innerhalb der Branche schon recht hoch ist.
- Sowohl von Verkehrsunternehmen wie Beratungsunternehmen der Branche wurde der Standard wohlwollend aufgenommen.
- Es gibt bereits mehrere Ausschreibungen, die die Konformität zur VDV 301 fordern.

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende

Die technische Grundlage des erarbeiteten Standards ist aufgrund der Mitwirkung wichtiger Branchenvertreter als sehr zuverlässig einzuschätzen. Die eingesetzten Techniken sind branchenüblich und basieren auf sehr etablierten Protokollen.

Technische und fachliche Architektur sind von Beginn so flexibel ausgelegt, dass eine spätere Erweiterung möglich ist. Bereits in seiner jetzigen Form berücksichtigt der VDV 301-Standard eine Vielzahl nützlicher Erweiterungen sowohl gegenüber der VDV 300 als auch gegenüber proprietären Lösungen.

Die technischen Erfolgsaussichten sind folglich als sehr positiv zu bewerten.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Im Rahmen des IP-KOM-ÖV-Projekts wurde eine einheitliche technische Basis für eine dienstorientierte Architektur geschaffen und es wurden mehr als 10 markt- bzw. systemrelevante Dienste spezifiziert werden und umgesetzt. Dennoch ist klar, dass dies nur der Beginn einer Standardisierung sein kann.

In der Praxis werden sich rasch Änderungsanforderungen an bereits spezifizierte Dienste ergeben und neue Dienste hinzukommen. Dabei auch weiter einen Konsens zur Fortführung des Standards zu erzielen, wird große Anstrengungen von der Branche erfordern.

Da die Branche überwiegend von mittelständischen Unternehmen geprägt ist, sind die Unternehmen auch in Zukunft auf eine angemessene Förderung zur Fortschreibung des Standards angewiesen.

2.4.2 Nutzen aus Sicht der IVU

<nicht öffentlich>

2.5 Bekannte Fortschritte bei anderen Stellen

Während des Projektverlaufs kam es zu einem Erfahrungsaustausch mit Teilnehmern des EBSF-Projekts und anschließend zu gemeinsamen Arbeiten an einer europaweit gültigen CEN-Normierung. Diese werden nachfolgend eingehender beschrieben.

Fortschritte von anderen relevanten Stellen sind nicht bekannt.

EBSF-Projekt

Während der Bearbeitung des Arbeitspakets AP 1.200 „Systemarchitektur“ kam es zu einem persönlichen Erfahrungsaustausch mit Teilnehmern des europäischen Forschungsprojekts EBSF (European Bus System of the Future), das zu diesem Zeitpunkt nahezu beendet war.

Die Partner des IP-KOM-ÖV-Projekts hatten zu diesem Zeitpunkt bereits eine eigene Systemarchitektur entwickelt und haben den Erfahrungsaustausch genutzt, um die eigenen Konzepte mit denen abzugleichen, die hinter der System-Architektur von EBSF standen.

Beide Projekte haben unterschiedliche Schwerpunkte.

Der Schwerpunkt des AK1 des IP-KOM-ÖV-Projekts bestand darin, einen Standard für die Fahrzeug-interne IP-Kommunikation mit großer Detailtiefe und unter Berücksichtigung möglichst aller bekannten Anforderungen auszuarbeiten.

EBSF hatte dagegen eine andere Zielsetzung und bearbeitete neben der IP-Kommunikation im Fahrzeug auch Themen der IP-Infrastruktur in Fahrzeugen, Schnittstellen zu anderen nicht-IP-Systemen im Fahrzeug und der Kommunikation des Fahrzeugs mit verschiedenen Leitstellen. Spezifikationen dienten jedoch eher der Abstimmung einer beispielhaften Umsetzung als der Schaffung eines Standards.

Im Ergebnis blieb die Systemarchitektur von IP-KOM-ÖV unverändert.

Neben dem Abgleich der Architektur stand die Lösung technischer Detail-Probleme mit denen beide Projekte konfrontiert waren, im Mittelpunkt der Diskussion. Hier wurden einige Konzepte aus EBSF vom IP-KOM-ÖV-Projekt übernommen. Mechanismen zur Dienstveröffentlichung in einem Netzwerk (via DNS-SD) wurden von EBSF übernommen.

CEN-Normierung

Aus dem Erfahrungsaustausch zwischen den Projektbeteiligten des EBSF-Projekts und IP-KOM-ÖV-Projekts, ergab sich eine Zusammenarbeit an einer europäischen Normierungsschrift (EN 13149-7 bis 13149-9). Während der Projektlaufzeit konnte einer der drei Teile (EN 13149-8) fertiggestellt und für die verbleibenden beiden Teile konnten wichtige Vorarbeiten geleistet werden. Die Arbeit an den verbleibenden Teilen wird auch nach Abschluss des Projekts (u.a.) von der IVU durch die Einbindung in VDV-Gremien fortgesetzt. Auf diese Weise fließen die Ergebnisse des AK 1 von IP-KOM-ÖV auch in die europäische Normierung ein.

2.6 Veröffentlichungen (Ergebniskommunikation)

Zwischenergebnisse aus der Arbeit des Arbeitskreises 1 von IP-KOM-ÖV wurden bereits im Verlauf des Projekts veröffentlicht. Nachfolgend sind die Veröffentlichungen aufgeführt, die im Rahmen des IP-KOM-ÖV-Projektes in Form von Artikeln in Fachzeitschriften, Normierungsschriften, Seminar- und Konferenzbeiträgen erarbeitet wurden.

VDV-Mitteilung 3001, 11/2011

In der VDV-Mitteilung 3001 (vgl. [6]) wurden der Branche, insb. den Verkehrsunternehmen die im VDV organisiert sind, die Ergebnisse der Anforderungsanalyse (AP 1.100) vorgestellt.

Die IVU wirkte aktiv an Erstellung und Review der VDV-Mitteilung 3001 mit.

Veröffentlichung in „Der Nahverkehr“ 7-8/2012.

Um die Branche auf das Projekt IP-KOM-ÖV, die ersten Ergebnisse und die weiteren Ziele des AK 1 aufmerksam zu machen, wurden Mitte 2012 die ersten Resultate in der Fachzeitschrift „Der Nahverkehr“ veröffentlicht (vgl. [7]). Zu diesem Zeitpunkt war die Systemarchitektur festgelegt und die Tauglichkeit der technischen Umsetzungskonzepte durch einen Machbarkeitsnachweis bestätigt.

Die IVU war in Form einer Ko-Autorenschaft an der Erstellung des mehrseitigen Artikels beteiligt.

BEKA-Seminar 1/2013 „IBIS & Ethernet = IBIS-IP“ in Köln

Im Rahmen eines von der BEKA GmbH, Köln organisierten Seminars „IBIS & Ethernet = IBIS-IP“ wurde der Kontext des Forschungsprojekts dargestellt sowie der aktuelle Sachstand des Projekts und ein Ausblick auf den geplanten Standard gegeben.

Am Seminar nahmen > 50 Personen, vorwiegend aus Verkehrsunternehmen, teil. Die IVU erstellte und hielt dazu einen halbstündigen Seminarvortrag.

BEKA-Seminar 11/2013 „IBIS & SOA = IBIS-IP, Dienste für Busse und Bahnen, IP-Technologie in der Umsetzung“ in Stuttgart

Im Rahmen eines von der BEKA GmbH, Köln organisierten Seminars „IBIS & SOA = IBIS-IP, Dienste für Busse und Bahnen, IP-Technologie in der Umsetzung“ wurden die normierungsreifen Ergebnisse des Forschungsprojekts vorgestellt. Die Vorträge umfassten Themen von der Systemarchitektur bis zu Beispielen einzelner Dienste und Prozessabläufe.

Am Seminar nahmen ca. 50 Personen, vorwiegend aus Verkehrsunternehmen, teil. Die IVU erstellte und hielt einen halbstündigen Seminarvortrag.

Vortrag auf der IT-Trans 2014

Auf der IT-Trans 2014 in Karlsruhe wurden im Rahmen der Konferenz Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt in einen halbstündigen Übersichtsvortrag vorgestellt.

Präsentationen im Testlabor

Das Testlabor in Stuttgart wurde nicht nur zu projektinternen Testzwecken genutzt, sondern auch zur projektexternen Illustration der Möglichkeiten und des Entwicklungsstands von IBIS-IP.

Dies erfolgte durch einen Übersichtsvortrag und eine Präsentation im Testlabor inkl. anschließender Feedback-Diskussion.

Diese Präsentationen waren eingebunden in die Präsentationen des Demonstrators (AK 4 des IP-KOM-ÖV-Projekts).

Die IVU übernahm bei mehreren dieser Präsentationen die Verantwortung für die Technik des Testlabors und stand als Ansprechpartner bei technischen Rückfragen zur Verfügung.

VDV-Schriften 301-1 und 301-2

Diese Schriften stellen das fachliche Hauptergebnis des AK 1 des IP-KOM-ÖV-Projekts dar. Beide dienen der Spezifikation des IBIS-IP-Standards.

Im Teil 1 der Schrift (vgl. [3]) wird die Systemarchitektur beschrieben. Im Teil 2 (vgl. [4]) der Schrift werden Dienste und ihre zugehörigen Operationen detailliert spezifiziert.

Die IVU beteiligte sich aktiv an der Erstellung beider Normierungsdokumente.

VDV-Schrift 301-3

In der VDV-Schrift 301-3 (vgl. [5]) werden die Voraussetzungen für die Netzwerkinfrastruktur in ÖPNV-Fahrzeugen beschrieben.

Die IVU beteiligte sich während der Projektlaufzeit (und darüber hinaus) an der Erstellung der VDV-Schrift 301-3. Eine Veröffentlichung ist noch in 2014 geplant.

EN 13149-7 bis -9

Die IVU beteiligte sich im Kontext von IP-KOM-ÖV am Review einer europäischen Normierung zur IP-Kommunikation auf Fahrzeugen des ÖPNV. Während der Projektlaufzeit konnte einer der drei Teile (EN 13149-8) (vgl. [9]) fertiggestellt und für die verbleibenden beiden Teile (vgl. [8] und [10]) konnten wichtige Vorarbeiten geleistet werden.

Auf diese Weise fließen die Ergebnisse des AK 1 von IP-KOM-ÖV auch in die europäische Normierung ein.

3 Erfolgskontrollbericht

<nicht öffentlich>

4 Berichtsblatt

Wir haben das deutsche und das englische Berichtsblatt (Vordrucke 3831 / 3832) ausgefüllt und legen sie als separate Dokumente bei.

5 Referenzen

- [1] „VDV 300“, unter dem VDV-300 Standard werden die Initialen Schriften (ursprüngl. VÖV 04.05.4) und ihre Ergänzungen zusammengefasst:
 - a. „Integriertes Bordinformationssystem (IBIS); VÖV Schriften, Reihe Technik VÖV 04.05.4“, Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (Hrsg.), Ausgabe Juni 1984
 - b. „Integriertes Bordinformationssystem (IBIS), Änderungen/Ergänzungen zur Ausgabe Juni 1984; VÖV Schriften, Reihe Technik VÖV 04.05.4“, Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (Hrsg.), Ausgabe August 1987
 - c. „Integriertes Bordinformationssystem (IBIS), Ergänzung 2; VDV Schriften 300 7/91“, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Hrsg.), Ausgabe Juli 1991
- [2] „IP-KOM-ÖV, Internet Protokoll basierte Kommunikationsdienste im Öffentlichen Verkehr, Gesamtvorhabensbeschreibung, Version 04-00-00“ (verbindliche Version nach Zuwendungsbescheid), Mai 2011
- [3] „VDV-Schrift Nr. 301-1, 01/2014, Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP, Teil 1: Systemarchitektur“, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Hrsg.), Januar 2014
- [4] „VDV-Schrift Nr. 301-2, 01/2014, Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP, Teil 2: Schnittstellenspezifikation v1.0“, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Hrsg.), Januar 2014
- [5] „VDV-Schrift Nr. 301-3, Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP, Teil 3: Netzwerkinfrastruktur“, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Hrsg.), Entwurf, noch nicht veröffentlicht
- [6] „VDV-Mitteilung Nr. 3001, Kommunikation im ÖV (IP-KOM-ÖV) - Technische Anforderungen für Anwendungen im Integrierten Bordinformationssystem (IBIS), Stand: November 2011“, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Hrsg.), November 2011
- [7] „Einheitliche Plattform für ÖPNV-Kommunikation auf gutem Weg, IP-KOM-ÖV entwickelt wirtschaftliche Lösungen für Verkehrsunternehmen und Industrie: „IBIS-IP“, Artikel in „Der Nahverkehr 2012/7-8“, S. 44-50, Juli 2012
- [8] FprCEN/TS 13149-7:2012, „Public transport — Road vehicle scheduling and control systems — Part 7: System and Network Architecture“, Draft, noch nicht veröffentlicht
- [9] FprCEN/TS 13149-8:2012, „Public transport — Road vehicle scheduling and control systems — Part 8: Physical layer for IP communication“, November 2012
- [10] FprCEN/TS 13149-9:2012, „Public transport – Road vehicle scheduling and control systems – On Board Data Transmission Between Equipments Inside A Vehicle – Part 9: Services and Devices Public transport“, Draft, noch nicht veröffentlicht